

524  
1995

ISSN 0132-1447



საქართველოს  
მეცნიერებათა აკადემიის

**აოაგბე**

**СООБЩЕНИЯ**

АКАДЕМИИ НАУК  
ГРУЗИИ

**BULLETIN**

OF THE GEORGIAN ACADEMY  
OF SCIENCES

151

№1

1995



საქართველოს  
მეცნიერებათა აკადემიის

გზაგადასახვევები

პ. 151  
N 1, 2  
(2 გვ. 19)

СООБЩЕНИЯ

АКАДЕМИИ НАУК  
ГРУЗИИ

68

BULLETIN

OF THE GEORGIAN ACADEMY  
OF SCIENCES

ტომი 151 TOM

№ 1

1995

ქურნალი დაარსებულია 1940 წელს  
Журнал основан в 1940 году



საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის სამეცნიერო ქურნალი „მოამბე“  
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), ე. გამყრელიძე,  
თ. გამყრელიძე, გ. გველესიანი, ვ. გომელაური, რ. გორდუზიანი (მთავარი რედაქტორის  
მოადგილე), მ. ზაალიშვილი, გ. კვეციანი, ი. კიდურაძე (მთავარი რედაქტორის მოადგილე),  
თ. კობალიაშვილი, ჯ. ლომინაძე, რ. მეტრეველი, დ. მუსხელიშვილი (მთავარი რედაქტორის  
მოადგილე), თ. ონიანი, მ. სალუქვაძე (მთავარი რედაქტორის მოადგილე), თ. ურუშაძე,  
გ. ციციშვილი, გ. ქოლოშვილი

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. Гомелаури,  
Р. Б. Гордезиани (заместитель главного редактора), М. М. Заалишвили,  
Г. И. Квеситадзе, И. Т. Кигურაძე (заместитель главного редактора),  
Т. И. Копалишвили, Д. Г. Ломинадзе, Р. В. Метревели, Д. А. Мухелишвили  
(заместитель главного редактора), Т. Н. Ониани, М. Е. Салукваძე (заместитель  
главного редактора), Т. Ф. Урушაძე, Г. Ш. Цицишვილი, Г. С. Чогошვილი

პასუხისმგებელი მდივანი ლ. გვერდწითელი  
Ответственный секретарь Л. В. Гвердцители

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

საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის საწარმო-საგამომცემლო გაერთიანება  
„მეცნიერება“, 380060, თბილისი, დ. გამრეკელის ქ. 19, ტელ. 37-22-97.

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

Производственно-издательское объединение АН Грузии „Наука“, 380060,  
Тбилиси, ул. Д. Гамрекели 19, тел. 37-22-97.

გადაეცა წარმოებას 10.08.1995. ხელმოწერილია დასაბეჭდად 8.03.1996. ფორმატი 70x108 1/16.

აწეობილია კომპიუტერზე. ოფსეტური ბეჭდვა. პირობითი ნაბ. თ. 10. საადრიცხო-  
საგამომცემლო თაბახი 10. ტირაჟი 300. შუკვ. N 99. ფასი სახელშეკრულება.

Сдано в набор 10.08.1995. Подписано к печати 8.03.1995 Формат 70x108 1/16.

Набрано на компьютере. Печать офсетная. Усл. печ. л. 10. Уч.-изд. л. 10.

Тираж 300. Зак. N 99. Цена договорная.



2017

# შინაარსი

## მათემატიკა

- \* ვ. ბალაძე. საკუთრივი შეიპური თეორია და რეზოლვენტები 17
- \* კ. ამერი, ა. კოსტინი. წარმობულთან მდგომი მცირეპარამეტრიანი წრფივი ერთგვაროვანი სისტემების ამონახსნების ასიმპტოტური წარმოდგენის შესახებ ნახევარდერძზე 23
- \* ზ. მუშკულიანი რეგულარულ რგოლებზე მონოიდური ალგებრების  $K_1$  და  $K_2$  ჯგუფები 27
- გ. სამსონაძე. ჯგუფთა წარმოდგენათა  $ZD$ -კლასის შესახებ 28
- \* ვ. რუხაძე. რეალკომპაქტური ასახვების მსგავსი ასახვები 34

## კიბერნეტიკა

- \* ა. მამისთვალავი. გეომეტრიული სხეულების აფინური კლასიფიკაცია და ამოცნობა სამი ბრტყელი ორთოგონალური პროექციის საშუალებით 38

## ფიზიკა

- \* ზ. ქაჩლიშვილი, ლ. კუკუტაია. განაწილების ფუნქცია აკუსტიკურ ფონონებზე გაბნევისას ელექტრული ველის მთელ არეში 42
- ტ. ებრალიძე. ჯონსის მატრიცა ფოტონდუცირებული ანიზოტროპიის მქონე ფირისათვის 43

## ანალიზური ქიმიკა

- \* მ. ცინცაძე, ფ. ბროუჩევი, რ. ჯორბენაძე, რ. კურტანიძე. ნიკოტინოლჰიდრაზონ-ბენზალდეჰიდის (ნჰბა) და იზონიკოტინოლ-ჰიდრაზონბენზალდეჰიდის (ინჰბა) სპექტრომეტრული განსაზღვრა 50

\* ვარსკვლავით აღნიშნული სათაური ეკუთვნის წერილის რეზიუმეს.

### ორბანული ჰიმიკა

ლ.თოფურიძე, გ.ხიტირი, ნ.ხეცურიანი. რუსთავის საბადოს ნავთობის (კაბ. 16°) შესწავლა 52

\*ი.ფიოლია, ლ.ასათიანი. მესამ. - ბუთილმერკაპტანის ფეროცენილაცეტილენთან ნუკლეოფილური მიერთების რეაქციის რეგიო- და სტერეომიმართულების შესახებ 58

### ფიზიკური ჰიმიკა

\*რ. ზედგინძე, გ.ანტოშინი, გ.ჩივაძე (საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი), ბ.მეტრეველი. ჟანგბადის იზოტოპური მიმოცვლა სისტემებში მოლეკულური ჟანგბადი-ცეოლითები, მოდიფიცირებული რკინით 63

\*ე. ქაჩიბაია, ლ. ჭაფარიძე (საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი), რ. იმნაძე, თ. პაიკიძე. ლითუმის ელემენტის მუშაობის პირობებში  $\text{CuCrO}_4$ -ის ელექტროქიმიური აღდგენის პროდუქტების ფიზიკურ-ქიმიური გამოკვლევა 69

\*ს. ხომერიკი, დ. ლორთქიფანიძე, გ. ბეზარაშვილი, ზ. ძოწენიძე. ნატრიუმის სულფატის ფხვნილის გავლენა ეთან-ჰაერის ნარევის აალებაზე 72

### ბეოლოგია

\*გ. სალუქვაძე. ოდიშის დებრესიის შუა ეოცენური ნალექების სტრატეგრაფიის შესახებ 76

### მეტალურგია

ა. სულამანიძე. კონტაქტური შედუღების ნაშადში სისქის ცვლისაგან დენის სიმკვრივის დამოკიდებულების მათემატიკური აპროქსიმაცია 77

\*ო. შალამბერიძე, კ. ხახანაშვილი. ძნელადნობადი ოქსიდების ვაკუუმური კონდენსატების ელექტრული მზურვალსიმტკიცე 87

## ელექტროტექნიკა

- ა.ცომაია, თ.ნათენაძე. მუდმივი დენის წვევის ძრავების ზოგიერთი პარამეტრის გამოკვლევა სტატისტიკურ-ალბათობითი მეთოდით 88
- ა.აბურჯანია, ზ.ანჯაფარიძე, ლ.აბურჯანია. სამგრაგნილა ტრანსფორმატორული ბოგირები 92
- \*ვ.კლდიაშვილი. ტირისტორის ჩამკეტი ტევადური მწყვეტარა მოწყობილობის გაანგარიშება ინვერტორული გენერატორების ელექტრონული დაცვის სისტემებში 103

## მემცენარეობა

- მ.ქარდავი, ნ.კოვალჩუკი, თ.ანდრონიკაშვილი (საქ. მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი). აღმოსავლეთ საქართველოს რუხ-ყავისფერ ნიადაგებში ორგანულ-ცეოლითური სასუქების შეტანის ეფექტურობა თავისუფალი აზოტფიქსატორი ბაქტერიების ცხოველმყოფელობაზე 104

## ბენეტიკა და სელექცია

- \*დ.ჯობაძე (საქ. მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი), რ.გოგლიძე, გ.გიგოლაშვილი, ნ.ოზიაშვილი, ი.ქიტიაშვილი. დნმ-დამოკიდებული რნმ-პოლიმერაზა სპირულინიდან (*Spirulina Platensis*): გამოყოფა და ნაწილობრივი დახასიათება 112

## აღმნიანისა და ცხოველთა ფიზიოლოგია

- \*ვ. შაგინიანი. გულის ელექტრულ და მექანიკურ აქტივობაზე ინტრამიოკარდიული დაძაბულობის გავლენის შესწავლისათვის გულის იმემით დაავადებულთა შორის 121

## ბიოქიმია

- \*ვ. კვალიაშვილი, ი. ქერქაძე, ლ. ვაშაკიძე, დ. შალრაძე. ატმის მცენარეში იზოფერმენტების შესწავლის საკითხისათვის 125
- ე.კირთაძე, ლ.ლალუნდარიძე. აზოტისა და ფოსფორის სხვადასხვა წყაროების გავლენა საფურის ინვერტაზულ აქტივობაზე 126

- \*გ.წიკლაური, ა.შალაშვილი. მანდარინ ივერიას ფოთლების ფლავონოიდური C-გლიკოზიდები 134
- თ.ბერიაშვილი, თ.ჩიღვინაძე.  $^{14}\text{C}$  -ალანინის და  $^{14}\text{C}$  ვაშლის მჟავას გარდაქმნა  $\text{C}_3$ -,  $\text{C}_4$ -მცენარეებსა და ყურძნის მარცვალში 135
- მიკრობიოლოგია და ვირუსოლოგია**
- ლ.ლაღუნდარიძე, ე.კირთაძე, თ.ბუაჩიძე.  $\beta$  -ფრუქტოფურანოზიდაზას გამოყოფა საფუერებიდან და მისი თვისებების შესწავლა 140
- ციტოლოგია**
- რ.კაბანაძე, ლ.ნინოშვილი. კარდიომიოციტების ულტრასტრუქტურული ცვლილებები ექსპერიმენტული აუტოიმუნური კარდიომიოპათიის დროს 145
- ექსპერიმენტული მედიცინა**
- მ. ართილაყვა. ნერვული სისტემის ჰერინტალურ დაზიანებათა ტოპიკური დიაგნოსტიკა ჰისტამინისა და სეროტონინის დონის განსაზღვრით ახალშობილთა სისხლში 148
- მ.კიკნაძე, მ.კოპლატაძე. ჰორმონალური ცვლილებების ზოგიერთი თავისებურება გულის რეფრაქტორული უქმარისობის დროს 153

# СОДЕРЖАНИЕ

## МАТЕМАТИКА

* В.Х.Баладзе. Собственная шейповая теория и резольвенты	18
К.А.Амер, А.В.Костин. Об асимптотических представлениях на полуоси решений линейных однородных систем с малыми параметрами при производных	19
*З. Мушкудиани. Группы $K_1$ и $K_2$ моноидных алгебр над регулярными кольцами	27
*Г.Т.Самсонадзе. О ZD-классе представлений групп	30
*В.Г.Рухадзе. Отображения, подобные вещественно полным	34

## КИБЕРНЕТИКА

А.Г.Мамиствалов. Аффинная классификация и распознавание геометрических тел по трем плоским ортогональным проекциям	35
--	----

## ФИЗИКА

З.С. Качлишвили, А.Г. Кукутария. Функция распределения при акустическом рассеянии во всей области электрического поля	39
*Т.Д.Эбралидзе. Матрица Джонса пленки, фотоиндуцированной анизотропией	45

## АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

М.Г.Цинцадзе, Ф.И.Броучек, Р.П.Джорбенадзе, Р.Ш.Куртанидзе. Спектрофотометрическое определение никотиноилгидразонбензальдегида (НГБА) и изоникотиноилгидразонбензальдегида (ИНГБА)	47
--	----

## ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

*А.Ф.Топуридзе, Г.Ш.Хитири, Н.Т.Хецуриани. Изучение нефти Руставского месторождения (скв. 16 <sup>а</sup> )	55
И.Л.Фиолия, А.П.Асатиани. О регио- и стереонаправленности реакции нуклеофильного присоединения трет.-бутилмеркаптана к ферроценилацетилену	56

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





## ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- Р.Ш.Зедгинидзе, Г.В.Антошин, Г.О.Чивадзе (член-корреспондент АН Грузии), В.Г.Метревели. Изотопный обмен кислорода в системах молекулярной кислород-цеолиты, модифицированные железом 60
- Э.И.Качибая, Л.Н.Джапаридзе (член-корреспондент АН Грузии), Р.А.Имнадзе, Т.В. Паикидзе. Физико-химическое исследование продуктов электрохимического восстановления  $\text{CuCrO}_4$  в условиях работы литиевого элемента 65
- С.Р.Хомерики, Д.Н.Лордкипанидзе, Г.С.Безарашвили, З.Г.Дзоценидзе. Влияние порошка сульфата натрия на воспламенение этано-воздушной смеси 70

## ГЕОЛОГИЯ

- Г.Н.Салуквадзе. К стратиграфии среднеэоценовых отложений Одишской депрессии (Западная Грузия) 73

## МЕТАЛЛУРГИЯ

- \*А.К.Суламанидзе. Математическая аппроксимация изменения плотности тока в заготовке контактной сварки в зависимости от ее толщины 83
- О.П.Шаламберидзе, К.Г.Хаханашвили. Электрическая жаропрочность вакуумных конденсаторов тугоплавких оксидов 85

## ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

- \*А.А.Цомая, Т.В.Натенадзе. Определение некоторых параметров тяговых двигателей постоянного тока с применением статистико-вероятностного метода 91
- \*А.Н.Абуржаия, З.О.Анджапаридзе, Л.А.Абурджания. Трехобмоточные трансформаторные мосты 98
- В.И.Клдиашвили. Расчет емкостного прерывающего устройства запириания тиристора в системах электронной защиты инверторных генераторов 99

## РАСТЕНИЕВОДСТВО

- \*М.А.Кардава, Н.А.Ковальчук, Т.Г.Андроникашвили. Эффект внесения органо-цеолитовых удобрений в серо-коричневых почвах Восточной Грузии 109

## ГЕНЕТИКА И СЕЛЕКЦИЯ



- Д.И.Джохадзе (член-корреспондент АН Грузии), Р.И.Гоглидзе, Г.Г.Гиглашвили, Н.Н.Озиашвили, И.А.Китиашвили. ДНК-зависимая РНК-полимераза из спироулины (*Spirulina Platensis*): получение и частичная характеристика

110

## ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

- В.С.Шагинян. К изучению влияния внутримиекардиального напряжения на электрическую активность сердца у больных ишемической болезнью сердца

114

## БИОХИМИЯ

- В.Р.Квалишвили, И.Г.Керкадзе, А.К.Вашакидзе, Д.Н.Маградзе. К вопросу изучения изоферментов в персиковом растении

123

- \*Э.Г.Киртадзе, Л.В.Лагундаридзе. Влияние различных источников азота и фосфора на инвертазную активность дрожжей

129

- Г.Ч.Циклаури, А.Г.Шалашвили. Флавоноидные с-гликозиды листьев мандарина Иверия

131

- \*Т.В.Бериашвили, Т.Д.Чигвинадзе. Превращение  $1^{14}\text{C}$ -аланина и  $1^{14}\text{C}$ -яблочной кислоты в  $\text{C}_3$ ,  $\text{C}_4$ -растениях и ягодах винограда

138

## МИКРОБИОЛОГИЯ И ВИРУСОЛОГИЯ

- \*Л.В.Лагундаридзе, Э.Г.Киртадзе, Т.Ш.Буачидзе. Выделение и изучение свойств  $\beta$ -фруктофуранозидазы дрожжей

143

## ЦИТОЛОГИЯ

- \*Р.В.Капанадзе, Л.Ниношвили. Характер ультраструктурных изменений миокарда при экспериментальной аутоиммунной кардиомиопатии

147

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

- \*М.В.Артилаква. Топическая диагностика перинатального поражения нервной системы с определением уровня гистамина и серотонина в крови новорожденного

151

- \*М.П.Кикнадзе, М.Г.Коплатадзе. Некоторые особенности гормональных изменений при рефрактерной сердечной недостаточности

155

## CONTENTS



## MATHEMATICS

V. Baladze. A Proper Shape Theory And Resolutions	13
* K. Amer, A. Kostin. On Asymptotic Representations On The Semiaxis Of Solutions Of Homogeneous Linear Systems With Small Parameters In Derivatives	24
Z. Mushkudiani. The $K_1$ And $K_2$ Groups Of Monoid Algebras Over Regular Rings	25
* G. Samsonadze. On Zd-Class Of Groups Representations	30
V. Rukhadze. Realcompact Like Mappings	31

## CYBERNETICS

* A. Mamistvalov. The Affine Classification And Recognition Of The Solids By Their Three Plane Orthogonal Projections	38
---	----

## PHYSICS

* Z. Kachlishvili, L. Kukutaria. The Distribution Function While Scattering On The Acoustic Phonons In The Entire Region Of Electric Field	42
* T. Ebralidze. Jones's Matrix Of The Film With Photo-Induced Anisotropy	46

## ANALITICAL CHEMISTRY

* M. Tsintsadze, F. Broucek, R. Jorbenadze, R. Kurtanidze. Spectro-Photometric Determination Of Nicotine Oil Hydrozone Benzaldehyde (Nhba) And Isonicotine Oil Hydrazone Benzaldehyde (Inhba)	50
---	----

## ORGANIC CHEMISTRY

* L. Topuridze, G. Khitiri, N. Khetsuriani. Study Of Rustavi Oil (Well No 16 <sup>a</sup> )	55
* I. Fiolia, L. Asatiani. On Regio- And Stereodirection Of The Reaction Of Nucleophilic Additions Of Tert.-Butylmercaptanes To Ferrocenylacetylene	59

---

\* A title marked with an asterisk refers to Summary

## PHYSICAL CHEMISTRY

- \*R.Zedginidze, G.Antoshin, G.Chivadze, B.Metreveli. Isotopic Exchange Of Oxygen In The Systems Molecular Oxygen-Zeolites Modified By Iron 64
- \*E. Kachibaia, L. Japaridze, R. Innadze, T. Paikidze. Physico-Chemical Research Of The Products Of The  $\text{CuCrO}_4$  Electrochemical Reductions In Li-Cell 69
- \*S. Khomeriki, D. Lordkipanidze, G. Bezarashvili, Z. Dzotsenidze. The Effect Of Sodium Sulphate Powder On The Ignition Of Ethane-Air Mixture 72

## GEOLOGY

- \*G. Salukvadze. On Stratigraphy Of The Middle Eocene Deposits Of The Odishi Depression 76

## METALLURGY

- \*A. Sulamanidze. Mathematical Approximation Of The Change Of Flow Compactness In The Workpiece Of The Contact Welding Depending On Its Thickness 84
- \*O. Shalamberidze, K. Khakhanashvili. Electric High-Temperature Strength Of Vacuum Condensates Of High Melting Oxides 87

## ELEKTROTECHNICS

- \*A. Tsomaia, T. Natenadze. The Statistical-Probability Approach To Investigation Of Some Parameters Of Direct Current Traction Motors 91
- \*A. Aburjania, Z. Anjaparidze, L. Aburjania. Triple-Winding Transformer Bridges 98
- \*V. Cldiashvili. Calculation Of The Capacity's Interrupting Device For Thyristor's Locking In The Inverter Generator's Electronic Protector System 103

## PLANT GROWING

- \*M. Kardava, N. Kovalchuk, T. Andronikashvili. Effect Of Introduction Of Organic-Zeolitic Fertilizers On Vital Functions Of Nitrogen-Fixing Bacteria In Gray-Cinnamon Soils Of Eastern Georgia 109

## GENETICS AND SELECTION

- \*D. Jokhadze, R. Goglidze, G. Gigolashvili, N. Oziashvili, I. Kitiashvili. DNA-Dependent RNA Polymerase From *Spirulina* (*Spirulina Platensis*): Isolation And Partial Characterisation 113

## HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY

- \*V. Shaginyan. A Contribution To The Study Of Influence Of Intramyocardial Strain On Electrical And Mechanical Activity Of The Heart Of Patients With Ischemic Heart Disease 121

## BIOCHEMISTRY

- \*V.Kvaliashvili, I.Kerkadze, L.Vashakidze, D.Magradze. The Study On Isoenzymes In A Peach 125
- \*E.Kirtadze, L.Lagundaridze. The Influence Of Different Nitrogen Sources And Phosphore On Invertase Activity Of Yeasts 130
- G. Tsiklauri, A. Shalashvili. Flavonoidal C-Glucosidase Of Tangerine Iveria Leaves 134
- \*T. Beriashvili, T. Chigvinadze. Conversion Of  $^{14}\text{C}$  Alanine And  $^{14}\text{C}$  Malic Acid Into  $\text{C}_3$ -,  $\text{C}_4$ - Plants And Grapevine Seeds 138

## MICROBIOLOGY AND VIROLOGY

- \*L.Lagundaridze, E.Kirtadze, T.Buachidze. Isolation And Study Of Yeast  $\beta$ -Fructofuranosidase Property 143

## CYTOLOGY

- \*R.Kapanadze, L.Ninoshvili. Myocardial Ultrastructural Changes In Experimental Autoimmunological Cardiomyopathy 147

## EXPERIMENTAL MEDICINE

- \*M. Artilakva. The Topical Diagnostics Of Perinatal Injuries Of Nervous System By Studying The Level Of Hystamine And Serotonin In Newborn's Blood 152
- \*M.Kiknadze, M.Koplatadze. Some Specific Hormonal Changes In Patients With Refracter Cardiac Failure 155



V.Baladze

## A Proper Shape Theory and Resolutions

(Presented by G.Chogoshvili, Member of the Academy 27.12.1992)

The proper shape theory introduced by B.J.Ball and R.B.Sher [1,2] is a meaningful extension of the proper homotopy theory of locally compact ANR-spaces. Another extension of the proper homotopy theory of locally finite polyhedras and locally compact ANR-spaces was constructed by the author [3,4]. The purpose of this paper is to develop a proper shape theory for the category of closed pairs of locally compact spaces and their proper maps. Our approach is based on proper polyhedral resolutions (see definition 1)<sup>1</sup>.

Throughout the paper all spaces are Hausdorff and all maps are continuous, notions, not defined in this note, are as in [5].  $LC^2(W^2)$  denotes the category of closed pairs of locally compact spaces and proper maps (locally finite polyhedral and proper maps).  $H_p(LC^2)(H_p(W^2))$  denotes the proper homotopy category of  $LC^2(W^2)$ .  $Rcov(X)$  denotes the set of all locally finite coverings of  $X$  by open sets with compact closure.

DEFINITION 1 (com. [6]). Let  $(X, X_0) = \{(X_\alpha, X_{0\alpha}), p_{\alpha\alpha'}, A\} \in \text{inv-}LC^2$  [5]. Let  $\underline{p} = \{p_\alpha, \alpha \in A\}: (X, X_0) \rightarrow (X, X_0)$  be a morphism [5] of  $\text{inv-}LC^2$ . We say that  $\underline{p}$  is a proper resolution of  $(X, X_0) \in LC^2$  provided that it satisfies the following conditions:

PR1) Let  $(P, P_0) \in W^2$ ,  $U \in Rcov(P)$  and let  $f: (X, X_0) \rightarrow (P, P_0)$  be a proper map. Then there exist an index  $\alpha \in A$  and a proper map  $f_\alpha: (X_\alpha, X_{0\alpha}) \rightarrow (P, P_0)$  such that  $f_\alpha p_\alpha$  and  $f$  are  $U$ -near,  $(f_\alpha p_\alpha, f) < U$ .

PR2) Let  $(P, P_0) \in W^2$  and  $U \in Rcov(P)$ . Then there exists  $U' \in Rcov(P)$  with the following property: If  $\alpha \in A$  and  $f_\alpha, f'_\alpha: (X_\alpha, X_{0\alpha}) \rightarrow (P, P_0)$  are proper maps such that  $(f_\alpha p_\alpha, f'_\alpha p_\alpha) < U'$ , then there exists an index  $\alpha' \geq \alpha$  such that  $(f_{\alpha'} p_{\alpha'}, f'_\alpha p_{\alpha'}) < U$ .

A proper resolution  $\underline{p}$  of  $(X, X_0) \in LC^2$  is called a proper polyhedral resolution provided that  $(X_\alpha, X_{0\alpha}) \in W^2$  for every  $\alpha \in A$ .

THEOREM 1. A morphism  $\underline{p}: X \rightarrow \underline{Y} = \{X_\alpha, p_{\alpha\alpha'}, A\}$  of  $\text{inv-LC}$ , where all  $X_\alpha$  are normal, is a proper resolution if it satisfies the following two conditions:

PB1) For each normal covering  $U \in Rcov(X)$  there exist an index  $\alpha \in A$  and a normal covering  $U' \in Rcov(X_\alpha)$  such that  $p_\alpha^{-1}(U') > U$ .

PB2) For each index  $\alpha \in A$  and for each closed neighbourhood  $G$  of  $p_\alpha(X)$  in  $X_\alpha$  there exists an index  $\alpha' \geq \alpha$  such that  $p_{\alpha\alpha'}(X_{\alpha'}) \subseteq G$ .

<sup>1</sup> The results of this paper were reported at the First European Congress of Mathematicians in Paris, 6-10 juillet, 1992.

**THEOREM 2.** Any locally compact paracompact space admits a proper polyhedral resolution.

The maps  $f, f':(X, X_0) \rightarrow (P, P_0)$  from  $(X, X_0)$  to simplicial pair  $(P, P_0)$  are called contiguous if for every point  $x \in X (x \in X_0)$  there is a closed simplex  $s \in P (s \in P_0)$  such that  $f(x), f'(x) \in s$ .

**THEOREM 3.** Let  $(X, X_0) \in LC^2$ ,  $(P, P_0) \in W^2$  and  $f, f':(X, X_0) \rightarrow (P, P_0)$  be proper contiguous maps. Then  $f$  and  $f'$  are properly homotopic as maps of pairs.

Let  $S$  be a covering of simplicial complex  $P$  which consist of stars of the vertices of  $P$ .

It follows from the Theorem 3 the following

**LEMMA 1.** Any two  $S$ -near proper maps  $f, f':(X, X_0) \rightarrow (P, P_0)$  from  $(X, X_0) \in LC^2$  to  $(P, P_0) \in W^2$  are properly homotopic as maps of pairs.

**LEMMA 2.** Let  $f:(X, X_0) \rightarrow (P, P_0)$  be a proper map from  $(X, X_0) \in LC^2$  to  $(P, P_0) \in W^2$ . Then there is a normal covering  $\alpha \in Rcov(X)$  and a proper map  $f_\alpha: (N(\alpha) \downarrow N(\alpha|_{X_0})) \rightarrow (P, P_0)$  such that  $(f_\alpha \circ p_\alpha, f) < S$  (here  $p_\alpha$  is a proper canonical map).

**LEMMA 3.** Let  $(P, P_0) \in W^2$ ,  $(X, X_0) \in LC^2$  and let  $\alpha \in Rcov(X)$  be a normal covering. Suppose  $f_\alpha, f'_\alpha: (N(\alpha) \downarrow N(\alpha|_{X_0})) \rightarrow (P, P_0)$  are proper maps such that  $f_\alpha \circ p_\alpha$  and  $f'_\alpha \circ p_\alpha$  are properly homotopic. Then there exists a normal covering  $\alpha' \in Rcov(X)$  such that  $\alpha' \geq \alpha$  and  $f_{\alpha'} \circ p_{\alpha'}, f'_{\alpha'} \circ p_{\alpha'}$  are properly homotopic (here  $p_{\alpha'}$  is a proper projection from  $|N(\alpha')|$  to  $|N(\alpha)|$ ).

The following theorem is consequence of lemmas 1, 2, 3.

**THEOREM 4.** Let  $\underline{p} = \{p_\alpha, \alpha \in A\}: (X, X_0) \rightarrow (\underline{X}, \underline{X}_0) = \{(X_\alpha, X_{0\alpha}), p_{\alpha\alpha'}, A\}$  be a proper resolution of  $(X, X_0) \in LC^2$ . Then  $\{[p_\alpha]_p, \alpha \in A\}: (X, X_0) \rightarrow \{(X_\alpha, X_{0\alpha}), [p_{\alpha\alpha'}]_p, A\}$  is an  $H_p(LC^2)$ -expansion [5] of  $(X, X_0)$ .

**LEMMA 4.** Let  $(P, P_0) \in W^2$  and  $U \in Rcov(P)$ . Then there is a closed neighbourhood  $G$  of locally finite polyhedral  $P_0$  and a proper map  $f: P \rightarrow P$  such that  $f|_G: G \rightarrow P_0$  is a proper retraction and  $(I_P, f) < U$ .

**THEOREM 5.** Let  $\underline{p}: (X, X_0) \rightarrow (\underline{X}, \underline{X}_0)$  be a morphism in  $inv-LC^2$  and let  $\underline{p}: X \rightarrow \underline{X}$  and  $\underline{p}_0 = \underline{p}|_{X_0}: X_0 \rightarrow \underline{X}_0$  be the restrictions of morphism  $\underline{p}$  in  $inv-LC^2$ . If  $\underline{p}: X \rightarrow \underline{X}$  is a proper resolution of  $X$  and  $\underline{p}_0$  has property PB2), then  $\underline{p}: (X, X_0) \rightarrow (\underline{X}, \underline{X}_0)$  is a proper resolution of  $(X, X_0)$ .

The next result is a consequence of Theorem 2 and of Lemma 4.

**THEOREM 6.** Any closed pair  $(X, X_0)$  of locally compact paracompact spaces admits a proper polyhedral resolution.

**THEOREM 7.** Let  $(X, X_0)$  be a pair of compact spaces. Then a proper resolution of  $(X, X_0)$  is a resolution of  $(X, X_0)$  in the sense of S. Mardešić [6].

The proper shape category  $Sh_p^2$  of closed pairs of locally compact paracompact spaces is by definition the abstract shape category  $Sh_{(H_p(LCP^2), H_p(W^2))}$  [5], where

$H_p(LCP^2)$  is the homotopy category of category  $LCP^2$  of locally compact paracompact spaces and proper maps.

We say that the pairs  $(X, X_0)$  and  $(Y, Y_0)$  have the same proper shape provided they are the equivalent objects of category  $Sh_p^2$ . By  $Sh_p^2(X, X_0)$  we denote the proper shape of  $(X, X_0)$  and by  $S_p^2: H_p(LCP^2) \rightarrow Sh_p^2$  we denote the proper shape functor.

The proper shape category for the category  $LC^2$  may be obtained by defining a proper shaping [2] from  $(X, X_0)$  to  $(Y, Y_0)$ . We say that a map  $F: U\{(Y, Y_0), (P, P_0)\}_p \mid (P, P_0) \in W^2 \} \rightarrow U\{(X, X_0), (P, P_0)\}_p \mid (P, P_0) \in W^2 \}$  is a proper shaping provided that it satisfies the following conditions:

- i) if  $(P, P_0) \in W^2$ , then  $F(\{(Y, Y_0), (P, P_0)\}_p) \subseteq \{(X, X_0), (P, P_0)\}_p$ ;
- ii) if  $(P, P_0), (P', P'_0) \in W^2$ ,  $r \in \{(Y, Y_0), (P, P_0)\}_p$ ,  $r' \in \{(Y, Y_0), (P', P'_0)\}_p$ ,  $t \in \{(P, P_0), (P', P'_0)\}_p$  and  $r' = t \cdot r$ , then  $t \cdot F(r) = F(r')$ .

The objects  $(X, X_0) \in H_p(LC^2)$  and proper shapings  $F$  forms the proper shape category  $Sh_p^2$ .

We can define a proper shape functor  $\overline{S}_p^2: H_p(LC^2) \rightarrow \overline{Sh}_p^2$  as follows: for every  $(X, X_0) \in H_p(LC^2)$  we take  $\overline{S}_p^2(X, X_0) = (X, X_0)$ ; for given  $f \in \{(X, X_0), (Y, Y_0)\}_p$  we define  $\overline{S}_p^2(f)$  by formula

$$\overline{S}_p^2(f)(r) = r \cdot f, \quad r \in \{(Y, Y_0), (P, P_0)\}_p.$$

Let  $\underline{p}: X \rightarrow \underline{X} = \{X_\alpha, p_{\alpha\alpha'}, A\}$  and  $\underline{q}: Y \rightarrow \underline{Y} = \{Y_\beta, q_{\beta\beta'}, B\}$  be the proper simplicial resolutions of locally compact spaces  $X$  and  $Y$ , respectively. We say that a morphism  $\underline{f} = \{f_\beta, \varphi\}: \underline{X} \rightarrow \underline{Y}$  of  $\text{inv-}W^2$  is a proper polyhedral resolution of proper map  $f: X \rightarrow Y$  provided that  $\underline{f} \cdot \underline{p} = \underline{q} \cdot f$ .

**THEOREM 8.** Any proper map  $f: X \rightarrow Y$  of locally compact paracompact spaces admits a proper polyhedral resolution.

Any map  $f: X \rightarrow Y$  of compact spaces admits an ANR-resolution in the sense of S. Mardešić [6]. This is also a consequence of the following theorem 9 and results of [5] (see Theorem 4, Theorem 5 of CH-I, §5.2 and Theorem 5 of CH-I, §6.2).

**THEOREM 9** (see [7])<sup>2</sup>. For every map  $f: X \rightarrow Y$  of compact spaces exist the inverse systems  $\underline{X} = \{X_\alpha, p_{\alpha\alpha'}, A\}$ ,  $\underline{Y} = \{Y_\alpha, q_{\alpha\alpha'}, A\}$  and a map of systems  $\underline{f} = \{f_\alpha, I_A\}: \underline{X} \rightarrow \underline{Y}$  such that

- i)  $X = \varprojlim \underline{X}$ ,  $Y = \varprojlim \underline{Y}$ ,  $f = \varprojlim \underline{f}$ ;
- ii)  $X_\alpha$  and  $Y_\alpha$  are compact ANR-spaces for every  $\alpha \in A$ ;
- iii)  $|A| \leq \max\{wX, wY\}$ .
- iiii)  $\underline{f} \cdot \{p_\alpha, c\} = \{q_\alpha, c\} \cdot f$ , where  $\{p_\alpha, c\}: X \rightarrow \underline{X}$  and  $\{q_\alpha, c\}: Y \rightarrow \underline{Y}$  are the inverse limits of  $X$  and  $Y$ , respectively.

<sup>2</sup> An analogy of this theorem has been proved by V.V. Fedorchuk (see: В.В. Федорчук. Труды Москов. Матем. Общ., т.51, 1988).



According to [8], we say that a covariant (contravariant) functor  $F: LC^2 \rightarrow K$  is a properly continuous at  $(X, X_0) \in LC^2$  provided that it satisfies the following condition:

(PC) If  $p = \{p_\alpha, \alpha \in A\}: (X, X_0) \rightarrow (X, X_0) = \{(X_\alpha, X_{0\alpha}), p_{\alpha\alpha}, A\}$  is a proper polyhedral resolution of  $(X, X_0)$ , then  $F(p) = \{F(p_\alpha), \alpha \in A\}: F((X, X_0)) \rightarrow F((X, X_0)) = \{F((X_\alpha, X_{0\alpha})), F(p_{\alpha\alpha}), A\}$  ( $F(p): F((X, X_0)) = \{F((X_\alpha, X_{0\alpha})), F(p_{\alpha\alpha}), A\} \rightarrow F((X, X_0))$ ) is an inverse (a direct) limit.

A functor  $F$  is called properly continuous provided that  $F$  is properly continuous at every  $(X, X_0) \in LC^2$ .

**THEOREM 10.** Let  $K$  be a category objects of which are all closed pairs of locally compact paracompact spaces and let  $F: H_p(LCP^2) \rightarrow K$  be a covariant functor with the following properties:

- i) for every pair  $(X, X_0) \in LCP^2$   $F((X, X_0)) = (X, X_0)$ ;
- ii) for every pairs  $(X, X_0) \in LCP^2$  and  $(P, P_0) \in W^2$  and for every morphism  $\lambda: (X, X_0) \rightarrow (P, P_0)$  of category  $K$  there is a unique proper homotopy class  $\varphi: (X, X_0) \rightarrow (P, P_0)$  such that  $F(\varphi) = \lambda$ ;
- iii) the composition  $F \cdot H_p$ , where  $H_p: LCP^2 \rightarrow H_p(LCP^2)$  is a proper homotopy functor, is properly continuous.

Then there exists a unique isomorphism  $T: K \rightarrow Sh_p^2$  such that  $T \cdot F = S_p^2$ .

**COROLLARY 1.** The proper shape categories  $Sh_p^2$  and  $Sh_p^2$  are isomorphic on the category  $LCP^2$ .

**THEOREM 11.** Let  $F: W^2 \rightarrow K$  be a covariant (contravariant) functor satisfying the proper homotopy axiom (= if  $f$  and  $f'$  are properly homotopic, then  $F(f) = F(f')$ ). Then there exists the covariant (contravariant) properly continuous functor  $\tilde{F}: LCP^2 \rightarrow K$  ( $\tilde{F}: LCP^2 \rightarrow K$ ) which is an extension of  $F$  and satisfies the proper homotopy axiom. Moreover, if  $H: LCP^2 \rightarrow K$  is a properly continuous covariant (contravariant) functor satisfying the proper homotopy axiom, then  $\tilde{F}$  and  $H$  ( $\tilde{F}$  and  $H$ ), where  $F = H|_{W^2}$ , are equivalent.

Let  $H_n(X, X_0; G) = \lim_{\leftarrow} \{H_n(N(\alpha), N(\alpha_{X_0}); G), p_{\alpha\alpha}^*, R \text{cov}(X)\}$ , where  $H_n(N(\alpha), N(\alpha_{X_0}); G)$  is the homology group of the simplicial pair  $(N(\alpha), N(\alpha_{X_0}))$  based on

infinite chains with coefficient abelian group  $G$  [9]. The covariant functor  $H_n(-, -; G)$  satisfies the proper homotopy axiom. The following is consequence of theorem 11.

**Theorem 12.** Let  $(X, X_0)$  and  $(Y, Y_0)$  be closed pairs of locally compact paracompact spaces. If  $Sh_p^2(X, X_0) = Sh_p^2(Y, Y_0)$ , then  $H_n(X, X_0; G) = H_n(Y, Y_0; G)$ .

F.T. Farrell, L.R. Taylor and J.B. Wagoner obtained the classical Whitehead and Hurewicz theorems for  $\Delta((-), -)$ ,  $\pi_n$  homotopy and  $\Delta((-), -)$ ,  $H_n$  homology functors [10]. R.E. Coad proved proper shape versions of these theorems for pro- $\Delta((-), -)$ ,  $\pi_n$  homotopy and pro- $\Delta((-), -)$ ,  $H_n$  homology functors [11].

Using theorems 2,4,6 and 11 we obtain corresponding theorems for the category  $Sh_p^2$ .

**THEOREM 13.** Let  $f: (X, \{x\}) \rightarrow (Y, \{y\})$  be a properly 0-connected [10] map of locally compact paracompact spaces. If  $\max\{\dim X + 1, \dim Y\} \leq n$  and  $f$  induces the bimorphisms of  $\text{pro-}\Delta((X, \{x\}), \pi_k)$  to  $\text{pro-}\Delta((Y, \{y\}), \pi_k)$  for  $0 \leq k \leq n$  and the epimorphisms for  $k = n + 1$ , then  $f$  induces a proper shape equivalence.

**THEOREM 14.** Let  $(X, X_0, \{x\})$  be a closed pair of locally compact paracompact spaces. If  $\text{pro-}\Delta((X, X_0, \{x\}), \pi_k) = 0$  for every  $0 \leq k \leq n - 1$  ( $n \geq 2$ ) and  $\text{pro-}\Delta((X_0, \{x\}), \pi_1) = 0$ , then

i)  $\text{pro-}\Delta((X, X_0, \{x\}), H_k) = 0$  for every  $0 \leq k \leq n - 1$  and

ii)  $\varphi_n: \text{pro-}\Delta((X, X_0, \{x\}), \pi_n) \rightarrow \text{pro-}\Delta((X, X_0, \{x\}), H_n)$  is an isomorphism, where

$\varphi_n$  is the morphism of pro-groups induced by the Hurewicz map of  $\Delta$ -groups [10].

**THEOREM 15.** Let  $f: (X, \{x\}) \rightarrow (Y, \{y\})$  be a properly 0-connected map of properly 0-connected finite dimensional locally compact paracompact spaces. Let  $\max\{\dim X + 1, \dim Y\} \leq n$ . If  $\text{pro-}\Delta((X, \{x\}), \pi_1) = 0$  and  $f$  induces an isomorphisms of  $\text{pro-}\Delta((X, \{x\}), H_k)$  to  $\text{pro-}\Delta((Y, \{y\}), H_k)$  for  $k \leq n$  and an epimorphism for  $k = n + 1$ , then  $f$  induces a proper shape equivalence.

Let  $f: X \rightarrow Y$  be a map of category LCP and  $\text{Rcov}(f)$  be a set of all triples  $(\alpha, \beta, \nu)$  such that  $\beta \in \text{Rcov}(X)$ ,  $\alpha \in \text{Rcov}(Y)$  and  $\nu: \beta \rightarrow f^{-1}\alpha$  is a refining map. For the proper map  $|f_{\alpha\beta\nu}|: |N(\beta)| \rightarrow |N(\alpha)|$ , induced by a simplicial map  $f_{\alpha\beta\nu}: N(\beta) \rightarrow N(\alpha)$  [12], there is a proper homotopy equivalence  $r: \text{Cyl}(|f_{\alpha\beta\nu}|) \rightarrow |N(\alpha)|$  such that  $|f_{\alpha\beta\nu}| = r \circ i$ , where  $i: |N(\beta)| \rightarrow \text{Cyl}(|f_{\alpha\beta\nu}|)$  is a closed inclusion.

Let  $G$  be a compact group. We obtain the exact sequence:

$$\dots \rightarrow H_n(|N(\beta)|; G) \rightarrow H_n(|N(\alpha)|; G) \rightarrow H_n(|f_{\alpha\beta\nu}|; G) \rightarrow \dots$$

where  $H_n(|f_{\alpha\beta\nu}|; G) = H_n(\text{Cyl}(|f_{\alpha\beta\nu}|), |N(\beta)|; G)$ .

Let  $\text{pro-}H_n(f; G) = \{H_n(|f_{\alpha\beta\nu}|; G)\}_{(\alpha, \beta, \nu) \in \text{Rcov}(f)}$ .

**THEOREM 16.** If  $f: X \rightarrow Y$  is a proper map of locally compact paracompact spaces, then the sequence

$$\dots \rightarrow \text{pro-}H_n(X; G) \rightarrow \text{pro-}H_n(Y; G) \rightarrow \text{pro-}H_n(f; G) \rightarrow \dots$$

is the long exact sequence of pro-groups.

Tbilisi State University

(Received on 15.02.1993)

მათემატიკა

ვ. ბაღაძე

საკუთრივი შეიპური თეორია და რეზოლვენტები

რეზიუმე

შრომაში მიღებულია თეორემები ლოკალურად კომპაქტურ სივრცეთა და მათ საკუთრივ ასახვათა რეზოლვენტების არსებობის შესახებ. მიღებული შედეგების საფუძველზე აგებულია ლოკალურად კომპაქტურ სივრცეთა ჩაკეტილი

2. "მათემატიკა", ტ.151, №1, 1995

წყვილებისათვის საკუთრივ შვიპური თეორია და ლოკალურად სასრულო პოლიედრების ქვეკატეგორიაზე განსაზღვრული კოვარიანტული (კონტრაგარიანტული) ფუნქტორების საკუთრივ უწყვეტი გაგრძელებანი. დადგენილია, რომ თუ ლოკალურად კომპაქტურ პარაკომპაქტურ სივრცეთა ჩაკეტილ წყვილებს "გაანჩინათ" ერთი და იგივე საკუთრივ შვიპი, მაშინ მათი გ.ჭოლოშვილის ჰომოლოგიური ჯგუფები [9] იზომორფული არიან. მიღებულია ჰურევიჩისა და უაითჰედის კლასიკური თეორემები საკუთრივ შვიპურ თეორიაში და საკუთრივ ასახვის გრძელი ზუსტი საკუთრივ ჰომოლოგიური მიმდევრობის არსებობის შესახებ თეორემა.

МАТЕМАТИКА

В.Х.Баладзе

## Собственная шейповая теория и резольвенты

Резюме

В работе получены теоремы о существовании полиедральных резольвент локально компактных пространств и их собственных отображений. На основе полученных результатов построены собственная шейповая теория для замкнутых пар локально компактных пространств и собственно непрерывные продолжения ковариантных (контравариантных) функторов, определенных на подкатегории локально конечных полиедров. Установлено, что если замкнутые пары локально компактных паракомпактных пространств имеют один и тот же собственный шейп, то их гомологические группы Г.С.Чогошвили [9] изоморфны. Получены классические теоремы Гуревича и Уайтхеда в собственной шейповой теории и теорема о существовании длинной точной собственной гомологической последовательности собственного отображения.

## ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. *B.J.Ball, R.B.Sher.* Fund.Math., 86, 1974.
2. *B.J.Ball.* Studies in Topology, Academic Press, 1975.
3. *V.Baladze.* General Topology and Applications, V Tiraspol Symposium, Kishinev, 1985.
4. *V.Baladze.* Bull. Georgian Acad. Sci., 138, 3, 1990.
5. *S.Mardešić, J.Segal.* Shape Theory, North-Holland, Amsterdam, 1982.
6. *S.Mardešić.* Fund. Math., 114, 1981.
7. *V.Baladze.* Interim Reports of Prague Topological Symposium, 1, 1987.
8. *P.Bacon.* General Topology and Applications, 5, 1975.
9. *G.S.Chogoshvili.* Bull. Acad. Sci. of Georgian SSR, 19, No.5, 1957.
10. *F.T.Farrel, L.R.Taylor, J.B.Wagoner.* Comp. Math., 27, 1973.
11. *R.E.Coad.* Fund. Math., 59, 1980.
12. *D.A.Edwards, P.Tylley Mc Auley.* Fund. Math., 56, 1977.



УДК 517.925

К.А.Амер, А.В.Костин

Об асимптотических представлениях на полуоси решений линейных однородных систем с малыми параметрами при производных

(Представлено членом-корреспондентом Академии И.Т.Кигურадзе 14.01.1993)

Рассматривается линейная однородная система

$$\varepsilon^{k-1} \frac{dY_k}{dt} = \sum_{j=1}^n P_{kj}(\tau, \varepsilon) Y_j \quad (k = \overline{1, n}), \quad (1)$$

где  $\varepsilon$  - малый параметр,  $\varepsilon \in J = ]0, \varepsilon_0[$ ,

$$t \in \Delta = ]0, +\infty[, \tau = \varepsilon t; Y_k \in C^{m_k} \quad (m_k \geq 1; k = \overline{1, n}),$$

$$P_{kj}(\tau, \varepsilon) \in C(\Delta \times J, C^{m_k \times m_j}) \quad (k, j = \overline{1, n}).$$

Система (1) удовлетворяет условию А, если для некоторого натурального  $p$  имеет место представление

$$P_{kj}(\tau, \varepsilon) = \sum_{s=0}^p P_{kjs}(\tau) \varepsilon^s + O(\varepsilon^{p+1}), \quad (2_1)$$

где  $P_{kjs} \in C^\infty(\Delta, C^{m_k \times m_j})$

$$\sup_{\tau \in \Delta} \left| \frac{d^m}{d\tau^m} P_{kjs}(\tau) \right| < +\infty \quad (k, j = \overline{1, n}; s = \overline{0, p}; m \in \mathbb{N}_0). \quad (2_2)$$

Система (1) удовлетворяет условию В, если при любом натуральном  $p$  соблюдаются условия (2<sub>1</sub>) и (2<sub>2</sub>), причем алгебраические дополнения  $A_{kj}(\tau), \dots, A_{kn}(\tau)$   $k$ -й строки определителя  $\det(P_{nn0}(\tau) - \lambda_{p_{m_0}}^{\tau}(\tau)E)$ , где  $\lambda_{p_{m_0}}^{\tau}(\tau)$  - некоторое собственное значение матрицы  $P_{nn0}(\tau)$ , удовлетворяют неравенству

$$\inf_{\tau \in \Delta} \sum_{j=1}^n |A_{kj}|^2 > 0.$$

В случае выполнения условия В имеют место асимптотические разложения по параметру  $\varepsilon$

$$P_{kj} \sim P_{kj}^* = \sum_{s=0}^{\infty} P_{kjs}(\tau) \varepsilon^s \quad (k, j = \overline{1, n}, \tau \in \Delta).$$

Систему (1), в которой  $P_{kj}$  ( $k, j = \overline{1, n}$ ) заменены разложениями  $P_{kj}^*$  ( $k, j = \overline{1, n}$ ), будем называть формальной системой (1).

Лемма 1. Если система (1) удовлетворяет условию В и, кроме того,

$$\inf_{\tau \in \Delta} |\det(P_{nn}(\tau))| > 0, \quad (3)$$

то существует формальное преобразование

$$Y_k = \tilde{Y}_k + d_{kn}^*(\tau, \varepsilon) \tilde{Y}_n \quad (k = \overline{1, n-1}), Y_n = \tilde{Y}_n, \quad (4)$$

где  $d_{kn}^*$  - формальные  $m_k \times m_n$  - матрицы ( $k = \overline{1, n-1}$ ),

$$d_{kn}^* = \sum_{s=n-k}^{\infty} d_{kns}(\tau) \varepsilon^s \quad (k = \overline{1, n-1}) \quad (5_1)$$

и формально удовлетворяют системе

$$\varepsilon^{n-1} (d_{kn}^*)' = \varepsilon^{n-k} P_{kn}^* + \varepsilon^{n-k} \sum_{j=1}^{n-1} P_{kj}^* d_{jn}^* - d_{kn}^* P_{nn}^* - d_{kn}^* \sum_{j=1}^{n-1} P_{nj}^* d_{jn}^* \quad (k = \overline{1, n-1}), \quad (5_2)$$

причем  $d_{kns}(\tau)$  ( $k = \overline{1, n-1}; s \geq n-k$ ) удовлетворяют условию типа (2<sub>2</sub>), которое приводит формальную систему (1) к виду (6<sub>1</sub>)-(6<sub>2</sub>)

$$\varepsilon^{k-1} \tilde{Y}_k' = \sum_{j=1}^{n-1} \tilde{P}_{kj}(\tau, \varepsilon) \tilde{Y}_j \quad (k = \overline{1, n-1}), \quad (6_1)$$

$$\varepsilon^{k-1} \tilde{Y}_k' = \sum_{j=1}^{n-1} \tilde{P}_{kj}(\tau, \varepsilon) \tilde{Y}_j + \tilde{P}_{nn}(\tau, \varepsilon) \tilde{Y}_n, \quad (6_2)$$

где

$$\tilde{P}_{kj} = P_{kj}^* - d_{kn}^* P_{nn}^* = \sum_{s=a}^{\infty} \tilde{P}_{kjs}(\tau) \varepsilon^s \quad (k, j = \overline{1, n-1}),$$

$$\tilde{P}_{n-1n-10}(\tau) = P_{n-1n-10}(\tau) - P_{n-1n0}(\tau) P_{nn}^{-1}(\tau) P_{nn-10}(\tau), \quad (7)$$

$$\tilde{P}_{nn} = P_{nn}^* + \sum_{j=1}^{n-1} P_{nj}^* d_{nj}^* = \sum_{s=0}^{\infty} \tilde{P}_{nns}(\tau) \varepsilon^s,$$

причем  $\tilde{P}_{nn}(\tau) = P_{nn}(\tau)$ .

**Теорема 1.** Если выполняются условия леммы 1 и функция  $\lambda_{p_{mo}}^r(\tau), r \in \{1, m_n\}$  такова, что

$$\inf_{\tau \in \Delta} |\lambda_{p_{mo}}^r(\tau) - \lambda_{p_{mo}}^j(\tau)| > 0 \quad (j = \overline{1, m_n}; j \neq r), \quad (8)$$

то формальная система (1) допускает формальное частное решение вида

$$Y_k = d_{kn}^*(\tau, \varepsilon) Y_n \quad (k = \overline{1, n-1}),$$

$$Y_n = D^*(\tau, \varepsilon) \exp \left( \int_T^t \frac{\Lambda^*(\tau, \varepsilon)}{\varepsilon^{n-1}} dt \right), \quad (9)$$

где  $d_{kn}^*$  ( $k = \overline{1, n-1}$ ), определяются формулами (5<sub>1</sub>),

$$D^*(\tau, \varepsilon) = B_r(\tau) + \sum_{s=1}^{\infty} B_{rs}(\tau) \varepsilon^s,$$

$$\Lambda^*(\tau, \varepsilon) = \Lambda_{P_{mn^0}}^r(\tau) + \sum_{s=1}^{\infty} \mu_{rs}(\tau) \varepsilon^s$$

-формальные ряды по степеням  $\varepsilon$ ,  $B_r(\tau) = (A_{kl}, \dots, A_{kn})^T$ ;  $B_{rs}(\tau)$ ,  $\mu_{rs}(\tau)$  ( $s \in \mathbb{N}$ ) удовлетворяют условиям типа (2<sub>2</sub>).

**Лемма 2.** Если для системы (1) выполняется условие  $\Lambda$  и собственные значения  $\lambda_{p_{mn^0}}^j(\tau)$  ( $j = 1, m_n$ ), матрицы  $P_{mn^0}(\tau)$  таковы, что

$$\inf_{\tau \in \Delta} |\operatorname{Re} \lambda_{p_{mn^0}}^j(\tau)| > 0 \quad (j = 1, m_n),$$

то существует неформальное преобразование типа (4), где

$$d_{kn}^* = d_{kn} \quad (k = 1, n-1),$$

$$d_{kn} = \sum_{s=n-k}^p d_{kns}(\tau) \varepsilon^s + O(\varepsilon^{p+1}) \quad (k = 1, n-1),$$

причем  $d_{kns}(\tau)$  здесь те же, что в формулах (5<sub>1</sub>), которое приводит систему (1) к неформальной системе типа (6<sub>1</sub>)-(6<sub>2</sub>), где

$$\tilde{P}_{kj} = P_{kj} - d_{kn} P_{nk} \quad (k, j = 1, n-1), \quad \tilde{P}_{nn} = P_{nn} + \sum_{j=1}^{n-1} P_{nj} d_{jn}.$$

**Теорема 2.** Если выполняются условия леммы 2 и, кроме того, вместо условия (8) выполняется условие

$$\inf_{\tau \in \Delta} |\operatorname{Re}(\lambda_{p_{mn^0}}^r(\tau) - \lambda_{p_{mn^0}}^j(\tau))| > 0 \quad (j = 1, m_n; \quad j \neq r),$$

то система (1) допускает неформальное решение типа (9), где

$$d_{kn}^* = d_{kn} \quad (k = 1, n-1),$$

$$D^* = B_r(\tau) + \sum_{s=1}^p B_{rs}(\tau) \varepsilon^s + O(\varepsilon^{p+1}),$$

$$\Lambda^* = \lambda_{p_{mn^0}}^r(\tau) + \sum_{s=1}^p \mu_{rs}(\tau) \varepsilon^s + O(\varepsilon^{p+1}).$$

**Замечание.** Утверждения теорем 1,2 остаются в силе, если в системе (1) отсутствуют уравнения, соответствующие значениям  $k = 1, n-1$ .

Если  $\tilde{P}_{n-1, n-1, 0}(\tau)$  удовлетворяет условию типа (3), то к системе (6<sub>1</sub>) можно применить формальное преобразование типа (4)

$$\tilde{Y}_k = Z_k + d_{kn-1}^*(\tau, \varepsilon) Z_{n-1} \quad (k = (1, n-2)), \quad \tilde{Y}_{n-1} = Z_{n-1},$$

где  $d_{kn-1}^*(\tau, \varepsilon) Z_{n-1}$  ( $k = 1, n-2$ ) определяются из системы типа (5<sub>2</sub>) (п заменяем на  $n-1$ ). В итоге вместо системы (6<sub>1</sub>)-(6<sub>2</sub>) получим систему аналогичного вида с коэффициентами  $\Pi_{kj}(\tau, \varepsilon)$ , которые можно определить, используя формулы (7). Очевидно, что  $\Pi_{kj}(\tau, \varepsilon) \equiv 0$  ( $j = n-1, k = 1, n-2; j = n, k = 1, n-1$ ). Можно показать, что выполняются свойства

$$\Pi_{n-1, n-1, 0}(\tau) \equiv \tilde{P}_{n-1, n-1, 0}(\tau), \Pi_{nn-1, 0}(\tau) \equiv P_{nn-1, 0}(\tau), \Pi_{nn^0, 0}(\tau) \equiv P_{nn^0, 0}(\tau).$$

Полагая в новой системе  $Z_1 = \dots = Z_{n-1} = 0$ , получим относительно  $Z_{n-1}, \tilde{Y}_n$  систему

$$\varepsilon^{n-2} \frac{dZ_{n-1}}{dt} = \Pi_{n-1n-1}(\tau, \varepsilon) Z_{n-1}, \quad (10_1)$$

$$\varepsilon^{n-1} \frac{d\tilde{Y}_n}{dt} = \Pi_{nn-1}(\tau, \varepsilon) Z_{n-1} + \tilde{P}_{nn}(\tau, \varepsilon) \tilde{Y}_n. \quad (10)$$

Справедливы следующие теоремы:

**Теорема 3.** Если для формальной системы (1) выполняются условия леммы 1,

$$\inf_{\tau \in \Delta} |\det \tilde{P}_{n-1n-10}(\tau)| > 0$$

и, кроме того, существует собственное значение  $\lambda_{\tilde{P}_{n-1n-10}}^j$  матрицы  $\tilde{P}_{n-1n-10}(\tau)$  такое, что

$$\inf_{\tau \in \Delta} |(\lambda_{\tilde{P}_{n-1n-10}}^j(\tau) - \lambda_{\tilde{P}_{n-1n-10}}^r(\tau))| > 0 \quad (j = 1, m_{n-1}; j \neq r),$$

то формальная система (1) допускает формальное частное решение вида

$$Y_{n-1} = (D^*(\tau, \varepsilon) + d_{kn}^*(\tau, \varepsilon) G^*(\tau, \varepsilon)) T \exp \left( \int_{\tau} \frac{\Lambda^*(\tau, \varepsilon)}{\varepsilon^{n-2}} d\tau \right), \quad (11)$$

$$Y_n = G^*(\tau, \varepsilon) \exp \left( \int_{\tau} \frac{\Lambda^*(\tau, \varepsilon)}{\varepsilon^{n-2}} d\tau \right),$$

где

$$D^* = \sum_{s=0}^{\infty} D_s(\tau) \varepsilon^s, \quad \Lambda^* = \sum_{s=0}^{\infty} \Lambda_s(\tau) \varepsilon^s, \quad G^* = \sum_{s=0}^{\infty} G_s(\tau) \varepsilon^s,$$

$D^*$  и  $\Lambda^*$  находятся в результате применения теоремы 1 к системе (10<sub>1</sub>),

а ряд  $G^* = \sum_{s=0}^{\infty} G_s(\tau) \varepsilon^s$  формально удовлетворяет матричному уравнению

$$\varepsilon^{n-1} \frac{dG^*}{dt} = \Pi_{nn-1} D^* + (\Pi_{nn-1} d_{kn}^* + \tilde{P}_{nn} - \varepsilon \Lambda^* E) G^*.$$

**Теорема 4.** Если для неформальной системы (1) выполняются условия леммы 2,

$$\inf_{\tau \in \Delta} |\operatorname{Re} \lambda_{\tilde{P}_{n-1n-10}}^j(\tau)| > 0 \quad (j = 1, m_{n-1})$$

и, кроме того, собственное значение  $\lambda_{\tilde{P}_{n-1n-10}}^j(\tau)$  матрицы  $\tilde{P}_{n-1n-10}(\tau)$  такое, что

$$\inf_{\tau \in \Delta} |\operatorname{Re} \lambda_{\tilde{P}_{n-1n-10}}^j(\tau) - \lambda_{\tilde{P}_{n-1n-10}}^r(\tau)| > 0 \quad (j = 1, m_{n-1}, j \neq r),$$

то система (1) допускает неформальное частное решение вида (11), где



$$D^* = \sum_{s=0}^p D_s(\tau)\varepsilon^s + O(\varepsilon^{p+1}),$$

$$\Lambda^* = \sum_{s=0}^p \Lambda_s(\tau)\varepsilon^s + O(\varepsilon^{p+1}),$$

$$G^* = \sum_{s=0}^p G_s(\tau)\varepsilon^s + O(\varepsilon^{p+1}).$$

Система (6<sub>1</sub>) (формальная или неформальная) является системой типа (1) и при определенных условиях к ней можно снова применять теоремы

1-4 и, продолжая этот процесс, можно получить  $v \leq \sum_{k=1}^n m_k$  частных

(соответственно формальных или неформальных) решений системы (1). Отметим, что в случае  $n=1, t \in [T, T_1], T_1 < +\infty$  система (1) исследована в работах [3-4] при условии, что собственные значения матрицы  $P_{110}(\tau, \varepsilon)$  являются либо простыми, либо тождественно кратными.

Работа выполнена по теме N 8 Минвуза Украины.

Одесский государственный университет

(Поступило 29.10.1993)

მათემატიკა

კ.ამერი, ა.კოსტინი

წარმოებულთან მდგომი მცირეპარამეტრიანი წრფივი ერთგვაროვანი სისტემების ამონახსნების ასიმპტოტური წარმოდგენის შესახებ ნახევარღერძზე

რეზიუმე

დიფერენციალურ განტოლებათა (1) სისტემისათვის, სადაც  $\tau = \varepsilon t$ , ხოლო  $\mathcal{P}_{kj}: [T, +\infty[ \rightarrow \mathbb{C}^{m_k \times m_j}$  ( $k, j = 1, n$ ) უწყვეტი მატრიცებია, განხილულია საკითხი ამონახსნების ასიმპტოტური წარმოდგენების შესახებ, როცა  $\varepsilon \rightarrow 0$ .



К.Амер, А.Костин

On Asymptotic Representations on the Semiaxis of Solutions of  
Homogeneous Linear Systems with Small Parameters in  
Derivatives

Summary

The question on asymptotic representation for  $\varepsilon \rightarrow 0$  of solutions of the differential system (1) is considered, where  $\tau = \varepsilon t$  and  $\mathcal{P}_{kj}: [T, +\infty[ \rightarrow \mathbb{C}^{m_k \times m_j}$  ( $k, j = 1, n$ ) are continuous matrixes.

## ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. *А.В.Костин*. Док. АН УРСР, 10, 1962, 1293-1296.
2. *А.В.Костин*. Дифференц. уравнения, 23, 8, 1987, 1461-1464.
3. *М.И.Шкиль*. Асимптотичні методи в дифференціальних рівняннях. Київ, 1971.
4. *С.Ф.Фещенко, Н.И.Шкиль, А.Д.Николенко*. Асимптотические методы в теории линейных дифференциальных уравнений. Киев, 1966.
5. *И.Т.Кигурадзе*. Тр. Тбил. университета, 102, 1964, 149-167.

Z. Mushkudiani

## The $K_1$ and $K_2$ Groups of Monoid Algebras Over Regular Rings

(presented by corr. member of the Academy Kh. Inasaridze 06.01.1993)

Monoid rings in algebraic  $K$ -theory were revived in J. Gubeladze's articles (see [1-2]), in which all the necessary (for our goals) information about monoids and monoid rings is gathered. The geometric interpretation given there allows us to consider monoids' elements as vectors in the Euclidean space  $\oplus R$  (for some  $d \in \mathbb{N}$ ).

It is precisely  $c$ -divisible monoids without nontrivial invertible elements for which it is shown in [2] that the Bass groups of monoid algebras over regular rings coincide with the corresponding scalar rings' Bass groups. The class of monoids for which the analogous statement for the Grothendieck  $K_0$ -groups was proved in [1] is just the class of arbitrary monoids. All the monoids considered in [1] and [2] were assumed to be commutative, cancellative and torsionfree. Without any reminder below we also mean, that every monoid we deal with satisfies these three conditions.

Gubeladze's approach to the matter in this question is based on a sort of a mixture of algebraic and geometric arguments. Later, his proofs were algebraised by R. Swan (with respect to the Grothendieck groups) [5] and G. Schabhusser (for the case of the Bass groups) [4].

After Gubeladze's results it is natural to ask: are the natural homomorphisms  $K_i(R) \rightarrow K_i(R[M])$  ( $i > 1$ ) isomorphisms for any regular  $R$  and  $c$ -divisible  $M$  without nontrivial invertibles?

It is most likely, that the considering problem is closely connected with the classical problem (when  $M$  is free and thus  $R[M]$  is a polynomial ring). Thus, whence the desired isomorphism is shown (in [3] for free monoids we can apply the approximation theorem for  $c$ -divisible monoids (see [2]) and get the requisite result for all  $\Phi$ -simplicial monoids. Then we can try to show by using of purely geometric arguments that any complication of unchanged geometry (from a simplex to any convex polytope) leaves  $K_i(R[M])$  unchanged.

This suggestion is confirmed by the author for the Bass  $K_1$ -groups by reproving Gubeladze's theorem in this way. This proof is based on the following possibilities. We can easily show that (if  $R$  is any local ring and  $M$  satisfies the theorem's conditions) any element  $\alpha$  from  $SL_r(R[M])$  ( $r > 2$ ) belongs to  $Er(R[M_1])$  for some  $c$ -divisible  $M_1$  containing  $M$  as a  $\Phi$ -submonoid. Of course  $\Phi(M_1) \supseteq \Phi(M)$ . Afterwards we can prove that  $\alpha \in Er(R[M_2])$  for  $M$ 's some such a  $\Phi$ -submonoid  $M_2$  that  $\Phi(M_2)$  is received from  $\Phi(M_1)$  by "cutting off" some polytope. Continuing this procedure of "cutting off polytopes" after some finite step we see that  $\alpha \in Er(R[M])$ . How to generalise this theorem from local to any regular rings is well-known ([2]).

Besides this result the new following result for the Milnor  $K_2$ -groups was received by using of this geometric approach.

*Theorem 1.* For an arbitrary (commutative) regular ring  $R$  and  $c$ -divisible ( $c > 1$ ) monoid  $M$  without nontrivial invertible elements the natural homomorphism  $K_2(R) \rightarrow K_2(R[M])$  is an isomorphism.

(For  $\Phi$ -simplicial monoids this theorem is proved in [2]).

It turns out, that this assertion is equivalent (in the demanded conditions) to the "almost separation" property for the elements from the corresponding Steinberg group  $St(R[M])$ . But before we will state the theorem about this equivalence more precisely let's agree on some notations.

For any ring  $R$  and an element  $X$  from  $St(R)$  the symbol  $X$  denotes  $X$ 's some fixed presentation by  $St(R)$ 's generators (i.e. by the elements of the type  $a_{ij}(r)$  with  $r \in R$  and  $i, j \in N$   $i \neq j$ ). We will briefly say: "for any  $X \in St(R)$ " instead of the longer expression "for any  $X \in St(R)$  and it's any fixed presentation  $X$ ".

Furthermore, for any  $X \in St(R[M])$  the designation  $\Phi(X)$  denotes the convex hull of the set:  $\{\Phi|\alpha \text{ is such a nonzero degree monomial that for some pair of distinct natural numders } p \text{ and } q \text{ the element } a_{pq}(\alpha) \text{ is a factor of } X\text{'s fixed presentation } X\}$  (Here admiting familiarity we talk about  $\Phi$ -image of a monomial, meaning of course the  $\Phi$ -image of the corresponding vector).

Let  $M$  be a monoid. In the theorem below, considering  $\Phi(M)$ 's any decomposition  $\Phi(M) = \delta \cup \gamma$  we will mean, that  $\delta$  and  $\gamma$  are polytopes with exactly one common hyperface. Furthermore, for any positive number  $\mu$  the neighbourhood of  $\mu$  in  $\Phi(M)$  will be denoted by  $\gamma_\mu$ .

*Theorem 2.* Let  $R$  be a ring and  $M$  a finite rank seminormal monoid without nontrivial invertible elements such that  $SL(R[N]) = F(R[N])$  for all  $\Phi$ -submonoids  $N$  of  $M$  and  $K_2(R[N]) \cong K_2(R)$  if in addition  $\Phi(N)$  is a simplex. Then the following assertions are equivalent:

a). For any  $X \in St(R[M])$ , real  $\mu > 0$  and  $\Phi(M)$ 's any decomposition (of the aforementioned type)  $\Phi(M) = \delta \cup \gamma$ , there are such elements  $X_1 \in St(R[M(\delta \cap \Phi(X))])$  and  $X_2 \in St(R[M(\gamma_\mu \cap \Phi(X))])$ , that  $X = X_1 = X_2$ .

b).  $K_2(R[M]) \cong K_2(R)$ .

The severeness of the conditions on  $M$  (in Theorem 2) is apparitional. Any  $c$ -divisible monoid is seminormal and it's easy to prove Theorem 1 for all  $c$ -divisible monoids if it is proved for finite rank  $c$ -divisible monoids.

Suppose we have also proved a) of *Theorem 2*. Then we can use the same techniques of "cutting off polytopes" to show, that any element from  $K_2(R[M])$  belongs to  $K_2(R[S])$  for such a  $\Phi$ -submonoid  $S$  of  $M$  that  $\Phi(S)$  is a simplex and therefore (since Theorem 1 is proved for the simplicial case) belongs to  $K_2(R)$ .

A.Razmadze Mathematical Institute  
of the Georgian Academy of Sciences

(Received 5.03.1993)

ზ. მუშკუდიანი

რეგულარულ რგოლებზე მონოიდური ალგებრების  $K_1$  და  $K_2$   
 ჯგუფები  
 რ ე ზ ი უ მ ე

ნაშრომში ანონსირებულია ალგებრულ  $K$ -თეორიაში ავტორის მიერ მიღებული შედეგი: რეგულარულ რგოლებზე არატრივიალური შებრუნებადი ელემენტების არმქონე გაყოფადი მონოიდების მონოიდური ალგებრების და შესაბამისი სკალართა რგოლების  $K_2$  (მილნორის) ჯგუფების იზომორფულობა. მიმოხილულია ზოგიერთი ცნობილი შედეგი მონოიდური რგოლების  $K$ -თეორიაში და მითითებულია ერთი ცნობილი თეორემის ახალი ავტორისეული დამტკიცების გზა.

МАТЕМАТИКА

З. Мушкудиани

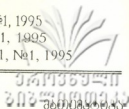
Группы  $K_1$  и  $K_2$  моноидных алгебр над регулярными  
 кольцами

Р е з ю м е

В статье анонсирован результат, полученный автором в алгебраической  $K$ -теории: изоморфность групп Милнора моноидных алгебр над регулярными кольцами и (групп Милнора) соответствующих колец скаляров для делимых моноидов, не содержащих нетривиальных элементов. Дается обзор некоторых результатов в  $K$ -теории моноидных алгебр, и указан путь нового доказательства одной известной теоремы.

## ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. *J. Gubeladze*. Math. USSR Sbornik 63, 1988, 165-188.
2. *J. Gubeladze*. Proc.sem. (Tbilisi, 1987-88), Lecture Notes Math., Springer-Verlag, Berlin, 36034.
3. *D. Quillen*. Proc. conf. (Batelle, 1972), Lecture Notes Math. 341, Springer-Verlag, Berlin, pp. 85-147.
4. *G. Schabhuser*. Kurzungseigenschaften projektiver Moduln über Monoidringen, Schriftenreihe des Mathematischen Institutes der Universität Münster, 3 Serie, Heft 4, 1991.
5. *R.G. Swan*. Gubeladze's proof of Anderson's conjecture. Azumaya algebras and modules (Bloomington, IN, 1990), Contemp. Math. 124, pp. 215-250.



გ. სამსონაძე

### ჩგუფთა წარმოდგენათა ZD-კლასის შესახებ

(წარმოდგენა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ხ.ინასარიძემ 17.5.1993)

ვთქვათ,  $K$  ასოციაციურ-კომუტაციური რგოლია,  $A$ -მოდული  $K$  რგოლზე,  $G$ -მულტიპლიკაციური ჩგუფი.  $(A, G)$  წარმოდგენის  $(A_1, G_1)$  და  $(A_2, G_2)$  ქვეწარმოდგენათა ურთიერთკომუტანტი  $[(A_1, G_1), (A_2, G_2)]$  განისაზღვრება როგორც ისეთი  $(A', G')$  ქვეწარმოდგენა, რომელშიც  $A'$  არის  $A$  მოდულის ქვემოდული, წარმოქმნილი  $a_1 \circ g_2 - a_1$  და  $a_2 \circ g_1 - a_2$  ( $a_i \in A_i, g_i \in G_i$ ) სახის ელემენტებით, ხოლო  $G'$  არის  $G_1$  და  $G_2$  ქვეჩგუფების ურთიერთკომუტანტი [1]. ამის შესაბამისად განისაზღვრება  $(A, G)$  წარმოდგენის ქვედა ცენტრალური ჩაქვი.

$$(A, G) = (A_0, G_0) \supset (A_1, G_1) \supset \dots \supset (A_\alpha, G_\alpha) \supset \dots, \quad (1)$$

სადაც ყოველი რიგითი  $\alpha$  რიცხვისათვის  $\{(A_\alpha, G_\alpha), (A, G)\} = (A_{\alpha+1}, G_{\alpha+1})$ .  $(A, G)$  წარმოდგენას ეწოდება ZD-წარმოდგენა, თუ არსებობს ისეთი რიგითი  $\alpha$  რიცხვი, რომ  $(A_\alpha, G_\alpha) = (O, E)$ . აღნიშნოთ, რომ ასეთ შემთხვევაში  $G$  ჩგუფი არის ZD-ჩგუფი.

$(A, G)$  წარმოდგენის  $(B, H)$  ქვეწარმოდგენას ეწოდოთ თვლადი ქვეწარმოდგენა, თუ  $B$  და  $H$  თვლადი სიმრავლეებია. ჩგუფთა წარმოდგენათა აბსტრაქტულ  $N$  კლასს ეწოდება თვლად-შეცნობადი კლასი, თუ იმ პირობიდან, რომ  $(A, G)$  წარმოდგენის ყველა თვლადი ქვეწარმოდგენა არის  $N$ -წარმოდგენა, გამომდინარეობს, რომ თვით  $(A, G)$  წარმოდგენაც არის  $N$ -წარმოდგენა. ჩვენს ძირითად შედეგს წარმოადგენს თეორემა. ZD წარმოდგენათა კლასი არის თვლად-შეცნობადი კლასი.

ამ თეორემის დამტკიცება დავყოთ ეტაპებად, რომლებიც ჩამოვყალიბოთ ლემების სახით.  $A$  მოდულის ნებისმიერი  $B$  ქვემოდულისათვის შემოვიღოთ აღნიშვნა

$$(B', E) = [(B, E), (A, G)]. \quad (2)$$

ლემა 1. თუ  $(A, G)$  არის ZD-წარმოდგენა, მაშინ  $A$  მოდულის ნებისმიერი  $B \neq 0$  ქვემოდულისათვის  $B \subset B'$ .

ლემა 2. თუ  $(A, G)$  წარმოდგენის ყველა თვლადი ქვეწარმოდგენა არის ZD-წარმოდგენა, მაშინ ნებისმიერი თვლადი  $B \neq 0$  ქვემოდულისათვის  $B \subset B'$ .

ლემა 3. ვთქვათ,  $B$  არის  $A$  მოდულის არანულოვანი ქვემოდული. თუ  $B$  მოდულის ნებისმიერი თვლადი  $C \neq 0$  ქვემოდულისათვის  $C \subset C'$ , მაშინ  $B \subset B'$ .

ლემა 4. თუ  $(A, G)$  წარმოდგენის ყველა თვლადი ქვეწარმოდგენა არის ZD-წარმოდგენა, მაშინ  $A$  მოდულის ნებისმიერი  $B \neq 0$  ქვემოდულისათვის  $B \subset B'$ .

ლემა 1-ის დამტკიცება. ვთქვათ, (1) არის  $(A, G)$  წარმოდგენის ქვედა ცენტრალური ჩაქვი. რადგანაც  $(A, G) \in ZD$  და  $B \neq 0$ , ამიტომ არსებობს ისეთი რიგითი  $\alpha$  რიცხვი, რომ  $(B, E) \subset (A_\alpha, G_\alpha)$ , მაგრამ  $(B, E) \not\subset (A_{\alpha+1}, G_{\alpha+1})$ . აქედან  $[(B, E), (A, G)] \subset [(A_\alpha, G_\alpha), (A, G)] = (A_{\alpha+1}, G_{\alpha+1})$ , ამიტომ  $(B, E) \subset [(B, E), (A, G)]$ , რადგანაც წინააღმდეგ შემთხვევაში შესრულდება პირობა  $(B, E) \subset (A_{\alpha+1}, G_{\alpha+1})$ .

**ლემა 2-ის დამტკიცება.** დავუშვათ საწინააღმდეგო, ე.ი. დავუშვათ, რომ არსებობს  $A$  მოდულის ისეთი თვლადი  $B \neq 0$  ქვემოდული, რომ  $B \subset B'$  (2) ტოლობის გათვალისწინებით აქედან გამომდინარეობს, რომ  $B$  მოდულის წარმოქმნილები ჩაიწერება  $b^o h - b$  სახით, სადაც  $b \in B, h \in G, G$  ჯგუფის ყველა ასეთი  $h$  ელემენტით წარმოქმნილი თვლადი ქვეჯგუფი აღვნიშნოთ  $H$ -ით, ხოლო  $A$  მოდულის  $b^o h$  ( $b \in B, h \in H$ ) სახის ელემენტებით წარმოქმნილი თვლადი ქვემოდული  $F$ -ით. რადგანაც  $(F, H)$  თვლადი ქვეწარმოდგენაა, ამიტომ ის არის ZD-წარმოდგენა. ამავე დროს, რადგანაც  $B$  მოდული წარმოქმნილია  $b^o h - b$  ( $b \in B, h \in H$ ) სახის ელემენტებით,  $(B, E) \subset [(B, E), (F, H)]$ , რაც ეწინააღმდეგება ლემა 1-ს.

**ლემა 3-ის დამტკიცება.** დავუშვათ საწინააღმდეგო, ე.ი. დავუშვათ, რომ  $B \subset B'$ . ვთქვათ,  $C_1$  არის  $B$  მოდულის არანულოვანი თვლადი ქვემოდული და  $D_1 = C_1 \setminus C'_1$  (ლემის პირობის თანახმად  $C_1 \not\subset C'_1$ , ამიტომ  $D_1 \neq \emptyset$ ). რადგანაც  $D_1 \subset B$ , ხოლო  $B \subset B'$ , ამიტომ  $D_1$  სიმრავლე წარმოიქმნება  $x \circ g - x$  ( $x \in B, g \in G$ ) სახის ელემენტებით. ყველა ასეთი  $x \in B$  ელემენტით და  $C_1$  სიმრავლით წარმოქმნილი  $B$  მოდულის თვლადი ქვემოდული აღვნიშნოთ  $C_2$ -ით (შევნიშნოთ, რომ რადგანაც  $D_1$  წარმოქმნილია  $x \circ g - x$  სახის ელემენტებით, სადაც  $x \in C_2$ , ამიტომ  $D_1 \subset C'_2$ ). თუ ამ პროცესს გავაგრძელებთ, მივიღებთ თვლად არაცარიელ სიმრავლეთა  $(C_n), (C'_n)$  და  $(D_n)$  მიმდევრობებს, სადაც  $C_n \subset C_{n+1}, D_n = C_n \setminus C'_n$  და  $D_n \subset C'_{n+1}$  ( $n=1, 2, \dots$ ). შემოვიღოთ აღნიშვნა  $C = \bigcup_{n \in \mathbb{N}} C_n$ . ცხადია,

რომ  $C$  არაცარიელი თვლადი მოდულია და  $C \subset B$ . აღვნიშნოთ აგრეთვე, რომ ენებისმიერი ნატურალური  $n$  რიცხვისათვის  $C'_n \subset C'$  (მართლაც,  $(C'_n, E) = [(C_n, E), (A, G)] \subset [(C, E), (A, G)] = (C', E)$ ).

დავამტკიცოთ, რომ  $C \subset C'$ . ვთქვათ,  $c \in C$ . მაშინ  $c \in C_n$  რომელიმე  $n$ -თვის. თუ ამავე დროს  $c \in C'_n$ , მაშინ  $c \in C'$ . თუ  $c \notin C'_n$ , მაშინ  $c \in C_n \setminus C'_n = D_n \subset C'_{n+1}$ , ე.ი. ამ შემთხვევაშიც  $c \in C'$ . ამრიგად, დამტკიცებულია, რომ  $C \subset C'$ , ეს კი ეწინააღმდეგება ლემის პირობას.

ლემა 4 უშუალოდ გამომდინარეობს წინა ორი ლემიდან.

**თეორემის დამტკიცება.** ვთქვათ,  $(A, G)$  წარმოდგენის ყველა თვლადი ქვეწარმოდგენა არის ZD-წარმოდგენა. განვიხილოთ  $(A, G)$  წარმოდგენის ქვედა ცენტრალური ჯაჭვი (1). რადგანაც ZD-ჯგუფთა კლასი თვლადად-შეცნობადია, ამიტომ  $G$  ჯგუფი არის ZD-ჯგუფი. აქედან გამომდინარეობს, რომ არსებობს ისეთი რიგითი  $\alpha$  რიცხვი, რომ  $G_\alpha = E$ . თუ  $A_\alpha = 0$ , მაშინ  $(A_\alpha, G_\alpha) = (0, E)$  და ასეთ შემთხვევაში  $(A, G)$  წარმოდგენა არის ZD-წარმოდგენა.

განვიხილოთ შემთხვევა, როცა  $A_\alpha \neq 0$ . დავუშვათ, რომ  $(A, G)$  წარმოდგენა არ არის ZD-წარმოდგენა. მაშინ მოიძებნება ისეთი რიგითი  $\beta$  რიცხვი (შეგვიძლია ვივარაუდოთ, რომ  $\beta \geq \alpha$ ), რომ  $A_\beta \neq 0$  და  $(A_\beta, E) = (A_{\beta+1}, E)$ , რაც შეუძლებელია, რადგანაც ლემა 4-ის თანახმად  $(A_\beta, E) \not\subset [(A_\beta, E), (A, G)] = (A_{\beta+1}, E)$ . ამრიგად, ჩვენი დაშვება არასწორია და  $(A, G)$  წარმოდგენა არის ZD-წარმოდგენა. თეორემა დამტკიცებულია.

Г.Т.Самсонадзе

## О ZD-классе представлений групп

Резюме

Доказано, что класс ZD-представлений групп счетно-распознаваем. Это означает, что если все счетные подпредставления некоторого представления являются ZD-представлениями, то и само представление является ZD-представлением.

MATHEMATICS

G. Samsonadze.

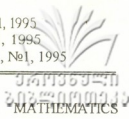
## On Zd-Class Of Groups Representations

Summary

It is proved that the class of groups ZD-representations is countable recognizable. It means, that if all countable subrepresentations of any representation are ZD-representations, then the initial representation is a ZD-representation itself.

## ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. Г.Т.Самсонадзе. Труды Тбилисского мат. инст. (сб. работ по алгебре IV), **77**, 1985.



V. Rukhadze

## Realcompact Like Mappings

(Presented by academician G.Chogoshvili 22.11.1995)

In this paper all spaces we consider are Tychonoff and all mappings are continuous. Realcompact mappings were defined by B.A.Pasynkov in [9].

We introduce the notions of locally realcompact and almost locally realcompact mappings. Necessary and sufficient conditions are given in order that diagonal product, product of mappings and the mapping  $f_c: C(X) \rightarrow C(Y)$  (defined by letting  $f_c(\Phi) = f(\Phi)$  for every  $\Phi \in C(X)$ , where  $C(X)$  is the space of compact subsets of  $X$  in the Vietoris topology) to be realcompact (locally realcompact, almost locally realcompact).

**Definition 1** [2]. A non-empty subset  $A$  of a topological space  $X$  is called realclosed if all points  $x \in X$  for which every  $G_\delta$ -set  $G$  containing  $x$  has a non-empty intersection with  $A$ , belong  $A$ .

**Theorem 1** [2]. A space  $X$  is realcompact if and only if it is realclosed in its Stone-Čech compactification  $\beta X$ .

Let  $\beta f: \beta X \rightarrow \beta Y$  be an extension of a mapping  $f: X \rightarrow Y$ . The restriction  $\tilde{f}_\beta = (\beta f)|_{(\beta f)^{-1}Y} : \tilde{X}_\beta \rightarrow Y$  is the maximal compactification of  $f: X \rightarrow Y$  (i.e. for every compactification  $\tilde{f}: \tilde{X} \rightarrow Y$  of  $f: X \rightarrow Y$  there exists a mapping  $h: \tilde{X}_\beta \rightarrow \tilde{X}$  such that  $\tilde{f}_\beta = \tilde{f} \circ h$ ) (see for example [7] and [11]).

**Definition 2.** [9] A mapping  $f: X \rightarrow Y$  is called realcompact if for every point  $x \in \tilde{X}_\beta \setminus X$  there exists a locally finite countable open cover  $\{U_i\}_{i \in \mathbb{N}}$  of  $X$  such that  $x \in [U_i]_{\tilde{X}_\beta}$  for every  $i \in \mathbb{N}$ .

**Theorem 2.** For a mapping  $f: X \rightarrow Y$  the following conditions are equivalent: 1)  $f$  is realcompact; 2)  $X$  is realclosed in  $\tilde{X}_\beta$ .

**Proposition 1.** If a mapping  $f: X \rightarrow Y$  is realcompact,  $X' \subset X$  and for every point  $x \in X \setminus X'$  there exists a countable family  $\{W_i\}_{i \in \mathbb{N}}$  of open subsets of a space  $X$  such that  $x \in \bigcap_{i \in \mathbb{N}} W_i \subset X \setminus X'$ , then the restriction  $f_{X'}: X' \rightarrow Y$  is also realcompact.

**Corollary 1.** Realcompact mappings are hereditary with respect to  $F_\sigma$ -sets.

**Definition 3.** A pair  $(g; g_1)$  of mappings  $g: X \rightarrow X_1$  and  $g_1: Y \rightarrow Y_1$  is called a mapping of a mapping  $f: X \rightarrow Y$  onto a mapping  $f_1: X_1 \rightarrow Y_1$  if the mapping  $g_1: Y \rightarrow Y_1$  is homeomorphism and the diagram

$$\begin{array}{ccc}
 X & \xrightarrow{f} & Y \\
 g \downarrow & & \downarrow g_1 \\
 X_1 & \xrightarrow{f_1} & Y_1
 \end{array}$$





is commutative.

**Theorem 3.** For every mapping  $f: X \rightarrow Y$  there exists a realcompact mapping  $f_v: X_v \rightarrow Y$  which satisfies the following conditions: 1)  $X_v$  contains  $X$  as a dense subset; 2) for every point  $x \in X$   $f_v(x) = f(x)$ ; 3) if there exists a mapping  $(g: g_i)$  of the mapping  $f: X \rightarrow Y$  onto a realcompact mapping  $f_i: X_i \rightarrow Y_i$  then there exists a mapping  $(g_v: g_{i,v})$  of the mapping  $f_v: X_v \rightarrow Y$  onto the mapping  $f_i: X_i \rightarrow Y_i$  such that  $g_v(x) = g(x)$  for every point  $x \in X$ .

A mapping  $f_v: X_v \rightarrow Y$  is called Hewitt extension of a mapping  $f: X \rightarrow Y$ .

**Proposition 2.** A realcompact mapping  $f: X \rightarrow Y$  has not Hewitt extension.

**Proposition 3.** For a closed subset  $M$  of a normal space  $X$  the restriction  $f_{\tilde{v}[M]X_v}: [\tilde{v}[M]X_v] \rightarrow Y$  (where  $[\tilde{v}[M]X_v]$  is the closure of  $M$  in  $X_v$ ) is the Hewitt extension of the restriction  $f_M: M \rightarrow Y$ .

**Definition 4.** A mapping  $f: X \rightarrow Y$  is called metacompact if for every point  $x \in \tilde{X}_\beta \setminus X$  there exists a point finite open cover  $\{U_s\}_{s \in S}$  of  $X$  such that  $x \notin \{U_s\}_{\tilde{X}_\beta}$  for every  $s \in S$ .

**Theorem 4.** If  $f: X \rightarrow Y$  is a metacompact mapping and the space  $X$  is pseudocompact then  $f$  is perfect.

**Theorem 5.** A mapping  $f$  of a normal space  $X$  to the space  $Y$  is realcompact if and only if the mapping  $f$  is metacompact and for every discrete family  $\{F_s\}_{s \in S}$  of a closed subsets of a space  $X$  and for every point  $x_0 \in \tilde{X}_\beta \setminus X$  such that  $x_0 \notin [F_s]_{\tilde{X}_\beta}$ ,  $s \in S$ , there exists a locally finite countable family  $\{U_i\}_{i \in N}$  of an open subsets of  $X$  such that  $\bigcup_{s \in S} F_s \subset \bigcup_{i \in N} U_i$  and  $x_0 \notin [U_i]_{\tilde{X}_\beta}$  for every  $i \in N$ .

**Definition 5.** A mapping  $f: X \rightarrow Y$  (A space  $X$ ) is called locally realcompact if for every point  $x \in X$  there exists an open neighbourhood  $O_x$  of a point  $x$  such that the restriction  $f|_{[O_x]X}: [O_x]X \rightarrow Y$  (the subspace  $[O_x]X$  is realcompact).

**Theorem 6.** If a mapping  $f: X \rightarrow Y$  is locally realcompact and  $B$  is a subset of the space  $X$  such that  $B = F \cap V$  where  $F$  is closed and  $V$  is open in the space  $X$  then a mapping  $f_B: B \rightarrow Y$  is also locally realcompact.

For a mapping  $f: X \rightarrow Y$  let  $r(f)$  ( $r(X)$ ) be a set of all points  $x \in X$  such that the mapping  $f$  (the space  $X$ ) is not locally realcompact at the point  $x$  (i.e. there is not such neighbourhood  $O_x$  of the point  $x$  in  $X$  that the restriction  $f|_{[O_x]X_\beta}: [O_x]X_\beta \rightarrow Y$  (the subspace  $[O_x]X_\beta$ ) is a realcompact mapping (space)).

**Definition 6.** A mapping  $f: X \rightarrow Y$  (A space  $X$ ) is called almost locally realcompact if  $X \setminus r(f)$  ( $X \setminus r(X)$ ) is a dense subset of a space  $X$ .

**Theorem 7.** If the restriction  $f_{r(f)}: r(f) \rightarrow Y$  of a mapping  $f: X \rightarrow Y$  is almost locally realcompact then the mapping  $f: X \rightarrow Y$  is also almost locally realcompact.

For a mapping  $f: X \rightarrow Y$  the following propositions are valid:

4) The product  $\prod_{s \in S} f_s: \prod_{s \in S} X_s \rightarrow \prod_{s \in S} Y_s$  of mappings  $f_s: X_s \rightarrow Y_s$  is realcompact if and only if all mappings  $f_s$  are realcompact.

5) If  $\{f_s\}_{s \in S}$  is a family of mappings  $f_s: X \rightarrow Y_s$  and there exists  $s_0 \in S$  such that the mapping  $f_{s_0}$  is realcompact then the diagonal product  $\Delta f_s: \prod_{s \in S} X_s \rightarrow \prod_{s \in S} Y_s$  is also realcompact.

6) The product  $\prod_{s \in S} f_s: \prod_{s \in S} X_s \rightarrow \prod_{s \in S} Y_s$  of mappings  $f_s: X_s \rightarrow Y_s$  is locally realcompact (almost locally realcompact) if and only if all mappings  $f_s$  are locally realcompact (almost locally realcompact) and there exists a finite set  $S_0 \subset S$  such that  $f_s$  is realcompact mapping for every  $s \in S \setminus S_0$ .

7) For a normal space  $X$  a mapping  $f: X \rightarrow Y$  is locally realcompact if and only if there exists a realcompact extension  $f_\omega: X_\omega \rightarrow Y$  of a mapping  $f$  such that  $X$  is open in the space  $X_\omega$ .

8) If  $(g; g_I)$  is a mapping of a mapping  $f: X \rightarrow Y$  onto a realcompact (locally realcompact) mapping  $f_I: X_I \rightarrow Y_I$  such that a mapping  $g$  is realcompact (locally realcompact) then a mapping  $f$  is also realcompact (locally realcompact).

9) If  $(g; g_I)$  is a mapping of a mapping  $f: X \rightarrow Y$  onto an almost locally realcompact mapping  $f_I: X_I \rightarrow Y_I$  such that  $g$  is an irreducible perfect mapping then a mapping  $f$  is also almost locally realcompact.

For a topological space  $X$  we denote by  $C(X)$  the space of all compact subsets of  $X$  in the Vietoris topology. If  $f: X \rightarrow Y$  is a continuous mapping, then by letting  $f_C \Phi = f \Phi$  for every  $\Phi \in C(X)$  is defined a continuous mapping  $f_C: C(X) \rightarrow C(Y)$  [12], [13].

The following propositions are valid:

10) The mapping  $f_C: C(X) \rightarrow C(Y)$  is realcompact if and only if a mapping  $f: X \rightarrow Y$  is realcompact.

11) For a normal space  $X$  the mapping  $f_C: C(X) \rightarrow C(Y)$  is locally realcompact (almost locally realcompact) if and only if  $f: X \rightarrow Y$  is locally realcompact (almost locally realcompact).

It is shown [5] that a locally realcompact Tychonoff space is open in its Hewitt extension. This result, along with Proposition 10, yields:

**Proposition 12.** A Tychonoff space  $X$  is locally realcompact (almost locally realcompact) if and only if the space  $C(X)$  is locally realcompact (almost locally realcompact).

Tbilisi State University

(Received on 22.11.1995).



ვ. რუხაძე

## რეალკომპაქტური ასახვების მსგავსი ასახვები

რეზიუმე

შესწავლილია ბ.პასინკოვის მიერ განსაზღვრული რეალკომპაქტური და ჩვენ მიერ შემოტანილი ლოკალურად რეალკომპაქტური და თითქმის ლოკალურად რეალკომპაქტური ასახვები. ნაჩვენებია აუცილებელი და საკმარისი პირობები იმისათვის, რომ ასახვათა დიაგონალური ნამრაველი, ნამრაველი და აგრეთვე, ბიკომპაქტურ ქვესიმრავლეთა სივრცეზე განსაზღვრული ასახვა იყოს რეალკომპაქტური (ლოკალურად რეალკომპაქტური, თითქმის ლოკალურად რეალკომპაქტური).

МАТЕМАТИКА

В.Г.Рухадзе

## Отображения, подобные вещественно полным

Резюме

Изучены определенные Б.А.Пасынковым вещественно полные и определенные нами локально вещественно полные и почти локально вещественно полные отображения. Указаны необходимые и достаточные условия для того, чтобы диагональное произведение, произведение отображений, а также отображение, определенное на пространстве бикомпактных подмножеств, были вещественно полными (локально вещественно полными, почти локально вещественно полными).

## ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. П.С.Александров, В.В.Федорчук. УМН. 33, 3, 1976, 3-48.
2. Richard A. Alo, Harvey L. Shapiro. Normal topological spaces. Cambridge University Press, 1974.
3. W.S.Watson. Proc. Amer. Math. Soc., 81, N1, 1981, 151-152.
4. Н.В.Величко. Сиб. мат. ж., 13, 1972, 541-557.
5. Г.Д.Димов, Б.А.Пасынков. ДАН Болг., 36, 1983, 305-308.
6. А.Н.Колмогоров, С.В.Фомин. Элементы теории функции и функционального анализа. М., 1981.
7. Н.Кролевец. ДАН СССР, 175, 1967, 1008-1011.
8. K.Morita. Math. Japonical, 1948, 49-52.
9. Б.А.Пасынков. Отображения и функторы. М., 1984, 72-102.
10. Marlon, C.Rayburn. Proc. Amer. Math. Soc., 106, N1, 1989.
11. G.T.Whyborn. Math. Ann., 166, 1966, 168-172.
12. М.М.Чобан. Fund. Math., 71, 1971, 27-41.
13. Р.Энгелькинг. Общая топология, М., 1986.

А.Г.Мамиствалов

## Аффинная классификация и распознавание геометрических тел по трем плоским ортогональным проекциям

(Представлено академиком В.В. Чавчавадзе 24.06.1993)

Автором разработана методика построения инвариантов аффинного преобразования и подгрупп аффинного преобразования  $n$ -мерных непрерывных [1,2] и дискретных [3] изображений. На основе этих инвариантов построены алгоритмы аффинной классификации и распознавания геометрических фигур и тел, заданных соответственно в виде двумерных и трехмерных областей [2, 4-6] или координатами вершин рассматриваемых многоугольников и многогранников [7,8]. Построен также алгоритм сведения инвариантов линейного преобразования дискретных изображений к проективным инвариантам [9].

В настоящей работе предлагается алгоритм аффинной классификации и распознавание геометрических тел, заданных не непосредственно, а в виде трех ортогональных проекций на координатные плоскости  $xy$ ,  $xz$  и  $yz$ .

Ниже перечислены классифицируемые и распознаваемые тела; при этом предполагается, что они ориентированы так, что обладают ортогональными проекциями, указанными в скобках: куб (квадрат, квадрат, квадрат), прямоугольный параллелепипед (прямоугольник, прямоугольник, прямоугольник), прямой параллелепипед (параллелограмм, прямоугольник, прямоугольник), правильная треугольная призма (правильный треугольник, прямоугольник, прямоугольник), прямая треугольная призма (разносторонний треугольник, прямоугольник, прямоугольник), круговой цилиндр (круг, прямоугольник, прямоугольник), эллиптический цилиндр (эллипс, прямоугольник, прямоугольник), шар (круг, круг, круг), эллипсоид вращения (круг, эллипс, эллипс), эллипсоид (эллипс, эллипс, эллипс).

Названные тела принадлежат четырем классам аффинно эквивалентных геометрических тел: классу параллелепипедов (куб, прямоугольный параллелепипед, прямой параллелепипед), классу треугольных призм (правильная треугольная призма, прямая треугольная призма), классу эллиптических цилиндров (круговой цилиндр, эллиптический цилиндр) и классу эллипсоидов (шар, эллипсоид вращения, эллипсоид).

С другой стороны, плоские ортогональные проекции заданных тел принадлежат трем классам аффинно эквивалентных геометрических фигур: классу треугольников (правильный треугольник,

разносторонний треугольник), классу параллелограммов (квадрат, прямоугольник, параллелограмм) и классу эллипсов (круг, эллипс).

Задачу аффинной классификации и распознавания геометрических тел можно свести к задаче аффинной классификации и распознавания их трех проекций.

Один из построенных нами аффинных инвариантов для двумерных объектов имеет следующий вид [1,2]:

$$I = \frac{\mu_{00}^4}{\mu_{20}\mu_{02} - \mu_{11}^2}, \quad (1)$$

где

$$\mu_{pq} = \iint_{-\infty-\infty}^{\infty\infty} (\xi - \bar{\xi})^p (\eta - \bar{\eta})^q \rho(\xi, \eta) d\xi d\eta \quad (2)$$

– центральные степенные моменты функции  $\rho(\xi, \eta)$  – оптической плотности, характеризующей яркость объекта в точке с координатами  $\xi, \eta$ . Для геометрических фигур  $\rho(\xi, \eta)$  играет роль характеристической функции – она равна единице для точек объекта и равна нулю для остальных точек плоскости.  $\bar{\xi}$  и  $\bar{\eta}$  в (2) представляют собой координаты центра тяжести объекта.

Значение аффинного инварианта [1] для любого правильного  $n$ -угольника можно вычислить по формуле

$$I_n = \frac{36n^2 \sin^2 \frac{2p}{n}}{\left(2 + \cos \frac{2p}{n}\right)^2} \quad (3)$$

Отсюда при  $n=3$  и  $n=4$  получаем  $I_3=108$ ,  $I_4=144$ .

При переходе к пределу в (3) получаем:

$$\lim_{n \rightarrow \infty} I_n = 16p^2.$$

Это число равно значению инварианта (1) для эллипсов.

Полученные числа 108, 144,  $16p^2$  являются теми фундаментальными признаками, которые способны выработать у распознающей системы аффинные понятия – „треугольник“, „параллелограмм“ и „эллипс“ соответственно. Это следует из того, что конкретный вид любого объекта, являющегося носителем каждого из этих понятий, определен с точностью до произвольного невырожденного аффинного преобразования:

$$\begin{aligned} \xi' &= a\xi + b\eta + c \\ \eta' &= d\xi + e\eta + f, \end{aligned}$$

а для аффинно эквивалентных геометрических фигур значения инварианта (1) одинаковы.

На основе вышеизложенного можно заключить, что геометрические тела, являющиеся носителями понятий „параллелепипед“, „треугольная призма“, „эллиптический цилиндр“, „эллипсоид“, можно классифици-

ровать следующими тройками чисел (являющимися значениями инварианта (1) их плоских проекций) соответственно:

$$(144, 144, 144), (108, 144, 144), (16\pi^2, 144, 144), (16\pi^2, 16\pi^2, 144)$$

Этим завершается первый этап решения нашей задачи — этап классификации.

Переходим ко второму этапу — этапу распознавания объектов внутри каждого класса эквивалентности.

Ортогональные проекции куба — квадраты обладают вращательной симметрией порядка 4, и поэтому для них выполняется тождество [4]:

$$\mu_{20} - \mu_{02} = 0. \quad (4)$$

Для других типов наших параллелепипедов это тождество не выполняется. Так можно распознать куб внутри класса параллелепипедов. Для параллелограмма  $\mu_{11} \neq 0$ , а для прямоугольника  $\mu_{11} = 0$ . Поэтому для всех трех проекций прямоугольного параллелепипеда  $\mu_{11} = 0$ . У прямого параллелепипеда таким свойством обладают две проекции. По этим признакам и можно распознать упомянутые геометрические тела.

Для правильного треугольника тождество (4) выполняется, а для разностороннего треугольника оно не выполняется. Названные фигуры являются соответственно проекциями правильной и прямой треугольных призм на плоскость  $xу$ . Так можно распознать эти тела.

Аналогичным способом распознаются круговой и эллиптический цилиндры — их проекциями на плоскость  $xу$  являются соответственно круг и эллипс. Для круга тождество (4) выполняется, а для эллипса оно не выполняется.

Наконец, для распознавания геометрических тел внутри класса эллипсоидов можно использовать тот факт, что тождество (4) выполняется для всех трех проекций шара, для одной проекции эллипсоида вращения и не выполняется ни для одной проекции эллипсоида.

Полученные результаты можно использовать, в частности, при разработке интегральных роботов и при анализе сцен [10].

Тбилисский государственный  
университет им. И.А. Джавахишвили

(Поступило 28.06.1993)



ა. მამისტვალოვი

გეომეტრიული სხეულების აფინური კლასიფიკაცია და  
ამოცნობა სამი ბრტყელი ორთოგონალური პროექციის  
საშუალებით

რეზიუმე

აღწერილია საკოორდინატო სიბრტყეებზე სამი ბრტყელი ორთოგონალური პროექციით მოცემული გეომეტრიული სხეულების აფინური კლასიფიკაციისა და ამოცნობის ალგორითმი.

CYBERNETICS

A. Mamistvalov

The Affine Classification and Recognition of the Solids  
by their Three Plane Orthogonal Projections

Summary

The algorithm of the classification and recognition of the solids given by their three plane orthogonal projections on the planes of the co-ordinates is presented.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. *А.Г.Мамиствалов*. Сообщ. АН ГССР, **76**, 1, 1974.
2. *А.Г.Мамиствалов*. Труды ТГУ, **258**, 1985.
3. *А.Г.Мамиствалов*. Семинар Института прикладной математики. ТГУ, **11**, 1976.
4. *А.Г.Мамиствалов*. Сообщ. АН ГССР, **57**, 1970.
5. *А.Г.Мамиствалов*. Труды ТГУ, **272**, 1987.
6. *А.Г.Мамиствалов*. Труды семинара по дискретной математике и ее приложениям. МГУ, 1989.
7. *А.Г.Мамиствалов*. Сообщ. АН ГССР, **112**, 2, 1983.
8. *А.Г.Мамиствалов*. Сообщ. АН ГССР, **123**, 1, 1986.
9. *А.Г.Мамиствалов*. Сообщ. АН ГССР, **126**, 2, 1987.
10. *Р.Дуда, П. Харт*. Распознавание образов и анализ сцен. М., 1976.



З.С. Качишвили, А.Г. Кукутария

## Функция распределения при акустическом рассеянии во всей области электрического поля

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т.И. Санадзе 3.06.1993)

При изучении кинетических характеристик полупроводников (в случае акустического рассеяния) анализ обычно проводится в рамках двух приближений [1]: „высоких“ и „низких“ температур. Это связано с проблемой общего решения кинетического уравнения для данного механизма рассеяния.

Критерием этих приближений, согласно [2], при приложенном поле  $E$ , является:  $E \ll E_1$  – для приближения „высоких“ температур и  $E \gg E_1$  – для приближения „низких“ температур, где  $E_1$  – критическое поле. Для  $n\text{-Ge}$ :

$$E_1 = 0,11 \cdot T^{3/2} \text{ (в/см)}. \quad (1)$$

Что же касается области „промежуточных“ температур (соответственно для полей  $E \sim E_1$ ) – вид функции распределения в ней неизвестен. Например, при изучении низкотемпературного пробоя, учитывая сильную зависимость пробивного поля  $E_{пр}$  от степени компенсации  $C$ , для разных  $C$  можно попасть именно в эту область (действительно, при температуре кристалла  $T=4,2\text{K}$ , согласно (1), получим  $E_1 = 3,9$  в/см, что соответствует пробивным полям при малых компенсациях [3,4]).

В настоящей работе приводятся результаты вычислений функции распределения для чистого  $n\text{-Ge}$ , справедливых во всей области электрического поля в приближении электронной температуры. В качестве примера изучение задачи низкотемпературного пробоя с помощью полученных результатов. Исследование проводилось с использованием аппроксимированных выражений времени релаксации импульса и подвижности [5,6], полученных с помощью ЭВМ без применения вышеуказанных приближений.

Воспользовавшись результатами, из уравнения баланса энергии для зависимости электронной температуры  $T_{eT}$  от приложенного поля  $E$  легко получим следующее уравнение:

$$E^2 = \frac{9\sqrt{\pi} (k_0 T)^2 \alpha}{4 e^2 l_{ae}^2} \left( \frac{T_e}{T} \right) \left( \frac{T_e}{T} - 1 \right) \cdot \frac{4/5 \cdot \sqrt{\alpha \cdot T_e/T} + \exp\left(-0,95 \cdot \sqrt{\alpha T_e/T}\right)}{1 - \exp\left(-1,2 / \sqrt{\alpha T_e/T}\right)}. \quad (2)$$



где  $\alpha = 2ms^2/(K_0T)$ ,  $l_{ae}$  — длина свободного пробега в приближении „высоких“ температур [1],  $s$  — скорость звука,  $m$  — эффективная масса носителей.

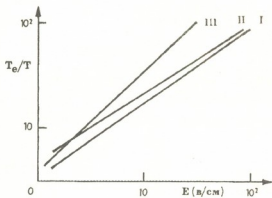


Рис.1. Зависимость  $T_e/T$  от приложенного поля  $E$  для  $n$ -Ge ( $T=4,2K$ ). Кривая I — вычисленная с помощью (2), кривая II — вычисленная в приближении „низких“ температур, кривая III — вычисленная в приближении „высоких“ температур

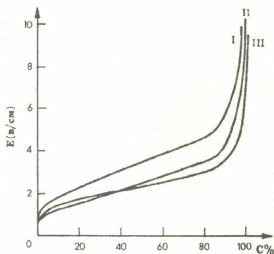
$$E^* = \frac{\left(\frac{3}{2}\right)^{3/2} \pi^{1/4}}{e \cdot l_{ae}} \cdot T \cdot \sqrt{\frac{1,5}{\alpha} - 1}. \quad (3)$$

Из (3) для  $n$ -Ge получим:

$$E_{Ge}^* = 0,07 \cdot T^2 \sqrt{T - 0,5}. \quad (4)$$

Значение  $E^*$  и  $E_I$  совпадают с хорошей точностью при  $T \gg 0,5$ .

Рис.2. Зависимость пробивного поля  $E_{пр}$  от степени компенсации  $C$  для  $n$ -Ge ( $T=4,2K$ ). Кривая I соответствует выражению (2), кривая II — приближению „низких“ температур, кривая III — приближению „высоких“ температур



Надо подчеркнуть, что оба приближения, при одной и

той же степени разогрева  $T_e/T = \text{const}$ , занижают значение соответствующего электрического поля. Это явление отражается на зависимости пробивного поля от степени компенсации. Действительно, как видно из рис.2, где представлены кривые соответствующей зависимости, при одной и той же степени компенсации занижаются значения пробивных полей. Надо отметить, что при вычислении коэффициента теплового захвата было использовано выражение для дифференциального сечения захвата, полученного в [7] на основе результатов исправленной теории Лэкса [8]. Коэффициент же ударной ионизации вычислялся с использованием дифференциального сечения, полученного Дравиным [9].

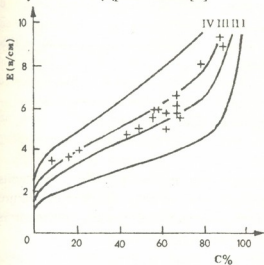


Рис.3. Зависимость пробивного поля  $E_{пр}$  от степени компенсации  $C$  для разных значений эффективной массы. Кривая I построена для  $m=0,2m_0$ , кривая II — для  $m=0,22m_0$ , кривая III — для  $m=0,23m_0$ , а кривая IV соответствует  $m=0,25m_0$ ; кресты — экспериментальные результаты, полученные в [3,4]

Из рис.2 также следует, что при малых компенсациях лучший результат дает приближение „высоких“ температур. С повышением же компенсации лучше использовать приближение „низких“ температур.

Согласно (2),  $E \sim m^{5/2} f(m)$ , где  $f(m)$  более гладкая функция массы. Такая сильная зависимость от значения эффективной массы указывает на значимость точного выбора этого параметра. Поэтому на рис.3 представлены кривые зависимости  $E_{пр}$  от  $C$  для разных значений эффективной массы. Здесь же представлены экспериментальные результаты, полученные в [3,4]. Как видно, для значения  $m=0,22 \div 0,23m_0$  теоретическая кривая хорошо описывает экспериментальные результаты.

Тбилисский государственный  
университет

(Поступило 21.06.1993)



ზ.კაჩლიშვილი, ლ.კუკუტარია

განაწილების ფუნქცია აკუსტიკურ ფონონებზე გაბნევისას  
ელექტრული ველის მთელ არეში

რ ე ზ ი უ მ ე

ნაშრომში მოყვანილია განაწილების ფუნქციის გამოთვლის შედეგები აკუსტიკურ ფონონებზე გაბნევისას ელექტრული ველის მთელ არეში. გამოთვლები შესრულებულია  $n$ -Ge-სათვის ელექტრონული ტემპერატურის მიახლოებაში. როგორც მაგალითი, მიღებულ შედეგებზე დაყრდნობით, შესწავლილია დაბალტემპერატურული გარღვევის ამოცანა.

PHYSICS

Z.Kachlishvili, L.Kukutaria

## The Distribution Function while Scattering on the Acoustic Phonons in the Entire Region of Electric Field

Summary

Calculation results of distribution function while scattering on the acoustic phonons are given in the entire region of electric field for  $n$ -Ge in the electric temperature approximation. As an example, the problem of low temperature strike-through is studied on the given basis.

### ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. Э.Конуэлл. Кинетические свойства полупроводников в сильных электрических полях. М., 1970.
2. З.С.Качлишвили. ФТП, 2, 4, 1968, 580.
3. В.Ф.Банная, А.И.Веселова, Е.М.Гершензон, В.Р.Гринберг. ФТП, 5, 5, 1971, 155.
4. В.Ф.Банная, А.И.Веселова, Е.М.Гершензон, В.А.Чуевков. ФТП, 7, 10, 1972, 1973.
5. З.С.Качлишвили, А.Г.Кукутария. Сообщ. АН ГССР, 140, 1, 1990, 49.
6. З.С.Качлишвили, А.Г.Кукутария. Труды ТГУ, 313, 1992, 93.
7. Т.О.Гегечкори, В.Г.Джакели, З.С.Качлишвили. Сообщ. АН ГССР, 103, 3, 1981, 565.
8. В.Н.Абакумов, И.Н.Ясневич. ЖЭТФ, 71, 2 (8), 1976, 657.
9. H.W.Drawin. Zs. Phys., v.164, 1961, 513-522.

ტ. ებრაღიძე

## ჯონსის მატრიცა ფოტონდუცირებულ ანიზოტროპიის მქონე ფირისათვის

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ე.კეკელიძემ 5.08.1993)

ჩვენ მიერ [1] შრომაში ნაჩვენებია, რომ აზო საღებარით შეფერილ პოლივინილის ან ექსტრუდირებული პოლიპროპილენის სინათლის მოქმედებით ოპტიკური ანიზოტროპიის აღძვრა [2] იმის შედეგია, რომ ამ დროს აღდგენილი აქვს ფირში ტექსტურირებული პოლიმერის ტალღური სტრუქტურის წარმოქმნას. ტექსტურაში შემავალ „მიკრო კრისტალებში“ ანიზოტროპიის სიდიდე არაა დამოკიდებული ანიზოტროპიის აღმძვრელი სინათლის ექსპოზიციის სიდიდეზე. ამ უკანასკნელზე დამოკიდებულია მხოლოდ „მიკრო კრისტალების“ კონცენტრაცია. ტექსტურაში „მიკრო კრისტალების“ სწრაფი ღერძები კოლინეალურია ანიზოტროპიის აღმძვრელი სინათლის პოლარიზაციის სიბრტყის.

[1] შრომაში მიღებულ ექსპერიმენტულ შედეგებზე დაყრდნობით [3] შრომაში დადგენილ იქნა მათემატიკური გამოსახულება, რომელიც აღწერს ჩაკეტილ პოლარიზატორებს შორის მოთავსებული ფოტონდუცირებული ანიზოტროპიის მქონე ფირის სინათლის გატარების კოეფიციენტს. მას შემდეგი სახე აქვს:

$$E = iA^2 \sin(\pi/\lambda \Delta n d) \exp(-i\pi/\lambda \Delta n d) \sin 2\psi, \quad (1)$$

სადაც  $A^2$  არის ფირის მათემატიკური წარმოდგენის პოლარიზებული სინათლის ინტენსივობა,  $d$  – „მიკრო კრისტალის“ სისქე,  $\Delta n$  – „მიკრო კრისტალის“ ორმაგ სხივთების სიდიდე,  $\lambda$  – ანიზოტროპიული ფირის გამშუქებელი სინათლის ტალღის სიგრძე,  $\psi$  – კუთხე, რომელსაც აღდგენს „მიკრო კრისტალის“ სწრაფი ღერძი ანალიზატორის ოპტიკურ ღერძთან.

ჩაკეტილ პოლარიზატორებს შორის მოთავსებული წარმოდგენის პოლარიზებული ბრტყელი ტალღების პოლოგრამის მაგალითზე ნაჩვენებ იქნა [3], რომ (1) ფორმულაზე დაყრდნობით ჩატარებული პოლოგრამის დიფრაქციული ეფექტურობის გაანგარიშების შედეგები ექსპერიმენტულ შედეგებთან კარგ თანხმობაშია.

(1) ფორმულა აღწერს ჩაკეტილ პოლარიზატორებს შორის მოთავსებული ისეთი ფირის სინათლის გატარების კოეფიციენტს, რომელშიც ანიზოტროპია აღძვრა წარმოადგენს პოლარიზებული სინათლის მოქმედებით. ზოგად შემთხვევაში, ანიზოტროპიის აღძვრა შესაძლებელია ელიფსურად პოლარიზებული სინათლის მოქმედებით. ამიტომ მიზანშეწონილია, (1) ფორმულის განზოგადება ასეთი შემთხვევისათვის.

მოცემული შრომა ეძღვნება ფოტონდუცირებული ანიზოტროპიის მქონე ფირის მიერ პოლარიზებული სინათლის გატარების მათემატიკურ აღწერას, როცა ანიზოტროპია აღძვრულია ელიფსურად პოლარიზებული სინათლის მოქმედებით.

ცნობილია [4], რომ ცალკე ფაზური ფირფიტის მიერ პოლარიზებული სინათლის გატარება მოსახერხებელია აღწერილ იქნეს ჯონსის მატრიცით.

[3] შრომის თანახმად ჯონსის მატრიცა ფირისათვის, რომლის სინათლის გატარების კოეფიციენტი ჩაკეტილ პოლარიზატორებში აღიწერება [ს. ა. აბრამოვიჩი, მოიცემა შემდეგი სახით:

$$M_1 = A^2 e^{-i\delta/2} \begin{bmatrix} \cos \delta/2 + \sin \delta/2 \cos 2\psi & i \sin \delta/2 \sin 2\psi \\ i \sin \delta/2 \sin 2\psi & \cos \delta/2 - i \sin \delta/2 \cos 2\psi \end{bmatrix} \quad (2)$$

სადაც  $\delta$  არის ფაზათა სხვაობა, რომელიც ახასიათებს ანიზოტროპიის სიდიდეს თითოეულ „მიკრო კრისტალში“.

[5] შრომაში მიღებული ექსპერიმენტული შედეგის საფუძველზე ჩვენ შეგვიძლია ადვილად განვაზოგადოთ (2) ფორმულა, იმ შემთხვევისათვის, როცა ანიზოტროპია ფირში ინდუცირებულია ელიფსურად პოლარიზებული სინათლის მოქმედებით.

მართლაც, როგორც [5] შრომაშია დადგენილი, ფოტონდუცირებული ანიზოტროპიის მოვლენის გამოყენებით შესაძლებელია ფირის ერთსა და იმავე ლოკალურ ადგილას ჩაწერილი და შემდგომ ცალ-ცალკე წაკითხულ იქნეს ორი ერთმანეთისაგან განსხვავებული გამოსახულება. ეს, მაგალითად, შეიძლება რელიზებულ იქნეს შემდეგნაირად: ფირის ერთსა და იმავე ადგილას წრფივად პოლარიზებული სინათლის საშუალებით დავასხვიოთ ჯერ ერთი და შემდეგ მეორე გამოსახულება ისე, რომ სინათლის პოლარიზაციის სიბრტყეებს შორის კუთხე იყოს  $45^\circ$ . გამოკვლევებით დადგენილ იქნა, რომ ამ დროს ფირში ერთსა და იმავე ლოკალურ ადგილას ინდუცირდება ერთმანეთში ჩაქსოვილი ორი ტექსტურა. ერთი ტექსტურის „მიკრო კრისტალების“ სწრაფი ღერძი მეორე ტექსტურის „მიკრო კრისტალების“ სწრაფ ღერძთან შეადგენს  $45^\circ$  კუთხეს.

ცნობილია [6], რომ ელიფსურად პოლარიზებული სინათლე წარმოიდგინება როგორც ორი წრფივად პოლარიზებული სინათლის სუპერპოზიცია. ერთი პოლარიზებულია სინათლის ელიფსის დიდი ღერძის გასწვრივ, ხოლო მეორე – მცირე ღერძის გასწვრივ. ამიტომ, ზემოთ მოყვანილი მსჯელობის თანახმად, ელიფსურად პოლარიზებული სინათლით ანიზოტროპიის ინდუცირებისას თითოეული ეს სხივი ფირში შექმნის თავის ტექსტურას. ცხადია, რომ ამ შემთხვევაში სხვადასხვა ტექსტურის შესაბამისი სწრაფი ღერძები ერთმანეთთან  $90^\circ$  კუთხეს ქმნიან.

თუ გავითვალისწინებთ ზემოთ ნათქვამს და გამოვიყენებთ (2) ფორმულას, მაშინ ფოტონდუცირებული ანიზოტროპიის მქონე ფირისათვის ჯონსის მატრიცას ექნება შემდეგი სახე:

$$M_1 = a^2 e^{-i\delta/2} \begin{bmatrix} \cos \delta/2 + \sin \delta/2 \cos 2\psi & i \sin \delta/2 \sin 2\psi \\ i \sin \delta/2 \sin 2\psi & \cos \delta/2 - i \sin \delta/2 \cos 2\psi \end{bmatrix} + \\ + b^2 e^{-i\delta/2} \begin{bmatrix} \cos \delta/2 + \sin \delta/2 \cos 2\psi & i \sin \delta/2 \sin 2\psi \\ i \sin \delta/2 \sin 2\psi & \cos \delta/2 - i \sin \delta/2 \cos 2\psi \end{bmatrix}$$

$$\times \begin{bmatrix} (a^2 + b^2) \cos \frac{\delta}{2} + & i(a^2 - b^2) \sin \frac{\delta}{2} \sin 2\psi \\ +i(a^2 - b^2) \sin \frac{\delta}{2} \cos 2\psi & (a^2 + b^2) \cos \frac{\delta}{2} - \\ i(a^2 - b^2) \sin \frac{\delta}{2} \sin 2\psi & -i(a^2 - b^2) \sin \frac{\delta}{2} \cos 2\psi \end{bmatrix} \quad (4)$$

აქ  $a$  და  $b$  არის სინათლის ელიფსის დიდი და მცირე ნახევარღერძები.

(4) ფორმულა დადგენილია იმ ექსპერიმენტული შედეგის ანალიზის საფუძველზე, რომელიც ჩატარებულ იქნა ჩაკეტილ პოლარიზატორებს შორის მოთავსებულ ფირზე. ამიტომ ცხადია, რომ (4) ფორმულით მოცემული ჯონსის მატრიცა განსაზღვრულია ადიტიური შესაკრების სიზუსტით. იგი წარმოადგენს დიაგონალურ მატრიცას. ეს გამომდინარეობს იქიდან, რომ ჩაკეტილი პოლარიზატორების შემთხვევაში გასაზომი სიდიდეების გაანგარიშების შედეგებში დიაგონალური მატრიცის წვლილი არის ნულის ტოლი [4].

[7] შრომაში ექსპერიმენტულად ყოველმხრივ იქნა გამოკვლეული წრფივად პოლარიზებული ბრტყელი ტალღების პოლოგრამა, რომელიც მიღებულია ფოტონდუცირებული ანიზოტროპიის მოვლენის გამოყენებით. (4) ფორმულაზე დაყრდნობით, ჩვენ გამოვიკვლიეთ ყველა ის საკითხი, რომლებიც შესწავლილ იქნა [7] შრომაში და მივიღეთ ზუსტი დამთხვევა ექსპერიმენტულ შედეგებთან. ამ საკითხს ჩვენ გავაშუქებთ უფრო ვრცელ პუბლიკაციაში.

საქართველოს მეცნიერებათა აკადემია  
კიბერნეტიკის ინსტიტუტი

(შემოვიდა 1.09.1993)

ФИЗИКА

Т.Д.Эбралидзе

## Матрица Джонса пленки, фотоиндуцированной анизотропией

### Резюме

Установлена матрица Джонса для азокрасителем окрашенной пленки, в которой анизотропия индуцировалась под действием эллиптически поляризованного света. При получении матрицы Джонса было принято во внимание, что эффект Вейерта в азокрасителем окрашенных пленках проявляется за счет фотоиндуцирования анизотропных зерен — кристалликов, и что от экспозиции света зависит лишь концентрация этих зерен.

T. Ebralidze

## Jones's Matrix of the Film with Photo-Induced Anisotropy

## Summary

Jones's matrix for film with photoinduced anisotropy has been obtained. In this case the mechanism of formation of film anisotropy (Weigert's effect) is used on the basis of light induction of anisotropic grains. The concentration of grains depends only on the light exposure and the optical axes are collinear with the vector of light polarization.

## ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. *T.Ebralidze, A. Mumladze*, Appl. Opt. 29, 1990, 446-447.
2. *T.Kondo, Z. Wiss. Photogr. Photophys. Photochem.* 31. 1932, 153-1677.
3. *T.Ebralidze, N. Ebralidze*. Appl. Opt. 31. 1992, 4720-4724.
4. *A.Gerrard, J.M. Buch*. Introduction to matrix methods in optics, London. New York. Sydney. Toronto.
5. *T.Ebralidze, A.N. Mumladze*, and T.V. Kalandarishvili. Opt. Spektrosk. 58, 1985, 1074-1076. [Opt. Spectrosc. (USSR) 58, 1985, 657-658].
6. *M.Born, E. Wolf*. Principles of Optics. New York, 1964.
7. *T.Todorov, N. Tomova, L. Nikolova*. Opt. Commun. 47, 1983, 123-126.

М.Г.Циццадзе, Ф.И.Броучек, Р.П.Джорбенадзе, Р.Ш.Куртанидзе

## Спектрофотометрическое определение никотиноилгидразонбензальдегида (НГБА) и изоникотиноилгидразонбензальдегида (ИНГБА)

(Представлено академиком Г.В.Циццадзе 17.02.94)

Интерес, значительно возросший в последние годы к производным гидразина, и в частности к гидразонам и их комплексам с переходными металлами (вследствие их высокой физиологической активности), обуславливает актуальность аналитической задачи разработки новых эффективных методов количественного определения представителей этого класса соединений как для контроля их чистоты, так и в их координационных соединениях с переходными металлами.

Целью данного исследования являлась разработка новых физико-химических методов количественного определения НГБА и ИНГБА, используемых в качестве органических лигандов при синтезе координационных соединений многих переходных металлов.

Из известных в настоящее время физико-химических методов анализа органических веществ, и в частности спектроскопических методов, нами была выбрана абсорбционная УФ-спектроскопия, возможности эффективных аналитических применений которой вытекают из непосредственной связи спектра с концентрацией определяемого вещества. В связи с этим, электронная абсорбционная УФ-спектроскопия, сочетающая высокую чувствительность с возможностью исследования сильно разбавленных растворов, в настоящее время является одним из наиболее распространенных и перспективных физико-химических методов исследования в бионеорганической, органической и координационной химии для идентификации, качественного и количественного анализа, определения структуры химических соединений, изучения равновесия и кинетики химических реакций, межмолекулярных взаимодействий, комплексных соединений и т.д. УФ-спектры дают также информацию о распределении электронной плотности в молекуле и ее изменениях, являющуюся опорной для теоретической химии и квантово-химических расчетов [1-6].

В соответствии с поставленной задачей нами на спектрофотометре „Спекорд М-40“ были получены в координатах „оптическая плотность раствора (D) – длина волны ( $\lambda$ , нм)“ электронные спектры поглощения этанольных растворов НГБА и ИНГБА в УФ-области при толщине слоя 1см. Определенные по этим спектрам величины  $\lambda_{\max}$  для НГБА и ИНГБА соответственно составляют 300 и 302 нм.

Для выявления области соблюдения закона Бугера-Ламберта-Бера были сняты спектры поглощения этанольных растворов НГБА и ИНГБА



различных концентраций (1,0-2,0 мг/100 мл) в интервалах  $\lambda$ , близких к соответствующим  $\lambda_{\text{max}}$ .

Как показали результаты этой серии экспериментов, положения максимумов поглощения при одних и тех же значениях  $\lambda_{\text{max}}$  сохраняются для всех изученных концентраций, а зависимость  $D=f(C)$  может быть описана линейным уравнением, что свидетельствует о применимости указанного закона в интервале концентраций НГБА и ИНГБА 1,0-2,0 мг/100 мл.

Полученные результаты позволили установить оптимальные условия и разработать два варианта методик УФ-спектрометрических определений НГБА и ИНГБА.

Сущность первого варианта заключается в предварительном построении градуировочных графиков в системах координат „оптическая плотность стандартного раствора ( $D_{\text{ст}}$ ) – концентрация стандартного раствора ( $C_{\text{ст}}$ ) определяемого соединения“ (1,0; 1,2; 1,4; 1,6; 1,8; и 2,0 мг/100 мл этанола соответственно) при  $\lambda=300$  нм (для определения НГБА) или при  $\lambda=302$  нм (для определения ИНГБ) путем измерения величин  $D_{\text{ст}}$  на спектрофотометре с кварцевой кюветой с рабочей длиной  $l=1,0$  см; в последующем измерении (в тех же условиях) величины оптической плотности анализируемого раствора ( $D_x$ ) и графическом определении его концентрации ( $C_x$ ) методом интерполяции по соответствующему градуировочному графику.

При количественном определении НГБА или ИНГБА по второму варианту для одного стандартного раствора определяемого вещества (с концентрацией  $C_{\text{ст}}$  в пределах 1,0-2,0 мг/100 мл этанола) при  $\lambda=300$  нм (для НГБА) и при  $\lambda=302$  нм (для ИНГБА) определяются величины оптических плотностей ( $D_{\text{ст}}$ ) на спектрофотометре с кварцевой кюветой с рабочей длиной 1 см. Затем для соответствующих величин  $D_{\text{ст}}$  по известным выражениям  $\epsilon=D/C_l$  и  $E_{1\text{см}}^{1\%}=10\epsilon/M$  (где  $M$  – относительная молекулярная масса [1, с.10; 2, с.331]) рассчитываются величины  $\epsilon$  и удельного показателя поглощения  $E_{1\text{см}}^{1\%}$ . Далее в тех же условиях измеряется оптическая плотность анализируемого раствора ( $D_x$ ), и содержание определяемого вещества в 100 мл анализируемого этанольного раствора ( $C_x$ ) рассчитывается по известным выражениям  $C_x=D_x/\epsilon l$  (где  $l=1$  см) [1, с.12],  $C_x=C_{\text{ст}}D_x/D_{\text{ст}}$  [6, с.56] или с использованием величины  $E_{1\text{см}}^{1\%}$  [2, с.331].

Первый вариант указанных выше методик был апробирован на модельных растворах с различным содержанием НГБА или ИНГБА (табл.1).

Приведенные в таблице метрологические характеристики [6,7] результатов определений свидетельствуют о достаточно высокой точности и воспроизводимости разработанных нами УФ-спектрометрических методик количественного определения НГБА и ИНГБА и позволяют сделать обоснованное заключение о целесообразности,



ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՀԱՆՐԱՊԵՏՈՒԹՅԱՆ  
ՄԵՏՐՈԼՈԳԻԱԿԱՆ ԿԵՆՏՐՈՆ

Մետրոլոգիկական հատկությունները սպեկտրոֆոտոմետրիկական որոշման  
ՈՒԳԲԱ և ԻՈՒԳԲԱ ընտանյալ լուծույթներում ( $\lambda_{\text{max}}=300$  նմ և  $\lambda_{\text{max}}=302$  նմ համապատասխանաբար;  $\alpha=P=0,95$ ;  $l=1$  սմ)

Վերցված, մգ/100 մլ	Ստույգ չափումներ, n	Միջին արիթմ. արժեք, $\bar{x}$	Դիսպերսիա, $S^2$	Ստանդարտ- այնքում, S	Դիսպերսիա սրբ. արիթմ. $S_x^2$	Ստանդարտ- այնքում սրբ. արիթմ., $S_x^-$	Ռելատիվ ստանդ. այնքում $S_r$	$\frac{1,96 \cdot S}{\bar{x}}$	Տրամադր. այնքում, $\mu$
<b>ՈՒԳԲԱ</b>									
1,40	5	1,354	0,00013	0,01140	0,000026	0,005098	0,008419	0,01415	1,354±0,01415
1,60	4	1,5675	0,00009	0,00957	0,000023	0,004785	0,006105	0,01522	1,5675±0,01522
1,80	5	1,778	0,00092	0,03033	0,00018	0,013560	0,017058	0,03765	1,778±0,03765
<b>ԻՈՒԳԲԱ</b>									
1,20	5	1,158	0,00022	0,01483	0,000044	0,006633	0,012806	0,01841	1,158±0,01841
1,40	5	1,362	0,00007	0,00837	0,000014	0,003741	0,006142	0,01039	1,362±0,01039
1,60	5	1,566	0,00008	0,00894	0,000016	0,00400	0,005711	0,01109	1,566±0,01109

Ի. Դավթյան, Փ. Լևոնյան, ՆԱԼ, 1995



эффективности и перспективности практического использования этих методик для определения количественного содержания NHBA или ИНГБА в чистых препаратах или в смесях с другими веществами.

После соответствующей модификации эти методики, по-видимому, могут быть также использованы для определения NHBA или ИНГБА, содержащихся в качестве лигандов в координационных соединениях с переходными металлами.

Грузинский технический университет  
Институт неорганической химии и  
электрохимии им. Р.И.Агладзе АН Грузии

(Поступило 12.12.95)

საქართველოს ქიმიკოსთა საზოგადოება

მ.ცინცაძე, ფ.ბროუჩეკი, რ.ჯორბენაძე, რ.კურტანიძე

ნიკოტინოილჰიდრაზონბენზალდეჰიდის (ნჰბა) და იზონიკოტინოილ-ჰიდრაზონბენზალდეჰიდის (ინჰბა) სპექტროფოტომეტრული განსაზღვრა

რ ე ზ ი უ მ ე

შესწავლილია ნჰბა-ს და ინჰბა-ს ეთანოლხსნარების ულტრაიისფერი სპექტრები. დადგენილია სათანადო  $\lambda_{\max}$ -ები (300 და 302 ნმ). 1-2 მგ/100 მლ ხსნარებისათვის დამოკიდებულება  $D=f(C)$  ექვემდებარება ბუგერ-ლამბერტ-ბერის კანონს.

მიღებული შედეგების საფუძველზე შემუშავებულია ნჰბა-ს და ინჰბა-ს სპექტროფოტომეტრული განსაზღვრის მეთოდები, რომელთა შემოწმება მოდელურ ხსნარებზე მოწმობს მათი პრაქტიკული გამოყენების პერსპექტიულობას.

ANALYTICAL CHEMISTRY

M.Tsintsadze, F.Brouchek, R.Jorbenadze, R.Kurtanidze

Spectro-photometric Determination of Nicotine Oil Hydrazone Benzaldehyde (NHBA) and Isonicotine Oil Hydrazone Benzaldehyde (INHBA)

Summary

Ultraviolet spectra of NHBA and INHBA ethanol solutions are studied. The corresponding  $\lambda_{\max}$  (300 and 302 nm) are determined. The relation  $D=f(C)$  for 1-2 mg/100 ml solutions satisfy the Buger-Lambert-Beric law.

On the basis of the obtained results the methodics of NHBA and INHBA spectro-photometric determination is worked out. The check of these methodics on modular solutions proves the high prospects of their practical application.

## ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES



1. В.А.Миронов, С.А.Янковский. Спектроскопия в органической химии. М., 1985.
2. Л.В.Вилков, Ю.А.Пентин. Физические методы исследования в химии. М., 1987.
3. Э.Штерн, К.Тимманс. Электронная абсорбционная спектроскопия в органической химии. М., 1974.
4. О.В.Свердлова. Электронные спектры в органической химии. Л., 1973.
5. И.Я.Бернштейн, О.Л.Каминский. Спектрофотометрический анализ в органической химии. Л., 1975.
6. В.М.Пешкова, М.И.Громова. Методы абсорбционной спектроскопии в аналитической химии. М., 1976.
7. В.Б.Алесковский, В.В.Бардин, Е.С.Бойчинова и др. Физико-химические методы анализа. Л., 1988.

ლ.თოფურძე, გ.ხიტირი, ნ.ხეცურიანი

## რუსთავის საბადოს ნავთობის (ქაბ. 16<sup>ბ</sup>) შესწავლა

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა გ. ჩივაძემ 12.04.1993)

რუსთავის საბადოს ნავთობის კვლევა ტარდებოდა ნავთობების შესწავლის უნიფიცირებული პროგრამის მიხედვით სტანდარტული მეთოდებით [1].

ნავთობის სინჯი აღებულია 16<sup>ბ</sup> ქაბურღილიდან. ნავთობშემცველი ჰორიზონტი – შუა ეოცენი. პერფორაციის ინტერვალით 2200-2290 მ. ნავთობის ფიზიკურ-ქიმიური დაბასიათება მოყვანილია I ცხრილში.

ცხრილი 1

რუსთავის ნავთობის ფიზიკურ-ქიმიური თვისებები

$\rho_d^{20}$	$\nu_{\text{max}}^{20}$	ტემპ. °C		პარაფინი		S,	ფისები,	ასფალ- ტენი.,	v,	Ni,	შუა- ვური რიცხ.
		ბაუ.	აფეთ- ქების	%	ლლ. °C						
0,8494	5,98	-1	-8	3,5	47,8	0,15	4,4	2,2	$1,17 \cdot 10^{-6}$	$32,4 \cdot 10^{-6}$	0,21

200<sup>0</sup> C -მდე ატმოსფერულ წნევაზე გამოხდილი ფრაქციების ფიზიკური თვისებები და ჭგუფური შედგენილობა, განსაზღვრული ანილინში ხსნადობის კრიტიკული ტემპერატურის დადგენით დეარომატიზაციამდე და დეარომატიზაციის შემდეგ, მოყვანილია 2 ცხრილში.

200<sup>0</sup>C-ზე ზემოთ ვაკუუმში გამოხდილი 50<sup>0</sup>-იანი ფრაქციების თვისებები და ჭგუფური შედგენილობა, განსაზღვრული აღსორბეული დაყოფით ACK მარკის სილიკაგელზე, მოცემულია მესამე ცხრილში.

ახალი საბადოს ნავთობის მიზანშეწონილი გადამუშავების გზების დასახვის მიზნით შესწავლილი იყო აგრეთვე რუსთავის ნავთობიდან სხვადასხვა სასაქონლო ნავთობპროდუქტების მიღების შესაძლებლობა.

ნავთის ფრაქციებისა და ღიზელის საწვავის ფიზიკურ-ქიმიური დაბასიათება მოყვანილია 4 ცხრილში, ხოლო 350<sup>0</sup> C-ზე ზემოთ ნარჩენისა და ამ ნარჩენისაგან მიღებული საბაზო ზეთების პოტენციური შემცველობა და თვისებები მოცემულია 5 ცხრილში.

ჩატარებული კვლევების შედეგად დადგენილია, რომ რუსთავის საბადოს ნავთობი 16<sup>ბ</sup> ქაბურღილიდან წარმოადგენს მცირეგოგირდოვან, მცირეფისოვან, პარაფინულ ნავთობს. 350<sup>0</sup> C-მდე ფრაქციის მაღალი შემცველობით (68%).

200<sup>0</sup>C-მდე გამოხდილ ფრაქციებში სპარბობს ნაფტენური რიგის ნახშირწყალბადები, რაც მიუთითებს მათ მაღალ დეტონაციურ მდგრადობაზე. გამომდინარე აქედან და აგრეთვე გოგირდის დაბალი შემცველობისა და მაღალი გამოსავლის გამო ისინი წარმოადგენენ ხელსაყრელ ნედლეულს კატალიზური რიფორმინგისათვის.



ნავთის ფრაქცია 120-230<sup>o</sup> C თავისი სიმკვრივის, კინემატიკური სიბლანტისა და არამბოლავი ალის სიმაღლის მიხედვით აკმაყოფილებს სტანდარტული გათვალისწინებულ მოთხოვნებს გასანათებელ ნავთზე. ხოლო ფრაქციები 140-350<sup>o</sup> C გოგირდის უმნიშვნელო შემცველობის, დაბალი სიბლანტის და ცეტანის რიცხვის მიხედვით წარმოადგენენ ხელსაყრელ ნედლეულს ზაფხულის მარკის დიზელის საწვავის მისაღებად.

ცხრილი 2

200<sup>o</sup>C-მდე გამოხდილი ფრაქციების თვისებები და ჯგუფური შედგენილობა

ფრაქცია °C	გამოსავალი %	$n_D^{20}$	$\rho_4^{20}$	ნახშირწყალბად. შემცველობა %		
				არომატ.	ნაფტენ.	პარაფინული
35-62	1,7	1,4054	0,6914			
62-100	7,2	1,4175	0,7442	12,07	51,04	36,89
100-120	3,7	1,4282	0,7637	21,4	38,22	40,38
120-150	5,2	1,4372	0,7810	22,05	37,39	40,56
150-200	9,1	1,4465	0,8017	20,28	43,83	35,89

ცხრილი 3

200<sup>o</sup> C-ზე ზემოთ გამოხდილი ფრაქციების დახასიათება და ჯგუფური შედგენილობა, განსაზღვრული ადსორბციული დაყოფით სილიკაგელზე

ფრაქცია °C	გამოსავალი, %	$n_D^{20}$	$\rho_4^{20}$	მეთანონაფტენ. ნაზშ.		I ჯგ. არომატ. ნაზშ.		II ჯგ. არომ. ნაზშირ.		III ჯგ. არომ. ნაზშირ.		IV ჯგ. არომ. ნაზშირ.		ფისები, %
				%	$n_D^{20}$	%	$n_D^{20}$	%	$n_D^{20}$	%	$n_D^{20}$	%	$n_D^{20}$	
200-250	11.2	1,4685	0,8430	88,5	1,4475	5,8	1,5050	1,6	1,5458	0,8	1,5730	2,5	1,5950	5
250-300	14.7	1,4782	0,8597	82,7	1,4570	3,1	1,5185	-	-	7,3	1,5545	6,1	1,6040	0,6
300-350	15.2	1,4922	0,8812	73,8	1,4630	9,0	1,5158	2,2	1,5464	7,3	1,5660	6,8	1,6315	0,54

მიუხედავად იმისა, რომ რუსთავის ნავთობიდან მიღებული ნარჩენი საბაზო ზეთები ხასიათდება მაღალი სიბლანტის ინდექსით, მაღალი გაყინვის ტემპერატურის გამო მათგან საბაზო ზეთების მიღება არ არის რეკომენდებული.

350<sup>o</sup> C-ზე ზემოთ ნარჩენი შეიძლება გამოყენებულ იქნეს როგორც საწვავი მაზუთი, ან როგორც ნედლეული კრეკინგ-პროცესისათვის. მისგან საგზაო ბითუმების მიღება არ არის მიზანშეწონილი პარაფინული ნახშირწყალბადების მაღალი შემცველობისა და ფისოვან-ასფალტენური ნაერთების დაბალი შემცველობის გამო.

ამრიგად, თანახმად დარგობრივი სტანდარტისა 38.01197-80, რუსთავის ნავთობის ტექნოლოგიური შიფრი შეადგენს 1,1,3,1.2.

საქართველოს მეცნ. აკადემია  
პ.მელიქიშვილის სახელობის ფიზიკური და  
ორგანული ქიმიის ინსტიტუტი



ნავთისა და დიზელის საწვავის ფრაქციების ფიზიკურ-ქიმიური თვისებები

ფრაქცია, °C	გამოსავალი %	$n_D^{20}$	$\rho_4^{20}$	$V_{44}^{20}$	არამბოლა- კი აღის სი- ზღვე, მმ	დიზელის ინდექსი	ცეტანის რიცხვი
120-230	18,4	1,4494	0,8016	1,45	31,77	-	-
150-280	28,6	1,4663	0,8346	2,54	18,20	-	-
140-320	43,6	1,4693	0,8454	3,26	-	50,4	48,1
140-350	52,6	1,4719	0,8469	3,7	-	51,75	46,5
180-350	44,6	1,4784	0,8605	4,47	-	49,02	42,12

350° C-ზე ზემოთ ნარჩენიდან მიღებული ზეთების დახასიათება

კომპოზიციის დასახელება	ზეთის გამოსავალი		$n_D^{20}$	$\rho_4^{20}$	კინემატიკური სიბლანტე, მმ <sup>2</sup> /ს		სიბლანტის ინდექსი	გაყინვის ტემპერა- ტურა °C
	ნარჩენის მიმართ	ნავთობის მიმართ			50°C	100°C		
ნარჩენი 350°C ზემოთ*	-	32	-	0,9506	-	-	-	36,2
მეთანო-ნაფტენური ნახშირწყალბად.	45,9	14,7	1,4795	0,8784	24,6	7,3	120	40,3
მეთანო-ნაფტ. +I ჯგ. არომატ. ნახშირწყალბადები	56,9	18,2	1,4864	0,8815	26,1	7,8	120	39,1
მეთანო-ნაფტ. +I+II ჯგ. არომატ. ნახშირწყალბადები	60,0	19,2	1,4956	0,8903	27,8	8,3	120	37,5
მეთანო-ნაფტ. +I+II+III ჯგ. არომატ. ნახშირწყალბადები	67,7	21,6	1,5095	0,9050	28,6	8,9	120	36,3
მეთანო-ნაფტ. +I+II+III+IV ჯგ. არომატ. ნახშირწყალბადები	74,9	23,9	1,15236	0,9216	30,0	9,6	120	36,0
ფისები	22,4	7,2						

\*ასფალტენის შემცველობა ნარჩენზე 2,5%, ან 0,8% ნავთობის მიმართ

L. Ф. Топуридзе, Г. Ш. Хитири, Н. Т. Хецуриани

Изучение нефти Руставского месторождения (скважина 16<sup>а</sup>)

## Резюме

Показано, что руставская нефть, скважины 16<sup>а</sup>, является малосернистой, малосмолистой, парафинистой, с содержанием фракций, выкипающих до 350<sup>0</sup>С, около 70%.

Бензиновые фракции, характеризующиеся низким содержанием серы и высоким содержанием нефтяных углеводородов, являются благоприятным сырьем для каталитического риформинга.

Керосиновая фракция 120-230<sup>0</sup>С по вязкости и высоте некоптящего пламени удовлетворяет требованиям стандарта на осветительный керосин, а фракции 140-320<sup>0</sup> и 140-350<sup>0</sup>С – на дизельное топливо марки Л.

Остаточные масла характеризуются высоким индексом вязкости и высокой температурой застывания, что указывает на необходимость дополнительной депарафинизации. Остаток выше 350<sup>0</sup>С целесообразно применять в качестве сырья для вторичной переработки.

Так как исследуемая нефть является малосмолистой и парафинистой, из нее не могут быть получены дорожные битумы.

ORGANIC CHEMISTRY

L. Topuridze, G. Khitiri, N. Khetsuriani

Study of Rustavi oil (well No 16<sup>a</sup>)

## Summary

It is shown that Rustavi crude oil (well No 16 a) is a low-sulphurous, low-resinous and paraffinaceous oil with high content of fractions boiling up to 350<sup>0</sup>С (at about 70%). Benzene fractions characterized by a low-content of sulphur and high content of naphthenic hydrocarbons are favourable for catalytic reforming.

Kerosene fraction satisfies the requirements for illuminating kerosene by its viscosity and the height of non-smoke flame, and 140-320 and 140-350<sup>0</sup>С fractions satisfy those for diesel fuel of the mark „L“.

Residual oils are characterized by high viscosity indices and high solidification temperatures, which points to the necessity of extra deparaffinization. The residue above 350<sup>0</sup>С can be used as a raw material for secondary conversion.

Being a low-resinous and paraffinaceous oil, Rustavi oil can not be used for road bitumens.

## ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. Методы анализа, исследований и испытаний нефтей и нефтепродуктов. М., 1984.



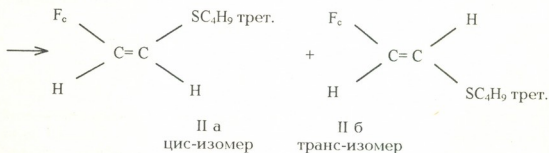
И.А.Фиолия, А.П.Асатиани

## О регио- и стереонаправленности реакции нуклеофильного присоединения трет.-бутилмеркаптана к ферроценилацетилену

(Представлено членом–корреспондентом Академии Г.О.Чивадзе 29.06.1993)

Хотя нуклеофильному присоединению тиолов к замещенным ацетиленам уделялось большое внимание [1], реакции присоединения тиолов к ферроценилацетилену до сих пор не изучались. Следовательно, для осуществления синтеза физиологически активных соединений, а также для установления регио- и стереонаправленности реакции нами изучено взаимодействие тиолов к ферроценилацетилену.

Тиолирование ферроценилацетилена [2] проводили в тетрагидрофуране в присутствии едкого калия в атмосфере аргона.



Следует отметить, что присоединение к ферроценилацетилену идет с трудом, и для ее завершения требуется длительное нагревание (~24 часа при 80°C). За ходом реакции следили с помощью тонкослойной хроматографии.

Анализ выделенных из реакционной смеси продуктов с помощью спектроскопии ПМР показал, что реакция проходит региоспецифично с образованием исключительно продукта β-присоединения, но нестереоспецифично с получением смеси цис-, и транс-изомеров (~60% цис и ~40% транс).

С помощью метода препаративной ТСХ на окиси алюминия в гексане нами выделены индивидуальные цис- и транс- изомеры.

В ПРМ-спектре полученного цис-изомера (IIа) имеются два дублета винильных протонов с хим. сдвигами для H<sub>α</sub> и H<sub>β</sub> протонов: δ<sub>H<sub>α</sub></sub> 6.00м.д., δ<sub>H<sub>β</sub></sub> 6.14м.д. с константой спин-спинового взаимодействия 10Гц. А в

ПМР-спектре выделенного транс-изомера (IIб) имеются также два дублета винильных протонов с хим. сдвигами:  $\delta_{H_a}$  6.25 м.д. и  $\delta_{H_b}$  6.50 м.д. с константой спин-спинового взаимодействия 15 Гц. Эти данные однозначно подтверждают строение цис- и транс-изомеров.

В ИК-спектре выделенных изомеров (IIа,б) не имеются частоты в области 2150–2170  $\text{см}^{-1}$ , соответствующие колебаниям  $\text{C}\equiv\text{C}$ -связи, но имеются частоты в области 1590  $\text{см}^{-1}$  и 1596  $\text{см}^{-1}$ , соответствующие колебаниям  $\text{C}=\text{C}$ -связи.

Таким образом, установлено, что присоединение трет-бутилмеркаптана к ферроценилацетилену в тетрагидрофуране идет исключительно в  $\beta$ -положение, как и к фенилацетилену [3], несмотря на значительно больший положительный эффект, проявляемый ферроцинильной группой, по сравнению с фенильной [4], который должен был бы способствовать  $\alpha$ -присоединению. Однако из литературных данных известно, что направление присоединения нуклеофилов к тройной связи  $\text{R}-\text{C}\equiv\text{CH}$  полностью согласуется с электронным эффектом заместителя R только для электронакцепторных заместителей и реагент вступает в молекулу на 100%  $\beta$ -региоспецифично [5,6]. Что касается ацетиленов с электродонорными заместителями, в соотношении образующихся  $\alpha$ - и  $\beta$ -региоизомеров определяющим становится влияние стерических эффектов [7-12].

Исходя из этого, можно предположить, что статическая поляризация  $\pi$ -электронной системы ферроценилацетилена не определяет преимущественную направленность нуклеофильного присоединения и зависит от преимущества переходного состояния при  $\alpha$ - и  $\beta$ -присоединении. Большой объем трет-бутильной и ферроцинильной групп пространственно затрудняет  $\alpha$ -присоединение, и преимущественным становится переходное состояние при  $\beta$ -присоединении.

Нестереоспецифичное течение реакции тиолирования ферроценилацетилена объясняется двояко: допустим, что в апротонной среде (ТГФ), благодаря повышению скорости реакции, несколько снижается невыгодность син-атаки; либо, благодаря естественному замедлению связывания протона, в этой среде возникают возможности для частичного протекания изомеризации первоначально образованного промежуточного аниона до его стабилизации в конечный аддукт [7].

Однако мы не исключаем возможности накладывания в небольшой степени свободнорадикального присоединения тиола [3,7], дающего обычно для данных субстратов смесь стереоизомеров.

*Получение ферроцинил-трет-бутилтиозена (II).* К раствору ферроценилацетилена (I) (0.0025 г-мол) в 15 мл абс. тетрагидрофурана добавили КОН (0.0001 г-мол) и 0.1 г метанола и в токе аргона при температуре 40-45°C прибавили трет-бутилмеркаптан (0.0025 г-мол) в 2 мл абс. тетрагидрофурана. После прибавления всего количества тиола

контроль методом ТСХ в гексане показал, что реакция не прошла. Подняли температуру реакции. Нагревали 3 ч при 50°C, затем при 60–70°C, затем добавили несколько капель гексаметиловый фосфорит при этой же температуре и продолжали нагревание при 80–86° до исчезновения исходного вещества (I) (~24 ч). К раствору добавили воду, экстрагировали эфиром, промыли водой, сушили MgSO<sub>4</sub>. После удаления растворителя в вакууме продукт высушили в вакуум-эксикаторе.

Получили темно-коричневое кристаллическое вещество, которое по данным спектров ПМР содержит ~60% цис- и ~40% транс-изомера (II). Выход – 90%.

Найдено %: С 64.56; Н 6.47; S II.02. C<sub>16</sub>H<sub>20</sub>FeS. Вычислено %: С 64.00; Н 6.67; Fe 18.67; S 10.67.

Смесь цис- и транс-изомеров (II) препаративно делили методом ТСХ на незакрепленном слое Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> в гексане.

Спектры ПМР сняты на приборе фирмы Bruker WM-250 с рабочей частотой 250 МГц в растворе CDCl<sub>3</sub>.

ИК-спектры сняты на приборе Specord M-80 в прессовке с KBr.

Тбилисский государственный  
университет им. И.А.Джавахишвили

(Поступило 30.06.1993)

ორბანული ჟიჟი

ი.ფიოლია, ლ.ასათიანი

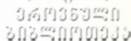
მესამ. - ბუთილმერკაპტანის ფეროცენილაცეტილენთან  
ნუკლეოფილური მიერთების რეაქციის რეგიო- და  
სტერეომიმართულების შესახებ

რ ე ზ ი უ მ ე

მესამ. - ბუთილმერკაპტანის მაგალითზე პირველად იქნა შესწავლილი თიოლების ფეროცენილაცეტილენთან ნუკლეოფილური მიერთების რეაქციის რეგიო- და სტერეომიმართულება აპროტონული გამხსნელის ტპფ-ის არეში. დადგენილია, რომ რეაქცია მიდის რეგიოსპეციფიკურად, მაგრამ არასტერეოსპეციფიკურად. მიიღება მხოლოდ β-მიერთების პროდუქტი ცის- და ტრანს- კონფიგურაციით (~60% ცის და ~40% ტრანს). თხელფენოვანი ქრომატოგრაფიის საშუალებით გამოყოფილია ინდივიდუალური ცის- და ტრანს-იზომერები. გამოთქმულია მოსაზრება რეაქციის მექანიზმის შესახებ.

მიღებულ ნაერთთა აგებულება და შედგენილობა დამტკიცებულია იწ-, კპრ-სპექტროსკოპიის და ელემენტური ანალიზის საშუალებით.

I. Fiolia, L. Asatiani.


 GEORGIAN CHEMICAL SOCIETY

## On Regio- and Stereodirection of the Reaction of Nucleophilic Additions of Tert.-Butylmercaptanes to Ferrocenylacetylene

### Summary

For the first time the regio- and stereodirection of the reactions of nucleophilic addition of thiols Ferrocenylacetylene has been studied on example of tert.-butylmercaptane.

It has been stated, that the reaction goes regiospecifically, but not stereospecifically. The product of  $\beta$ -additions with cis- and trans-configuration (~60% cis, ~40% trans) has been obtained only. Individual cis- and trans-isomeres have been isolated by the thin layer chromatography.

The hypothesis concerning possible mechanism of the reaction has been proposed.

The structure and composition of received compounds have been established by IR- and PMR-spectroscopy and elemental analysis.

### ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. Общая органическая химия, 5. М., 1983.
2. *M.Rosenblum, N.Brawn, J.Papenmeier, M.Applebaum.* J.Organometal. Chem., 6, 1966, 173-180.
3. *А.А.Крон.* Дис. канд. хим. наук. М., 1977.
4. *Э.Г.Перевалова, М.Д.Решстова, К.И.Грандберг.* Методы элементо-органической химии. М., 1983.
5. *Е.Н.Прилежаева, Г.С.Васильев, И.Л.Михелашвили, В.С.Богданов.* ЖОХ, 7, 1971, 1349-1355.
6. *И.Л.Михелашвили, Е.Н.Прилежаева.* ЖОХ, 10, 12, 1974, 2524-2527.
7. *В.И.Лаба, А.В.Свиридова, А.А.Крон, Е.Н.Прилежаева.* Изв. АН СССР.Сер. хим., 7, 1977, 1566-1573.
8. *В.И.Лаба, А.В.Свиридова, А.А.Крон, В.Н.Дудникова, Е.Н.Прилежаева.* Изв. АН СССР.Сер. хим., 12, 1974, 2874.
9. *W.E.Truce, J.A.Simms.* JACS., 78, 12, 1956, 2756-2759.
10. *Н.К.Кульбовская, Е.П.Грачева, М.Ф.Шостаковский.* ЖОХ, 30, 1, 1960, 81-86.
11. *М.Ф.Шостаковский, Н.К.Кульбовская, Е.П.Грачева, В.И.Лаба, Л.М.Якушина.* ЖОХ, 32, 3, 1962, 709-714.
12. *M.H.Mueller, K.Griesbaum.* J.Org.Chem., 32, 1967, 857-860.



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

## Изотопный обмен кислорода в системах молекулярной кислород-цеолиты, модифицированные железом

В работах по гетерогенному окислительному катализу широко используются реакции изотопного обмена кислорода [1-3]. Делается это для изучения механизма действия окисных катализаторов и возможной закономерности их подбора. Считается, что энергия активации обмена характеризует энергию связи кислорода в поверхностном слое. Авторы [4,5] это обосновывали данными по теплотам адсорбции, а скорость обмена является мерой подвижности кислорода в гетерогенной системе  $O_2$  – окисел (скоростью стадии, определяющей скорость установления равновесия в этой системе) [6].

Целью настоящей работы является изучение подвижности кислорода в цеолитах У, L, M, ЭR, модифицированных железом.

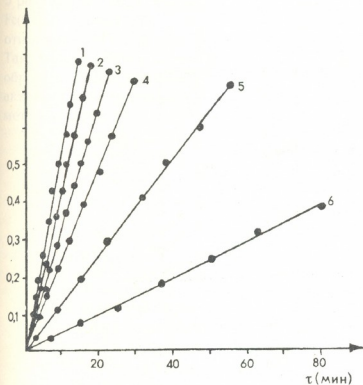
Модификацию цеолитов проводили путем ионного обмена из 0,2M раствора нитрата железа, Кратностью обработок меняли количество железа. Кроме того, железо вводили в цеолиты путем адсорбции пентакарбонила железа из газовой фазы. Опыты проводили в вакуумной установке. Прогретый до  $400^\circ C$  цеолит откачивали при вакууме  $10^{-5}$  тор, затем охлаждали до комнатной температуры и напускали пары пентакарбонила железа. Адсорбцию проводили 12 часов при насыщенности пара  $Fe(CO)_5$ . После адсорбции, откачивая, десорбировали  $Fe(CO)_5$ . На цеолитах оставались хемосорбированные молекулы пентакарбонила железа, количество которого определяли весовым методом, подробно описанным в [7].

Изотопный обмен проводили в вакуумно-статической установке с рабочим объемом 0,21л. Для исходных цеолитов обмен протекает с измеримыми скоростями только при температурах выше  $600^\circ C$ . А в случае железных форм цеолитов обмен проводили в температурном интервале  $350-450^\circ C$ . Было найдено, что после термовакуумной тренировки цеолиты имеют неустойчивую повышенную активность в гетерогенном обмене с молекулярным кислородом, которая снижается по мере выдержки в кислороде и достигает постоянного уровня через 5-6 часов обработки цеолитов кислородом при температуре  $700^\circ C$ . Поэтому была принята следующая стандартная методика проведения опытов. Образцы исходных цеолитов тренировали при  $700^\circ C$ , а железосодержащие формы цеолитов – при  $500^\circ C$  в вакууме  $10^{-6}$  тор в течение 5 часов и затем при этой же температуре обрабатывали

природным кислородом при давлении, равном в опытах по изотопному обмену, не менее 5 часов.

Для повышения чувствительности опыты проводили в условиях большого избытка кислорода в твердой фазе: отношение числа атомов кислорода в цеолите к числу атомов кислорода в газе составляло 2500-11000.

Экспериментальные результаты приведены в таблице и на рис.1 и 2.



Fe, Na- $\text{Y}_{\text{agc}}$  (Fe=8,6%)      Fe, Na- $\text{Y}_{\text{U.O.}}$  (Fe=4,5%)  
 Fe, Na- $\text{Y}_{\text{U.O.}}$  (Fe=11,2%)    Fe, Na- $\text{M}_{\text{agc}}$  (Fe=0,29%)  
 Fe, K- $\text{L}_{\text{agc}}$  (Fe=1,67%)  
 Fe, Na- $\text{Y}_{\text{U.O.}}$  (Fe=7,7%)

Рис.1. Кинетика обмена  $^{18}\text{O}$  с цеолитами при  $500^\circ\text{C}$ .

Как видно из рис.1, изменение концентрации  $^{18}\text{O}_2$  в газовой фазе в зависимости от времени обмена хорошо описывается уравнением первого порядка для всех изученных исходных и железосодержащих цеолитов. Это свидетельствует о равноценности основного количества кислорода в твердой фазе по отношению к данной реакции.

Поскольку размеры каналов цеолита, по которым молекула кислорода может попасть внутрь кристаллической структуры цеолита для того, чтобы вступить в

обмен со структурными анионами кислорода, чрезвычайно малы, а обмен протекает при высоких температурах, можно было допустить, что наблюдаемая равноценность кислорода цеолитов в отношении обмена обусловлена диффузионными осложнениями. Для этого были проведены опыты с образцами цеолитов, имевшими различные размеры зерен (от 3 до 0,5 мм). Кроме того, если учесть, что опыты проводили при низких давлениях газа (0,1 тор), то, по данным опытов, можно сказать, что обмен не лимитируется диффузией газа к внешней поверхности кристалликов цеолита. Что же касается возможности торможения обмена диффузией во внутрикристаллической структуре цеолитов, то против такого предположения свидетельствуют высокие

энергии активации изотопного обмена между кислородом и исходными цеолитами У, L, М, ЭР. Действительно, обработка полученных результатов по уравнению Аррениуса показала, что обмен протекает с энергиями активации 45-49 ккал/г.мол (рис.2, таблица).

Из кинетических характеристик обмена кислорода между  $^{18}\text{O}$  и цеолитами видно, что по активности исходные формы цеолитов можно расположить в следующий ряд:

$\text{K-L} > \text{K, Na-ЭР} > \text{Na-У} > \text{Na-М}$ ,

а по величинам энергии активации:

$\text{K, Na-ЭР} > \text{K-L} > \text{Na-У} > \text{Na-М}$ .

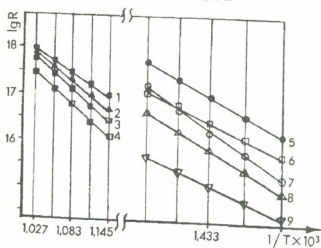


Рис.2. Зависимость логарифма скорости обмена от обратной температуры

- K-L<sub>исх.</sub>
- ▲ K-ЭР<sub>исх.</sub>
- ▣ Na-У<sub>исх.</sub>
- Na-М<sub>исх.</sub>
- 
- Fe, Na-У<sub>адс.</sub> (Fe=8,6%)
- Fe, K-L<sub>адс.</sub> (Fe=1,67%)
- Fe, Na-У<sub>и.о.</sub> (Fe=7,7%)
- △ Fe, Na-У<sub>и.о.</sub> (Fe=4,5%)
- ▽ Fe, Na-М<sub>адс.</sub> (Fe=0,29%)

Цеолит	Содерж. Fe % мас.	Темпер. °C	$R \times 10^{-6}$ атом / г.мин.	E ккал/мол
Na-У	исх.	600	3,5	47
Na-М	исх.	600	1,7	49
*K-L	исх.	600	6,4	46
K-ЭР	исх.	600	5,3	45
Fe, Na-У и.о.	4,5	400	0,302	38
Fe, Na-У и.о.	7,7	400	0,794	38
Fe, Na-У и.о.	11,2	400	1,4	38
Fe, Na-У адс.	8,6	400	3,63	35
Fe, Na-М адс.	0,29	400	0,025	36
Fe, K-L адс.	1,67	416	1,58	36

Замещение ионов щелочных металлов на ионы железа значительно увеличивает активность всех типов цеолитов в изотопном обмене кислорода и уменьшает энергию активации (до 38-40 ккал/моль). При этом увеличение активности зависит от количества введенного в цеолит железа. Например, в случае цеолита Fe, Na-Y, приготовленного ионным обменом, увеличение количества железа от 4,5 до 11,2% увеличивает активность в отношении реакции изотопного обмена  $O_2$  в 5 раз. Кроме того, введение Fe в цеолиты путем газофазной адсорбции  $Fe(CO)_5$  значительно больше увеличивает активность цеолитов в отношении изотопного обмена, чем введение путем ионного обмена. Так, между образцами Fe, Na-Y, содержащими близкие количества Fe, образец, полученный через пентакарбонил железа, обладает активностью примерно в 3 раза больше, чем образец, полученный методом ионного обмена.

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)

შიზიკური ჰიმიის

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

ქანგბადის იზოტოპური მიმოცვლა სისტემებში მოლეკულური  
ქანგბადი-ცეოლითები, მოდიფიცირებული რკინით

რ ე ზ ი უ მ ე

შესწავლილია როგორც საწყისი, ასევე რკინის შემცველი ცეოლითების Y, L, M და ერიონიტის თვისებები ქანგბადის იზოტოპური მიმოცვლის რეაქციაში. რკინის შემცველი ცეოლითები მომზადებულია ორი მეთოდით: იონური მიმოცვლის მეთოდით რკინის ნიტრატის ხსნარიდან და ადსორბციული - რკინის პენტაკარბონილის ადსორბციისა და მისი შემდგომი დაშლის მეთოდით.

ნაჩვენებია, რომ რკინის შეყვანა მნიშვნელოვნად ზრდის იზოტოპური მიმოცვლის რეაქციის სიჩქარეს და ამცირებს აქტივაციის ენერგიას. მეორეც, რეაქციის სიჩქარე დამოკიდებულია როგორც რკინის კონცენტრაციაზე, ასევე მისი ცეოლითში შეყვანის მეთოდზე. ასე მაგალითად, ადსორბციული მეთოდით მომზადებული ნიმუშების შემთხვევაში იზოტოპური მიმოცვლის რეაქციის სიჩქარე მთელი რიგით მეტია, ვიდრე იონური მიმოცვლით მომზადებული ნიმუშების შემთხვევაში.



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

## Isotopic Exchange of Oxygen in the Systems Molecular Oxygen-Zeolites Modified by Iron

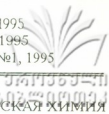
### Summary

The properties of either initial or iron-containing Y, L, M zeolites and erionite in the isotopic exchange reaction of oxygen were studied. The iron-containing zeolites had been prepared by two methods: by ion exchange from iron nitrate solution and by adsorption – iron pentacarbonile adsorption and its further decomposition.

It's shown that introduction of iron significantly increases the velocity of isotopic exchange reaction and decreases the activation energy. Secondly, the reaction rate depends on iron concentration as well as on the method of its introduction into zeolite. For example, in case of the samples prepared by adsorption method, the rate of isotopic exchange reaction is higher in one order than that of samples prepared by ion exchange.

### ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. Г.К.Боресков, Л.А.Касаткина. УХ. 38,1968, 1462-1491.
2. Г.К.Боресков, В.В.Поповский, В.А.Сазомов. Труды IV Междунар. конгресса по катализу. М., 1970, 343-354.
3. Г.К.Боресков. Сб. "Проблемы кинетики и катализа". М., 1966, 45-55.
4. В.В.Поповский, Г.К.Боресков, В.С.Музыкантов, В.А.Сазонов, С.Г.Шубников. Кинетика и катализ, т.10, 1969, 786-795.
5. В.А.Сазонов, В.В.Поповский, Г.К.Боресков. Кинетика и катализ, т.9, 1968, 312-318.
6. Г.В.Порчидзе. Автореф. канд. дисс. Тбилиси, 1987.
7. В.Э.Вассерберг, И.Г.Борисович, О.Д.Стерлигов, Л.К.Маслова. Изв. АН СССР. Сер. хим., 6, 1976, 1227-1231.



Э.И.Качибая, А.Н.Джапаридзе (член-корреспондент АН Грузии),  
Р.А.Имнадзе, Т.В. Паикидзе

## Физико-химическое исследование продуктов электрохимического восстановления $\text{CuCrO}_4$ в условиях работы литиевого элемента

Современные исследования структуры и физико-химических свойств твердых веществ связаны, прежде всего, с использованием этих веществ в качестве материалов в самых различных отраслях науки и техники. Особым объектом исследования являются соединения, представляющие интерес в качестве катодных материалов химических источников тока. На сегодняшний день элементы с литиевым анодом наиболее близки к универсальному автономному источнику питания. Основное преимущество этих элементов по сравнению с традиционными — высокое напряжение и емкость, сохранность, способность работать в широком интервале температур. Литиевые элементы могут быть использованы для длительного электропитания микроэлектронной техники, что предопределяет их интенсивное развитие. Во всех развитых странах идет широкий поиск новых катодных материалов и электролитов для литиевых источников тока.

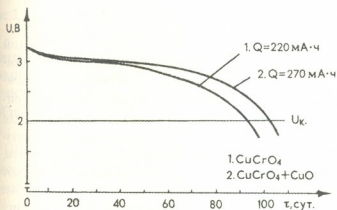


Рис.1. Разрядные кривые Li-элементов с катодами из  $\text{CuCrO}_4$ (1) и  $\text{CuCrO}_4 + \text{CuO}$  (5%) (2) при  $R=30\text{кОм}$  и  $t=25^\circ$

Среди исследованных нами на основе смешанных соединений меди и хрома катодных материалов только продукты двухстадийной термообработки смеси  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  и  $\text{CrO}_3$  обеспечивают создание литиевых элементов с номинальным напряжением 3,0В [1,2]. Li-элементы с катодами на основе безводных образцов  $\text{CuCrO}_4$ , полученных по вышеуказанному методу,

характеризуются пологой разрядной кривой при величине разрядного напряжения 3,0-2,9В. Емкость элементов при  $U_k=2,0\text{В}$  в зависимости от температуры обработки на второй стадии может составить от 200 до 240 мА·ч. Лучшими характеристиками среди них обладают элементы на основе образцов  $\text{CuCrO}_4$ , полученных в интервале  $300-350^\circ$ . Для дальнейшей оптимизации катодного материала на основе

хромата меди с целью повышения разрядного напряжения и увеличения емкости Li-элементов были изучены образцы, содержащие от 1 до 20% оксида меди, вводимого в качестве центров кристаллизации при получении  $\text{CuCrO}_4$  (рис.1). Наличие в образцах катодного материала оксида меди в количестве 5% приводит к увеличению разрядного напряжения на 0,1 В, а емкости элемента – на 20%. Макетные элементы „монетного“ типа [3] с катодами на основе безводного хромата меди с примесью  $\text{CuO}$  ( $0,1 < \text{CuO} < 10\%$ ) обладают емкостью, в два раза превышающей емкость промышленно-выпускаемых Li-элементов с дегидратированным электролитическим диоксидом марганца (табл.1), и на 15-20% превышают емкость макетных Li-элементов на основе смешанных оксидов марганца и хрома [2]. Использование смешанного органического электролита позволяет улучшить электрические характеристики Li/ $\text{CuCrO}_4$ -элементов, особенно при низких температурах (рис.2).

Т а б л и ц а 1

Разрядные характеристики Li-элементов в зависимости от состава катодного материала при  $R=30\text{кОм}$  и  $t=25^\circ$

Состав катодного материала	Характеристика элемента		
	ЭДС, В	Ср. разрядное напряжение U, В	Q при $U_k=2\text{В}$ , мА·ч
$\text{CuCrO}_4(\text{CuO})$	3,20	3,0 – 2,9	270
$\beta\text{-MnO}_2$	3,15	2,5	130
$\text{Mn}_{0,5}\text{Cr}_{0,5}\text{O}_2$	3,10	2,8 – 2,7	220

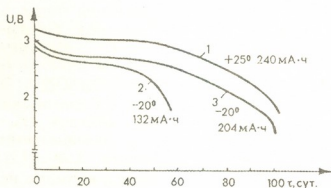


Рис.2. Разрядные кривые Li/ $\text{CuCrO}_4$ -элементов при  $R=30\text{кОм}$ : 1 – 1М раствор  $\text{LiBF}_4$  в  $\gamma\text{-БЛ}$ ,  $t=25^\circ$ ; 2 – 1М раствор  $\text{LiBF}_4$  в  $\gamma\text{-БЛ}$ ,  $t=-20^\circ$ ; 3 – 1М раствор  $\text{LiBF}_4$  в смеси ПК: 1,2 ДМЭ (7:3),  $t=-20^\circ$

Результаты испытаний оптимизированных по катодному материалу и электролиту Li/ $\text{CuCrO}_4$ -элементов при  $t=+25$  и  $+60^\circ$  после 2-3 лет хранения дают возможность предположить, что их сохранность может достигь 10 лет.

Рентгенографические исследования отмытых от компонентов электролита продуктов подзаряда Li/ $\text{CuCrO}_4$ -элементов на разную емкость показали, что с увеличением времени

разряда от 100 до 3000 ч происходит уменьшение интенсивности линий, соответствующих хромату меди:  $d=3,65; 3,57; 2,71; 2,62; 2,49\text{ \AA}$ . Прослеживается исчезновение основных линий  $\text{CuCrO}_4$  (кроме линии  $d=2,41\text{-}2,49\text{ \AA}$ ) и появление новых слабых линий, что указывает на образование плохо кристаллизованных фаз переменного состава из

исходного соединения и продуктов восстановления. С увеличением времени разряда в твердых продуктах подзаряда  $\text{Li/CuCrO}_4$  увеличивается содержание лития ( $>0,75\%$ ). Подтверждением образования фаз переменного состава может служить снижение величины равновесного значения ЭДС (после отключения тока) по мере увеличения степени разряда элемента (рис.3) [4]. Для элементов системы  $\text{Li/CuCrO}_4$ , в отличие от системы  $\text{Li/MnO}_2$  [3], наблюдается зависимость величины равновесного потенциала от степени разряда при сохранении стабильного характера разрядной кривой.

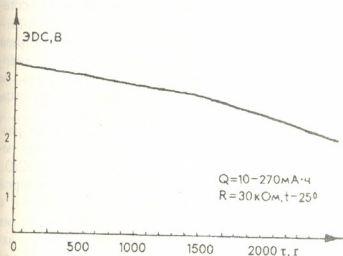


Рис.3. Зависимость равновесной ЭДС от степени разряда  $\text{Li/CuCrO}_4$ -элемента

В результате исследований характеристик смешанных соединений меди и хрома [1, 2] установлено, что при термическом разложении в оптимизированных условиях смеси  $\text{Cu(NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  и  $\text{CrO}_3$  формируется активный катодный материал — безводный хромат меди, обладающий способностью образовывать интеркалаты с ионами лития, что и обеспечивает большую емкость эле-

ментов на их основе, по сравнению с элементами на основе других соединений меди и хрома и оксидов марганца, опробованных в качестве катодных материалов. Можно предположить, что при разряде  $\text{Li/CuCrO}_4$ -элементов протекает твердофазная токообразующая реакция  $\text{CuCrO}_4 + x\text{Li}^+ + x\text{e}^- \rightarrow \text{Li}_x\text{CuCrO}_4$ .

ИК-спектральные исследования продуктов электрохимического восстановления  $\text{CuCrO}_4$  в  $\text{Li}$ -элементах показали, что для образцов со временем разряда 2400 ч в области  $400\text{-}800\text{ см}^{-1}$  практически исчезают

Т а б л и ц а 2

Колебательные полосы поглощения исходного образца и продуктов его электрохимического восстановления

Образец	$\text{см}^{-1}$
$\text{CuCrO}_4$ исходный	952; 788; 704; 480; 371; 318; 282
Продукт разряда $\text{Li/CuCrO}_4$ -элемента, $\tau_{\text{раз}}=100$ ч	952; 784; 476; 378; 318; 304; 281
Продукт разряда $\text{Li/CuCrO}_4$ -элемента, $\tau_{\text{раз}}=200$ ч	952; 896; 788; 484; 378; 371; 358; 319; 304; 291
Продукт разряда $\text{Li/CuCrO}_4$ -элемента, $\tau_{\text{раз}}=200$ ч	864; 500; 392; 366; $338\delta(\text{CrO})$ ; 315; 282

полосы, характерные для  $[\text{CrO}_4]^{2-}$ -иона и появляется полоса в области  $338 \text{ см}^{-1}$ , характерная для  $[\text{CrO}_4]^{3-}$ -иона (рис.4, табл.2), что указывает на восстановление  $\text{Cr}^{+6}$  до  $\text{Cr}^{+5}$ .

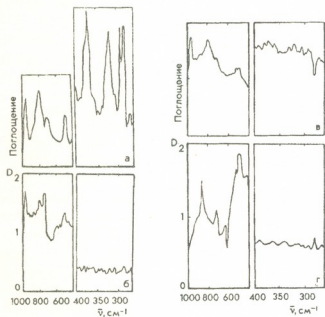


Рис.4. ИК-спектры поглощения ( $200\text{-}1000 \text{ см}^{-1}$ ) в вазелиновом масле: а –  $\text{CuCrO}_4$ ; б – продукты разряда  $\text{Li}/\text{CuCrO}_4$ -элемента,  $\tau_{\text{раз}}=100 \text{ ч}$ ; в –  $\tau_{\text{раз}}=200 \text{ ч}$ ; г –  $\tau_{\text{раз}}=2700 \text{ ч}$

$\text{Li}$ -элементах характеризуются образцы с меньшим размером частиц –  $3,02\text{-}2,9 \text{ мк}$  ( $350^\circ$ ). Известно, что коэффициент диффузии катионов лития в материалах активных компонентов катода, как правило, значительно ниже такового в типичных органических электролитах [5]. Поэтому катионы лития не успевают равномерно распределиться по объему частиц активного компонента катода и работает, в основном, поверхность частиц. По-видимому, в случае небольших размеров частиц реакция электрохимического восстановления  $\text{CuCrO}_4$  может протекать не только на поверхности, но и в глубине частиц. Отсутствие структурной воды в образцах  $\text{CuCrO}_4$  и несложный метод получения хромата меди делают его особенно перспективным для использования в  $\text{Li}$ -элементах.

Результаты изучения продуктов электрохимического восстановления  $\text{CuCrO}_4$  в условиях работы литиевого элемента могут представить определенный интерес для науки и практики в области химических источников тока.

Академия наук Грузии  
Институт неорганической химии и  
электрохимии

(Поступило 8.03.1993)

Можно предположить, что  $\text{CuCrO}_4$  восстанавливается по механизму, который является аналогом электронно-протонного механизма восстановления оксидов металлов в водных средах [4]. Восстановление  $\text{CuCrO}_4$  происходит в условиях медленной диффузии лития в твердой фазе, которую и следует считать лимитирующей стадией.

При сопоставлении размера и распределения частиц образцов  $\text{CuCrO}_4$ , полученных на второй стадии термообработки в интервале  $250\text{-}400^\circ$ , с их активностью оказалось, что большей активностью в

ე. კაჩიბაია, ლ. ჯაფარიძე (საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი)  
რ. იმნაძე, თ. პაიკიძე

საქართველო  
თბილისი

ლითიუმის ელემენტის მუშაობის პირობებში  $\text{CuCrO}_4$ -ის  
ელექტროქიმიური აღდგენის პროდუქტების ფიზიკურ-  
ქიმიური გამოკვლევა

რეზიუმე

წარმოდგენილია სპილენძის ქრომატის ელექტროქიმიური აღდგენის პროდუქტების ფიზიკურ-ქიმიური გამოკვლევის საფუძველზე  $\text{Li/CuCrO}_4$  ელემენტების მუშაობის პირობებში  $\text{CuCrO}_4$ -ის აღდგენის მექანიზმი. ექსპერიმენტულად დამტკიცებულია, რომ  $\text{Li/CuCrO}_4$  ელემენტის განმუხტვა მიმდინარეობს სპილენძის ქრომატში  $\text{Li}^+$  ჩანერგვისას არასტექიომეტრიული პროდუქტების წარმოქმნით თანახმად რეაქციისა, რომელიც დაკავშირებულია ქრომის ვალენტობის ცვლილებასთან.

PHYSICAL CHEMISTRY

E. Kachibaia, L. Japaridze, R. Innadze, T. Paikidze

Physico-chemical Research of the Products of the  $\text{CuCrO}_4$   
Electrochemical Reductions in Li-cell

Summary

In accordance with physico-chemical research of products of copper chromate electrochemical reduction, the mechanism of  $\text{CuCrO}_4$  reduction in  $\text{Li/CuCrO}_4$ -cells was suggested.

It was experimentally proved that the discharge proceeds with formation of the nonstychometric products of  $\text{Li}^+$  intercolation in copper chromate according to reaction, connected with the change of chromium valency.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. *Р.А.Имнадзе, Э.И.Качибая, Л.Н.Джапаридзе.* Сообщения АН ГССР, 136, 2, 1989.
2. *Э.И.Качибая, Р.А.Имнадзе.* Тез. докл. III Всесоюз. конф. по электрокатализу. М., 1991.
3. *Л.Н.Джапаридзе, В.Н.Дамье, Э.И.Качибая, Р.А.Имнадзе, Э.А.Сагранава.* Тез. докл. Всесоюз. совещания по совершенствованию технологии производства электролитического диоксида марганца. Рустави-Черкассы, 1987.
4. *П.Д.Луковцев.* Электрохимия, вып. 4, 1968.
5. *К.И.Тихонов, С.А.Цапах, К.А.Михайлова.* Электрохимия, 16, 2, 1980.

С.Р.Хомерики, Д.Н.Лордкипанидзе, Г.С.Безарашвили, З.Г.Дзоценидзе

## Влияние порошка сульфата натрия на воспламенение этано-воздушной смеси

(Представлено членом-корреспондентом Академии А.Н.Джапаридзе 26.06.1993)

В последние десятилетия для подавления пожаров все более широкое применение находят порошковые составы на основе различных неорганических солей (карбонатов, сульфатов, галогенидов, фосфатов и т.д.), щелочных и щелочноземельных металлов [1]. Такие составы отличаются высокой эффективностью, малой токсичностью, универсальностью действия и считаются весьма перспективными огнетушащими агентами. Дальнейшее развитие этого направления требует знания детального механизма воздействия порошковых составов на процессы горения, однако этот механизм все еще остается недостаточно изученным. К примеру, нет ясности в вопросе о том, какие факторы преобладают при подавлении пламени частицами порошков – химические или термические [2]. Без выяснения указанного механизма становится невозможным осмысленный научный поиск новых высокоэффективных порошковых средств.

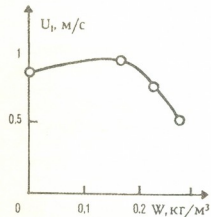


Рис. 1. Зависимость видимой скорости горения от массовой концентрации частиц порошка в реакторе

В данной работе предпринята попытка выяснить механизм воздействия частиц порошка  $Na_2SO_4$  на распространение пламени в стехиометрической этано-воздушной смеси (5,7%  $C_2H_6$ ) при атмосферном давлении и начальной комнатной температуре. Опыты проводились с использованием метода „вертикальной трубы“ [3]. Заранее приготовленную смесь поджигали искрой снизу у открытого конца стеклянного реактора, а предварительно высушенные частицы исследуемого порошка подавались с верхней части с помощью специального бункера. Высота реактора составляла 1500 мм, а внутренний диаметр – 45 мм. Видимая скорость перемещения ( $U_1$ ) и поверхность ( $F$ )

фронта пламени определялись с использованием метода видеосъемки, а массовая концентрация порошка в газовой среде ( $W$ ) – методом взвешивания частиц, осевших в специальном пробоотборнике. Удельная поверхность порошка была установлена с помощью прибора АДП-1, оказалось, что она составляет 41 м<sup>2</sup>/кг.

На рис. 1 представлена зависимость видимой скорости пламени от содержания твердых частиц в реакторе. Видно, что соответствующая

кривая проходит через максимум. Экстремальный характер указанной зависимости объясняется тем, что малые добавки частиц порошка вызывают „растяжение“ пламени — увеличение  $F$  — поверхности фронта (рис.2), что и приводит к начальному возрастанию скорости  $U_1$ . Дальнейшее увеличение  $W$  снижает видимую скорость.

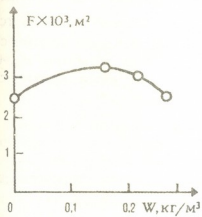


Рис.2. Зависимость поверхности фронта пламени от содержания твердых частиц в газовой среде

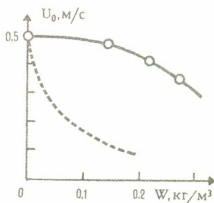


Рис.3. Зависимость нормальной скорости распространения пламени этана от концентрации частиц  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  в реакторе

Проведенный нами теоретический анализ с использованием метода Россера и Визе [4] показал, что в нашем эксперименте частицы порошка практически не успевают возгораться в пламени и, в основном, остаются в твердой фазе. Следовательно, ингибирование горения в данном случае имеет гетерогенный характер и обусловлено либо химическими факторами, либо охлаждением зоны пламени твердыми частицами.

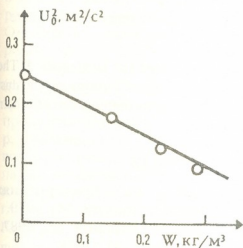


Рис.4. Результаты эксперимента в координатах А. Ван-Тигелена

На рис. 3 показана зависимость нормальной скорости горения —  $U_0$  от величины  $W$ . Параметр  $U_0$  рассчитывался по известной формуле [2],  $v_0 = r^2 U_1 / F$ , где  $r$  — внутренний радиус реактора. Как видно из рисунка, с увеличением  $W$  производное  $dU_0/dW$  уменьшается (с учетом его знака). Согласно Ван-Тигелена [5], это означает, что гетерогенное ингибирование в данном случае имеет химический характер и обусловлено гетерогенной гибелью ведущих активных центров реакции горения на поверхности твердых частиц. Заметим, что в случае преобладания фактора охлаждения с увеличением  $W$



производное  $dU_0/dW$  увеличивается, как это показано на рис. 3 пунктиром.

Согласно теории Ван-Тигелена [5], в случае химических гетерогенных факторов параметр  $U_0^2$  является убывающей линейной функцией от  $W$ . Результаты нашего эксперимента, представленные на рис.4 в координатах  $W, U_0^2$ , вполне согласуются с таким заключением. Путем экстраполяции было найдено критическое значение  $W$ , необходимое для полного подавления горения:  $W_{kp}=0,45 \text{ кг/м}^3$ . Для сравнения отметим, что установленное нами критическое значение  $W$  составляет  $0,38 \pm 0,05 \text{ кг/м}^3$ .

Тбилисский государственный  
университет имени И.А. Джавахишвили

(Поступило 29.06.1993)

ფიზიკური ქიმია

ს. ხომერიკი, დ. ლორჯიანიძე, გ. ბეზარაშვილი, ზ. დოჭენიძე

ნატრიუმის სულფატის ფხვნილის გავლენა ეთან-ჰაერის  
ნარევის აალებაზე  
რეზიუმე

„ვერტიკალური მილის“ მეთოდით შესწავლილია ეთანის ალის ინჰიბირება ნატრიუმის სულფატის ფხვნილით. დადგენილია ალის გავრცელების სიჩქარის დამოკიდებულება მილში ფხვნილის ნაწილაკთა კონცენტრაციაზე. მიღებული შედეგები აიხსნება წვის რეაქციის აქტიურ ცენტრთა ჰეტეროგენული დაღუპვით მყარ ნაწილაკთა ზედაპირზე.

PHYSICAL CHEMISTRY

S. Khomeriki, D. Lordkipanidze, G. Bezarashvili, Z. Dzotsenidze.

The Effect of Sodium Sulphate Powder on the Ignition of Ethane-Air Mixture

Summary

The inhibition of ethane flame by powder of sodium sulphate has been studied. The vertical tube technique was used. The dependence of normal rate of burning on the dust concentration is discussed in terms of the heterogeneous recombination of chain carriers of the combustion reaction on particle surface.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. А.И.Баратов, Е.Н.Иванов. Пожаротушение на предприятиях химической и нефтеперерабатывающей промышленности. М., 1979.
2. Г.И.Ксандопуло, В.В.Дубинин. Химия газофазного горения. М., 1987.
3. Б.Льюис, Г.Эльбе. Горение, пламя и взрывы в газах. М., 1968.
4. W.A.Rosser, S.H.Inami, H.Wise. Combustion and flame, 7, 2, 1963, 107-119.
5. M.Dewitte, I.Vrebosch, A.Van-Tiggelen. Combustion and flame, 8, 4, 1964, 257-266.

Г.Н.Салуквадзе

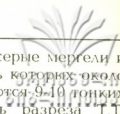
## К стратиграфии среднеэоценовых отложений Одишской депрессии (Западная Грузия)

(Представлено академиком И.П. Гамкрелидзе 13.05.1993)

В полных разрезах рассматриваемой депрессии в строении эоцена (непосредственно под эгрисской свитой) принимают участие отложения, выделяемые разными исследователями как „нижний горизонт свиты фораминиферовых мергелей“, или „нижняя фораминиферовая свита“ [1,2 и др.]. Мнения исследователей о возрасте этих осадков расходятся. Одни относят их к среднему эоцену [3], а другие – к нижнему и среднему эоцену [1] или к верхнему эоцену [2].

Вдоль северного борта Одишской депрессии („северной известняковой полосы Мегрелии“) в разрезах сс. Медани (правобережье р.Чанисцкали), Джгали (левобережье р. Чанисцкали), Мухури (р. Хобисцкали), рр. Очхамури, Техури, Чачхури, Абаша подэгрисский отрезок эоцена слагается, в основном, монолитофациальными образованиями – чередованием мергелей и известковых мергелей. В породах содержится богатая фауна планктонных фораминифер, имеющих, как известно, хорошие возможности к быстрому расселению. Для них характерна также частая и более или менее значительная смена составов во времени, что отражает определенные этапы в их развитии. Все это способствует разработке дробной зональной стратиграфической схемы эоцена Одишской депрессии и сопоставлению этой схемы с таковыми других регионов.

В верхней части описываемых зеленовато-серых мергелей иногда (рр. Чачхури, Техури и др.) встречаются прослои и лицы туфов и туффитов. Интересно отметить, что в них на разных уровнях местами присутствуют также сапропелевые слои. К примеру, на правом берегу р. Чанисцкали (северо-восточная окраина с. Медани), южнее верхнемеловых и нижнепалеоценовых известняков прослеживается пачка зеленовато-серых мергелей (мощность до 3,0 м), над которыми пластуются пачка темно-серой и коричневато-серой сапропелевой глины с чешуями рыб (мощность 1,5-2,0 м). Обе пачки, по данным Т.Т. Гавтадзе, отвечают верхней части верхнего палеоцена – зоне *Discoaster multiradiatus* (нанопланктон). Последняя, согласно некоторым исследователям [4-6], соответствует зоне *Acarinina acarinata* (планктонные фораминиферы), по кровле которой обычно проводят нижнюю границу эоценового отдела.



Стратиграфически выше вновь следуют зеленовато-серые мергели и более плотные известковые мергели, видимая мощность которых около 50 м. В их средней части (по мощности 10-12 м) отмечаются 9-10 тонких прослоев (0,1-0,15 м) сапропелевых глин. Эту часть разреза Г.Т. Гавтадзе по нанопланктону относит к зоне *Marthasterites tribrachiatus*, которая в других регионах Кавказа находится в пределах нижнеэоценовой зоны по фораминиферам – *Globorotalia aragonensis* [4,7]. В образовании подобных слоев, как известно, принимает участие органический ил – продукт разложения растительных и животных организмов в застойных морских или континентальных водоемах, преимущественно в анаэробных условиях. Надо полагать, что и в придонной части ряда участков раннепалеогенового седиментационного бассейна Одишской депрессии временами существовали аналогичные условия осадконакопления и обитания фауны и флоры.

Восточнее описанного разреза, в окрестности с. Мухури (р. Хобисцкали), в верхней половине свиты зеленовато-серых мергелей (ближе к средней части) присутствует комплекс планктонных фораминифер – *Acarinina bullbrookii* (обильно), *Ac. triplex*, *Globigerina pseudococcaena*, *G. boweri*, *G. coccaena*, *G. senni* и др. Перечисленные ископаемые организмы характерны для зоны *Acarinina bullbrookii* (зона *Acarinina crassaformis*). Одноименная зона прослеживается в нижней части среднего эоцена Северного Причерноморья, Крыма, Северного Кавказа (рр. Хеу и Кубань), Западной Грузии (рр. Псоу и Аапета), Армении и др. [4-6]. В разрезах Малого Кавказа, в отложениях зоны содержатся крупные фораминиферы (*Nummulites laevigatus* и др.), указывающие на среднеэоценовый (лютетский ярус) возраст вмещающих пород [6,8].

Следует подчеркнуть, что осадки, соответствующие рассматриваемому стратиграфическому диапазону на юге Кавказа, местами (разрез Биралу в Армении) разделяются на два биостратона – *Hantkenina aragonensis* (внизу) и *Globigerapsis kugleri*, каждый из которых понимается в ранге зоны [6]. Последние коррелируются [9,10] с одноименными зонами, установленными в нижней части среднего эоцена некоторых регионов Средиземноморья и Карибского бассейна.

В вышележащих слоях обнаружены *Acarinina rotundimarginata*, *Ac. bullbrookii*, *Globigerina frontosa*, *G. pseudococcaena*, *G. senni*, *G. coccaena*, *Truncorotaloides topilensis* (редко), *Globigerapsis index* (редко) и др., а еще выше – *Hantkenina alabamensis* (редко), *Acarinina cf. bullbrookii* (редко), *Globigerina pseudococcaena*, *G. senni*, *G. frontosa*, *Truncorotaloides topilensis*, *Globigerapsis index* и др. Последняя группа ископаемых организмов содержится в самых верхних слоях зеленовато-серых мергелей непосредственно под эгрисской свитой (зона *Globigerina turcmunica* или слой с *Lyrolepis caucasica*) верхнего эоцена.

Судя по набору видов, эти ассоциации, скорее всего, соответствуют зонам *Acarinina rotundimarginata* (Куберлинский комплекс) и *Hantkenina alabamensis* (Керастинский комплекс) Северного Кавказа [4]. Фораминиферная фауна названных зон Самегрело и Северного

Кавказа очень сходна с фауной одноименных зон Западной Грузии (р. Аапста), Армении и др. [5,6]. Согласно В.А. Крашенинникову и А.Е. Птухяну [6], эти зоны коррелируются с зоной *Nummulites brongniarti* (верхняя часть среднего эоцена). При этом нижняя граница последней примерно соответствует той же границе зоны *Acarinina rotundimarginata*. По их утверждению, аналогами этих зон, в т.п. тропической шкале, являются, соответственно, *Globorotalia lehnerei* и *Orbulinoides beckmanni*.

Следует отметить, что на этом уровне (т.е. между зонами *Acarinina bullbrooki* и *Globigerina turcmenica*) в разрезах Адлерской депрессии, Аджара-Триалети и некоторых регионов Средиземноморья выделяется зона *Truncorotaloides topilensis* [8,11]. В отложениях, соответствующих этой зоне, в Триалети найдены нуммулиты (*Nummulites brongniarti*, *N. millescaput*, *N. cf. perforatus* и др.) зоны *Nummulites brongniarti* верхней части среднего эоцена (биаррицкий ярус, по некоторым авторам). Если сравнить состав зоны *Truncorotaloides topilensis*, с одной стороны, и зон *Acarinina rotundimarginata* и *Hantkenina alabamensis*, с другой, то нетрудно заметить, что хотя они несколько и отличаются, но в целом сходство между ними более чем значительное. Следовательно, палеонтологическая характеристика комплекса зоны *Truncorotaloides topilensis* и положение в разрезе их содержащих слоев (интервал зоны *Nummulites brongniarti*) дает основание сказать, что эта зона является вероятным аналогом зон *Acarinina rotundimarginata* и *Hantkenina alabamensis*.

Свита зеленовато-серых мергелей в изученных разрезах данного литофациального района покрывается коричневатато-серыми мергелями эгрисской свиты (слои с *Lyrolepis caucasica*), которую вкупе с ее аналогами (кумская свита Северного Кавказа, навтлугская свита Аджара-Триалети, средний коун Азербайджана и др.) принято считать одной из наиболее выдержанных стратиграфических реперов палеогеновой системы Кавказа. Ряд исследователей ее относит к низам верхнего эоцена.

Изложенное выше показывает, что в некоторых разрезах Одишской депрессии, в верхней части свиты зеленовато-серых мергелей, между нижним (аналоги зоны *Globorotalia aragonensis*) и верхним эоценом (зона *Globorotalia turcmenica*) по планктонным фораминиферам устанавливаются зоны (снизу вверх) *Acarinina bullbrooki* (*Acarinina crassaformis*), *Acarinina rotundimarginata* и *Hantkenina alabamensis* (последние две отвечают зоне *Truncorotaloides topilensis*). На Кавказе первую примерно приравнивают к зоне *Nummulites laevigatus*, а последние две – к зоне *Nummulites brongniarti*.

Академия наук Грузии  
Геологический институт  
им. А.И. Джанелидзе

(Поступило 31.05.1993)



გ. სალუკვაძე

ოდისის დეპრესიის შუა ეოცენური ნალექების სტრატეგრაფიის  
შესახებ

რეზიუმე

ოდისის დეპრესიის შუა ეოცენურ ნალექებში გამოიყოფა ზონები (ქვევიდან ზევით): *Acarinina bullbrooki* (*Acarinina crassaformis*), *Acarinina rotundimarginata*, *Hantkenina alabamensis*.

GEOLOGY

G. Salukvadze.

On Stratigraphy of the Middle Eocene Deposits of the Odishi Depression

Summary

In the Middle Eocen marls of the Odishi depression the following zones are distinguished (in the ascending order): *Acarinina bullbrooki* (*Acarinina crassaformis*), *Acarinina rotundimarginata*, *Hantkenina alabamensis*.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCESЛИТЕРАТУРА

1. *Е.К.Вахания*. Сб. трудов ГИН АН СССР, 1959.
2. *А.А.Чиковани*. Труды ТГУ. Сер. геол.-геог. н., 122, IV, 1967.
3. *Г.Е.Гуджабидзе*. Сб. трудов ГИН АН СССР, 1959.
4. *В.А.Крашенинников*, Н.Г.Музылев. Вопросы микропалеонтологии, вып. 18, 1975.
5. *Н.Ш.Салукваძე*, *Е.А.Цагарели*, *Т.Т.Гავთაძე*. Сообщ. АН СССР, 137, 3, 1990.
6. *В.А.Крашенинников*, *А.Е.Птухян*. Вопросы микропалеонтологии, вып. 28, 1986.
7. *Н.Ш.Салукваძე*. Труды ГИН АН СССР. Нов. сер., вып. 99, 1989.
8. *М.В.Качарава*. Сообщ. АН СССР, 97, 2, 1980.
9. *В.А.Крашенинников*. Труды ГИН АН СССР, вып. 369, 1982.
10. *В.А.Крашенинников*, *И.А.Басов*. Труды ГИН АН СССР, вып. 410, 1986.
11. *Г.С.Годердзишвили*. Автореф. канд. дисс. Тбилиси, 1979.



ა. სულამანიძე

## კონტაქტური შედეგების ნამზადში სისქის ცვლისაგან დენის სიმკვრივის დამოკიდებულების მათემატიკური აპროქსიმაცია

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა თ. ლოლაძემ 3.03.1993)

კონტაქტური შედეგების სფეროში დღეისათვის, სხვათაშორის, ნაკლებად-შესწავლილ საკითხს წარმოადგენს შესაძულ ნამზადთაგან ერთ-ერთის სისქის ცვალებადობის გავლენა შენადული წერტილის ადგილმდებარეობაზე [1], რაც თავისთავად, უმეტესწილად განსაზღვრავს მიღებული დაუშლელი შეერთების ხარისხს.

აღნიშნული ამოცანის გადაწყვეტამ მოითხოვა გამოკვლეული ყოფილიყო ელექტროკონტაქტური შედეგების - დროის მცირე შუალედში მიმდინარე რთული თერმო-ელექტრო-მექანიკური პროცესის ხასიათზე მოქმედ სხვადასხვა ფაქტორთა გავლენა [2,3]. ამასთანავე, ელექტროდთაშორისი ზონის სითბური ბალანსის შემდგომი ანალიზისათვის, სხვადასხვა სისქის ნამზადთა შედეგებისას საჭიროა მათემატიკურად იქნეს აღწერილი ცდით მიღებული, ნამზადის სისქის ზრდით გამოწვეული, მის ცენტრზე ელექტროდენის სიმკვრივის ცვალებადობის ხასიათი [3] (იხ. ცხრ.1).

ცხრილი 1

ექსპერიმენტით მიღებული რიცხვითი დამოკიდებულებანი

$X = \delta_2 / \delta_1$	1	2	3	4	5	10	15	20
$Y = J$	38,0	33,8	30,5	27,1	24,7	15,2	9,5	8,5

საკითხი ღგება სხვადასხვა სისქის ნამზადთა კონტაქტური შედეგების ექსპერიმენტული კვლევის პროცესში მიღებულ განაზომთა ორი რიგის, დეტალების სისქეთა ფართობის  $\delta_2 / \delta_1$  ცვლისაგან ( $\delta_1 = \text{const}$ ,  $\delta_2 = \text{var}$ ) სქელი დეტალის ცენტრში დენის სიმკვრივის ( $J$ ) დამოკიდებულების მიხედვით ფუნქციის ალგებრული გამოსახულების შერჩევაში; აღნიშნულ ფუნქციას  $J = f(\delta_2 / \delta_1)$  უწოდებენ ემპირიულ ფორმულას. მისი შერჩევის აუცილებლობა კონკრეტულ შემთხვევაში განპირობებულია შესასწავლი პროცესის სირთულით და აგრეთვე შეიძლება ითქვას, რომ არ არსებობს მოცემული დამოკიდებულების აღწერის რაიმე ზოგადი ანალიზური გამოსახულება. აქედან გამომდინარე, ექსპერიმენტული კვლევის შედეგთა ასახვისათვის ეფექტურია გამოყენებულ იქნეს გამარტივებული სახის მიახლოებითი ემპირიული ფორმულა, რომლის რაციონალური სახის შერჩევასაც ეძღვნება წინამდებარე შრომა.

ძირითადი მოთხოვნა ემპირიული ფორმულის შერჩევაში ის არის, რომ შესაძლებლობის მიხედვით მას უნდა ჰქონდეს მარტივი სახე და ამასთანავე ზუსტად უნდა შეესაბამებოდეს ექსპერიმენტულ განაზომთა შედეგებს მოცემული არგუმენტის ცვლილების საზღვრებში. ზუსტი ანალიზური გამოსახულების შეცვლას

მიახლოებით, უფრო მარტივი გამოსახულებით უწოდებენ აპროქსიმაციას, ხოლო ფუნქციას – მაპროქსიმებელს. არ არსებობს რაიმე ზოგადი წესი შესაბამისების ემპირიული ფორმულის შერჩევისათვის [4]. შესაძლებელია მხოლოდ მონაცემთა რიგის ცვალებადობის მიხედვით შესაბამისი მრუდის სახეობისა და განტოლების ფორმის მიხედვით. ამასთანავე, არსებობს დამხმარე ხერხები, რომელთა მიხედვითაც შეიძლება შევამოწმოთ წარმატებულია თუ არა მოცემული მიხედვითა [4].

ხშირად შემხვედარი ორპარამეტრიანი დამოკიდებულებისათვის;

$$I. Y=aX+b, II. Y=aX^b, III. Y=ab^X, IV. Y=a+\frac{b}{X},$$

$$V. Y=\frac{I}{aX+b}, VI. Y=\frac{X}{aX+b}, VIII. Y=algX+b$$

ემპირიულ ფორმულას შერჩევენ მოცემული ცხრილის (2) დახმარებით [4].

ც ხ რ ი ლ ი 2

ორპარამეტრიანი დამოკიდებულებისათვის ემპირიული ფორმულის შერჩევა

ფორმულის ნომერი	$\bar{X}_S$	$\bar{Y}_S$	ემპირიული ფორმულის სახე
I	$\frac{X_1+X_n}{2}$	$\frac{Y_1+Y_n}{2}$	$Y=aX+b$
II	$\sqrt{X_1 \cdot X_n}$	$\sqrt{Y_1 \cdot Y_n}$	$Y=aX^b$
III	$\frac{X_1+X_n}{2}$	$\sqrt{Y_1 \cdot Y_n}$	$Y=ab^X, Y=a e^{\beta X}$ , სადაც: $\beta=\ln b$
IV	$\frac{2X_1 \cdot X_n}{X_1+X_n}$	$\frac{Y_1+Y_n}{2}$	$Y=a+\frac{b}{X}$
V	$\frac{X_1+X_n}{2}$	$\frac{2Y_1 \cdot Y_n}{Y_1+Y_n}$	$Y=\frac{I}{aX+b}$
VI	$\frac{2X_1 \cdot X_n}{X_1+X_n}$	$\frac{2Y_1 \cdot Y_n}{Y_1+Y_n}$	$Y=\frac{X}{aX+b}$
VII	$\sqrt{X_1 \cdot X_n}$	$\frac{Y_1+Y_n}{2}$	$Y=algX+b$

სადაც:  $X_1$  და  $X_n$  მონაცემთა  $X$ -რიგის პირველი და უკანასკნელი წევრებია;

$Y_1$  და  $Y_n$   $X_1$  და  $X_n$ -ის შესაბამისად ექსპერიმენტთა მიღებული  $Y$ -რიგის პირველი და უკანასკნელი წევრებია.

$\bar{X}_S$  და  $\bar{Y}_S$  - დამხმარე პარამეტრებია და გამოითვლებიან შესაბამისად  $X_1$  და  $Y_1$  რიგთა საწყისი მონაცემების მიხედვით. იმ შემთხვევაში, როცა  $\bar{X}_S$ -სიდიდე არ მოიძებნება  $X_1$ -რიგის საწყისი მონაცემებში, მაშინ მისი შესაბამისი  $\bar{Y}_S$ -მნიშვნელობა განსაზღვრული უნდა იქნეს წრფივი ინტერპოლაციის ფორმულის დახმარებით:

ემპირიულ ფორმულათა ვარგისიანობის მოსინჯვა

N	$\bar{X}_g$	$\bar{Y}_g$	$\hat{Y}_g$	$\hat{Y} - \bar{Y}_g$	ემპირიული ფორმულა	ფორმულის ვარგისიანობა
I	$\frac{X_1 + X_n}{2} = \frac{1 + 20}{2} = 10,5$	$\frac{Y_1 + Y_n}{2} = \frac{38 + 8,5}{2} = 23,25$	14,06	9,19	$Y = aX + b$	უვარგისია
II	$\sqrt{X_1 X_n} = \sqrt{1 \cdot 20} = 4,472$	$\sqrt{Y_1 Y_n} = \sqrt{38 \cdot 8,5} = 17,97$	25,97	8	$Y = aX^b$	უვარგისია
III	$\frac{X_1 + X_n}{2} = \frac{1 + 20}{2} = 10,5$	$\sqrt{Y_1 Y_n} = \sqrt{38 \cdot 8,5} = 17,97$	14,06	3,91	$Y = ab^X, Y = ae^{bX}$ სადაც: $\beta = \ln b$	უვარგისია
IV	$\frac{2X_1 X_n}{X_1 + X_n} = \frac{2 \cdot 1 \cdot 20}{1 + 20} = 1,905$	$\frac{Y_1 + Y_n}{2} = \frac{38 + 8,5}{2} = 23,25$	34,20	10,95	$Y = a + \frac{b}{x}$	უვარგისია
V	$\frac{X_1 + X_n}{2} = \frac{1 + 20}{2} = 10,5$	$\frac{2Y_1 Y_n}{Y_1 + Y_n} = \frac{2 \cdot 38 \cdot 8,5}{38 + 8,5} = 13,89$	14,06	0,17	$y = \frac{I}{ax + b}$	კარგია
VI	$\frac{2X_1 X_n}{X_1 + X_n} = \frac{2 \cdot 1 \cdot 20}{1 + 20} = 1,905$	$\frac{2Y_1 Y_n}{Y_1 + Y_n} = \frac{2 \cdot 38 \cdot 8,5}{38 + 8,5} = 13,89$	34,20	20,31	$y = \frac{x}{ax + b}$	უვარგისია
VII	$\sqrt{X_1 X_n} = \sqrt{1 \cdot 20} = 4,472$	$\frac{Y_1 + Y_n}{2} = \frac{38 + 8,5}{2} = 23,25$	25,97	2,72	$Y = a \lg X + b$	უვარგისია





$$\hat{Y}_s = Y_i + \frac{Y_{i+1} - Y_i}{X_{i+1} - X_i} (\bar{X}_s - X_i),$$

სადაც:  $X_i$  და  $X_{i+1}$  - შუალედური მნიშვნელობებია, რომელთა შორისაც მოცემულია  $\bar{X}_s$  ( $X_i < \bar{X}_s < X_{i+1}$ ).

თუ  $|\hat{Y}_s - \bar{Y}_s|$  სიდიდე აღმოჩნდება მნიშვნელოვნად დიდი, მაშინ განხილული ემპირიული ფორმულა ჩაითვლება უვარგის მათემატიკურ და მოკიდებულად.

შევნიშნავთ, რომ ცხრილში (1) მოცემული I-VII დამოკიდებულებანი მონოტონურია და შესაბამისად, გამოსაყენებელი მხოლოდ იმ შემთხვევაში, როცა  $(X_{i+1} - X_i) > 0$  და  $(Y_{i+1} - Y_i)$ -ს გააჩნია მუდმივი ნიშანი.

განხილული დამხმარე ხერხის მიხედვით ექსპერიმენტით მიღებულ მონაცემთა საფუძველზე (ცხრ.1) უნდა შეირჩეს ემპირიული ფორმულა. ამ მიზნით ზემოთ მოცემულ კრიტერიუმთა და 1 ცხრილის მიხედვით ჩატარებულ იქნა შესაბამისი გამოთვლები, შედეგები შეტანილ იქნა ცხრილში (3).

როგორც ჩანს, მათემატიკურ ფუნქციად ემპირიული ფორმულის სახით გამოიყო დამოკიდებულება:

$$Y = \frac{1}{aX + b};$$

ანალიზის სიზუსტისათვის მხოლოდ ორპარამეტრიანი დამოკიდებულების გამოყენება არ ჩაითვლება საკმარისად. ემპირიული ფორმულის შემთხვევისათვის შემდეგ ანალიზში ფართოდ იყენებენ აგრეთვე შემდეგი სახის პოლინომებს [5];

$$Y = a_0 + a_1X + a_2X^2 + a_3X^3 + \dots + a_nX^n,$$

სადაც:  $a_0, a_1, \dots, a_n$  - მუდმივი კოეფიციენტებია.

პოლინომებით პრაქტიკულად შეიძლება აპროქსიმებულ იქნეს ნებისმიერ განაზომთა შედეგები, თუ ისინი გრაფიკულად ასახვენ უწყვეტ ფუნქციებს. პოლინომთა გამოყენებაში აღსანიშნავია ის გარემოება, რომ არაა აუცილებელი უცნობი ფუნქციის გამოსახულების ზუსტი ცოდნა, და მიუხედავად ამისა, შესაძლებელია განისაზღვროს  $a$ -კოეფიციენტთა მნიშვნელობანი. ამისათვის მიმართავენ ე.წ. საშუალო კვადრატთა მეთოდებს. აღნიშნული მეთოდები დაფუძნებულია შემდეგ დებულებაზე: ექსპერიმენტული წერტილებით აგებენ რამდენიმე მწყობრ მრუდს. მათგან უკეთესად ჩაითვლება ის, რომლისთვისაც გამოთვლილი გადახრების სიდიდე იქნება უმცირესი, ე.ი.  $\sum \varepsilon = 0$ . პოლინომის - კოეფიციენტთა გამოთვლის მიმდევრობა კი ყალიბდება შემდეგნაირად: განისაზღვრება პოლინომის რიგის წევრთა რაოდენობა, რომელსაც საწყისში ვიღებთ 3-ს ან 4-ს. შემდეგ მოცემულ წევრთაგან პოლინომში მიმდევრობით ვსვამთ ექსპერიმენტულ წერტილთა  $X$  და  $Y$  კოორდინატებს. ამრიგად, მიიღება  $m$ -განტოლებათა სისტემა, სადაც თითოეული განტოლება უტოლდება შესაბამის გადახრას:

$$a_0 + a_1X_1 + a_2X_1^2 + \dots + a_nX_1^n - Y_1 = \varepsilon_1;$$

$$a_0 + a_1X_2 + a_2X_2^2 + \dots + a_nX_2^n - Y_2 = \varepsilon_2;$$

.....

$$a_0 + a_1X_m + a_2X_m^2 + \dots + a_nX_m^n - Y_m = \varepsilon_m$$

საერთოდ განტოლებათა რიცხვი არ უნდა იყოს ნაკლები  $a$ -კოეფიციენტთა რიცხვზე. ამის შემდეგ მიმართავენ შედეგინო განტოლებათა სისტემის ამოხსნას, ამ მიზნით, მოცემულ განტოლებათა სისტემაში მიმდევრობით ზემოდან ქვემოთკენ ყაალიბებტ ჭგუფებს. ჩვეულებრივ იღებენ ჭგუფში ერთად 2-3 განტოლებას. შემდგომ თითოეულ ჭგუფში კრებენ შემავალ განტოლებებს და ამგვარად ყაალიბებენ ახალ განტოლებათა სისტემას, რომელთა რაოდენობა არ უნდა აღემატებოდეს ჭგუფთა საერთო რიცხვს. მიღებულ განტოლებათა სისტემის ამოხსნის შედეგად ვღებულობტ  $a$ -კოეფიციენტთა მნიშვნელობებს. თუ ანგარიში ჩატარდება ახალ განტოლებათა სისტემის შედეგნაზე ვარიანტებად ჭგუფების მიხედვით, მაშინ შეიძლება გამოითვალოს თითოეული ვარიანტისათვის ემპირიული ფორმულა, რომელთაგან უპირატესობა მიენიჭება იმას, რომლისთვისაც:  $\sum \epsilon^2 = \min$ , ზემოტ მოცემულ კრიტერიუმთა დახმარებით საწყისი ექსპერიმენტული მონაცემებისათვის პირველ რიგში შევარჩიეთ ორპარამეტრიანი დამოკიდებულების ემპირიული

ფორმულა  $Y = \frac{I}{ax + b}$  -ის სახით (იხ. ცხრ. 3). მოცემული ექსპერიმენტული

მონაცემებისათვის მივიღეთ შემდეგი სახის განტოლებათა სისტემა:

$$\begin{cases} 38a - 38b = 1, \\ 67,6a - 33,8b = 1, \\ 91,5a - 30,5b = 1, \\ 108,4a - 27,1b = 1, \\ 123,5a - 24,7b = 1, \\ 152a - 15,2b = 1, \\ 142,5a - 9,5b = 1, \\ 170a - 8,5b = 1 \end{cases}$$

მიღებულ განტოლებათა სისტემა შეიძლება დავყოტ ორ ჭგუფად:

$$\begin{cases} 38a - 38b = 1, \\ 67,6a - 33,8b = 1, \\ 91,5a - 30,5b = 1 \\ 108,4a - 27,1b = 1 \end{cases} \quad \text{და} \quad \begin{cases} 123,5a - 24,7b = 1, \\ 152a - 15,2b = 1, \\ 142a - 9,5b = 1, \\ 170a - 8,5b = 1. \end{cases}$$

პირველ და მეორე ჭგუფთა შეკრების შემდეგ ორპარამეტრიანი სისტემა ყალიბდება შემდეგი სახით:

$$\begin{cases} 305,5a - 129,4b = 4, \\ 588a - 57,9b = 4 \end{cases}$$

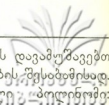
საბოლოოდ მივიღეთ ემპირიული ფორმულა ორპარამეტრიანი:

$$\hat{Y} = \frac{1}{0,004897X - 0,0193497}$$

და სამპარამეტრიანი დამოკიდებულების შემთხვევაში:

$$\sum \epsilon_i = \sum (Y_i - \hat{Y}_i) = 0,32 \quad \text{და} \quad \sum \epsilon_i^2 = \sum (Y_i - \hat{Y}_i)^2 = 18,28;$$

ავტოკორელაციაზე ნაშთების რიგის შემოწმებამ შეადგინა:  $r = 0$ , რაც მეტყველებს იმაზე, რომ მიღებული ემპირიული ფორმულა ორპარამეტრიან დამოკიდებულებათა შორის ადეკვატურად ასახავს ექსპერიმენტულ მონაცემთა რიგებს, მაგრამ როგორც ზემოტ აღინიშნა, მოცემული ექსპერიმენტული მონაცემებისათვის პარამეტრთა მომატების საფუძველზე შეიძლება შეირჩეს უფრო ზუსტი სახის ემპირიული



ფორმულა. კერძოდ, ეს მიიღწევა, თუ ექსპერიმენტულ მონაცემებს დავამუშავებთ საშუალო კვადრატთა მეთოდით ზემოთ მოყვანილი თანამიმდევრობის შესაბამისად. მაპროქსიმებელ დამოკიდებულებად დავუშვათ კვადრატული პოლინომი:

$$Y = a_0 + a_1 X + a_2 X^2.$$

თუ ამ დამოკიდებულებას შევადგენთ ექსპერიმენტული მონაცემებისათვის, მივიღებთ შემდეგ განტოლებათა სისტემას:

$$\begin{cases} a_0 + a_1 1 + a_2 1 = 38,0; \\ a_0 + a_1 2 + a_2 4 = 33,8; \\ a_0 + a_1 3 + a_2 9 = 30,5; \\ a_0 + a_1 4 + a_2 16 = 21,1; \\ a_0 + a_1 5 + a_2 25 = 24,7; \\ a_0 + a_1 10 + a_2 100 = 15,2; \\ a_0 + a_1 15 + a_2 225 = 9,5; \\ a_0 + a_1 20 + a_2 400 = 8,5. \end{cases}$$

მიღებული სისტემის დაყოფით სამ ჯგუფად, სქემით: 2-3-3 და ცალკეულად თითოეული ჯგუფის შეკრებით მივიღებთ ახალ სამ განტოლებათა სისტემას, რომელთა ამოხსნა მოგვცემს საძიებელ  $a$ -კოეფიციენტებს:

$$\begin{cases} 2a_0 + 3a_1 + 5a_2 = 71,8; \\ 3a_0 + 12a_1 + 50a_2 = 82,3; \\ 3a_0 + 45a_1 + 725a_2 = 33,2. \end{cases}$$

საიდანაც მივიღებთ:  $a_0 = 41,75$ ;  $a_1 = -4,112$  და  $a_2 = 0,127$ , ხოლო ემპირიული ფორმულა მიიღებს ასეთ სახეს:

$$\hat{Y} = 41,75 - 4,114X + 0,127X^2;$$

ამ ფორმულისათვის  $\sum \epsilon^2 = 7,7698$ , ეს ნაკლებია ორპარამეტრიანი ფორმულით მიღებულ მნიშვნელობაზე ( $\sum \epsilon^2 = 18,28$ ), რაც მეტყველებს კვადრატული პოლინომის სასარგებლოდ. გარდა ამისა, ავტოკორელაციაზე შემოწმებამ ნაშთებისათვის შეადგინა  $\zeta = 0,03$ , რაც მიუთითებს აგრეთვე მოცემული ემპირიული ფორმულის სარწმუნო იდენტიფიკაციაზე.

საწყისი აღნიშვნების შეტანით როგორც ორპარამეტრიან, ასევე სამპარამეტრიან კვადრატულ პოლინომში მიიღება შემდეგი სახის ემპირიული ფორმულები საწყისი აღნიშვნებში:

$$J = \frac{1}{0,0048897 \frac{\delta_2}{\delta_1} - 0,0193497}$$

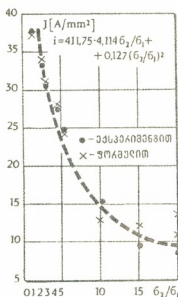
$$\text{და } J = 41,75 - 4,114 \frac{\delta_2}{\delta_1} + 0,127 \left( \frac{\delta_2}{\delta_1} \right)^2.$$

ამ ორი ფორმულიდან, როგორც ზევით აღვნიშნეთ, უპირატესობა ენიჭება უკანასკნელს, რომელიც წარმოადგენს მიახლოებით ემპირიულ ფორმულას მოცემული საძიებელი დამოკიდებულების ადეკვატური ასახვისათვის.

აღნიშნულ ფორმულათა მიხედვით საილუსტრაციოდ გამოთვლილ იქნა დენის სიმკვრივის რიცხვითი მნიშვნელობანი ჩატარებული ექსპერიმენტის სისქეთა ფარდობის შესაბამისად და შეტანილ იქნა ცხრილში (4) ექსპერიმენტულ მონაცემთა თანამიმდევრობით.

ექსპერიმენტული კვლევისა და სააპროქსიმაციო გამოსახულებათა რეალიზაციის შედეგები

$\delta_2/\delta_1$	1	2	3	4	5	10	15	20
J								
ექსპერიმენტით	38	33,8	30,5	27,1	24,7	15,2	9,5	8,5
სამწვერა ემპირიული ფორმულით	41	34,3	29,3	29,68	22,8	14,63	10,77	8,52
სამწვერა ემპირიული ფორმულით	37,763	34,03	30,55	27,32	24,35	13,3	8,61	10,27



სურ.1 შესადული ნამზადის ცენტრში დენის სიმკვრივის ( $J$ ) ცვალებადობის დამოკიდებულება სისქეთა თანაფარდობისაგან ( $\delta_2/\delta_1$ )

ცხრილური მონაცემებით კი აგებულ იქნა გრაფიკული გამოსახულება, რაც თვალნათლივ ადასტურებს ჩატარებული მათემატიკური აპროქსიმაციის სარწმუნოებას (სურ.1).

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

(შემოვიდა 2.03.1993)

МЕТАЛЛУРГИЯ

А.К.Суламанидзе

Математическая аппроксимация изменения плотности тока в заготовке контактной сварки в зависимости от ее толщины

Резюме

В работе сделан выбор аппроксимационной эмпирической формулы к экспериментальной кривой зависимости плотности тока в толстой

детали от соотношения толщин при контактной сварке разных металлов. Выявлено, что не существует общей методики выбора эмпирической формулы. Представлена рациональная схема правильного выбора математического выражения. Аналитически исследованы полученные двух- и трехпараметрические выражения. Показана лучшая адеквативность с экспериментом трехпараметрической аналитической зависимости на основе метода наименьших квадратов.

METALLURGY

A. Sulamanidze

## Mathematical Approximation of the Change of Flow Compactness in the Workpiece of the Contact Welding Depending on its Thickness

Summary

There has been made a selection of the approximal empirical formula towards experimental curve ratio compactness of the flow in the thick detail from the relationship of thickness during contact welding of the metals of various thickness in the work.

It is shown that there exist no common methodics of the empirical formula selection. A rational scheme of the correct selection of the mathematical expression is presented. The obtained two and three parametrical expressions are analytically investigated. The adequacy with the experiment of three-parametrical analytical dependence on the basis of the method of the least squares is shown.

### ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. Rolant Gazes. Soudage par resistance. Edit. Technique de l'ingenieur organes de machines. Paris, 1986.
2. Arthur Soulamanidze, Ibrir Brahim. საქ. ტექნიკური უნივერსიტეტის სამეცნიერო შრომათა კრებული, N1 (393), 1993.
3. ა. სულამანიძე. საქ. ტექნიკური უნივერსიტეტის სამეცნიერო შრომათა კრებული, N4 (396), 1993.
4. В.Е. Барбаумов, В.И. Ермаков, Н.И. Кривенцова и др. Справочник по математике для экономистов. М., 1987.
5. В.И. Крутов, И.М. Грушко, В.В. Попов. Основы научных исследований. М., 1989.

О.П.Шаламберидзе, К.Г.Хаханашвили

## Электрическая жаропрочность вакуумных конденсатов тугоплавких оксидов

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г.Б.Цагареишвили 24.03.1993)

В работах [1-3] был установлен идентичный характер изменения микротвердости и электрической прочности вакуумных конденсатов диоксида циркония и оксида алюминия в зависимости от температуры подложки. Учитывая структурные разновидности, получаемые в разных условиях формирования вакуумных конденсатов тугоплавких оксидов, описанные в вышеуказанных работах, можно еще раз подтвердить, что электрическая прочность является структурночувствительным свойством диэлектрика [4]. Поэтому вызывает определенный интерес исследование зависимости электрической прочности вакуумных диэлектрических конденсатов от температуры нагрева, что является целью настоящей работы.

Вакуумные конденсаты оксида алюминия были получены методом электроннолучевого испарения. Пробивное напряжение при разных температурах и скоростях подачи постоянного напряжения измерялось в вакууме на специально сконструированной установке, описанной в работе [5].

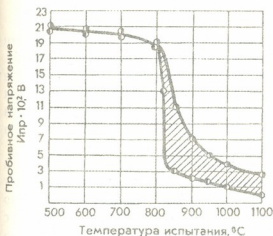


Рис.1. Зависимость пробивного напряжения конденсата оксида алюминия от температуры испытания.

Скорость подъема напряжения:

- — 0,5 В/сек,
- — 50 В/сек

На рис.1 приводится изменение пробивного напряжения конденсата оксида алюминия толщиной  $20 \cdot 10^{-6}$  м от температуры испарения. Нижняя кривая, которая начинается от  $800^{\circ}\text{C}$ , показывает пробивное напряжение конденсата при малой скорости подъема напряжения, составляющей 0,5 В/сек, а верхняя кривая при гораздо более высокой скорости — 50 В/сек. Следовательно, температура  $800^{\circ}\text{C}$  для пленок оксида алюминия является температурой, выше которой конденсат приобретает чувствительность к скорости повышения напряжения. Если напряжение превышает значения, выраженные верхней кривой, моментально происходит пробой, а при напряжениях, лежащих ниже

кривой, конденсат стоит без пробоя.

Если на конденсат подается напряжение, значение которого находится между двумя кривыми в заштрихованной области, пробой происходит через определенный промежуток времени, тем больший, чем ближе это значение к нижней кривой.

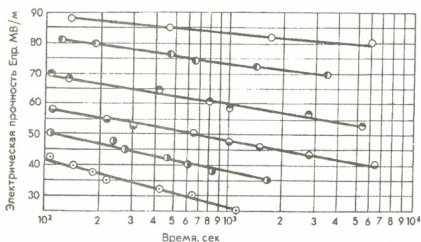


Рис.2. Зависимость электрической прочности конденсата оксида алюминия от времени воздействия напряжения.

Температура испытания, °C:

- |          |          |
|----------|----------|
| ○ — 800; | ● — 900; |
| ⊙ — 825; | ⊕ — 950; |
| ⊗ — 850; | ⊖ — 1000 |

На рис.2 приведена зависимость электрической прочности конденсата оксида алюминия от времени воздействия напряжения. Видно, что чем выше температура испытания, тем ниже электрическая прочность конденсата при данной продолжительности воздействия напряжения. Кроме того, с повышением температуры увеличивается угол наклона прямых, т.е. влияние времени воздействия напряжения на электрическую прочность становится сильнее.

Таким образом, воздействие напряжений, находящихся в заштрихованной области (рис.1), на диэлектрическую пленку протекает во времени. Это явление, обнаруженное нами впервые, названо „электрической ползучестью“, в предположении, что оно связано с передвижением заряженных дефектов в кристаллической решетке, а способность материала без пробоя противостоять определенным напряжениям при высоких температурах — электрической жаропрочностью.

Грузинский технический университет

(Поступило 29.03.1993)

ო.შალამბერიძე, კ.ხახანაშვილი

ძნელადნობადი ოქსიდების ვაკუუმური კონდენსატების ელექტრული მხურვალსიმტკიცე

რეზიუმე

შესწავლილია ალუმინის ოქსიდის ვაკუუმური კონდენსატების ელექტრული სიმტკიცის დამოკიდებულება გახურების ტემპერატურისაგან. დადგენილია, რომ 800°C ტემპერატურის ზევით დიელექტრიკული კონდენსატი მგრძობიარობას იჩენს დაბვის აწვევის სიჩქარის მიმართ. არსებობს დაბვის ინტერვალი, რომელშიდაც დიელექტრიკული ფირის გარღვევა ხდება დროის გარკვეული მონაკვეთის შემდეგ. ეს მოვლენა, რომელიც შემჩნეულია პირველად, წოდებულია „ელექტრულ ცოცვად“ იმ მოსაზრებით, რომ იგი დაკავშირებულია კრისტალურ მესერში დამუხტული დეფექტების გადაადგილებასთან, ხოლო მასალის თვისება, რღვევის გარეშე იმუშაოს გარკვეულ დაბვისზე მაღალი ტემპერატურების პირობებში - ელექტრულ მხურვალსიმტკიცედ.

METALLURGY

O.Shalamberidze, K.Khakhnashvili

Electric High-Temperature Strength of Vacuum Condensates of High Melting Oxides

Summary

Dependence of electric strength of aluminium oxide vacuum condensates on heating temperature has been studied. It is shown that at temperature higher than 800°C, dielectric condensate obtains sensitivity to the speed of voltage raising. There is an interval of voltage in which breakdown of electric film happens every definite stretch of time. This phenomenon, discovered by the authors is called "electric creeping", for it is supposedly bound to the movement of loaded defects in a crystal grate; as to the ability of material to resist definite voltages without break-down at high temperature, it is connected with electric high temperature strength.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. *Б.А.Мовчан, Ф.Н.Тавадзе, М.Н.Окроеашвили, О.П.Шаламберидзе, Э.Р.Кутелия.* Проблемы специальной электрометаллургии, вып.9, 1978, 78-83.
2. *О.П.Шаламберидзе, Ф.Н.Тавадзе, М.Н.Окроеашвили, К.Г.Хаханашвили.* Сообщения АН ГССР, 103, 1, 1981, 121-124.
3. *М.Н.Окроеашвили, Ф.Н.Тавадзе, О.П.Шаламберидзе.* Проблемы специальной электрометаллургии, вып. 9, 1978, 84-88.
4. *А.Коттрел.* Теория дислокации. М., 1969.
5. *К.Г.Хаханашвили, А.Г.Нацвлишвили, Т.П.Ломая, О.П.Шаламберидзе, Д.Ш.Ломашвили, М.Н.Окроеашвили.* Техническая информация, ГрузНИИТИ, 6, 1981.



ა. ცომაია, თ. ნათუნაძე

მულტივი დენის წვევის ძრავების ზოგიერთი პარამეტრის  
 გამოკვლევა სტატისტიკურ-ალბათობითი მეთოდით

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ვ. გომელაურმა 17.03.1993)

როგორც ცნობილია, წვევის ძრავების სასტენდო გამოცდების დროს მისი გრაფიკების წინალობების გაზომვა ხდება ვოლტამპერული მეთოდით. წინალობის გაზომვას გრაფიკების ცივი მდგომარეობისათვის ახდენენ რამდენიმეჯერ, რომ გამოთვლილი საშუალო სიდიდე იყოს საკმარისად ზუსტი. გაზომვას ცდილობენ მოახდინონ სწრაფად, რომ გრაფიკმა ვერ მოასწროს გახურება, მიუხედავად იმისა, რომ დენის სიდიდე გაზომვის დროს ნომინალურის 15-20%-ია.

განვიხილოთ მეთოდი, რომლის საშუალებითაც მიიღწევა ძრავის გრაფიკების წინალობის გაზომვის სიზუსტის გაზრდა.

აღვნიშნოთ ძრავის ღუზის, მთ. პოლუსის, დამ. პოლუსის და საკომპენსაციო გრაფილის წინალობების გაზომილი მნიშვნელობები შესაბამისად  $r_1, r_2, r_3, r_4$ -ით, გავზომოთ მათი ჯამური წინააღმდეგობაც და აღვნიშნოთ  $r_5$ -ით.

მაშინ გრაფიკების წინალობის გამოსათვლელად გამოვიყენებთ ფორმულებს:

$$r_{\text{ლ}} = \frac{r_1 - r_2 - r_3 - r_4 + r_5}{2}; \quad r_{\text{მთ.პ}} = \frac{-r_1 + r_2 - r_3 - r_4 + r_5}{2};$$

$$r_{\text{დამ.პ}} = \frac{-r_1 - r_2 + r_3 - r_4 + r_5}{2}; \quad r_{\text{საკ.გ}} = \frac{-r_1 - r_2 - r_3 + r_4 + r_5}{2}$$

როგორც ვხედავთ, გაანგარიშების დროს გრაფიკების წინალობის სიდიდე მრიცხველში შედის ორჯერ, ერთხელ როგორც  $r$  და მეორედ როგორც  $r_5$ -ის შემადგენელი ნაწილი, ამიტომ მნიშვნელში დგას რიცხვი 2; ამრიგად, გრაფილის წინალობა არ არის დამახინჯებული სხვა გრაფიკების წინალობათა მნიშვნელობით, რადგანაც თითოეული მათგანი შედის ფორმულაში ორჯერ და თანაც სხვადასხვა ნიშნით.

ახლა მოვძებნოთ დისპერსია, რომელიც დაკავშირებულია გაზომვების ცდომილებასთან. გაზომვების ახალი სქემის გათვალისწინებით დისპერსია ტოლია

$$\sigma^2\{r_{\text{ლ}}\} = \sigma^2\left\{\frac{r_1 - r_2 - r_3 - r_4 + r_5}{2}\right\} = \frac{4\sigma^2\{r\}}{4} = \sigma^2\{r\},$$

სადაც  $\sigma^2\{r_{\text{ლ}}\}$  - გაზომვის ცდომილებაა.

ანალოგიური მიდგომით მოვძებნოთ:

$$\sigma^2\{r_{\text{მთ.პ}}\} = \sigma^2\{r\}; \quad \sigma^2\{r_{\text{დამ.პ}}\} = \sigma^2\{r\}; \quad \sigma^2\{r_{\text{საკ.გ}}\} = \sigma^2\{r\}$$

გაზომვის სიზუსტე, რომელიც მიიღება ახალი მეთოდით ერთჯერადი გაზომვით, ტრადიციული მეთოდის გამოყენებით შეიძლება მოღებულ იქნეს ორი გაზომვით. ეს მეთოდი იძენს განსაკუთრებულ უპირატესობას წინალობების გაზომვისას მუშა რეჟიმის დროს, როცა გაზომვის გამეორება მბრუნავ ღუზაზე შეუძლებელია. სხვა გრაფიკებისათვის წინალობების განსაზღვრა რჩება ზემოთ ნაჩვენები სახით მხოლოდ ფორმულებში  $r_{\text{მთ.პ}}$ ;  $r_{\text{დამ.პ}}$ ;  $r_{\text{საკ.გ}}$  მრიცხველში იქნება ერთი წევრით ნაკლები.

აღწერილ სქემას ექსპერიმენტისათვის შეიძლება ვუწოდოთ მრავალფაქტორული. ამრიგად, შემოთავაზებულია სასტენდო გამოცდების დროს გამოყენებულ იქნეს ტრადიციისაგან განსხვავებული მეთოდიკა, რომ უფრო ზუსტად იქნეს რეგისტრირებული გრაგნილების წინაღობების სიდიდე, რაც მოითხოვს მნიშვნელოვან ენერჯის დახარჯვას საერთო ძაბვის ვარდნის გაზომვისათვის.

ჩვეულებრივ კონსტრუქციული პარამეტრები ზუსტდება ექსპერიმენტული გზით, რადგანაც გაანგარიშების დროს შეუძლებელია ყველა ტექნოლოგიური გადაბრის გათვალისწინება, საბოლოოდ საპასპორტო მონაცემებში შედის პარამეტრების ის მნიშვნელობები, რომელიც მიიღება ცდის გზით.

ალბათობის თეორიის საშუალებით განვსაზღვროთ წვეის ძრავების ის რაოდენობა, რომელთა გამოცდების შედეგების მიხედვით საკმაოდ ზუსტად შეიძლება დადგინდეს საპასპორტო მონაცემების ნომინალური სიდიდეები და მახასიათებლები ახლად შექმნილი წვეის ძრავისათვის.

განსხვავება შერჩევით ამონაკრებსა და გენერალურ საშუალო მნიშვნელობათა შორის, მცირე ამონაკრებებისათვის ნორმალური განაწილების კანონის შემთხვევაში, გამოისახება შემდეგნაირად [1]:

$$\delta' = \frac{t_{\alpha} \cdot \xi}{3\sqrt{n_b}}$$

სადაც  $n_b$  - ამონაკრების მოცულობაა,  
 $t_{\alpha}$  - სტიუდენტის კოეფიციენტი.

1 ცხრილში წარმოდგენილია ამონაკრებების აუცილებელი მოცულობები, რომელთა დროსაც განსხვავებები ამონაკრებ და გენერალურ საშუალო მნიშვნელობათა შორის არ აქარბებს  $\delta'$ -ს,  $\alpha$  სანდო ალბათობისათვის.

ცხრილი 1

$\delta'$	$n_b$	
	$\alpha=0,95$	$\alpha=0,99$
$0,33\delta'$	7	11
$0,30\delta'$	8	12
$0,25\delta'$	9	14
$0,20\delta'$	13	22
$0,15\delta'$	22	38
$0,10\delta'$	43	73

გენერალურ ერთობლიობად მიღებულ იქნა წვეის ძრავები TA-2KI, 390 ცალის ოდენობით (ბოლო წლების მთლიანი გამოშვება).

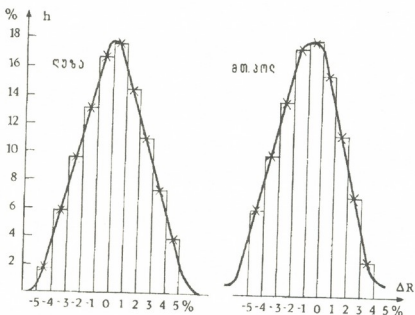
ჩატარებულ იქნა წვეის ძრავების TA-2KI-ის წინაღობების გაზომვების შედეგების სტატისტიკური დამუშავება ცივი მდგომარეობისათვის ( $20^{\circ}\text{C}$ -ზე მიყვანილი), 250 ძრავაზე.

1 სურათზე ნაჩვენებია ღუზის და მთავარი პოლუსის გრაგნილების ჰისტოგრამები და წინაღობების განაწილების მრუდები ცივი მდგომარეობისათვის, საიდანაც ჩანს, რომ წინაღობების ფაქტიური განაწილების მრუდები პრაქტიკულად სიმეტრიულია და ახლოსაა ნორმალური განაწილების კანონთან. წინაღობების განაწილების ჰისტოგრამის აგების დროს ინტერვალების საორიენტაციო რიცხვი ( $N$ ) ვარიაციული რიგისა, განისაზღვრა ფორმულით

$$S = 1 + 3,2 \ln n,$$

სადაც  $n$  - ვარიანტების საერთო რაოდენობა ( $n = 250$ )

$$S = 1 + 3,2 \ln 250 \approx 8,67$$



მიღებულ იქნა  $S = 10$ , რადგან ეს მოსახერხებელია იმის გათვალისწინებით, რომ დაშვება წინააღმდეგობის ნომინალური მნიშვნელობიდან  $\pm 5\%$ -ია. ინტერვალის საორიენტაციო სიგანე

$$K = \frac{r_{\max} - r_{\min}}{S}$$

ლუზის გრაგნილისათვის  $K = 0,0035$

შემდეგ შედგა ვარიაციული რიგი, ამასთანავე, თუ რომელიმე ვარიანტი ემთხვევა ინტერვალის ზღვარს, ის მიეკუთვნება იმ ინტერვალს, რომელშიც ხსენებული ზღვარი არის ქვედა. შედეგები შეტანილია 2 ცხრილში.

ცხრილი 2

ლუზის გრაგნილის წინააღმდეგობის სიდიდეები (ომი)	გამოცდილი ძრავების რაოდ.	პროცენტის სიდიდე
0,03460-0,03495	5	2
0,03495-0,03530	13	5,2
0,03530-0,03565	23	9,2
0,03565-0,03600	33	13,2
0,03600-0,03635	42	16,8
0,03635-0,03670	44	17,6
0,03670-0,03705	36	14,4
0,03705-0,03740	27	10,8
0,03740-0,03775	17	6,8
0,03775-0,03810	10	4

ჰისტოგრამების აგების დროს წინაღობების სიდიდეების (სულ 250) დახარისხება მოხდა ელექტრულ გამომთვლელ მანქანაზე პროგრამით „Сортировка“ [2]. ყურადღება გამაზვილდა წინაღობების სიდიდეების ზოგიერთ დაჯგუფებაზე, რაც შეიძლება აიხსნას იმით, რომ გრავნილები დამზადებულ იქნა საგრავნილე სპილენძის სხვადასხვა პარტიისაგან, ე.ი. მთავრდებოდა ერთი პარტია და მხოლოდ შემდეგ იწყებდნენ სხვა პარტიის მოხმარებას და ა.შ. პარტიები კი განსხვავდებოდნენ ზომით დაშვების ზღვრებში.

ამიტომ მოთხოვნას, რომელიც გამოტანილია 1 ცხრილის ანალიზით, იმის შესახებ, რომ მახასიათებლების დადგენისათვის გამოცდას ექვემდებარება 7-11 წევის ძრავა, უნდა დაეუმატოთ მოთხოვნა, რომ ეს 7-11 ძრავა არ იყოს დამზადებული ერთი და იმავე პარტიის მასალისაგან.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

(შემოვიდა 0.05.1993)

ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

А.А.Цомаია, Т.В.Натенадзе

### Определение некоторых параметров тяговых двигателей постоянного тока с применением статистико-вероятностного метода

Резюме

Предлагается при замере сопротивлений обмоток двигателей использовать многофакторный подход.

Вероятностным методом обосновано количество тяговых двигателей, необходимых для установления типовых характеристик.

Рекомендуется для установления типовых характеристик подвергать испытаниям тяговые двигатели, изготовленные из разных партий материалов.

ELECTROTECHNICS

A.Tsomaia, T.Natenadze

### The Statistical-Probability Approach to Investigation of Some Parameters of Direct Current Traction Motors

Summary

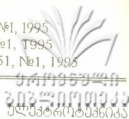
It is suggested to use multifactor approach in measuring resistance of engine winding.

By the probability method the number of traction motors, necessary for establishing the type characteristics is determined.

Testing of traction motors, made of different consignments of materials is suggested.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. *А.К.Митропольский*. Техника статистических вычислений. М., 1971.
2. *К.Эберет, Х.Эдерер*. Компьютеры. Применение в химии. М., 1988.



შპგ 621.3 (075.5) 0018

ა.აბურჯანია, ზ.ანჯაფარიძე, ლ.აბურჯანია

## სამგრაგნილა ტრანსფორმატორული ბოგირები

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა მ.სალუქვაძემ 12.05.1993)

ელექტრომაგნიტური ველის ექსპერიმენტული გამოკვლევების შედეგად აღმოჩენილ იქნა რიგი ფიზიკური კანონებისა, რომელთა მათემატიკური დასაბუთება ხდებოდა ზოგჯერ აღმოჩენასთან ერთად, ზოგჯერ კი გარკვეული დროის გავლის შემდეგ. ლენცის ელექტრომაგნიტური ინერციის კანონის მათემატიკური ინტერპრეტაცია დღემდე სადაო საკითხია.

ცნობილია, რომ ამპერმა აღმოაჩინა დენიანი გამტარების მექანიკური ურთიერთქმედება და ელექტროდინამიკური ძალების მიმართულების განსაზღვრის მიზნით, შემოიღო დენის პირობითი დადებითი მიმართულების ცნება. შემდგომში ამ მიმართულების საფუძველზე შემოღებულ იქნა კონტურისა და ამ კონტურის მიერ შემოსაზღვრული ზედაპირის მიმართულებების სტოქსის მარჯვენა ხრახნის სისტემა.

ელექტრომაგნიტური ველის მაქსველის განტოლებათა სისტემა ძალაშია ამ ათვლის სისტემაში. ლენცმა აღმოაჩინა ინერციის კანონი მოძრავი კონტურებისათვის. ფ.ნეიმანმა პირველმა მოგვცა ფარადეის, ამპერისა და ლენცის კანონების მათემატიკური გამოსახულება, რომელშიც ლენცის კანონი გაითვალისწინა უარყოფითი ნიშნით გადაადგილების მიმართ. შემდგომში ნეიმანმა

ელექტრომაგნიტური ინდუქციის კანონი განაზოგადა უძრავი კონტურებისათვის, მაგრამ ლენცის კანონი ამჯერად საერთოდ არ უხსენებია; მოგვცა ურთიერთინდუქციის რიცხვითი მნიშვნელობის საანგარიშო ფორმულა, მაგრამ მის ნიშანზე, რომელიც ლენცის კანონის თანახმად დამოკიდებულია კონტურების შემოვლის მიმართულებაზე და ურთიერთმდებარეობაზე, არაფერი უთქვამს. მაქსველმა ფარადეის ექსპერიმენტი აღწერა თავისი „დენების განტოლებათა“

სისტემით, რომელიც აგებულია მექანიკაში ცნობილ პრინციპზე – ზემოქმედება ტოლია გამოძახილების ჯამისა. ენერჯის შენახვის კანონის გამომსახველი უარყოფითი ნიშანი მან მიაჩნია ინდუცირებულ დენს, ხოლო ურთიერთინდუქციურობა აიღო დადებითი ნიშნით. (თანამედროვე გაგებით, თუ განვაზოგადებთ ურთიერთინდუქციურობის ცნებას მუდმივი დენებისათვის, ფარადეის ექსპერიმენტში ურთიერთინდუქციურობა უარყოფითია).

აკადემიკოს კ.დემირჩიანს მიაჩნია, რომ ურთიერთინდუქციურობა შეიძლება იყოს როგორც დადებითი, ასევე უარყოფითი იმისდამხედვეთ, თუ როგორ მოვნიშნავთ ერთსახელა მოშქერებს. თეორიული ელექტროტექნიკის მესამე საერთაშორისო სიმპოზიუმზე პროფ. ანეტუშილმა სცადა დაესაბუთებინა ნეიმანის ფორმულიდან უარყოფითი ნიშნის ამოღების აუცილებლობა. მას მხარს უჭერენ პროფ. ვ.გერასიმოვი, ვ.ვენეკოვი, ე.მეეროვიჩი და სხვები.

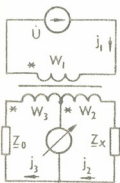
მაქსველის „დენების განტოლებათა“ სისტემას მიიჩნევენ კირხოფის განტოლებათა სისტემად; ზოგჯერ ამ სისტემაში ინდუცირებული ე.მ.ძ-ის წინ წერენ უარყოფით ნიშანს დასაბუთების გარეშე; ზოგჯერ კი ორ ნიშანს ერთდროულად წერენ. ზოგი

აგტორი ამ ნიშნებს ბუნებრივად უკავშირებს ტრანსფორმატორის მაგნიტური ველის ენერჯიას.

ამრიგად, ელექტრომაგნიტური ველის თეორიის კლასიკონებში, მროდებიც ანალიზიდან გამომდინარეობს დასკვნა, ლენცის ინერჯიის კანონის მათემატიკური ინტერპრეტაცია შესაძლებელია ამპერის კანონის საფუძველზე მოძრავი კონტურებისათვის; უძრავი კონტურებისათვის ენერჯიის შენახვის კანონი უნდა გამოისახოს ინდუცირებული დენის ნიშნით. მრავალგრაგნილა ტრანსფორმატორებისათვის მაქსველისეული მიდგომა ართულებს მოდელირების ამოცანას.

ზოგიერთი კერძო ამოცანის გადაწყვეტის დროს განტოლებათა სისტემა კარგავს ფიზიკურ აზრს. მაგალითად, სამგრაგნილა ტრანსფორმატორული ბოგირისათვის განტოლებათა სისტემის ამოხსნა ხდება წრედების პარამეტრების მიმართ მაგნიტური კავშირების გათვალისწინებით. დენები ამ სისტემაში არ მონაწილეობენ და შეუძლებელი ხდება ინერჯიის კანონის გათვალისწინება საანგარიშო ფორმულაში. მათემატიკური მოდელი კარგავს პრაქტიკულ ღირებულებას [1-3].

აღრინდელ შრომებში [4] ჩვენ შევეცადეთ მოგვენახა გამოსავალი შექმნილი მდგომარეობიდან. დავადგინეთ სტოქსის ათვლის სისტემების ბუნებრივი განლაგება კონტურებში მათი ურთიერთმდებარეობისა და ლენცის კანონის გათვალისწინებით და შევადგინეთ ტრანსფორმატორის ცალსახა მათემატიკური მოდელი. ამ მოდელეებში ინდუცირებული ე.მ.ძ.-ის მიმართულებები შერჩეული კი არ არის ნებისმიერად, როგორც ეს ხდება დღემდე ლიტერატურაში, არამედ განსაზღვრულია მკაცრად ცალსახად, ლენცის კანონის თანახმად სტოქსის ათვლის სისტემაში. ტრანსფორმატორის პირველად და მეორად გრაგნილებს შორის ურთიერთინდუქციურობა ყოველთვის უარყოფითია, ხოლო მეორად გრაგნილებს შორის — დადებითი. ამან მოგვცა საშუალება შეგვედგინა სამგრაგნილა



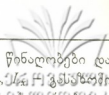
სურ. 1

ტრანსფორმატორული ბოგირების ცალსახა მათემატიკური მოდელი, წონასწორობის პირობები, ეკვივალენტური ჩანაცვლების სქემები და მაგნიტური ველის ენერჯიის საანგარიშო ფორმულა.

1 სურათზე მოცემულია ბოგირის სქემა, რომელიც აგებულია დენების გამოკლების პრინციპზე. მეორე კონტურში გამავალი დენის სიდიდე განისაზღვრება  $Z_x$  გასაზომი კომპლექსური წინაღობით, ხოლო მესამე კონტურში გამავალი დენი კი —  $Z_0$  ეტალონური წინაღობით.

კირხოფის მეორე კანონის თანახმად ბოგირის მათემატიკური მოდელი გამოისახება შემდეგი დიფერენციალური განტოლებების სისტემით:

$$\begin{aligned}
 u &= r_1 i_1 + L_1 \frac{di_1}{dt} - L_{12} \frac{di_2}{dt} + L_{13} \frac{di_3}{dt}; \\
 0 &= (r_2 + r_x) i_2 + (L_2 + L_x) \frac{di_2}{dt} - L_{12} \frac{di_1}{dt} + L_{23} \frac{di_3}{dt}; \\
 0 &= (r_3 + r_0) i_3 + (L_3 + L_0) \frac{di_3}{dt} - L_{13} \frac{di_1}{dt} + L_{23} \frac{di_2}{dt};
 \end{aligned}
 \tag{1}$$



სადაც  $r_1, r_2, r_3, L_1, L_2, L_3$  - შესაბამისი გრაგნილების აქტიური წინაღობები და ინდუქციურობები;  $L_{12}, L_{13}, L_{23}$  - ურთიერთინდუქციურობები;  $r_x, L_x$  - ექვივალენტური წინაღობა და ინდუქციურობა;  $r_0, L_0$  - ეტალონური წინაღობა და ინდუქციურობა.

თუ გამოვიყენებთ ანალიზის სიმბოლურ მეთოდს, (1) განტოლებათა სისტემა მიიღებს შემდეგ სახეს:

$$\begin{aligned} \dot{u} &= z_1 \dot{I}_1 - j\omega L_{12} \dot{I}_2 - j\omega L_{13} \dot{I}_3 \\ 0 &= -j\omega L_{12} \dot{I}_1 + z_2' \dot{I}_2 + j\omega L_{23} \dot{I}_3; \\ 0 &= -j\omega L_{13} \dot{I}_1 + j\omega L_{23} \dot{I}_2 + z_3' \dot{I}_3; \end{aligned} \quad (2)$$

სადაც  $z_1 = r_1 + j\omega L_1$ ;  $z_2 = r_2 + j\omega L_2$ ;  $z_3 = r_3 + j\omega L_3$ ;  $L_1 = W_1^2 \lambda$ ;  $L_2 = W_2^2 \lambda$ ;  $L_{12} = W_1 W_2 \lambda$ ;  $L_{13} = W_1 W_3 \lambda$ ;  $L_{23} = W_2 W_3 \lambda$ ;  $z_2' = z_2 + z_x$ ;  $z_3' = z_3 + z_0$ ;  $z_x = r_x + j\omega L_x$ ;  $z_0 = r_0 + j\omega L_0$ .

მიღებულ მათემატიკურ მოდელში ლენცის ელექტრომაგნიტური ინერციის კანონი გათვალისწინებულია ურთიერთინდუქციურობის ნიშნებით. ამით მიღწეულია მისი ადეკვატობა რეალურ ფიზიკურ მოვლენებთან.

ბოგირის წონასწორობის პირობა გამოიხატება გალვანომეტრში გამავალი დენების ტოლობით

$$\dot{I}_2 = \dot{I}_3. \quad (3)$$

დენები განისაზღვრება (2) სისტემიდან:

$$\dot{I}_2 = \dot{U} \frac{\Delta_{12}}{\Delta}; \quad \dot{I}_3 = \dot{U} \frac{\Delta_{13}}{\Delta} \quad (4)$$

$$\Delta = \begin{vmatrix} z_1 & -j\omega L_{12} & -j\omega L_{13} \\ -j\omega L_{12} & z_2' & j\omega L_{23} \\ -j\omega L_{13} & j\omega L_{23} & z_3' \end{vmatrix};$$

$$\Delta_{12} = (-)^3 \begin{vmatrix} -j\omega L_{12} & -j\omega L_{23} \\ -j\omega L_{13} & z_3' \end{vmatrix} = -\omega^2 L_{12} L_{23} + j\omega L_{12} L_{13} (r_3 + r_0); \quad (5)$$

$$\Delta_{13} = \begin{vmatrix} -j\omega L_{12} & z_2' \\ -j\omega L_{13} & j\omega L_{23} \end{vmatrix} = -\omega^2 L_{13} L_x + j\omega L_{13} (r_2 + r_x). \quad (6)$$

გასაზომი წინაღობისა და ინდუქციურობის საანგარიშო ფორმულები მიიღება (2) (3), (4), (5), (6) გამოსახულებების გათვალისწინებით:

$$r_x = \frac{W_2'}{W_3} (r_3 + r_0) - r_2; \quad (7)$$

$$L_x = \frac{W_2'}{W_3} L_0$$

მიღებული მათემატიკური მოდელის საფუძველზე შევადგინოთ ბოგირის ეკვივალენტური ჩანაცვლების სქემა, რომელშიაც 1 სურათზე მოცემული სქემის ინდუქციური კავშირები შეიცვლება სათანადო გალვანური კავშირებით. ამისათვის (2) კომპლექსურ განტოლებათა სისტემა წარმოვადგინოთ შემდეგი სახით:



$$\dot{U}_0 = (z_1' + z_4 + z_5) \dot{I}_1 - z_4 \dot{I}_2 - z_5 \dot{I}_3;$$

$$0 = (z_2'' + z_4 + z_6) \dot{I}_2 - z_4 \dot{I}_1 - z_6 \dot{I}_3;$$

$$0 = (z_{23}''' + z_5 + z_6) \dot{I}_3 - z_5 \dot{I}_1 - z_6 \dot{I}_2;$$

სადაც  $z_1' = r_1 + j\omega(L_1 - L_{12} - L_{13});$   $z_2'' = r_2 + j\omega(L_2 + L_{23} + L_{13}) + z_x;$

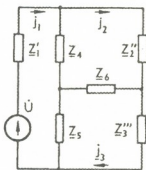
$z_3''' = r_3 + j\omega(L_3 + L_{23} - L_{13}) + z_0;$   $z_4 = j\omega L_{12};$   $z_5 = j\omega L_{13}$   $z_6 = -j\omega L_{23}.$

განტოლებათა სისტემა (8) აღწერს უიტსტონის ბოგირის (სურ.2) ელექტრომაგნიტურ პროცესებს.

ამრიგად, დენების გამოკლების პრინციპზე აგებული სამგრაგნილა ტრანსფორმატორული ბოგირის კონტურებს შორის ინდუქციური კავშირების შეცვლას გალვანური კავშირებით მივყავართ უიტსტონის ბოგირის სქემამდე. ეს იმას ნიშნავს, რომ უიტსტონის ბოგირი, რომლის პარამეტრებიც აკმაყოფილებენ (8) განტოლებათა სისტემას, შეგვიძლია განვიხილოთ როგორც სამგრაგნილა ტრანსფორმატორული ბოგირის ეკვივალენტური ჩანაცვლების სქემა.

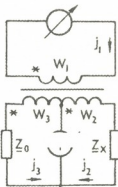
უიტსტონის ბოგირის წონასწორობის პირობა, როგორც ცნობილია, გამოიხატება მოპირდაპირე მხრების წინააღობათა ნამრავლების ტოლობით:

$$z_4 \cdot z_3''' = z_2'' \cdot z_5 \quad (9)$$



ნახ. 2

სურ.2



ნახ. 3

სურ.3

სათანადო გამარტივების შედეგად (9)-დან მივიღებთ

$$\frac{r_x + r_2 + j\omega(L_2 + L_{23} - L_{12} + L_x)}{r_3 + r_0 + j\omega(L_3 + L_{23} - L_{13} + L_0)} = \frac{W_2}{W_3} \quad (10)$$

(10) ფორმულით განსაზღვრული თანაფარდობა გასაზომ და ეტალონურ სიდიდეებს შორის ემთხვევა (7) ფორმულით მოცემულ თანაფარდობას. ეს კი იმას ნიშნავს, რომ ჩანაცვლების ეკვივალენტობის პირობები დაცულია.

ახლა განვიხილოთ სამგრაგნილა ტრანსფორმატორული ბოგირი (სურ.3), რომელიც აგებულია დამამაგნიტებელი ძალების გამოკლების პრინციპზე.

თუ დავუშვებთ, რომ მეორე კონტურის დენის დამამაგნიტებელი ძალა მეტია მესამე კონტურის დენის დამამაგნიტებელ ძალაზე (ბოგირი არ არის გაწონასწორებული), წინა შემთხვევის ანალოგიურად, მათემატიკური მოდელი გამოისახება კირხოფის დიფერენციალური განტოლებების სისტემით:





$$0 = r_1 i_1 + L_1 \frac{di_1}{dt} - L_{12} \frac{di_2}{dt} + L_{13} \frac{di_3}{dt};$$

$$U = (r_2 + r_x) i_2 + (L_2 + L_x) \frac{di_2}{dt} - L_{12} \frac{di_1}{dt} - L_{23} \frac{di_3}{dt};$$

$$U = (r_3 + r_0) i_3 + (L_3 + L_0) \frac{di_3}{dt} + L_{13} \frac{di_1}{dt} - L_{23} \frac{di_2}{dt}.$$

წარმოვადგინოთ (11) სისტემა კომპლექსური სახით. მივიღებთ:

$$0 = z_1 \dot{I}_1 - j\omega L_{12} \dot{I}_2 + j\omega L_{13} \dot{I}_3;$$

$$\dot{U} = -j\omega L_{12} \dot{I}_1 + z_2 \dot{I}_2 - j\omega L_{23} \dot{I}_3$$

$$\dot{U} = j\omega L_{13} \dot{I}_1 - j\omega L_{23} \dot{I}_2 + z_3 \dot{I}_3$$

ბოგირის წონასწორობის პირობა გამოიხატება მეორე და მესამე გრადიენტების დამამაგნიტებელი ძალების ტოლობით

$$\dot{I}_2 W_2 = \dot{I}_3 W_3 \quad (13)$$

ბოგირის წონასწორობის დროს პირველ გრადიენტში, რომელშიაც ჩართულია გაღვანომეტრი, დენი არ გადის. მეორე და მესამე გრადიენტების დამამაგნიტებელ ძალებს აქვთ ურთიერთსაწინააღმდეგო მიმართულება და ისინი ერთმანეთს აწონასწორებენ. განსხვავებით ზემოთ განხილული ბოგირისაგან, ამ შემთხვევაში მაგნიტურ გამტარში ნაკადი ნულის ტოლია.

3 სურათზე მოცემული ბოგირის მაგნიტური ველის ენერგია წონასწორობის რეჟიმში გამოისახება ფორმულით:

$$W_1 = \frac{L_2 i_2^2}{2} + \frac{L_3 i_3^2}{2} - L_{23} i_2 i_3 \quad (14)$$

ანალოგიურად გამოისახება დენების გამოკლების პრინციპზე აგებული სამგრადიენტა ტრანსფორმატორული ბოგირის (სურ.1) მაგნიტური ველის ენერგია. ამისათვის უნდა გავითვალისწინოთ ურთიერთინდუქციის ნიშნები:  $L_{12} < 0$ ;  $L_{13} < 0$ ;  $L_{23} > 0$ .

მივიღებთ:

$$W_2 = \frac{L_1 i_1^2}{2} + \frac{L_2 i_2^2}{2} + \frac{L_3 i_3^2}{2} - L_{12} i_1 i_2 - L_{13} i_1 i_3 + L_{23} i_2 i_3 \quad (15)$$

თუ გავითვალისწინებთ (1), (2), (13) თანაფარდობებს, (14)-დან მივიღებთ, რომ წონასწორობის რეჟიმში ბოგირის მაგნიტური ველის ენერგია ნულის ტოლია. ეს ერთხელ კიდევ ადასტურებს, რომ მოდელირების დროს დაცულია ადეკვატურობის პირობა.

განვსაზღვროთ თანაფარდობა გასაზომ და ეტალონურ პარამეტრებს შორის. ამისათვის (12) სისტემაში უნდა გავითვალისწინოთ (13) ტოლობა. მივიღებთ:

$$0 = -j\omega L_{12} \dot{I}_2 + j\omega L_{13} \dot{I}_3;$$

$$\dot{U} = z_2 \dot{I}_2;$$

$$\dot{U} = z_3 \dot{I}_3.$$

(15)-დან სათანადო გარდაქმნების შედეგად მივიღებთ:

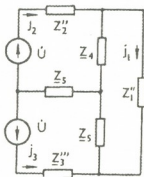
$$\frac{r_x + r_2 + j\omega L_x}{r_0 + r_3 + j\omega L_0} = \frac{W_2}{W_3} \quad (17)$$

თუ შევადარებთ ერთმანეთს (7), (8) და (17) გამოსახულებებს, დავინახავთ, რომ გასაზომი სიდიდეების საანგარიშო ფორმულები 1 და 3 სურათებზე მოცემული ბოგირებისათვის ერთმანეთს ემთხვევა. აქედან დასკვნა: გაწონასწორებულ სამგრაფიკო ბოგირში კვების წყაროსა და გაღვანომეტრის ადგილების შეცვლით საანგარიშო თანაფარდობა გასაზომ და ეტალონურ სიდიდეებს შორის არ იცვლება. ბოგირი წონასწორობის რეჟიმში შესავალი და გამოსავალი მომპერების მიმართ შექცევადია.

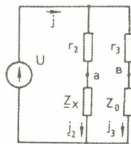
შევადგინოთ 3 სურათზე მოცემული ტრანსფორმატორული ბოგირის ჩანაცვლების სქემა. ამისათვის (12) განტოლებათა სისტემა წარმოვადგინოთ შემდეგი სახით:

$$\begin{aligned} 0 &= (z_1'' + z_4'' + z_5) \dot{I}_1 - z_4 \dot{I}_2 + z_5 \dot{I}_3; \\ \dot{U} &= (z_2''' + z_4 + z_6) \dot{I}_2 - z_4 \dot{I}_1 + z_6 \dot{I}_3 \\ \dot{U} &= (z_3''' + z_5 + z_6) \dot{I}_3 + z_5 \dot{I}_1 + z_6 \dot{I}_2 \end{aligned} \quad (18)$$

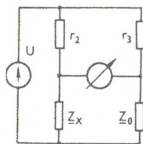
სადაც  $z_1'' = z_1' - z_4 - z_5$ ;  $z_2''' = z_2' - z_4 - z_6$ ;  $z_3''' = z_3' - z_5 - z_6$ .



სურ. 4



სურ. 5



სურ. 6

(18) განტოლებათა სისტემას შევისაბამება 4 სურ.-ზე მოცემული სქემა, რომელიც განსხვავდება უიტსტონის ბოგირის სქემისაგან. აქედან გამომდინარე, დამამაგნიტებელი ძალების გამოკლების პრინციპზე აგებული სამგრაფიკო ტრანსფორმატორული ბოგირის ჩანაცვლების სქემა, გაწონასწორებულ რეჟიმში, განსხვავდება უიტსტონის ბოგირის სქემისაგან. გრაგნილებს შორის ინდუქტიური კავშირების შეცვლას გაღვანური კავშირებით, ზოგადად არ მივყავართ გამარტივებულ საანგარიშო სქემამდე.

შევადგინოთ ჩანაცვლების სქემა 3 სურ.-ზე მოცემული ბოგირისათვის წონასწორობის რეჟიმში. ამისათვის დავუშვათ, რომ პირველადი გრაგნილები  $W_2$  და  $W_3$  დახვეულია ერთი და იმავე დიამეტრის მქონე სპილენძის მავთულით, ე.ი. ადგილი აქვს ტოლობას

$$\frac{r_2}{r_3} = \frac{W_2}{W_3} \quad (19)$$

(19) და (16) ტოლობებს შევისაბამება 5 სურ.-ზე მოცემული ჩანაცვლების სქემა.

იმისათვის, რომ ეს სქემა დაეიყვანოთ უიტსტონის ბოგირის სქემამდე, საჭიროა წარმოვიდგინოთ, რომ  $a b$  მომქერებზე მიერთებულია უსასრულოდ დიდ შიგა წინაღობის მქონე გალვანომეტრი. სქემა მიიღებს 6 სურ.-ზე მოცემულ სახეს. ამრიგად, დამამაგნიტებელი ძალების გამოკლების პრინციპზე აგებული სამგრაგნილა ტრანსფორმატორული ბოგირის ჩანაცვლების სქემა ემთხვევა უიტსტონის ბოგირის სქემას, რომლის პარალელური მხრები წარმოდგენილია პირველადი გრაგნილების აქტიური წინააღობებით (სურ.6).

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

(შემოვიღა 19.05.1993)

ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

А.Н.Абуржаия, З.О.Анджапаридзе, Л.А.Абурджания

## Трехобмоточные трансформаторные мосты

Резюме

Составлены однозначные математические модели, условия равновесия, схемы замещения и формула вычисления энергии магнитного поля.

ELECTROTECHNICS

A.Aburchania, Z.Anjaparidze, L.Aburchania

## Triple-winding Transformer Bridges

Summary

A single-valued mathematical model, balance conditions, equivalent circuits, and formula for calculation of the energy of the magnetic field are presented in the article.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. Трансформаторные измерительные мосты, под ред. Л.Б.Карандеева, М., 1970, 247-251.
2. А.А.Кольцов. Электрические схемы уравнивания. М., 1976, 114-115.
3. Н.И.Булгаков и др. Электричество, 5, 1988, 85.
4. А.Н.Абурджания и др. Сообщения АН ГССР, 140, 3, 1990, 569-572.

В.И.Клдиашвили

### Расчет емкостного прерывающего устройства запирания тиристора в системах электронной защиты инверторных генераторов

(Представлено академиком М.Салуквадзе 3.10.1994)

Как отмечается в работах [1-9], в системах электронной защиты инверторных генераторов в качестве исполнительного органа применяется тиристорно-емкостный выключатель постоянного тока, который действует по принципу тиристорного ключа и основан на емкостном прерывании тока. Он состоит (рис.1) из постоянно открытого основного тиристора  $T_1$ , коммутирующего конденсатора  $C$  и реактора  $L$ , предотвращающего скачкообразное нарастание тока через прерывающий тиристор  $T_2$ . Конденсатор  $C$  предварительно заряжается от независимого источника.

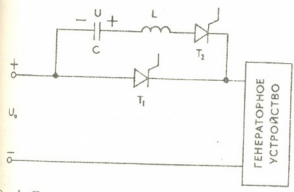


Рис.1. Схема электронной защиты с резонансным контуром

В статье рассматриваются коммутационные процессы запирания основного тиристора, что позволяет определить величину требуемой емкости прерывающего конденсатора.

Для упрощения анализа коммутации в статье применены некоторые обычные допущения: активные потери в элементах преобразовательных устройств отсутствуют, и тиристоры являются идеальными ключами, мгновенно вы-

ключающимися при уменьшении до нуля протекающего через них тока.

Рассмотрим схему электронной защиты с резонансным контуром (рис.1). При подаче управляющего импульса от датчиков защиты вспомогательный тиристор  $T_2$  открывается и начинается колебательный разряд емкости через коммутирующий контур  $CLT_2T_1C$ . При этом через контур будет протекать ток разряда  $i_c$ , вызванный напряжением на конденсаторе  $u_c$  и изменяющийся в соответствии с уравнением

$$u_c + L \frac{di_c}{dt} = 0. \tag{1}$$

Учитывая, что ток в конденсаторе

$$i_c = C \frac{du_c}{dt}, \tag{2}$$



уравнению равновесия (1) можно придать следующий вид:

$$u_c + LC \frac{d^2 u_c}{dt^2} = 0.$$

При начальном напряжении на конденсаторе  $u_c(0)=U$ , его решение дает:

$$u_c = U \cos \frac{t}{\sqrt{LC}}, \quad (4)$$

а для тока разряда имеем

$$i_c = U \sqrt{\frac{C}{L}} \sin \frac{t}{\sqrt{LC}}. \quad (5)$$

Для выключения тиристора необходимо иметь максимальный ток

$$I_m = U \sqrt{\frac{C}{L}} \geq I_3 = \frac{U_0}{R_r}, \quad (6)$$

где  $I_3$  - ток срабатывания защиты,  $U_0$  - напряжение источника,  $R_r$  - внутреннее сопротивление генератора.

В момент  $t_k$  ток  $i_c$  становится равным току срабатывания защиты  $I_3$ , т.е.

$$I_3 = I_m \sin \frac{t_k}{\sqrt{LC}}, \quad (7)$$

откуда

$$t_k = \sqrt{LC} \arcsin \frac{I_3 \sqrt{\frac{L}{C}}}{U}. \quad (8)$$

Напряжение на конденсаторе  $C$  в момент времени  $t_k$  станет равным

$$U_k = U \cos \left( \arcsin \frac{I_3}{I_m} \right). \quad (9)$$

После прекращения протекания тока через тиристор  $T_1$  конденсатор  $C$  продолжает разряжаться по цепи: реактор  $L$ , тиристор  $T_2$ , генератор с внутренним сопротивлением  $R_r$ , источник питания, и напряжение изменится от  $U_k$  до нуля в течение времени

$$t_b = \frac{U_k C}{I_3}. \quad (10)$$

За это время основной тиристор должен восстановить свои управляющие свойства [10].

Уравнение равновесия напряжений для рассматриваемого контура будет

$$U_0 = u_c + L \frac{di_c}{dt} + R_r \cdot i_c. \quad (11)$$

С учетом тока в конденсаторе по (2), выражение (11) запишется в виде

$$U_0 = u_c + LC \frac{d^2 u_c}{dt^2} + CR_r \frac{du_c}{dt}. \quad (12)$$

Для полученного уравнения имеем следующие начальные условия: напряжение на конденсаторе равно  $U_k$ , а производная этого напряжения -  $\frac{I_3}{C}$ , тогда решение (12) относительно  $u_c$  дает

$$u_c = U_0 - \frac{U_0 + U_k}{2} \left( e^{\lambda_1 t} + e^{\lambda_2 t} \right) + U_0 \left( \frac{I_3}{CU_0} - \frac{U_0 + U_k}{2U_0} \cdot \frac{R_r}{L} \right) \times \frac{e^{\lambda_1 t} - e^{\lambda_2 t}}{\lambda_1 - \lambda_2}, \quad (13)$$

где

$$\left. \begin{array}{l} \lambda_1 \\ \lambda_2 \end{array} \right\} = \frac{-R_r}{2L} \pm \sqrt{\left( \frac{R_r}{2L} \right)^2 - \frac{1}{LC}}.$$

Приравняв выражение (13) нулю и положив в нем  $t=t_b$ , с учетом (9) и (10), можно найти минимальную емкость  $C$ , необходимую для выключения тиристора  $T_r$ .

Для колебательного режима  $\left( R_r < 2\sqrt{\frac{L}{C}} \right)$ , (13) примет вид

$$U_0 - (U_0 + U_k) e^{-\alpha t_b} \cos \beta t_b + U_0 \left( \frac{I_3}{CU_0} - \frac{U_0 + U_k}{2U_0} \cdot \frac{R_r}{L} \right) \times \frac{e^{-\alpha t_b}}{\beta} \sin \beta t_b = 0, \quad (14)$$

где

$$\alpha = \frac{R_r}{2L}; \quad \beta = \sqrt{\frac{1}{LC} - \left( \frac{R_r}{2L} \right)^2}.$$

Величина  $L$  определяется приближенно выражением

$$L \geq \frac{U}{S_g}, \quad (15)$$

где  $S_g$  - допустимая для тиристора крутизна тока.

Надо отметить, что увеличение индуктивности  $L$  влечет за собой возрастание емкости  $C$ . Поэтому  $L$  следует выбрать минимально допустимой.

Теперь на примере простейшей схемы защиты (в цепи реактор  $L$  отсутствует) (рис.2) проанализируем влияние конденсатора  $C_\phi$  - фильтра источника питания - на работу емкостного прерывателя, поскольку в цепи перезаряда прерывающего конденсатора  $C$  участвует конденсатор  $C_\phi$ .

С целью такого анализа вначале рассмотрим схему электронной защиты при отсутствии конденсатора  $C_\phi$  (рис.2).

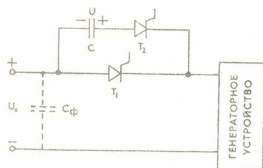


Рис.2. Простейшая схема электронной защиты

Напряжения в цепи равны:

$$u_c = \frac{1}{C} \int i_c dt - U = U_0 - (U_0 + U) e^{-\frac{t}{R_r C}}. \quad (17)$$

Приравняв выражение (17) нулю и положив в нем  $t=t_b$ , получим

$$t_b = - \left( \ln \frac{U_0}{U_0 + U} \right) \cdot R_r C. \quad (18)$$

В течение времени  $t_b$  напряжение на конденсаторе  $C$  будет линейно уменьшаться от величины  $U$  до нуля, и за это время тиристор  $T_1$  восстановит свои управляющие свойства.

Из (18) емкость коммутирующего конденсатора

$$C = \frac{t_b I_3}{U_0 \cdot \ln U_0 / (U_0 + U)}. \quad (19)$$

Рассмотрим эту же схему с конденсатором  $C_\Phi$  (рис.2).

После запираания тиристора  $T_1$  происходит перезаряд конденсатора  $C$  через контур  $T_2 R_r C_\Phi$ . При этом напряжение на тиристоре  $T_1$  становится равным:

$$u_c = \frac{C + C_\Phi}{C \cdot C_\Phi} \cdot \int \frac{U_0 + U}{R_r} \cdot e^{-\frac{t(C + C_\Phi)}{R_r \cdot C \cdot C_\Phi}} \cdot dt - U. \quad (20)$$

Так как практически  $C_\Phi \gg C$ , можно принять  $C \approx \frac{C \cdot C_\Phi}{C + C_\Phi}$ , тогда

уравнение (20) превращается в уравнение (17), т.е. при расчете требуемой емкости коммутирующего конденсатора не обязательно учитывать наличие фильтра источника питания  $C_\Phi$ .

Поскольку тиристор  $T_1$  запирается все-таки не мгновенно, конденсатор с емкостью  $C$  в рассмотренных выше схемах защиты следует брать несколько больше, чем они получаются по приведенным выше выражениям.

Грузинский технический университет

(Поступило 5.10.1994)

При включении тиристора  $T_2$  ток тиристора  $T_1$  коммутируется в цепь прерывающего контура конденсатора  $C$ . Тиристор  $T_1$  запирается практически мгновенно, и конденсатор  $C$  разряжается через источник питания, тиристор  $T_2$  и внутреннее сопротивление генератора  $R_r$ .

Ток разряда

$$i_c = \frac{U_0 + U}{R_r} \cdot e^{-\frac{t}{R_r C}}. \quad (16)$$

ვ.კლდიაშვილი

ეროვნული  
ბიბლიოთეკა

ტირისტორის ჩამკეტი ტევადური მწყვეტარა მოწყობილობის  
განგარიშება ინვერტორული გენერატორების ელექტრონული  
დაცვის სისტემებში

რ ე ზ ი უ მ ე

სტატიაში განხილულია ძირითადი (ძალოვანი) ტირისტორის ჩამკეტვის კომუტაციური პროცესები ინვერტორული გენერატორების ელექტრონული დაცვის სისტემებში, რაც იძლევა იმის საშუალებას, რომ განისაზღვროს მწყვეტარა კონდენსატორის საჭირო ტევადობა.

ELECTROTECHNICS

V. Cldiashvili

## Calculation of the Capacity's Interrupting Device for Thyristor's Locking in the Inverter Generator's Electronic Protector System

S u m m a r y

In the article commutation processes of main (power) thyristor's locking in the inverter generator's electronic protector system is considered, that enables to determine value of required capacity of interrupting condenser.

### ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. *Е.М.Глух, В.Е.Зеленов.* Защита полупроводниковых преобразователей. М., 1970.
2. *В.И.Клдиашвили.* Электротехническая промышленность. Сер. „Электротермия“, вып. 9 (235), 1982, 12-13.
3. *В.И.Клдиашвили.* Известия высших учебных заведений. Электромеханика, 4, 1984, 108-109.
4. *В.И.Клдиашвили.* Труды ГТУ, 7 (400), 1993.
5. А.с. N 743107 (СССР). Б.И., 23, 1980.
6. А.с. N 970556 (СССР). Б.И., 40, 1982.
7. А.с. N 1251268 (СССР). Б.И., 30, 1986.
8. А.с. N 1173507 (СССР). Б.И., 30, 1985.
9. А.с. N 1288011 (СССР). Б.И., 5, 1987.
10. *Г.Н.Буслаев, Г.К.Шварц.* Оценка конденсаторных устройств запираания тиристорov. М., 1968, 45-50.





შპს 631.461

მ.ქარდავა, ნ.კოვალჩუკი, თ.ანდრონიკაშვილი (საქ. მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი)

## აღმოსავლეთ საქართველოს რუხ-ყავისფერ ნიადაგებში ორგანულ-ცეოლითური სასუქების შეტანის ეფექტურობა თავისუფალი აზოტფიქსატორი ბაქტერიების ცხოველყოფილობაზე

ყოველგვარ ნიადაგში, რომელთაც სასოფლო-სამეურნეო გამოყენება აქვთ, პრაქტიკულად აზოტი ყოველთვის მინიმუმშია, ამის გამო სასოფლო სამეურნეო კულტურების მოსავლიანობის ამაღლებისათვის შემუშავებულ ღონისძიებებში ყოველთვის წარმოიშობა აზოტის დაფარვის პრობლემა, რისთვისაც განსაკუთრებულ ინტერესს იწვევს თავისუფალი აზოტფიქსატორი ბაქტერიების თვისებების გამოყენება, მათი პროდუქტიულობის ამაღლების ღონისძიებათა შემუშავება.

ადრე ჩვენ მიერ ლაბორატორიული გამოკვლევებით ნაჩვენები იყო, რომ თუ მოვათავსებთ ერთმანეთის გვერდით, რამდენიმე თვის განმავლობაში, კლინოპტილოლით შემცველ ტუფსა და ფრინველის ახალ ნაკელს, ცეოლითში ადგილი აქვს ამონიუმის კატიონების თანდათანობით დაგროვებას, რომლებიც შემდგომში გადადის ნიტრატულ ფორმებში. ასეთი მოვლენა არ აღინიშნება სისტემა „ნიადაგ-ფრინველის ნაკელის“ შემთხვევაში. გამოთქმულია მოსაზრება, რომ ფრინველის ახალი ნაკელის და კლინოპტილოლით შემცველი ტუფის ბინარული უზრუნველყოფს აზოტფიქსატორი ბაქტერიების გამრავლებას, რომელთაც შესწევთ მოლეკულური აზოტის ფიქსაციის უნარი და მათ სამყოფელ ნიადაგში გარდაქმნა ის აზოტოვან სასუქებად [1].

ამ საკითხის უფრო დეტალურად და ღრმად შესწავლის მიზნით მოვაწყვეთ ფართომასშტაბიანი მინდვრული ცდა, რომელიც დაიწყო 1989 წლის ნოემბერში და გაგრძელდა 28 თვის მანძილზე. ცდის მიზანი იყო შეგვესწავლა, ბუნებრივ პირობებში, სახლდებოდა თუ არა ნიადაგში თავისუფალი აზოტფიქსატორი ბაქტერიები და რამდენად ინტენსიური იყო მათი გამრავლება და ცხოველყოფილობა, ორგანულ-ცეოლითური სასუქის არეში, ნიადაგთან (რომელიც არ შეიცავდა ზემოხსენებულ სასუქებს) შედარებით. ცდა ჩატარდა 8 ვარიანტიანი სქემით. დანაყოფის ფართობი შეადგენდა 42 მ<sup>2</sup>-ს. ცდა ტარდებოდა გარდაბნის რუხ-ყავისფერ ნიადაგებზე, საზამთროს ქვეშ. ნიადაგის ნიმუშებს ვიღებდით თვეში ერთხელ სახნავი ფენის სიღრმეზე და საანალიზოდ ვაბარებდით საბაშვილის სახელობის საქართველოს ნიადაგმცოდნეობისა და მეღორაყვამის ს/კ ინსტიტუტის მიკრობიოლოგიის ლაბორატორიას.

### ცდის სქემა

- |   |                 |
|---|-----------------|
| 1. საკონტროლო   | (უსასუქო)       |
| 2. ორგანულ-ცეოლითური სასუქი                                 | 20 ტ/ჰა-ზე      |
| 3. ორგანულ-ცეოლითური სასუქი                                 | 40 ტ/ჰა-ზე      |
| 4. ორგანულ-ცეოლითური სასუქი                                 | 60 ტ/ჰა-ზე      |
| 5. N <sub>60</sub> P <sub>90</sub> K <sub>45</sub> კგ/ჰა-ზე | (II საკონტროლო) |



6. ორგანულ-ცეოლითური სასუქი 20 ტ/ჰა - N<sub>60</sub> P<sub>90</sub> K<sub>45</sub> კგ/ჰა-ზე

7. ორგანულ-ცეოლითური სასუქი 40 ტ/ჰა - N<sub>60</sub> P<sub>90</sub> K<sub>45</sub> კგ/ჰა-ზე

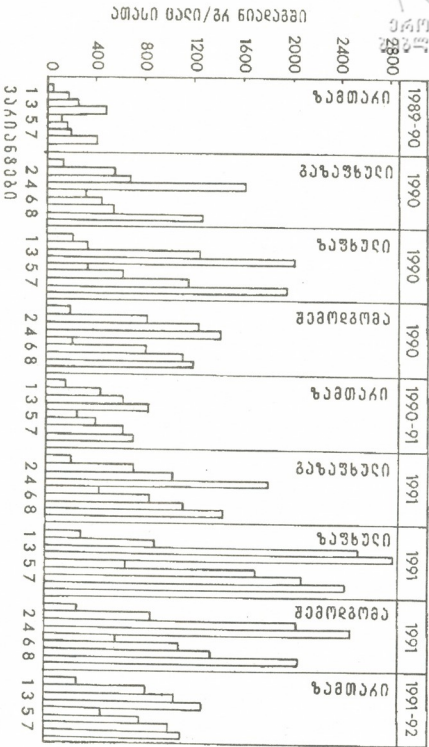
8. ორგანულ-ცეოლითური სასუქი 60 ტ/ჰა - N<sub>60</sub> P<sub>90</sub> K<sub>45</sub> კგ/ჰა-ზე

შეჯამებული მონაცემები, წლის დროთა მიხედვით, თავისუფალი აზოტფიქსატორი ბაქტერიების რუხოვნობაზე, მოყვანილია 1 ცხრილში.

ცნობილია, რომ მიკროორგანიზმები ნიადაგში მეტწილად თავმოყრილია მცენარის ფესვთა სისტემის გავრცელების ზონაში. მ.შ. მცენარისათვის ზოგი სასარგებლოა და ზოგი მავნე. მიკროორგანიზმების რიცხოვნობა ფესვის ზედაპირზე და რიზოსფეროში გაცილებით მეტია, ვიდრე ნიადაგის მასაში [2]. მაგრამ საცდელი ნაკვეთი, სადაც ცდები უნდა ჩატარებულყო, მთლიანად თავისუფალი იყო ყოველგვარი მცენარეული ნარჩენებისაგან, იყო ერთგვაროვანი. ზემოთ მოყვანილი ცდის სქემის მიხედვით ორგანულ-ცეოლითური და მინერალური სასუქების დოზები შეეიტანეთ მზრალად ხვნის წინ, 1989 წლის ნოემბრის ბოლოს და მოიხნა იმავე წლის დეკემბრის პირველ დეკადაში. ნიადაგის ნიმუშების აღება ყოველი ვარიანტიდან ცალ-ცალკე და საანალიზოდ ჩაბარება დავიწყეთ იმავე წლის დეკემბერში და ასე გაგრძელდა 1992 წლის 1 მარტამდე. საცდელ ნაკვეთზე, ჩვეულებრივი წესით, 1990 წლის გაზაფხულზე (აპრილში) დავეთესეთ საზამთრო. ასე გავიმეორეთ 1991 წელსაც.

1989-90 წლის ზამთარში თავისუფალი აზოტფიქსატორი ბაქტერიების რიცხოვნობა არ იყო დიდი. პირველ საკონტროლო ვარიანტში ის საშუალოდ 4 ათასი იყო 1 გ ნიადაგში, (ცხრილი 1), მაშინ როცა მეორე ვარიანტში 4,5-ჯერ მეტი იყო (18 ათასი), მესამე ვარიანტში 6-ჯერ მეტი, ხოლო მეოთხე ვარიანტში 12-ჯერ მეტი. მეხუთე (II საკონტროლო) ვარიანტში, სადაც შეტანილია მინერალური სასუქების აგროტექნიკური ნორმა, 2,5-ჯერ მეტი იყო, ხოლო დანარჩენ მე-6-7 და -8 ვარიანტებში იგივე კანონზომიერება მეორდება, მაგრამ ისინი, თავისი მონაცემებით, ვერ უტოლდებიან მე-2-3 და -4 ვარიანტებს. დადგინდა, რომ ამის მიზეზია მე-6-7 და -8 ვარიანტებში მინერალური მარილების სიჭარბე. თავისუფალი აზოტფიქსატორი ბაქტერიებისათვის აზოტის ასიმილაციის წყარო შეიძლება იყოს ამონიუმის მარილები, ნიტრიტები, ნიტრატები და ამინომჟავები, მაგრამ როცა არ არის ნიადაგში ბმული აზოტის ფორმები, მაშინ ფიქსირდება მოლეკულური აზოტი [3]. აქედან გამომდინარე, ჩვენ მივედით იმ დასკვნამდე, რომ მინერალური სასუქების ჩვენ მიერ შეტანილი აგროტექნიკური ნორმა მთლიანად კი არ აჩერებს თავისუფალი აზოტფიქსატორი ბაქტერიების ქმედობას, ალბათ ორგანულ-ცეოლითური სასუქის დადებითი გავლენის გამო, მხოლოდ რამდენადმე აფერხებს მას. ეს კანონზომიერება არ შეცვლილა ცდის მიმდინარეობის მთელ პერიოდში. თუ დავუკვირდებით (ცხრ.1, სურ.1), დავინახავთ, რომ ზამთარში თავისუფალი აზოტფიქსატორი ბაქტერიების რიცხოვნობა ნაკლებია, ვიდრე წლის სხვა პერიოდში. მათი რიცხოვნობა ყველაზე დიდია ზაფხულში და, განსაკუთრებით იმ ვარიანტებში, სადაც შეტანილია ორგანულ-ცეოლითური სასუქების მაღალი დოზები, მინერალური სასუქების გარეშე. საერთოდ ცნობილია, რომ თავისუფალი აზოტფიქსატორი ბაქტერიები დიდი რაოდენობით გვხვდება ნიადაგებში, რომლებიც კარგად არის გაჭერებული ორგანული სასუქებით [3].

\* შენიშვნა: ორგანულ-ცეოლითური სასუქი არის ბუნებრივი კლინობტილოლითუმცველი ტუფისა და ქათმის ახალი ნაკელის 1:1-თან ნაზავი.



სურ. 1. ორგანულ-ცეოლითური სასუქის გავლენა თავისუფალი აზოტფიქსატორი ბაქტერიების რიცხოვნობაზე გარდაბნის რუბ-ყავისფერ ნიადაგებში (ათასობით I გ ნიადაგში)



მეორე თვალსაჩინო კანონზომიერება, რომელიც ჩამოყალიბდა ჩვენს ცვლებში, გახლავთ ის, რომ თავისუფალი აზოტფიქსატორი ბაქტერიების რიცხოვნობა მეორე და შემდგომ პერიოდებში გაცილებით მეტია, ვიდრე შეტანის პერიოდში, რაც მიუთითებს ორგანულ-ცეოლითური სასუქის ხანგრძლივმოქმედების ფუნქციის (ტრაქ.) შესახებ.

მესამე მეტად საგულისხმო კანონზომიერება მდგომარეობს იმაში, რომ ორგანულ-ცეოლითური სასუქის შეტანის შემთხვევაში თითქმის საჭირო არ არის მინერალური სასუქების შეტანა, რაც დაკავშირებულია მინერალური სასუქების შეტანის არამწარმოებლური ხარჯების მნიშვნელოვან შემცირებასთან.

ამ მონაცემებიდან შესაძლებელია გაკეთდეს შემდეგი დასკვნები:

1. ნაკლები დამუშავებული კლინობტილოლით შემცველი ტუფი, თავისუფალი აზოტფიქსატორი ბაქტერიების ჩასახლების, გამრავლებისა და გავრცელებისათვის საუკეთესო არეა. ამ პრინციპიდან გამომდინარე, შესაძლებელია ცეოლითისაგან და მცირე რაოდენობით ახალი ნაკელისაგან ან ფერმის ნარეცხი წყლისაგან დამზადდეს ორგანული ტიპის აზოტოვანი სასუქი, რომლის აზოტით შევსების წყარო ჰაერის თავისუფალი აზოტი იქნება და რომელიც ეფექტური მოქმედებით არა თუ ჩამორჩება აზოტის მინერალურ ფორმებს, გადააქარბებს კიდევ. აღნიშნული სასუქის შემდგომმოქმედება უფრო ხანგრძლივია, ვიდრე ჩვეულებრივი ნაკელისა, რადგან მასში თავისუფალი აზოტფიქსატორი ბაქტერიების ჩასახლება, გამრავლება და გავრცელება პერმანენტული პროცესია და ასეთმა სასუქმა შეიძლება იმოქმედოს, ნიადაგში ცეოლითის სრულ დაშლამდე, ე.ი. 6-8 წლის განმავლობაში. ამ სასუქის უდიდესი ღირსება არის ის, რომ ეს ეკოლოგიურად სუფთაა და გამორიცხავს მინერალური სასუქებით გამოწვეული ნიადაგის ეკოლოგიური დაბინძურების საშიშროებას.

ცხრილი 1

ორგანულ-ცეოლითური სასუქის გავლენა თავისუფალი აზოტფიქსატორი ბაქტერიების რიცხოვნობაზე გარდაბნის რუხ-ყავისფერ ნიადაგში (ათასობით 1 გ ნიადაგში)

ვარ N/V	ზამთა- რი 1989-90 წწ	გაზაფ- ხული 1990წ	ზაფხუ- ლი 1990წ	შემოდ- გომა 1990წ	ზამთა- რი 1990-91 წწ	გაზაფ- ხული 1991წ	ზაფხუ- ლი 1991წ	შემოდ- გომა 1991წ	ზამთა- რი 1991-92 წწ
1	4,0	12,0	19,8	18,0	13,1	18,6	29,6	24,4	22,7
2	18,0	56,0	32,0	82,0	46,0	71,3	96,0	84,2	79,6
3	23,5	68,0	123,5	121,7	62,7	102,0	252,0	201,2	106,7
4	50,9	161,4	218,0	140,4	83,7	183,0	282,0	244,6	127,2
5	10,0	30,0	32,0	20,0	24,5	43,0	65,0	56,2	45,2
6	15,0	46,0	57,7	80,0	40,5	84,0	168,8	106,8	76,4
7	18,0	54,0	113,8	112,0	60,5	112,5	206,4	134,0	100,8
8	40,8	128,0	201,8	120,0	69,5	143,9	240,4	204,0	110,8

2. აზოტოვანი სასუქების ქიმიური სინთეზი - ენერგოტევადი პროცესია, რომელზედაც იხარჯება სასოფლო-სამეურნეო წარმოებაში გამოყენებული ენერჯის 25-30% [3]. ამის გამო შესაძლებელია ბიოლოგიური აზოტის უფრო ფართო გამოყენება გახდეს განსაკუთრებით აქტუალური, უკანასკნელ პერიოდში სასოფლო-

სამეურნეო წარმოებაში მოსახმარი ენერჯის მეტად დიდი მასშტაბებით გაძვირებასთან დაკავშირებით; მით უმეტეს, რომ ასეთი სასუქის დამზადება ხელმისაწვდომია ყველა დიდი და მცირე მეურნისათვის, ვისაც გააჩნია ნაკელის წყარო და შეუძლია შეიძინოს ცეოლითი. მით უმეტეს, ცეოლითის შარავი საქართველოში ძალზე დიდია.

3. ადგილობრივი ნედლეულის ბაზაზე ორგანულ-ცეოლითური სასუქების დამზადება და გამოყენება ერთდროულად მოხსნის ორ განსხვავებულ პროცესს - ცალკე ორგანული სასუქების და ცალკე მინერალური სასუქების ნიადაგში შეტანის პროცესებს, რადგან ის შეიცვლება მხოლოდ ორგანულ-ცეოლითური სასუქების შეტანით, რაც მკვეთრად შეამცირებს მინერალური სასუქების საზღვარგარეთ შეძენის, შემოტანის და ნიადაგში შეტანის ხარჯებს. ეს კი უდიდესი რეზერვი იქნება საქართველოს სოფლის მეურნეობის განვითარების საქმეში.

საქ. მეცნიერებათა აკადემია  
პ.მელიქიშვილის სახელობის ფიზიკური  
და ორგანული ქიმიის ინსტიტუტი

საქართველოს ნ.ლომურის სახელობის  
მიწათმოქმედების ს/კ ინსტიტუტის  
გარდაბნის მებოსტნეობის საცდელი  
სადგური

(შემოვიდა 12.04.1993)

РАСТЕНИЕВОДСТВО

М.А.Кардава, Н.А.Ковальчук, Т.Г.Андроникашвили

## Эффект внесения органо-цеолитовых удобрений в серо-коричневых почвах Восточной Грузии

### Резюме

Показано, что внесение в почву смеси свежего птичьего помета и клиноптилолитсодержащего туфа способствует значительному возрастанию (в 4-12 раз) содержания азотфиксирующих бактерий по сравнению с контролем (абсолютный фон и почвы, содержащие только минеральные удобрения  $N_{60} P_{90} K_{45}$ ). Причем с увеличением доз органо-цеолитовых удобрений имеет место возрастание численности азотфиксирующих бактерий, которые в летние месяцы достигают 280 тыс. на 1 г почвы. Этот эффект более слабо и заторможенно проявляется на фоне минеральных удобрений. Отмечено, что под влиянием вышеуказанного удобрения даже в осенне-зимний период жизнедеятельность этих бактерий не прекращается и происходит значительно более интенсивно по сравнению с контролем. Особо следует отметить пролонгирующий (даже усиливающий) эффект со временем (период эксперимента 28 месяцев).

M.Kardava, N.Kovalchuk, T.Andronikashvili

საქართველოს  
სოფლის მეურნეობის  
ინსტიტუტი

## Effect of Introduction of Organic-Zeolitic Fertilizers on Vital Functions of Nitrogen-Fixing Bacteria in Gray-Cinnamon Soils of Eastern Georgia

### Summary

It's shown that the introduction of a mixture of poultry droppings and clinoptilolite-containing tuff into soil, contributed significant increase (4-12 times) of nitrogen-fixing bacteria in comparison with control an absolute background and soil, containing only mineral fertilizers (N<sub>60</sub> P<sub>90</sub> K<sub>45</sub>). Moreover, with the increase of doses of organic-zeolitic fertilizers grows a number of nitrogen-fixing bacteria, reaching 280 thousands on g/soil in summer. The effect on the background of mineral fertilizers is performed rather weakly. It's noted that even in autumn-winter period, due to the effect of this fertilizer, the vital functions of these bacteria do not cease and are going on rather intensively in comparison with the control. The prolongating (even increasing) effect in due time (28 months, the period of the experiment) should be especially marked.

### ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. *Г.В.Цицишвили, М.А.Кардава, Т.Г.Андроникашвили, Н.Н.Михайлов, М.К.Гамисония, Г.В.Майсурадзе. ДАН СССР 307, 2, 1989, 470-472.*
2. *Е.Н.Мишустин, Микроорганизмы и продуктивность земледелия. М., 1972.*
3. *Е.Н.Мишустин, В.Т.Емцев. Микробиология. М., 1987.*

Д.И.Джохадзе (член-корреспондент АН Грузии), Р.И.Гоглидзе, Г.Г.Гиголашвили,  
Н.Н.Озиашвили, И.А.Китиашвили

## ДНК-зависимая РНК-полимераза из спироулины (*Spirulina Platensis*): получение и частичная характеристика

В выявлении молекулярных механизмов транскрипции большое значение имеет расшифровка природы ключевого фермента генетической системы клетки - ДНК-зависимой РНК-полимеразы (ЕС 2.7.7.6). Фермент впервые был открыт в печени крысы [1], а затем в бактериях [2]. Вскоре его существование было показано во всех типах

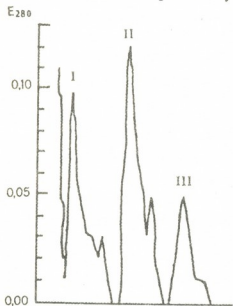


Рис.1. Диаграмма элюции белковых фракций РНК-полимеразы спироулины, элюированных при концентрации 0,11М (пик I) 0,22М (пик II) и 0,32М (пик III) сульфата аммония

клеток как животного, так и растительного происхождения, а также в бактериях [3,4]. Первые наиболее полные сведения о природе этого фермента были получены на бактериях, далее на животных и в последние годы в этом отношении интенсивно изучаются и растительные объекты [4,5]. Следует отметить, что препаративное выделение РНК-полимеразы из эукариотических клеток, особенно из растений, оказалось трудной задачей по сравнению с бактериями, поскольку в первом случае фермент прочно связан непосредственно с генетическим субстратом.

В доступной для нас литературе сведения об РНК-полимеразе водорослей крайне скудны. В основном они касаются ацетабулярии [6] и эвглены [7]. Нами были выявлены некоторые закономерности об эндогенной РНК- и белоксинтезирующей активности синезеленой водоросли спироулины.

В данной работе мы задались целью препаративно выделить и частично охарактеризовать РНК-полимеразу из упомянутого источника.

Водоросли культивировали в лабораторных условиях в среде Зарука [8] с некоторыми изменениями. Клетки водоросли собирали центрифугированием суспензии при 6000 об/мин в течение 20 мин (с этого момента все процедуры проводили при 2-4°C). Их растирали с равным весом окиси алюминия в растворе А (трис-НСl, рН 8,4 - 0,01 М;  $\text{CH}_3\text{COOMg}$  - 0,01 М; ЕДТА - 0,01 М). Смесь центрифугировали при

1500 об/мин в течение 20 мин. Супернатант, имеющий ярко-голубой цвет, наносили на колонку ДЭАЭ-тоиоперл 650 М, заранее уравновешенную раствором А, содержащим 0,05 М сульфата аммония.

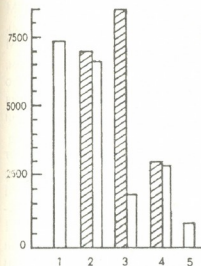


Рис.2. Ферментативная активность элюата экстракта (столбик 1) и отдельных белковых фракций РНК-полимеразы спироулины, элюированных с колонки ДЭАЭ-тоиоперл 650М при концентрациях сульфата аммония 0,11М (пик I, темный столбик-контроль, светлый столбик – с 25 мкг циклогексимида), 0,22М (пик II, темный столбик-контроль, светлый столбик – 10 мкг  $\alpha$ -аманитина), 0,32 М (темный столбик-контроль, светлый столбик – 50 мкг  $\alpha$ -аманитина), 5 – проба без инкубации. Ферментативную активность определяли инкубацией проб следующего состава (общий объем смеси – 100 мкл): трис-НСI, рН 7,9 – 50 мМ; MgCl<sub>2</sub> – 20 мМ; дитиотреитол – 1,0 мМ; ГТФ, ЦТФ и УТФ – по 0,3 мМ; <sup>14</sup>С-АТФ (уд. активность – 16,9 Г.Бекерель /мМ) – 0,25 мкКюри; ДНК спироулины – 10 мкг; фермент-белок – 6 мкг. Инкубация, обработка проб, подсчет радиоактивности и пересчет на ферментативную активность – как описано в работе [6]

Адсорбированные на колонке белки, содержащие РНК-полимеразу, элюировали ступенчато раствором сульфата аммония возрастающей концентрации – 0,11; 0,22 и 0,32 М. В каждом случае элюция продолжалась до исчезновения следов белка в элюате. Упомянутые концентрации соли были подобраны, исходя из того, что в случае эукариотической (растительной) ядерной РНК-полимеразы при концентрации сульфата аммония 0,11 М с колонки элюируется РНК-полимераза I, при концентрации 0,22 М – РНК-полимераза II, а при концентрации 0,32 М – РНК-полимераза III [5]. Концентрацию белка в элюате определяли по Бредфорду [9]. На диаграмме (рис.1), составленной с помощью компьютерного анализа, приведен профиль трех ферментативно активных пиков белковых фракций, элюированных с колонки ДЭАЭ-тоиоперл 650 М, растворами возрастающей концентрации сульфата аммония.

Из диаграммы видно, что, если судить по экстинкции при E<sub>260</sub>, количественное соотношение между отдельными ферментативно активными фракциями РНК-полимеразы спироулины, полученными при элюции с колонки ДЭАЭ-тоиоперл 650 М растворами сульфата аммония упомянутых концентраций, имеет следующую последовательность: II>I>III.

Для выявления ферментативной природы отдельных фракций элюата была определена их РНК-синтезирующая активность с применением антибиотиков циклогексимида и  $\alpha$ -аманитина. Как известно, циклогексимид является специфическим ингибитором формы I, а  $\alpha$ -аманитин – ингибитором формы II эукариотической РНК-полимеразы [10]. Активность была определена также в супернатанте суммарной белковой фракции до нанесения ее на колонку ДЭАЭ-тоиоперл 650 М.



Результаты, приведенные в виде диаграммы на рис. 2, составлены с помощью компьютерного анализа.

Из этих результатов видно, что суммарный ферментативный активностью полимеразы обладает довольно высокой ферментативной активностью (столбик 1). Разделенная с помощью колонки ДЭАЭ-тоиоперл 650 М фракция, элюируемая раствором 0,11 М сульфата аммония (столбик 2), не ингибируется циклогексимидом. Фракция, элюируемая 0,22 М раствором сульфата аммония (столбик 3), ингибируется  $\alpha$ -аманитином, как это имеет место в случае эукариотической РНК-полимеразы II. Что касается фракции, элюируемой 0,32 М раствором сульфата аммония (столбик 4), ее активность не подавляется при довольно высокой концентрации (50 мкг на пробу)  $\alpha$ -аманитина.

Полученные нами данные об РНК-полимеразе спирулины указывают на то, что по тесту с антибиотиками (циклогексимид,  $\alpha$ -аманитин) фракция, элюируемая с колонки ДЭАЭ-тоиоперл 650 М 0,22 М раствором сульфата аммония (пик II, рис.2), соответствует РНК-полимеразе II эукариотического фермента; фракции, элюируемые 0,11 и 0,32 М растворами сульфата аммония (соответственно пики I и III на рис.1), не проявляют свойства соответствующих фракций эукариотической РНК-полимеразы. Выявление их природы, а также более полная характеристика всех фракций являются предметом наших дальнейших исследований.

Академия наук Грузии  
Институт биохимии растений  
им. С.В.Дурмишидзе

(Поступило 1.02.1993)

ბენეფიკა და სელექცია

დ.ჯოხაძე (საქ. მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი), რ.გოგლიძე, გ.გიგოლაშვილი,  
ნ.ოზიაშვილი, ი.ქიტიაშვილი

დნმ-დამოკიდებული რნმ-პოლიმერაზა სპირულინიდან  
(*Spirulina Platensis*): გამოყოფა და ნაწილობრივი დახასიათება

რეზიუმე

ლაბორატორიის პირობებში კულტივირებული სპირულინიდან გამოყოფილია დნმ-დამოკიდებული რნმ-პოლიმერაზა. დეაე-ტოიოპერლ 650 М სვეტზე ქრომატოგრაფიით ჯამური პრეპარატი დაიყო სამ ფრაქციად ამონიუმის სულფატის 0.11 М, 0.22 М და 0.32 М ხსნარებით ელუციისას. ციკლოპქსიმიდითა და  $\alpha$ -ამანიტინით ტესტის მიხედვით, ამონიუმის სულფატის 0.22 М ხსნარით ელუვირებული ფრაქცია ამქვეყნებს ეუკარიოტული რნმ-პოლიმერაზის ფორმა II-ის თვისებებს.

D. Jokhadze, R. Goglidze, G. Gigolashvili, N. Oziashvili, I. Kitiashvili

DNA-Dependent RNA Polymerase from *Spirulina* (*Spirulina Platensis*): Isolation and Partial Characterisation

Summary

DNA-dependent RNA polymerase has been isolated from spirulina cultivated under lab conditions. By chromatography on DEAE-toyopearl 650 M column the total preparation was divided into three fractions. At elution of ammonium sulphate 0.11 M, 0.22 M and 0.32 M. The fraction eluted by ammonium sulphate 0.22 M solvent reveals eucaryote RNA polymerase II characteristics at cycloheximide and  $\alpha$ -amanitine tests.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. *S.B.Weis*. Proc.Natl.Acad.Sci.USA, **46**, 8, 1960, 1020-1030.
2. *T.Hurwitz, A.Presler, R.Diriner*. Biochem. and Biophys.Res.Comm., **3**, 1, 1960, 15-19.
3. *B.B.Biswas, A.Ganguly, A.Das*. Progress in nucleic Acid Research and Mol. Biology, **15**, 1975, 145-184.
4. *D.G.R.Blair*. Comp.Biochem.Physiol. **89B**, N 4, 1988, 647-670.
5. *Д.И.Джохадзе, Р.И.Гоглидзе*. Сообщения АН ГССР, **99**, 1, 1980, 189-192.
6. *F.Brandle, K.Zetsche*. Plants, **111**, 1973, 209-217.
7. *K.H.Falchuck, I.Ulpinn*. Biochem. Biophys. Res. Commun., **74**, 1977, 1206-1212.
8. *C.Zarouk*. Ph.D. Thesis. Univ. of Paris, 1966.
9. *M.M.Bradford*. Anal. Biochemistry **72**, 1976, 248-254.
10. *E.Bateman, B.Nickolson*. Biochem.Soc.Trans., **9**, 3, 1981, 225-226.

УДК 612.171 (796-015)

ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

В.С.Шагинян

## К изучению влияния внутримиекардиального напряжения на электрическую активность сердца у больных ишемической болезнью сердца

(Представлено членом-корреспондентом Академии К.Ш.Надареишвили 12.03.1993)

Как известно [1], в патогенезе ишемической контрактуры миокарда существенное значение имеет исследование  $Ca^{2+}$ - аккумулярующей функции саркоплазматического ретикулула, что, наряду со снижением содержания АТФ, обуславливает нарушение процессов расслабления миокарда и развитие гипоксической контрактуры миокарда на фоне активации перекисного окисления липидов (ПОЛ) – составной части патогенеза атеросклероза и ишемической болезни сердца (ИБС).

Выраженность гипоксической контрактуры миокарда может измеряться степенью развития внутримиекардиального напряжения (ВМН), прямое определение которого в клинике невозможно. Косвенное определение – единственная возможность клинко-физиологической оценки величины ВМН у больных ИБС. При определении ВМН учитываются ретроградное влияние на миокард упругого сопротивления  $\frac{E_0}{W}$  стенки аортальной компрессионной

камеры, длительность изометрического сокращения сердца, конечное диастолическое давление (КДД) в левом желудочке. Увеличение перечисленных воздействий снижает податливость миокарда, усиливая его „жесткость“.

Целью работы являлось изучение влияния ВМН на электрическую и механическую активность сердца у больных ИБС в пределах анализа и расчета координационной целенаправленности сопряжения возбуждения и сокращения сердца.

Клинически были обследованы 133 больных ИБС в возрасте от 39 до 86 лет, средний возраст  $56,2 \pm 2,1$  года (21 женщина и 112 мужчин). Контрольную группу составляли 25 практически здоровых лиц в возрасте от 25 до 85 лет, средний возраст  $52,1 \pm 1,2$  года (3 женщины и 22 мужчины).

Больные ИБС были разделены на 4 группы: I – 51 больной с первой (ишемической) стадией атеросклероза (AI) по классификации А.Л.Мясникова, средний возраст  $53,6 \pm 1,2$  года, с недостаточностью кровообращения I степени ( $H_I$ ), II функционального класса (ФК) по классификации Канадского общества кардиологов; II – 56 больных с АШ, средний возраст  $56,0 \pm 1,32$  года,  $H_{I-II}$ , II-III ФК, у всех больных этой группы в анамнезе констатирован крупноочаговый инфаркт миокарда преимущественно передней стенки левого желудочка 2-8-летней давности; III-14 больных ИБС, средний возраст  $66,0 \pm 3,58$  года,

осложненный бради-(6 больных) и тахисистолической формой (8 больных) мерцательной аритмии (МА),  $N_{I-II}$  III ФК; IV - 12 больных ИБС с АПН, средний возраст  $63,3 \pm 4,07$  года,  $N_{I-II}$  II-III ФК с-автарным исходом на дому (внезапная смерть) спустя 1-1,5 месяца после последнего электрофизиологического исследования и выписки из стационара.

Всем обследованным были применены ЭКГ-исследование в 15 отведениях (12 общепринятых и 3 по Нэбу), комплексно-синхронное кинето-(парциальная ККГ) поликардиографическое (ПКГ) и сфигмографическое (СГ) исследование центральных и периферических артерий с определением времени (ВРПВ) и скорости распространения пульсовой волны (СРПВ) и модуля упругости по сосудам эластического и мышечного типа. Центральную гемодинамику исследовали с помощью неинвазивного метода [2] с модификацией [3] и дополнениями [4]. Все исследования проводили повторно от 2 до 4 раз в динамике наблюдения и лечения.

Для оценки состояния кардио-гемодинамики у обследованных были использованы общепринятые в клинике показатели: 1) показатель конечного диастолического давления (КДД) в мм рт.ст., в желудочке сердца [5,6]; 2) индекс сократимости (ИС) миокарда в усл.ед. [7]; 3) индекс расслабления ( $I\dot{V}R$ ) в  $c^{-1}$  [8].

Кроме того, в работе были использованы эмпирически выведенные комплексные показатели, получившие математическое и физиологическое обоснование в оценке электрической и механической активности сердца [9-11]: 1) индекс состояния систоло-диастолической электротонической компенсации (ИСДК) в усл.ед.;  $ИСДК = \frac{Q-T}{T-Q}$  (ЭКГ),

где  $Q-T$  - электрическая систола в с;  $T-Q$  - электрическая диастола в с; 2) коэффициент электрической стабильности (КЭС) сердца;

$КЭС = \frac{T-Q}{R-R}$ , где  $R-R$  - длительность сердечного цикла в с; 3)

показатель механической гиперфункции (МГ) миокарда в усл.ед.;  $МГ = T \cdot ЧСС \cdot ОПС \cdot 10^{-3}$ , где  $T$  - длительность фазы напряжения миокарда в с;  $ЧСС$  - частота сердечных сокращений в 1 мин;  $ОПС$  - общее периферическое сопротивление [3]  $дин \cdot см^{-5} \cdot c^{-1}$ ;  $10^{-3}$  - множитель для удобства расчета; 4) показатель внутримыокардиального напряжения (ВМН) в систолическую фазу работы сердца - интрамиокардиальный систолический стресс в усл.ед. (ИМСС);  $ИМСС = \frac{E_0}{W} \cdot \frac{IC \cdot КДД}{D}$ , где  $\frac{E_0}{W}$  -

отношение упругого сопротивления (модуля упругости) стенки аортальной компрессионной камеры к ОПС;  $IC$  - длительность изометрического сокращения сердца в с;  $D$  - длительность механической диастолы в с (по ККГ);  $КДД$  - конечное диастолическое давление в желудочке в мм рт.ст.; 5) показатель ВМН в диастолическую фазу работы сердца - интрамиокардиальный диастолический стресс

(ИМДС) в усл.ед. на основе [12,13];  $ИМДС = \frac{КДД}{\Delta / C}$ , где  $C$  – длительность механической систолы (по ККГ); 6) уровень рабочей УРС миокарда в усл.ед.;  $УРС = \frac{ИС \cdot 10^{-2}}{ИМСС}$ ; 7) коэффициент механической

стабильности (КМС) сердца (эмпирически выведен для аналитического сопоставления с КЭС с целью уточнения расчета сопряжения возбуждения и сокращения сердца в дополнение к патофизиологической характеристике этого сопряжения [14,15];

$$КМС = \frac{\Delta : C(ККГ)}{R - R}$$

Ввиду громоздкости размерность показателей приводится в условных единицах (усл.ед.). Материалы исследований подвергнуты вариационно-статистической обработке с выведением критерия достоверности по Стьюденту.

Нарушения функции автоматизма сердца начинались со II группы больных ИБС в форме миграции синусового ритма на ЭКГ, нарушения функции проводимости сердца в виде уширения зубца Р более 0,11 с, уширения комплекса  $QRS$  до 0,12 с и более, удлинения электрической систолы  $Q-T$  (по отношению к должной величине), в виде нарушения функции возбудимости сердца в форме желудочковой экстрасистолии I, II и даже IV<sup>a</sup> градации по классификации Б. Лауна [16]. Параллельное исследование интервала  $rV_1-R_5$  показало удлинение его от 0,04 до 0,06 при норме 0,020-0,025 с, что указывало на запаздывание возбуждения в гипертрофированном миокарде левого желудочка сердца.

Парадоксально отрицательная информативность ЭКГ-индексов коронарогенной гипоксической гипертрофии левого желудочка, обнаруженная у больных ИБС II, III и IV групп, объяснялась, по-видимому, имевшим место в анамнезе крупноочаговым инфарктом миокарда передней стенки левого желудочка в проекции отведений  $V_4-V_6$ . После модификации формул [9,17]  $T_{V_1} > T_{V_6}$  в  $T_{V_1} - T_{V_6} > 0$  и  $\frac{R_6}{T_{V_6}} \geq 4,1$  в

$R_{V_6} - 4,1T_{V_6} > 0$  [9] устранялось ложноотрицательное значение формул этих ЭКГ-индексов, которые приобретали возрастающее положительное значение с развитием атеросклеротической ишемии миокарда по группам больных ИБС. Эти модифицированные ЭКГ-индексы в сочетании со смещением сегмента  $S-T$ , деформацией зубца  $T$  и комплекса  $QRS$  и удлинением электрической систолы  $Q-T$  на монофазной кривой ЭКГ [18] генетически обуславливали электрофизиологический эффект электрической гиперфункции гипертрофированного левого желудочка сердца. Интервал  $T$  (ЭКГ) – II тон (ФКГ) по Хегглину выражал при этом отрицательное значение – от 0,04 до – 0,07 с (норма  $\pm 0,02$  с) у 19,6% больных II группы и у 25,0% больных IV группы, что отражало энергетически-динамическую

недостаточность миокарда. Увеличение индекса  $Q-T$  характеризовавшее нарушения систоло-диастолической электрической компенсации, нарастало по группам больных с атеросклероза и достигало  $1,27 \pm 0,18$  усл.ед. у больных ИБС с МА (III группа) при норме  $0,76 \pm 0,026$  усл.ед. Обращает на себя внимание также коэффициент электрической стабильности (КЭС) сердца, величина которого снижалась с развитием атеросклероза от  $1,56 \pm 0,036$  в контрольной группе до  $1,29 \pm 0,07$  у больных ИБС с МА (III группа).

Вследствие неравномерного расположения участков склероза в миокарде [19] у больных ИБС возрастают гетерогенные свойства бегущей волны электрогенеза возбуждения, что является причиной дисперсии рефрактерности и десинхронизации электрической активности миокарда. По-видимому, снижение КЭС по группам больных ИБС от I до IV объясняется снижением порога возбуждения с замедлением скорости де- и реполяризации [20].

В табл. 1 представлены сопоставление и достоверность различных показателей кардио-гемодинамики у всех 5 групп обследованных. Обращает на себя внимание резко выраженное снижение величины УРС,  $IV_1R$  при нарастании МГ, ИМДС и ИМСС. Как известно [21], повышение конечного диастолического давления в желудочке усиливается в результате замедления скорости расслабления, диастолического внутримышечного напряжения, контрактурного состояния миокарда. Это статически фиксированное сокращение миокарда в диастоле (ИМДС) и в систоле (ИМСС), наблюдавшееся у больных ИБС (табл.1), характеризовало гипоксическую контрактуру миокарда [8], генетически связанную с повышенной активностью кальциевого насоса, на фоне которой уменьшается скорость формирования (скорость сокращения) и скорость ликвидации (скорость расслабления) актомиозиновых связей. Повышение ригидности ишемизированного миокарда с диастолическим напряжением служит причиной увеличения конечного диастолического давления (КДД) в левом желудочке. И действительно, КДД в левом желудочке у больных ИБС повышено от 15 мм рт.ст. в I группе до 28 мм рт.ст. в III группе. ИМДС и ИМСС отягощают непроизводительную часть работы сердца с той разницей, что ИМДС затрудняет преднагрузку сердца, а ИМСС — постнагрузку сердца.

На фоне нарушений электрической стабильности сердца у больных ИБС выделялась их выраженностью III группа (больные ИБС с МА). Эти нарушения в сочетании с нарушениями механической стабильности сердца (табл.1) у больных ИБС с МА (III группа) требуют клинико-физиологического анализа структуры кардио-гемодинамических сдвигов в соответствии с патогенетической основой развития МА у больных ИБС.

Как известно [22], при прогрессировании ПОЛ генерация импульсов и проведение возбуждения по поврежденным мембранам клеток снижаются с депрессией импульсов в синусовом узле с последующим аритмогенным эффектом возникновения эктопических очагов

возбуждения в миокарде. Таким образом, утрата доминирующей роли синусового узла [23], тахикардия, дезорганизация групповой активности желудочков с их неэффективными и неравномерными сокращениями приводят к нарушению центральной гемодинамики: уменьшению и альтернации ударного объема (УО) сердца и уменьшению минутного объема кровообращения (МОК). Повышение ИМДС и ИМСС (табл.1) увеличивают резидуальный объем и КДД в желудочках (особенно в левом), давление в предсердиях и малом круге кровообращения. Неэффективная компенсаторная МГ с понижением  $IVR$ , диастолической растяжимости и рабочей сократимости миокарда являются следствием контрактурного состояния миокарда в той или иной степени развития ВМН у больных ИБС, а у больных III группы с МА даже превышая по уровню патологические сдвиги в кардиогемодинамике у больных ИБС IV группы с летальным исходом.

В табл. 2 сопоставлены показатели производительной и непроизводительной частей работы сердца с выведением баланса по группам больных ИБС (у части больных).

Таблица 1

Сопоставление комплексных показателей кардио-гемодинамики у 5 групп обследованных: контрольная, I группа (больные ИБС, АI), II группа (больные ИБС, АII), III группа (больные ИБС, АIII, мерцательная аритмия), IV группа (больные ИБС, АIII, летальный исход) ( $M \pm m$ )

Группы обследованных	$IVR, C^{-1}$	ИМСС, усл.ед.	ИМДС, усл.ед.	МГ, усл.ед.	УРС, усл.ед.
Контрольная, n=25	15,2±0,47	1,67±0,15	7,57±0,26	10,97±0,42	12,37±1,74
I. n=51 $P_I - P_0$	13,89±0,39 <0,05	3,72±0,23 <0,001	9,71±0,31 <0,001	19,15±1,25 <0,001	3,26±0,22 <0,001
II. n=56 $P_{II} - P_0$ $P_{II} - P_I$	10,76±0,29 <0,001 <0,001	9,53±1,99 <0,001 <0,01	13,86±0,70 <0,001 <0,001	21,29±1,38 <0,001 >0,2	1,16±0,16 <0,001 <0,001
III. n=14 $P_{III} - P_0$ $P_{III} - P_I$ $P_{III} - P_{II}$	7,47±0,99 <0,001 <0,001 <0,01	23,92±3,90 <0,001 <0,001 <0,01	23,27±2,93 <0,001 <0,001 <0,01	45,38±7,46 <0,001 <0,001 <0,01	0,30±0,06 <0,001 <0,001 <0,001
IV. n=12 $P_{IV} - P_0$ $P_{IV} - P_I$ $P_{IV} - P_{II}$ $P_{IV} - P_{III}$	9,95±0,79 <0,001 <0,001 >0,05 >0,05	9,49±2,07 <0,001 <0,01 >0,5 <0,01	14,13±0,87 <0,001 <0,001 >0,5 <0,01	41,23±9,44 <0,001 <0,05 <0,05 >0,5	0,92±0,08 <0,001 <0,001 >0,5 >0,05

Условные обозначения:  $IVR$  – индекс расслабления миокарда [8]; ИМСС – интрамиокардиальный систолический стресс; ИМДС – интрамиокардиальный диастолический стресс; МГ – механическая гиперфункция миокарда; УРС – уровень рабочей сократимости миокарда

Т а б л и ц а 2

Показатели производительной и непроизводительной частей работы сердца у больных ИБС I группы (AI), II группы (AII), III группы (AIII, МА), IV группы (AIV, летальный исход) и у практически здоровых лиц

Работа сердца	Показатели	Контроль, n=25	Группы больных ИБС			
			I. n=24	II. n=24	III. n=12	IV. n=10
Производит. часть	КЭСВ	16,55±1,34	0,36±0,06	0,25±0,02	0,18±0,05	0,23±0,05
	ИГАС	15,11±0,95	0,51±0,05	0,44±0,03	0,40±0,09	0,38±0,06
	Суммация по „М“		0,87±0,11	0,69±0,05	0,58±0,14	0,61±0,11
Непроизвод. часть	МГ	11,43±0,42	1,71±0,07	2,02±0,27	3,16±0,29	2,55±0,64
	ИМСС	0,92±0,06	3,51±0,29	3,66±0,28	6,85±1,42	6,47±0,97
	Суммация по „М“		5,22±0,36	5,68±0,55	10,01±1,71	9,02±1,61
Баланс			-4,35±0,47	-4,99±0,60	-9,43±1,85	-8,41±1,72

Условные обозначения: КЭСВ – кинетическая энергия сердечного выброса [24]; ИГАС – индекс гемодинамической активности систолы [10]; МГ – механическая гиперфункция сердца; ИМСС – интрамиеокардиальный систолический стресс.

Примечание: в 4 последних графах приведены отношения соответствующих показателей у больных к таковым в контрольной группе, использованным как эталон нормативов

Обращает на себя внимания в табл.2 наибольшая выраженность МГ и ИМСС у больных III группы (ИБС, AIII, МА), в результате чего создается отрицательный баланс между производительной и непроизводительной частями работы сердца, т.е. дефицит производительной части (-9,43), несколько преобладающий по отрицательной величине над дефицитом в IV группе больных с летальным исходом (-8,41). Это объясняется, по-видимому, тем, что при МА прежде всего страдает коронарный кровоток, который уменьшается на 40% [25]. Кроме того, при МА на фоне незавершенного диастолического расслабления, в условиях повышенной „жесткости“ миокарда, уменьшается венозный возврат. Аварийность кардио-гемодинамики усиливается экстракардиальным типом перегрузки сердца: вследствие инактивации синусового узла сердце выходит из-под корригирующего влияния центральной нервной системы, что вызывает неадекватное увеличение ЧСС при психоэмоциональных и физических напряжениях [26].

Недостаточная мощность окислительно-восстановительных систем в митохондриях у больных ИБС ограничивает способность миокарда использовать кислород [12], что вызывает перенапряжение этой способности генерировать энергию образования АТФ и что, по-видимому, нарушает количественную соизмеримость сопряжения возбуждения и сокращения сердца, а сила сокращения должна быть



пропорциональной интенсивности электрогенеза возбуждения в мембране клеток [27]. Вместе с тем, асимметричные изменения возбудимости с дисперсией рефрактерности [19] истощают электрогенез находящейся на низком пороге возбудимости в состоянии перевозбуждения – парабиоза [28]. По-видимому, это основная причина снижения электрической стабильности (КЭС) сердца при гипоксии миокарда у больных ИБС, когда де- и реполяризация замедляются с удлинением электрической систолы  $Q-T$ , а

$$K_{ЭС} = \frac{T-Q}{Q-T} \cdot \frac{R-R}{R-R}$$

следовательно, и с уменьшением величины формулы КЭС=

Эта рабочая гипотеза согласуется с литературными данными [1]: функциональные возможности электрогенеза мембранных систем возбуждения миокарда оказываются сниженными при достаточной еще мощности сократимости и значительно опережают нарушения механической активности сердца при ишемии миокарда. Таким образом, величина коэффициента сопряжения ( $K_c$ )= $K_{ЭС}/K_{МС}$  уменьшается у больных ИБС. И действительно, падение величины процентного отношения фактической величины КЭС к должной (73,2%), выявленное у больных ИБС с МА (III группа) в правосторонней электрокардиограммодинамике при достаточном еще уровне КМС сердца (93,6%), количественно выражало снижение фактической величины  $K_c=79,2\%$  по отношению к должной, в то время как у больных IV группы  $K_c$  составлял 88,6% по отношению к должной величине при  $K_c$  в контроле и в первых двух группах больных ИБС превышал 100%. Более выразительная картина истощения резервов электрогенеза возбудимости наблюдалась в левых отделах сердца при процентном сопоставлении фактических величин КЭС с должными. Отмечалось падение КЭС сердца уже в I группе больных ИБС при достаточном еще уровне КМС сердца, где  $K_c$  с 93,1% в I группе снизился до 78,9% во II группе и до 82,3% у больных III группы.

Вызывает особую тревогу прогрессивно нарастающее у больных ИБС внутримиекардиальное напряжение в фазу систолы (ИМСС) и в фазу диастолы (ИМДС), контрактурное состояние миокарда в условиях низкого порога возбудимости и развивающегося перевозбуждения – парабиоза [28] миокарда с дисперсией рефрактерности и десинхронизацией электрогенеза волны возбуждения сердца, что может привести к фибрилляции желудочков сердца [23].

Клинико-физиологическое изучение и анализ материалов исследований больных ИБС позволяют рекомендовать, наряду с традиционным лечением аденоблокаторами рецепторов миокарда, антикоагулянтами, коронарорасширяющими и антисклеротическими средствами вплоть до хирургического (аорто-коронарное шунтирование) и др., применение антиоксидантов оксипиридиновой группы (ОП-6,  $\alpha$ -токоферол и др.) для купирования ишемической контрактуры миокарда.

გულის ელექტრულ და მექანიკურ აქტივობაზე  
ინტრამიოკარდიული დაძაბულობის გავლენის  
შესწავლისათვის გულის იშემიით დაავადებულთა შორის

რეზიუმე

გულის იშემიით დაავადებულ ავადმყოფთა კლინიკურ-ინსტრუმენტულმა გამოკვლევამ საშუალება მოგვცა დაგვედგინა ინტრამიოკარდიული დაძაბულობა, რომელიც მიოკარდის გიპოქსიური კონტრაქტურის საფუძველსა და ელექტროკარდიო-გემოდინამიკის დარღვევის ერთ-ერთ მიზეზს წარმოადგენს.

HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY

V. Shaginyan

A Contribution to the Study of Influence of Intramyocardial Strain  
on Electrical and Mechanical Activity of the Heart of Patients with  
Ischemic Heart Disease

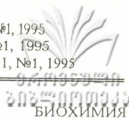
Summary

Clinical and instrumental investigations of patients with ischemic heart disease made it possible to establish indirectly an intramyocardial strain which is a basis of hypoxic contracture of myocardium and a reason for disorder of electrocardio-haemodynamics.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. *Ф.З.Меерсон и др.* Кардиология, 4, 1987, 78-82.
2. *Ph.Broemser, O.Ranke.* Ztschr. f.Kreislaufforsch., XXV, 1933, 11-21.
3. *Н.Н.Савицкий.* Биофизические основы кровообращения и клинические методы изучения гемодинамики. Л., 1963.
4. *Л.Карпман, Л.А.Иоффе.* Кардиология, 3, 1966, 78-79.
5. *Г.В.Гусаров и др.* Кардиология, 3, 1974, 104-110.
6. *И.Э.Горенцвит и др.* Кардиология, 4, 1986, 78-80.
7. *А.А.Абиндер и др.* Кардиология, 5, 1974, 120-122.
8. *Ф.З.Меерсон и др.* Кардиология, 10, 1974, 10-20.
9. *В.С.Шагинян.* Сообщения АН ГССР, 92, 3, 1978, 741-744.
10. *В.С.Шагинян.* Сообщения АН ГССР, 113, 3, 1984, 625-628.
11. *В.С.Шагинян.* Сообщения АН ГССР, 138, 2, 1990, 381-384.
12. *Ф.З.Меерсон, Н.А.Абдикалиев.* Кардиология, 4, 1981, 60-67.
13. *В.А.Саидриков, В.Ф.Яковлев.* Кардиология, 9, 1989, 112-116.
14. *Ф.З.Меерсон.* Патогенез и предупреждение стрессорных и ишемических повреждений сердца. М., 1984.

15. *Ф.З.Меерсон, М.Г.Пшенникова.* Кардиология, 4, 1969, 114-153.
16. *Б.Лаун.* Кардиология, 7, 1980, 35-44.
17. *З.Л.Долабчян.* Очерки синтетической электромеханической кардиографии. Ереван, 1965.
18. *М.Г.Удельнов.* В сб. Вопросы патологии и физиологии сердца. М., 1965, 78-85.
19. *М.М.Миррахимов и др.* Кардиология, 12, 1988, 44-47.
20. *А.В.Недоступ.* Тер. арх., 3, 1982, 20-27.
21. *Ф.З.Меерсон, А.А.Уголев.* Кардиология, 1, 1980, 68-75.
22. *Ф.З.Меерсон и др.* Кардиология, 5, 1984, 61-68.
23. *М.С.Кушаковский.* Кардиология, 5, 1984, 5-10.
24. *В.Л.Карпман и др.* Кардиология, 12, 1973, 85-88.
25. *А.И.Лукашевичуте.* Автореф. докт. дисс. Каунас, 1968.
26. *R.Kory, G.Mancely.* J. Clinic. Invest., 30, 6, 1951, 653.
27. *Ф.З.Меерсон и др.* Кардиология, 11, 1968, 34-44.
28. *А.А.Ухтомский.* Физиология двигательного аппарата. Рефрактерная фаза, парабриоз. М., 1951.



УДК 575.1:577.15

В.Р.Квалишвили, И.Г.Керкадзе, А.К.Вашакидзе, Д.Н.Маградзе

## К вопросу изучения изоферментов в персиковом растении

(Представлено членом-корреспондентом Академии Д.И. Джохадзе 7.12.1992)

Электрофоретический анализ изоферментов нашел широкое применение в современных генетических исследованиях растений. Изоферменты, используемые как биохимические маркеры генной активности, дают возможность расширять число изучаемых генов, позволяют определять группы сцепления, составлять подробные генетические карты, изучить генетическую структуру популяции, филогенетические связи разных видов растений. Зимограммы изоферментов прочно вошли в селекцию сельскохозяйственных культур [1,2].

Учеными мира, которые изучали генетическую природу персикового растения, было проанализировано определенное количество изоферментов [3–7]. Но попытки изучить алкогольдегидрогеназу (АДГ) (ЕС.1.1.1.1.) и лактатдегидрогеназу (ЛДГ) (ЕС 1.1.1.27) у персика не завершились успехом [7]. По констатации самих авторов, применяемая ими методика не дает возможности окрасить эти дегидрогеназы.

Цель настоящей работы – разработка методики определения изоферментных зон активности АДГ и ЛДГ и анализ полученных зимограмм персикового растения.

Объектами исследования служили грузинские сорта персика „Картули сапоби“ и „Беставаши“.

Для проведения анализа с каждого сорта выбрали по 35-40 деревьев. Опыты проводили летом и осенью.

В качестве исходного материала были использованы хорошо развитые, зеленые листья однолетнего побега 5-го и 6-го порядка. Образцы для исследования использовали в 1-10-дневные сроки, храня их при температуре +4°, +5°С. Гомогенизированные ткани центрифугировали в течение 20-30 мин при скорости вращения 20000 об/мин.

Супернатант белков наносили на полиакриламидный гель (20%) и проводили электрофорез в вертикальных камерах при постоянном электрическом токе.

В качестве буферных систем применяли маточный буфер в составе: трис – 215 г, этилендиаминотетрауксусная кислота (ЭДТА) – 18 г,  $H_3BO_3$  – 110 г,  $H_2O$  – до 2,5 л при рН 8,3, разводимый в воде 1:7 для электродного буфера 1:3 для гелевого буфера.

Для идентификации АДГ в качестве красящего раствора использовали трис-НСI-буфер (рН 8,5) – 7 мл +28 мл  $H_2O$ , никотинамид-аденин-динуклеотид (НАД) – 25 мл, 3(4,5-динетилтиазолил-1,2)-2,5

дифенил-тетразолий бромид (МТТ) – 25 мл, ФМС-3 мг +5 мл спирта. Гелевый блок заливали и инкубировали при 37°C в течение 12 ч. Окрашенный препарат фиксировали в 10%-ной уксусной кислоте.

Для идентификации АДГ применяли фосфатный буфер в составе 0,5М (рН 7,4) – 7 мл +28 мл H<sub>2</sub>O, лактат натрия – 550 мг, феназинметасульфат (ФМС) – 2 мг, МТТ – 15 мг, НАД<sup>+</sup> – 15 мг. Заливали гелевый блок и инкубировали при 37°C в течение 1 ч в термостате, фиксировали в 10%-ной уксусной кислоте.

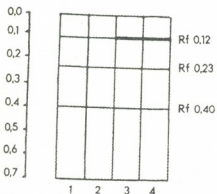
Полученные электрофореграммы алкогольдегидрогеназы и лактатдегидрогеназы приведены на рис.1 и 2.

Изоферментные зоны активности АДГ в листьях обоих грузинских сортов персика представлены тремя компонентами: Rf 0,12; 0,23 и 0,40. Средние миграционные дистанции от начальной нулевой линии составляли 1,2; 2,3 и 4,0 см соответственно для каждой Rf. По числу и подвижности компонентов эти сорта

между собой не отличались. Однако активность фермента у сорта „Бестава-швили“ по компоненту Rf (0,12) была выше, чем у сорта „Картули сапоби“.

Изоферментные зоны активности АДГ в листьях сорта „Картули сапоби“ представлены двумя компонентами: Rf 0,20 и 0,40. Средние миграционные дистанции от начальной нулевой линии составляли 2,0 и 4,0 см соответственно. В листьях сорта „Бестава-швили“ АДГ представлена тремя компонентами: Rf 0,20; 0,33 и 0,44. Средняя миграционная дистанция от начальной линии равнялась 2,0, 3,3 и 4,4 см соответственно для каждой Rf.

Рис. 1. Электрофоретические спектры АДГ из листьев персика сортов „Картули сапоби“ (1,2) и „Бестава-швили“ (3,4)



и подвижности компонентов эти сорта между собой не отличались. Однако активность фермента у сорта „Бестава-швили“ по компоненту Rf (0,12) была выше, чем у сорта „Картули сапоби“.

Изоферментные зоны активности АДГ в листьях сорта „Картули сапоби“ представлены двумя компонентами: Rf 0,20 и 0,40. Средние миграционные дистанции от начальной нулевой линии составляли 2,0 и 4,0 см соответственно. В листьях сорта „Бестава-швили“ АДГ представлена тремя компонентами: Rf 0,20; 0,33 и 0,44. Средняя миграционная дистанция от начальной линии равнялась 2,0, 3,3 и 4,4 см соответственно для каждой Rf.

Средняя миграционная дистанция от начальной линии равнялась 2,0, 3,3 и 4,4 см соответственно для каждой Rf.

При изучении индивидуальной изменчивости обнаружено, что различные деревья одного сорта, в основном, не отличались по компонентному составу по АДГ и ЛДГ. Электрофоретические спектры были стабильными в течение всего периода вегетации. Осенью активность ферментов уменьшалась.

Таким образом, разработанная и примененная нами методика определения изоферментных зон активности АДГ и ЛДГ растения персика себя оправдала и эти изоферменты были окрашены. Новизна и существенные отличия методики определения АДГ и ЛДГ от ранее существующей были подтверждены

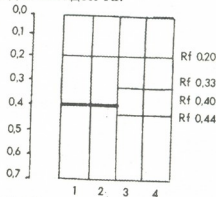


Рис.2. Электрофоретические спектры ЛДГ из листьев персика сортов „Картули сапоби“ (1,2) и „Бестава-швили“ (3,4)

государственной патентной экспертизой, выдавшей патент № 1788969 от 15.10.1992 г.

Научно-исследовательский институт садоводства, виноградарства и виноделия

საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის  
 Научно-производственное объединение "ИВВ" субтропических культур и чайной промышленности Анасеули-Озургети

(Поступило 4.3.1993)

ბიოქიმიის

ვ. კვალიაშვილი, ი. ქერქაძე, ლ. ვაშაკიძე, დ. მაგრადზე

### ატმის მცენარეში იზოფერმენტების შესწავლის საკითხისათვის

რეზიუმე

ავტორების მიერ შემუშავებულია იზოფერმენტების – ალკოჰოლდეჰიდროგენაზის და ლაქტატდეჰიდროგენაზის განსაზღვრის ახალი მეთოდი ატმის მცენარეში. სტატიაში მოცემულია მეთოდის დაწვრილებითი აღწერა და ატმის ქართულ ჯიშებში აღნიშნული იზოფერმენტების შესწავლის შედეგები.

BIOCHEMISTRY GENETICS

V.Kvaliashvili, I.Kerkadze, L. Vashakidze, D.Magradze

### The Study on Isoenzymes in a Peach

Summary

A new method for determination of alcohol dehydrogenase and lactad dehydrogenase in a peach has been developed. The method was used for the study of "Kartuli Sapobi" and "Bestavashvili" varieties of peach. The article represents a description and the analyses of isoenzyme electrophoregrams.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. Р.М.Бияшев, Е.К.Туруспеков, А.А.Поморцев. Генетика, **27**, 8, 1992, 1388-1395.
2. И.Г.Боровка, А.В.Лоскутов, В.В.Толмачев. Генетика, **27**, 10, 1992, 1773-1780.
3. Т.Н.Жебеняева. Бюлл. Никитинского бот. сада, 61, 1986, 88-93.
4. S.Arulsecr, D.E.Parfitt, W.Beres, P.E.Hansche. The J. of Heredity, **77**, 1986, 49-50.
5. S.Arulsecr, D.E.Parfitt, D.E.Kester. - The J. of Heredity, **77**, 1986. 272-274.
6. Carlos Alberto Ely Machado, Bonifacio Hideyuk Nakasu, Eliana Augustin Oliveira e Elio Kersten. Pesq ago pec. bras Brasilia, **21**, 21, 1193-1199.
7. R.E.Durham, G.A.Moore, W.B.Sherman, J.Amer. Soc. Hort. Sci., **112** (6), 1987, 1013-1018.



ე.კირთაძე, ლ.ლალუნდარიძე

## აზოტისა და ფოსფორის სხვადასხვა წყაროების გავლენა საფუჯრის ინვერტაზულ აქტივობაზე

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა გ.კვეციტაძემ 25. 3 1993)

მეტაბოლური პროცესების ენზიმოლოგიურ შესწავლას უჯრედულ დონეზე არსებითი მნიშვნელობა აქვს. საფუჯრის ინვერტაზული აქტივობის გამოვლენა სხვადასხვა საკვები წყაროების გამოყენებით ენდოგენური და ეგზოგენური ფერმენტის დახასიათების არსებით პირობას წარმოადგენს.

აღრე ჩატარებულ სამუშაოებში გამოვლენილ იქნა პერსპექტიული საწარმოო შტამი და დადგენილ იქნა ნახშირბადის სხვადასხვა წყაროების გავლენა ამ შტამის ინვერტაზულ აქტივობაზე [1,2].

წინამდებარე შრომის მიზანს შეადგენდა ხელოვნურ თხევად საკვებ არეებში აზოტისა და ფოსფორის სხვადასხვა წყაროების გამოყენების პირობებში  $\beta$ -ფრუქტოფურანოზიდაზას აქტივობის შესწავლა.

კვლევის ობიექტს წარმოადგენდა საფუჯრის წმინდა კულტურის *Saccharomyces vini-39*- ის საწარმოო პერსპექტიული შტამი. საკვებ არეში შემავალი მარილები სხვადასხვა კონცენტრაციებით აღებულ იქნა ხუთ ვარიანტად (ცხრილი 1). კულტივირება წარმოებდა  $28^{\circ}\text{C}$ -ზე სიღრმულ პირობებში 750 მლ მოცულობის ერლენმეიერის საფერმენტაციო კოლბებში 200 მლ საკვები არით. ჩასათეს მასალად გამოყენებული იყო 5 დღიანი საფუჯრის წმინდა კულტურა. გარკვეული ექსპოზიციის შემდეგ საფუჯარი სცილდებოდა კულტურალურ სითხეს, მიღებული ბიომასის გაშრობა ხდებოდა თერმოსტატში  $60^{\circ}\text{C}$ -ზე ერთი საათის განმავლობაში. მშრალი საფუჯრის ბიომასა მუშავდებოდა ტოლუოლით, ფოსფატური ბუფერით და ისაზღვრებოდა ფერმენტული პრეპარატის აქტივობა კულიკოვას მეთოდით [3,4].

მიღებულმა შედეგებმა გვიჩვენეს (ცხრილი 1), რომ გამოცდილი საკვები არეებიდან საფუჯრის უჯრედების ზრდისა და ბიოსინთეზური აქტივობისათვის ყველაზე ოპტიმალური აღმოჩნდა პირველი ვარიანტი როგორც კონტროლთან, ასევე სხვა ვარიანტებთან შედარებით. ამას ადასტურებს ეგზოგენური და ენდოგენური ფერმენტის მაღალი პროდუქტიულობა სხვადასხვა ექსპოზიციის პირობებში. ამასთანავე ვლინდება ფერმენტის აქტივობის კორელაციური უკუპროპორციული დამოკიდებულება ბიომასასა და კულტურალურ სითხეში. ეს კანონზომიერება ძალაში რჩება სხვადასხვა ექსპოზიციის პირობებში, თუმცა 24 საათიან ცდებში ინვერტაზული აქტივობის მაჩვენებლები მაღალი აღმოჩნდა როგორც საფუჯარში, ისე კულტურალურ სითხეში.

ექსპერიმენტულად შემოწმებულ იქნა სხვადასხვა ექსტრაქტების გავლენა ბიომასის დაგროვებასა და ფერმენტის აქტივობაზე. ბიომასის მაქსიმალური გამოსავალი მიღებულ იქნა სიმინდის ექსტრაქტის გამოყენების დროს (ცხრილი 2). ფერმენტის აქტივობის მაქსიმუმი კი შეინიშნება საფუჯრის ექსტრაქტის გამოყენების

აზოტისა და ფოსფორის სხვადასხვა წყაროების გაელენა  
ფრეკტოფურანოზიდაზას აქტივობაზე

(ექსპოზიცია 24 სთ 28<sup>0</sup>)



ვარიან- ტები	თბევად საკვებ არეში შეტანი- ლი მარილები	ს ა ფ უ ა რ ი			კულტურული სითხე		პროდუქტი- ულობა, აქტივობა ერთმგ
		საფუვრის ბიომასა გ-ში	აქტივობა ერ- თეულეში საფუვრის მთე- ლი ბიომასიდან.	აქტივობა ერთ/გ	აქტივობა ერთეულეში მთელ მოცულობაზე გაანგარიშებით	აქტივობა ერთ/ელ-ში	
1	$K_2HPO_4$ $(NH_4)_2SO_4$	0,606	1925,9	3178,05	252,5	1,25	3,59
2	$NaH_2PO_4$ $NH_4NO_3$	0,382	185,15	484,68	30,3	0,15	0,56
3	$Na_2HPO_4$ $KNO_3$	0,229	28,9	126,20	6,05	0,03	0,15
4	$KH_2PO_4$ $NaNO_3$	0,198	23,15	116,91	-	-	0,12
5	$(NH_4)_2HPO_4$	0,361	925,9	2564,81	161,6	0,8	3,0



სხვადასხვა ექსტრაქტების გავლენა ფრეკტოფურანოზიდანის  
აქტივობაზე

(ექსპონაცია 24 სთ 28<sup>0</sup>)

კარიან- ტები	საკვებ არეს დამატებული ექსტრაქტები	ს ა ფ უ ა რ ი			კულტურული სითხე		პროდუქტი- ულობა აქტ/ერთ/მგ
		მშრალი სა- ფუერის წონა გ-ში	აქტივობა ერთეულებში მშრალი საფუერის მთელი ბიომასიდან.	აქტივობა ერთ/გ	აქტივობა ერთეულებში მთელ მოცულობაზე გაანგარიშებით	აქტივობა ერთ/მლ	
I	საფუერის ექსტრაქტი	0,6520	2083,3	3192,30	275,4	1,35	3,61
II	სიმინდის ექსტრაქტი	0,990	3009,25	3039,64	418,2	2,05	3,46
III	ალაოს ლივების ექსტრაქტი	0,615	1342,55	2183,0	275,5	1,35	2,63
IV	კონტროლი	0,606	1925,9	3178,05	252,5	1,25	3,59

დროს ერთდლიან, ორდლიან და სამდლიან ექსპოზიციის პირობებში. ამასთანავე, სხვადასხვა ექსტრაქტების ოპტიმალური კონცენტრაციების გამოყენებით, ეფექტი როგორც ეგზოგენურ, ისე ენდოგენურ  $\beta$ -ფრუქტოფურანოზიდაზას მხრივ რამდენადმე ჩამორჩება იმ აქტივობას, რომელიც არეში მხოლოდ საფუერის ექსტრაქტის გამოყენების შემთხვევაში იქნა მიღებული. საყურადღებოა ისიც, რომ ექსტრაქტების დამატება უმეტეს შემთხვევაში, უპირატესად ბიომასის რაოდენობას ზრდის.

შესწავლილია საკვები არის pH-ის გავლენა გამოყენებული საფუერის  $\beta$ -ფრუქტოფურანოზიდაზულ აქტივობაზე. ზოგიერთი მონაცემით როგორც ენდოგენური, ისე ეგზოგენური ფერმენტის pH-ოპტიმუმი 4,5-ის ტოლია. ამასთანავე, pH-სტაბილურობის მხრივ ეს ფერმენტები განსხვავებული აღმოჩნდა [5,6]. ჩვენს პირობებში საკვები არის pH-ის ოპტიმალური მნიშვნელობა ნეიტრალურ არეშია, ხოლო ფერმენტის მოქმედებით საქაროზის მაქსიმალური ჰიდროლიზი 5,2-ზე ხდება, 0,05M-ის ფოსფატური ბუფერის გამოყენების შემთხვევაში, რაც ფერმენტულ ცილაში სხვადასხვა იონოგენური ჯგუფების ფუნქციონირებასთან უნდა იყოს დაკავშირებული.

ინვერტაზული აქტივობის ცვლილებების ზემოთ განხილული ასპექტები კიდევ ერთხელ მიუთითებს იმ საკონტროლო მექანიზმების მრავალფეროვნებაზე, რომელთა საშუალებით წარმოებს ჰიდროლაზების სინთეზისა და არეში გამოყოფის მუდმივი კონტროლი.

საქართველოს მეცნიერებათა აკადემია  
ს. ღურშიშიძის სახელობის მცენარეთა  
ბიოქიმიის ინსტიტუტი

(შემოვიდა 5.04.1993)

БИОХИМИЯ

Э.Г.Киртадзе, А.В.Лагундаридзе

## Влияние различных источников азота и фосфора на инвертазную активность дрожжей

### Резюме

Исследована инвертазная активность производственного штамма *Saccharomyces vini*-39 в условиях применения различных источников азота и фосфора. Экспериментально показано, что для биосинтетической активности фермента наилучшими источниками являются  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  и  $\text{K}_2\text{HPO}_4$ .

Показана высокая активность  $\beta$ -фруктофуранозидазы при добавлении к питательной среде дрожжевого экстракта. Биомасса в сравнительно большом количестве накапливается при добавлении к среде кукурузного экстракта.

Установлено, что инвертазная активность максимально проявляется при pH 5,2.

E.Kirtadze, L.Lagundaridze

## The Influence of Different Nitrogen Sources and Phosphore on Invertase Activity of Yeasts

### S u m m a r y

Invertase activity of industrial strain *Saccharomyces vini*-39 in the condition of different nitrogen and phosphore source application has been investigated. Experimentally it was shown that for biosynthatic activity of enzyme the best source is  $(\text{NH}_4)\text{SO}_4$  and  $\text{K}_2\text{HPO}_4$ .

High activity of phructophyranosidase with the addition of yeast extracts to nutrient medium has been shown. Biomass in a large quantity is accumulated with the addition of maize extract to nutrient medium.

It was established that invertase activity is maximally detected at pH 5.2.

### ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. ლ.ლალუნდარიძე, ე.კირთაძე, ნ.ყალიჩაია. საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, **144**, 1, 1991, 85 - 88.
2. ლ.ლალუნდარიძე, ე.კირთაძე. საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, **144**, 3, 1991, 421 - 424.
3. А. Е. Тихомирова, А. К. Куликова, А. К. Церетели, М. Н. Гоголев, Е. В. Литунова. Микробиология, **XVII**, 1, 1978, 26-31.
4. Р. В. Фениксова. Биосинтез ферментов микроорганизмами (ферменты микроорганизмов). М., 1973, 215.
5. S. Gascon, N.P.Nuemann, J.O.Lampen. Biol. Chem., **243**, 7. 1968, 1573.
6. Ю. З. Серова, Г. М. Добролинская. Прикладная биохимия и микробиология, **XII**, 5, 1976, 709 - 714.

Г.Ч.Циклаური, А.Г.Шалашвили

## Флавоноидные с-гликозиды листьев мандарина Иверия

(Представлено членом-корреспондентом Академии Н.Н. Нуцубидзе 20.04.1993)

Продолжая работы по исследованию флавоноидных соединений цитрусовых культур, возделываемых в Грузии [1-4], мы исследовали флавоноидные С-гликозиды листьев мандарина Иверия. Исследуемые образцы, собранные на Сухумской опытной станции субтропической культур, фиксировали водяным паром и высушивали при комнатной температуре. 105 г листьев измельчали и 5 раз экстрагировали 80%-ным метанолом на кипящей водяной бане. Длительность каждой экстракции – 40 минут. Экстракты объединяли, фильтровали и упаривали в вакууме при 60°C до объема 125 мл (водный раствор содержит сумму фенольных соединений). С целью удаления хлорофилла, каротиноидов и других веществ нефенольной природы водный раствор многократно промывали хлороформом. Далее сумму фенольных соединений фракционировали на колонке с полиамидом (25×7 см, 180 г). Элюирование проводили водой и возрастающими концентрациями метанола в воде (10-100%). Контроль за ходом элюирования осуществляли с помощью метода хроматографии на бумаге в 30%-ной уксусной кислоте. Хроматограммы проявляли 1%-ным раствором хлористого алюминия в метаноле (флавоны и флавонолы в УФ-свете имеют желтую флуоресценцию). Фракции элюата сходные по составу объединяли и упаривали в вакууме при 50°C. Были получены три фракции флавоноидов (А, В и С). Фракцию А далее хроматографировали на колонке силикагеля 40/100 (16×3,5 см). Элюирование проводили возрастающими концентрациями метанола в бензоле (5-25%). Фракции В и С хроматографировали на колонках микрокристаллической целлюлозы (16×3,5 см). Элюировали соответственно 30 и 5%-ной уксусной кислотой. Контроль за ходом элюирования проводили по вышеописанной методике. Фракции элюатов, имеющие сходный состав, объединяли, упаривали до малого объема и с целью окончательной очистки переchromатографировали на колонках полиамида (10×2,5 см). Элюирование проводили смесью метанол-вода (1:1). Получили четыре хроматографически однородные вещества №1 (фракция А), №2, №3 (В) и №4 (С).

Изучение УФ-спектров [5] (спектрофотометр модели "Specord UV VIS") метанольных растворов веществ №1-4 показало (таблица), что они относятся к флавонам. После добавления раствора ацетата натрия у веществ №1-4 наблюдали смещение максимумов поглощения второй полосы соответственно на +10, +12, +11 и +12 нм, что указывало на наличие свободной гидроксильной группы в положении С-7. При



добавлении хлористого алюминия батохромный сдвиг длинноволнового максимума составил для веществ №1-4 соответственно +53, +55, +55 и +55, который после воздействия хлористоводородной (кислотной) среды менял положения у веществ №1, 2 и 4 и изменялся у вещества №3 ( $\Delta=+35$ ). Эти данные указывали на то, что вещества №1, 2 и 4 имеют свободные ОН-группы в положении С-5, а вещество №3 – в положении С-5, С-3' и С-4'. О присутствии свободной ОН-группы в положении С-4' у веществ №1, 3 и 4 свидетельствовало батохромное смещение максимума первой полосы соответственно на +50, +40 и +60 нм. Таким образом, на основании УФ-спектроскопии было показано, что вещества №1 и 4 являются производными апигенина, а вещество №3 – производным лютеолина. Батохромный сдвиг максимума первой полосы на +27 нм у вещества №2 указывал, что в положении С-4' имеется замещенная гидроксильная группа. По-видимому, агликоном вещества №2 является диосметин.

С-гликозидную природу веществ №1-4 устанавливали путем кислотной изомеризации [6] и методом гидролиза по Килиани [7].

По данным кислотной изомеризации, вещества №1-3 имеют ди-С-гликозидную природу, так как они не образуют изомеров (таблица). Однако среди них выделяется вещество №1, которое дает промежуточный продукт и *D*-глюкозу. При этом промежуточный продукт, по данным УФ-спектроскопии ( $\lambda_{\text{макс}}$  275, 335 нм), является производным апигенина. Кислотная изомеризация вещества №4 дает два соединения (4а и 4б, оба имеют  $\lambda_{\text{макс}}$  275 и 335 нм) и *D*-ксилозу. По данным УФ-спектроскопии и хроматографии на бумаге (таблица), соединения 4а и 4б можно отнести соответственно к витексину (апигенин-8-С-глюкозид) и изовитексину (апигенин-6-С-глюкозид).

Гидролиз веществ №1-4 по Килиани показал наличие в гидролизатах сахара *D*-глюкозы, агликонов апигенина (5,7,4'-триокси-флавоны) у веществ №1 и 4, диосметина (5,7,3'-триокси-4'-метокси-флавоны) у вещества №2 и лютеолина (5,7,3',4'-тетраокси-флавоны) у №3 (таблица).

Изучение ПМР-спектров [5] веществ №1-3 (спектры снимали в Институте биоорганической химии Узбекской АН в дейтерированном метаноле на ЯМР-спектрометре XL-200, „Вариан“, США, 200 МГц) также показало, что они являются ди-С-гликозидами. В данном случае на это указывало отсутствие в их ПМР-спектрах сигналов, характерных для *H*-6 и *H*-8, и наличие сигналов в виде синглета при 6,3 м.д. (*H*-3).

Таким образом, на основании полученных данных выделенные из листьев мандарина Иверия вещества №1-4 идентифицированы нами соответственно как апигенин-6,8-ди-С-глюкозил-О-глюкозид, диосметин-6,8-ди-С-глюкозид, лютеолин-6,8-ди-С-глюкозид и 2"-О-ксилозил-витексин.

Академия наук Грузии  
Институт биохимии растений

(Поступило 21.04.1993)

Идентификация веществ №1-4, выделенных из листьев мандарина  
Иверия

Вещество	Максимумы УФ-спектров, нм				
	MeOH	MeOH+NaOAc	MeOH+ +AlCl <sub>3</sub>	MeOH+ +AlCl <sub>3</sub> /HCl	MeOH+ +NaOMe
№1	275, 335	285, 305, 385	280, 308 350, 388	280, 308 350, 388	285, 305 385
№2	258, 276 345	288, 330, 390	285, 300 365, 390	285, 300 362, 388	288, 325 372
№3	262, 274 350	285, 325, 390	282, 300 425	282, 300 360, 385	286, 325 390
№4	270, 335	282	280, 305 345, 390	280, 305 345, 390	382, 395

Вещество	Хроматографическая характеристика					
	Значения $R_f \times 100$ в системах				Качественная реакция	
	I	II	III	IV	УФ-свет + AlCl <sub>3</sub>	Анилинфталат
Кислотная изомеризация №1	30	56			Желтая	Коричневая
Промежуточ- ный продукт D - глюкоза	22	50		31	"_____"	
№2	22	50			"_____"	
№3	19	46			"_____"	
№4	61	70			"_____"	
№4a	48	35			"_____"	
№4б	63	51			"_____"	Красная
D - ксилоза				43	"_____"	
Гидролиз по Килиани					"_____"	
Агликон №1	90		83		"_____"	
Агликон №2	86		80		"_____"	
Агликон №3	84		66		"_____"	
Агликон №4	90		83		"_____"	Коричневая
№1-4 D-глю- коза				31	"_____"	

I – н-бутанол-уксусная кислота-вода (4:1:5)

II – 15%-ная уксусная кислота

III – уксусная кислота-соляная кислота-вода (30:3:10)

IV – н-бутанол-пиридин-вода (6:4:3)



გ.წიკლაური, ა.შალაშვილი

მანდარინ ივერიას ფოთლების ფლავონოიდური C-  
გლიკოზიდები

რეზიუმე

მანდარინ ივერიას ფოთლების მეთანოლიანი ექსტრაქტიდან გამოყოფილია ოთხი ფლავონოიდური ნაერთი, რომლებიც იდენტიფიცირებულია როგორც აპიგენინ-6,8-დი-C-გლუკოზილ-O-გლუკოზიდი, დიოსმეთინ-6,8-დი-C-გლუკოზიდი, ლუტეოლინ-6,8-დი-C-გლუკოზიდი და 2"-O-ქსილოზილვიტექსინი.

BIOCHEMISTRY

C. Tsiklauri, A. Shalashvili

Flavonoidal C-Glucosidase of Tangerine Iveria Leaves

From methanolic extract of tangerine Iveria Leaves four flavonoidal compounds, identified as apigenin-6,8-di-C-glucosile-O-glucoside, diosmethin-6-8-di-C-glucoside, luteuline-6,8-di-C-glucoside and 2"-O-Xylozyl-vitexine have been isolated.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. *А.Г.Шалашвили, Н.Р.Раквиашвили.* ХПС, 5, 1984, 656.
2. *А.Г.Шалашвили, Г.Ч.Циклаური.* ХПС, 5, 1984, 656.
3. *А.Г.Шалашвили, С.В.Дурмишидзе, И.Л. Таргамадзе.* Прикл. биохим. и микробиол., XXII, 3, 1986, 423.
4. *Г.Ч.Циклаური, А.Г.Шалашвили, Н.Р.Раквиашვილი, В.Г.ციციшვილი.* Изв. АН Грузии. Сер. хим., 17, 1, 1991, 31.
5. *T.J.Mabry, K.R.Markhem, M.V.Thomas.* The systematic identification of Flavonoids. Berlin, Springer-Verlag, 1970, 41.
6. *J.Chopin, M.L. Bouillant, F. Besson.* In: The Flavonoids: advances in research. Eds. Harborne J.V., Mabry T.J., Mabry H. London, Chapman and Hall, 1975, 682.
7. *А.И.Бородин, В.И.Литвиненко, Н.В.Куриная.* ХПС 1, 1970, 19.

თ.ბერიაშვილი, თ.ჩიღვინაძე

## $^{14}\text{C}$ -ალანინის და $^{14}\text{C}$ ვაშლის მჟავას გარდაქმნა $\text{C}_3$ -, $\text{C}_4$ - მცენარეებსა და ყურძნის მარცვალში

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა დ. ჯოხაძემ 18.5.1993)

სინათლეზე  $\text{CO}_2$ -ის ასიმილაციის ერთ-ერთ პირველ ნაერთს  $\text{C}_3$ -მცენარეებში წარმოადგენს ალანინი,  $\text{C}_4$ -მცენარეებში კი - ვაშლის მჟავა [1-4]. ხასიათდება თუ არა აღნიშნული მცენარეები ამ ნაერთების შემდგომი გარდაქმნის თავისებურებებით, რამდენადაც ჩვენთვის ცნობილია, ნაკლებად არის შესწავლილი. ჩვენი კვლევის ძირითად მიზანს სწორედ ეს უკანასკნელი წარმოადგენდა. ექსპერიმენტებისათვის გამოყენებულ იქნა ხორბლის -  $\text{C}_3$  და სიმინდის -  $\text{C}_4$  მცენარეების ნაზარდები. აღნიშნულ მცენარეებს ფესვებიდან მიეწოდათ  $^{14}\text{C}$  - ალანინი და  $^{14}\text{C}$  - ვაშლის მჟავა. ცდების ხანგრძლივობა იყო 1,3 და 5 საათი. ადრე ჩატარებული ექსპერიმენტების თანახმად  $\text{CO}_2$ -ის ფიქსაცია ყურძენში ნაყოფის განვითარების პირველ პერიოდებში ხორციელდება როგორც  $\text{C}_4$ -მცენარეებში, სიმწიფის დასაწყისიდან კი - როგორც  $\text{C}_3$ -მცენარეებში [5]. ამიტომ რქაწითელის ჯიშის ვაზის ყურძნის მარცვლებზე ცდები ჩატარდა ისრიობისას და სიმწიფის დასაწყისში. აღნიშნული  $^{14}\text{C}$ -ნაერთები შეტანილ იქნა უშუალოდ ყურძნის მარცვლებში ღერუჯაზე მიმაგრების ადგილიდან. ცდების ხანგრძლივობა უდრიდა 1,4 და 8 საათს. ყველა ცდა ჩატარდა სიბნელეში, 28-30°C ტემპერატურაზე. თითოეულ ცდაში  $^{14}\text{C}$ -ნაერთების რადიოაქტივობა უდრიდა 25  $\mu\text{C}$ -ს. საკვლევი ობიექტები მოთავსებულ იქნა სპეციალურ ქურქლებში, სადაც გამოყოფილი  $^{14}\text{CO}_2$  იბოჭებოდა 20%-იანი  $\text{KOH}$ -ით და მისი რადიოაქტივობა განისაზღვრა  $\text{Ba}^{14}\text{CO}_3$ -ის ფორმით. ცდების დამთავრების შემდეგ მასალის ფიქსაცია ხდებოდა მადულარი, ხოლო ექსტრაქცია 80%-იანი ეთანოლით. ნივთიერებათა ფრაქციების გამოყოფა და მათი ინდივიდუალური კომპონენტების იდენტიფიცირება ხდებოდა ქრომატოგრაფიული და რადიოავტოგრაფიული მეთოდებით [6-8]. რადიოაქტივობა განისაზღვრა სცინტილაციურ სპექტრომეტრ SL-30-ზე.  $^{14}\text{C}$ -ალანინის გარდაქმნის პროცესში მისი რადიოაქტიური ნაზშირბადის ნახევარზე მეტი სიმინდისა და ხორბლის ფოთლებსა და ფესვებში 1-საათიანი ექსპოზიციის დროს ჩართული აღმოჩნდა ამინომჟავების ფრაქციაში. ექსპოზიციის მატებასთან დაკავშირებით მცირდება ამინომჟავების და რამდენადმე იზრდება ორგანული მჟავების რადიოაქტივობა (ცხრ. 1). შაქრების ფრაქცია შედარებით მცირე რადიოაქტივობით არის წარმოდგენილი.  $^{14}\text{C}$ -ალანინის გარდაქმნის შედეგად ხორბლის ფოთლებიდან გამოყოფილი  $\text{CO}_2$ -ის რადიოაქტივობა უფრო მაღალი აღმოჩნდა სიმინდთან შედარებით.

$^{14}\text{C}$ -ვაშლის მჟავას გარდაქმნის შედეგად ხორბლისა და სიმინდის ფესვებსა და ფოთლებში  $^{14}\text{C}$  ძირითადად ჩართული აღმოჩნდა ორგანულ მჟავებში, ამინომჟავები და შაქრები შედარებით დაბალი რადიოაქტივობით არის წარმოდგენილი.



$^{14}\text{C}$  - ალანინის და  $^{14}\text{C}$  - ვაშლის მგავას გარდაქმნა სიმინდისა და ხორბლის ნაზარდებში;  
%-ით ფრაქციების ქაშური რადიოაქტივობიდან



ექსპოზი- ცია, საათი	მცენარის ორგანო	ხორბალი					სიმინდი				
		ფრაქციების ქაშური რადი- აქტივობა $10^3$ იმპ/წთ 1გ ნედლე მასალაში	შაქრები	ორგანულ მგავები	თავისუფა- ლი ამინო- მგავები	$^{14}\text{CO}_2$	ფრაქციების ქაშური რადი- აქტივობა $10^3$ იმპ/წთ 1გ ნედლე მასალაში	შაქრები	ორგანული მგავები	თავისუფა- ლი ამინო- მგავები	$^{14}\text{CO}_2$
$^{14}\text{C}$ - ალანინი											
1	ფოთლი	47	5.5	23.2	59.1	12.2	49	10.7	26.5	55.3	7.5
	ფესვი	95	8.4	25.7	65.9	-	94	9.4	30.7	59.9	-
3	ფოთლი	83	6.9	27.4	49.3	16.4	92	8.1	34.3	47.4	10.2
	ფესვი	107	10.7	32.6	56.7	-	112	7.7	32.4	59.9	-
5	ფოთლი	98	6.8	30.5	41.4	21.3	101	7.2	36.1	42.4	14.3
	ფესვი	121	9.4	36.3	54.3	-	130	8.7	38.6	52.7	-
$^{14}\text{C}$ - ვაშლის მგავა											
1	ფოთლი	49	7.8	71.4	19.4	1.4	52	5.3	73.7	20.2	0.8
	ფესვი	102	9.3	73.3	17.4	-	104	7.4	74.3	18.3	-
3	ფოთლი	87	13.7	58.8	23.7	3.8	93	13.7	62.4	22.6	1.3
	ფესვი	114	11.7	61.4	26.9	-	122	12.4	66.8	20.8	-
5	ფოთლი	102	16.7	47.3	29.3	6.7	106	13.9	54.6	27.3	4.2
	ფესვი	132	14.2	52.2	33.6	-	138	15.2	59.2	25.6	-

$^{14}\text{C}$  - ალანინის და  $^{14}\text{C}$  - ვაშლის მჟავას გარდაქმნა ყურძნის მარცვალში;  
%-ით ფრაქციების წამური რადიოაქტიუობიდან

ექსპოზიციის საათი	ისრიმობის პერიოდი					სიმწიფის დასაწყისი				
	ფრაქციების წამური რა- დიოაქტიუობა $10^3$ იმპ/წთ მასალაში	შაქ- რები	ორგანული მჟავები	ამინომჟა- ვები	$^{14}\text{CO}_2$	ფრაქციების წამური რა- დიოაქტიუობა $10^3$ იმპ/წთ მასალაში	შაქ- რები	ორგანული მჟავები	ამინომჟა- ვები	$^{14}\text{CO}_2$
$^{14}\text{C}$ -ალანინი										
1	1 040	1.4	12.3	73.1	13.2	1 010	11.6	4.4	71.8	12.2
4	2 430	1.9	14.0	67.4	16.7	2 210	14.3	6.5	63.9	15.3
8	3 660	2.1	15.4	61.2	21.3	3 200	16.1	8.6	57.1	18.2
$^{14}\text{C}$ -ვაშლის მჟავა										
1	2 270	0.0	97.1	2.6	0.3	1 431	14.4	47.9	37.1	0.6
4	3 840	0.3	85.6	7.4	6.7	2 360	16.7	53.7	22.4	7.2
8	6 560	0.4	80.2	9.9	9.5	3 450	19.2	46.8	24.7	9.3

ყურძენზე ჩატარებულმა ექსპერიმენტებმა გვიჩვენეს, რომ ნაყოფის განვითარების ორივე პერიოდში  $^{14}\text{C}$ -ალანინის გარდაქმნის პროცესში მისი რადიოაქტივობის ნახევარზე მეტი ხმარდება ამინომჟავების წარმოქმნას და 15-20% გამოიყოფა  $^{14}\text{CO}_2$ -ის სახით. შედარებით მაღალი რადიოაქტივობით გამოირჩევა: ამინომჟავებს შორის - ალანინი, ასპარგინის მჟავა, გლუტამინის მჟავა, ვალინი; ორგანულ მჟავებს შორის - ვაშლის, ქარვის, ფუმარის და გლიკოლის მჟავები. ალანინიდან ორგანული მჟავების წარმოქმნის ერთ-ერთ გზას ყურძენში უნდა წარმოადგენდეს მისი დეზამინირების შედეგად წარმოქმნილი პიროყურძნის მჟავას  $\beta$ -კარბოქსილირება.

ისრიმობის პერიოდში  $^{14}\text{C}$  ვაშლის მჟავას გარდაქმნის შედეგად ძირითადად ორგანული მჟავები წარმოიქმნება, ამინომჟავებსა და შაქრებში მისი რადიოაქტიური ნახშირბადი მხოლოდ მცირე რაოდენობით აღმოჩნდა ჩართული. სიმწიფის დასაწყისში  $^{14}\text{C}$ -ვაშლის მჟავა აქტიურად მონაწილეობს შაქრებისა და ამინომჟავების წარმოქმნაში (ცხრ. 2).  $^{14}\text{C}$ -ვაშლის მჟავას გარდაქმნის პროცესში წარმოქმნილი ორგანული მჟავების თვისობრივი შედგენილობა იმაზე მიუთითებს, რომ ყურძენში, კრების ციკლის გარდა, ორგანული მჟავების წარმოქმნის სხვა გზებიც უნდა არსებობდეს.

საქართველოს მეცნიერებათა აკადემია  
ს. ღურშიძის სახელობის მცენარეთა  
ბიოქიმიის ინსტიტუტი

(შემოვიდა 20.5.1993)

BIOCHEMISTRY

T. Beriashvili, T. Chigvinadze

## Conversion of $^{14}\text{C}$ - Alanine and $^{14}\text{C}$ - Malic Acid Into $\text{C}_3$ -, $\text{C}_4$ - Plants and Grapevine Seeds

S u m m a r y

It is shown, that  $^{14}\text{C}$ -alanine and  $^{14}\text{C}$ -malic acid conversion into wheat ( $\text{C}_3$ ) and maize ( $\text{C}_4$ ) is characterized by some peculiarities. The way of conversion of the mentioned  $^{14}\text{C}$ -compounds in grapevine seeds has been investigated.

БИОХИМИЯ

Т.В.Бериашвили, Т.Д.Чигвинадзе

## Превращение $^{14}\text{C}$ -аланина и $^{14}\text{C}$ -яблочной кислоты в $\text{C}_3$ -, $\text{C}_4$ -растениях и ягодах винограда

Р е з ю м е

Показано, что превращение  $^{14}\text{C}$ -аланина и  $^{14}\text{C}$ -яблочной кислоты в пшенице ( $\text{C}_3$ ) и кукурузе ( $\text{C}_4$ ) характеризуется особенностями. Высказано предположение о путях превращения указанных  $^{14}\text{C}$ -соединений в ягодах винограда.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES



ქართული  
ლიტერატურის  
ქართული

1. *R.A.Kennedy, W.M. Laotsch.* Plant physiol., 54, 4, 1974.
2. *И.М.Магомедов, Л.Б. Ковалева, И.И. Черняев, Н.Г. Доман.* Физиол. раст. 23, 1, 1976.
3. *M.E.Wessinger, G.E. Edwards, S.B.M.Ku.* Plant and cell. physiol., 30, 5, 1989.
4. *S.Y.Chastain, R. Chollet.* Planta, 179, 1, 1989.
5. *Т.В.Бериашвили.* Автореф. канд. дисс. Тбилиси, 1974.
6. *Р.Я.Школьник, Н.Г. Доман, В.Н. Костылев.* Биохимия, 26, 4, 1961.
7. *Ж.В.Успенская, В.Л.Кретович.* Методика количественной бумажной хроматографии сахаров, органических кислот и аминокислот у растений. М.-Л., 1962.
8. *С.Аронов.* Изотопные методы в биохимии. М., 1959.

ლ.ლალუნდარიძე, ე.კირთაძე, თ.ბუაჩიძე

## $\beta$ -ფრუქტოფურანოზიდაზას გამოყოფა საფუერებიდან და მისი თვისებების შესწავლა

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა გ.კვეციტაძემ 7.04.1993)

ენზიმოლოგიური კვლევის სპეციფიკას ბიოქიმიური რეაქციების მექანიზმების შესწავლასთან მკიდრო კავშირი აქვს; ფერმენტების ფიზიკურ-ქიმიური ძირითადი მახასიათებლების დადგენა კიდევ უფრო აფართოებს მისი შესწავლის შესაძლებლობებს. სტრუქტურასა და ფუნქციას შორის კავშირის გამოვლენა ამგვარი მიდგომის მნიშვნელოვან თავისებურებას წარმოადგენს [1]. ამ თვალსაზრისით საკმაოდ ხელსაყრელ ობიექტებს კარბოჰიდრაზები წარმოადგენენ.

სამუშაოს მიზანს შეადგენდა საფუერის საწარმოო შტამიდან  $\beta$ -ფრუქტოფურანოზიდაზას გამოყოფა და ზოგიერთი ფიზიკურ-ქიმიური თვისებების შესწავლა. ინვერტაზას წყაროდ გამოყენებული იყო საფუერის წმინდა კულტურა *Saccharomyces vini*-39. კულტივირება წარმოებდა 28°C-ზე სიღრმულ პირობებში 750 მლ მოცულობის ერლენმეიერის საფერმენტაციო კოლებში 200 მლ კულტურალური სითხით, რომელიც იდგმებოდა სანჯღრევლაზე 200-220 ბრ/წთ. ექსპოზიცია შეადგენდა 24 საათს. ბიომასის მისაღებად გამოყენებული იყო საკვები არე შემდეგი შემადგენლობით:  $K_2HPO_4$  - 7,9 გ/ლ,  $(NH_4)_2SO_4$  - 5,9 გ/ლ, საფუერის ავტოლიზატი - 2,0 მლ/ლ. ნახშირბადის წყაროს წარმოადგენდა საქაროზა - 10,0 გ/ლ. საკვები არის pH=7,0. ცენტრიფუგირებით მოცილებული საფუარი ირეცხებოდა და შრებოდა თერმოსტატში 60°C-ზე. საფუერის უჯრედების დაშლა ხდებოდა პლაზმოლიზით [2]. 100 გრამ საფუარს ემატებოდა 8 გრამი ნატრიუმის აცეტატი და 15 მლ ტოლუოლი. მიღებული სუსპენზია თერმოსტატში იდგა 37°C-ზე 72 საათის განმავლობაში. წარმოქმნილი პლაზმოლიზატი შემკავდა 4N ძმარმკავათი pH-4,5-მდე და დაცენტრიფუგირდა 6000 ბრ/წთ. ერთი საათის განმავლობაში მიღებული ყავისფერი სუპერნატანტი შეიცავდა  $\beta$ -ფრუქტოფურანოზიდაზას. ფერმენტი ილექებოდა - 20°C-ზე ეთანოლით 1:5 მოცულობითი ფარდობით, ცენტრიფუგირდებოდა 6000 ბრ/წთ 10 წუთის განმავლობაში და შრებოდა ლიოფილურად. ამ საწყისი პრეპარატიდან მაღალი სისუფთავის ინვერტაზას მისაღებად 5 გრამი პრეპარატი მუშავდებოდა გამოხდილი წყლით, ცენტრიფუგირდებოდა და სუპერნანტი ტარდებოდა ულტრაფილტრაციის აპარატში (ფირმა „Amicon“, ფილტრი PM-10 აშშ.). ანალიზის მსვლელობისას ხსნარს ემატებოდა 0,05 M ფოსფატური ბუფერი pH-5,9. საბოლოო კონცენტრაცია იონცვლადი ქრომატოგრაფიისათვის შეადგენდა 13,0 მგ/მლ.

იონცვლადი ქრომატოგრაფია ჩატარდა რამდენიმე სტადიად. ამგვარი გაწმენდის თითოეული სტადიის მონაცემებია 1 ცხრილში. ინვერტაზული აქტივობა ისაზღვრებოდა 0,25%-იანი საქაროზას მიმართ. ჰიდროლიზატში მიღებული შაქრების რაოდენობა დგინდებოდა გლუკოზო-ოქსიდაზური და სომოჯი-ნელსონის

ინვერტაზას გამოყოფისა და გაწმენდის მონაცემები

№ რიგზე	გაწმენდის სტადიები	ცილის რაოდენობა მგ.	საერთო აქტივობა ერთ.	ხვედრითი აქტივობა ერთ/მგ	გაწმენდის ხარისხი	ცილის გამოსავალი %	აქტივობის გამოსავალი %
1	საფუერის პრეპარატი-5%	900	38250	42,5	1	100	100
2	ულტრაფილტრაცია	783	35190	45,0	1,05	87	92
3	ქრომატოგრაფია DE-52	56,2	17210	306,0	7,2	6,24	45
4	ქრომატოგრაფია SPc-50	3,1	5355	1727,5	40,6	0,34	14
5	გელფილტრაცია Toyopearl HW-55	2,4	2295	956,25	45	0,13	6



მეთოდებით [3,4]. ფერმენტული პრეპარატის სისუფთავის ხარისხის შემოწმებისათვის ელექტროფორეზით [5], ცენტრიფუგირებით და იზოელექტროფორეზით [6,7] მოლეკულური მასა განისაზღვრა გელფილტრაციის [8] და დისკ-ელექტროფორეზის [9] მეთოდებით.

ამინომჟავური ანალიზისათვის გამოყენებული იყო KLA-3 („Hitachi“ - იაპონია). იონცვლადი ქრომატოგრაფიისა და გელფილტრაციის მეთოდებით დადგენილ იქნა, რომ ძირითადი ფრაქცია, რომელსაც ინვერტაზული აქტივობა გააჩნია, მიღებულ იქნა NaCl-ის 0,12 M-ის კონცენტრაციის დროს. საბოლოოდ შეგროვილ ფრაქციაში (50 მლ) აქტივობა შეადგენდა - 1727,5 ერთ/მგ. გაწმენდის ხარისხი - 40,6. ელექტროფორეზული შემოწმებით ჩამოსულ საბოლოო ფრაქციაში მიღებულ იქნა ცილის მხოლოდ ერთი ზოლი. ნეიტრალური ნახშირწყლების რაოდენობა ინვერტაზულ პრეპარატში 48% აღმოჩნდა, რაც არსებული მონაცემების მიხედვით პრეპარატის მაღალ თერმოსტაბილურობასთან უნდა იყოს დაკავშირებული.

## ცხრილი 2

$\beta$  - ფრუქტოფურანოზიდაზას ამინომჟავური შედგენილობა

№	ამინომჟავები	ამინომჟავური ნაშთების რაოდენობა ერთ მოლეკულა ფერმენტზე
1	არგინინი	11
2	ასპარაგინმჟავა	28
3	ტრეონინი	37
4	სერინი	46
5	გლუტამინმჟავა	39
6	გლიცინი	28
7	ალანინი	29
8	პროლინი	17
9	ვალინი	15
10	მეთიონინი	7
11	იზოლეიცილი	12
12	ლეიცილი	20
13	თიროზინი	17
14	ფენილალანინი	20
15	ლიზინი	15
16	ჰისტიდინი	16
17	ტრიპტოფანი	8
18	ცისტეინი	-

მიღებული ფერმენტული პრეპარატის ამინომჟავური შედგენილობის შესწავლამ გვიჩვენა (ცხრილი 2), რომ მოლეკულაში ყველაზე დიდი რაოდენობით სერინი და გლუტამინმჟავა გვხვდება, ყველაზე ნაკლებად კი - მეთიონინი. საყურადღებოა ისიც, რომ გამოყენებული საფურცის ინვერტაზაში ცისტეინი არ აღმოჩნდა. ამინომჟავური განლაგების შესწავლამ გვიჩვენა, რომ N ბოლოდან პირველი ოთხი ამინომჟავას

თანამიმდევრობა ასეთია: პროლინი - ვალინი - ალანინი - იზოლეიცინი. ბოლო ამინომჟეავას კი ალანინი წარმოადგენს.

მეტალთა მარილების გავლენის დადგენისას გაირკვა, რომ ინვერტაზის ქვეყნი ინჰიბიტორებია ვერცხლი და ვერცხლისწყალი. ისინი  $10^{-5}$  კონცენტრაციით იწვევენ ინვერტაზას ინჰიბირებას 40 და 60% შესაბამისად. მეტალთა იონების განსხვავებული გავლენა, როგორც სხვა მონაცემებით ირკვევა, ფერმენტის აქტიურ ცენტრთან არის დაკავშირებული და ზოგიერთ შემთხვევაში მთლიანად შექცევად ხასიათს ატარებს [10,11].

მიღებული შედეგები ერთხელ კიდევ გვიჩვენებენ, რომ  $\beta$ -ფრუქტოფურანოზიდაზას შესწავლას პრეპარატიული გასუფთავების სხვადასხვა მეთოდებით არსებითი მნიშვნელობა აქვს ფერმენტის აქტიური ცენტრის აღნაგობის, ფუნქციონირების მექანიზმის, ჰომოგენური მდგომარეობის და კარბოჰიდრაზების სხვა მნიშვნელოვან თავისებურებათა გამოვლენისათვის.

საქართველოს მეცნიერებათა აკადემია  
ს.ღურშიშიძის სახელობის მცენარეთა ბიოქიმიის  
ინსტიტუტი

(შემოვიდა 22.04.1993)

МИКРОБИОЛОГИЯ И ВИРУСОЛОГИЯ

Л.В.Лагундаридзе, Э.Г.Киртадзе, Т.Ш.Буачидзе

## Выделение и изучение свойств $\beta$ -фруктофуранозидазы дрожжей

Резюме

Использованием препаративных методов очистки фермента изучены некоторые физико-химические свойства  $\beta$ -фруктофуранозидазы. Получена чистая фракция белков. Изучение аминокислотного состава показало, что в молекуле фермента количественно преобладают серин и глютаминовая кислота, наименьшим количеством характеризуется метионин.

Сильными ингибиторами  $\beta$ -инвертазы являются серебро и ртуть. Фермент содержит 48% нейтральных углеводов.

MICROBIOLOGY AND VIROLOGY

L.Lagundaridze, E.Kirtadze, T.Buachidze

## Isolation and Study of Yeast $\beta$ -Fructofuranosidase Property

Summary

Using the preparative method of enzyme purification, some physico-chemical properties of  $\beta$ -fructofuranosidase have been studied. Pure fraction of protein has been obtained. The study of amino acid content showed that serine and glutamine acid, quantitatively predominates in enzyme, but methionine is presented in smallest quantity.



Strong inhibitors of  $\beta$ -invertase are silver and mercury. Enzyme contains 48% of neutral carbohydrates.



ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. *А. Ленинджер*. Основы биохимии, т. I. М., 1985, 226-269.
2. *H. Fisher, L. Kohtes*. Helv. Chim. Acta, 34, 136, 1951, 1123.
3. *В.Д. Шербухин, Л.И. Миронова, Л.В. Кондарева, В.С. Грюнер*. Прикл. биох. и микроб., 6, 4, 1970, 467-470.
4. *M. Somogyi*. J. Biol. Chem., 195, N.1, 1952, 19-23.
5. *B.J. Davis*. Ann N.V. Acad. Sci., 121, 1964, 404-410.
6. *Т. Боуэн*. Введение в ультрацентрифугирование. М., 1973, 193.
7. *O. Vesterberg, H.O. Svenson*. Acta Chem. Sci, 20, 3, 1966, 820-834.
8. *P. Andrews*. Bioch. J., 91, 2, 1964, 222-233.
9. *V.K. Laemml*. Nature, v. 277, 1970, 680-685.
10. *K. Myzback*. Arch. Biochem. Biophys., 69, 1957, 138.
11. *K. Myzback*. Arkiv. Kemi., 27, 40, 1967, 507.



რ.კაპანაძე, ლ.წინოშვილი

## კარდიომიოციტების ულტრასტრუქტურული ცვლილებები ექსპერიმენტული აუტოიმუნური კარდიომიოპათიის დროს (წარმოადგინა აკადემიის წევრ - კორესპონდენტმა თ.ღვანოსიძემ 20.5.1993)

აუტოიმუნური კარდიომიოპათიების (აიკმპ) დროს მიოკარდიუმის ცვლილებების ფართო მასშტაბით შესწავლა აუცილებელია გულის კუმშვადი ფუნქციის მატერიალური საფუძვლების და მათ მიერ გამოწვეული გულ-სისხლძარღვთა სისტემის უკმარისობის დასადგენად.

ლიტერატურიდან ცნობილია, რომ აიკმპ-ის სტრუქტურულ საფუძველს წარმოადგენს კარდიომიოციტების პირველადი დაზიანება მათი მომდევნო დაღუპვით, ხოლო ჰიპერტროფია და მიოფიბროზი უნდა იყოს ამ დაზიანების საპასუხო რეაქცია [1-4]. რაც შეეხება ულტრასტრუქტურულ ცვლილებებს აღნიშნული პათოლოგიის დროს, ლიტერატურაში არსებობს ერთეული შრომები, რომლებიც მიუთითებენ კუმშვადი მიოფილამენტების ატროფიასა და ერთეული კარდიომიოციტების დაღუპვაზე [5-7]. ავტორთა მონაცემებით კარდიომიოციტების თავისებური რეაქცია ფიზიკური დატვირთვის პირობებში აიკმპ-ის დროს გამოწვეულია ენერჯის გამომუშავებისა და მისი ტრანსპორტის დაბრკოლებით მიტოქონდრიებში [8-10].

ვინაიდან აიკმპ-ის დროს ზიანდება კუმშვადი მიოკარდიუმი, ამიტომ აღნიშნული პათოლოგიის დროს მიზნად დავისახეთ ექსპერიმენტში შეგვესწავლა კარდიომიოციტების ელექტრონულ-მიკროსკოპული ცვლილებები.

ექსპერიმენტული კვლევა ჩატარეთ 30 მაშალ ვირთავაზე. აიკმპ-ს ვიწვევდით ფრინდის ადიუვანტისა და გულიდან მიღებული ჰომოგენატის თანაბარი ნარევის შეყვანით მუცლის არეში, კანქვეშ, ორჯერადი იმუნოზაციის გზით. ცხოველებს ელექტროკარდიოგრაფას ვუღებდით სამ სტანდარტულ განხრაში პირველადი იმუნოზაციის დასასრულს და დაკვლის წინ, ვკლავდით მეორეული იმუნოზაციიდან 2 თვის გავლის შემდეგ.

ელექტრონულ-მიკროსკოპული გამოკვლევისათვის გულიდან აღებული მასალის ფიქსაცია ხდებოდა 2,5%-იანი გლუტარალდეჰიდის 0,1 M ფოსფატურ ბუფერში (pH-7,4), შემდგომი ფიქსაციით ოსმიუმის მჟავაში 0,1 M ფოსფატურ ბუფერში (pH-7,4). მიოკარდიუმიდან აღებული ანათლები მზადდებოდა LKB-ფირმის ულტრატომზე. ანათლები იღებებოდა და ისწავლებოდა ტრანსმისიულ ელექტრონულ მიკროსკოპში IEM-100.

კარდიომიოციტების ულტრასტრუქტურულმა შესწავლამ გვიჩვენა, რომ შეუქცევადად დაზიანებულ უჯრედებში აღინიშნება სარკომერების ლიზისის ნიშნები და მიტოქონდრიების მნიშვნელოვანი გაჯირკვება. ისინი მატრიქსის გარეშეა, ალაგ-ალაგ დაშლილია; ხშირად შეინიშნება გიგანტური მიტოქონდრიები ნათელი მატრიქსის და მკაფიოდ ჩალაგებული ქედებით. ეს უკანასკნელი ალაგ-ალაგ კარგავენ თავიანთ პარალელურ განლაგებას, მათი რაოდენობა ინტაქტურ

მიტოქონდრიებთან შედარებით შემცირებულია. ზოგიერთი მიტოქონდრია შეიცავს სხვადასხვა ზომის ვაკუოლებს, რომლებიც შემდგომ იზრდებიან და ქლებენ მსხვილი ბუშტის ფორმას. გულის კუნთის კუმშვად ელემენტებში გვირგვინებში, მიოფიბრილების ატროფია და მიტოქონდრიების ცვლილებები. შეინიშნება იზოტროპული და ანიზოტროპული ხაზების გაქრობა, დეზორგანიზაცია და განბოქვობა. ალაგ-ალაგ ადგილი აქვს მათ გახლეჩას. ზოგიერთ კარდიომიოციტში მიოფიბრილთა თანგასწვრივ აღინიშნება მიოფილაამენტების ნაწილობრივი ლიზის და კეროვანი დაზიანება. მიოფიბრილთა სარკომერები ხშირად კარგავენ თანმიმდევრობას. განსაკუთრებით უხეში ცვლილებები შეიმჩნევა ჩანართი დისკების უბნებში: ისინი დაკლანძობილია, კონტაქტები აქტიურ ძაფებთან დარღვეულია, უწყსრიგოდაა განაწილებული, Z-ზოლები დაკლანძობილია, შეიმჩნევა სარკომერების მთლიანობის დარღვევა. კუმშვადი უჯრედების ციტოპლაზმაში ჩნდება აუტოფაგური ვაკუოლები, რომლებიც შეიცავენ უჯრედული სტრუქტურების ფრაგმენტებს, ან ზოგჯერ მთლიან დაზიანებულ მიტოქონდრიასაც. ლიზისის შედეგად კოლოიდური დეტრიტი აღწევს რა შეუქცევადად დაზიანებული უჯრედის ციტოპლაზმაში, ლოკალიზდება მიტოქონდრიების ირგვლივ, რაც მიუთითებს კუმშვადი ფუნქციის მოშლასა და სარკოლემის დაზიანებაზე. უჯრედებში ენდოპლაზმური რეტიკულუმი მცირე რაოდენობითაა.

აქამდე-ის დროს ჰიპერტროფიული კარდიომიოციტების სარკოპლაზმა მდიდარია გლიკოგენის ციტოგრანულებით, რომლებიც არათანაბრადაა განაწილებული. ზოგჯერ კარდიომიოციტების მიოფიბრილთა თანგასწვრივ, ზოგჯერ კი კარდიომიოციტების ციტოპლაზმაში რიბონუკლეინის მქავეს (რნმ) რაოდენობა შემცირებულია, ალაგ-ალაგ ჰიპერტროფიულ კარდიომიოციტის ციტოპლაზმაში აღინიშნება რნმ-ის ზომიერი შეცულობა და მათი თანაბარი განაწილება.

სისხლძარღვთა ენდოთელური უჯრედები შეშუპებულია, მათი ციტოპლაზმის მატრიქსი გამჭვირვალეა. არის კაპილარები, რომლებიც გარშემოხვეულია ამორფული ნივთიერებით. ეს უკანასკნელი წარმოადგენს მკვეთრად შეცვლილი ბაზალური მემბრანის გაგრძელებას. კაპილარების ენდოთელური უჯრედების პინოციტოზური აქტივობა მომატებულია.

უნდა აღინიშნოს, რომ ასეთნაირად შეცვლილ კარდიომიოციტების გარდა გვხვდება „შენახული“ უჯრედები. ისინი ზომაში არიან მომატებული, მათში აღინიშნება მიტოქონდრიების ჰიპერპლაზიის, და ერთდროულად მიოფიბრილური სტრუქტურების ჰიპერტროფიის მოვლენები. ჰიპერტროფიულ კარდიომიოციტებში ძალიან ხშირად შეინიშნება ინტაქტური ულტრასტრუქტურული წარმონაქმნები. მიოკარდიუმის ჰიპერტროფიის ზონებში კაპილარები არ განიცდიან დესტრუქციულ ცვლილებებს. ენდოთელური უჯრედები გასქელებულია, შეიცავენ დიდი რაოდენობით პინოციტოზურ ბუშტუკებს. სისხლძარღვთა ენდოთელური უჯრედების შიგნითა ზედაპირზე აღინიშნება მრავლობითი ციტოპლაზმური წანაზარდები. კაპილართა ბაზალური მემბრანა გაფართოებულია. ყველა ზემოჩამოთვლილი ნიშნები მიუთითებენ სისხძარღვთა განვლადობის მომატებასა და უჯრედშორისო შეშუპებაზე.

ამრიგად, როგორც კარდიომიოციტების ულტრასტრუქტურული ელემენტების შესწავლით ირკვევა, აუტოიუმნური კარდიომიოპათიის დროს კარდიომიოციტებში ადგილი აქვს მიტოქონდრიების, ენდოპლაზმური ბადის, მიოფიბრილების, ლიზოსომების, ციტოპლაზმური ჩანართების სხვადასხვა ინტენსივობით გამოხატულ დაზიანებას. აქედან, გულის კუმშვადი ფუნქციის უკმარისობაზე უშუალო გავლენას

უნდა ახდენდეს მიტოქონდრიებისა და მიოფიბრილური აპარატის მძიმე სტრუქტურული ცვლილებები. ზოგიერთ კარდიომიოციტში ზემოაღნიშნულ ულტრასტრუქტურულ ელემენტთა სტრუქტურების მდგრადობა რამდენაღმე განაპირობებს გულის კუმშვადი ფუნქციის შენარჩუნებას.

საქართველოს რესპუბლიკის ჯანდაცვის სამინისტროს  
აკად. მ.წინამძღვრიშვილის სახ. კლინიკური და  
ექსპერიმენტული კარდიოლოგიის ინსტიტუტი.

(შემოვიდა 30.6.1993)

ЦИТОЛОГИЯ

Р.В.Капанадзе, А.Ниношвили

## Характер ультраструктурных изменений миокарда при экспериментальной аутоиммунной кардиомиопатии

Резюме

При экспериментальной аутоиммунной кардиомиопатии на крысах в трансмиссионном электронном микроскопе изучались изменения ультраструктуры кардиомиоцитов. Выявлены поражения субклеточных организаций сердечной мышцы: митохондрий, миофибрилл, миофиламентов, саркоплазматического ретикулула, элементов пластического комплекса, ядер миоцитов и др.

Установленные изменения имеют определенное значение в патогенезе кардиомиопатии и понимании сущности ослабления сократительной способности миокарда.

CYTOLOGY

R.Kapanadze, L.Ninoshvili

## Myocardial Ultrastructural Changes in Experimental Autoimmunological Cardiomyopathy

Summary

The ultrastructural changes in cardiomyocytes of rats with autoimmunological cardiomyopathy have been studied using transmission electron microscope. Pathological changes have been found in myocardial subcellular organizations (mitochondria, myofibrils, myofillamens, sazcoplasmatic zeticulum, elements of plastic complex of nuclei of myocits, etc.). These changes play definite role in genesis of cardiomyopathy and promote to understand the mechanism of decreased myocardial contractility.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. *А.З.Александрова, Н.И.Бахов, О.Г.Осипов, и др.* Тер. архив, 4, 1985, 136-140.
2. *А.М.Вихерт.* Клин. мед., 3, 1987, 128-133.
3. *Н.М.Мухарлямов.* Кардиология, 8, 1984, 5-11.
4. *Е.Л.Насонов.* Тер. архив, 10, 1986, 7-14.
5. *Я.А.Рапопорт, Н.А.Белоконь.* Клин. мед., 7, 1976, 16-29.
6. *Р.В.Капанадзе, Л.Д.Чеишвили, Л.А.Хоперия, Л.С.Гегенава, Л.А.Хабazi.* Сообщ. АН Грузии, 146, 3, 1992, 630-633.
7. *С.И.Костин.* Архив патологии, 11, 1989, 47-53.
8. *К.С.Митин.* Архив патологии, 3, 1986, 74-81.
9. *Е.Р.Павлович.* Архив патологии, 11, 1988, 28-35.
10. *Н.Н.Кипшидзе.* Кардиология, 11, 1989, 75-79.

მ. ართილავეა

## ნერვული სისტემის პერინატალურ დაზიანებათა ტოპიკური დიაგნოსტიკა ჰისტამინისა და სეროტონინის დონის განსაზღვრით ახალშობილთა სისხლში

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ვ.მოსხიძემ 5.05.1993)

ბავშვთა ნევროლოგიისა და ნეიროქირურგიის განვითარების თანამედროვე ეტაპზე, როდესაც დაბადებიდანვე დგება სამკურნალო ჩარევის (კონსერვატიული, ან ქირურგიული) დროულად და სწორად განსაზღვრის აუცილებლობა, მწვავედ დაისმის ნერვული სისტემის პერინატალური დაზიანების დიფერენციალური დიაგნოზირების, კერძოდ, ნერვული სუბსტრატის დაზიანების დონის განსაზღვრის საკითხი. ყველა ავტორი მიუთითებს ტოპიკური დიაგნოსტიკის სირთულის შესახებ ნერვული სისტემის დაზიანების მწვავე პერიოდში, როდესაც კლინიკურ სურათში წამყვანია ზოგად-ტვინოვანი სიმპტომატიკა და მისი სიმძაფრე ფარავს ნერვული ქსოვილის ლოკალურ დაზიანებათა ნიშნებს. მკვლევარები, აღრეულ ასაკში ნერვული ქსოვილის დაზიანების დონის დადგენისათვის, აუცილებელ პირობად თვლიან ნატივ ნევროლოგიურ კვლევისთან კომპლექსში სპეციფიკური ლაბორატორიული ტესტების შემუშავებას [1,8].

ახალშობილის გარემოსთან შემგუებელ ძალთა მობილიზება და ვეგეტატიური (სიმპათიკურ-პარასიმპათიკური) რეაგირების ბალანსირების მიღწევა ხდება ჰიპოთალამური სტრუქტურებისა და ნეიროენდოკრინულ სისტემათა ერთობლივი, ურთიერთგაწონასწორებული მოქმედებით, რომლის რეალიზებაში განსაკუთრებული ადგილი ბიოლოგიურად აქტიურ ამინებს - ვეგეტატიური ნერვული სისტემის ტროფიკული რიგის სინაფსურ მედიატორებს - სეროტონინსა და ჰისტამინს მიეკუთვნება [2,7,4].

დღემდე ერთეული შრომებია ნერვული სისტემის პერინატალური პათოლოგიის შემთხვევაში ახალშობილთა სისხლში ჰისტამინის ან სეროტონინის განსაზღვრით. მითითებულია ახალშობილთა კლინიკისათვის ამ ლაბორატორიული ტესტების დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობის შესახებ, მიუხედავად იმისა, რომ ყველა მოხსენებულ შრომაში ისინი ისწავლებოდა არაერთდროულად [3,6,5].

გავითვალისწინეთ რა ფიზიოლოგიური პროცესების წარმართვაში ჰისტამინისა და სეროტონინის ურთიერთმბალანსირებელი, სინერგიული მოქმედება, ჩვენ მიერ ეს მედიატორები შეისწავლება ერთობლივად (1 მლ სისხლში - ს. მეშერიაკოვას მეთოდით, 1984წ.); ვსაზღვრავდით აგრეთვე მათი ურთიერთშეფარდების კოეფიციენტს  $\kappa/\lambda$  [7,4].

ვეგეტატიური ნერვული სისტემის სინაფსური მედიატორების სინთეზი ნერვული წარმონაქმნების გარკვეულ დონეებზე (ჰიპოთალამური არის ბირთვები, პარავენტრული განგლიების სხვადასხვა დონე) წარმოებს, რის გამოც ტვინის ქსოვილის დაზიანების ლოკალიზაციის შესაბამისად, ჩვენი მასალა 3 ძირითად ჯგუფად დაყავით.

ჯანმრთელ და პერინატალური პათოლოგიით ახალშობილებში სისხლის შრატის მაჩვენებლები M±m

გამოსაკვლევი ახალშობილი		№ რიგზე	ასაკი დღეებში	პისტამინი	სეროტონინი	პისტამინი სეროტონინი
საკონტროლო ჯგუფი	ჯანმრთელი ახალშობილი	1	4-10	0,14±0,01	0,11±0,01	1,29±0,02
		2	10-20	0,14±0,0	0,12±0,01	1,16±0,01
		3	20-40	0,13±0,0	0,11±0,01	1,16±0,01
ნერვული სისტემის პერინატალური პათოლოგიით ტვინის ქსოვილის დაზიანების დონის მიხედვით	ცერებრული	4	4-10	0,48±0,04	0,25±0,01	1,87±0,09
		5	10-20	0,32±0,02	0,18±0,02	1,77±0,06
		6	20-40	0,19±0,0	0,14±0,01	1,31±0,05
სპინალური	7	4-10	1,14±0,07	0,38±0,02	3,07±0,26	
	8	10-20	0,89±0,05	0,29±0,02	3,11±0,21	
	9	20-40	0,60±0,02	0,21±0,04	2,96±0,03	
ტვინის ღერო	10	4-10	0,18±0,01	0,0±0,02	2,09±0,06	
	11	10-20	0,26±0,01	0,11±0,01	2,31±0,11	
	12	20-40	0,25±0,01	0,10±0,02	2,50±0,12	
ნერვული სისტემის პათოლოგიით ტოპიკის განურჩევლად	ზოგადი	13	4-10	0,59±0,04	0,20±0,01	2,43±0,01
		14	10-20	0,52±0,03	0,18±0,01	2,90±0,18
		15	20-40	0,31±0,01	0,16±0,001	1,96±0,07

ადაპტაციური პერიოდის ფაზობრივი განვითარების მიხედვით ბიოლოგიურ ამინებს ვსაზღვრავდით დინამიკაში - ახალშობილობის ვადის გათვალისწინებით.

ავადმყოფთა დიაგნოზირება და მათი კლინიკურ ჯგუფებში განაწილება წარმოებდა 1979 წელს ი.იაკუნიჩისა და ე.იამპოლსკაიას მიერ მიღებული კლასიფიკაციის თანახმად.

ჩვენ მიერ შედგენილი ნევროლოგიური კვლევის სქემაში, სინდრომოლოგიური გამოვლენის, კლინიკური მიმდინარეობისა და ფორმის გარდა, გავითვალისწინეთ აგრეთვე დაავადების ეტიოლოგიური ფაქტორი, ძირითადი პათოგენეზური მომენტი და ტვინის ქსოვილის დაზიანების დონე.

დინამიკაში ტარდებოდა თანამედროვე ნევროლოგიურ კლინიკაში მიღებული პარაკლინიკური კვლევა; ზოგადი ჰომეოსტაზის მონაცემების დადგენა მკვებ-ტუტოვანი წონასწორობისა და ელექტროლიტური ბალანსის დაზუსტებით და შექრის განსაზღვრით.

დიაგნოზები ვერიფიცირებულია ელექტროენცეფალოგრაფიის, ექოენცეფალოსკოპიის, ნეიროსონოსკოპიისა და რენტგენოლოგიური კვლევებით. ლეტალურ შემთხვევებში - მორფოლოგიური შესწავლით. ავადმყოფზე დაკვირვება წარმოებდა ერთობლივად - ნევროპათოლოგის, ნეონატოლოგის, ნეიროქირურგის, ნეირო-ოფთალმოლოგის მიერ.

ცერებრული (ჰემოსფეროთა) ლოკალიზაციის შემთხვევებში დაავადების მიმდინარეობაში ძირითადად ქარბობდა ზოგადტვინოვანი სიმპტომები

(ლიქვოროდინამიკის მოშლით). იცვლებოდა ახალშობილის რეაგირება გარემოს მიმართ - უპირობო, ფიზიოლოგიურ რეფლექსთა ლაბილობით. კლინიკურად მხარეობის მატარებელი პირამიდული დეფიციტი - მოტორული რეფლექტორული რეაქციების ცვლილებებით მიმდინარეობდა. პრევალირებდა პათოლოგიური რეაქციები (კონვულსიური აქტივობა) და რეფლექსები, მენინგიზმის მოვლენები. ბიოლოგიურ ამინთა სეკრეცია საგრძნობლად ჭარბობდა (ყველა ასაკობრივი ქვეჯგუფის შემთხვევაში  $P \leq 0,05$ ) ჯანმრთელი ახალშობილისათვის დამახასიათებელ დონეს (იხ. ცხრ.). ამავე დროს, ცერებრული პათოლოგიის გუფი ჰისტამინისა და განსაკუთრებით ჰ/ს კოფეციენტის მაჩვენებლით სარწმუნოდ გამოიყო ზოგადი გუფისაგან ( $P \leq 0,005$ ).

მასალის შესწავლით მკაფიოდ გამოიკვეთა ასაკობრივი დინამიკაც მთელი ადაპტაციური პერიოდისათვის ( $P \leq 0,005$ ), რაც ცერებრული პათოლოგიის შემთხვევებში ადასტურებს ზოგად მოსაზრებას ბიოლოგიურ ამინთა მონაწილეობის შესახებ პერინატალური პერიოდის დიზადაპტაციური სინდრომის (ჰ.სელიეს თეორიით) ჩამოყალიბებაში.

ტვინის ღეროს ლოკალიზაციის დაზიანებათა შემთხვევების კლინიკურ სურათში ჭარბობდა ფსიქო-მოტორულ-რეფლექსურ სფეროთა ზოგადი დათრგუნვა, ვიტალურ ფუნქციათა ლაბილობა. ავადმყოფი ყურადღებას იქცევდა (ხშირად „ბაყაყის“) პოზით, კუნთთა დიფუზური ჰიპოტონიით, მყესთა ჰიპორეფლექსიით, თვალების მხრივ თითქმის ყოველთვის პათოლოგიური ნიშნებით. წინა პლანზე კი ვეგეტატურ-ვისცერალური (კარდიოვასომოტორული, სუნთქვითი, მომწელებელი რიტმის, თერმორეგულაციის) დარღვევანი ჩანდა. ყველა შემთხვევაში ღრმა იყო მეტაბოლური მოშლილობანი. ყველა ქვეჯგუფი ბიოლოგიურ ამინთა დაბალი დონით და ასაკობრივი დინამიკის მონოტონურობით გამოირჩეოდა, რაც მეტად შეეხება სეროტონინს (ჯანმრთელ გუფუზეც დაბალი აბსოლუტური ციფრებით). სიცოცხლის მე-4 დღიდან მკვეთრად იყო დარღვეული და თვის ბოლოსათვის უფრო მეტად ირღვეოდა შეფარდების კოფეციენტი, რაც ამინთა სინთეზის მარეგულირებელი, მათი ურთიერთშეფარდების მაკოორდინირებელი, ჰიპოთალამური არის დაზიანებით აიხსნება და ადაპტაციურ პროცესთა დარღვევის მნიშვნელოვან პათოგნომურ მომენტად გვევლინება. ტვინის ღეროს დონის დაზიანებანი მკვეთრად იმიჯნება როგორც ზოგადი პათოლოგიის, ისე ცერებრული და სპინალური ლოკალიზაციის გუფებისაგან ( $P \leq 0,05-0,001$ -მდე).

სპინალური ლოკალიზაციის დაზიანებათა შემთხვევებში ანამნეზური მონაცემებით, წინა პლანზე კისრის ნაწილის ნატალური ტრავმული დატვირთვა მოდის. უმწვავესი პერიოდის კლინიკა (როგორც წესი) ზოგადტვინოვანი სიმპტომატიკით ხასიათდება. ხშირია სუნთქვითი მოშლილობანი (სპინალური ცენტრის დაზიანებით). შემდგომ დღეებში სულ უფრო მეტად ვლინდება მოტორული სინდრომი - ხშირად შერეული ტეტრაპარეზით (ზემო კიდურის რბილი დამბლით, „თოჩინას ხელი“). ახალშობილთა ფიზიოლოგიური რეფლექსები მყარი სეგმენტურ დეფიციტით, დეკაპიტაციით ხასიათდება. გამომეტყველება შეწუხებული, კისრის ნაწილი შემოკლებული, კუნთთა ტრავმული დეფანსით (მტკივნეულობით). კისრის სეგმენტების დაზიანება ხასიათდება ჰისტამინისა და სეროტონინის და მათი შეფარდების მკვეთრად მაღალი ციფრებით სარწმუნოდ იმიჯნება როგორც ჯანმრთელი, ისე ცერებრული, ზოგადი პათოლოგიისა და მეტად - ტვინის ღეროს

ლოკალიზაციის ზღუფისაგან ყველა ასაკში ( $P \leq 0,005$ -დან  $0,001$ -მდე), ახალშობილობის პერიოდის ბოლომდე.

როგორც ჩვენ მიერ მიღებული კლინიკური მასალის ანალიზში დასტურდა ბიოლოგიურ ამინთა, როგორც ვაზოაქტიურ ნივთიერებათა ნებისმიერი მკვეთრი გადახრა (სიკარბით, დაქვეითებით, ან დისბალანსით) ძირითად ფაქტორად გვევლინება ვეგეტოლისტონიის (ზოგადპომეოსტაზური ძვრებით და ვიტალურ ფუნქციათა ლაბილობით) ღრმა მეტაბოლური ძვრებისა და ბოლოს სასიცოცხლო ფუნქციათა დარღვევის განვითარებისათვის.

აქედან გამომდინარე ნათელია, რომ მხოლოდ პომეოსტაზის კორეგირების, სინაფსურ წარმონაქმნებში მედიატორულ ნივთიერებათა ბალანსირების შემდეგ შეიძლება ყოველგვარი ე.წ. „სასტიმულაციო“ საშუალებათა გამოყენება, დათრგუნული სასიცოცხლო ფუნქციების აღდგენის მიზნით.

ამრიგად, ჩვენ მიერ კომპლექსურად განისაზღვრა რა ახალშობილთა სისხლში პისტამინი და სეროტონინი, საშუალება მოგვეცა მიღებული მონაცემები წარმატებით გამოგვეყენებინა ნერვული სისტემის დაზიანების ტოპიკური დიაგნოსტიკისათვის - პემისფეროთა, ტვინის ღეროს და ზურგის ტვინის კისრის ნაწილის ლოკალიზაციის დაზიანებათა გამიჯვნის მიზნით.

საქართველოს რესპუბლიკის ჯანდაცვისა და სოცურუნველყოფის სამინისტროს პედიატრიის ს/კ ინსტიტუტი

(შემოვიდა 17.05.1993)

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

М.В.Артилакვა

Топическая диагностика перинатального поражения нервной системы с определением уровня гистамина и серотонина в крови новорожденного

Резюме

В течение 1 года нами были изучены 137 больных (от 4- до 40-дневного возраста), поступивших в психоневрологическое отделение новорожденных с поражением нервной системы. В 34% случаев повреждение локализовалось в гемисферах, 21% - в стволе мозга, 21% - в шейном отделе спинного мозга, остальные - 22% носили комбинированный характер.

Одновременное определение в крови новорожденных синаптических медиаторов вегетативной нервной системы тропного ряда, с использованием показателя балансируемого взаимоотношения (Ко - г/с) моноаминов, нами было использовано для уточнения топики поражения паренхимы мозга. Каждая подгруппа достоверно отделилась от здоровых (гис.  $M=0,14 \pm 0,02$  М.моль.Л., сер.  $M=0,11 \pm 0,01$  М.Моль,  $CoM=1,19 \pm 0,03$ ) и общей группы больных детей (гис.  $M=0,54 \pm 0,06$  м.моль л.), сер.  $M=0,20 \pm 0,02$  М. моль л.,  $CoM=2,63 \pm 0,19$ ). Высокой достоверностью разграничились (0,005 0,001) поражения гемисферной локализации (гис.  $m=0,31 \pm 0,02$  М. моль. Л., сер.  $M=0,19 \pm 0,02$  м. моль. л.,  $CoM=1,7 \pm 0,07$ ), ствола мозга (гис.  $M=0,22 \pm 0,01$  м. Моль. Л., сер.  $M=0,10 \pm 0,02$  М.Моль. Л.,  $Co=2,29 \pm 0,09$ ) и шейного отдела спинного мозга (гис.  $M=0,84 \pm 0,06$  М.моль. Л., сер.  $M=0,29 \pm 0,03$  м.моль. л.,  $CoM=3,03 \pm 0,21$ ), что отчетливо выявлено в каждой возрастной подгруппе адаптационного периода новорожденности.





Проведенное исследование — значительная новизна детской неврологической клиники, является ценным лабораторным критерием для дифференциальной — топической диагностики поражения центральной нервной системы.

EXPERIMENTAL MEDICINE

M. Artilakva

## The Topical Diagnostics of Perinatal Injuries of Nervous System by Studying the Level of Hystamine and Serotonin in Newborn's Blood

Summary

We have investigated 137 newborns with perinatal cerebral pathology (birth trauma and hypoxia) in age from 4 days until 40 days in the newborns' psychoneurological department during a year. The areas of injuries were localized mostly (34%) in hemispheres, were equally distributed in cerebral trunk (21%) and cervical part of spine (23%), and there also were cases with mixed localization.

We studied the level of biological monoamines serotonin and hystamine and their correlation in newborn's synaptic mediators' blood. The results of investigations gave us a chance to separate each topical group from the healthy children and children with general pathology. This also gave us a chance to separate these topical groups from each other: the hemispheres localization —  $H-M=0,31t \pm 0,02$   $S - 0,2 \pm 0,02$   $K_0=1,71 \pm 0,07$ ; the cerebral trunk —  $H - 0,22 \pm 0,01$ ;  $S 0,1 \pm 0,1 \pm 0,02$   $K_0=2,29 \pm 0,09$ ; the cervical part of spine  $H-0,84 \pm 0,06$   $S - 0,29 \pm 0,03$   $K_0=3,03 \pm 0,21$ . This difference between the topical groups is more clear in each age groups (4-10 days, 10-20 days, 20-40 days) in newborns' adaptation period.

### ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. *Л.О.Бадалян*. Проблемы перинат. неврологии. Мат. съезда педиатров, Таллинн, 1985, 33-34.
2. *С.К.Кашибаев*. Экстракция катехоламинов и серотинина в крови при острых нарушениях мозг. кровообращения, А-А., 1984. 57-59.
3. *А.М.Киреева, И.Д.Шафранова*. Серотониновый обмен у недоношенных детей при перин. энцефалоп. А-А., 1984, 42-46.
4. *А.Ю.Макаров и др.* Ж. невр. и псих. **82**, 8. 1982, 118-126.
5. *Л.Е.Мичурина*. Ж.В.О.М.Д. **23**, 7, 1978, с. 87-92.
6. *Т.Н.Просвирина и др.* Влияние патологических родов на содержание серотонина и гистамина в пуповинной крови новорожденного (I день жизни). Харьков, вып. 102, 1982, 66-69.
7. *Е.В.Храпова и др.* Ж. невр. и псих., **83**, 88, 1983, 1261-1267.
8. *А.Ю.Ратнер*. Проблемы перинатальной неврологии. Казань, 1983, 50-54.



მ.კიკნაძე, მ.კობლაძე

### ჰორმონალური ცვლილებების ზოგიერთი თავისებურება გულის რეფრაქტერული უკმარისობის დროს

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა თ.დეკანოზიძემ 30.04.1993)

ცნობილია, რომ გულის ქრონიკული უკმარისობა 8-15% შემთხვევაში იღებს რეფრაქტერულ ხასიათს [1], რითაც გარკვეულ სიძნელეებს უქმნის მკურნალობის ეფექტურობას და, ამასთანავე, მნიშვნელოვნად აჩქარებს ლეტალურ გამოსავალს აღნიშნულიდან გამომდინარე, ყველა იმ კარდიალური თუ ექსტრაკარდიალური მიზეზების მოძიება და დადგენა, რაც ხელს შეუწყობს აღნიშნული პრობლემის დამუშავებას, მეტისმეტად საგულისხმო და მნიშვნელოვანია. დღეისათვის დადგენილია ჰორმონალური სისტემის, კერძოდ, სისტემა რენინ-ალდოსტერონის და პროსტოგლანდინების როლი გულის ქრონიკული უკმარისობის პათოგენეზში [2,3], მაგრამ გაურკვეველია თუ რა ზედრითი წონა აქვთ აღნიშნულ ფაქტორებს რეფრაქტერული გულის უკმარისობის ფორმირებაში. ამ მიზნით ჩვენ შევისწავლეთ 57 ავადმყოფი, რომლებსაც გულის უკმარისობა განუვითარდათ გულის იშემიური დაავადების, კერძოდ, პოსტინფარქტული კარდიოსკლეროზისა და დილატაციური კარდიომიოპათიის ფონზე. ნაწილს ავადმყოფებისა (25 ავადმყოფი) რეფრაქტერულობა გამოხატული ჰქონდა დიურეზული საშუალებების მიმართ, მეორე ნაწილს (!0 ავადმყოფი) საგულე გლიკოზიდების მიმართ. ყველა ავადმყოფს უტარდებოდა სისხლში რენინის აქტივობის, ალდოსტერონის და პროსტოგლანდინების კონცენტრაციის განსაზღვრა რადიოიმუნოლოგიური მეთოდით, სტანდარტიზირებული, უცხოური წარმოების კომპლექტების გამოყენებით (ფირმა „Sosin“ იტალია, „Clinical Assays“ აშშ). ჩატარებული დეჰიდრატაციული თერაპიის ეფექტურობის საფუძველზე მიღებული მონაცემების მიხედვით 47 გულის ქრონიკული უკმარისობის 11<sup>ე</sup> სტადიის მქონე ავადმყოფი, პირობითად დაყავით ორ ჯგუფად. I-ში შევიდა 22 ავადმყოფი, რომლებსაც შეშუპებითი სინდრომი გამოხატული ჰქონდათ სხვადასხვა ინტენსივობით და გაუქრათ დიურეტიკების მიღებისას (ფუროსემიდი 40-დან 480 მგ-მდე დღე-ღამეში, ვეროშპირონი 100-დან 250 მგ-მდე დღე-ღამეში). მე-II ჯგუფში ჩვენ გავაერთიანეთ 25 ავადმყოფი რეფრაქტერული შეშუპებითი სინდრომით, რომელთა მიმართაც ჩატარებულმა დეჰიდრატაციულმა თერაპიამ ეფექტი არ გამოიღო. სისხლში ჰორმონების და პროსტოგლანდინ E-ს დონის შესწავლამ გვიჩვენა, რომ მეორე ჯგუფის ავადმყოფებში, ე.ი. იმათში, ვისაც აღენიშნებოდა რეფრაქტერული შეშუპებითი სინდრომი, რენინის აქტივობა პლაზმაში და ალდოსტერონის კონცენტრაცია იყო სარწმუნოდ მაღალი, ვიდრე I ჯგუფის ავადმყოფებში, ე.ი. იმ პირებში, რომლებსაც აღენიშნებოდათ ლაბილური ხასიათის პერიფერიული შეშუპება ( $P < 0,001$ ,  $P < 0,01$ ). ამავე დროს პროსტაგლანდინ E-ს შემცველობა სისხლში გაცილებით დაბალი აღმოჩნდა რეფრაქტერული შეშუპებითი სინდრომის მქონე ავადმყოფებში, ვიდრე I ჯგუფში, ე.ი. იქ, სადაც დიურეზული თერაპია იყო თვალსაჩინოდ ეფექტური



( $P < 0,01$ ). აღნიშნული გამოკვლევის შედეგად მიღებული მონაცემების შედარებისას მკურნალობის შემდეგ გამოირკვა შემდეგი: რეფრაქტერული შეშუპებითი სინდრომის მქონე ავადმყოფთა ჯგუფში ჩატარებული ტრადიციული თერაპია (საგულე გლიკოზიდები, დიურეტიკები, პერიფერიული ვაზოდილატატორები) გავლენას ვერ ახდენს, ვერც რენინალდოსტერონის სისტემის აქტიურობაზე და ვერც პროსტოგლანდინ E-ს შემცველობაზე სისხლში, მაშინ, როდესაც I ჯგუფის ავადმყოფებში ჩატარებული მკურნალობის შედეგად სარწმუნოდ მცირდება რენინის აქტივობა პლაზმაში, ალდოსტერონის და პროსტოგლანდინ E-ს კონცენტრაციის დონე სისხლში.

ამგვარად, I და II ჯგუფის ავადმყოფებში ჩატარებული მკურნალობის შედეგების განალიზების საფუძველზე გამოვლენილია შესწავლილი ბიოლოგიური სისტემების განსხვავებული რეაქცია გულის ქრონიკული უკმარისობის კლინიკური სურათის მიხედვით; რეფრაქტერული შეშუპებითი სინდრომის მქონე ავადმყოფებს აღნიშნებათ რეაქციის „სტატიკური“ ტიპი, ე.ი. ჰორმონალური ტიპი, რომელიც არ რეაგირებს ჩატარებულ მკურნალობაზე, და ეგრეთწოდებული „დინამიკური“ ტიპი ავადმყოფებისა, სადაც ჩატარებული მკურნალობის კურსის შედეგად, მკურნალობამდე არსებული ჰორმონალური დარღვევები რეგულირდება; ესენია ძირითადად ავადმყოფები, რომლებსაც აღნიშნებათ ლაბილური ხასიათის პერიფერიული შეშუპება.

გარდა ამისა, აგრეთვე გამოკვლეულ იქნა 10 ავადმყოფი რეფრაქტერული მიმდინარეობის გულის უკმარისობით, რომლებსაც რეფრაქტერულობა გამოხატული ჰქონდათ ძირითადად საგულე გლიკოზიდების მიმართ. ამ ავადმყოფებში რეფრაქტერულობის შეფასების კრიტერიუმი ძირითადად ემყარებოდა შეუპოვარი, სინუსური ტაქიკარდიის არსებობას ( $P-100'-110'$ ), რომლის გაიშვითაც არ ხერხდებოდა საგულე გლიკოზიდებით მკურნალობის ფონზე (დიგოქსინი  $0,025\% - 2$  მლ. (0,5 მგ) ვენაში 2-ჯერ დღეში ერთი კვირის განმავლობაში, შემდეგ  $0,25$  მგ 4-ჯერ შიგნით მისაღებად 11 დღის განმავლობაში), მიუხედავად იმისა, რომ სხვა კლინიკური სიმპტომები, რომლებიც მიჩნეულია როგორც კლინიკური კრიტერიუმი საგულე გლიკოზიდებით მკურნალობის ეფექტურობის შესაფასებლად (ქოშინი, პერიფერიული შეშუპება, ღვიძლის ზომები), დიგოქსინით მკურნალობისას ხასიათდებოდა მნიშვნელოვანი შემცირებით და რიგ შემთხვევებში უკუგანვითარებით.

ამ ჯგუფის ავადმყოფთა გამოკვლევის შედეგებს, რომელიც შეეხებოდა რენინ-ალდოსტერონის სისტემას და პროსტაგლანდინ E-ს შემცველობას სისხლში, ვადარებდით ბანალური გულის ქრონიკული უკმარისობის მქონე ავადმყოფთა ჯგუფს, რომლებსაც ასევე საგულე გლიკოზიდებით მკურნალობის დაწყებამდე აღნიშნებოდათ სინუსური ტაქიკარდია ( $P-120'-130'$ ) იმ განსხვავებით, რომ მკურნალობის კურსის ჩატარების შედეგად აღნიშნული იშვითდებოდა  $55-60$ -მდე  $1$  წთ-ში. შედარების შედეგებმა გვიჩვენეს, რომ საგულე გლიკოზიდების მიმართ რეფრაქტერული გულის ქრონიკული უკმარისობის მქონე ავადმყოფებში, ისევე, როგორც დიურეტიკების მიმართ რეფრაქტერულობის მქონე პირებში, რენინის აქტივობა პლაზმაში და ალდოსტერონის კონცენტრაცია იყო სარწმუნოდ მაღალი, ვიდრე ბანალური გულის ქრონიკული უკმარისობის დროს, ხოლო პროსტაგლანდინ E-ს კონცენტრაცია პლაზმაში აღინიშნა უფრო დაბალი რეფრაქტერული გულის უკმარისობის დროს, ვიდრე ჩვეულებრივი მიმდინარეობის გულის უკმარისობისას. აღნიშნული ცვლილებები საგულე გლიკოზიდების მიმართ რეფრაქტერულობის

მქონე ავადმყოფებში მკურნალობის შედეგად ნორმალიზებას არ განიცდიდა, აქაც აღინიშნებოდა ჰორმონალური ცვლილებების ე.წ. „სტატიკური“ ტიპი. ამრიგად, ჩატარებულმა გამოკვლევებმა დაგვანახეს, რომ რეფრაქტერული გულის ქრონიკული უკმარისობის დროს ცვლილებები რენინ-ალდოსტერონის და პროსტაგლანდინების სისტემაში თვალსაჩინოა და მკაფიო. განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს ამ ცვლილებების ტიპს. ჩვენს გამოკვლევებში გამოვლენილია ჰორმონალური ცვლილებების ორგვარი ტიპი – „სტატიკური“ და „დინამიკური“. სწორედ ამ ცვლილებების – „სტატიკური“ ტიპია დამახასიათებელი რეფრაქტერული გულის უკმარისობისათვის, რომელიც მოითხოვს ინდივიდუალიზირებულ თერაპიას და გულისხმობს ამ კატეგორიის ავადმყოფებში რენინის ინჰიბიტორების, სპიროლაქტონების და პროსტაგლანდინ E-ს ფართო ხმარებას ოპტიმალური თერაპიული ეფექტის მისაღწევად.

თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო  
უნივერსიტეტი

(შემოვიდა 4.06.1993)

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

М.П.Кикнадзе, М.Г.Коплатадзе

Некоторые особенности гормональных изменений при рефрактерной сердечной недостаточности

Р е з ю м е

Изучено состояние системы ренин-альдостерон и содержание ПГЕ в плазме крови у больных с ХСН на фоне постинфарктного кардиосклероза и первичной кардиомиопатии. Выявлены существенные нарушения в указанных системах, в частности, у больных с рефрактерным характером течения ХСН наблюдается „Статичный“ тип гормональных нарушений в отличие от больных с обычным характером течения ХСН, у которых тип нарушения гормональной системы „динамичен“. Наличие „статичного“ типа гормональных изменений безусловно имеет существенное значение в механизме возникновения рефрактерных форм сердечной недостаточности и требует дифференциального подхода при лечении данного континента больных.

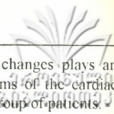
EXPERIMENTAL MEDICINE

M.Kiknadze, M.Koplatadze

Some Specific Hormonal Changes in Patients with Refracter Cardiac Failure

S u m m a r y

Condition of the Renin-aldosterone system and plasma level of the PgE were studied in the blood plasma of patients with chronic cardiac failure (CCF) due to postinfarctial cardiosclerosis or primary cardiomyopathy. The significant disturbances in these systems were shown. The „static“ type of hormonal changes in the patients with the refracter CCF is typic in contrary to the „dynamic“ type of such changes in the patients



with usual CCF. The presence of the „static“ type of hormonal changes plays an important role in the mechanism of formation of the refracter forms of the cardiac failure and needs the specific differentiation in the treatment of this group of patients.

#### ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. *А.А.Эвильтис.* Кардиология, 9, 1982, 66-68.
2. *И.М.Мухарлямов.* Кардиология, 5, 1982, 32-37.
3. *Л.Т.Малая., Д.С.Полибетов., А.М.Савчук.* Простагландины и хроническая недостаточность кровообращения. Тер. арх., 1, 1983, 96-103.

## ავტორთა საყურადღებოდ



1. ჟურნალ „საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის მოამბეში“ ქვეყნდება აკადემიკოსთა და წევრ-კორესპონდენტთა, აკადემიის სისტემაში მომუშავე და სხვა მეცნიერთა მოკლე წერილები, რომლებიც შეიცავს ახალ მნიშვნელოვან გამოკვლევათა ჭერ 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 სინტერესო შედეგები.

3. საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსთა და წევრ-კორესპონდენტთა წერილები უშუალოდ გადაეცემა გამოსაქვეყნებლად „მოამბის“ რედაქციას, ხოლო სხვა ავტორთა წერილები ქვეყნდება აკადემიკოსთა ან წევრ-კორესპონდენტთა წარდგინებით. როგორც წესი, აკადემიკოსს ან წევრ-კორესპონდენტს „მოამბეში“ დასაბეჭდად წელიწადში შეუძლია წარმოადგინოს სხვა ავტორთა არა უმეტეს ერთი წერილისა თითოეულ ნომერში (მხოლოდ თავისი სპეციალობის მიხედვით). საკუთარი – რამდენიც სურს, ხოლო თანაავტორებთან 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 წარსადგენად გადასცემს აკადემიკოსს ან წევრ-კორესპონდენტს. ერთსა და იმავე ავტორს (გარდა აკადემიკოსისა და წევრ-კორესპონდენტისა) შეუძლია „მოამბეში“ გამოაქვეყნდეს არა უმეტეს სამი წერილისა (სულ ერთია, თანაავტორებთან 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 ერთვის, არ უნდა აღემატებოდეს ჟურნალის 4 გვერდს (8000 სისტამბო 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 ლებულობს 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 წერილში, რა მეცნიერული ღირებულება აქვს მას და რამდენად უპასუხებს ამ წესების 1 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, ქვეთაგების მიხედვით გადმოცემულია დასკვნები, 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, მარჯვენა მხარეს აღინიშნება იმ დაწესებულების სრული დასახელება და ადგილმდებარეობა, სადაც შესრულებულია შრომა.



10. ილუსტრაციები და ნახაზები წარმოდგენილ უნდა იქნეს ორ ცალკე კონვერტით. ამასთან, ნახაზები შესრულებული უნდა იყოს შავი ტუშით. წარწერები ნახაზებს უნდა გაუკეთდეს კალიგრაფიულად და ისეთი ზომისა, რომ შემცირების შემთხვევაში კარგად იკითხებოდეს. ილუსტრაციების ქვემო წარწერების ტექსტი წერილის ძირითადი ტექსტის ენაზე წარმოდგენილ უნდა იქნეს ცალკე ფურცელზე. არ შეიძლება ფოტოებისა და ნახაზების დაწებება დედნის გვერდებზე. ავტორმა დედნის კიდეზე ფანქრით უნდა აღნიშნოს 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 ნახევარწრით ნიშნაკებიც (ინდექსები და ხარისხის მაჩვენებლები).

11. დამოწმებული ლიტერატურა უნდა დაიბეჭდოს ცალკე ფურცელზე. საჭიროა დაცულ იქნეს ასეთი თანმიმდევრობა: ავტორის ინიციალები, გვარი, თუ დამოწმებულია საჟურნალო 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 კვადრატულ ფრჩხილებში ნაჩვენები უნდა იყოს შესაბამისი ნომერი დამოწმებული შრომისა. არ შეიძლება დამოწმებული ლიტერატურის ნუსხაში შევიტანოთ ისეთი შრომა, რომელიც ტექსტში მითითებული არ არის. ასევე არ შეიძლება გამოუქვეყნებელი შრომის დამოწმება. დამოწმებული ლიტერატურის ბოლოს ავტორმა უნდა მოაწეროს ხელი, აღნიშნოს სად მუშაობს და რა თანამდებობაზე, უჩვენოს თავისი ზუსტი მისამართი და ტელეფონის ნომერი.

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)

რ ე დ ა ქ ც ი ი ს მ ი ს ა მ ა რ თ ი : 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.

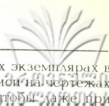
6. Ввиду того, что журнальные статьи набираются на компьютере, для редакции желательно, чтобы тексты были представлены в виде файла на дискете. Для этого авторам необходимо обратиться в редакцию для получения консультаций.

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 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

