

524 /  
1974/2



საქართველოს სსრ  
მეცნიერებათა აკადემიის

**გოაგბე**

**СООБЩЕНИЯ**

АКАДЕМИИ НАУК  
ГРУЗИНСКОЙ ССР

**BULLETIN**

OF THE ACADEMY OF SCIENCES  
OF THE GEORGIAN SSR

ტომი 76 ტომ

№ 1

თბილისი 1974 ოქტაბრ

თბილისი • ТБИЛИСИ • TBILISI

საქართველოს სსრ  
მეცნიერებათა აკადემიის

ბულეტენი

СООБЩЕНИЯ

АКАДЕМИИ НАУК  
ГРУЗИНСКОЙ ССР

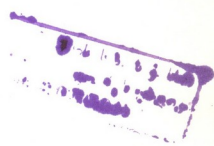
BULLETIN

OF THE ACADEMY OF SCIENCES  
OF THE GEORGIAN SSR

12445

ტომი 76 ტომ

1974





ქართული დაბარსებულია 1940 წელს  
ЖУРНАЛ ОСНОВАН В 1940 ГОДУ

გამოდის თვეში ერთხელ  
ВЫХОДИТ ОДИН РАЗ В МЕСЯЦ

გამომცემლობა „მეცნიერება“  
Издательство „Мецниереба“

1992



საქართველოს სსრ  
მეცნიერებათა აკადემიის

ბიულეტენი

СООБЩЕНИЯ

АКАДЕМИИ НАУК  
ГРУЗИНСКОЙ ССР

BULLETIN

OF THE ACADEMY OF SCIENCES  
OF THE GEORGIAN SSR

ტომი 76 ტომ

№ 1

ოქტომბერი 1974 ОКТЯБРЬ

ს ა რ ე ლ ა ტ ც ი ო კ ო ლ ე გ ი ა

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

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

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

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

ბელმოწერილია დისაბეჭდად 22.10.1974; შვკ. № 2566; ანწყობის ზომა 7×12; ქალაქის ზომა 70×108; ფიზიკური ფურცელი 16; საარტიცხო-საგამომცემლო ფურცელი 18,5; ნაბეჭდი ფურცელი 22,5; უფ 01040; ტირაჟი 1800

\* \* \*

Подписано к печати 22.10.1974; зак. № 2566; размер набора 7×12; размер бумаги 70×108; физический лист 16; уч.-издательский лист 18,5; печатный лист 22,5; УЭ 01040; тираж 1800

\* \* \*

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

\* \* \*

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

## შინაარსი

### მათემატიკა

- \*რ. ტყეშელაშვილი. ოპტიმალური გაჩერების საზღვრის პონის შესახებ ერთპარამეტრიანი კორექციის დროს 19
- \*ო. წერეთელი. მოცემული მოდულის ან მოცემული განაწილების ფუნქციის მქონე ფუნქციითა ფურცელს კოეფიციენტების შესახებ 22
- \*ნ. კრუპნიკი, ვ. ნიაგა. სინგულარული ოპერატორების შესახებ გადაადგილებით უბან-უბან ლიაპუნოვის წირის შემთხვევაში 28
- \*ა. ხეოლესი. სინგულარული ინტეგრალური განტოლებები ლიპსიციის სივრცეებში 31
- \*მ. მუხიელი-დინი, ვ. ტარელაძე. დამოუკიდებელი შემთხვევითი ელემენტების ჯამების კრებადობის შესახებ ფრეშის სივრცეში 36
- \*თ. ვაშაყმაძე, ჯ. ფერაძე. იტერაციული პროცესის კრებადობის შესახებ ერთი კლასის ოპერატორული განტოლებისათვის 39
- \*ვ. კვარაცხელია. გაუსის შემთხვევითი ელემენტებისაგან შედგენილი მწკრივების კრებადობის შესახებ 44
- \*შ. მიქელაძე (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი). საკუთრივ მნიშვნელობათა ამოცანები  $n$ -ური რიგის წრფივ დიფერენციალურ განტოლებათათვის 48
- \*ბ. დვალისვილი. ბიტოპოლოგურ სივრცეთა განზომილების შესახებ 52
- \*ა. ხარაზისვილი. ფერადი გრაფების რეალიზაცია პილბერტის სივრცეში 56

### ღრმაკვლევის თეორია

- \*დ. ნატოშვილი. დრეკადობის მომენტური თეორიის სტატისტიკის ძირითადი ამოცანების ამოხსნა ნახევარსივრცისათვის 60

### კიბერნეტიკა

- \*ა. შაპისთვალოვი.  $n$ -განზომილებიანი ხატების აფინური ინვარიანტების აგების შესახებ 64

### ფიზიკა

- \*ქ. ნატოშვილი. კირალური სიმეტრიის დარღვევის მექანიზმი და ვექტორული მეზონები 68
- \*მ. ელიაშვილი.  $K_{13}$  სკალარული ფორმ-ფაქტორის უარყოფითი დახრილობის საკითხისათვის 72

### ბიოფიზიკა

- \*ი. ენუქაშვილი, ნ. ჯაფარიძე, გ. ნადიბაიძე, ნ. ბეგალიშვილი. კონვექტურ ღრუბლებში მონტე-კარლოს მეთოდით ლენგმუერის ჯაჭუური პროცესის რიცხვითი მოდელირების საკითხისათვის 76

### ანალიზური ქიმია

- \*გ. სუპატაშვილი, ნ. ლორია, ვ. თოდრაძე. სპილენძის მიკრორაოდენობის კონცენტრირება ბუნებრივი წყლებიდან ალუმინის ჰიდროქსიდთან თანდალეკვით 80

\* ვარსკვლავით აღნიშნული სათაური ეკუთვნის წერილის რეზიუმეს.

### ზოგადი და არაკრბანული ქიმია

- \*ე. ნ ა ნ ბ ა შ ვ ი ლ ი, ც. გა ბ ი ს ო ნ ი ა, ნ. გ უ ბ ე ლ ა ძ ე, ც. დ ე მ ე ტ რ ა შ ვ ი ლ ი, ნ. კ ვ ი რ კ ვ ე ლ ი ა, ი. ბ ა ხ ტ ა ძ ე. გარდამავალი მეტალების პალკოგენატები ინდუმის, გერმანიუმისა და დარიშხანის საფუძველზე 84
- \*მ. შ ო დ ე ბ ა ძ ე, ე. დ ა ვ ი თ ა შ ვ ი ლ ი. კალუმის, რუბიდუმის და ცეზიუმის დიოქსალატოლუტეციატების სინთეზი და ზოგიერთი თვისება 83

### ორბანული ქიმია

- \*ქრ. ა რ ე შ ი ძ ე (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი), გ. ჩ ი ვ ა ძ ე, ც. ნ ა ს ყ ი დ ა შ ვ ი ლ ი. მეთილ-, ეთილ-, პროპილ- და იზობროპილბენზოლის დაჟანგვითი ამონოლიზი 92
- \*ი. გ ვ ე რ დ წ ი თ ე ლ ი (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი), ლ. ა ს ა თ ი ა ნ ი, დ. ზ უ რ ა ბ ი შ ვ ი ლ ი. ჰიდროსილანების ეთინლფეროცენტთან მიერთების რიგის შესახებ 95

### ფიზიკური ქიმია

- \*ა. შ ვ ე ლ ა შ ვ ი ლ ი.  $C_{60}NCS \cdot 1/2C_2O_4$ -კრისტალის აგებულება 100

### ელექტროქიმია

- \*თ. ლ ე ქ ა ე ვ ა, ქ. მ ე ლ ა ძ ე. მეთილანობის გავლენა გადაძახებაზე სპილენძის ელექტროგამოლექვისას 104

### ბიოლოგია

- \*ე. ვ ა ხ ა ნ ი ა, დ. პ ა პ ა ვ ა, დ. ვ ა ხ ა ნ ი ა. ჩოკრაყულ და თარხნულ ჰორიზონტებს შორის უთანხმოების შესახებ ს. ზემო ხუნწთან 106
- \*დ. მ ა რ დ ა ნ ი ა. მთიან აფხაზეთში სპილენძის გამადნეების პერსპექტივის შესახებ 112
- \*გ. ჭ ი ჭ ი ნ ა ძ ე. ახალი მონაცემები მდ. აცგარის (აფხაზეთი) მარცხენა ნაპირის ალპინურისწინა ფუნდამენტის გეოლოგიური აგებულების შესახებ 116
- \*ი. ჯ ა ფ ა რ ი ძ ე. უფლისციხისა და მეტეხის მიდამოების მიკოპლური სერიის ფლორის შესახებ 119

### პატროლოგია

- \*დ. შ ე ნ გ ე ლ ი ა, დ. კ ე ც ხ ო ვ ე ლ ი, გ. ჭ ი ჭ ი ნ ა ძ ე. აფხაზეთის ფარგლების ლაბის სერიაში ვერცხლისტბის წყების გამოყოფის შესახებ 124

### მინერალოგია

- \*რ. ფ ე რ ა ძ ე. გუმბრინის ჯგუფის საბადოთა „შუალედური“ უბნის ბენტონიტური თიხების მინერალოგიის შესახებ (დასავლეთი საქართველო) 127

### ბაოქიმია

- \*ბ. ზ ა უ ტ ა შ ვ ი ლ ი. საქართველოს ნახშირმეცხეა წყლებში იშვიათი ტუტე მეტალების განწილებისა და კონცენტრაციის გეოქიმიურ კანონზომიერებათა შესახებ 132

### სამშენებლო მეთოდები

- \*ა. კ ა კ უ შ ი ძ ე, ნ. ბ უ ლ ი ა. ზანდუკისებური გარსი შეყურსული ფაქტორების გავლენით (ძალა და მომენტი) 136

### საბადოთა დამუშავება და გადმოდრება

- \*შ. ო ნ ი ა ნ ი, ო. ლ ა ნ ჩ ა ე ვ ა. ვერაბების სითბური ანგარიშის მეთოდის შესახებ მსიეში ცხელი წყლების აღმავალი ნაქადების არსებობის შემთხვევაში 139



ჰიდროტიმინიკა

- \*თ. გველეხიანი. წყალსაცავში სეისმური სეიშების შესწავლის საკითხისათვის მისი კალთების ვასწვრივ მიწისძვრის დროს ნარჩენი დეფორმაციების (ნახსლეთის) წარმოქმნისას 144

მცენარეთა ფიციოლოგია

- ლ. ქანთარია. სუნთქვის ინტენსივობა და სუნთქვის ზოგიერთი ფერმენტის აქტივობა ვაზის საძირეების ფესვებში 145

აღამიანისა და ცხოველთა ფიციოლოგია

- \*დ. კვაჭაძე. ნახემის ზოგიერთი წარმონაქმნის ფუნქციონალური მდგომარეობის მნიშვნელობა არტერიული წნევის რეგულაციაში 151

ბიოფიზიკა

- \*ნ. კოტრიკაძე, ბ. ლომსაძე, ა. სპარბინი. თავისუფალი რადიკალების კონცენტრაციის ცვლუბადობის შესწავლა ქსოვილსა და სიმსივნემატარებელი ცხოველის ორგანოებში ქიმიური კანცეროგენების დროს 156

ბიომიშია

- \*ნ. აღუქსიძე, ჯ. მეშველიშვილი, მ. ბალაძე. ხატისმიერი მესხიერების შექანიზმებში ბიოგენური ამინების და მათი გარდაქმნელი ფერმენტების მონაწილეობის შესახებ 160
- \*მ. ქურდოვანიძე.  $N+K+ATP$ -აზური სისტემის მუშაობაში ქანგვა-აღდგენითი პროცესების მონაწილეობის შესახებ 164
- \*ე. კირთაძე. გლუტამინმჟავას გარდაქმნა საფუერების მიერ მეორეულ სპირტულ დუდილში 167

ფიტოკათოლოგია

- \*გ. ყალიჩავა, ა. ძნელაძე, რ. მათეშვილი, ბ. ლაბტევი, ლ. კოროლი, თ. გვახარია. რკინის, მარგანეცის და SH-ჯგუფების როლის შესახებ დააუდებულ და ჯანმრთელ მცენარეულ ქსოვილებში 171
- \*ლ. პაიჭაძე. ხორბლის ყვითელი ქანგას გამოვლინება, განვითარება და შენარჩუნება საქართველოში 175

ენტომოლოგია

- \*მ. ახვლედიანი. ახალი მონაცემები ბუერების პარაზიტების *Aphelinus brunneus* Jashsh. (Hymenoptera, Aphelinidae) მორფოლოგია-ბიოლოგიის შესახებ 180

ციტოლოგია

- \*ე. ბაკურაძე, ვ. გოგიჩაიშვილი, გ. თუმანიშვილი. მნმ-ის შემცველობა ფარისებური ჯირკვლის ფოლიკულურ ეპითელიუმში სხვადასხვა ფორმის ჩიყვის დროს 183
- \*ე. დიდიშოვა. ციტოლაზმატური რნმ და ცილის რაოდენობის დინამიკის შესწავლა მაკროგლიურ უჯრედებში ტრავმის მიყენების შემდეგ 187

მასპირიმიენტული მიფიციონა

- \*ა. საგრაღიანი. მიკროლემენტების (რკინის, ცინკის და კობალტის) ცვლილება სანერწყვე ჯირკვლის სეკრეტში ვირუსული ჰეპატიტის დროს 192
- \*ი. ფაღავა, მ. ილურიძე-სტურუა, ჯ. დვალა. გულ-სისხლძარღვთა ფუნქციური მდგომარეობის საკითხისათვის ჰემორაგიული ვასკულიტის დროს ბავშვთა ასაკში 195

- \*მ. ლორთქიფანიძე, ზ. ჩხაიძე. ელექტროკარდიოგრაფიული ცვლილებანი  
გაუტკივარების სხვადასხვა სახეების გამოყენებისას ქალაქების მწვევე შიმში  
ტრავმების დროს 200
- \*ზ. ბიბიღეიშვილი, ა. ვაზინა, ი. იაშვილი. ქალის საშვილოსნოს კუნთის  
შემკუმშველი აპარატის სტრუქტურულ-ფუნქციონალური ცვლილებები სხვადასხვა  
ხასიათის სამშობიარო მოქმედების დროს 204

პალეობიოლოგია

- \*ი. შატლოვა. ბიკენის კონცხის მეოთხეული ნაღებების დანაწილება პალიო-  
ლოგიური ანალიზის მონაცემების მიხედვით 208
- \*გ. კუზნეცოვი, ვ. ჩხიკვაძე. ეოცენური წყლის კუები ჩინეთის ადგილ-  
საოვებლიდან (სამხრეთი ყაზახეთი) 212
- \*კ. ჩოჩიევა. გვარი *Metasequoia Miki* დასავლეთ საქართველოს პალეოფლორაში 216

ფსიქოლოგია

- გ. ოდილაძე. ქართული გრაფემების სიხშარის ასახვა და ინტელექტუალური შესა-  
ძლებლობა 217

ენათმეცნიერება

- ქ. ლომთათიძე. აფხაზური ალტიევა (ლაგიწი) სიტყვის ეტიმოლოგიისათვის 221
- ც. კახაძე. ველის ცნებისათვის სიტყვაწარმოებაში (გერმანული ქიმიური ტერმინების  
მასალაზე) 225

ფილოლოგია

- შ. ჩიჭავაძე. „ხალეში“ ვეფხისტყაოსანში 229
- საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიაში 233
- აკადემიის პრეზიდიუმში 247
- სესიები, კონფერენციები, თათბირები 249
- საერთაშორისო სამეცნიერო კავშირები 250
- ქრონიკა, ინფორმაცია 251
- საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის პ. მელიქიშვილის სახელობის პრემიის  
მინიჭება 254
- სხვადასხვა 255

## СОДЕРЖАНИЕ

### МАТЕМАТИКА

Р. С. Ткебучава. О нахождении границы оптимальной остановки при однопараметрической коррекции	17
О. Д. Церетели. О коэффициентах Фурье функций с заданным модулем или с заданной функцией распределения	21
Н. Я. Крупник, В. И. Няга. О сингулярных операторах со сдвигом в случае кусочно-лягуновского контура	25
А. А. Хволес. Сингулярные интегральные уравнения в пространствах Линица	29
М. М. Мухий Эль-Дин, В. И. Тариеладзе. О сходимости сумм независимых случайных элементов в пространстве Фреше	33
Т. С. Вашакмадзе, Д. Г. Перадзе. О сходимости итерационного процесса для одного класса операторных уравнений	37
В. В. Кварацхелия. О сходимости рядов из гауссовских случайных элементов	41
Ш. Е. Микеладзе (академик АН ГССР). Задача о собственных значениях для линейных дифференциальных уравнений $n$ -го порядка	45
Б. П. Двалишвили. О размерности битопологических пространств	49
А. Б. Харазшвили. Реализация цветных графов в гильбертовом пространстве	53

### ТЕОРИЯ УПРУГОСТИ

Д. Г. Натрошвили. Решение основных граничных задач статики моментной теории упругости для полупространства	57
--	----

### КИБЕРНЕТИКА

А. Г. Мамиствалов. О конструировании аффинных инвариантов $n$ -мерных образов	61
---	----

### ФИЗИКА

К. Р. Натрошвили. Механизм нарушения киральной симметрии и векторные мезоны	65
М. А. Элиашвили. Об отрицательном наклоне скалярного $K_{13}$ форм-фактора	69

### ГЕОФИЗИКА

И. М. Енукашвили, Н. Д. Джапаридзе, Г. А. Надибаидзе, Н. А. Бегалишвили. К вопросу численного моделирования лэнгмюровского цепного процесса в конвективных облаках методом Монте-Карло	73
--	----

### АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Г. Д. Супаташвили, Н. В. Лория, Г. Я. Тодрадзе. Концентрирование микроколичеств меди из природных вод сосаждением с гидроокисью алюминия	77
--	----

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

## ОБЩАЯ И НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- Е. М. Нанобашвили, Ц. Д. Габисония, Н. Н. Губеладзе, Ц. Г. Деметрашвили, Н. М. Квирквелия, И. Г. Бахтадзе. Халькогенаты переходных металлов на основе индия, германия и мышьяка 81
- М. Е. Модебадзе, Е. Г. Давиташвили. Синтез и некоторые свойства диоксалатолуотециатов калия, рубидия и цезия 85

## ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- Х. И. Арешидзе (академик АН ГССР), Г. О. Чивадзе, Ц. И. Наскидашвили. Окислительный аммонолиз метил-, этил-, пропил- и изопропилбензола 89
- И. М. Гвердцители (член-корреспондент АН ГССР), Л. П. Асатиани, Д. С. Зурабишвили. О порядке присоединения гидросиланов к этинилферроцену 93

## ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- А. Е. Швелашвили. Строение кристаллов  $C_{6n}NCS \cdot 1/2 C_2O_4$  97

## ЭЛЕКТРОХИМИЯ

- Т. И. Лежава, К. Г. Меладзе. Влияние кислотности на перенапряжение при электроосаждении меди 101

## ГЕОЛОГИЯ

- Е. К. Вахания, Д. Ю. Папава, Д. Е. Вахания. О несогласии между чокракским и тарханским горизонтами у с. Земохунци 105
- Д. П. Маргания. О перспективах медного оруденения Горной Абхазии 109
- Г. Л. Чичинадзе. Новые данные о геологическом строении доальпийского фундамента левобережья р. Ацгара (Абхазия) 113
- И. Н. Джапаридзе. О флоре майкопской серии окрестностей Уплисцихе и Метехи 117

## ПЕТРОЛОГИЯ

- Д. М. Шенгелла, Д. Н. Кецховели, Г. Л. Чичинадзе. О выделениях в лабинской серии верцлистбиской свиты в Абхазии 121

## МИНЕРАЛОГИЯ

- Р. В. Перадзе. К минералогии бентонитовых глин участка «промежуточный» Гумбской группы месторождений (Западная Грузия) 125

## ГЕОХИМИЯ

- Е. З. Зауташвили. О геохимических закономерностях распространения и концентрации редких щелочных элементов Li, Rb, Cs в углекислых водах Грузии 129

## СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА

- А. М. Какушадзе, Н. П. Булия. Сундучная оболочка под действием сосредоточенных силовых факторов (силы и моменты) 133

## РАЗРАБОТКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ И ОБОГАЩЕНИЕ

- Ш. И. Ониани, О. А. Ланчава. О методике теплового расчета горных выработок при наличии в массиве восходящих потоков горячих вод 137

## ГИДРОТЕХНИКА

- Т. Л. Гвелеспани. К исследованию сейсмических сейш в водохранилище, возникающих в результате остаточных деформаций сдвига вдоль его берегов при землетрясении 141

## ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

- \* Л. В. Кантария. Интенсивность дыхания и активность некоторых дыхательных ферментов в корнях подвоев виноградной лозы 147

## ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

- Д. А. Квачадзе. Значение функционального состояния некоторых образований мозжечка в регулировании артериального давления 149

## БИОФИЗИКА

- Н. Г. Котрикадзе, Б. А. Ломсадзе, А. Н. Саприн. Изучение динамики изменения концентрации свободных радикалов в ткани и органеллах животного опухоленосителя при химическом канцерогенезе 153

## БИОХИМИЯ

- Н. Г. Алексидзе, Д. Ф. Мешвелишвили, М. В. Балавадзе. Об участии биогенных аминов и ферментов их превращения в механизмах образной памяти 157

- М. Л. Курдованидзе. Об участии редоксипроцессов в работе  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ -АТФ-азной системы 161

- Э. Г. Киртадзе. Превращение глутаминовой кислоты дрожжами при вторичном спиртовом брожении 165

## ФИТОПАТОЛОГИЯ

- Г. С. Каличава, А. А. Дзnelадзе, Р. Г. Матешвили, Б. М. Лаптев, Л. Л. Королли, Т. А. Гвахария. О роли железа, марганца и SH-групп в здоровых и больных растительных тканях 169

- Л. В. Пайчадзе. Возобновление, развитие и сохранение желтой ржавчины пшеницы в Грузии 173

## ЭНТОМОЛОГИЯ

- М. П. Ахвледиани. Новые данные о морфо-биологических особенностях паразита тлей *Aphelinus brunneus* Jasnosh (*Hymenoptera*, *Aphelinidae*) 177

## ЦИТОЛОГИЯ

- Э. И. Бакурадзе, В. А. Гогичайшвили, Г. Д. Туманишвили. Содержание ДНК в фолликулярном эпителии щитовидной железы при различных формах зоба 181

- Е. В. Дидимова. Динамика изменений количества цитоплазматической РНК и белка в макроглиальных клетках в посттравматическом периоде 185

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

- А. Л. Саградия. Изменение содержания микроэлементов в секрете слюнных желез при вирусном гепатите в динамике заболевания 189

- И. К. Пагава (член-корреспондент АН ГССР), М. А. Илуридзе-Стурау, Д. М. Двали. К вопросу функционального состояния сердца и сосудов при геморрагическом васкулите у детей 193



- М. Г. Лордкипанидзе, З. К. Чхаидзе. Электрокардиографические изменения в оценке эффективности разных видов обезболивания при острых, тяжелых черепно-мозговых травмах 197
- З. В. Библиейшвили, А. А. Вазина, Ю. Д. Яшвили. Структурно-функциональные изменения сократительного аппарата мышцы матки женщины при различном характере родовой деятельности 201

## ПАЛЕОБИОЛОГИЯ

- И. И. Шатилова. Палипозическое подразделение четвертичных отложений мыса Пицунда 205
- В. В. Кузнецов, В. М. Чхиквадзе. Эоценовые пресноводные черепахи из местонахождения Чинжалы (Южный Казахстан) 209
- К. И. Чочиева. Род *Metasequoia* Мики в палеофлоре Западной Грузии 213

## ПСИХОЛОГИЯ

- \* Г. Ф. Одилладзе. Отражение частоты грузинских графем и интеллектуальные возможности 219

## ЯЗЫКОЗНАНИЕ

- \* К. В. Ломтатидзе (член-корреспондент АН ГССР). К этимологии абхазского слова á-1<sup>0</sup>ž<sup>0</sup>ᵑa («ключица») (в связи с генезисом фонемы t<sup>0</sup> в абхазском языке) 222
- \* Ц. Д. Кахадзе. К понятию поля в словообразовании (на материале химических терминов) 228

## ФИЛОЛОГИЯ

- Ш. Я. Чиджавадзе. «Хадуми» в «Витязе в тигровой шкуре» 231
- В Академии наук Грузинской ССР 233
- Юбилейное заседание Академии наук Грузинской ССР, посвященное 750-летию Академии наук СССР 234
- Юбилейное заседание Академии наук Грузинской ССР, посвященное 250-летию Академии наук СССР и развитие грузинской науки» 235
- В Президиуме Академии 247
- Сессии, конференции, совещания 249
- Международные научные связи 250
- Хроника, информация. Юбилей ученых 251
- Присуждение премии имени П. Г. Меликишвили Академии наук Грузинской ССР 254
- Разное 255

## CONTENTS\*

### MATHEMATICS

R. S. Tkebuchava. On one method of finding the frontier in optimal stopping problems with one-parameter correction	19
O. D. Cereteli. On Fourier coefficients of functions with given modulus or distribution function	23
N. Ya. Krupnik, V. I. Nyaga. On singular operators with a shift in the case of a piecewise Lyapunov contour	28
A. A. Khvoles. Singular integral equations in Lipschitz spaces	31
M. M. Mohi El-Din, V. I. Tarieladze. On the convergence of sums of independent random elements in a Fréchet space	36
T. S. Vashakmadze, J. G. Peradze. On the convergence of an iterative process for one class of operator equations	39
V. V. Kvaratskhelia. On the convergence of series of Gaussian random elements	44
Sh. E. Mikeladze. The eigenvalue problem for linear differential equations of an arbitrary order	48
B. P. Dvalishvili. Dimension of bitopological spaces	52
A. B. Kharazishvili. The realization of coloured graphs in a Hilbert space	56

### THEORY OF ELASTICITY

D. G. Natroshvili. Solution of basic boundary value problems of statics of the non-symmetrical theory of elasticity for halfspace	60
---	----

### CYBERNETICS

A. G. Mamistvalov. On the construction of affine invariants of $n$ -dimensional patterns	64
--	----

### PHYSICS

K. R. Natroshvili. The mechanism of chiral symmetry breaking and vector mesons	68
M. A. Eliashvili. On the negative slope of the scalar $Kl_3$ form-factor	72

### GEOPHYSICS

I. M. Erukashvili, N. D. Japaridze, G. A. Nadibaidze, N. A. Begalishvili. On the numerical modeling of the Langmuir chain reaction in cumulus clouds by the Monte-Carlo method	76
--	----

### ANALYTICAL CHEMISTRY

G. D. Supatashvili, N. V. Loria, G. A. Todradze. Concentration of micro-quantities of copper from natural waters by coprecipitation with aluminium hydroxide	80
--	----

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

## GENERAL AND INORGANIC CHEMISTRY

- H. M. Nanobashvili, Ts. D. Gabisonia, N. N. Gubeladze, Ts. D. Demetrashvili, N. M. Kvirkvelia, I. G. Bakhtadze. Chalcogenates of transition elements based on indium, germanium and arsenic 84
- M. E. Modebadze, H. G. Davitashvili. Synthesis and some characteristics of potassium, rubidium and cesium dioxalate-luteciates 88

## ORGANIC CHEMISTRY

- Kh. I. Areshidze, G. O. Chivadze, Ts. I. Naskidashvili. Ammonoperoxidation of methyl-, ethyl-, propyl- and isopropyl benzol 92
- I. M. Gverdtsiteli, L. P. Asatiani, D. S. Zurabishvili. The addition order of hydrosilanes to ethynylferrocene 95

## PHYSICAL CHEMISTRY

- A. E. Shvelashvili. Crystal structure of  $Cd_{en}NCS \cdot \frac{1}{2}C_2O_4$  100

## ELECTROCHEMISTRY

- T. I. Lezhava, K. G. Meladze. The influence of acidity on the overpotential of copper electrodeposition 104

## GEOLOGY

- E. K. Vakhania, D. I. Papava, D. E. Vakhania. On the unconformity between Chokrakian and Tarkhanian horizons near the village of Zemo Khuntsi 107
- D. P. Margania. On the prospects of copper mineralization in highland Abkhazia 112
- G. L. Chichinadze. New evidence on the geological structure of the pre-Alpine foundation of the left bank of the Atsgara river (Abkhazia) 116
- I. N. Japaridze. On the flora of the Maikop series from the vicinity of Uplistsikhe and Metekhi 119

## PETROLOGY

- D. M. Shengelia, D. N. Ketskhoveli, G. L. Chichinadze. On the identification of the Laba series of the Vertskhlis-tba series in Abkhazia 124

## MINERALOGY

- R. V. Peradze. Concerning the mineralogy of the bentonitic clays of the "intermediate" section of the Gumbri group deposits (western Georgia) 127

## GEOCHEMISTRY

- B. Z. Zautashvili. On the geochemical regularities of the range and concentration of the rare alkali metals Li, Rb, Cs in carbonaceous waters of Georgia 132

## STRUCTURAL MECHANICS

- A. M. Kakushadze, N. P. Bulia. Chest-like shells under concentrated load factors (forces and momenta) 136

## EXPLOITATION OF DEPOSITS AND CONCENTRATION

- Sh. I. Oniani, O. A. Lanchava. On the technique of heat calculation for underground mining workings in the presence of ascending hot water flows in the massif 140

## HYDRAULIC ENGINEERING

- T. L. Gvelesiani. Towards the study of seismic seiches originating in a storage reservoir during an earthquake due to residual deformations along its walls 144

## PLANT PHYSIOLOGY

- L. V. Kantaria. Respiration intensity and activity of some respiratory enzymes in roots of grapevine stocks 148

## HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY

- D. A. Kvachadze. The role of the functional state of some cerebellar formations in the regulation of arterial pressure 152

## BIOPHYSICS

- N. G. Kotrikadze, B. A. Lomsadze, A. N. Saprin. Studies of the changes of the dynamics of free radical concentration in tissues and organelles of tumorous animals under chemical carcinogenesis 156

## BIOCHEMISTRY

- N. G. Aleksidze, D. F. Meshvelishvili, M. V. Balavadze. On the participation of biogenic amines and their transformation enzymes in the mechanisms of image memory 160
- M. L. Kurdovanidze. On the participation of redox processes in the functioning of the Na K ATP-ase system 164
- E. G. Kirtadze. Glutamic acid transformation by yeasts during secondary alcoholic fermentation 167

## PHYTOPATHOLOGY

- G. S. Kalichava, A. A. Dzeladze, R. G. Mateshvili, B. M. Laptev, L. L. Korolli, T. A. Gvakharia. On the role of iron, [manganese and Sh- groups in healthy and diseased plant tissues 172
- L. V. Paichadze. Revival, development and preservation of yellow rust of wheat in Georgia 176

## ENTOMOLOGY

- M. P. Akhvediani. New data on the morpho-biological features of the aphides parasite-*Aphelinus Brunneus* Jasnosh (*Hymenoptera*, *Aphelinidae*) 180

## CYTOLOGY

- E. I. Bakuradze, V. A. Gogichaishvili, G. D. Tumanishvili. The DNA content in the follicular epithelium of the thyroid gland under various forms of goitre 183
- E. B. Didimova. Change dynamics of the quantity of cytoplasmatic RNA and protein in macroglial cell in post-traumatic period 188

## EXPERIMENTAL MEDICINE

- A. L. Sagradyan. Variation of the concentration of microelements (iron, zinc, cobalt) in the secretion of the salivary glands during infectious hepatitis 192
- I. K. Pagava, M. A. Iluridze-Sturua, D. M. Dval. On the cardiovascular functional state in hemorrhagic vasculitis in children 195
- M. G. Lordkipanidze, Z. K. Chkhaidze. Electrocardiographic changes in the effectiveness estimation of different kinds of pain-killing in acute cranio-cerebral traumas 200

- Z. V. Bibileishvili, A. A. Vazina, Yu. D. Iashvili. The structural-functional changes in the human uterus muscle contractile apparatus in various types of labour 204

## PALAEOBIOLOGY

- I. I. Shatilova. Palynological subdivision of the quaternary deposits of Pitsunda 208  
 V. V. Kuznetsov, V. M. Chkhikvadze. The Eocene fresh-water turtles from the Chinzhal beds (southern Kazakhstan) 212  
 K. I. Chochieva. The genus *Metasequoia* Miki in the paleoflora of western Georgia 216  
 G. F. Odiladze. Reflection of grapheme frequencies and intellectual ability 219

## LINGUISTICS

- K. V. Lomtadze. On the etymology of the Abkhazian word *á-lʹʹzəʹa* (collarbone) (in connection with the genesis of the phoneme  $t_0$  in Abkhazian) 223  
 Ts. D. Kakhadze. On the concept of field in word-building (on the material of chemical terms) 228

## PHILOLOGY

- Sh. Ya. Chijavadze. The meaning of the word *khadumi* in Rustaveli's poem "The Knight in the Panther's Skin." 231



Р. С. ТКЕБУЧАВА

## О НАХОЖДЕНИИ ГРАНИЦЫ ОПТИМАЛЬНОЙ ОСТАНОВКИ ПРИ ОДНОПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ КОРРЕКЦИИ

(Представлено академиком И. Н. Векуа 25.2.1974)

1. Одноразовая коррекция. Рассмотрим трехмерное движение системы  $\xi(t)$  в окрестности номинальной траектории  $z(t)$ ,  $t \in [0, T]$ , которое удовлетворяет системе дифференциальных уравнений ([1], стр. 54):

$$\dot{\xi}(t) = Q(t)\xi(t) + Q_1(t)u[t, q(t)], \quad (1)$$

где  $Q$  и  $Q_1$  — заданные функции от  $t$ ,  $t \in [0, T]$  а  $u(t, q)$  — управление,  $\xi(t)$  — шестимерный вектор отклонений от номинала в момент  $t$ ,  $q(\tau)$  — импульс, мгновенно изменяющий скорость системы в марковский момент  $\tau$ .

Пусть результаты измерения в момент  $t$  имеют такой вид:

$$y_t(\omega) = B(t)\xi_0 + \Delta_t(\omega), \quad (2)$$

где

$$B(t) = L(t)H(t)H^{-1}(0), \quad (3)$$

$H(t)$  — матрица фундаментальных решений однородной системы (1),  $L(t)$  — заданная линейная комбинация вектора  $\xi(t)$ . Предполагается, что  $\xi_t(\omega)$  и  $\Delta_t(\omega)$  определены на вероятностном пространстве  $(\Omega, F, P)$ . Случайные процессы  $\xi_t(\omega)$  и  $\Delta_t(\omega)$  принимают значения в  $(R^6, B^6)$ , для каждой точки  $x \in R^6$  которого определена вероятностная мера  $P_x$ .

Пусть величина промаха

$$\delta = K\xi(T), \quad (4)$$

где  $K$  — матрица размерности  $6 \times P_1$  ( $P_1$  — размерность пространства корректирующих параметров), в нашем случае размерность  $P_1 = 1$ , поэтому ([1, 2])

$$\delta = K\xi_0 + \Psi(\tau) \cdot q, \quad (5)$$

где  $\Psi$  — заданная вектор-функция.

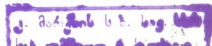
Л е м м а 1. Функция риска в условиях задачи одноразовой коррекции имеет вид ([1, 2])

$$g(m, t) = F(t) + [|m| - W\varphi(t)]^2 \cdot I_{|m| > W\varphi(t)}, \quad (6)$$

где  $F(t)$  и  $\varphi(t)$  определяются в [1],  $m \in R^6$ ,  $t \in [0, T]$ ,  $W = \text{const}$ .

Очевидно, „цена“  $S(t, m) = \inf_{\tau} M_m g(m_{\tau}, \tau)$  удовлетворяет условиям

теорем 7 и 8 в ([3] гл. 3).



Лемма 2. По аналогии леммы 2 в [1] легко можно доказать, что характеристический оператор имеет вид

$$\mathfrak{H} = \frac{\partial}{\partial t} + \frac{\varphi(t)}{2} \frac{\partial^2}{\partial m^2}. \quad (7)$$

Теорема 1. Оптимальная граница при однопараметрической и одно-разовой коррекции определяется так:

$$m^+(t^+) = \Psi(t^+), \quad (8)$$

где  $\Psi$ —заданная функция  $t^+ \in [0, T]$ .

Доказательство. В нашем случае уравнение (4) из [1] имеет вид

$$g(t^+, m^+) = -\frac{1}{V2\pi} \int_{t^+}^T \left[ \int_{m^+}^{\infty} f(s, x) \times \right. \\ \left. \times \frac{\exp \left[ -\frac{(x-m^+)^2}{2\pi[F(t^+)-F(s)]} \right]^2}{V[F(t^+)-F(s)]} dx \right] ds, \quad (9)$$

где

$$f(s, x) = -\frac{\gamma_0^2}{(\gamma_0 t + 1)^2} + 2W[|x| - W\varphi(t)] \cdot I_{|x| > W\varphi(t)} - \frac{a \cdot I}{k + ct}, \quad (10)$$

а  $k$ ,  $I$  и  $a$ —известные постоянные.

С помощью (6), (9) и (10) после нетрудных преобразований и вычислений получаем (8).

2.  $n$ -разовая коррекция (об обозначениях и о постановке задачи см. [1]).

Лемма 3. Функция риска имеет вид

$$g^{(n)}(x, t) = B(\Delta x - Wmt, t) I_{x > x_3^{(n)}} + B(\Delta x - Wmt, t) + \\ + 2\rho(\xi, \eta, n, t, x) \cdot I_{x_1^{(n)} < x < x_3^{(n)}} + U^{n-1}(x, t) \cdot I_{x < x_1^{(n)}}. \quad (11)$$

Теорема 2. В  $n$ -разовой однопараметрической коррекции оптимальная граница определяется соотношением

$$\Gamma^n(t^+) = \Psi^{(n)}(t^+), \quad (12)$$

где  $\Psi^{(n)}(t)$ —известная функция.

Доказательство. Уравнение (4) из [2] принимает вид

$$g = L_1 L_2 \mathfrak{H} g^{(n)}. \quad (13)$$

С помощью (11), (13) получаем (12).

Тбилисский государственный университет  
Институт прикладной математики

რ. ტყეშელაშვილი

ოპტიმალური გაჩერების საზღვრის კონვინის შესახებ  
ერთპარამეტრიანი კორექციის დროს

რეზიუმე

განხილულია ერთპარამეტრიანი კორექციის შემთხვევა. სტეფანის ტრადიციული ამოცანის ამოხსნის გარეშე განისაზღვრება ერთჯერადი და  $n$ -ჯერადი კორექციის დროს ოპტიმალური გაჩერების შესაბამისი საზღვრები.

MATHEMATICS

R. S. TKEBUCHAVA

ON ONE METHOD OF FINDING THE FRONTIER IN OPTIMAL  
STOPPING PROBLEMS WITH ONE-PARAMETER CORRECTION

Summary

A method of finding the frontier of the domain of continued observations is set forth for the case when observation is a normal, standard Markov process. A problem on one-parameter correction of a device performing one-dimensional motion is presented.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. А. Рясин. Труды ИГМАН, т. 42, 1973.
2. Р. С. Ткебучава. Сообщения АН ГССР, 75, № 1, 1974.
3. А. Н. Ширяев. Статистический последовательный анализ. М., 1969.



О. Д. ЦЕРЕТЕЛИ

О КОЭФИЦИЕНТАХ ФУРЬЕ ФУНКЦИИ С ЗАДАННЫМ МОДУЛЕМ ИЛИ С ЗАДАННОЙ ФУНКЦИЕЙ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Б. В. Хведелидзе 25.4.1974)

Имеет место следующая

Теорема. Пусть  $\{\varphi_\lambda\}_{\lambda \in K}$  — ортонормированное в  $L^2(a, b)$ ,  $-\infty < a < b < \infty$ , счетное семейство ограниченных функций;  $\Lambda = \{\alpha_\lambda\}_{\lambda \in K}$  — семейство неотрицательных чисел, стремящееся к нулю<sup>(1)</sup>;

$$Q(\Lambda) = \left\{ F : F \in L^1(a, b), \sum_{\lambda \in K} |c_\lambda(F)|^2 \alpha_\lambda < \infty \right\},$$

где

$$c_\lambda(F) = \int_a^b F \overline{\varphi_\lambda}, \quad \lambda \in K;$$

$f \in L^1(a, b)$  и  $\varepsilon > 0$ . Тогда:

- а) существует такая измеримая на  $(a, b)$  действительная функция  $s$ , что  $|s| = 1$ ,  $\mu\{x : s(x) = -1\} < \varepsilon$  ( $\mu$  — мера Лебега) и  $sf \in Q(\Lambda)$ ;
- б) существует такое сохраняющее меру Лебега и обратимое преобразование  $\omega$  интервала  $(a, b)$ , что  $\mu\{x : \omega(x) \neq x\} < \varepsilon$  и  $f \circ \omega \in Q(\Lambda)$ .

Таким образом, оболочки множества  $Q(\Lambda)$  по отношениям  $S$  и  $M$  совпадают с  $L^1$  (определение оболочки и отношений  $S$  и  $M$  см. в [1]).

Для тригонометрической системы утверждение б) этой теоремы было получено А. Б. Гулисашвили. Им же были указаны некоторые его следствия (см. [2]).

Следствие. Пусть  $\sum_{\lambda \in K} |\alpha_\lambda|^2 < \infty$ ,  $f \in L^1(a, b)$  и  $\varepsilon > 0$ . Тогда

- а) существует такая измеримая на  $(a, b)$  действительная функция  $s$ , что  $|s| = 1$ ,  $\mu\{x : s(x) = -1\} < \varepsilon$ , и каково бы ни было  $p$ ,  $0 \leq p < 2$ ,

$$\sum_{\lambda \in K} |c_\lambda(sf)|^p |\alpha_\lambda|^{2-p} < \infty;$$

<sup>(1)</sup> Это означает, что хотя бы для одной (легко видеть, что тогда и для любой) биекции  $\pi$  множества натуральных чисел на  $K$  имеем  $\lim_{n \rightarrow \infty} \alpha_{\pi(n)} = 0$ .



ბ) *существует такое сохраняющее меру Лебега и обратимое преобразование  $\omega$  интервала  $(a, b)$ , что  $\mu\{x: \omega(x) \neq x\} < \varepsilon$ , и каково бы ни было  $p$ ,  $0 \leq p < 2$ ,*

$$\sum_{\lambda \in K} |c_\lambda(f \circ \omega)|^p |a_\lambda|^{2-p} < \infty.$$

Взяв в этом следствии в качестве  $\{a_\lambda\}_{\lambda \in K}$  последовательность  $\{n^{-1}\}_{n=1}^\infty$ , мы видим, что сходимость ряда  $\sum |c_n(F)|^p n^{p-2}$  для всех  $p$ ,  $0 \leq p < 2$ , не накладывает никаких ограничений на модуль (функцию распределения) интегрируемой функции  $F$ . Если  $1 < \gamma < 2$  и функция  $f \in L^1(a, b)$  такова, что  $f \notin L^\gamma(a, b)$ , то отсюда, в частности, следует существование особенности  $L_\gamma$ ,  $1 < \gamma < 2$ , для произвольных ортонормированных систем ограниченных функций (см. [3], гл. VI, § 8).

Замечание. Рассмотрение произвольного счетного множества  $K$  в качестве множества индексов мотивируется соображениями удобства. Это удобно, например, в случаях, когда мы имеем дело с кратными ортонормированными системами, т. е. когда  $K = Z^N$ ,  $N > 1$ , где  $Z$  — группа целых чисел. В таком случае интересными представляются утверждения следствия при  $a_n = \prod_{i=1}^N (1 + |n_i|)^{-1}$ ,  $n_i \in Z$ ,  $n = (n_1, n_2, \dots, n_N)$ .

Рассматривая конкретные ортонормированные семейства, следует также иметь в виду, что теорема и ее следствие очевидным образом остаются справедливыми и для ортонормированных семейств ограниченных функций, заданных на пространствах Лебега, т. е. на пространствах, изоморфных (в смысле теории меры) отрезку  $(a, b)$  с линейной мерой Лебега (см. [4]). В частности, эти утверждения применимы к кратным тригонометрическим системам, или же, более общо, к семействам непрерывных характеров бесконечных коммутативных метризуемых абелевых групп (см., например, [5], теорема 2.2.6, и [4]).

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

(Поступило 26.4.1974)

მათემატიკა

ო. წიგნითი

მოცემული მოდულის ან მოცემული განაწილების  
ფუნქციის მკონე ფუნქციითა ფურიეს კოეფიციენტების  
შესახებ

რეზიუმე

ჩამოყალიბებულია შემდეგი  
თეორემა. ვთქვათ,  $\{a_\lambda\}_{\lambda \in K}$  არის  $L^2(a, b)$ , —  $\infty < a < b < \infty$ , სივრცეში  
ორთონორმირებულ და შემოსაზღვრულ ფუნქციითა თვლადი ოჯახი;  $\Lambda =$





$=\{\alpha_\lambda\}_{\lambda \in K}$  — არაუარყოფით რიცხვთა ოჯახი, რომელიც ნულისკენ მიისწრაფვის (ეს ნიშნავს, რომ  $\lim_{n \rightarrow \infty} \alpha_{\pi(n)} = 0$ , სადაც  $\pi$  არის ნატურალურ რიცხვთა სიმრავლის ბიექცია  $K$  სიმრავლეზე);

$$Q(\Lambda) = \left\{ F : F \in L^1(a, b), \sum_{\lambda \in K} |c_\lambda(F)|^2 \alpha_\lambda < \infty \right\},$$

სადაც

$$c_\lambda(F) = \int_a^b F \bar{\varphi}_\lambda, \quad \lambda \in K;$$

$f \in L^1(a, b)$  და  $\varepsilon > 0$ . მაშინ

ა) არსებობს ისეთი ნამდვილი ზომადი  $s$  ფუნქცია, რომ  $|s| = 1$ ,  $\mu\{x : s(x) = -1\} < \varepsilon$  ( $\mu$  არის ლებეგის ზომა) და  $sf \in Q(\Lambda)$ ; ბ) არსებობს  $(a, b)$  ინტერვალის ისეთი ზომის შემნახავი და შებრუნებადი გარდაქმნა  $\omega$ , რომ  $\mu\{x : \omega(x) \neq x\} < \varepsilon$  და  $f \circ \omega \in Q(\Lambda)$ .

ამ თეორემის მეორე ნაწილი ტრივონომეტრიული სისტემისათვის ჩამოყალიბებული იყო [2] ნაშრომში.

MATHEMATICS

O. D. CERETELI

ON FOURIER COEFFICIENTS OF FUNCTIONS WITH GIVEN MODULUS OR DISTRIBUTION FUNCTION

Summary

The following theorem is stated:

Theorem. Let  $\{\varphi_\lambda\}_{\lambda \in K}$  be a countable family of bounded functions, which is orthonormal in  $L^2(a, b)$ ,  $-\infty < a < b < \infty$ ; let  $\Lambda = \{\alpha_\lambda\}_{\lambda \in K}$  be a family of non-negative numbers which tends to zero (this means that  $\lim_{n \rightarrow \infty} \alpha_{\pi(n)} = 0$ , where  $\pi$  is any bijection of the set of natural numbers onto  $K$ ); let

$$Q(\Lambda) = \left\{ F : F \in L^1(a, b), \sum_{\lambda \in K} |c_\lambda(F)|^2 \alpha_\lambda < \infty \right\},$$

where

$$c_\lambda(F) = \int_a^b F \bar{\varphi}_\lambda, \quad \lambda \in K;$$

let  $f \in L^1(a, b)$  and  $\varepsilon > 0$ . Then:

(a) there exists a real function  $s$  such that  $|s| = 1$ ,  $\mu\{x : s(x) = -1\} < \varepsilon$  ( $\mu$  is a Lebesgue measure) and  $sf \in Q(\Lambda)$ ;

(b) there exists such measure-preserving and invertible transformation  $\omega$  of  $(a, b)$  that  $\mu\{x: \omega(x) \neq x\} < \varepsilon$  and  $f \circ \omega \in Q(\Lambda)$ .

The second part of the theorem for the trigonometric system was stated in [2].

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. О. Д. Церетели. Семинар Ин-та прикладной математики ТГУ. Аннотации докладов, 6. Тбилиси, 1972, 33—35.
2. А. Б. Гулисашвили. Сообщения АН ГССР, 67, № 3, 1972, 553—555.
3. С. Качмаж и Г. Штейнгауз. Теория ортогональных рядов. М., 1958.
4. В. А. Рохлин. Матем. сб., 25, № 1, 1949, 107—150.
5. W. Rudin. Fourier Analysis on Groups. New York—London, 1962.

Н. Я. КРУПНИК, В. И. НЯГА

## О СИНГУЛЯРНЫХ ОПЕРАТОРАХ СО СДВИГОМ В СЛУЧАЕ КУСОЧНО-ЛЯПУНОВСКОГО КОНТУРА

(Представлено членом-корреспондентом Академии Б. В. Хведелидзе 14.3.1974)

1. Пусть  $\Gamma$ —замкнутый кусочно-ляпуновский контур,  $\nu: \Gamma \rightarrow \Gamma$ ,  $(V\varphi)(t) = \varphi(\nu(t))$  и  $S$ —оператор сингулярного интегрирования

$$(S\varphi)(t) = \frac{1}{\pi i} \int_{\Gamma} \frac{\varphi(\tau)}{\tau - t} d\tau \quad (t \in \Gamma). \quad (1)$$

Как известно, если производная  $\nu'(t)$  удовлетворяет условию Гёльдера и  $\nu(\nu(t)) \equiv t$ , то  $VSV = \pm S + T$ , где  $T$ —вполне непрерывный оператор в пространствах  $L_p(\Gamma)$ . Это предложение играет важную роль в исследовании сингулярных операторов со сдвигом.

Простейшие примеры (скажем,  $\Gamma = \{t: |\operatorname{Im} t| = |\operatorname{Re} t| = 1\}$ ,  $\nu(t) = \bar{t}$ ) показывают, что если неподвижная точка  $\tau$  отображения  $\nu$  является угловой, то производная  $\nu'(t)$  в этой точке разрывна.

В настоящей заметке исследуются сингулярные интегральные операторы со сдвигом вдоль кусочно-ляпуновского контура  $\Gamma$ . В частности, охватывается случай, когда неподвижные точки отображения  $\nu$  могут быть угловыми.

Условимся о следующих обозначениях:  $PC(\Gamma)$ —множество функций на  $\Gamma$ , имеющих в каждой точке конечные пределы слева и справа;  $H(\Gamma)$ —множество функций, удовлетворяющих условию Гёльдера на  $\Gamma$ ;  $L(\mathfrak{B})$ —алгебра всех линейных ограниченных операторов, действующих в банаховом пространстве  $\mathfrak{B}$ .

Будем предполагать, что контур  $\Gamma$  и отображение  $\nu$  удовлетворяют следующим условиям: 1)  $\nu(\nu(t)) \equiv t$ , 2)  $\nu'(t) \in H(\gamma)$ , где  $\gamma(\subset \Gamma)$ —любая дуга, не содержащая неподвижных точек отображения  $\nu$ , и 3) если  $\tau$ —неподвижная точка отображения  $\nu$ , то в этой точке контур  $\Gamma$  образует угол  $\pi/n(\tau)$  ( $n(\tau)$ —натуральное число) и  $(\nu'(t))^{n(\tau)} \in H(\gamma_0)$ , где  $\gamma_0$ —некоторая открытая дуга, содержащая точку  $\tau$ .

В случае, когда отображение  $\nu$  сохраняет ориентацию контура  $\Gamma$ , исследование сингулярного оператора со сдвигом проводится так же, как в статье [1].

Всюду в дальнейшем будем предполагать, что отображение  $\nu$  изменяет ориентацию контура  $\Gamma$ .

2. Обозначим через  $\mathfrak{K}$  наименьшую (незамкнутую) подалгебру алгебры  $L(L_p(\Gamma))$ , содержащую операторы  $S, V$  и  $aI$ , где  $a \in PC(\Gamma)$ . Условимся

через  $\text{diag}(x_1, \dots, x_k)$  обозначать диагональную матрицу порядка  $k$  с элементами  $x_1, \dots, x_k$ .

Определим символ операторов из  $\tilde{\mathfrak{K}}$ . Пусть  $\tau_1$  и  $\tau_2$  — неподвижные точки отображения  $\nu$ ;  $\Gamma_1 = \cup(\tau_1, \tau_2)$ ,  $\Gamma_2 = \cup(\tau_2, \tau_1)$  ( $\Gamma_1 \cup \Gamma_2 = \Gamma$ ). Символом оператора  $al$  ( $a \in PC(\Gamma)$ ) назовем матрицу-функцию  $a(t, \xi)$  ( $-\infty \leq \xi \leq \infty$ ), определенную следующими равенствами:

$$a(t, \xi) = \begin{cases} \text{diag}(\alpha_a(t, \xi), \alpha_a(t, \xi)) & \text{при } t \in \Gamma_2 \setminus \{\tau_1, \tau_2\}, \\ \text{diag}(a(\tau_1-0), a(\tau_1-0), \tilde{a}(\tau_1-0), \tilde{a}(\tau_1-0)) & \text{при } t = \tau_1, \\ \text{diag}(a(\tau_2+0), a(\tau_2+0), \tilde{a}(\tau_2+0), \tilde{a}(\tau_2+0)) & \text{при } t = \tau_2, \end{cases} \quad (2)$$

где

$$\alpha_a(t, \xi) = \begin{vmatrix} \psi(\xi) a(t+0) + (1-\psi(\xi)) a(t) & h(\xi) (a(t+0) - a(t)) \\ h(\xi) (a(t+0) - a(t)) & (1-\psi(\xi)) a(t+0) + \psi(\xi) a(t) \end{vmatrix};$$

$\psi(\xi) = (1 - \exp(-\xi - \pi i/p))$ ;  $h(\xi)$  — некоторая фиксированная ветвь корня  $\sqrt[\psi(\xi)]{(1-\psi(\xi))}$  и  $\tilde{a}(t) = a(\nu(t))$ .

Символ  $G(t, \xi)$  ( $t \in \Gamma_2$ ,  $-\infty \leq \xi \leq \infty$ ) оператора  $S$  определяется равенствами

$$G(t, \xi) = \text{diag}(1, -1, -1, 1) \text{ при } t \in \Gamma_2 \setminus \{\tau_1, \tau_2\}, \quad (3)$$

$$G(\tau_j, \xi) = \begin{vmatrix} \varepsilon \frac{\exp\{2n_j\xi\} + \exp\{-2\pi i/p\}}{\exp\{2n_j\xi\} - \exp\{-2\pi i/p\}} & 0 & -2 \frac{\exp\{2n_j-1\}\xi\} \cdot \exp\{-\pi i/n_j p\}}{\exp\{2n_j\xi\} - \exp\{-2\pi i/p\}} & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 \\ 2 \frac{\exp\{(1-2n_j)\pi i/n_j p\} \cdot \exp\{\xi\}}{\exp\{2n_j\xi\} - \exp\{-2\pi i/p\}} & 0 & -\varepsilon \frac{\exp\{2n_j\xi\} + \exp\{-2\pi i/p\}}{\exp\{2n_j\xi\} - \exp\{-2\pi i/p\}} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{vmatrix}, \quad (4)$$

где  $\varepsilon = 1$  при  $j=2$ ,  $\varepsilon = -1$  при  $j=1$  и  $n_j = n(\tau_j)$ .

Наконец, символ  $\Phi(t, \xi)$  ( $t \in \Gamma_2$ ,  $-\infty \leq \xi \leq \infty$ ) оператора  $V$  определяется равенством

$$\Phi(t, \xi) = \begin{vmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \end{vmatrix}. \quad (5)$$

Если оператор  $A \in \tilde{\mathfrak{K}}$ , то его можно представить в виде

$$A = \sum_{j=1}^r A_{j\mu}, \dots, A_{j\nu}, \quad (6)$$

где  $A_{j\mu}$  — один из операторов  $S, V, al$  ( $a \in PC(\Gamma)$ ). Символом оператора  $A$  назовем матрицу-функцию

$$A(t, \xi) = \sum_{j=1}^r A_{j\mu}(t, \xi), \dots, A_{j\nu}(t, \xi), \quad (7)$$

где  $A_{jk}(t, \xi)$  — символ оператора  $A_{jk}$ . Можно показать, что символ оператора  $A$  не зависит от способа представления этого оператора в виде (6).

**Теорема 1.** Пусть  $A \in \tilde{\mathfrak{K}}$ . Для того чтобы оператор  $A$  был  $\Phi$ -оператором в пространстве  $L_p(\Gamma)$ , необходимо и достаточно, чтобы выполнялось условие

$$\det A(t, \xi) \neq 0 \quad (t \in \Gamma_2, \quad -\infty \leq \xi \leq \infty).$$

В случае, когда  $\Gamma$  — ляпуновский контур эта теорема была получена в [2].

3. Определение символа и теорему 1 можно распространить на более широкий класс операторов — на локальное замыкание множества  $\tilde{\mathfrak{K}}$ . Поясним, что это означает. Пусть  $\tau \in \Gamma$ . Обозначим через  $X_\tau$  множество функций  $x \in C(\Gamma)$ , равных единице в некоторой окрестности точки  $\tau$  и удовлетворяющих условию  $x(\nu(t)) = x(t)$ . Операторы  $A_1$  и  $A_2 (\in L(L_p(\Gamma)))$  назовем эквивалентными в точке  $\tau$  (или  $\tau$ -эквивалентными), если для всех  $x \in X_\tau$  операторы  $x A_j - A_j x I$  ( $j = 1, 2$ ) вполне непрерывны и для каждого  $\varepsilon > 0$  найдется функция  $x_\varepsilon \in X_\tau$ , такая, что

$$\inf_{T \in \mathfrak{F}(L_p(\Gamma))} \|x_\varepsilon(A_1 - A_2) + T\| < \varepsilon,$$

где  $\mathfrak{F}(L_p(\Gamma))$  — двусторонний идеал линейных вполне непрерывных операторов, действующих в  $L_p(\Gamma)$ . Оператор  $A$  из  $L(L_p(\Gamma))$  будем относить к локальному замыканию  $\mathfrak{M}$  множества  $\tilde{\mathfrak{K}}$ , если он в каждой точке  $\tau \in \Gamma$  является  $\tau$ -эквивалентным некоторому оператору  $A_\tau \in \tilde{\mathfrak{K}}$ .

Поставим каждому оператору  $A \in \mathfrak{M}$  в соответствие символ  $A(t, \xi)$  ( $t \in \Gamma_2, \quad -\infty \leq \xi \leq \infty$ ), определенный следующим образом. Если  $A \in \mathfrak{M}$ , то для каждой точки  $\tau \in \Gamma$  оператор  $A$  является  $\tau$ -эквивалентным некоторому оператору  $A_\tau (\in \tilde{\mathfrak{K}})$ . Полагаем  $A(t, \xi) = A_\tau(t, \xi)$ .

**Теорема 2.** Пусть  $A \in \mathfrak{M}$ . Для того чтобы оператор  $A$  был  $\Phi$ -оператором в пространстве  $L_p(\Gamma)$ , необходимо и достаточно, чтобы выполнялось условие  $\det A(t, \xi) \neq 0$  ( $t \in \Gamma_2, \quad -\infty \leq \xi \leq \infty$ ).

4. Результаты заметки переносятся на сингулярные операторы со сдвигом с матричными коэффициентами, на случай когда  $\Gamma$  — состоит из конечного числа замкнутых и разомкнутых кусочно-ляпуновских кривых  $\left( \Gamma = \bigcup_{j=1}^m \Gamma_j, \nu: \Gamma_j \rightarrow \Gamma_j \right)$  не имеющих общих точек, а также на пространство  $L_p$  с весом но при этом нужно позаботиться, чтобы пространство  $L_p(\Gamma, \rho)$  было инвариантным относительно сдвига  $\nu$ .

Ե. ԿՐՄԱՆԻԿԻ, Յ. ՆԻԱԶ

ՏԻՆԵԶՄԱՐՄԱԿԱՆ ՕԲՅԵԿՏՈՐՆԵՐԻ ՄԵՏԱՅԵԶ ԵՂԱԿԱԿՆԵՐՆԵՐԻ  
 ՄԵԿԱՆ-ՄԵԿԱՆ ԼԻԱԿՄԵՆՈՎԻՏ ՎՈՐԻՏ ՄԵՄԵՏԵՅԵՎԱՅԻ

ՐԵԶՅՄԵ

ՄԵՏՆԱՎԵԼԻԼԻԱ ՏԻՆԵԶՄԱՐՄԱԿԱՆ ԻՆՏԵԳՐԱԼՄԱԿԱՆ ՕԲՅԵԿՏՈՐՆԵՐԻ ԿԱՐԼԵՄԱՆԻՏ  
 ԵՂԱԿԱԿՆԵՐՆԵՐԻ ՄԵԿԱՆ-ՄԵԿԱՆ ԼԻԱԿՄԵՆՈՎԻՏ ՎՈՐԻՏ ՄԵՄԵՏԵՅԵՎԱՅԻ ՄԻՏԻՏԵԵՄԱԿԱ  
 ՏԻՄԵՑԻՍՏՐՈՒՄ, ԸԱԸԳԵՆԻԼԻԱ ԲՐԵԸՎՈԼՄԻՏԵՄԵԼՈՒԹՅԱՆ ԿՐԻՏԵՐԻՍՄԻ:

MATHEMATICS

N. Ya. KRUPNIK, V. I. NYAGA

ON SINGULAR OPERATORS WITH A SHIFT IN THE CASE OF  
 A PIECEWISE LYAPUNOV CONTOUR

Summary

Singular integral operators with a Carleman shift in the case of a piecewise Lyapunov contour are considered. The symbol is constructed and the criterion of the Fredholmian nature of operators is established.

ԼԻԹԵՐԱԿՏՄՐԱ — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. Ц. Гохберг, Н. Я. Крупник. Изв. АН Арм. ССР, сер. матем. 8, 1, 1973.
2. И. Ц. Гохберг, Н. Я. Крупник. Матем. исслед., Кишинев, 8, № 2, 1973.

А. А. ХВОЛЕС

## СИНГУЛЯРНЫЕ ИНТЕГРАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ В ПРОСТРАНСТВАХ ЛИПШИЦА

(Представлено членом-корреспондентом Академии Б. В. Хведелидзе 20.3.1974)

В статье [1] (см. также [2]) С. Г. Михлин исследовал многомерные сингулярные интегральные уравнения в пространствах Липшица. Основным результатом этой статьи состоит в том, что при некоторых условиях гладкости, наложенных на данное уравнение, его решение удовлетворяет условию Липшица порядка  $\alpha$ ,  $\alpha \in (0,1)$ . Впоследствии этот результат был получен при более общих предположениях Н. М. Михайловой-Губенко (см. [3]).

В настоящей заметке строится теория сингулярных уравнений на многообразиях в пространствах Липшица. Получены теоремы об ограниченности сингулярного оператора в терминах символа и о принадлежности решений сингулярного уравнения к пространствам Липшица при условиях более слабых, чем в [3].

Пусть  $\Gamma$ — $n$ -мерное замкнутое многообразие класса  $C^{1,\alpha}$ ;  $\text{Lip}_\Gamma \alpha$ —пространство функций на  $\Gamma$ , удовлетворяющих условию Липшица порядка  $\alpha$ ,  $\alpha \in (0,1)$ ;  $A$ —сингулярный интегральный оператор, которому (при некотором выборе атласа на  $\Gamma$ ) соответствует следующий сингулярный оператор  $A$  в  $R^n$ :

$$Au(x) = a(x)u(x) + \lim_{\varepsilon \rightarrow 0} \int_{r>\varepsilon} \frac{\tilde{f}(x, \theta)}{r^n} u(y) dy,$$

где

$$a(x) \in \text{Lip}_{R^n} \alpha, \quad r = |y - x|, \quad \theta = (y - x)/r.$$

Пусть  $\Phi_A$ —символ оператора  $A$ .

Используя результат Н. М. Михайловой-Губенко — М. С. Аграновича (см. [3] и [4]) о связи дифференциальных свойств символа и характеристики, из теоремы об ограниченности сингулярного оператора (см. [5]), получаем признак ограниченности оператора  $A$  в терминах символа.

**Теорема 1.** Пусть  $a(x)$  удовлетворяет условию Гельдера порядка  $\alpha$  и пусть  $\Phi_A(x, \theta) \in W_{\frac{1}{2}}^{(n+2+\beta)}(S)$ , где  $\beta > 0$ , и

$$\|\Phi_A(x+h, \theta) - \Phi_A(x, \theta)\|_{W_{\frac{1}{2}}^{(n+2)}(S)} \leq B|h|^\alpha.$$

Тогда оператор  $A$  ограничен в  $\text{Lip}_\Gamma \alpha$ . Здесь  $W_{\frac{1}{2}}^{(l)}(S)$ —пространство Л. Н. Слободецкого (см. [6]), а  $S$ — $(n-1)$ -мерная сфера.

Используя теорему, получаем

Следствие 1. Пусть  $\Phi_A(x, \theta) \in W_2^{(l)}(S)$ , где  $l > \frac{n}{2}$ , и

$$\|\Phi_A(x+h, \theta) - \Phi_A(x, \theta)\|_{W_2^{(l)}(S)} \leq B |h|^\alpha.$$

Тогда разложению символа в ряд по сферическим функциям

$$\Phi_A(x, \theta) = \sum_{m=0}^{\infty} \sum_{k=1}^{k_n} b_m^{(k)}(x) Y_{m,n}^{(k)}(\theta),$$

соответствует разложение оператора  $A$  в сходящийся по норме  $\text{Lip}_\alpha$  ряд

$$A = A_1^{(0)} + \sum_{m=0}^{\infty} \sum_{k=1}^{k_n} A_m^{(k)},$$

где  $A_m^{(k)}$  — сингулярные операторы на  $\Gamma$ . Операторам  $A_m^{(k)}$  соответствуют операторы  $A_m^{(k)}$  в  $R^n$ , где

$$A_1^{(0)} u(x) = b_1^{(0)}(x) u(x),$$

$$A_m^{(k)} u(x) = \frac{b_m^{(k)}(x)}{\gamma_{m,n}} \int_{R^n} \frac{Y_{m,n}^{(k)}(\theta)}{r^n} u(y) dy; \quad \gamma_{m,n} = \frac{r^{m+n/2} \Gamma\left(\frac{m}{2}\right)}{\Gamma\left(\frac{m+n}{2}\right)}.$$

Используя рассуждения С. Г. Михлина, приведенные им при доказательстве теоремы об умножении символов в  $L_p(R^n)$  [2], получаем следующий результат:

Следствие 2. Пусть  $A_1$  и  $A_2$  — сингулярные операторы на  $\Gamma$ . Если  $\Phi_{A_i}(x, \theta) \in W_2^{(l)}(S)$  ( $i = 1, 2$ ),  $l > \frac{n}{2}$ , и если

$$\|\Phi_{A_i}(x+h, \theta) - \Phi_{A_i}(x, \theta)\|_{W_2^{(l)}(S)} \leq B_h |h|^\alpha, \quad B_h \rightarrow 0, \quad h \rightarrow 0,$$

то оператор  $A_1 A_2 - A_2 A_1$  вполне непрерывен в  $\text{Lip}_\alpha$  и символ произведения  $A_1 A_2$  равен произведению символов  $\Phi_{A_1} \Phi_{A_2}$ .

При помощи леммы 9 работы [3] доказывается

Следствие 3. Если  $\Phi_A(x, \theta) \neq 0$ ,  $\Phi_A(x, \theta) \in W_2^{(l)}(S)$  ( $l > \frac{n}{2}$ ) и

$$\|\Phi_A(x+h, \theta) - \Phi_A(x, \theta)\|_{W_2^{(l)}(S)} \leq B_h |h|^\alpha, \quad B_h \rightarrow 0, \quad h \rightarrow 0,$$

то оператор  $A$  допускает правую и левую регуляризацию.

Следующая теорема усиливает основной результат работы [3].

Теорема 2. Пусть  $\Phi_A(x, \theta) \neq 0$  и характеристика удовлетворяет условиям

$$1) f(x, \theta) \in W_2^{(\beta)}(S), \quad \beta > 0;$$



$$2) \|f(x+h, \theta) - f(x, \theta)\|_{W_2^{(p)}(S)} \leq B_h |h|^\alpha, \quad B_h \xrightarrow{h \rightarrow 0} 0.$$

Тогда любое принадлежащее  $L_2(\Gamma)$  решение уравнения  $Au=g$  при  $g \in \text{Lip}_r \alpha$  принадлежит  $\text{Lip}_r \alpha$ .

**З а м е ч а н и е.** В действительности можно получить более сильный результат, а именно, если выполнены условия теоремы 2, то решение уравнения  $Au=g$ , где  $g \in \text{Lip}_r \alpha$ , принадлежит  $\text{Lip}_r \alpha$ , если  $u \in L_p(\Gamma)$ , где  $p \geq \frac{2n}{n+2}$  при  $n > 2$  и  $p > 1$  при  $n=2$  ( $n$ —размерность пространства).

Эта теорема может быть переформулирована в терминах символа:

**Теорема 2'.** Пусть  $\Phi_A(x, \theta) \neq 0$  и при  $l > \frac{n}{2}$  выполняются следующие условия:

$$\Phi_A(x, \theta) \in W_2^{(l)}(S),$$

$$\|\Phi_A(x+h, \theta) - \Phi_A(x, \theta)\|_{W_2^{(l)}(S)} \leq B_h |h|^\alpha, \quad B_h \xrightarrow{h \rightarrow 0} 0.$$

Тогда любое принадлежащее  $L_2(\Gamma)$  решение уравнения  $Au=g$  при  $g \in \text{Lip}_r \alpha$  принадлежит  $\text{Lip}_r \alpha$ .

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

(Поступило 22.3.1974)

მათემატიკა

ა. ხვოლესი

სინგულარული ინტეგრალური განტოლებები  
ლიპშიცის სივრცეებში

რეზიუმე

ნაჩვენებია, რომ სინგულარული  $A$  ოპერატორის სიმბოლოს მიმართ თეორემა 2-ის (1—2) პირობებში  $Au=g$  ( $g \in \text{Lip}_r \alpha$ ) განტოლების  $L_2$  კლასის ნებისმიერი ამოხსნა მიეკუთვნება  $\text{Lip}_r \alpha$  სივრცეს.

MATHEMATICS

A. A. KHVOLES

SINGULAR INTEGRAL EQUATIONS IN LIPSCHITZ SPACES

Summary

Any solution of the class  $L_2$  of the singular integral equation  $Au=g$  ( $g \in \text{Lip}_r \alpha$ ) belongs to  $\text{Lip}_r \alpha$  when conditions (1—2) of Theorem 2 hold with respect to the symbol of  $A$ .

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. С. Г. Михлин. ДАН СССР, 138, № 3, 1961.
2. С. Г. Михлин. Многомерные сингулярные интегралы и интегральные уравнения. М., 1962.
3. Н. М. Михайлова-Губенко. Вестник ЛГУ, № 7, 1966.
4. М. С. Агранович. УМН, XX, вып. 5, 1965.
5. А. А. Хволес. Сообщения АН ГССР, 74, № 2, 1974.
6. Л. Н. Слободецкий. Уч. зап. Ленингр. пед. ин-та им. А. И. Герцена, 1958, 197.

М. М. МУХИИ ЭЛЬ-ДИН, В. И. ТАРИЕЛАДЗЕ

## О СХОДИМОСТИ СУММ НЕЗАВИСИМЫХ СЛУЧАЙНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ПРОСТРАНСТВЕ ФРЕШЕ

(Представлено академиком И. Н. Векуа 15.4.1974)

В статье [1] обобщается известная теорема П. Леви об эквивалентности различных типов сходимостей для пространств Банаха. Мы показываем, что аналогичная теорема верна и для пространств Фреше.

1. Пусть  $X$  — сепарабельное пространство Фреше,  $X^*$  — сопряженное пространство. Как известно (см. [2]),  $\sigma$ -алгебра борелевских подмножеств пространства  $X$  совпадает с наименьшей  $\sigma$ -алгеброй, относительно которой измеримы все функционалы из  $X^*$ . Подмножество  $\Gamma$  называется порождающим, если борелевская  $\sigma$ -алгебра есть наименьшая  $\sigma$ -алгебра, относительно которой измеримы все функционалы из  $\Gamma$ . Характеристический функционал борелевской вероятностной меры  $\mu$  определяется равенством

$$\widehat{\mu}(x^*) = \int_X \exp \{i \langle x, x^* \rangle\} d\mu(x).$$

(Символом  $\langle x, x^* \rangle$  мы обозначаем значение функционала  $x^* \in X^*$  на элементе  $x \in X$ ). Мера однозначно определяется своим характеристическим функционалом.

Лемма 1. Пусть  $\mu$  и  $\nu$  — две меры и  $\mu = \mu * \nu$ , тогда  $\nu$  есть мера Дирака, сосредоточенная в нуле (здесь  $*$  — обычная свертка двух мер).

Доказательство. Из равенства  $\mu = \mu * \nu$  следует, что для всех  $x^* \in X^*$  имеем  $\widehat{\mu}(x^*) = \widehat{\mu}(x^*) \widehat{\nu}(x^*)$ . Отсюда  $\widehat{\mu}(tx^*) = \widehat{\mu}(tx^*) \widehat{\nu}(tx^*)$  для каждого  $t \in R^1$ . Но  $\widehat{\mu}(tx^*)$  есть одномерная характеристическая функция по  $t$  и поэтому она непрерывна на  $R^1$ . Следовательно, для достаточно малых  $t$  можно писать  $\widehat{\nu}(tx^*) = 1$  (так как  $\widehat{\mu}(0) = 1$ ). Отсюда следует, что  $\widehat{\nu}(tx^*) = 1$  для всех  $t \in R^1$ . Следовательно,  $\nu$  есть мера Дирака, сосредоточенная в нуле.

Случайные элементы со значениями в  $X$  по определению являются измеримыми относительно борелевской  $\sigma$ -алгебры отображениями некоторого вероятностного пространства  $(\Omega, B, P)$  в  $X$ . Независимость двух случайных элементов  $\xi_1$  и  $\xi_2$  определяется обычным образом. Можно показать, что для независимости  $\xi_1$  и  $\xi_2$  необходима и достаточна независимость всех случайных величин  $\langle \xi_1, x_1^* \rangle$ ,  $\langle \xi_2, x_2^* \rangle$ , где  $x_1^*, x_2^* \in \Gamma$  и  $\Gamma$  — произвольное порождающее множество. Каждый случайный элемент порождает борелевскую меру  $\mu_{\xi} : \mu_{\xi}(A) = P \{ \omega : \xi(\omega) \in A \}$  ( $A$  — борелевское



множество), которая называется распределением случайного элемента  $\xi$ . Для независимых случайных элементов  $\xi_1$  и  $\xi_2$ , очевидно, имеет место формула  $\widehat{\mu}_{\xi_1 + \xi_2} = \widehat{\mu}_{\xi_1} \cdot \widehat{\mu}_{\xi_2}$ .

Обозначим теперь через  $\rho$  инвариантную метрику, которая порождает топологию  $X$ , и пусть  $\|x\| = \rho(x, 0)$ ,  $x \in X$ . Говорят, что последовательность случайных элементов  $\xi_n$ ,  $n \in N$  сходится почти наверное (по вероятности) к случайному элементу  $\xi$ , если последовательность случайных величин  $\|\xi_n - \xi\|$ ,  $n \in N$  сходится к нулю почти наверное (по вероятности). Последовательность  $\xi_n$ ,  $n \in N$  называется сходящейся по распределению к случайному элементу  $\xi$ , если последовательность мер  $\mu_{\xi_n}$ ,  $n \in N$  слабо сходится к мере  $\mu_{\xi}$ . Из сходимости по вероятности следует сходимость по распределению (см. [3]). Последовательность мер  $\mu_n$ ,  $n \in N$  называется равномерно плотной, если для каждого  $\varepsilon > 0$  найдется компакт  $K_\varepsilon \subset X$ , такой, что  $\inf \mu_n(K_\varepsilon) > 1 - \varepsilon$ .

**Теорема 1.** Пусть  $\xi_n$ ,  $n \in N$  — последовательность независимых случайных элементов,  $S_n = \sum_{k=1}^n \xi_k$ . Следующие утверждения эквивалентны:

- (а)  $S_n$  сходится почти наверное;
- (б)  $S_n$  сходится по вероятности;
- (с)  $S_n$  сходится по распределению;

Доказательство. Импликация  $(a) \Rightarrow (b) \Rightarrow (c)$  имеют место всегда.

Импликация  $(b) \Rightarrow (a)$  следует из неравенства  $P[\max_{1 \leq k \leq n} \|S_k\| > 2t] \leq \frac{1 - \alpha}{\alpha}$ , справедливого при условии  $P[\|S_n - S_k\| \leq t] \geq \alpha$ ,  $k = 0, 1, \dots, n$ ,  $S_0 = 0$ . Это неравенство доказывается так же, как аналогичное одномерное неравенство (см. [4], стр. 93). Импликация  $(c) \Rightarrow (b)$  доказывается точно так же, как соответствующее утверждение в [1], только вместо предложения 23 (см. [1] стр. 37) надо использовать лемму 1.

**Теорема 2.** Пусть  $\xi_n$ ,  $n \in N$  — независимые случайные элементы,

$S_n = \sum_{k=1}^n \xi_k$  и последовательность мер  $\mu_{S_n} = \mu_n$  равномерно плотна. Тогда для некоторой последовательности элементов  $x_n \in X$ ,  $n \in N$  ряд

$\sum_{n=1}^{\infty} (\xi_n - x_n)$  сходится почти наверное.

Эта теорема доказывается так же, как теорема 3.2 в работе [1].

Случайный элемент называется симметричным, если  $\mu_{\xi} = \mu_{-\xi}$ .

**Теорема 3.** Пусть  $\xi_n$ ,  $n \in N$  — симметричные случайные элементы,

$S_n = \sum_{k=1}^n \xi_k$ ,  $\mu_{S_n} = \mu_n$ ,  $n \in N$ . Тогда утверждения (а), (б), (с) из теоремы

1 и следующие условия эквивалентны:

(d) семейство  $\mu_n, n \in N$  равномерно плотно;

(e) существует случайный элемент  $S: \Omega \rightarrow X$ , такой, что  $\langle S_n, x^* \rangle \xrightarrow{P} \langle S, x^* \rangle$  для всех  $x^* \in \Gamma$ , где  $\Gamma$  — некоторое порождающее множество.

Доказательство. (d) и теорема 2 даст (a). Из (a), очевидно, следует (e). Покажем теперь, что из (e) следует (d). В пространстве  $X$  всякая мера плотна, т. е. для каждого  $\varepsilon > 0$  найдется компакт  $K_\varepsilon$ , такой, что  $P[S \in K_\varepsilon] > 1 - \varepsilon$ . Покажем, что случайные элементы  $S_n$  и  $S - S_n$  независимы. Пусть  $m > n$ . Тогда, по условию,  $S_n$  и  $S_m - S_n$  независимы, следовательно, для всех  $x^*, y^* \in \Gamma$  случайные величины  $\langle S_n, x^* \rangle$  и  $\langle S_m - S_n, y^* \rangle$  независимы. Но, по условию,  $\langle S_m - S_n, y^* \rangle \xrightarrow{P} \langle S - S_n, y^* \rangle$   $y^* \in \Gamma, m \rightarrow \infty$ . Таким образом, случайные величины  $\langle S_n, x^* \rangle$  и  $\langle S - S_n, y^* \rangle$   $x^*, y^* \in \Gamma$  независимы; отсюда в силу того, что  $\Gamma$  — порождающее множество, получаем независимость самих случайных элементов. Доказательство завершается точно так же, как в [1].

2. Приведем некоторые применения сформулированных теорем. Случайный элемент  $\xi$  называется (центрированным) гауссовским, если все случайные величины  $\langle \xi, x^* \rangle, x^* \in X^*$  являются (центрированными) гауссовскими случайными величинами.

Теорема 4. Произвольный центрированный гауссовский случайный элемент в сепарабельном пространстве Фреше  $X$  допускает представление

$$\xi = \sum_{n=1}^{\infty} a_n \zeta_n,$$

где  $\zeta_n, n \in N$  — нормированные независимые гауссовские случайные величины,  $a_n, n \in N$  — минимальная последовательность элементов из  $X$  и ряд сходится почти наверное в топологии  $X$ .

Доказательство. Пусть  $Ax^*$  — тот класс из  $L_2(\Omega, B, P)$ , который содержит функцию  $\langle \xi, x^* \rangle$  и  $H$  — замыкание множества  $A(X^*)$  в  $L_2(\Omega, B, P)$ . Сепарабельность  $X$  дает, что гильбертово пространство  $H$  сепарабельно. Оператор  $A: X^* \rightarrow H$  обладает сопряженным оператором  $A^*: H \rightarrow X$  (см. [5], стр. 403). Выберем ортонормированный базис в  $H$  из элементов подпространства  $A(X^*): \tilde{\zeta}_n = Ax_n^*, n \in N$ . Обозначим  $A^* \tilde{\zeta}_n = a_n, a_n \in X$ . Имеем  $\langle a_n, x_m^* \rangle = \langle A^* \tilde{\zeta}_n, x_m^* \rangle = (\tilde{\zeta}_n, Ax_m^*)_{L_2} = (\tilde{\zeta}_n, \tilde{\zeta}_m) = \delta_{nm}$ , т. е.  $a_n, n \in N$  есть минимальная система. Разложим элемент  $Ax^* \in H, x^* \in X^*$  по базису  $\tilde{\zeta}_n, n \in N$ :

$$Ax^* = \sum_{k=1}^{\infty} (Ax^*, \tilde{\zeta}_k) \tilde{\zeta}_k.$$

Выберем из классов  $\tilde{\zeta}_n, n \in N$  некоторые представители  $\zeta_n, n \in N$  (например, можно взять  $\zeta_n = \langle \xi, x_n^* \rangle, n \in N$ ). Очевидно, что  $\zeta_n, n \in N$  — независимые нормированные гауссовские случайные величины. Из сходимости в  $L_2(\Omega, B, P)$  следует сходимость по вероятности. Поэтому имеем



(d) семейство  $\mu_n$ ,  $n \in N$  равномерно плотно;

(e) существует случайный элемент  $S: \Omega \rightarrow X$ , такой, что  $(S_n, x^*) \xrightarrow{P} (S, x^*)$  для всех  $x^* \in \Gamma$ , где  $\Gamma$  — некоторое порождающее множество.

Доказательство. (d) и теорема 2 дают (a). Из (a), очевидно, следует (e). Покажем теперь, что из (e) следует (d). В пространстве  $X$  всякая мера плотна, т. е. для каждого  $\varepsilon > 0$  найдется компакт  $K_\varepsilon$ , такой, что  $P[S \in K_\varepsilon] > 1 - \varepsilon$ . Покажем, что случайные элементы  $S_n$  и  $S - S_n$  независимы. Пусть  $m > n$ . Тогда, по условию,  $S_n$  и  $S_m - S_n$  независимы, следовательно, для всех  $x^*, y^* \in \Gamma$  случайные величины  $(S_n, x^*)$  и  $(S_m - S_n, y^*)$  независимы. Но, по условию,  $(S_m - S_n, y^*) \xrightarrow{P} (S - S_n, y^*)$   $y^* \in \Gamma$ ,  $m \rightarrow \infty$ . Таким образом, случайные величины  $(S_n, x^*)$  и  $(S - S_n, y^*)$   $x^*, y^* \in \Gamma$  независимы; отсюда в силу того, что  $\Gamma$  — порождающее множество, получаем независимость самих случайных элементов. Доказательство завершается точно так же, как в [1].

2. Приведем некоторые применения сформулированных теорем. Случайный элемент  $\xi$  называется (центрированным) гауссовским, если все случайные величины  $(\xi, x^*)$ ,  $x^* \in X^*$  являются (центрированными) гауссовскими случайными величинами.

Теорема 4. Произвольный центрированный гауссовский случайный элемент в сепарабельном пространстве Фреше  $X$  допускает представление

$$\xi = \sum_{n=1}^{\infty} a_n \zeta_n,$$

где  $\zeta_n$ ,  $n \in N$  — нормированные независимые гауссовские случайные величины,  $a_n$ ,  $n \in N$  — минимальная последовательность элементов из  $X$  и ряд сходится почти наверное в топологии  $X$ .

Доказательство. Пусть  $Ax^*$  — тот класс из  $L_2(\Omega, B, P)$ , который содержит функцию  $(\xi, x^*)$  и  $H$  — замыкание множества  $A(X^*)$  в  $L_2(\Omega, B, P)$ . Сепарабельность  $X$  дает, что гильбертово пространство  $H$  сепарабельно. Оператор  $A: X^* \rightarrow H$  обладает сопряженным оператором  $A^*: H \rightarrow X$  (см. [5], стр. 403). Выберем ортонормированный базис в  $H$  из элементов подпространства  $A(X^*): \tilde{\zeta}_n = Ax_n^*$ ,  $n \in N$ . Обозначим  $A^* \tilde{\zeta}_n = a_n$ ,  $a_n \in X$ . Имеем  $(a_n, x_m^*) = (A^* \tilde{\zeta}_n, x_m^*) = (\tilde{\zeta}_n, Ax_m^*)_{L_2} = (\tilde{\zeta}_n, \tilde{\zeta}_m) = \delta_{nm}$ , т. е.  $a_n$ ,  $n \in N$  есть минимальная система. Разложим элемент  $Ax^* \in H$ ,  $x^* \in X^*$  по базису  $\tilde{\zeta}_n$ ,  $n \in N$ :

$$Ax^* = \sum_{k=1}^{\infty} (Ax^*, \tilde{\zeta}_k) \tilde{\zeta}_k.$$

Выберем из классов  $\tilde{\zeta}_n$ ,  $n \in N$  некоторые представители  $\zeta_n$ ,  $n \in N$  (например, можно взять  $\zeta_n = (\xi, x_n^*)$ ,  $n \in N$ ). Очевидно, что  $\zeta_n$ ,  $n \in N$  — независимые нормированные гауссовские случайные величины. Из сходимости в  $L_2(\Omega, B, P)$  следует сходимость по вероятности. Поэтому имеем

$$\sum_{k=1}^n \langle a_k, x^* \rangle \zeta_k \xrightarrow{P} (\xi, x^*), \quad n \rightarrow \infty$$

для каждого  $x^* \in X^*$ . В силу теоремы 3 ((e)  $\Rightarrow$  (a)) получаем, что

$$\sum_{k=1}^n a_k \zeta_k \xrightarrow{\text{п.н.}} \xi, \quad n \rightarrow \infty$$

Теорема доказана.

Мера  $\mu$  называется гауссовской, если она является распределением некоторого гауссовского случайного элемента.

Теорема 5. Пусть в сепарабельном пространстве Фреше имеется некоторая центрированная гауссовская мера. Тогда найдется биор-

тогональная последовательность  $\{a_n, x_n^*\}$ , для которой  $\mu \left\{ x : x = \right.$

$$\left. = \sum_{k=1}^{\infty} \langle x, x_k^* \rangle a_k, \text{ и ряд сходится сильно} \right\} = 1.$$

Доказательство. Обращение  $\xi(x) = x$  есть гауссовский случайный элемент. Поэтому применима теорема 4. В качестве  $\zeta_n$  выбираем элементы  $\langle x, x_n^* \rangle$ . Теорема доказана.

Тбилисский государственный университет Академия наук Грузинской ССР  
Вычислительный центр

(Поступило 18.4.1974)

მათემატიკა

მ. მუხი ელ-დინი, ვ. ტარნელაძე

დამოუკიდებელი შემთხვევითი ელემენტების ჯამების  
კრებპარამეტრის შესახებ ფრეშის სივრცეში

რეზიუმე

ლევის თეორემა დამოუკიდებელ შემთხვევით სიდიდეთა ჯამების კრებპარამეტრის სხვადასხვა ტიპების ეკვივალენტობის შესახებ ზოგადდება ფრეშის სეპარაბელური სივრცეებისათვის.

MATHEMATICS

M. M. MOHI EL-DIN, V. I. TARIELADZE

ON THE CONVERGENCE OF SUMS OF INDEPENDENT RANDOM  
ELEMENTS IN A FRÉCHET SPACE

Summary

P. Lévy's equivalence theorem is proved to be valid for separable Fréchet spaces.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. K. Ito, M. Nisio. Osaka J. Math., 5, 1968.
2. S. Ahmad. Ann. Inst. H. Poincaré Sect., B2, 1965.
3. P. Billingsley. Convergence of Probability Measures. Wiley, 1968.
4. И. И. Гихман, А. В. Скороход. Теория случайных процессов, I. М., 1971.
5. R. M. Dudley, J. Feldman, L. Lescam. Ann. Math., 93, 1971.





Т. С. ВАШАКМАДЗЕ, Д. Г. ПЕРАДЗЕ

О СХОДИМОСТИ ИТЕРАЦИОННОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ОДНОГО  
 КЛАССА ОПЕРАТОРНЫХ УРАВНЕНИЙ

(Представлено академиком И. Н. Векуа 20.2.1974)

В статье изучается система трехточечных операторных уравнений, соответствующих задаче Дирихле пространственной теории упругости, предлагается итерационный процесс ее решения, доказываются теоремы сходимости.

Пусть в системе Векуа ( $\omega_2$ ) статьи [1]  $h=1$ , а полиномы Лежандра, входящие в координатные функции, взяты с коэффициентом, равным 1. Тогда система трехточечных операторных уравнений примет вид

$$Q_k v_{k-2} - P_k v_k + R_k v_{k+2} = F_k, \quad k=1, 2, \dots, n+1, \quad (1)$$

где

$$Q_k = \begin{pmatrix} a_{k-2} I_2 & 0 \\ -2(\lambda + \mu) \operatorname{div} & \mu a_{k-3} \Delta \end{pmatrix}, \quad R_k = \begin{pmatrix} a_k I_2 & 2(\lambda + \mu) \operatorname{grad} \\ 0 & \mu a_{k-1} \Delta \end{pmatrix},$$

$$P_k = - \begin{pmatrix} c_k I_2 - 2\mu(2k+1) I_2 & -2(\lambda + \mu) \operatorname{grad} \\ 2(\lambda + \mu) \operatorname{div} & \mu c_{k-1} \Delta - 2(\lambda + 2\mu)(2k-1) I_1 \end{pmatrix},$$

$Q_1 = Q_2 = R_n = R_{n+1} = 0$ ,  $I_2 = \mu \nabla^2 + (\lambda + \mu) \operatorname{grad} \operatorname{div}$ ,  $\Delta \equiv \nabla^2$ ,  $I_j$  —  $j$ -мерный единичный оператор,  $a_{k-2} + a_k = -c_k$ ,  $a_k = -\frac{2}{2k+3}$ ;  $v_k = (v_{k1}(x, y), v_{k2}(x, y), v_{k3}(x, y))^T$  — искомые и  $F_k = (F_{k1}(x, y), F_{k2}(x, y), F_{k3}(x, y))^T$  — известные вектор-функции.

Для решения (1) воспользуемся итерационным методом Рунца, выбрав в качестве координатных функций  $\varphi_{ij}(x, y) = \varphi_i(x) \varphi_j(y)$ ,  $i, j = 1, 2, \dots, n$ , где  $\varphi_m(\xi)$  — разность полиномов Лежандра  $(m+1)$ -го и  $(m-1)$ -го порядков.

Компоненты  $v_{kl}(x, y)$ ,  $l=1, 2, 3$ , искомых вектор-функций  $v_k$ ,  $k=1, 2, \dots, n+1$ , в (1) представим [2] в виде

$$v_{kl}(x, y) = \sum_{i,j=1}^n \bar{v}_{kl}^{(ij)} \varphi_{ij}(x, y)$$

и умножим скалярно каждое из трех уравнений, соответствующих каждому операторному уравнению в (1), на  $\varphi_{ij}(x, y)$ ,  $i, j=1, 2, \dots, n$ .

Относительно моментов  $\bar{V}_{kl}^{(ij)}$  получим систему линейных алгебраических уравнений



$$\bar{Q}_k \bar{V}_{k-2} - \bar{P}_k \bar{V}_k + \bar{R}_k \bar{V}_{k+2} = \bar{F}_k, \quad k=1, 2, \dots, n+1. \quad (2)$$

Здесь  $\bar{V}_k$  — вектор размерности  $3n^2$ , компоненты которого есть числа  $\bar{V}_{kl}^{(ij)}$ , а  $\bar{Q}_k, \bar{P}_k, \bar{R}_k$  — матрицы порядка  $3n^2$ , являющиеся вариационно-разностными операторами ленточного строения.

Будем решать (2) с помощью следующего итерационного процесса:

$$\bar{P}_k^m \bar{V}_k = \bar{Q}_k^{m-1} \bar{V}_{k-2} + \bar{R}_k^{m-1} \bar{V}_{k+2} - \bar{F}_k, \quad m=1, 2, \dots \quad (3)$$

Легко показать, что матрица  $\bar{P}_k$  положительно определена и, следовательно, существует  $\bar{P}_k^{-1}$ . Поэтому итерационному процессу можно придать форму

$$\bar{V}_k = \bar{P}_k^{-1} \bar{Q}_k^{m-1} \bar{V}_{k-2} + \bar{P}_k^{-1} \bar{R}_k^{m-1} \bar{V}_{k+2} - \bar{P}_k^{-1} \bar{F}_k, \quad k=1, 2, \dots, n+1. \quad (4)$$

Лемма I. Имеют место оценки

$$\|P_{k+2}^{-1} Q_{k+2}\| + \|P_{k-2}^{-1} R_{k-2}\| < t_k, \\ 0 < t_k < t < 1, \quad \text{где } t_k = 1 - O(k^{-2}).$$

С помощью этой леммы доказывается

Лемма II. Выполняются неравенства

$$\|\bar{P}_{k+2}^{-1} \bar{Q}_{k+2}\| + \|\bar{P}_{k-2}^{-1} \bar{R}_{k-2}\| < s_k, \\ 0 < s_k < s < 1, \quad \text{где } s_k = 1 - O(k^{-2}).$$

Следствием леммы II является

Теорема I. Итерационный процесс (4) сходится со скоростью геометрической прогрессии со знаменателем  $q = 1 - O(n^{-2})$ .

Для нахождения из  $k$ -го уравнения системы (3) вектора  $\frac{m}{V}_k$  на  $m$ -шаге итерации применим процесс Зейделя. Из положительной определенности  $\bar{P}_k$  вытекает (см. [3])

Теорема II. Итерационный процесс Зейделя определения  $\frac{m}{V}_k$  сходится.

Рассмотрим теперь систему ( $\omega_2$ ) статьи [1] при  $h=h(x, y)$ ,  $(x, y) \in D$ . Перепишем ее так:

$$Au = \frac{1}{h^2} Bu + F, \quad (5)$$

где

$$Au = F$$

обозначает краткую запись системы (1).

К системе (5) применим следующий итерационный процесс:

$$Au = \frac{1}{h^2} B u + F. \quad (6)$$



Обращение оператора  $A$  на каждом шаге итерации естественно проводить по вычислительной схеме, предложенной выше для системы (1).

Сходимость процесса (6) для некоторых краевых задач будет приведена в другом сообщении.

Тбилисский государственный университет  
Институт прикладной математики

(Поступило 7.3.1974)

მათემატიკა

თ. ვაშაკმაძე, ჯ. პერაძე

იტერაციული პროცესის კრებადობის შესახებ ერთი კლასის  
ოპერატორული განტოლებისათვის

რეზიუმე

განხილულია სამწერტილოვანი ოპერატორულ განტოლებათა სისტემა, რომელიც შეესაბამება დირიხლეს ამოცანას სამგანზომილებიანი დრეკადობის თეორიის განტოლებებისთვის. მოყვანილია მისი ამოხსნის იტერაციული პროცესი, დამტკიცებულია თეორემები კრებადობის შესახებ.

MATHEMATICS

T. S. VASHAKMADZE, J. G. PERADZE

ON THE CONVERGENCE OF AN ITERATIVE PROCESS  
FOR ONE CLASS OF OPERATOR EQUATIONS

Summary

The paper deals with a system of three-point operator equations, corresponding to the Dirichlet problem of the spatial theory of elasticity. The iterative process of its solution is suggested and the corresponding convergence theorems are proved.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Т. С. В а ш а к м а д з е. Семинар Ин-та прикладной математики ТГУ. Аннотации докладов, 8. Тбилиси, 1973, 23—29.
2. Т. С. В а ш а к м а д з е. Wissenschaftliche Zeitschrift der Hochschule für Architektur und Bauwesen. Weimar, 19 Jahrgang, 1972. Heft 2, 228—231.
3. Д. К. Ф а д д е е в и В. Н. Ф а д д е е в а. Вычислительные методы линейной алгебры. М., 1960.



В. В. КВАРАЦХЕЛИЯ

О СХОДИМОСТИ РЯДОВ ИЗ ГАУССОВСКИХ СЛУЧАЙНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

(Представлено академиком И. Н. Векуа 11.5.1974)

Настоящее сообщение является непосредственным продолжением предыдущего сообщения автора [1], в котором даются необходимые и достаточные условия  $p$ -абсолютной сходимости ( $1 \leq p < +\infty$ ) почти на верное рядов, составленных из гауссовских случайных элементов со значениями в банаховом пространстве  $X = l_s$  ( $1 \leq s < +\infty$ ). Здесь мы обобщаем этот результат на случай общего сепарабельного банахова пространства  $X$  и, кроме того, рассматриваем другую задачу — вопрос слабой абсолютной сходимости таких рядов. Следуя методу Н. Н. Вахания [2], последовательность гауссовских случайных элементов рассматриваем как один гауссовский случайный элемент в топологическом произведении  $X^N$  счетного множества пространств  $X$  и доказательства наших результатов получаем нахождением условий, при которых гауссовская мера в  $X^N$  будет сосредоточена соответственно на  $l_p\{X\}$  и  $l_1\{X\}$ , где

$$l_p\{X\} = \left\{ x = \{x_k\}, \quad x_k \in X : \sum_{k=1}^{\infty} \|x_k\|^p < +\infty \right\} \quad (1 \leq p < +\infty)$$

и

$$l_1\{X\} = \left\{ x = \{x_k\}, \quad x_k \in X : \sum_{k=1}^{\infty} |x^*(x_k)| < +\infty \text{ для любого } x^* \in X^* \right\},$$

$X^*$  — топологическое сопряженное пространства  $X$ . Дело в том, что принадлежность элемента  $x = \{x_k\}$  из  $X^N$  подпространствам  $l_p\{X\}$  или  $l_1\{X\}$  означает соответственно  $p$ -абсолютную сходимость (сходимость  $p$ -тых степеней нормы) или слабую абсолютную сходимость (абсолютную сходимость для всех линейных непрерывных функционалов) ряда, составленного из координат данного элемента  $x \in X^N$ .

Заметим, что если пространство  $X$  слабо ограничено полно, то в силу одной теоремы А. Пелчинского (см., например, [3]) слабая абсолютная сходимость эквивалентна обычной безусловной сходимости (по норме пространства  $X$ ), так что для таких пространств мы получаем, следовательно, условия сильной безусловной сходимости почти на верное.

Всюду ниже  $\mu^{(k)}$  обозначает проекцию меры  $\mu$  на  $X$ ,  $m_k$  и  $R_k$  — математическое ожидание и ковариационный оператор меры  $\mu^{(k)}$ ,  $k=1, 2, \dots$ . Если  $x=\{x_k\}$  — случайный элемент в  $X^N$  с распределением  $\mu$ , то  $\mu^{(k)}$ , очевидно, будет распределением проекции  $x_k$ . Для математического ожидания и ковариационного оператора случайного элемента  $x_k$  также будут использованы те же символы  $m_k$  и  $R_k$ . Буква  $E$  обозначает, как обычно, символ математического ожидания.

**Теорема 1.** Для того чтобы гауссовская вероятностная мера  $\mu$  в  $X^N$  была сосредоточена на  $L_p\{X\}$  ( $1 \leq p < +\infty$ ), необходимо и достаточно выполнение следующих условий:

$$\begin{aligned} \text{а) } & \{m_k\} \in L_p\{X\}, \\ \text{б) } & \sum_{k=1}^{\infty} \left( \int_X \|x\|^2 \mu^{(k)}(dx) \right)^{p/2} < +\infty. \end{aligned}$$

**Следствие.** Пусть  $\{x_k\}$  — гауссовский случайный элемент в  $X^N$  и  $1 \leq p < +\infty$ . Для того чтобы ряд  $\sum_{k=1}^{\infty} x_k$  сходилась почти наверное  $p$ -абсолютно, необходимо и достаточно выполнение следующих условий:

$$\begin{aligned} \text{а) } & \sum_{k=1}^{\infty} \|Ex_k\|^p < +\infty, \\ \text{б) } & \sum_{k=1}^{\infty} (E\|x_k\|^2)^{p/2} < +\infty. \end{aligned}$$

Теперь мы переходим к вопросам слабой абсолютной сходимости.  
**Теорема 2.** Если  $\mu$  — гауссовская вероятностная мера в  $L_1\{X\}$ , то выполняются следующие условия:

$$\begin{aligned} \text{а) } & \{m_k\} \in L_1\{X\}, \\ \text{б) } & \sup_{\|x^*\|=1} \sum_{k=1}^{\infty} (R_k x^*, x^*)^{1/2} < +\infty. \end{aligned}$$

**Следствие.** Пусть  $\{x_k\}$  — такой гауссовский случайный элемент в  $X^N$ , что почти наверное  $\sum_{k=1}^{\infty} |x^*(x_k)| < +\infty$  для любого  $x^* \in X^*$ . Тогда

$$\begin{aligned} \text{а) } & \sum_{k=1}^{\infty} |x^*(Ex_k)| < +\infty \text{ для любого } x^* \in X^*, \\ \text{б) } & \sup_{\|x^*\|=1} \sum_{k=1}^{\infty} (Ex_k^{**}(x_k))^{1/2} < +\infty. \end{aligned}$$



Теорема 3. Пусть  $\mu$ —гауссовская вероятностная мера в  $X^N$ . Если

$$a) \{m_k\} \in l_1[X],$$

$$б) \sum_{k=1}^{\infty} \|R_k\|^{1/2} < +\infty,$$

то  $\mu(l_1[X]) = 1$ .

Следствие. Пусть  $\{x_k\}$ —гауссовский случайный элемент в  $X^N$ . Если выполняются условия

$$a') \sum_{k=1}^{\infty} |x^*(m_k)| < +\infty \text{ для любого } x^* \in X^*,$$

$$б') \sum_{k=1}^{\infty} \|R_k\|^{1/2} < +\infty,$$

то почти наверное ряд  $\sum_{k=1}^{\infty} x_k$  слабо абсолютно сходится.

Замечание 1. Доказательство приведенных здесь теорем опирается на результаты работ А. В. Скорохода [4], И. Куелбса [5], И. Хофмана-Иоргенсена [6] и А. Пича [7].

Замечание 2. Условие теоремы 3 не является необходимым. Вот простейший пример.

Пусть  $X = l_2$ ,  $\{e_k\}$ —естественный базис пространства  $l_2$  и  $x_k = \frac{1}{k} \xi e_k$ , где  $\xi$ —произвольно заданная гауссовская случайная величина с нулевым

математическим ожиданием. Очевидно, что ряд  $\sum_{k=1}^{\infty} x_k = \sum_{k=1}^{\infty} \frac{1}{k} \xi e_k$  сходится почти наверное слабо абсолютно, но условие б) теоремы 3 не выполняется, так как  $\|R_k\| = \frac{E \xi^2}{k^2}$  и  $\sum_{k=1}^{\infty} \|R_k\|^{1/2} = \sum_{k=1}^{\infty} \frac{\sqrt{E \xi^2}}{k} = +\infty$ .

Замечание 3. Сопоставляя теоремы 1 и 3, можно построить простой пример ряда из гауссовских случайных элементов, который сходится почти наверное слабо абсолютно, но не сходится почти наверное 1-абсолютно.

Пусть опять  $X = l^2$  и  $\{x_k\}$ —независимые гауссовские случайные элементы с нулевым математическим ожиданием и ковариационными операторами  $R_k = \|r_l^{(k)}\|$ ,  $r_l^{(k)} = \begin{cases} 1/k^{2+\alpha} & i \leq k \\ 0 & i > k \end{cases}$   $0 < \alpha \leq 1$ ,  $k = 1, 2, \dots$ . Ясно, что

$\|R_k\| = \frac{1}{k^{2+\alpha}}$  и в силу теоремы 3 ряд  $\sum_{k=1}^{\infty} x_k$  сходится почти наверное слабо абсолютно, тогда как

слабо абсолютно, тогда как

$$\sum_{k=1}^{\infty} (E \|x_k\|^2)^{1/2} = \sum_{k=1}^{\infty} \left( \sum_{i=1}^{\infty} r_{ii}^{(k)} \right)^{1/2} = \sum_{k=1}^{\infty} \left( \frac{1}{k^{1+\alpha}} \right)^{1/2} = +\infty,$$

и поэтому, согласно теореме 1, нет I-абсолютной сходимости почти наверное.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 17.5.1974)

მათემატიკა

მ. კვარაცხელია

ბაუსის შემთხვევითი ელემენტებისაგან შედგენილი  
შპკრივების კრებადობის შესახებ

რეზიუმე

მოცემულია სეპარაბელური  $X$  ბანახის სივრცის შემთხვევაში გაუსის ალბათური ზომების სრული დახასიათება  $L_p[X]$  ( $1 \leq p < +\infty$ ) სივრცეებში. აგრეთვე განხილულია გაუსის ზომები  $l_1[X]$  სივრცეებში.

MATHEMATICS

V. V. KVARATSKHELIA

## ON THE CONVERGENCE OF SERIES OF GAUSSIAN RANDOM ELEMENTS

Summary

For the case of  $L_p[X]$  ( $1 \leq p < +\infty$ ) spaces a complete description of Gaussian measures is given. Gaussian measures in  $l_1[X]$  are considered.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. В. Кварацхелия. Сообщения АН ГССР, 75, № 2, 1974.
2. Н. Н. Вахания. Вероятностные распределения в линейных пространствах. Тбилиси, 1971.
3. А. Пич. Ядерные локально выпуклые пространства. М., 1967.
4. А. В. Скороход. Теория вероятностей и ее применения, 15, № 3, 1970, 519—520.
5. J. Kuelbs. J. Functional Analysis, 5, 1970.
6. J. Hoffman-Jørgensen. Aarhus Universitet, Various Publ. Series No. 15, 1972/73.
7. A. Pietsch. Verallgemeinerte Vollkommene Folgenräume-Academie-Verlag-Berlin, 1962.



Ш. Е. МИКЕЛАДЗЕ  
 (академик АН ГССР)

ЗАДАЧА О СОБСТВЕННЫХ ЗНАЧЕНИЯХ ДЛЯ ЛИНЕЙНЫХ  
 ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ  $n$ -ГО ПОРЯДКА

1. В дальнейшем мы применим с небольшими видоизменениями наши прежние обозначения, определения и формулы, используемые в работах [1, 2].

Рассмотрим дифференциальное уравнение

$$y^{(n)}(x, \lambda) + \sum_{\nu=0}^{n-1} X_{n-\nu}(x, \lambda) y^{(\nu)}(x, \lambda) = 0, \quad (1)$$

коэффициенты которого  $X_{n-\nu}(x, \lambda)$  кусочно-непрерывны от переменной  $x$  и от параметра  $\lambda$ , когда  $a \leq x \leq b$  и  $\lambda$  лежит в  $(\Lambda_1, \Lambda_2)$ , и будем искать решения этого уравнения, удовлетворяющие на концах отрезка  $[a, b]$  с линейно независимым граничным условиям

$$\sum_{\nu=1}^s (a_{\mu\nu} y^{(\nu-1)}(a, \lambda) + b_{\mu\nu} y^{(\nu-1)}(b, \lambda)) = 0 \quad (\mu = 1, 2, \dots, s \leq 2n), \quad (2)$$

в которых коэффициенты могут также зависеть от  $\lambda$ .

Пусть при этих предположениях уравнение (1) обладает по меньшей мере одним ненулевым решением, удовлетворяющим граничным условиям (2), когда  $\lambda$  пробегает промежуток  $(\Lambda_1, \Lambda_2)$ . Оно совпадает с решением интегрального уравнения Вольтерра второго рода (см. [1], п. 3), приспособленного для (1). Следовательно, для решения задачи (1) — (2) можно воспользоваться теорией квадратурных формул.

2. При помощи квадратуры однородное уравнение (1) мы всегда можем привести к однородному линейному уравнению, не содержащему производной  $y^{(n-1)}(x, \lambda)$ .

Следовательно, ядро

$$K(x, t, \lambda) = -X_2(x, \lambda) \frac{x-t}{1!} - X_3(x, \lambda) \frac{(x-t)^2}{2!} - \dots - X_n(x, \lambda) \frac{(x-t)^{n-1}}{(n-1)!},$$

откуда следует, что оно (ядро) обращается в нуль на конце отрезка  $x=b$  для любого  $n \geq 2$ .

Поэтому в дальнейшем мы продолжим изложение для уравнения (1), не содержащего члена с производной  $y^{(n-1)}(x, \lambda)$ .





Разобьем теперь отрезок  $[a, b]$ , где  $a < b$ , на частные отрезки точками

$$a = x_0 < x_1 < \dots < x_m = b, \quad (3)$$

вообще неравноотстоящими друг от друга.

В частности, полагая в интегральном уравнении работы [1] последовательно  $x = x_\nu$  ( $\nu = 1, 2, \dots, m$ ), приходим к следующей системе уравнений:

$$y^{(n)}(x_\nu, \lambda) + \int_a^{x_\nu} K(x_\nu, t, \lambda) y^{(n)}(t, \lambda) dt = c_0 y(a, \lambda) + c_1 y'(a, \lambda) + \dots + c_{n-1} y^{(n-1)}(a, \lambda) \quad (\nu = 1, 2, \dots, m), \quad (4)$$

где

$$c_0 = -X_n(x, \lambda),$$

$$c_1 = -X_n(x, \lambda) \frac{x-a}{1!} - X_{n-1}(x, \lambda),$$

.....

$$c_{n-1} = -X_n(x, \lambda) \frac{(x-a)^{n-1}}{(n-1)!} - \dots - X_2(x, \lambda) \frac{x-a}{1!},$$

для любого  $x = x_\nu$ .

Входящие в (4)  $m$  интегралов могут быть заменены интегральными суммами при помощи квадратурных формул Котеса и формул с абсциссами, лежащими вне промежутка интегрирования (относительно последних см. [3], стр. 327—332), с близкими по точности остаточными членами, содержащими производные от  $y(x, \lambda)$  порядка не меньше  $n+1$ . В связи с этим коэффициенты

$$X_2(x, \lambda), X_3(x, \lambda), \dots, X_n(x, \lambda)$$

будем считать кусочно непрерывными и столько раз кусочно непрерывно дифференцируемыми, сколько это потребуется для конструирования таких формул. Сходимость обеспечена для любого  $n \geq 2$  и квадратурных формул Котеса с положительными коэффициентами, распространенными на частные промежутки  $[a, x_\nu]$  (см., например, [3], § 153, формулы (60), (61) и § 158) изменяющиеся с добавлением новых дополнительных точек  $x_{\nu+1}, x_{\nu+2}, \dots$

Если отбросить остаточные члены, то результат предыдущего абзаца сразу приводит к линейным формам относительно  $y(a, \lambda), y'(a, \lambda), \dots, y^{(n-1)}(a, \lambda)$ , из которых можно выделить  $p$  ( $p < n$ ) вспомогательных производных (см. [2], стр. 529), содержащих хотя бы одну ненулевую производную, и перенести их в левые части (4). Оставшийся в правой части конечный ряд с  $n-p$  членами, конечно, может иметь некоторые (или все) из них равными нулю.

В конечном счете мы получим систему уравнений, линейную относительно  $m+p-1$  неизвестных, где  $m-1$ —число неизвестных значений  $y^{(n)}(x, \lambda)$  в точках  $t_\nu = x_\nu$  ( $\nu = 1, 2, \dots, m-1$ ), а  $p$ —число неизвестных



вспомогательных производных, которые могут принимать в точке  $a$  всевозможные конечные значения.

Остается к этой системе присоединить еще  $p$  уравнений (линейных относительно значений  $y^{(n)}(x, \lambda)$  и тех же вспомогательных производных), вытекающих из граничных условий.

3. Рассмотрим для этого разложение

$$y^{(k)}(x, \lambda) = \sum_{\nu=0}^{n-k-1} \frac{(x-a)^\nu}{\nu!} y^{(k+\nu)}(a, \lambda) + \int_a^x \frac{(x-t)^{n-k-1}}{(n-k-1)!} y^{(n)}(t, \lambda) dt + \dots \quad (5)$$

и ограничимся случаем двухточечных граничных задач, когда число независимых граничных условий  $s$  равно порядку дифференциального уравнения  $n$ .

Пусть  $n-p$  каких-нибудь производных заданы в точке  $x=a$ , а  $p$  из них — при  $x=b$ .

Полагая в (5)  $x=b$ , выберем  $p$  ( $< n$ ) равенств, в левой части которых стоят производные, заданные в точке  $x=b$ . Остается вычислить интегралы, стоящие в правой части (5), для различных  $k$ , соответствующих порядкам  $p$  производных, заданных в точке  $x=b$ , рассуждая как прежде, когда мы вычисляли интегралы (4), оставив разбиение (3) промежутка интегрирования тем же, и отбросили остаточные члены.

Из полученных выше формул можно вывести систему  $m+p-1$  линейных уравнений со столькими же неизвестными, коэффициенты которой составляют квадратную матрицу  $(m+p-1)$ -го порядка. Определитель, соответствующий этой матрице, обозначим через  $\Delta(\lambda)$ .

Для решений системы уравнений предыдущего абзаца могут быть использованы две теоремы, доказательство которых очень просто.

**Теорема 1.** Для существования единственного решения системы однородных уравнений необходимо и достаточно, чтобы определитель системы  $\Delta(\lambda)$  был не равен нулю.

**Теорема 2.** Для того чтобы система линейных однородных уравнений (в которых по меньшей мере одно из неизвестных  $y^{(n)}(t_\nu, \lambda)$  и одно из вспомогательных производных отличны от нуля) имела нетривиальное решение, необходимо и достаточно равенство нулю характеристического определителя  $\Delta(\lambda)$ .

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

შ. შიშელაძე (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი)

საკუთრივ მნიშვნელობათა ამოცანები  
 $n$ -ური რიგის წრფივ დიფერენციალურ განტოლებათათვის

რეზიუმე

მოცემულია  $n$ -ური რიგის ( $n \geq 2$ ) ცვლადკოეფიციენტაინი ჩვეულებრივი წრფივი დიფერენციალური განტოლების სასაზღვრო და საკუთრივ მნიშვნელობათა ამოცანების ამოხსნის რიცხვითი ხერხი ვოლტერას ტიპის ინტეგრალური განტოლების საშუალებით.

MATHEMATICS

Sh. E. MIKELADZE

THE EIGENVALUE PROBLEM FOR LINEAR DIFFERENTIAL  
 EQUATIONS OF AN ARBITRARY ORDER

Summary

A numerical method of solving boundary value and eigenvalue problems is presented for linear differential equations of an arbitrary order ( $n \geq 2$ ) with variable coefficients by means of Volterra's integral equation.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Ш. Е. Микеладзе. Сообщения АН ГССР, 59, № 2, 1970.
2. Ш. Е. Микеладзе. Сообщения АН ГССР, 67, № 3, 1972.
3. Ш. Е. Микеладзе. Численные методы математического анализа. ГИИТ, Л. М., 1953.



МАТЕМАТИКА

Б. П. ДВАЛИШВИЛИ

О РАЗМЕРНОСТИ БИТОПОЛОГИЧЕСКИХ ПРОСТРАНСТВ

(Представлено академиком Г. С. Чогошвили 25.7.1974)

В [1] на слабо хаусдорфовы битопологические пространства накладывается некоторое условие, называемое в [2] нулевой размерностью. В данной заметке для любого битопологического пространства  $X = (X, P_1, P_2)$  вводятся понятия  $p - \text{Ind } X$ ,  $p - \text{ind } X$  и  $p - \text{dim } X$  для любого  $n \geq -1$ , аналогичные понятиям обычных размерностей  $\text{Ind } X$ ,  $\text{ind } X$  и  $\text{dim } X$  для топологических пространств, причем  $p - \text{ind } X$  при  $n=0$  дает нульмерность в смысле [2]. Ниже битопологические пространства будут называться бипространствами, а если обе топологии суть  $T_1$ -топологии —  $T_1$ -бипространствами.

Определение 1.  $P_1 P_2 Fr A$  относительно  $P_2$  произвольного подмножества  $A$  бипространства  $X$  будем называть множество  $P_1 cl A \cap P_2 cl (X \setminus A)$ , а  $P_2$ -границей  $P_2 P_1 Fr A$  относительно  $P_1$  — множество  $P_2 cl A \cap P_1 cl (X \setminus A)$ , где  $P_i cl A$  обозначает замыкание множества  $A$  в топологии  $P_i$ ,  $i=1, 2$ .

Определение 2. Подмножество  $A$  бипространства  $X$  будем называть  $p$ -открытым подмножеством, если  $A$  можно представить в виде объединения  $A = H_1 \cup H_2$ , где  $H_i P_i$ -открыто и  $H_i \neq \emptyset$ ,  $i=1, 2$ . Дополнения  $p$ -открытых множеств называются  $p$ -замкнутыми.

Определение 3. Перегородкой нормальной (регулярной) пары  $(P, Q)$  в смысле [3] в бипространстве  $X$  будем называть  $p$ -замкнутое множество  $B$ , такое, что  $X \setminus B$  несвязно в смысле [4] (т. е.  $X \setminus B = H_1 \cup H_2$ ,  $H_i P_i$ -открыто,  $i=1, 2$ ,  $H_1 \cap H_2 = \emptyset$ ) и  $P \subseteq H_2$ ,  $Q \subseteq H_1$ .

Определение 4. Предположим, что  $p - \text{Ind } X = -1$  ( $p - \text{ind } X = -1$ ) тогда и только тогда, когда  $X = \emptyset$ . Полагая, что смысл неравенства  $p - \text{Ind } X \leq n - 1$  ( $p - \text{ind } X \leq n - 1$ ) уже определен, будем считать, что  $p - \text{Ind } X \leq n$  ( $p - \text{ind } X \leq n$ ) тогда и только тогда, когда для любой нормальной (регулярной) пары  $(P, Q)$  существует перегородка  $B$ , для которой  $p - \text{Ind } B \leq n - 1$  ( $p - \text{ind } B \leq n - 1$ ). Далее,  $p - \text{Ind } X = n$  ( $p - \text{ind } X = n$ ), если неравенство  $p - \text{Ind } X \leq n$  ( $p - \text{ind } X \leq n$ ) верно, а неравенство  $p - \text{Ind } X \leq n - 1$  ( $p - \text{ind } X \leq n - 1$ ) неверно. Наконец, если неравенство  $p - \text{Ind } X \leq n$  ( $p - \text{ind } X \leq n$ ) не выполняется ни для какого  $n \geq -1$ , то будем считать  $p - \text{Ind } X = \infty$  ( $p - \text{ind } X = \infty$ ).

Определение 5. Будем говорить, что  $p - \text{dim } X \leq n$  тогда и только тогда, когда выполняются следующие условия:

1) для любой совокупности  $P_2$ -замкнутых множеств  $\{F_i | i = \overline{1, k}\}$  и для любой совокупности  $P_1$ -открытых множеств  $\{U_i | i = \overline{1, k}\}$ , такой, что  $F_i \subset U_i$ ,  $i = \overline{1, k}$ , существует совокупность  $P_1$ -открытых множеств  $\{O_i | i = \overline{1, k}\}$ , такая, что  $F_i \subset O_i \subset U_i$ ,  $i = \overline{1, k}$  и

$$\text{ord } \{P_2 P_1 Fr O_i | i = \overline{1, k}\} \leq n;$$

2) для любой совокупности  $P_1$ -замкнутых множеств  $\{\Phi_i | i = \overline{1, k}\}$  и для любой совокупности  $P_2$ -открытых множеств  $\{V_i | i = \overline{1, k}\}$ , такой, что  $\Phi_i \subset V_i$ ,  $i = \overline{1, k}$ , существует совокупность  $P_2$ -открытых множеств  $\{W_i | i = \overline{1, k}\}$ , такая, что  $\Phi_i \subset W_i \subset V_i$ ,  $i = \overline{1, k}$ ,  $\text{ord } \{P_1 P_2 Fr W_i | i = \overline{1, k}\} \leq n$ .

Теорема 1. Если размерность  $p$ - $\text{Ind } X$  конечна, то бипространство  $X$   $r$ -нормально в смысле [5].

Теорема 2. Если размерность  $p$ - $\text{ind } X$  конечна, то бипространство  $X$   $r$ -регулярно в смысле [5].

Теорема 3. Для каждого  $T_1$ -бипространства  $X$  имеем  $p$ - $\text{ind } X \leq p$ - $\text{Ind } X$ .

Теорема 4. Если  $(P_0, Q_0)$ -нормальная пара бипространства  $(X_0, P_1^*, P_2^*)$ , где  $X_0$   $r$ -замкнуто в бипространстве  $(X, P_1, P_2)$ , то существует нормальная пара  $(P, Q)$  в  $X$ , такая, что  $P_0 = P \cap X_0$ ,  $Q_0 = Q \cap X_0$ .

Теорема 5. Если бипространство  $(X, P_1, P_2)$   $r$ -нормально и  $X_0 \subset X$   $r$ -замкнуто в  $(X, P_1, P_2)$ , то  $(X_0, P_1^*, P_2^*)$  также  $r$ -нормально.

Теорема 6. Если множество  $X_0 \subset X$   $r$ -замкнуто в бипространстве  $X$ , то  $p$ - $\text{Ind } X_0 \leq p$ - $\text{Ind } X$ .

Теорема 7. Если  $A \subset X$ -произвольное подмножество бипространства  $X$ , то  $p$ - $\text{ind } A \leq p$ - $\text{ind } X$ .

Теорема 8. Если  $(P, Q)$ -нормальная пара бипространства  $X$  и  $P_1$ -окрестность  $OQ$  ( $P_2$ -окрестность  $OP$ ) множества  $Q$  (множества  $P$ ) удовлетворяет условию  $P_2 cl OQ \subseteq X \setminus P$  ( $P_1 cl OP \subseteq X \setminus Q$ ), то  $P_2 P_1 Fr OQ$  ( $P_1 P_2 Fr OP$ ) является перегородкой пары  $(P, Q)$ .

Теорема 9. Если  $(P, x)$  ( $(x, Q)$ ) -регулярная пара бипространства  $X$  и  $P_1$ -окрестность  $Ox$  ( $P_2$ -окрестность  $Vx$ ) точки  $x$  удовлетворяет условию  $P_2 cl Ox \subseteq X \setminus P$  ( $P_1 cl Vx \subseteq X \setminus Q$ ), то  $P_2 P_1 Fr Ox$  ( $P_1 P_2 Fr Vx$ ) является перегородкой пары  $(P, x)$  ( $(x, Q)$ ).

Теорема 10. Если  $(P, Q)$ -нормальная (регулярная) пара бипространства  $X$  и  $B$ -перегородка для этой пары, то  $P_1 P_2 Fr H_2 \subseteq B$ ,  $P_2 P_1 Fr H_1 \subseteq B$ , где  $H_1 \cup H_2 = X \setminus B$ .

Теорема 11. Бипространство  $X$   $r$ -нормально тогда и только тогда, когда для любого  $P_2$ -замкнутого ( $P_1$ -замкнутого) множества  $F$  и для любой его  $P_1$ -окрестности ( $P_2$ -окрестности)  $OF$  можно найти  $P_1$ -окрестность ( $P_2$ -окрестность)  $O_1 F$ , такую, что  $P_2 cl O_1 F \subseteq OF$  ( $P_1 cl O_1 F \subseteq OF$ ).

Теорема 12. Бипространство  $X$   $r$ -регулярно тогда и только тогда, когда для любой точки  $x \in X$  и для любой ее  $P_1$ -окрестности  $Ox$  ( $P_2$ -

окрестности  $Vx$ ) можно найти  $P_1$ -окрестность  $O_1x$  ( $P_2$ -окрестность  $V_1x$ ), такую, что  $P_2 cl O_1x \subseteq O_x$  ( $P_1 cl V_1x \subseteq Vx$ ).

Теорема 13. Если  $(P, Q)$  — нормальная пара  $p$ -нормального бипространства  $X$ , то существуют  $P_2$ -окрестность  $OP$  и  $P_1$ -окрестность  $OQ$ , такие, что  $P_1 cl OP \cap P_2 cl OQ = \emptyset$ .

Теорема 14. Если бипространство  $X$   $p$ -нормально, то  $p - \text{Ind } X \leq n$  тогда и только тогда, когда выполняются следующие условия:

1) для любого  $P_2$ -замкнутого множества  $F$  и для любой его  $P_1$ -окрестности  $OF$  существует  $P_1$ -окрестность  $O_1F$ , такая, что  $P_2 cl O_1F \subseteq OF$  и  $p - \text{Ind } P_2 P_1 Fr O_1F \leq n - 1$ ;

2) для любого  $P_1$ -замкнутого множества  $\Phi$  и для любой его  $P_2$ -окрестности  $V\Phi$  существует  $P_2$ -окрестность  $V_1\Phi$ , такая, что  $P_1 cl V_1\Phi \subseteq V\Phi$  и  $p - \text{Ind } P_1 P_2 Fr V_1\Phi \leq n - 1$ .

Теорема 15. Если бипространство  $X$   $p$ -регулярно, то  $p - \text{ind } X \leq n$  тогда и только тогда, когда выполняются следующие условия:

1) для любой точки  $x \in X$  и для любой ее  $P_1$ -окрестности  $Ox$  существует  $P_1$ -окрестность  $O_1x$ , такая, что  $P_2 cl O_1x \subseteq O_x$  и  $p - \text{ind } P_2 P_1 Fr O_1x \leq n - 1$ ;

2) для любой точки  $x \in X$  и для любой ее  $P_2$ -окрестности  $Vx$  существует  $P_2$ -окрестность  $V_1x$ , такая, что  $P_1 cl V_1x \subseteq Vx$  и  $p - \text{ind } P_1 P_2 Fr V_1x \leq n - 1$ .

Из теоремы 15 получаем, что  $p - \text{ind } X = 0$  тогда и только тогда, когда  $X$  нульмерно в смысле работы [2].

Теорема 16. Если  $p - \text{dim } X \leq n$  и  $X_0 \subset X$   $p$ -замкнуто в  $X$ , то  $p - \text{dim } X_0 \leq n$ .

Теорема 17. Для любого бипространства  $X$  соотношения  $p - \text{dim } X = 0$  и  $p - \text{Ind } X = 0$  эквивалентны между собой и каждое из них влечет  $p$ -нормальность бипространства  $X$ .

Определение 6. Пусть  $P$  и  $Q$  — произвольные подмножества бипространства  $X$ . Будем говорить, что множество  $P$   $P_2$ -отделено ( $P_1$ -отделено) от множества  $Q$  относительно  $P_1$  (относительно  $P_2$ ), если  $(P \cap P_2 cl Q) \cup (Q \cap P_1 cl P) = \emptyset$  ( $(Q \cap P_2 cl P) \cup (P \cap P_1 cl Q) = \emptyset$ ).

Определение 7. Будем говорить, что бипространство  $X$  наследственно  $p$ -нормально, если любое его подбипространство  $p$ -нормально.

Теорема 18. Для того чтобы бипространство  $X$  было наследственно  $p$ -нормально, необходимо и достаточно, чтобы для любых двух подмножеств  $P, Q \subset X$ , таких, что  $P$   $P_2$ -отделено от  $Q$  относительно  $P_1$ , существовали  $P_2$ -окрестность  $OP$  и  $P_1$ -окрестность  $OQ$ , такие, что  $OP \cap OQ = \emptyset$ .

Теорема 19. Любое наследственно  $p$ -нормальное бипространство  $p$ -нормально.

Теорема 20. Пусть в наследственно  $p$ -нормальном бипространстве  $X$  дано множество  $X_0$  и в нем точка  $x_0 \in X_0$ .

Для того чтобы  $p - \text{ind}_{x_0} X_0 \leq n$ , необходимо и достаточно, чтобы:

1) в любой  $P_1$ -окрестности  $Ox_0$  содержалась  $P_1$ -окрестность  $O_1x_0$ , для которой  $p - \text{ind}(X_0 \cap P_2 P_1 Fr O_1x_0) \leq n - 1$ ;

2) в любой  $P_2$ -окрестности  $Vx_0$  содержалась  $P_2$ -окрестность  $V_1x_0$ , для которой  $p - \text{ind}(X_0 \cap P_1 P_2 Fr V_1x_0) \leq n - 1$ .

Теорема 21. Пусть  $(X, P_1, P_2)$  — наследственно  $p$ -нормальное бипространство. Для любых двух подмножеств  $M, N \subset X$  имеем

$$p - \text{ind}(M \cup N) \leq p - \text{ind} M + p - \text{ind} N + 1.$$

Теорема 22. Если наследственно  $p$ -нормальное бипространство  $X$  представляется в виде суммы  $n+1$  множеств  $X_i$ , таких, что  $p - \text{Ind} X_i \leq 0$  для любого  $i = \overline{0, n}$ , то  $p - \text{Ind} X \leq n$ .

Теорема 23. Если  $X$  — наследственно  $p$ -нормальное бипространство и  $X = A \cup B$ , где  $p - \text{Ind} A \leq n$  и  $p - \text{Ind} B \leq 0$ , то  $p - \text{Ind} X \leq n + 1$ .

Тбилисский государственный университет

(Поступило 26.7.1974)

მათემატიკა

ბ. დვალიშვილი

ბიტოპოლოგიურ სივრცეთა განზომილების შესახებ

რეზიუმე

ბიტოპოლოგიური სივრცეებისათვის შემოტანილია და გამოკვლეულია სხვადასხვა განზომილებათა ცნებები, რომლებიც ანალოგიურნი არიან ტოპოლოგიური სივრცეების  $\text{Ind}$ ,  $\text{ind}$  და  $\text{dim}$  განზომილებებისა.

MATHEMATICS

B. P. DVALISHVILI

## DIMENSION OF BITOPOLOGICAL SPACES

### Summary

For bitopological spaces different notions of dimensions, analogous to the dimensions  $\text{Ind}$ ,  $\text{ind}$  and  $\text{dim}$  of topological spaces, are introduced and investigated.

### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. J. Swart. Ind. Math. vol. 33, Fas. 2, 1970, 135.
2. L. Reilly, Ivan. Ind. Math. vol. 35, Fas. 2, 1973, 127.
3. ბ. პ. დვალიშვილი. Сообщения АН ГССР, 73, № 2, 1974.
4. J. Pervin, William. Ind. Math., vol. 29, Fas. 3, 1967, 369.
5. J. C. Kelly. Proc. London Math. Soc., 13, 1963, 71.





А. Б. ХАРАЗИШВИЛИ

## РЕАЛИЗАЦИЯ ЦВЕТНЫХ ГРАФОВ В ГИЛЬБЕРТОВОМ ПРОСТРАНСТВЕ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Б. В. Хведелидзе 21.2.1974)

Напомним, что неориентированным графом (или просто графом) называется пара  $(X, \Gamma)$ , у которой  $\Gamma$  служит частью  $F_2(X)$ -множества всех двухэлементных подмножеств  $X$ . При этом говорят, что  $X$  наделено структурой графа (ибо  $\Gamma$  в действительности есть структура определенного рода на основном базисном множестве  $X$ ), и  $(X, \Gamma)$  отождествляют с  $X$ . Элементы  $X$  называют вершинами графа, а элементы  $\Gamma$  — его ребрами. Пара  $(X, \emptyset)$  (соответственно  $(X, F_2(X))$ ) называется графом с изолированными вершинами (соответственно полным графом).

Согласно общим определениям теории множеств [1], морфизмом  $(X, \Gamma)$  в  $(X', \Gamma')$  можно назвать такое отображение  $f: X \rightarrow X'$ , что образ  $\Gamma$  относительно канонического распространения  $f$  на  $F_2(X)$  является частью  $\Gamma'$ .

После этого стандартным путем, с помощью понятий инициальных и финальных структур вводятся определения подграфа, произведения и суммы семейств графов, прямого образа графа и т. п.

Пусть  $I$  — некоторое вспомогательное базисное множество, которое для удобства будем называть множеством цветов.

Говорим, что тройка  $(X, \Gamma, T)$  есть цветной граф, если  $(X, \Gamma)$  — неориентированный граф, а  $T$  — разбиение  $\Gamma$  с входящей в  $I$  первой проекцией.

Пример. В  $F_2(X)$ , где  $X$  — метрическое пространство, рассмотрим отношение эквивалентности:  $x \in F_2(X) \& y \in F_2(X) \& x$  изометрично  $y$ . Предположим, что существует биекция, область определения которой содержится в  $I$ , а область значений совпадает с фактор-множеством по указанной эквивалентности. Пусть  $T$  — график этой функции. Тройка  $(X, F_2(X), T)$  будет полным цветным графом, канонически ассоциированным с  $X$ .

Естественно назвать морфизмом  $(X, \Gamma, T)$  в  $(X', \Gamma', T')$  такой морфизм  $(X, \Gamma)$  в  $(X', \Gamma')$ , распространение которого на  $\Gamma$  совместимо с разбиениями  $T$  и  $T'$  и с тождественным отображением  $I$ . Другими словами, при морфизме одинаково окрашенные ребра  $X$  переходят в ребра  $X'$  того же цвета.

Граф  $(X, \Gamma)$  (соответственно  $(X, \Gamma, T)$ ) конечный, если  $\text{Card } X < \aleph_0$ . Отметим здесь же, что структура, заданная на множестве  $X$ , называется совершенно симметричной или однородной, если группа ее автоморфизмов транзитивна на  $X$ .

**Теорема 1.** Следующие два утверждения относительно цветности конечного графа  $X$  эквивалентны:

- а)  $(\forall x)(\forall y) ((x, y) \in X \Rightarrow X \setminus \{x\} \text{ изоморфно } X \setminus \{y\})$ ,  
 б)  $X$  — совершенно симметричный граф.

Импликация б)  $\Rightarrow$  а) тривиальна. При доказательстве обратной импликации используется возможность реализации  $X$  в евклидовом пространстве.

**Лемма 1.** Пусть  $X$  — полный цветной граф с  $\text{Card } X = n + 1$ , где  $n$  — натуральное число. Существуют  $n$ -мерный симплекс в  $E_n$  с множеством вершин  $Y$  и биективное отображение  $f: X \rightarrow Y$ , служащее изоморфизмом  $X$  на граф, канонически ассоциированный с  $Y$ .

Таким образом, теорему 1 достаточно доказать для евклидова симплекса. При этом можно опираться на геометрические свойства последнего. Именно, здесь полезно воспользоваться тем фактом, что у  $n$ -мерного симплекса с попарно конгруэнтными  $n-1$ -мерными гранями центры описанной и вписанной сфер совпадают, откуда вытекает, что если два таких симплекса имеют общую  $n-1$ -мерную грань, то они либо равны, либо симметричны относительно аффинной гиперплоскости, порожденной их общей гранью.

В качестве следствия теоремы 1 имеем

**Предложение.** Допустим, что  $(X, \Gamma, T)$  — цветной граф,  $m$  — натуральное число,  $\text{Card } X \geq m + 2$  и все подграфы  $X$  с мощностями  $m$  изоморфны между собой. Тогда  $\Gamma = \emptyset$  или  $\Gamma = F_2(X)$  и ребра  $X$  окрашены в один цвет.

Отождествляя каждый неориентированный граф с соответствующим цветным графом, получаем аналоги теоремы и ее следствия для неориентированных графов.

Результат леммы 1 обобщается на бесконечные графы, мощность множества цветов которых не превосходит  $2^{\aleph_0}$ .

$$\text{Введем обозначение: } p = \prod_{k=1}^{\infty} \left(1 + \frac{1}{k^2}\right).$$

**Теорема 2.** Предположим, что  $\varepsilon$  является строго положительным числом, удовлетворяющим неравенствам

$$a) \quad 4 \left( (1 + \varepsilon)^2 - \frac{1}{2} - p \left( \varepsilon + \frac{\varepsilon^2}{2} \right) \right) > (1 + \varepsilon)^2,$$

$$b) \quad 1 > 4p \left( \varepsilon + \frac{\varepsilon^2}{2} \right) + \frac{p \left( \varepsilon + \frac{\varepsilon^2}{2} \right)}{4 \left( (1 + \varepsilon)^2 - \frac{1}{2} - p \left( \varepsilon + \frac{\varepsilon^2}{2} \right) \right)},$$

$$c) \quad (1 + \varepsilon)^2 - \frac{1}{2} - p \left( \varepsilon + \frac{\varepsilon^2}{2} \right) > \varepsilon^2,$$

и возьмем действительное гильбертово пространство  $H$  с ортонормированным базисом  $(e_i)_{i \in I}$ . Тогда всякое метрическое пространство  $X$  с  $\text{Card } X \leq$





$\leq \text{Card } I + 1$ , множество ненулевых расстояний которого входит в интервал  $[1, 1 + \varepsilon]$ , можно изометрично отобразить в  $H$ .

Доказательство теоремы 2, в свою очередь, опирается на ряд лемм.

Лемма 2. Если  $H$  — вещественное гильбертово пространство,  $(e_i)_{i \in I}$  — ортонормированный базис  $H$ ,  $X$  — топологически свободная часть  $H^{(1)}$  с  $\text{Card } X = \text{Card } I + 1$ , то найдется множество  $Y \subset H$ , изометричное  $X$  и такое, что  $(\forall x) (x \in Y \Rightarrow)$  замкнутое линейное многообразие, порожденное  $Y \setminus \{x\}$ , есть аффинная гиперплоскость в  $H$ .

Это утверждение нетрудно получить, рассуждая трансфинитной индукцией по соотношению, вполне упорядочивающему  $I$ .

Лемма 3. Пусть  $\varepsilon > 0$ ,  $S$  —  $n$ -мерный евклидов симплекс, длины всех ребер которого находятся в промежутке  $[1, 1 + \varepsilon]$ ,  $h$  — длина произвольной высоты  $S$ . Тогда  $\delta_n \leq h \leq \Delta_n$ , где

$$\Delta_n = \sqrt{(1 + \varepsilon)^2 - \frac{n-1}{2n}}, \quad \delta_n = \sqrt{\Delta_n^2 - \left(\varepsilon + \frac{\varepsilon^2}{2}\right) \prod_{k=1}^n \left(1 + \frac{1}{k^2}\right)}.$$

Лемма 4. Предположим, что  $H$  — отдельное предгильбертово пространство,  $\varepsilon$  — положительное число,  $X$  — подмножество  $H$  со свойством

$$(\forall x) (\forall y) (\{x, y\} \subset X \ \& \ x \neq y \Rightarrow) 1 \leq \|x - y\| \leq 1 + \varepsilon.$$

При этих условиях справедливо соотношение  $(\forall x) (x \in X \Rightarrow)$  расстояние от точки  $x$  до линейного многообразия, несущего  $X \setminus \{x\}$ , не меньше  $\sqrt{(1 + \varepsilon)^2 - \frac{1}{2} - p \left(\varepsilon + \frac{\varepsilon^2}{2}\right)}$ .

В частности, при достаточно малом  $\varepsilon$  аффинная система  $X$  топологически свободна.

Приведенное утверждение есть прямое следствие леммы 3.

Наконец, имеет место

Лемма 5. Допустим, что  $X$  — метрическое пространство, вполне упорядоченное отношением  $\leq'$ ,  $H$  — действительное гильбертово пространство, ортонормированным базисом которого служит семейство  $(e_i)_{i \in I}$ . Если  $(\forall x) (x \in X \Rightarrow) (\text{Card } \mathcal{E}_y (y \leq' x) < \text{Card } I + 2 \ \& \ \text{существует часть } H, \text{ изометричная } \mathcal{E}_y (y \leq' x))$ , то найдется подмножество  $H$ , изометричное  $X$ .

Это предложение тоже доказывается методом трансфинитной индукции.

Тбилисский государственный университет  
Институт прикладной математики

(Поступило 28.2.1974)

<sup>(1)</sup> Относительно этого понятия см. [2].

ა. ხარაზიშვილი

ფერადი გრაფების რეალიზაცია ჰილბერტის სივრცეში

რეზიუმე

დამტკიცებულია ყოველი მეტრიკული სივრცის კომბინატორული რეალიზაციის შესაძლებლობა სათანადო განზომილების ჰილბერტის სივრცეში.

MATHEMATICS

A. B. KHARAZISHVILI

THE REALIZATION OF COLOURED GRAPHS IN  
A HILBERT SPACE

Summary

The feasibility of combinatorial realization of every metric space in a Hilbert space of necessary dimension is proved.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. Бурбаки. Теория множеств. М., 1965.
2. Н. Бурбаки. Топологические векторные пространства. М., 1959.

Д. Г. НАТРОШВИЛИ

РЕШЕНИЕ ОСНОВНЫХ ГРАНИЧНЫХ ЗАДАЧ СТАТИКИ  
 МОМЕНТНОЙ ТЕОРИИ УПРУГОСТИ ДЛЯ ПОЛУПРОСТРАНСТВА

(Представлено академиком В. Д. Куградзе 26.4.1974)

1. Общее представление. Основные уравнения статики моментной теории упругости имеют вид [1]

$$(\mu + \alpha) \Delta u + (\lambda + \mu - \alpha) \operatorname{grad} \operatorname{div} u + 2\alpha \operatorname{rot} \omega = 0, \quad (1)$$

$$(\nu + \beta) \Delta \omega + (\varepsilon + \nu - \beta) \operatorname{grad} \operatorname{div} \omega + 2\alpha \operatorname{rot} u - 4\alpha \omega = 0,$$

где  $u = (u_1, u_2, u_3)$ ,  $\omega = (\omega_1, \omega_2, \omega_3)$  — соответственно вектор смещения и вектор вращения;  $\mu, \alpha, \lambda, \nu, \beta, \varepsilon$  — физические постоянные, характеризующие данную среду.

Вектор напряжения в произвольной точке  $x \in E_3$  определяется формулой

$$T(\partial_x, n(x)) W(x) = (T^{(1)}(\partial_x, n(x)) W(x), T^{(2)}(\partial_x, n(x)) W(x)),$$

$$T^{(1)}(\partial_x, n) W = (\mu + \alpha) \frac{\partial u}{\partial n} + \lambda n \operatorname{div} u + (\mu - \alpha) \sum_{j=1}^3 n_j \operatorname{grad} u_j + 2\alpha [n \omega], \quad W = (u, \omega), \quad (2)$$

$$T^{(2)}(\partial_x, n) W = (\nu + \beta) \frac{\partial \omega}{\partial n} + \varepsilon n \operatorname{div} \omega + (\nu - \beta) \sum_{j=1}^3 n_j \operatorname{grad} \omega_j,$$

где  $n(x)$  — произвольный единичный вектор, совпадающий с внутренней нормалью в граничных точках рассматриваемой области.

Основные задачи статики моментной теории упругости для полупространства ставятся следующим образом: найти в области  $E_3^+ = \{x : x \in E_3, x_3 > 0\}$  регулярное решение  $W = (u, \omega)$  уравнений (1), удовлетворяющее на границе  $E_2 = \{x : x \in E_3, x_3 = 0\}$  одному из следующих граничных условий:

I.  $\{W(z)\}^+ = (F(z), \Psi(z)).$

II.  $\{T(\partial_z, n(z)) W(z)\}^+ = (F(z), \Psi(z)).$

III.  $\{u(z)\}^+ = F(z), \quad \{T^{(2)}(\partial_z, n(z)) W(z)\}^+ = \Psi(z).$

IV.  $\{T^{(1)}(\partial_z, n(z)) W(z)\}^+ = F(z), \quad \{\omega(z)\}^+ = \Psi(z).$

V.  $\{(n(z) u(z))\}^+ = F_4(z), \quad \{T^{(1)}(\partial_z, n(z)) W(z) - n(z) (n(z) T^{(1)}(\partial_z, n(z)) W(z))\}^+ = F(z), \quad \{(n(z) \omega(z))\}^+ = \Psi_4(z), \quad \{T^{(2)}(\partial_z, n(z)) W(z) - n(z) (n(z) T^{(2)}(\partial_z, n(z)) W(z))\}^+ = \Psi(z).$



$$\text{VI. } \{u(z) - n(z)(n(z)u(z))\}^+ = F(z), \quad \{(n(z)T^{(1)}(\partial_z, n(z))W(z))\}^+ = F_4(z), \\ \{\omega(z) - n(z)(n(z)\omega(z))\}^+ = \Psi(z), \quad \{(n(z)T^{(2)}(\partial_z, n(z))W(z))\}^+ = \Psi_4(z).$$

Здесь  $F = (F_1, F_2, F_3)$ ,  $\Psi = (\Psi_1, \Psi_2, \Psi_3)$ ,  $F_4, \Psi_4$  — заданные на  $E_2$  функции,  $n(z)$  — внутренняя нормаль в точке  $z \in E_2$ .

Опираясь на результаты, полученные в [2], можно доказать теорему единственности для формулированных выше задач. Легко проверить, что вектор  $W = (u, v)$ , определенный формулой

$$u(x) = \varphi(x) + x_3 \operatorname{grad} \psi - \frac{\nu + \beta}{2\mu} \phi^{(2)}(x), \quad (3)$$

$$\omega(x) = \frac{1}{2} \operatorname{rot} \varphi(x) + \begin{pmatrix} -\frac{\partial}{\partial x_2} \\ \frac{\partial}{\partial x_1} \\ 0 \end{pmatrix} \psi^{(0)}(x) + \operatorname{grad} \phi^{(1)}(x) - \frac{1}{k_2^2} \operatorname{rot} \phi^{(2)}(x), \quad (4)$$

где

$$\varphi = (\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3), \quad \psi = (\psi_1, \psi_2, \psi_3), \quad \Delta \varphi = \Delta \psi = 0, \quad (\Delta - k_2^2) \phi^{(j)} = 0, \\ j = 1, 2, \quad \operatorname{div} \psi^{(2)} = 0, \quad \frac{\partial \psi^{(0)}}{\partial x_3} = -\frac{\lambda + \mu}{\lambda + 3\mu} \operatorname{div} \varphi, \quad x \in E_3, \quad k_1^2 = \frac{4\alpha}{\varepsilon + 2\nu}, \\ k_2^2 = \frac{4\alpha\mu}{(\mu + \alpha)(\nu + \beta)}, \quad (5)$$

удовлетворяет уравнениям (1). Это представление дает возможность решить все основные задачи статики моментной теории упругости.

2. Решение задачи I. Ищем решение  $W = (u, \omega)$  в виде (3) — (4), где

$$\varphi(x) = \frac{1}{2\pi} \int_{E_2} a(\rho) \exp\{-x_3 \rho\} \exp\{i(\rho_1 x_1 + \rho_2 x_2)\} d\rho_1 d\rho_2, \\ \psi^{(0)}(x) = \frac{\lambda + \mu}{2\pi(\lambda + 3\mu)} \int_{E_2} \frac{1}{\rho} (P(-\rho) a(\rho)) \exp\{-x_3 \rho\} \exp\{i(\rho_1 x_1 + \rho_2 x_2)\} d\rho_1 d\rho_2, \\ \psi^{(1)}(x) = \frac{1}{2\pi} \int_{E_2} b(\rho) \exp\{-x_3 \sqrt{\rho^2 + k_1^2}\} \exp\{i(\rho_1 x_1 + \rho_2 x_2)\} d\rho_1 d\rho_2, \\ \psi^{(2)}(x) = \frac{1}{2\pi} \int_{E_2} c(\rho) \exp\{-x_3 \sqrt{\rho^2 + k_2^2}\} \exp\{i(\rho_1 x_1 + \rho_2 x_2)\} d\rho_1 d\rho_2,$$

$a = (a_1, a_2, a_3)$ ,  $b, c = (c_1, c_2, c_3)$ ,  $c_3 = \frac{i(\rho_1 c_1 + \rho_2 c_2)}{\sqrt{\rho^2 + k_2^2}}$  — искомые функции,  $P(\eta) = (i\rho_1, i\rho_2, \eta)$ ,  $\rho = \sqrt{\rho_1^2 + \rho_2^2}$ .

Заметим, что выбранные так функции  $\varphi, \psi, \psi, \psi$  удовлетворяют условиям (5).



Предположим, что граничные данные  $F(z)$  и  $\Psi(z)$  являются трансформантами Фурье некоторых функций  $f(\rho)$  и  $\psi(\rho)$ :

$$\begin{pmatrix} F(z) \\ \Psi(z) \end{pmatrix} = \frac{1}{2\pi} \int_{E_2} \begin{pmatrix} f(\rho) \\ \psi(\rho) \end{pmatrix} \exp \{i(\rho_1 z_1 + \rho_2 z_2)\} d\rho_1 d\rho_2. \quad (6)$$

Теперь, переходя в (3)–(4) к пределу, когда  $(x_1, x_2, x_3) \rightarrow (z_1, z_2, 0)$ , и учитывая граничное условие задачи I и формулу (6), для определения искомых функций  $a_1, a_2, a_3, b, c_1, c_2$  получаем следующую алгебраическую линейную систему уравнений:

$$\begin{aligned} a - \frac{\nu + \beta}{2\mu} c &= f, \\ \frac{1}{2} [P(-\rho) a] + \frac{\lambda + \mu}{2(\lambda + 3\mu)\rho} (P(-\rho) a) \begin{pmatrix} -i\rho_2 \\ i\rho_1 \\ 0 \end{pmatrix} + P(-\sqrt{\rho^2 + k_1^2}) b - \\ - \frac{1}{2} [P(-\sqrt{\rho^2 + k_2^2}) c] &= \psi. \end{aligned} \quad (7)$$

Решение этой системы имеет вид

$$\begin{aligned} a_1 &= \frac{1}{D_3(\rho)} \left\{ \frac{\sqrt{\rho^2 + k_2^2}}{k_2^2} f_1 + \frac{\nu + \beta}{2\mu} \left( \Phi_2 - i\rho_2 \frac{\Phi_3}{D_2(\rho)} \right) \right\}, \\ a_2 &= \frac{1}{D_3(\rho)} \left\{ \frac{\sqrt{\rho^2 + k_2^2}}{k_2^2} f_2 + \frac{\nu + \beta}{2\mu} \left( -\Phi_1 + i\rho_1 \frac{\Phi_3}{D_2(\rho)} \right) \right\}, \\ a_3 &= f_3 + \frac{\nu + \beta}{2\mu D_1(\rho)} \left\{ i\rho_2 \psi_1 - i\rho_1 \psi_2 - \frac{(\lambda + 2\mu)\rho}{\lambda + 3\mu} (P(-\rho) f) \right\}, \\ b &= \frac{\Phi_3}{D_2(\rho)}, \quad c_1 = \frac{1}{D_3(\rho)} \left\{ \Phi_2 - i\rho_2 \frac{\Phi_3}{D_2(\rho)} + \frac{\rho}{2} f_1 \right\}, \\ c_2 &= \frac{1}{D_3(\rho)} \left\{ -\Phi_1 + i\rho_1 \frac{\Phi_3}{D_2(\rho)} + \frac{\rho}{2} f_2 \right\}, \end{aligned} \quad (8)$$

где

$$\begin{aligned} D_1(\rho) &= \frac{(\nu + \beta)(\lambda + 2\mu)\rho}{2\mu(\lambda + 3\mu)} (\sqrt{\rho^2 + k_2^2} - \rho) - 1, \quad D_2(\rho) = \rho - \sqrt{\rho^2 + k_1^2} + \\ &+ \frac{(\mu + \alpha)\rho(\rho - \sqrt{\rho^2 + k_2^2})}{(\mu + \alpha)\sqrt{\rho^2 + k_2^2} - \alpha\rho}, \\ D_3(\rho) &= \frac{\nu + \beta}{4\mu} \left( \frac{\mu + \alpha}{\alpha} \sqrt{\rho^2 + k_2^2} - \rho \right), \quad \Phi_1 = \psi_1 + \frac{\nu + \beta}{4\alpha} \frac{i\rho_2}{D_1(\rho)} \left[ i\rho_2 \psi_1 - i\rho_1 \psi_2 - \right. \\ &- \left. \frac{\rho(\lambda + 2\mu)}{\lambda + 3\mu} (P(-\rho) f) \right] - \frac{i\rho_2 f_3}{2} - \frac{i\rho_2(\lambda + \mu)}{2(\lambda + 3\mu)\rho D_1(\rho)} \left[ (P(-\rho) f) + \right. \\ &+ \left. \frac{\nu + \beta}{2\mu} (\sqrt{\rho^2 + k_2^2} - \rho)(i\rho_2 \psi_1 - i\rho_1 \psi_2) \right], \quad \Phi_2 = \psi_2 - \frac{\nu + \beta}{4\alpha} \frac{i\rho_1}{D_1(\rho)} \times \\ &\times \left[ i\rho_2 \psi_1 - i\rho_1 \psi_2 - \frac{\rho(\lambda + 2\mu)}{\lambda + 3\mu} (P(-\rho) f) \right] + \frac{i\rho_1 f_3}{2} + \frac{i\rho_1(\lambda + \mu)}{2(\lambda + 3\mu)\rho D_1(\rho)} \times \end{aligned}$$

$$\times \left[ (P(-\rho) f) + \frac{\nu + \beta}{2\mu} (\sqrt{\rho^2 + k_2^2} - \rho) (ip_2 \psi_1 - ip_1 \psi_2) \right],$$

$$\Phi_3 = \psi_3 + \frac{\mu}{\alpha\rho - (\mu + \alpha) \sqrt{\rho^2 + k_2^2}} \left\{ ip_1 \psi_1 + ip_2 \psi_2 - \frac{i\rho}{2} (\rho_1 f_2 - \rho_2 f_1) \right\} -$$

$$- \frac{i\rho}{2} (\rho_1 f_2 - \rho_2 f_1).$$

Нетрудно доказать, что  $D_j(\rho) \neq 0$ ,  $j=1, 2, 3$  при  $0 \leq \rho < \infty$ . Подставляя (8) в (3)–(4), получаем искомое решение поставленной задачи I. При этом от граничных данных требуется, чтобы они были функциями класса  $C^3(E_2)$ , исчезающими на бесконечности вместе с частными производными четвертого порядка [3].

Совершенно аналогично решаются и остальные задачи.

Тбилисский государственный университет  
 Институт прикладной математики

(Поступило 7.6.1974)

დრეკადლობის თეორია

დ. ნატროშვილი

დრეკადლობის მომენტური თეორიის სტატიკის ძირითადი  
 ამოცანების ამოხსნა ნახევარსივრცისათვის

რეზიუმე

ამოხსნილია დრეკადობის მომენტური თეორიის სტატიკის ძირითადი საზღვრო ამოცანები იზოტროპული ნახევარსივრცისათვის.

THEORY OF ELASTICITY

D. G. NATROSHVILI

SOLUTION OF BASIC BOUNDARY VALUE PROBLEMS OF STATICS  
 OF THE NON-SYMMETRICAL THEORY OF ELASTICITY  
 FOR HALFSPACE

Summary

The basic boundary-value problems of statics of the non-symmetrical general theory of elasticity for halfspace are solved.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. W. Nowacki. Teoria niesymetrycznej sprężystości. Warszawa, 1971.
2. В. Д. Купрадзе, Т. Г. Гегелиა, М. О. Башелейшвили, Т. В. Бурчуладзе. Трехмерные задачи математической теории упругости и термоупругости. М., 1974.
3. С. Бохнер. Лекции об интегралах Фурье. М., 1962.

А. Г. МАМИСТВАЛОВ

## О КОНСТРУИРОВАНИИ АФФИННЫХ ИНВАРИАНТОВ $n$ -МЕРНЫХ ОБРАЗОВ

(Представлено академиком В. В. Чавчавадзе 30.4.1974)

В работе [1] была доказана ошибочность основной теоремы моментных инвариантов [2]. Там же она была исправлена и вновь доказана, после чего стало возможным решить задачу аффинной классификации двумерных (плоских) зрительных образов. В настоящей статье излагается обобщенная основная теорема моментных инвариантов, которая, в частности, позволяет впервые конструировать инварианты для автоматической аффинной классификации одномерных и трехмерных образов.

Рассмотрим,  $n$ -арную алгебраическую форму порядка  $r$  [3, 4]:

$$\hat{f} = \sum \frac{r!}{r_1! \dots r_n!} a_{r_1 \dots r_n} (u^1)^{r_1} \dots (u^n)^{r_n} \quad (r_1 + \dots + r_n = r). \quad (1)$$

Однородный полином  $I(a_{r_1 \dots r_n})$  от коэффициентов формы (1)  $a_{r_1 \dots r_n}$  называется алгебраическим инвариантом веса  $\omega$  [3, 4], если

$$I(a'_{r_1 \dots r_n}) = \Delta^\omega I(a_{r_1 \dots r_n}), \quad (2)$$

где  $a'_{r_1 \dots r_n}$  суть коэффициенты формы, в которую переходит форма (1) при преобразовании

$$u^i = \sum_{k=1}^n \alpha_{ki} u'^k, \quad i = 1, \dots, n, \quad (3)$$

а  $\Delta \neq 0$  и представляет собой определитель преобразования (3).

Пусть  $n$ -мерные объекты характеризуются в каждой точке пространства финитной функцией  $\rho(x_1, \dots, x_n)$ . Будем подвергать заданные объекты линейному преобразованию

$$x'_i = \sum_{k=1}^n \alpha_{ik} x_k, \quad i = 1, \dots, n. \quad (4)$$

Без ограничения общности можно допустить, что центр тяжести объекта совпадает с началом координат. Тогда  $n$ -мерные центральные моменты порядка  $r$  от функции  $\rho(x_1, \dots, x_n)$  объекта до и после преобразования (4) будут равны соответственно



$$\mu_{r_1 \dots r_n} = \int_{-\infty}^{\infty} \dots \int_{-\infty}^{\infty} x_1^{r_1} \dots x_n^{r_n} \rho(x_1, \dots, x_n) dx_1 \dots dx_n \quad (r_1 + \dots + r_n = r),$$

$$\mu'_{r_1 \dots r_n} = \int_{-\infty}^{\infty} \dots \int_{-\infty}^{\infty} (x'_1)^{r_1} \dots (x'_n)^{r_n} \rho'(x'_1, \dots, x'_n) dx'_1 \dots dx'_n \quad (r_1 + \dots + r_n = r).$$

Обобщенная основная теорема моментных инвариантов. Если  $n$ -арная алгебраическая форма (1) имеет алгебраический инвариант (2), то  $n$ -мерные моменты порядка  $r$  имеют тот же инвариант, но с дополнительным множителем  $|J|^k$ :

$$I(\mu'_{r_1 \dots r_n}) = \Delta^{\omega} |J|^k I(\mu_{r_1 \dots r_n}),$$

где  $J$  — якобиан преобразования (4), а  $k$  — степень однородных полиномов  $I(a_{r_1 \dots r_n})$ ,  $I(a'_{r_1 \dots r_n})$ .

Размерность распознаваемых объектов определяет размерность пространства той алгебраической формы, по инвариантам которой на основе сформулированной выше теоремы можно конструировать искомые моментные инварианты. Например, для плоских образов  $n=2$  и моментные инварианты можно конструировать с помощью инвариантов бинарных алгебраических форм; для трехмерных образов  $n=3$  и моментные инварианты можно конструировать с помощью инвариантов тернарных алгебраических форм и т. д. Тем не менее для одного случая  $n$ -арных алгебраических форм —  $n$ -арных квадратичных форм

$$f = \sum \frac{2!}{r_1! \dots r_n!} a_{r_1 \dots r_n} (u^1)^{r_1} \dots (u^n)^{r_n} \quad (r_1 + \dots + r_n = 2)$$

можно конструировать инвариант от моментов, годный при любом  $n$ . Известно, что дискриминант  $n$ -арной квадратичной формы является ее инвариантом, веса  $\omega=2$ , [3]:

$$\begin{vmatrix} a'_{20 \dots 0} & a'_{11 \dots 0} & \dots & a'_{10 \dots 1} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a'_{10 \dots 1} & a'_{01 \dots 1} & \dots & a'_{00 \dots 2} \end{vmatrix} = \Delta^2 \begin{vmatrix} a_{20 \dots 0} & a_{11 \dots 0} & \dots & a_{10 \dots 1} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{10 \dots 1} & a_{01 \dots 1} & \dots & a_{00 \dots 2} \end{vmatrix}.$$

Определители в левой и правой частях последнего равенства представляют собой однородные полиномы степени  $k=n$  от коэффициентов  $n$ -арной квадратичной формы. Поэтому согласно обобщенной основной теореме моментных инвариантов будем иметь

$$\begin{vmatrix} \mu'_{20 \dots 0} & \mu'_{11 \dots 0} & \dots & \mu'_{10 \dots 1} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \mu'_{10 \dots 1} & \mu'_{01 \dots 1} & \dots & \mu'_{00 \dots 2} \end{vmatrix} = |J|^n \Delta^2 \begin{vmatrix} \mu_{20 \dots 0} & \mu_{11 \dots 0} & \dots & \mu_{10 \dots 1} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \mu_{10 \dots 1} & \mu_{01 \dots 1} & \dots & \mu_{00 \dots 2} \end{vmatrix}. \quad (5)$$



$$\mu_{r_1 \dots r_n} = \int_{-\infty}^{\infty} \dots \int_{-\infty}^{\infty} x_1^{r_1} \dots x_n^{r_n} \rho(x_1, \dots, x_n) dx_1 \dots dx_n \quad (r_1 + \dots + r_n = r),$$

$$\mu'_{r_1 \dots r_n} = \int_{-\infty}^{\infty} \dots \int_{-\infty}^{\infty} (x'_1)^{r_1} \dots (x'_n)^{r_n} \rho'(x'_1, \dots, x'_n) dx'_1 \dots dx'_n \quad (r_1 + \dots + r_n = r).$$

Обобщенная основная теорема моментных инвариантов. Если  $n$ -арная алгебраическая форма (1) имеет алгебраический инвариант (2), то  $n$ -мерные моменты порядка  $r$  имеют тот же инвариант, но с дополнительным множителем  $|J|^k$ :

$$I(\mu'_{r_1 \dots r_n}) = \Delta^k |J|^k I(\mu_{r_1 \dots r_n}),$$

где  $J$ —якобиан преобразования (4), а  $k$ —степень однородных полиномов  $I(a_{r_1 \dots r_n})$ ,  $I(a'_{r_1 \dots r_n})$ .

Размерность распознаваемых объектов определяет размерность пространства той алгебраической формы, по инвариантам которой на основе сформулированной выше теоремы можно конструировать искомые моментные инварианты. Например, для плоских образов  $n=2$  и моментные инварианты можно конструировать с помощью инвариантов бинарных алгебраических форм; для трехмерных образцов  $n=3$  и моментные инварианты можно конструировать с помощью инвариантов тернарных алгебраических форм и т. д. Тем не менее для одного случая  $n$ -арных алгебраических форм —  $n$ -арных квадратичных форм

$$f = \sum_{r_1 + \dots + r_n = 2} \frac{2!}{r_1! \dots r_n!} a_{r_1 \dots r_n} (u^1)^{r_1} \dots (u^n)^{r_n} \quad (r_1 + \dots + r_n = 2)$$

можно конструировать инвариант от моментов, годный при любом  $n$ . Известно, что дискриминант  $n$ -арной квадратичной формы является ее инвариантом, веса  $\omega=2$ , [3]:

$$\begin{vmatrix} a'_{20 \dots 0} & a'_{11 \dots 0} & \dots & a'_{10 \dots 1} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a'_{10 \dots 1} & a'_{01 \dots 1} & \dots & a'_{00 \dots 2} \end{vmatrix} = \Delta^2 \begin{vmatrix} a_{20 \dots 0} & a_{11 \dots 0} & \dots & a_{10 \dots 1} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{10 \dots 1} & a_{01 \dots 1} & \dots & a_{00 \dots 2} \end{vmatrix}.$$

Определители в левой и правой частях последнего равенства представляют собой однородные полиномы степени  $k=n$  от коэффициентов  $n$ -арной квадратичной формы. Поэтому согласно обобщенной основной теореме моментных инвариантов будем иметь

$$\begin{vmatrix} \mu'_{20 \dots 0} & \mu'_{11 \dots 0} & \dots & \mu'_{10 \dots 1} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \mu'_{10 \dots 1} & \mu'_{01 \dots 1} & \dots & \mu'_{00 \dots 2} \end{vmatrix} = |J|^n \Delta^2 \begin{vmatrix} \mu_{20 \dots 0} & \mu_{11 \dots 0} & \dots & \mu_{10 \dots 1} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \mu_{10 \dots 1} & \mu_{01 \dots 1} & \dots & \mu_{00 \dots 2} \end{vmatrix}. \quad (5)$$



Легко показать, что между моментами нулевого порядка существует такая зависимость:

$$\mu'_{00\dots 0} = |J| \mu_{00\dots 0}. \quad (6)$$

Кроме того, из (3) и (4) имеем

$$\Delta^2 = |J|^2. \quad (7)$$

Тогда из (5), (6) и (7) получаем, что выражение

$$I_n = \frac{\begin{vmatrix} \mu_{20\dots 0} \mu_{11\dots 0} \dots \mu_{10\dots 1} \\ \dots \dots \dots \dots \dots \dots \\ \mu_{10\dots 1} \mu_{01\dots 1} \dots \mu_{10\dots 2} \end{vmatrix}}{\mu_{00\dots 0}^{n+2}} \quad (8)$$

инвариантно относительно преобразования (4).

По нашему допущению моменты, фигурирующие в формуле (8), являются центральными. Известно, что центральные моменты инвариантны относительно переносов, т. е. относительно преобразования

$$x'_i = x_i + y_i, \quad i = 1, \dots, n. \quad (9)$$

Тогда выражение (8), зависящее только от центральных моментов, будет инвариантным и относительно преобразования (9). Суперпозицией преобразований (4) и (9) получается аффинное преобразование

$$x'_i = \sum_{k=1}^n \alpha_{ik} x_k + y_i, \quad i = 1, \dots, n. \quad (10)$$

Таким образом, имеет место следующее предложение:

**Теорема.** *Выражение (8) инвариантно относительно аффинного преобразования (10).*

При  $n=1$  и  $n=3$  из (8) получаем такие инварианты для автоматической аффинной классификации соответственно одномерных и трехмерных образов:

$$I_1 = \frac{\mu_2}{\mu_0^3},$$

$$I_3 = \frac{\mu_{200} \mu_{020} \mu_{002} + 2 \mu_{110} \mu_{101} \mu_{011} - \mu_{200} \mu_{011}^2 - \mu_{110}^2 \mu_{002} - \mu_{101}^2 \mu_{020}}{\mu_{000}^5}.$$

При  $n=2$  из (8) получается аффинный инвариант плоских образов

$$I_2 = \frac{\mu_{20} \mu_{02} - \mu_{11}^2}{\mu_{00}^4},$$

который нами был найден в работе [1].

Тбилисский государственный университет

(Поступило 5.5.1974)

ბ. შავისთვალოში

*n*-განზომილებიანი ხატების აფინური ინვარიანტების  
 აბეზის შესახებ

რეზიუმე

განზოგადებულია მომენტთა ინვარიანტების შესწორებული ძირითადი თეორემა [1, 2]. ამის საფუძველზე შესაძლებელი გახდა აფინური ინტეგრალური ინვარიანტების აგება *n*-განზომილებიანი ხატების აფინური კლასიფიკაციის მიზნით.

CYBERNETICS

A. G. MAMISTVALOV

ON THE CONSTRUCTION OF AFFINE INVARIANTS OF  
*n*-DIMENSIONAL PATTERNS

Summary

The earlier corrected fundamental theorem of moment invariants [1, 2] is generalized. On this basis it is possible to construct integral affine invariants for affine classification of *n*-dimensional patterns.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. Г. Мамиствалов. Сообщения АН ГССР, 59, № 2, 1970.
2. Ming-Kuei Hu. IRE Trans. on Information Theory, IT-8, № 2, 1962.
3. Г. Б. Гуревич. Основы теории алгебраических инвариантов. М.—Л., 1948.
4. Г. Вейль. Классические группы, их инварианты и представления. М., 1947.

К. Р. НАТРОШВИЛИ

## МЕХАНИЗМ НАРУШЕНИЯ КИРАЛЬНОЙ СИММЕТРИИ И ВЕКТОРНЫЕ МЕЗОНЫ

(Представлено членом-корреспондентом Академии А. Н. Тавхелидзе 4.2.1974)

В работе [1] исследовалась модель нарушения киральной симметрии  $SU_3 \otimes SU_3$  для  $0^\pm$ -мезонов и было показано, что она удовлетворительно описывает спектр масс  $0^\pm$ -мезонов и их распадные свойства, в частности поведение формфакторов  $K_{l_3}$ -распада. Представляет интерес выяснение структуры спектра и формфакторов при учете взаимодействия с векторными частицами. Рассмотрим модель взаимодействия мезонов со спонтанной генерацией масс векторных частиц:

$$L = -\frac{1}{4} \text{Tr} \{F_{\mu\nu} F^{\mu\nu} + G_{\mu\nu} G^{\mu\nu}\} - \frac{1}{2} \text{Tr} \{\Delta_\mu M \Delta_\mu M^+\} - \quad (1)$$

$$- \frac{B}{8} \text{Tr} \{(v_\mu + a_\mu)^2 M M^+ + (v_\mu - a_\mu)^2 M^+ M\} - \frac{C}{4} \text{Tr} \{(v_\mu + a_\mu) M (v_\mu - a_\mu) M^+\}$$

$$- \frac{1}{12} \xi_V (\text{Tr} F_{\mu\nu})^2 - \frac{1}{12} \xi_A (\text{Tr} G_{\mu\nu})^2 - V_0(M, M^+) - V_{SB}(M, M^+),$$

где  $M = \frac{1}{\sqrt{2}} \sum_{i=0}^8 \lambda_i (S_i + i\Phi_i)$  — нонет  $0^\pm$ -мезонов, преобразующийся по линейному представлению  $(\bar{3}, \bar{3}) \oplus (\bar{3}, 3)$  группы  $SU_3 \otimes SU_3$ ;  $v_\mu = \frac{1}{\sqrt{2}} \sum_{i=0}^8 \lambda_i v_\mu^i$ ,  $a_\mu = \frac{1}{\sqrt{2}} \sum_{i=0}^8 \lambda_i a_\mu^i$  — нонеты  $1^\pm$ -мезонов, преобразующиеся как калибровочные поля Янга-Миллса [2];  $V_0$  — произвольная функция  $SU_3 \otimes SU_3$  инвариантов, составленных из полей  $0^\pm$ -мезонов;  $V_{SB}$  — билинейный нарушитель киральной симметрии<sup>(1)</sup>:

$$V_{SB} = \delta \{a(S_0 + cS_8) + d(U_0 + c'U_8) + eG_8\}. \quad (2)$$

Как обычно, вакуум считаем  $SU_2$ -инвариантным:

$$\alpha_i \equiv \langle S_i \rangle_0 = \alpha_0 \delta_{i0} + \alpha_8 \delta_{i8} \quad (3)$$

и работаем в приближении деревьев, используя инвариантные свойства  $V_0$  и вакуума [3]. Для устранения непосредственного перехода

(<sup>1</sup> Мы следуем обозначениям работы [1].

между векторными и скалярными частицами необходимо провести перенормировку волновых функций:

$$\widehat{\Phi}_i = Z_i \Phi_i; \quad \widehat{S}_i = X_i (S_i - \alpha_i); \quad i = 0, 1, \dots, 8, \quad (4)$$

где  $\widehat{\Phi}_i, \widehat{S}_i$  — перенормированные волновые функции;  $Z_i, X_i$  — константы перенормировки соответствующих мезонов. Тогда получаем следующие массовые формулы:

$$\begin{aligned} M_{\pi}^2 &= -\frac{1}{\alpha_8} \frac{X_8}{X_{\pi}^2} \sigma_8 + \widehat{v}_{\pi\pi}, \\ m_K^2 &= -\frac{1}{Z_K^2} \frac{\sqrt{2} X_0 \sigma_0 - \frac{1}{2} X_8 \sigma_8}{\sqrt{2} \alpha_0 - \frac{1}{2} \alpha_8} + \widehat{v}_{KK}, \\ m_{\pi}^2 &= -\frac{1}{Z_{\pi}^2} \frac{\sqrt{2} X_0 \sigma_0 + X_8 \sigma_8}{\sqrt{2} \alpha_0 + \alpha_8} + \widehat{v}_{\pi\pi}, \end{aligned} \quad (5)$$

где  $\sigma_i \equiv \left( \frac{\partial V_{SB}}{\partial S_i} \right)_0$ ;  $\widehat{v}_{ij} \equiv \left( \frac{\partial^2 V_{SB}}{\partial \widehat{\Phi}_i \partial \widehat{\Phi}_j} \right)_0$ ;  $(\widehat{\Psi}_i = \widehat{S}_i, \widehat{\varphi}_i)$ ;

$$\begin{aligned} (m_V^2)_{nm} &= g^2 \alpha_8^2 f_{kns} f_{kms} + \frac{B}{16} \alpha^h \alpha^l \text{Tr} ((\lambda_n, \lambda_m) \lambda_h \lambda_l) + \\ &+ \frac{C}{16} \alpha^h \alpha^l \text{Tr} (\lambda_n \lambda_h \lambda_m \lambda_l + m \longleftrightarrow n); \end{aligned} \quad (6)$$

$$\begin{aligned} (m_A^2)_{nm} &= g^2 \alpha^h \alpha^l d_{ikh} d_{ilm} + \frac{B}{16} \alpha^h \alpha^l \text{Tr} ((\lambda_n, \lambda_m) \lambda_h \lambda_l) - \\ &- \frac{C}{16} \alpha^h \alpha^l \text{Tr} (\lambda_n \lambda_h \lambda_m \lambda_l + m \longleftrightarrow n). \end{aligned}$$

Кроме того, имеется соотношение между массами частиц  $\eta$  и  $\eta'$ , аналогичное формуле (47) работы [1] с очевидными изменениями на перенормировку полей. Результаты анализа этих массовых формул приведены в таблице. Как видно из таблицы, только результат для  $\omega_A$  расходится с имеющимися экспериментальными данными, но он хорошо согласуется с предсказаниями по формуле Швингера для нонетов [4].

Рассмотрим теперь формфактор  $K_{I_3}$ -распада, определенный соотношением

$$\langle \pi^0(p) | \partial_{\mu} V_{I_3}^{\mu} | K^+(k) \rangle = \frac{i}{\sqrt{2}} (m_K^2 - m_{\pi}^2) f(t). \quad (7)$$

Уравнение для дивергенции векторного тока, согласно (1), имеет вид

$$\partial_{\mu} V_I^{\mu} = f_{ijk} \alpha_h M_{jl}^2 X_j \widehat{S}_i + f_{ijk} \left( M_{jl}^2 \frac{X_j}{X_h} \widehat{S}_h \widehat{S}_l + m_{il}^2 \frac{Z_l}{Z_h} \widehat{\Phi}_h \widehat{\Phi}_l \right) +$$

$$+ \frac{1}{2} f_{ijk} \alpha_k (g_{S_j S_l S_m} X_j \widehat{S}_l \widehat{S}_m + g_{S_j \Phi_l \Phi_m} \widehat{\Phi}_l \widehat{\Phi}_m). \quad (8)$$

После обычной линейной параметризации формфактора [5]

$$f(t) = f_+(0) \left( 1 + \lambda_0 \frac{t}{m_\pi^2} \right) \quad (9)$$

Величины, которые считаются известными в модели (Мэв)	$m_\pi$ 134	$m_K$ 497	$m_{\eta'}$ 765	$m_\omega$ 784	$m_\rho$ 1019	$m_{A_1}$ 1070	$\Gamma_\rho$ 150	$f_\pi$ 136	
Вычисляемые в модели величины	$m_{K^*}$ 886 Мэв	$m_{K_A}$ 1251 Мэв	$m_{\omega_A}$ 1087 Мэв	$\frac{f_K}{f_\pi f_+(0)}$ 1,16	$f_+(0)$ 1,006	$Z_\pi^2$ 0,667	$Z_K^2$ 0,674	$\frac{Z_K}{Z_\pi}$ 1,005	$X_\pi^2$ 0,997
Соответствующие экспериментальные значения	892 Мэв	1240—1400 Мэв	1286 Мэв ?	$1,27 \pm 0,03$					

для наклона  $\lambda_0$  получаем выражение

$$\lambda_0 = \frac{m_K^2 \left( \frac{Z_K}{Z_\pi} - 1 \right) - m_\pi^2 \left( \frac{Z_\pi}{Z_K} - 1 \right)}{m_K^2 - m_\pi^2} + \frac{m_\pi^2}{M_\pi^2} \frac{\left( m_K^2 \frac{Z_K}{Z_\pi} - m_\pi^2 \frac{Z_\pi}{Z_K} \right) + \left( \widehat{v}_{\pi\pi} \frac{Z_\pi}{Z_K} - \widehat{v}_{KK} \frac{Z_K}{Z_\pi} \right)}{m_K^2 - m_\pi^2}. \quad (10)$$

Отмеченное выше массовое соотношение  $(\eta - \eta')$ -частиц представляет собой квадратное уравнение для комбинации  $\widehat{v}_{\pi\pi} \frac{Z_\pi}{Z_K} - \widehat{v}_{KK} \frac{Z_K}{Z_\pi}$ , из которого получаем два решения:  $2,41 m_\pi^2$  и  $48, 84 m_\pi^2$ .

Используя данные о массе гипотетической  $\chi$ -частице [6]:  $M_\chi \sim 1200 - 1400$  Мэв, получаем, соответственно

$$\lambda_0 \approx 0,015 \div 0,013, \\ \lambda_0 \approx - (0,054 \div 0,038). \quad (11)$$

Экспериментально мировое среднее для наклона  $\lambda_0$  все еще остается отрицательным [7], хотя в последних опытах было получено также положительное значение [8]. Как видно, для приемлемых значений  $M_\chi$  имеем решения с обоими знаками для  $\lambda_0$ , которые не противоречат экспериментальным результатам. В случае  $\lambda_0 > 0$  какое-либо позитивное заключение о характере приближенной симметрии можно будет сделать лишь после знания точных значений  $\lambda_0$  и  $M_\chi^2$ , в то

время как в случае  $\lambda_0 < 0$  механизм нарушения симметрии проявляется весьма отчетливо. Во втором случае можно показать, что лишь при учете представления (1.8)  $\oplus$  (8.1) (т. е. при  $e \neq 0$ ) можно добиться отсутствия «внутреннего нарушения» симметрии в представлении  $(3,3) \oplus (3,3)$  (т. е.  $c = c'$ ). Кроме того, при этом  $c \approx -\sqrt{2}$ , т. е. симметрия  $SU_3 \otimes SU_3$  предпочтительнее.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 14.2.1974)

ფიზიკა

ა. ნატროშვილი

კირალური სიმეტრიის დარღვევის მექანიზმი და  
 ვექტორული მეზონები

რეზიუმე

განხილულია  $0^\pm$  და  $1^\pm$ -მეზონების ურთიერთქმედი სისტემა, რომელშიც ვექტორული და აქსიალური ნაწილაკების მასები სპონტანურადაა გენერირებული. არჩეულია  $SU_3 \otimes SU_3$  კირალური სიმეტრიის დარღვევის გარკვეული მექანიზმი და შესწავლილია  $0^\pm$  და  $1^\pm$  ნაწილაკების მასების სპექტრისა და  $K_{I_3}$ -დაშლის ფორმაფაქტორების მონაცემების ერთობლივი აღწერის შესაძლებლობა.

PHYSICS

K. R. NATROSHVILI

## THE MECHANISM OF CHIRAL SYMMETRY BREAKING AND VECTOR MESONS

Summary

The interacting system of the  $0^\pm$  and  $1^\pm$  mesons is considered, in which the masses of vector and axial vector mesons are generated spontaneously. A definite mechanism of  $SU_3 \otimes SU_3$  chiral symmetry breaking is chosen and the possibility of adequate description of  $0^\pm$  and  $1^\pm$  meson mass spectra and the  $K_{I_3}$  decay form factors is investigated.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. A. A. Хелашвили. Сб.: «Физика высоких энергий». Школа молодых ученых. Дубна, 1973, 305.
2. S. Gasiorowicz, D. Geffen. Rev. Mod. Phys., 41, 1969, 531.
3. J. Schechter, Y. Ueda. Phys. Rev., D 3, 1971, 2874.
4. К. Р. Натрошвили, А. А. Хелашвили. Сообщения АН ГССР, 74, № 1, 1974.
5. L. M. Chounet, J. M. Gaillard, M. K. Gaillard. Phys. Rep., 4c, 1972, 201.
6. Particle Data Group. Rev. Mod. Phys., 45, № 2, Part II, 1973.
7. S. Merlan *et al.* Preprint BNL-18076, 1973.
8. G. Donaldson *et al.* Phys. Rev. Lett., 31, 1973, 337.

М. А. ЭЛИАШВИЛИ

ОБ ОТРИЦАТЕЛЬНОМ НАКЛОНЕ СКАЛЯРНОГО  $K_{13}$   
 ФОРМ-ФАКТОРА

(Представлено членом-корреспондентом Академии А. Н. Тавхелидзе 28.3.1974)

1°. В работах [1—4] выдвинуто предположение, что при описании нарушений киральной динамики неинвариантная часть адронного лагранжиана преобразуется по комбинированному представлению  $[(3, \bar{3}) \oplus (\bar{3}, 3)] \oplus [(8, 1) \oplus (1, 8)]$  группы  $SU_3 \otimes SU_3$ :

$$L_{S.B} = \epsilon_0 u_0(x) + \epsilon_8 u_8(x) + \delta_8 g_8(x), \quad (1)$$

Асимметрия основного состояния допускает существование ненулевых вакуумных средних  $\langle u_0 \rangle_0$ ,  $\langle u_8 \rangle_0$ ,  $\langle g_8 \rangle_0$ . Тогда результаты теории будут зависеть от параметров нарушения, которые удобно выбрать следующим образом:

$$a = \frac{\epsilon_8}{\sqrt{2} \epsilon_0}, \quad b = \frac{\langle u_8 \rangle_0}{\sqrt{2} \langle u_0 \rangle_0}, \quad \omega = \frac{\delta_8 \langle g_8 \rangle_0}{\epsilon_8 \langle u_8 \rangle_0}, \quad \gamma = \frac{2}{3} \epsilon_0 \langle u_0 \rangle_0. \quad (2)$$

Введение октетного представления было обусловлено желанием объяснить отрицательный наклон скалярного  $K_{13}$  форм-фактора

$$f(t) : \lambda_0 = \frac{1}{m_\pi^2} \frac{f'(0)}{f(0)} \approx -0,024 \text{ при разумном спектре мезонных масс,}$$

так как можно показать, что в моделях с нарушением  $(3, \bar{3}) \oplus (\bar{3}, 3)$  [5] отрицательные  $\lambda_0$  достигаются лишь при введении в теорию нереально легких странных каптонов с массой порядка 300 мев.

Ниже показано, что в схеме с нарушением (1) можно описать отрицательные  $\lambda_0$  при реалистических значениях  $m_\pi \sim 900 \div 1400$  мев [6].

2°. Для вычисления требуемых амплитуд привлекается нелинейный эффективный лагранжиан, который можно построить при нелинейной реализации группы  $SU_3 \otimes SU_3$  с линеаризацией на подгруппе  $SU_2 \otimes Y$ . Согласно этой модели [4], скалярный форм-фактор  $f(t)$  имеет следующий вид:

$$f(t) = (m_k^2 - m_\pi^2) f_+(0) + \frac{t}{m_\pi^2 - t} \left\{ (m_\pi^2 - m_k^2) \left[ \frac{F_k}{F_\pi} - f_+(0) \right] + m_\pi^2 [Y - f_+(0)] \right\}, \quad (3)$$

где

$$Y = \frac{1}{m_\pi^2 F_\pi F_k} \frac{1+a}{1-\frac{a}{2}} \left[ m_k^2 F_k^2 - m_\pi^2 F_\pi^2 \frac{\omega}{1+\omega} \right]$$



и

$$f_+(0) = \frac{1}{2F_\pi F_k} (F_\pi^2 + F_k^2 - F_\omega^2).$$

Здесь  $m_i$  и  $F_i$  — массы и распадные константы мезонов. Исходя из массовых формул (3) работы [4] легко доказать справедливость соотношения

$$m_\omega^2 F_\omega^2 = \left(1 - \frac{\omega}{1+\omega} \frac{1+a}{1-\frac{a}{2}}\right)^{-1} \frac{3}{2} a \left[ \frac{m_\pi^2 F_\pi^2}{1+a} - \frac{m_k^2 F_k^2}{1-\frac{a}{2}} \right]. \quad (4)$$

Далее, можно показать [5], что при  $-1 \leq \omega \leq 0$  выполняются ограничения

$$\begin{aligned} m_\omega^2 F_\omega^2 &\leq (m_\pi F_\pi - m_k F_k)^2, \quad -1 < a < 0, \\ m_\omega^2 F_\omega^2 &\geq (m_\pi F_\pi + m_k F_k)^2, \quad a < -1. \end{aligned} \quad (5)$$

Исходя из условия положительности величины  $m_i^2 F_i^2$  в [7] были установлены области допустимых значений параметров нарушения (2), что и будет использовано в дальнейшем.

3°. Из (3) имеем следующее выражение для наклона скалярного форм-фактора:

$$\begin{aligned} \frac{m_k^2 - m_\pi^2}{m_\pi^2} \lambda_0 &= \frac{m_\omega^2 - m_k^2}{m_\omega^2} \left[ \frac{F_k}{F_\pi f_+(0)} - 1 \right] + \frac{m_\pi^2}{m_\omega^2} - \\ &- \frac{m_\pi^2}{m_\omega^2} \frac{F_\pi}{F_k f_+(0)} \left[ \nu - \frac{3}{2} r \right], \end{aligned} \quad (6)$$

где определены новые параметры

$$\nu = \frac{m_\omega^2 F_\omega^2 - m_k^2 F_k^2}{m_\pi^2 F_\pi^2} \quad \text{и} \quad r = \frac{a}{1+a}. \quad (7)$$

Опирируя системой уравнений (4) работы [7], можно показать, что

$$s \equiv \frac{b}{1+b} = \frac{2}{3} (\nu + 1) - r. \quad (8)$$

Очевидно, что желаемые отрицательные  $\lambda_0$  можно получить при таком подборе параметров, что

$$\nu - \frac{3}{2} r \gg 1. \quad (9)$$

В целях удобства определим величину

$$R = \frac{m_k^2 - m_\pi^2}{m_\omega^2} \left[ \frac{m_\pi^2}{m_\omega^2} - \lambda_0 \right]. \quad (10)$$

Тогда исходя из (6), (7) и (10) легко доказать справедливость равенства

$$r = \frac{1}{3} \frac{m_\omega^2}{m_\pi^2} \left[ (1-R) + (1+R) \left( \frac{F_\omega^2}{F_\pi^2} - \frac{F_k^2}{F_\pi^2} \right) \right]. \quad (11)$$

С другой стороны, из (7) и (9) следуют уравнения

$$a = \frac{r}{1-r}, \quad b = -\frac{\nu - \frac{3}{2}r + 1}{\nu - \frac{3}{2}r - \frac{1}{2}}, \quad (12)$$

$$\omega = -1 + \frac{2}{3} \frac{m_{\pi}^2 F_{\pi}^2}{m_{\pi}^2 F_{\pi}^2} \frac{1}{r} \frac{1}{\nu - \frac{1}{2}r + 1}.$$

Уравнения (11) определяют взаимосвязь параметров нарушения  $a$ ,  $b$ ,  $\omega$  с величинами, которые имеют непосредственный физический смысл:

$$\frac{F_{\pi}^2}{F_{\pi}^2}, \quad \frac{F_k^2}{F_{\pi}^2}, \quad \frac{m_{\pi}^2}{m_{\pi}^2}, \lambda_0.$$

Последовательное решение этих уравнений с учетом опытных данных позволяет определить, при каком нарушении возможно разумное описание как  $K_{13}$  параметров, так и мезонного спектра. Ясно, что параметры  $a$ ,  $b$ ,  $\omega$  должны при этом принимать значения, совместимые с условием положительности квадратов мезонных масс.

Отрицательные  $\lambda_0$  достигаются при выполнении условия (9), т. е. при

$$\frac{3}{2} s = \frac{3}{2} \frac{b}{1+b} = \nu - \frac{3}{2} r + 1 \geq 1. \quad (13)$$

Согласно результатам работы [7], неравенство  $\frac{b}{1+b} \geq 1$  реализуется лишь в области, где  $a < -1$ ,  $b < -1$ ,  $\omega > -1$  и справедливо ограничение снизу

$$m_{\pi}^2 F_{\pi}^2 > (m_{\pi} F_{\pi} + m_k F_k)^2. \quad (14)$$

При этом  $\nu > 0$  и  $r > 0$ , в силу чего из (11) следует, что

$$\frac{F_k^2}{F_{\pi}^2} - \frac{F_{\pi}^2}{F_{\pi}^2} < \frac{1-R}{1+R}.$$

Далее, согласно (6), при сдвиге  $\lambda_0$  в отрицательную сторону  $R$  растет и, следовательно, разность  $F_k^2 - F_{\pi}^2$  уменьшается.

4°. Поучительно сравнить полученные результаты с оценками, следующими из общих предположений о структуре пропагаторов дивергенций странных векторных токов, а именно, из ограничения (22) работы [8] можно извлечь неравенства, которым должна удовлетворять величина

$$\delta = \frac{m_{\pi}^2 F_{\pi}^2}{m_{\pi}^2 F_{\pi}^2} \left[ \frac{1}{f_{+}(0)} \frac{m_{\pi} F_{\pi}}{m_{\pi}^2} \right]^2.$$

Имеем

$$\delta > 2, \quad \lambda_0 = 0,005; \quad \delta > 16, \quad \lambda_0 = -0,025, \quad \lambda_{+} = 0,025$$

и

$$\delta > 1, \quad \lambda_0 = 0,015; \quad \delta > 12, \quad \lambda_0 = -0,025, \quad \lambda_{+} = 0,035.$$

Выписанные неравенства подтверждают полученный нами результат (13), что отрицательность  $\lambda_0$  требует тяжелых каппаонов и сравнительно больших  $F_{\pi}$ .

Ниже дана таблица, где приводятся значения  $\lambda_0$ ,  $a$ ,  $b$ ,  $\omega$  при разных выборах величин  $m_{\pi}^2$ ,  $F_k^2$ ,  $F_{\pi}^2$ :

$m_{\pi}^2$ (mev)	$\frac{F_k^2}{F_{\pi}^2}$	$\frac{F_{\pi}^2}{F_{\pi}^2}$	$\lambda_0$	$a$	$b$	$\omega$
890	0,95	0,55	-0,01	-1,3	-1,15	-0,78
1100	1,05	0,6	-0,015	-1,1	-1,05	-0,84
1400	1,05	0,5	-0,02	-1,1	-1,03	-0,85

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

(Поступило 4.4.1974)

ფიზიკა

ა. ელიაშვილი

$K_{13}$  სკალარული ფორმ-ფაქტორის უარყოფითი დახრილობის  
საკითხისათვის

რეზიუმე

ნაჩვენებია, რომ უარყოფითი დახრილობის ( $\lambda_0 < 0$ ) თანამიმდევრული აღწერისათვის კირალური სიმეტრიის დამრღვევი წევრი უნდა შეიცავდეს როგორც  $(3, \bar{3}) + (\bar{3}, 3)$ , ასევე  $(8, 1) + (1, 8)$  წარმოდგენასაც.

PHYSICS

M. A. ELIASHVILI

## ON THE NEGATIVE SLOPE OF THE SCALAR $K_{13}$ FORM-FACTOR

Summary

It is shown that for a consistent description of the negative slope ( $\lambda_0 < 0$ ), the chiral symmetry breaking term must contain both  $(3, \bar{3}) + (\bar{3}, 3)$  and  $(8, 1) + (1, 8)$  representations.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. V. S. Mathur, J. Subba Rao. Phys. Lett. 31 B, 1970, 383.
2. R. Arnowitt, M. Friedman, P. Nath. Phys. Rev. Lett., 23, 1971, 104.
3. K. Schilcher. Phys. Rev., D 4, 1971, 257.
4. M. Eliashvili, B. Magradze, M. Tugulea. JINR preprint E 2-5996, 1971.
5. М. Элиашвили. Препринт ОИЯИ. P 2-5290, 1970.
6. Particle Data Group. Phys. Lett., 39 B, 1972, 1.
7. А. А. Хелашвили, М. А. Элиашвили. Сообщения АН ГССР, 68, № 3, 1972.
8. S. Okubo. Phys. Rev., D 3, 1971, 2807.

И. М. ЕНУКАШВИЛИ, Н. Д. ДЖАПАРИДZE, Г. А. НАДИБАИДZE,  
 Н. А. БЕГАЛИШВИЛИ

## К ВОПРОСУ ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ЛЭНГМИУРОВСКОГО ЦЕПНОГО ПРОЦЕССА В КОНВЕКТИВНЫХ ОБЛАКАХ МЕТОДОМ МОНТЕ-КАРЛЮ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Б. К. Балазадзе 14.3.1974)

Дробление крупных капель и лэнгмиуровский цепной процесс [1] могут представлять собой один из важнейших факторов осадкообразования в конвективных облаках. Линеаризованное кинетическое уравнение коагуляции с учетом дробления крупных капель можно записать в виде [2, 3]

$$\begin{aligned}
 & \frac{\partial n_2(v, \vec{r}, t)}{\partial t} + \operatorname{div}[\omega(v, \vec{r}, t) n_2(v, \vec{r}, t)] = \\
 & = -n_2(v, \vec{r}, t) \int_0^{\infty} \sigma(v, u) n_1(u, \vec{r}, t) du + \\
 & + \int_0^v \sigma(v-u, u) n_2(v-u, \vec{r}, t) n_1(u, \vec{r}, t) du - \\
 & - n_2(v, \vec{r}, t) P(v, \vec{r}, t) + \int_v^{\infty} n_2(u, \vec{r}, t) Q(v, u) P(u, \vec{r}, t) du.
 \end{aligned} \tag{1}$$

Здесь  $n_2(v, \vec{r}, t)$ —функция распределения крупных облачных частиц по объемам  $v$  в момент времени  $t$  около точки в пространстве с радиус-вектором  $\vec{r}(x, y, z)$ ;  $n_1(u, \vec{r}, t)$ —функция распределения мелких капелек;  $\omega(v, \vec{r}, t)$ —скорость движения крупных облачных частиц;  $\sigma(v, u)$ —вероятность коагуляции;  $P(v, \vec{r}, t)$ —вероятность дробления капли объемом  $v$ ;  $Q(v, u)$ —распределение капель по объемам  $u$ , получающееся при дроблении капли объемом  $v$ . Последние два члена в правой части кинетического уравнения (1) представляют собой соответственно потерю и увеличение концентрации капель объемом  $v$  в результате дробления.

Взаимодействие мелких и крупных облачных капель друг с другом, а также с воздушной средой определяет коагуляционный рост, конвективный перенос и дробление крупных облачных капель, которые являются стохастическими явлениями. Идея использования мето-

да Монте-Карло для численного решения уравнения (1) основывается на моделировании процессов движения, дробления, столкновений и слияний крупных облачных капель с мелкими капельками [2, 4]. Учет того факта, что расщепление крупной капли является случайным событием, осуществляется тем, что по заданным функциям  $P(v)$  и  $Q(v, u)$  разыгрываются количество и объемы осколков, которые появляются в результате дробления более крупной капли. Разумеется, в простейшем случае дробление крупных облачных капель можно принять как достоверное событие и считать, что

$$P(v) = \begin{cases} 1 & \text{при } v > v_{кр}, \\ 0 & \text{при } v < v_{кр}. \end{cases}$$

Численные эксперименты проводились в случае нестационарной задачи. Процессы переноса и коагуляционного роста крупных капель до 200 мкм в радиусе рассматривались как случайные и расчет этих процессов проводился методом Монте-Карло [2, 4]. Выше 200 мкм коагуляционный рост крупных капель рассматривался как непрерывный из-за большой частоты столкновений крупных капель с мелкими (порядка 50 и более в секунду). Предполагалось, что растущие крупные капли при достижении критического радиуса  $R_{кр}$  расщеплялись на два сравнительно крупных осколка с радиусами  $R_1$  и  $R_2$ . На рис. 1, 2 изображены соответственно изменения со временем (до и после дробления) функции распределения крупных капель по размерам и их концентрации по высоте для начального экспоненциального спектра крупных капель у основания облака. Первоначальный средний радиус

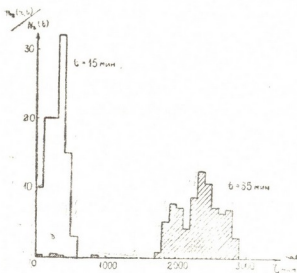


Рис. 1

крупных капель  $\bar{R}_0 = 50$  мкм, скорость восходящих конвективных потоков  $\omega = \text{const} = 10$  м/сек, концентрация крупных капель у основания облака  $N_2 = 50$  м<sup>-3</sup>,  $R_{кр} = 0,3$  см,  $R_1 = 0,25$  см,  $R_2 = 0,2$  см. Спектр мелких облачных капелек также принимался экспоненциальным с концентрацией  $N_1 = 300$  см<sup>-3</sup> и с водностью  $W_1 = 10^{-6}$  г·см<sup>-3</sup>. В таблице представлены параметры зарождения и развития лэнгмюровского цепного процесса ( $T_c$  — момент времени зарождения цеп-

ного процесса,  $\bar{H}_{\min}$  — нижняя высота слоя цепного процесса — слоя, где в результате дробления происходит чередование подъема и опускания растущей крупной облачной капли,  $\bar{\Delta Z}$  — мощность слоя цепного процесса; первоначальный спектр крупных капель принимался экспоненциальным со средним радиусом  $\bar{R}_0$ ; скорость восходящих потоков  $\omega = \text{const} = 10$  м/сек).



Анализ результатов численных экспериментов показывает, что с увеличением  $\bar{R}_0$  и  $W_1$  цепной процесс зарождается раньше, ближе к основанию облака и слой цепного процесса более узкий. Функция распределения со временем смещается в сторону более крупных капель,

$\bar{R}_0$	$W_1=10^{-6} \text{ г} \cdot \text{см}^{-3}$			$W_1=2 \cdot 10^{-6} \text{ г} \cdot \text{см}^{-3}$		
	$T_c$ мин	$\bar{H}_{\min}$ км	$\Delta \bar{Z}$ км	$T_c$ мин	$\bar{H}_{\min}$ км	$\Delta \bar{Z}$ км
25	31	11,2	9,4	16	5,0	4,2
50	26	8,6	5,2	14	4,5	2,35
100	18	3,3	1,6	11	3,35	1,9
		5,9	4,4			

дисперсия спектра последних увеличивается, хотя встречаются капли всевозможных размеров до  $R_{кр}$ . В случае начального монодисперсного спектра сразу после дробления у функции распределения крупных капель появляются два дополнительных максимума в районе 0,2 и 0,25 см. Функция распределения крупных облачных капель по высоте имеет несколько максимумов. В случае экспоненциального начального

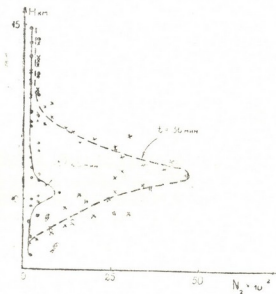


Рис. 2

спектра со средним радиусом  $\bar{R}_0=50$  мкм цепной процесс начинается на различных высотах, но затем эти слои сближаются, образуя слой с нижней высотой  $\bar{H}_{\min}=8,6$  км. При  $\bar{R}_0=100$  мкм получаются два слоя цепного процесса, отдаленных друг от друга на 1 км. При треугольном профиле скорости восходящих потоков ( $\omega_0=2$  м/сек; при  $Z=5$  км  $\omega=\omega_{\max}=10$  м/сек; при  $Z=10$  км  $\omega=0$ ) зависимость высоты и мощности слоя цепного процесса от первоначального радиуса крупных капель, от водности мелких капелек, а также от величины и рас-





положения максимальной скорости восходящих потоков носит стохастический характер. В случае  $R_0 = 25$  мкм зона цепного процесса образовывалась в районе  $\omega_{\max}$ . В случае  $R_0 = 50$  мкм крупные капли достигали критических размеров ниже уровня их первоначального нахождения. Следует заметить, что ранее пространственная неоднородность конвективного облака приписывалась турбулентности, однако, по-видимому, можно утверждать, что существенный вклад в пространственную неоднородность облака вносит также и стохастическая природа микрофизических процессов коагуляции и дробления облачных капель.

Таким образом, в конвективных облаках зоны накопления (в ряде случаев их несколько) могут появляться и при  $\omega = \text{const}$ . Наличием нескольких зон накопления, по всей вероятности, обусловлены слоистость радиолокационной отражаемости и пульсационный характер выпадения конвективных осадков. При начальном экспоненциальном спектре крупных капель у основания конвективного облака более вероятно зарождение лэнгмюровского цепного процесса; поэтому для искусственного стимулирования последнего следует рекомендовать внесение в основание облака крупных гигроскопических ядер с достаточно большой дисперсией функции распределения.

Закавказский научно-исследовательский  
гидрометеорологический институт

(Поступило 22.3.1974)

გეოფიზიკა

ი. ენუკაშვილი, ნ. დ. ჯაპარიძე, გ. ნადიბაიძე, გ. ბეგალიშვილი  
კონვექტიური ლრუბლებში მონტე-კარლოს მეთოდით  
ლენგმუურის ჯაჭვური პროცესის რიცხვითი  
მოდელირების საპრობლემური

რეზიუმე

მონტე-კარლოს მეთოდით განხილულია ლრუბლის მსხვილი წვეთების კონვექტიური გადატანის, გახლეჩისა და წვირის წვეთებთან კოაგულაციის პროცესების რიცხვითი მოდელირება.

GEOPHYSICS

I. M. ENUKASHVILI, N. D. JAPARIDZE, G. A. NADIBAI DZE,  
N. A. BEGALISHVILI

ON THE NUMERICAL MODELING OF THE LANGMUIR CHAIN  
REACTION IN CUMULUS CLOUDS BY THE MONTE-CARLO  
METHOD

Summary

Numerical modeling of the processes of convective transfer, breaking up and coagulation of large cloud drops with small cloud droplets as well as their fractionation is considered by the Monte-Carlo method.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. J. Langmuir. J. Meteorol., № 5, 1948.
2. И. М. Енукашвили, Н. А. Бегалишвили. Изв. АН СССР, физика атмосферы и океана, № 7, 1973.
3. R. C. Srivagtava. J. Atm. Sci., № 3, 1971.
4. И. М. Енукашвили, Н. Д. Джапаридзе, Ш. И. Цицвашвили, Н. А. Бегалишвили. Труды ЗаКНИГМИ, вып. 55(61), 1974.



Г. Д. СУПАТАШВИЛИ, Н. В. ЛОРИЯ, Г. Я. ТОДРАДZE

## КОНЦЕНТРИРОВАНИЕ МИКРОКОЛИЧЕСТВ МЕДИ ИЗ ПРИРОДНЫХ ВОД СОСАЖДЕНИЕМ С ГИДРООКИСЬЮ АЛЮМИНИЯ

(Представлено членом-корреспондентом Академии И. М. Гвердцители 16.5.1974)

Для определения меди в природных водах успешно применяются экстракционно-фотометрические методы [1, 2]. Несмотря на высокую чувствительность этих методов, нередко требуется предварительное концентрирование 1—2 л пробы. Для концентрирования рекомендовано выпаривание [2]. Метод этот длительный, трудоемкий, особые трудности возникают в полевых условиях, необходимо транспортировать большие количества пробы, при хранении которых меняется содержание микроэлементов.

Метод концентрирования микроэлементов сосаждением, по сравнению с другими методами, прост и легко выполним в полевых условиях.

В литературе имеются данные о сосаждении меди с некоторыми гидроокисями [3—5]. Авторы ставили целью изучение механизма сосаждения, поэтому исследовалось сосаждение больших количеств меди в малых объемах раствора (1—40 мг, 10 мл). Естественно, при увеличении объема раствора и уменьшении количества меди условия сосаждения будут иными.

Нами изучено сосаждение микрограммовых количеств меди из больших объемов раствора (3—50 мкг, 1—2 л). На основе полученных данных разработан метод концентрирования меди в природных водах. В качестве коллектора применили гидроокиси железа, алюминия и магния. Гидроокиси металлов получали осаждением  $Fe^{3+}$ ,  $Mg^{2+}$  и  $Al^{3+}$ , которые вводили в виде растворов  $NH_4Fe(SO_4)_2$ ,  $MgSO_4$  и  $KAl(SO_4)_2$ . В качестве осадителей применяли конц.  $NH_4OH$  и 1 N раствор  $Na_2CO_3$ . В концентрате  $Cu^{2+}$  определяли экстракционно-фотометрическим методом с применением диэтилдитиокарбамата свинца [1]. Оптические плотности растворов измеряли на фотометре ФЭК-М.

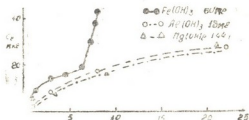
На полноту сосаждения влияет множество факторов: природа и количество сосаждаемого иона и коллектора, pH, химический состав, объем и температура раствора и др.

В целях установления оптимальных условий сосаждения меди из различных объемов раствора в большом диапазоне варьировало количество коллектора и ионов меди. Часть полученных результатов приведена на рис. 1—3. Результаты, полученные при других количествах меди (3, 25 и 50 мкг), в основном аналогичны.

Между полнотой сосаждения меди и количеством  $Fe(OH)_3$  существует сложная, нелинейная связь. С увеличением количества кол-

меди не влияют. При содержании 200 мг/л кальция соосаждение меди уменьшается на 10%.

Рис. 4. Распределение меди между твердой ( $c_2$ ) и жидкими фазами ( $c_1$ )



Как и следовало ожидать, степень влияния органических комплексобразующих веществ на соосаждение ионов меди находится в тесной связи с величинами показателей констант неустойчивости образующихся комплексов (рис. 5). Поэтому предварительная обработка природной воды необходима для разрушения комплексов меди с аминокислотами, оксикислотами и др. Без этого при соосаждении меди получаются заниженные на 20—30% результаты. На основе этого факта можно разработать простой метод определения форм миграции меди в природных водах.

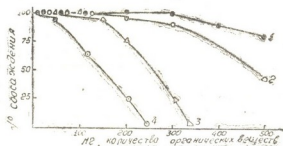


Рис. 5. Влияние органических веществ на соосаждение меди (6 мкг) при объеме раствора 0,5 л: 1 — винная кислота  $pK=5,76$ ; 2—нитрилтриуксусная кислота  $pK=12,68$ ; 3—гликокол  $pK=12,25$ , 4—Этилендиаминтетрауксусная кислота  $pK=18,80$  ( $pK$ —показатель неустойчивости образующихся комплексов)

Из примененных нами коллекторов наилучшими химико-аналитическими свойствами отличается гидроксид алюминия.  $Al^{3+}$  не мешает определению меди в концентрате, соосаждение приводится при комнатной температуре (в отличие от  $Fe(OH)_3$ ), при получении более 60 мг  $Al(OH)_3$  медь количественно соосаждается из 0,1—2 л раствора.

Результаты определения меди в природных водах

Найдено $Cu^{2+}$ , мкг/л		Найдено $Cu^{2+}$ , мкг/л	
соосаждением	выпариванием	соосаждением	выпариванием
1,9	1,8	2,9	3,0
2,0	1,9	7,3	7,4
2,0	2,1	17,4	17,4
2,8	2,8	17,4	17,3

Для концентрирования меди в природных водах рекомендуем следующую методику: к 1—2 л отфильтрованной воды добавляем 3—6 мл  $HCl$  (1:1) и нагреваем до кипения. После охлаждения добавляем 5 мл насыщенного раствора  $KAl(SO_4)_2$ , перемешиваем и  $Al^{3+}$  осаждаем 1 N раствором  $Na_2CO_3$  ( $pH$  6—7). После отстаивания фильт-

რუემ или сифонируем раствор, осадок растворяем в 2—3 мл HCl (1:2), объем раствора доводим дважды перегнанной водой до 100 мл и определяем медь экстракционно-фотометрическим методом с применением диэтилдитиокарбамата свинца.

Для проверки разработанного метода концентрирования меди в некоторых пробах природных вод медь концентрировали по описанной методике и путем выпаривания. Результаты приведены в таблице.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 17.5.1974)

სნაღმზური ძიგბია

ბ. სუპატაშვილი, ნ. ლორია, გ. თოდრაძე

სპილენძის მიკრორაოდენობის კონცენტრირება ბუნებრივი  
 წყლებიდან ალუმინის ჰიდროქსიდთან თანდაღმძვით

რეზიუმე

შესწავლილა მიკრორაოდენობა სპილენძის (3—50 მკგ) თანდაღმძვა რკინის, ალუმინის და მგენიუმის ჰიდროქსიდებთან. დაღგენილია, რომ სპილენძის კონცენტრირებისათვის უმჯობესია ალუმინის ჰიდროქსიდის გამოყენება.

ANALYTICAL CHEMISTRY

G. D. SUPATASHVILI, N. V. LORIA, G. A. TODRADZE

CONCENTRATION OF MICROQUANTITIES OF COPPER FROM  
 NATURAL WATERS BY COPRECIPITATION WITH  
 ALUMINIUM HYDROXIDE

Summary

The influence of various factors on the coprecipitation of microquantities of copper with aluminium-, iron-, and magnesium hydroxides has been studied. The presumable mechanism of the process is suggested and a technique proposed for concentrating copper in natural waters by coprecipitation with aluminium hydroxide.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. А. Резников, Е. П. Мулиновская, И. Ю. Соколов. Методы анализа природных вод. М., 1970.
2. Унифицированные методы анализа вод. М., 1973.
3. Г. И. Малофеева, А. П. Рузинов, Н. П. Андреева. ЖАХ, 27 1972, 1087.
4. И. Н. Маров, Г. И. Малофеева, Г. А. Евтикова. ЖАХ, 28, 1973, 246.
5. А. Б. Бектуров, И. Н. Макагова. Труды Ин-та хим. наук АН КазССР, 25, 1969, 70.



ОБЩАЯ И НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Е. М. НАНОБАШВИЛИ, Ц. Д. ГАБИСОНИЯ, Н. Н. ГУВЕЛАДЗЕ,  
 Ц. Г. ДЕМЕТРАШВИЛИ, Н. М. КВИРКВЕЛИЯ, И. Г. БАХТАДЗЕ

ХАЛЬКОГЕНАТЫ ПЕРЕХОДНЫХ МЕТАЛЛОВ НА ОСНОВЕ  
 ИНДИЯ, ГЕРМАНИЯ И МЫШЬЯКА

(Представлено членом-корреспондентом Академии К. С. Кутателадзе 1.6.1974)

Ранее изучены реакции образования халькогенатов редкоземельных элементов на основе галлия и охарактеризованы их свойства [1, 2].

С целью обобщения полученных результатов в настоящей работе исследованы халькогенаты d- и f-переходных металлов на основе индия, германия и мышьяка в системах  $\text{Li In S}_2 - \text{Me Cl}_2 (\text{Me Cl}_3) - \text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Li}_8\text{GeO}_6 - \text{Me Cl}_2 (\text{Me Cl}_3) - \text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Li AsO}_2 - \text{Me Cl}_2 (\text{Me Cl}_3) - \text{H}_2\text{O}$  и  $\text{Na}_3\text{AsO}_4 - \text{Me Cl}_2 (\text{Me Cl}_3) - \text{H}_2\text{O}$ .

Исследование проведено с применением различных физико-химических методов — электрометрических, оптических, термографических и др., позволивших охарактеризовать процессы взаимодействия реагирующих компонентов с образованием труднорастворимых халькогенатов различных металлов.

В результате проведенной работы найдены оптимальные условия образования тиноидатов, германатов, арсенидов и арсенатов переходных металлов заданного состава и свойств.

Исследование реакции образования тиноидатов, германатов, метаарсенидов и арсенатов d- и f-переходных металлов методом остаточных концентраций показывает, что в указанных системах имеет место образование соответствующих оксо- и тиосолей.

Таблица 1

Данные исследования системы  $\text{Li}_8\text{GeO}_6 - \text{CoCl}_2 - \text{H}_2\text{O}$  методом остаточных концентраций (исх. конц.  $\text{Li}_8\text{GeO}_6 = 0,041$  моль/л)

Соотношение $\text{Co Cl}_2 / \text{Li Ge O}_6$	Введено $\text{CoCl}_2$ , моль/л · 10 <sup>-2</sup>	Прореагировало, г-ион/л · 10 <sup>-2</sup>		$\frac{\text{Co}}{\text{Ge}}$
		$\text{Co}^{2+}$	$\text{Ge}^{4+}$	
3,5	4,6	4,10	1,03	4,0
4,0	4,7	4,86	1,19	4,0
5,0	5,2	4,90	1,20	4,0

В качестве примера в табл. 1 и 2 приведены данные исследования систем  $\text{Li}_8\text{GeO}_6 - \text{Co Cl}_2 - \text{H}_2\text{O}$  и  $\text{Na}_3\text{AsO}_4 - \text{Eu}(\text{NO}_3)_3 - \text{H}_2\text{O}$ . Согласно полученным данным, в указанных системах образуются германат кобальта и арсенат европия, являющиеся индивидуальными соединениями.

Сопоставление данных остаточных концентраций с изменением значений электропроводности и pH исследуемых систем позволило установить корреляцию между ними. Скачкообразное изменение удельной электропроводности и pH, наблюдаемое при соотношениях реагирующих компонентов  $\text{CoCl}_2/\text{Li}_8\text{GeO}_6=4$  и  $\text{Eu}(\text{NO}_3)_3/\text{Na}_3\text{AsO}_4=1$ , подтверждает образование новых соединений.

Таблица 2

Данные исследования системы  $\text{Na}_3\text{AsO}_4\text{—Eu}(\text{NO}_3)_3\text{—H}_2\text{O}$  методом остаточных концентраций (исх. конц.  $\text{Na}_3\text{AsO}_4=0,134$  моль/л)

Соотношение $\text{Eu}(\text{NO}_3)_3/\text{Na}_3\text{AsO}_4$	Введено $\text{Eu}(\text{NO}_3)_3$ , моль/л · 10 <sup>-3</sup>	Прореагировало, г · ион/л · 10 <sup>-3</sup>		$\frac{\text{Eu}}{\text{As}}$
		$\text{Eu}^{3+}$	$\text{As}^{5+}$	
0,5	6,7	6,6	6,3	1,0
0,8	10,7	10,5	10,0	1,0
1,0	13,4	13,2	13,0	1,0
1,1	14,7	13,0	13,0	1,0
1,3	17,4	13,0	13,0	1,0

Германаты, арсениты, арсенаты, а также тионидаты d- и f-переходных металлов, выделенные из соответствующих систем, являются кристаллогидратами следующего состава:  $\text{Me}_4\text{GeO}_6 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Me}(\text{AsO}_2)_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Me}(\text{AsO}_4)_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Ln}_8(\text{GeO}_6)_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Ln}(\text{AsO}_2)_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{LnAsO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$  и  $\text{Ln}(\text{InS}_2)_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ , где  $\text{Me}=\text{Ag}, \text{Cu}, \text{Cd}, \text{Mn}, \text{Co}, \text{Ni}$  и др.,  $\text{Ln}=\text{PЗЭ}$ ,  $n=6\text{—}10$ .

Синтезированные халькогенаты являются индивидуальными соединениями, обладающими определенной структурой (рис. 1).

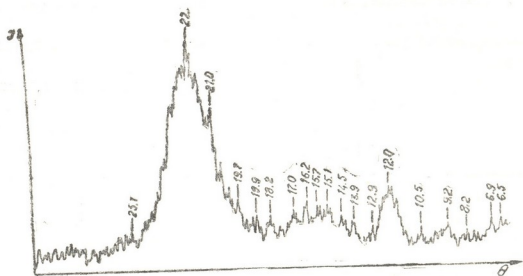


Рис. 1. Дифрактограмма метаарсенига зрбия

В ИК-спектрах (рис. 2) указанных соединений наблюдаются полосы поглощения, характерные для  $\text{Me—X}$ -связей, где  $\text{Me}=\text{In}, \text{Ge}, \text{As}$ ;  $\text{X}=\text{O}, \text{S}$  [3, 4].

Согласно данным термоаналитических исследований, германаты и арсенаты термостойки до 1000°C, арсениты термостойки лишь в ине-

ртной среде, в воздушной среде окисляются в соответствующие арсенаты. На термограммах халькогенатов d- и f-переходных металлов наблюдаются эндоэффекты в области 180—260°C, соответствующие удалению кристаллизационной воды. Энергия активации процесса дегидратации соответствует 8—10 ккал/моль [5].

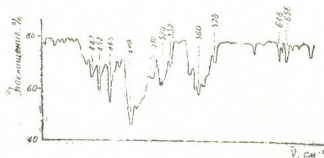


Рис. 2. ИК-спектры арсената лютеция

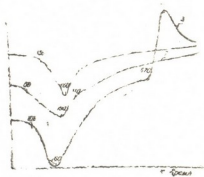


рис. 3. Термограммы арсената никеля (1), германата кобальта (2), метаарсенита неодима (3)

Вслед за обезвоживанием для метаарсенита неодима имеет место медленное окисление трехвалентного мышьяка в пятивалентный, что отмечается экзоэффектом в области 570—660°C, а германат кобальта и арсенат никеля проявляют термостойкость до 1000°C (рис. 3).

Следует особо отметить, что все синтезированные халькогенаты обладают полупроводниковыми свойствами, характеризуюясь широким набором значений ширины запрещенной зоны, вычисленных по спектрам диффузного отражения [6].

Различие в значениях ширины запрещенной зоны между указанными соединениями можно объяснить природой халькогена и d- и f-переходных металлов, входящих в эти соединения (табл. 3).

Таблица 3  
Значения ширины запрещенной зоны халькогенатов

Соединение	$\Delta E$ эв	Соединение	$\Delta E$ эв
Тиоиндат церия	2,2	Метаарсенит кадмия	3,8
Тиоиндат неодима	2,4	Метаарсенит кобальта	3,7
Тиоиндат европия	2,3	Арсенат ртуты	2,5
Тиоиндат диспрозия	2,1	Арсенат меди	3,4
Германат меди	3,0	Арсенат кобальта	4,4
Германат неодима	6,0	Арсенат иттербия	5,0

Определена также температурная зависимость электропроводности арсената самария и тиоиндата неодима и установлено, что в интервале 300—700°C указанные соединения обладают полупроводниковым характером проводимости. Рассчитанная из этих данных термическая ширина запрещенной зоны равна  $\sim 0,21$ —1,0 эв.



На основании полученных данных можно заключить, что халькогениды переходных металлов на основе индия, германия и мышьяка могут найти практическое применение в полупроводниковой электронике.

Академия наук Грузинской ССР  
 Институт неорганической химии  
 и электрохимии

(Поступило 20.6.1974)

ჯომადი და არაორგანული ქიმია

მ. ნანობაშვილი, ც. გაბისონია, ნ. ნ. გუბელაძე, ც. დემეტრაშვილი,  
 ნ. კვირკველია, ი. ბახტაძე

ბარდაშვალის მეთალების ჰალკოგენატები ინდიუმის,  
 გერმანიუმისა და ღარიზხანის საფუძველზე

რეზიუმე

სინთეზირებულია *d*- და *f*-გარდამავალი ელემენტების ჰალკოგენატები და ჩატარებულია მათი რენტგენოფაზური, ინფრაწითელი სპექტროსკოპული, თერმოგრაფიული გამოკვლევა. დადგენილია, რომ აღნიშნული ნაერთები ხასიათდებიან ნახევარგამტარული თვისებებით, აკრძალული ზონის სიგანის მნიშვნელობა იცვლება 2—6 ევ ზღვრებში.

GENERAL AND INORGANIC CHEMISTRY

H. M. NANOBASHVILI, Ts. D. GABISONIA, N. N. GUBELADZE,  
 Ts. G. DEMETRASHVILI, N. M. KVIRKVELIA, I. G. BAKHTADZE

CHALCOGENATES OF TRANSITION ELEMENTS BASED  
 ON INDIUM, GERMANIUM AND ARSENIC

Summary

Chalcogenates of *d*- and *f*-transition elements have been synthesized and their roentgenostructural, IR-spectroscopical and thermographical investigation carried out. These substances were found to be characterized by semiconducting properties, the value of the width of prohibited zone varying in the limits of 2—6 ev.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. E. M. Nanobashvili, P. V. Gamkrelidze, M. M. Demetrasvili. Авт. свид. 381607, 7, 4, 1973.
2. E. M. Nanobashvili, P. V. Gamkrelidze. Сообщения АН ГССР, 61, № 3, 1971.
3. R. A. Niquist, R. O. Kogel. Infrared Spectra of Inorganic Compounds. London, 1971.
4. В. А. Лупенок-Бурмакина, Т. П. Сидорова. ЖФХ, 47, 1, 1973.
5. Г. О. Пилоян, О. С. Новикова. ЖНХ, 12, 3, 1967.
6. P. O. Fochs. Proc. Phys. Soc., 69, 70, 1956.





## ОБЩАЯ И НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

М. Е. МОДЕБАДЗЕ, Е. Г. ДАВИТАШВИЛИ

СИНТЕЗ И НЕКОТОРЫЕ СВОЙСТВА  
ДИОКСАЛАТОЛЮТЕЦИАТОВ КАЛИЯ, РУБИДИЯ И ЦЕЗИЯ

(Представлено членом-корреспондентом Академии К. С. Кутателадзе 5.5.1974)

В работе [1] показано, что в системах  $\text{Lu}(\text{NO}_3)_3 - \text{M}_2\text{C}_2\text{O}_4 - \text{H}_2\text{O}$  (где  $\text{M} = \text{Li}, \text{Na}, \text{NH}_4$ ) последовательно образуются два малорастворимых соединения —  $\text{Lu}_2(\text{C}_2\text{O}_4)_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  и  $\text{M}[\text{Lu}(\text{C}_2\text{O}_4)_2] \cdot x\text{H}_2\text{O}$ . Представляло интерес продолжить эти исследования с оксалатами других щелочных металлов, обладающих большей растворимостью, чем названные выше оксалаты, и проследить, как скажется изменение природы одновалентного катиона, входящего в оксалат осадитель, на условиях выделения и свойствах оксалатных соединений лютеция.

Целью настоящей работы являлось получение более полных данных о механизме образования диоксалатолютециатов различных щелочных металлов и дальнейших перспективах их аналитического использования.

Методом остаточных концентраций по И. В. Тананаеву изучено взаимодействие нитрата лютеция с оксалатами калия, рубидия и цезия в водном растворе при 25°C.

В качестве исходных веществ использовались  $\text{Lu}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Rb}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$  и  $\text{Cs}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$  квалификации х. ч. Выделенные в системах твердые фазы изучались методами их полного химического анализа и термогравиметрии.

Приготовление рабочих смесей, а также методика исследования и химического анализа описаны в [2].

Данные по растворимости в системе  $\text{Lu}(\text{NO}_3)_3 - \text{K}_2\text{C}_2\text{O}_4 - \text{H}_2\text{O}$  (25°C) представлены на рис. 1,а. Прибавление оксалата калия к раствору нитрата лютеция приводит к образованию малорастворимого кристаллического осадка белого цвета. Количество ионов лютеция в равновесном растворе постепенно уменьшается по мере увеличения соотношения реагирующих веществ в исходной смеси (п).

Согласно данным, полученным по методу остаточных концентраций (рис. 1,а) и химическим анализом выделенных твердых фаз, ионы калия входят в состав осадка задолго до достижения стехиометрического соотношения компонентов для образования нормальной соли. При  $n = 1,5$  в равновесном растворе обнаруживается  $0,53 \cdot 10^{-2}$  г-ион/л  $\text{Lu}^{3+}$ , а соотношение  $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$  к  $\text{Lu}^{3+}$  в осадке ( $n_1$ ) равно 2, а не 1,5. Данные, полученные при изучении растворимости, показали, что при

всех исследованных соотношениях между реагирующими компонентами ( $p=0,5-20$ )  $p_1=2$ , т. е. состав полученных соединений отвечает формуле  $K[Lu(C_2O_4)_2] \cdot xH_2O$ . Это свидетельствует о том, что в данной системе в интервале  $p=0,5-20$  не происходит образования нормального оксалата лютеция и единственным продуктом реакции является комплексная соль состава  $K[Lu(C_2O_4)_2] \cdot xH_2O$ .

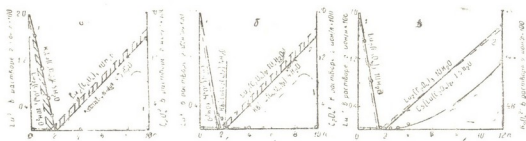


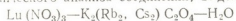
Рис. 1. Изменение концентрации  $Lu^{3+}$  (1) и  $C_2O_4^{2-}$  (2) в системах  $Lu(NO_3)_3-M_2C_2O_4-H_2O$ , где  $M=K$  (а),  $Rb$  (б),  $Cs$  (в)

На рис. 1,б представлены результаты, полученные при изучении растворимости в системе  $Lu(NO_3)_3-Rb_2C_2O_4-H_2O$ , которые показывают, что в данной системе от  $p=0,5$  до  $p=1,5$ , в отличие от предыдущей системы, выделяется осадок нормального оксалата лютеция с отношением  $C_2O_4^{2-}:Lu^{3+}$  в осадке, равном 1,5. В дальнейшем от  $p=1,5$  до  $p=2,0$  происходит взаимодействие избытка  $Rb_2C_2O_4$  с нормальным оксалатом лютеция, с превращением его сперва в соединение переменного состава (в котором  $p_1$  превосходит 1,5), а затем при  $p=2$  в комплексную соль  $Rb[Lu(C_2O_4)_2] \cdot xH_2O$  (где  $p_1=2$ ), состав которой остается постоянным до  $p=20$ . Данная комплексная соль характеризуется растворимостью в избытке  $Rb_2C_2O_4$ , доказательством чего служит появление ионов лютеция в равновесном растворе. При  $p=20$  растворимость равна  $1,58 \cdot 10^{-2}$  г-ион/л  $Lu^{3+}$  (~79% от взятого количества).

Результаты исследования взаимодействия нитрата лютеция с оксалатом цезия приведены на рис. 1,в. Как показывают данные химического анализа жидкой фазы, в этой системе при  $p \leq 1,5$  происходит образование нормальной соли состава  $-Lu_2(C_2O_4)_3 \cdot xH_2O$ . В отличие от предыдущих систем, взаимодействие избытка  $Cs_2C_2O_4$  с осадком начинается после эквивалентной точки ( $p > 1,5$ ) и заканчивается при  $p=2$  с образованием  $Cs[Lu(C_2O_4)_2] \cdot xH_2O$ , который не изменяет своего состава до  $p=20$ . Полное осаждение лютеция достигается при  $p=1,5$ , после этого до  $p=4,0$  ионы лютеция полностью находятся в осадке. При  $p=4,0$  в равновесном растворе обнаруживается  $1 \cdot 10^{-4}$  г-ион/л  $Lu^{3+}$ , количество которого с ростом  $p$  постепенно увеличивается, и при  $p=20$  все взятое количество лютеция переходит в раствор в виде координационно-насыщенного комплекса  $Cs_3[Lu(C_2O_4)_3] \cdot xH_2O$ .

Результаты химического анализа твердых фаз, выделенных в системах, подтверждают данные, полученные по методу остаточных концентраций.

Результаты химического анализа соединений, выделенных из систем



$\tilde{n}$	Найдено, %				Вычислено, %				Состав соединений
	M+	Lu <sup>3+</sup>	C <sub>2</sub> O <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	H <sub>2</sub> O	M+	Lu <sup>3+</sup>	C <sub>2</sub> O <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	H <sub>2</sub> O	
M=K									
1,5 и 4,0	8,40	36,77	37,65	17,19	8,29	37,15	37,36	17,20	K[Lu(C <sub>2</sub> O <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> ]·4,5H <sub>2</sub> O
M=Rb									
2,5	17,03	34,25	34,36	14,28	16,81	34,42	34,61	14,16	Rb[Lu(C <sub>2</sub> O <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> ]·4H <sub>2</sub> O
M=Cs									
2,5	23,14	34,19	34,23	5,37	26,02	34,24	34,45	5,29	Cs[Lu(C <sub>2</sub> O <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> ]·1,5H <sub>2</sub> O

Результаты термогравиметрического исследования комплексных оксалатов лютеция представлены на рис. 2, а, б, в. На дериватограмме K[Lu(C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>)<sub>2</sub>]·4,5H<sub>2</sub>O (рис. 2,а) наблюдается один экзотермический эффект с максимумом 130°C, отвечающий отщеплению кристаллизационной воды. Анализ кривой убыли массы показывает, что уменьшение массы образца соответствует потере 4, 5 молекул воды (~17%), что подтверждается и данными химического анализа этой соли. Расчеты на дериватограмме согласуются с данной интерпретацией тепловых эффектов. Экзоэффект в интервале температур 350—480°C, при котором потеря массы составляет 24,64% (35 мг), отражает процесс разложения оксалата с выделением СО и СО<sub>2</sub> и превращение его в оксалатокarbonатные и оксикарбонатные соединения. Следует отметить, что разложение оксалата по данным термогравиметрического и химического анализов в основном происходит при ~ 500°C; при нагревании же образца до 900—1000°C образуется металлютециат калия — KLuO<sub>2</sub>.

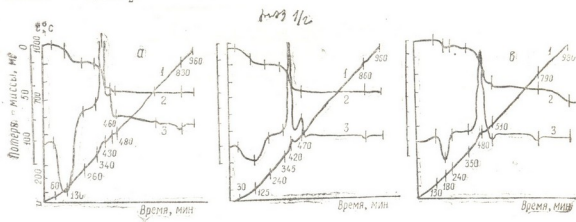
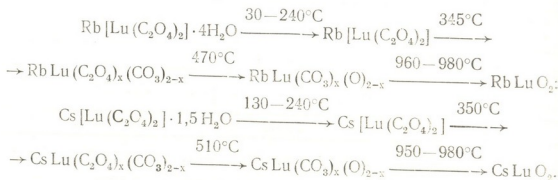


Рис. 2. Дериватограммы:

- а—K[Lu(C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>)<sub>2</sub>]·4,5H<sub>2</sub>O исходная навеска 142 мг;  
 б—Rb[Lu(C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>)<sub>2</sub>]·4H<sub>2</sub>O (исходная навеска 156 мг);  
 в—Cs[Lu(C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>)<sub>2</sub>]·1,5H<sub>2</sub>O (исходная навеска 210 мг);  
 1—t°C; 2—убыль массы, мг; 3—Δt, град

Дериватограммы  $\text{Rb}[\text{Lu}(\text{C}_2\text{O}_4)_2] \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  (рис. 2, б) и  $\text{Cs}[\text{Lu}(\text{C}_2\text{O}_4)_2] \cdot 1,5\text{H}_2\text{O}$  (рис. 2, в) по характеру кривых нагрева сходны с предыдущей, поэтому здесь приводятся схемы их разложения:



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

(Поступило 16.5.1974)

ზოგადი და არაორგანული ქიმია

ა. მოდებაძე, ე. დავითაშვილი

კალიუმის, რუბიდუმიის და ცეზიუმიის დიოქსალატოლუტეციატების  
 სინთეზი და ზოგიერთი თვისება

რეზიუმე

ნარჩენი კონცენტრაციის მეთოდით შესწავლილია სისტემები  $\text{Lu}(\text{NO}_3)_3 - \text{M}_2\text{C}_2\text{O}_4 - \text{H}_2\text{O}$  ( $\text{M} - \text{K}, \text{Rb}, \text{Cs}$ ) წყალხსნარებში  $25^\circ\text{C}$ .

გამოყოფილია  $\text{M}[\text{Lu}(\text{C}_2\text{O}_4)_2] \cdot x\text{H}_2\text{O}$  ( $x - 4,5; 4; 1,5$ ) ტიპის კომპლექსური ოქსალატები და ჩატარებულია მათი ქიმიური და თერმობრავიმიეტრული ანალიზი.

GENERAL AND INORGANIC CHEMISTRY

M. E. MODEBADZE, H. G. DAVITASHVILI

SYNTHESIS AND SOME CHARACTERISTICS OF POTASSIUM,  
 RUBIDIUM AND CESIUM DIOXALATE-LUTECIATES

Summary

The  $\text{Lu}(\text{NO}_3)_3 - \text{M}_2\text{C}_2\text{O}_4 - \text{H}_2\text{O}$  ( $\text{M} - \text{K}, \text{Rb}, \text{Cs}$ ) systems have been investigated by the method of residual concentration at  $25^\circ\text{C}$ . Complex oxalates such as  $\text{M}[\text{Lu}(\text{C}_2\text{O}_4)_2] \cdot x\text{H}_2\text{O}$  ( $\text{M} - \text{K}, \text{Rb}, \text{Cs}; x - 4,5; 4; 1,5$ ) were separated and their chemical and thermogravimetric analysis conducted.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Е. Г. Давиташвили, Н. Г. Шелия, Ж. Ш. Кублашвили. Сообщения АН ГССР, 75, № 1, 1974.
2. Е. Г. Давиташвили, М. Е. Модебадзе. Сообщения АН ГССР, 39, № 2, 1965, 305.

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Х. И. АРЕШИДЗЕ (академик АН ГССР), Г. О. ЧИВАДЗЕ, Ц. И. НАСКИДАШВИЛИ  
ОКИСЛИТЕЛЬНЫЙ АММОНОЛИЗ МЕТИЛ-, ЭТИЛ-, ПРОПИЛ- И  
ИЗОПРОПИЛБЕНЗОЛА

В ранее опубликованной работе [1] показано, что окислительным аммонолизом толуола получается бензонитрил на катализаторах с новой подкладкой, содержащих окислы Ag, Fe, Mg, Cr, Bi, P, Mo.

В данной работе изучалось влияние длины радикала и его строения на процесс окислительного аммонолиза ароматических углеводородов и активность катализатора в зависимости от количества в нем пятиоксида ванадия.

Окислительный аммонолиз ароматических углеводов — толуола, этилбензола, пропилбензола и изопропилбензола проводился на проточной установке, как это описано в работе [1].

В процессе был использован катализатор, полученный смешиванием пятиоксида ванадия с носителем (природный алюмосиликат—гумбрин).

Анализ жидких продуктов реакции проводился методом газожидкостной хроматографии [1]. Газообразные продукты реакции анализировались на содержание CO, CO<sub>2</sub> и HCN.

Исследовалось влияние молярного соотношения исходных компонентов, температуры опыта, скорости подачи на выход целевого продукта.

Влияние температуры на процесс окислительного аммонолиза толуола изучалось в интервале 375—475°C при объемной скорости подачи углерода 0,15 час<sup>-1</sup> и молярном соотношении C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>CH<sub>3</sub>:NH<sub>3</sub>:O<sub>2</sub>:H<sub>2</sub>O = 1:5:10:2 (см. таблицу).

Выход бензонитрила с повышением температуры от 375 до 475°C постепенно увеличивается в катализате — от 37,2 до 78,8%, а на превращенный толуол его максимальное количество 53,8% наблюдается при 425°C. Последующее же повышение температуры снижает выход бензонитрила до 29,8%. Помимо бензонитрила, образуются бензальдегид и бензойная кислота, количество которых с повышением температуры уменьшается с 23,2 до 9,8%.

Имеют место также деалкилирование ароматических углеводов, полное окисление образовавшихся фрагментов и отложение кокса на катализаторе. Соотношение этих реакций при окислительном аммонолизе толуола изменяется в зависимости от состава реагирующих веществ и температуры реакций.

Существенное влияние на выход продуктов реакции оказывает содержание аммиака и кислорода воздуха в исходной смеси. Из сопоставления выходов бензонитрила при окислительном аммонолизе толуола (рис. 1) следует, что повышение доли аммиака в смеси исходных компонентов от 1 до 5 молей на моль углеводорода заметно увеличивает выход бензонитрила. Дальнейшее же увеличение количества вводимого в реакционную зону аммиака снижает его выход. Это об-



стоятельство объясняется тем, что с повышением концентрации аммиака уменьшается время контакта реагирующих веществ с катализатором, а часть аммиака окисляется с образованием воды и окиси азота.

Условия и результаты опытов окислительного аммонолиза метил-, этил-, пропил- и изопропилбензола. Объемная скорость подачи углеводорода  $0,15 \text{ час}^{-1}$

№ п/п	Т. опыта, °С	Конверсия	Выход бензонитрила на пропилен-углеводород	Выход бензонитрила на превращенный углеводород	Неидентифицированное вещество	Состав катализата, вес. %						
						Толуол	Бензальдегид	Бензонитрил	Бензойная к-та	Этилбензол	Изопропилбензол	Пропилбензол
Толуол : аммиак : кислород : вода = 1 : 5 : 10 : 2												
1	375	67,0	31,0	46,2	—	39,6	4,9	37,2	18,3	—	—	—
2	400	76,0	38,0	50,0	—	31,3	4,0	49,6	15,1	—	—	—
3	425	86,1	46,3	53,8	—	19,8	2,6	66,2	11,4	—	—	—
4	450	92,8	35,9	38,5	—	15,1	1,9	74,3	8,7	—	—	—
5	475	95,8	28,8	29,7	—	11,4	1,7	78,8	8,1	—	—	—
Этилбензол : аммиак : кислород : вода = 1 : 5 : 10 : 2												
6	375	81,0	40,9	50,5	1,2	2,7	5,1	51,2	16,0	23,8	—	—
7	400	88,0	43,3	49,0	1,6	3,1	4,8	60,5	13,7	16,3	—	—
8	425	93,6	42,9	45,8	1,9	3,0	3,9	69,7	11,2	10,3	—	—
9	450	96,8	33,6	34,7	1,9	2,8	2,1	77,6	8,0	7,6	—	—
10	480	98,8	26,5	26,8	2,1	2,2	1,4	83,8	6,3	4,2	—	—
Пропилбензол : аммиак : кислород : вода = 1 : 5 : 10 : 2												
11	425	96,1	36,6	38,1	2,3	4,1	3,5	70,9	10,2	1,1	1,3	7,6
12	450	98,0	27,6	28,1	3,6	2,5	2,9	75,3	7,1	1,3	1,8	5,5
Изопропилбензол : аммиак : кислород : вода = 1 : 5 : 10 : 2												
13	425	95,6	40,2	42,0	2,7	1,7	3,8	73,1	10,5	0,3	7,9	—
14	450	97,8	33,0	33,7	3,8	1,4	3,2	79,2	7,4	—	5,0	—

Катализатор—90% гумбриня, 10% пятиокиси ванадия.

С увеличением концентрации аммиака наблюдается уменьшение выхода  $\text{CO}_2$ .

Опыты по изучению влияния количества кислорода в смеси исходных компонентов на реакцию окислительного аммонолиза толуола проводились при температуре  $450^\circ$  и молярном соотношении  $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3:\text{NH}_3:\text{H}_2\text{O}=1:5:2$ .

Максимальный выход бензонитрила наблюдается при подаче в зону реакции 10 молей кислорода (рис. 1). Дальнейшее увеличение количества кислорода не приводит к повышению бензонитрила, но зато интенсивнее происходит реакция глубокого окисления с образованием  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$ .

С целью выявления более оптимального катализатора готовился ряд катализаторов, в состав которых вводилась пятиокись ванадия в количестве от 2 до 15% вес. от носителя.

Выход продуктов реакции от количества пятиокиси ванадия представлен на рис. 2. Максимальное содержание бензонитрила в катали-



зате, полученном при окислительном аммонолизе толуола, наблюдается при содержании в катализаторе 10%  $V_2O_5$ . Введение в состав катализатора выше 10% пентаоксида ванадия почти не меняет выход бензонитрила.

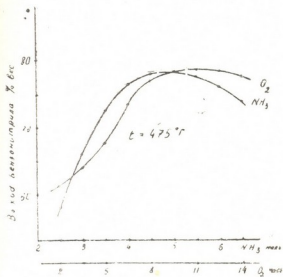


Рис. 1. Влияние молярного соотношения аммиака и кислорода воздуха на выход бензонитрила

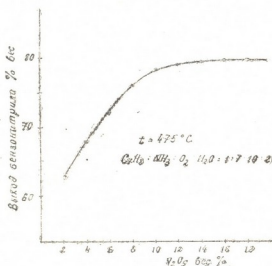


Рис. 2. Влияние количества окиси ванадия в катализаторе на выход бензонитрила

Определение продолжительности действия синтезированных катализаторов показало, что активность катализатора, содержащего в своем составе 10%  $V_2O_5$ , снизилась после 30-часовой работы на 15,3%. Катализатор, использованный в данной работе, показал наибольшую первоначальную активность, по сравнению с ранее изученными нами катализаторами, которые разрабатывались после 5—10-часовой работы.

Изучив влияние длины и строения алкильного радикала в реакции окислительного аммонолиза алкилароматических углеводородов в условиях наших опытов, мы пришли к заключению, что радикалы ведут себя по-разному.

Как видно из результатов исследования, приведенных в таблице, с увеличением длины радикала, при прочих равных условиях опытов, заметно повышается степень конверсии углеводорода, достигающая максимума (98,8%) в случае пропилбензола.

Превращение этилбензола на ванадиевом катализаторе протекает интенсивнее, чем толуола. С повышением температуры от 375 до 490°C содержание бензонитрила в катализате увеличивается от 51,2 до 83,8%, но на пропущенный этилбензол уступает толуолу.

С переходом от этилбензола к пропилбензолу увеличивается количество бензонитрила в катализате, но в результате возрастания побочных реакций выход бензонитрила на пропущенный пропилбензол уменьшается (см. таблицу).

Как видно из данных таблицы, при превращении пропилбензола в катализате появляется изопропилбензол, в результате реакции изомеризации алкильного радикала.

В отличие от толуола, при окислительном аммонолизе этил-, пропил- и изопропилбензола в катализате появляется в малом количестве неидентифицированное вещество.



Проведенные исследования показали, что основным направлением реакции окислительного аммонолиза алкилароматических углеводов является образование бензонитрила, но процесс осложняется побочными реакциями крекинга, окислением и окислительным аммонолизом фрагментов, дающих начало образованию бензонитрила, бензальдегида, бензойной кислоты, окиси- и двуокиси углерода и цианистого водорода.

В газообразных продуктах преобладает  $\text{CO}_2$ , количество которого с переходом от толуола к пропилбензолу возрастает от 2,3 до 3,0 молей на моль углеводорода. Аналогичная закономерность наблюдается в случае цианистого водорода.

Академия наук Грузинской ССР

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

(Поступило 23.5.1974)

ორგანული ქიმია

პრ. არეშიძე (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი),  
 ბ. ჩივაძე, ც. ნასკიდაშვილი

მეთილ-, ეთილ-, პროპილ- და იზოპროპილბენზოლის  
 დაჟანგვითი ამონოლიზი

რეზიუმე

შესწავლილია ახალი კატალიზატორი —  $\text{V}_2\text{O}_5$  დაფენილი გუმბრინზე, ალკილარომატული ნახშირწყალბადების დაჟანგვითი ამონოლიზის რეაქციაში. გამოკვლეულია გარდასაქმნელ ნახშირწყალბადებში შემავალი რადიკალის სიგრძისა და აგებულების, კატალიზატორში აქტიური ფაზის რაოდენობის და მორეაგირე ნივთიერებების ფარდობის გავლენა ბენზონიტრილის გამოსავლიანობაზე.

ORGANIC CHEMISTRY

Kh. I. ARESHIDZE, G. O. CHIVADZE, Ts. I. NASKIDASHVILI

AMMONOPEROXIDATION OF METHYL-, ETHYL-, PRCPYL-  
 AND ISOPROPYL BENZOL

Summary

A new catalyst,  $\text{V}_2\text{O}_5$  on gumbrine, has been investigated in the ammonoperoxidation reaction. The effect of the length and the structure of alkyl hydrocarbon radicals on the yield of benzonitrile was studied.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

I. X. И. Арешидзе, Г. О. Чивадзе, Ц. И. Наскидашвили. Сообщения АН ГССР, 69, № 3, 1973, 605.



ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

И. М. ГВЕРДЦИТЕЛИ (член-корреспондент АН ГССР),  
 Л. П. АСАТИАНИ, Д. С. ЗУРАБИШВИЛИ

О ПОРЯДКЕ ПРИСОЕДИНЕНИЯ ГИДРОСИЛАНОВ К  
 ЭТИНИЛФЕРРОЦЕНУ

Гидросилилирование ферроцилацетиленов до настоящего времени не изучалось.

Представлялось интересным исследовать влияние ферроцильного радикала на реакционную способность тройной связи, а также на структурную направленность реакции гидросилилирования.

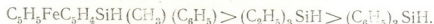
Не была также сравнена реакционная способность ферроценосодержащего гидросилана по отношению к гидросиланам алифатического и ароматического ряда.

С этой целью нами изучено гидросилилирование этинилферроцена следующими гидросиланами:

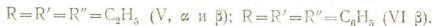
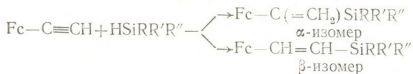


в присутствии катализатора Спейера. Оказалось, что гидросилан (I) является более реакционноспособным, чем гидросиланы (II, III). В частности, при взаимодействии (I) с этинилферроценом реакция протекает экзотермически и заканчивается за 30 минут, а при действии гидридов (II, III) для заканчивания реакции реакционная смесь нагревалась в течение 90—140 минут при 75—80°. Ход реакции контролировался тонкослойной хроматографией.

Таким образом, изученные гидриды можно расположить в следующий ряд по убыванию активности  $\equiv Si-H$  связи в реакциях гидросилилирования этинилферроцена в присутствии  $H_2PtCl_6$ :



Установлена структурная направленность этой реакции. Так, например, гидросиланы (I, III) присоединяются к этинилферроцену в  $\beta$ -положении, а гидросилан (II) — как в  $\beta$ -, так и в  $\alpha$ -положении:



Такую направленность реакции можно объяснить сильным электронодонорным характером ферроцена [1—3].

Во всех случаях образующиеся  $\beta$ -изомеры имеют транс-конфигурацию.



Строение полученных продуктов доказано методами ПМР- и ИК-спектроскопии. В ИК-спектрах (IV—VI) имеются полосы поглощения 700—740, 1120, 1245—1255, 1430  $\text{см}^{-1}$  ( $\nu$  Si—C); 1605—1610  $\text{см}^{-1}$  ( $\nu$  C=C); 3100  $\text{см}^{-1}$  ( $\nu$  C—H ферроцена); в то же время присутствуют полосы поглощения при 985—990, 1165—1172  $\text{см}^{-1}$ , характерные для транс-формы. В спектре продукта (V), кроме вышеприведенных полос, имеются также полосы поглощения при 920, 1420  $\text{см}^{-1}$ , соответствующие гем-форме.

В ПМР-спектрах продуктов (IV, VI) в олефиновой области видны два дублета АВ-типа ( $\delta_A$  6,59—6,83 м. д.,  $\delta_B$  5,85—6,32 м. д.,  $J_{AB}$  18—19 гц); константы спин-спинового взаимодействия такой величины (18—

19 гц) соответствует фрагменту 
$$\begin{array}{c} \text{H} \\ \diagdown \\ \text{C} = \text{C} \\ \diagup \\ \text{H} \end{array}$$
.

Спектр ПМР олефиновых протонов смеси (V) состоит из двух квадруплетов систем АВ ( $\delta_A$  6,13 м. д.,  $\delta_B$  5,42 м. д.,  $J_{AB}$  3,2 гц;  $\delta_A$  6,54 м. д.,  $\delta_B$  5,85 м. д.,  $J_{AB}$  19 гц).

Величины констант спин-спинового взаимодействия между протонами у двойной связи (3,2 и 19 гц) доказывают содержание в смеси гем- и транс-изомеров. Их соотношение определено путем интегрирования спектра и составляет 20,5% гем- и 79,5% транс-изомера.

ПМР-спектры (IV—VI) содержат интенсивный синглет в области  $\delta$  3,98—4,04 м. д., принадлежащий протонам незамещенного циклопентаденильного кольца, а четыре протона замещенного кольца дают два триплета в области  $\delta_B$  4,13—4,18 м. д. и  $\delta_A$  4,25—4,38 м. д. Кроме того, в ПМР-спектрах (IV, VI) имеются сложные мультиплеты в области 7,10—7,80 м. д., принадлежащие ароматическим протонам.

Порядок присоединения гидросиланов (I—III) к этинилферроцену, кроме спектрального анализа, доказан и встречным синтезом. Были получены  $\text{Fc}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{Si}(\text{C}_2\text{H}_5)_3$  и  $\text{Fc}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{Si}(\text{C}_6\text{H}_5)_3$  [4] и прогидрированы до предельных соединений (VII, VIII). Проведено также каталитическое гидрирование (V) и (VI) и получены соответствующие предельные продукты (IX, X). При гидрировании продукта (V) применялся катализатор  $\text{Pd}/\text{CaCO}_3$ , а при гидрировании (VI) — никель Ренея, так как продукт (VI) в присутствии катализатора  $\text{Pd}/\text{CaCO}_3$  не гидрируется. Физические константы продуктов (VII и IX) не совпадают, а продуктов (VIII и X) совпадают. Этим еще раз доказано, что продукт (VI) является  $\beta$ -изомером, а продукт (V) — смесью  $\alpha$ - и  $\beta$ -изомеров.

Гидросилилирование этинилферроцена проводилось следующим образом: в реакционную колбу помещались этинилферроцен, силан и катализатор.

1-ферроценил-2-метилфенилферроценилсилилэтилен (IV  $\beta$ ). Выход 73,6%, т. пл. 105—106° (из гексана). Найдено, %: C 67,03; 67,18; H 5,81; 5,61,  $\text{C}_{29}\text{H}_{28}\text{SiFe}_2$ . Вычислено, %: C 67,46; H 5,46.

1-ферроценил-2-трифенилсилилэтилен (VI  $\beta$ ). Выход 85%, т. пл. 168—170° (из октана). Найдено, %: C 76,42; 76,61; H 5,36; 5,70,  $\text{C}_{30}\text{H}_{26}\text{SiFe}$ . Вычислено, %: C 76,58; H 5,57.



(V,  $\alpha$  и  $\beta$ ). Выход 86%, т. кип. 158—161° (1 мм);  $d_4^{20}$  1,0988;  $n_D^{20}$  1,5798. Найдено, %: С 66,34; 66,00; Н 7,57; 7,39.  $C_{18}H_{26}SiFe$ . Вычислено, %: С 66,25; Н 8,03.

Каталитическое гидрирование (V,  $\alpha$  и  $\beta$ ). В растворе 1 г (V) в 50 мл абсолютного спирта в присутствии 0,1 г Pd/CO<sub>3</sub> поглощено 82 мл H<sub>2</sub>. Катализатор отделен, а из спиртового раствора после удаления растворителя и перегонки в вакууме получен продукт (IX). Выход (IX) 85%, т. кип. 164—166° (1 мм);  $d_4^{20}$  1,0923;  $n_D^{20}$  1,5560. Найдено, %: С 65,04; 65,45; Н 8,23; 8,15.  $C_{18}H_{28}SiFe$ . Вычислено, %: С 65,84; Н 8,59.

Гидрирование продукта (VI) проведено аналогично, только в качестве катализатора применялся никель Ренея.

1-ферроценил-2-трифенилсилилэтан (X). Выход 89%, т. пл. 165—166°. Найдено, %: С 76,96; 76,69; Н 6,65, 6,59.  $C_{30}H_{28}SiFe$ . Вычислено, %: С 76,26; Н 5,97.

Полученные продукты являются оранжевыми кристаллами или темно-красными жидкостями.

Тбилиский государственный университет

(Поступило 5.5.1974)

ორგანული ქიმია

ი. გვირდვითელი (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი),  
ლ. ასათიანი, დ. ზურაბიშვილი

ჰიდროსილანების ეთინილფეროცენთან მიერთების  
რიგის შესახებ

რეზიუმე

შესწავლილია ფეროცენილაცეტილენის ჰიდროსილირების რეაქცია. დადგენილია ამ რეაქციის სტრუქტურული მიმართულება. მიღებული პროდუქტების აგებულება დადგენილია ფიზიკური და ქიმიური კვლევის მეთოდებით.

ORGANIC CHEMISTRY

I. M. GVERDTSITELI, L. P. ASATIANI, D. S. ZURABISHVILI

THE ADDITION ORDER OF HYDROSILANES TO  
ETHYNYLFERROCENE

Summary

The paper deals with a study of the hydrosilylation reaction of ferrocenyacetylene. The structural direction of this reaction has been established. The structure of the substances obtained was established by physicochemical methods of investigation.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. M. D. Rausch, E. O. Fischer, H. J. Gruber. J. Am. Chem. Soc., 82, № 1, 1960.
2. Э. Г. Перевалова, К. И. Грандберг и др. Изв. АН СССР, сер. хим., № 5, 1966.
3. С. П. Губин. Изв. АН СССР, сер. хим., № 9, 1966.
4. И. М. Гвердцители, Л. П. Асатиани, Д. С. Зурабишвили. ЖОХ, 43, № 4, 1973.

А. Е. ШВЕЛАШВИЛИ

## СТРОЕНИЕ КРИСТАЛЛОВ $Cd_{en}NCS \cdot 1/2C_2O_4$

(Представлено академиком Н. А. Ландиа 5.4.1974)

В работе [1] описан синтез и изложены предварительные данные о строении кристаллов  $Cd_{en}NCS \cdot 1/2C_2O_4$ . В настоящем сообщении даются результаты полного структурного исследования.

Характер эксперимента и методики расшифровки кристаллической структуры аналогичны с приведенными в работе [2]. Кристаллы принадлежат к триклинной сингонии с параметрами  $a = 9,54$ ,  $b = 7,90$ ,  $c = 5,97$  Å,  $\alpha = 110^\circ 58'$ ,  $\beta = 99^\circ 51'$ ,  $\gamma = 89^\circ 18'$ . Число формульных единиц равно двум. Из-за отсутствия пьезоэффекта расшифровка структуры была начата с центросимметричной пространственной группы  $P\bar{1}$ , которая в дальнейшем была подтверждена в ходе расшифровки. Дифракционные данные получены в камере КФОР-4а (излучение Mo—K $\alpha$ ). Использовано около 800 независимых рефлексов  $(\sin \theta/\lambda)_{\max} = 0,65$ . Окончательный фактор расходимости  $R = 8,5\%$ .

Результаты. Соединение построено из бесконечных цепей, мостиковую функцию выполняют бис-тридентатные оксалатные группы. Координация комплексобразователя искаженно октаэдрическая. Таким образом, строение кристаллов данного вещества существенно меняется, по сравнению с  $Cd_{en}_2(NCS)_2$  [3], которое имеет островное транс-октаэдрическое строение. Замена одной роданидной группы на более сложный анион  $C_2O_4^{2-}$  приводит к заметному изменению состава и строения комплекса. Однако замена  $NCS^-$  на ион хлора в  $Cd_{en}_2(NCS)_2$  [3] не приводит к такому резкому изменению, меняется лишь относительное расположение лигандов в комплексе. В кристаллах  $Cd_{en}_2NCsCl(Br)$  осуществляется островное дис-октаэдрическое строение.

Координационный полиэдр металла образован тремя атомами кислорода оксалатоиона и тремя атомами азота этилендиаммина и  $NCS^-$ -группы (координирующая способность роданидной группы не меняется с изменением состава и строения комплекса в целом). Наличие вокруг металла двух пятичленных циклов  $CdN_2C_2$ ,  $CdO_2C_2$  (последний выступает в роли трис-бидентатно циклическо-мостикового лиганда) и одного четырехчленного цикла  $Cd_2O_2$  приводит к существенному искажению многогранника металла.

Четырехчленный цикл представляет собой ромб со сторонами  $Cd—O_2 = 2,35$  Å ( $2,36$  Å). Эта величина расстояний свидетельствует о том, что мостиковый атом кислорода осуществляет более сильную т. „მომადგ“, ტ. 76, № 1, 1974





связь, чем монодентатный атом кислорода  $Cd-O_1=2,71$  А. Поскольку две части полимерной цепи связаны между собой центром инверсии, то оба атома кадмия и мостикового кислорода лежат точно в одной плоскости. Одна диагональ ромба  $Cd \cdots Cd=3,88$  А°, угол  $Cd-O_2-Cd=74,5^\circ$ . Величина второй диагонали  $O_2 \cdots O_2'$ , являющейся одновременно ребром октаэдра, составляет  $2,69$  А°, соответствующий угол  $O_2CdO_2'=69,5^\circ$ .

Все остальные ребра октаэдра можно разделить на три группы: ребра соединяющие атомы: 1) кислород-кислород; 2) кислород-азот; 3) азот-азот. Наименьшее значение имеют ребра, стягивающие два атома азота этилендиаминового металлоцикла, их величина  $2,90$  А°, соответствующий угол  $77,8^\circ$ . Следующие по величине ребра стягивают два атома кислорода оксалато-металлоцикла —  $2,98$  А°, и угол  $71,7^\circ$ . Значения остальных ребер  $N \cdots O$  лежат в пределах  $3,33-4,10$  А°, соответствующие углы заменяют от  $85,7$  до  $126,1^\circ$ . Увеличение угла  $O_1CdN_1=126,1^\circ$  обусловлено удлинением расстояния между атомами  $O_1$  и  $N_1$ .

Межатомные расстояния  $Cd-N_{(en)}$  неравноценны (разность составляет  $0,06$  А°), что и было обнаружено в ранее исследованных этилендиаминовых соединениях кадмия [3]. В полиэдре в связях  $Cd-lig$  наблюдается альтернирование связей, длинной связи  $Cd-lig$  соответствует в транс-положении короткая связь ( $Cd-O_1=2,71$  А° и  $Cd-O_2'=2,36$  А°,  $Cd-O_2=2,35$  А° и  $Cd-N_1=2,28$  А°;  $Cd-N_2=2,36$  А° и  $Cd-N_5=2,27$  А°). Углы  $O_2CdO_1$ ,  $N_1CdO_2$ ,  $N_2CdN_5$  заметно отличаются от  $180^\circ$ , они равны соответственно  $140,0$ ;  $157,0$  и  $171,0^\circ$ . Поскольку вокруг металла имеется три цикла, такое уменьшение углов представляется естественным. Значения длины связей  $Cd-N_1=2,28$  А°;  $Cd-N_2=2,34$  А° и  $Cd-N_5=2,27$  А° близки к найденным в соединениях этого класса.

Координаты атомов после МНК в структуре  $Cd(en)NCS \cdot 1/2 C_2O_4$

А т о м	Координаты атомов			Bj в Å-2	Вероятная погрешность, Å°
	X	Y	Z		
Cd	0,4367	0,2347	0,1928	1,03	0,002
S	0,8756	0,1682	0,4899	3,84	0,007
O <sub>1</sub>	0,4450	0,2279	0,6517	0,73	0,015
O <sub>2</sub>	0,4966	0,0572	0,8126	2,15	0,015
Ns	0,6578	0,3580	0,3175	4,33	0,018
N <sub>1</sub>	0,3292	0,4453	0,0556	1,84	0,018
N <sub>2</sub>	0,2000	0,1393	0,1352	1,80	0,018
Cs	0,7401	0,2665	0,3950	2,77	0,022
C <sub>0</sub>	0,4825	0,0769	0,6150	0,12	0,022
C <sub>1</sub>	0,1800	0,3750	-0,0505	2,57	0,022
C <sub>2</sub>	0,1163	0,2832	0,1025	2,58	0,022

Неравноценность связей в полиэдре передается и по циклу, короткой связи  $Cd-N_1=2,28$  А° соответствует удлиненная связь  $N_1-C_1=1,53$  А°, длинной ( $Cd-N_2=2,34$  А°) — укороченная  $N_2-C_2=1,44$  А°. Длина связи  $C-C$  равна  $1,53$  А°. Углы при атомах N и C в цикле в пределах



вероятной погрешности остаются близкими к тетраэдрическим. Исключением составляет угол  $C_1C_2N_2$ , значение которого равно  $113,6^\circ$ .

Цикл  $CdN_1C_1C_2N_2$  имеет несимметричное гош-строение. Атомы углерода  $C_1$  и  $C_2$  смещены от плоскости  $CdN_1N_2$  на  $-0,31$  и  $0,38 \text{ \AA}$  соответственно. Диэдрические углы между плоскостями  $N_1C_1C_2$  и  $N_2C_2C_1$  и плоскостями  $CdN_1N_2$  и  $CdC_1C_2$  составляют соответственно  $55,7$  и  $34,0^\circ$ . Эти величины также являются характеристиками неплоскостности М-этилендиаминового цикла.

Второе кольцо  $CdO_1C_0C'_0O_2$  имеет плоское строение, так как оксалатная группа находится в центре инверсии. Как в этилендиаминовом металлоцикле, так и в оксалатном цикле сохраняется соотношение связей, длинной связи соответствует короткая  $C-O=1,20 \text{ \AA}$  и короткой  $Cd-O_2=2,35^\circ$  — длинная  $C'_0-O_2=1,25 \text{ \AA}$ . Расстояние  $C-C=1,52 \text{ \AA}$  близко к ordinary. Обнаруженная координация  $Cd-NCS$  в данном кристалле характерна, по-видимому, главным образом для этилендиаминовых комплексов. Их отличительной особенностью является существенно нелинейное строение фрагмента  $M-NCS$  (угол при  $N_S$  равен  $114,0^\circ$ ). Такое резкое уменьшение угла, по сравнению с обычным, видимо, обусловлено внутримолекулярными контактами (см. рис. 1). Аналогичное строение фрагмента наблюдается в  $Cd_n(NCS)_2$  и  $Cd_nNCSCl(Br)$  (соответственно  $131,9$  и  $150,5^\circ$ ) [3]. Ранее подобное искажение было обнаружено в работах [4, 5].

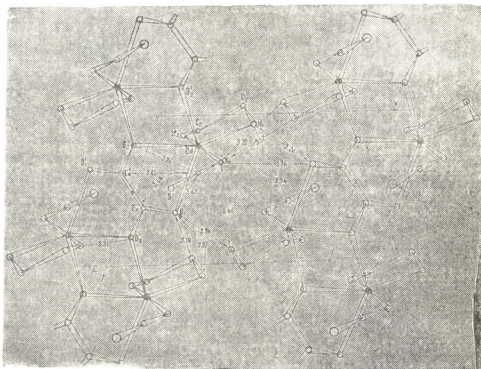


Рис. 1. Проекция кристаллической структуры на плоскость  $YZ$

Линейные и угловые параметры роданидной группы близки к литературным  $Ns-Cs=1,22$  и  $Cs-S=1,65 \text{ \AA}$ , а угол  $NsCsS=163,5^\circ$ . Как

уже отмечалось, соединение имеет полимерное цепочное строение  $(enSCNCdC_2O_4CdNCSen)_n$ . Кристаллы в целом построены из слоев, которые проходят параллельно плоскости (100). Слои образуются бесконечными цепями, которые проходят по оси Z. Между цепями образуется довольно много контактов. Большинство из них обусловлено водородными связями (см. рис. 1).

Грузинский политехнический институт  
им. В. И. Ленина

(Поступило 12.4.1974)

ფიზიკური ქიმია

ა. შველავშვილი

### $CdenNCS \cdot \frac{1}{2}C_2O_4$ -კრისტალის აგებულება

რეზიუმე

დადგენილია  $CdenNCS \cdot \frac{1}{2}C_2O_4$  ნაერთის სტრუქტურა. მეტალის კოორდინაციული პოლიედრი დამახინჯებული ოქტაედრია. ოქსალატოიონი გამოდის ბის-ტრიდენტატური ლიგანდის როლში. როდანიდის ჯგუფი ანსორციელებს კავშირს კადმიუმთან აზოტის საშუალებით და კუთხე აზოტთან საგრძნობლად შემცირებულია  $180^\circ$  შედარებით. კრისტალი აგებულია  $[CdenNCS \cdot \frac{1}{2}C_2O_4]_n$  პოლიმერული ჯაჭვებისაგან. სტრუქტურა დაზუსტებულია  $R=8,5\%$ .

PHYSICAL CHEMISTRY

A. E. SHVELASHVILI

### CRYSTAL STRUCTURE OF $CdenNCS \cdot \frac{1}{2}C_2O_4$

Summary

The structure of the mixture  $CdenNCS \cdot \frac{1}{2}C_2O_4$  has been established. The coordination polyhedron of the metal is a distorted octahedron. The oxalate group serves as a bis-tridentate ligand. The isorhodanide group is monodentate and the angle at the nitrogen atom is less than  $180^\circ$ . The crystal is built of the  $[CdenNCS \cdot \frac{1}{2}C_2O_4]_n$  polymer chain. The final consumption factor  $R=8.5\%$ .

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. Е. Швелашвили, Л. П. Сарিশвили. ЖХХ, т. XVIII, вып. II, 3133, 1973.
2. А. Е. Швелашвили, М. А. Порай-Кошиц и др. ЖСХ, т. 15, № 2, 1974.
3. А. Е. Швелашвили, М. А. Порай-Кошиц и др. ЖСХ, т. 15, № 2, 1974.
4. З. В. Званкова. ЖФХ, № 12, 1952, 1728.
5. L. Cavalca, M. Nardelli, G. Fava. Acta Crystallog., 13, 1960, 125.



Т. И. ЛЕЖАВА, К. Г. МЕЛАДЗЕ

## ВЛИЯНИЕ КИСЛОТНОСТИ НА ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЕ ПРИ ЭЛЕКТРООСАЖДЕНИИ МЕДИ

(Представлено академиком Р. И. Агладзе 21.1.1974)

Известно [1—3], что при электроосаждении меди из сернистого раствора увеличение концентрации свободной кислоты приводит к резкому возрастанию величины перенапряжения. Это явление А. В. Измайлов [1] объяснил комплексобразованием при наличии избыточного количества сульфатионов.

Рост перенапряжения меди при увеличении кислотности раствора другие авторы [2] связывают с ингибированием поверхности меди ионами водорода. Согласно [3], увеличение перенапряжения в присутствии ионов водорода обусловлено уменьшением миграционного тока по ионам меди вследствие увеличения концентрации фона.

По данным Ферстера и Геблера [4], серная кислота увеличивает перенапряжение меди в большей степени, чем хлорная. Это явление авторы объясняют различным влиянием указанных анионов на процесс кристаллизации. Как видно из краткого обзора литературы, по вопросу влияния свободной кислоты на процесс электроосаждения меди имеются разногласия.

В данной работе сделана попытка выяснить наиболее реальные причины, вызывающие увеличение перенапряжения меди при подкислении раствора. Методика измерения величин перенапряжений была аналогичной описанной в [5].

На рис. 1 приведены поляризационные кривые перхлората меди при различных рН. Аналогичные кривые для сульфатного раствора ввиду сходности картины в статье не приводятся. Различие заключается в более сильной зависимости перенапряжения от кислотности в сульфатном растворе.

Добавление кислоты к нейтральным растворам сульфата и перхлората меди приводит к изменению наклона поляризационных кривых таким образом, что перенапряжение при очень низких плотностях тока становится меньше, а при высоких плотностях тока — больше, чем в нейтральных растворах. Более высокое значение перенапряжения при низких плотностях тока в нейтральном растворе, вероятно, следует объяснить наличием окисной пленки на поверхности меди. Подтверждением этого предположения могут служить гальваностатические кривые  $\varphi-\tau$  (рис. 2).

Из рис. 2 видно, что в нейтральном растворе начальная величина потенциала больше, чем его установившееся значение, что указывает на затруднение процесса в начальный период электроосаждения. Со временем перенапряжение хотя и уменьшается, но остается больше, чем в кислом растворе. Можно полагать, что из-за малой скорости обновления поверхности при низких плотностях тока причины затруднения процесса электроосаждения полностью не устраняются и в ста-

ционарном режиме. Дополнительную информацию об этом дает электрографическое исследование нестационарного электроосаждения периодическими импульсами высокой плотности тока. Даже в кислом растворе, в котором, согласно рис. 2, не наблюдается торможения в на-

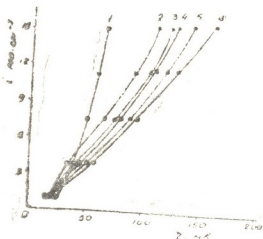


Рис. 1. Кривые  $i, \eta$  в р-р 0,2 н.  $\text{Cu}(\text{ClO}_4)_2$  при различных рН: 1—4,8; 2—1,92; 3—1,6; 4—1,44; 5—1,32; 6—1,16

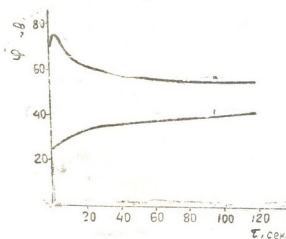


Рис. 2. Зависимость  $\varphi, \tau$  в 0,2 н.  $\text{CuSO}_4$  при  $i=0,95 \text{ ма}\cdot\text{см}^{-2}$ : 1—подкисленный р-р рН=1,04; 2—нейтральный р-р рН=3,35

чальный период электроосаждения, активационное перенапряжение при малой длительности импульсов ( $<0,5$  мсек) в 2—3 раза больше, чем при длительности импульсов 5 мсек, и оно уменьшается со временем при длительности 5 мсек. Однако наблюдается различие между нейтральным и кислым растворами в скорости изменения активационного перенапряжения: в нейтральном растворе активационное перенапряжение со временем уменьшается гораздо сильнее, чем в кислом. Эти данные указывают на различное состояние поверхности металла в нейтральном и кислом растворах, а также на различие в активирующем влиянии скорости обновления поверхности меди в указанных растворах.

Для проверки роли миграционного тока в повышении перенапряжения при подкислении раствора были проведены поляризационные измерения в растворах с одинаковой электропроводностью при наличии различных фонов — серной кислоты и сернокислого натрия. Опыты показали, что величины перенапряжений при одинаковой электропроводности в кислых растворах заметно превосходят величины перенапряжений в нейтральных растворах. Следовало ожидать, что при одинаковой электропроводности растворов, обеспечиваемой большей концентрацией сульфата натрия по сравнению с кислотой (примерно 3,2:1), перенапряжение в нейтральном растворе должно было быть больше благодаря уменьшению активности ионов меди в растворе и двойном электрическом слое. В действительности наблюдается обратный эффект, что указывает на неправильность объяснения роста перенапряжения в присутствии кислоты только за счет уменьшения миграционного тока по ионам меди.

Данные поляризационных измерений в кислых и нейтральных растворах с одинаковой электропроводностью указывают на невозможность объяснения роста перенапряжения при подкислении раствора за счет комплексообразования, так как концентрация сульфат-ионов при одинаковой электропроводности растворов значительно выше



в растворе с добавкой сернистого натрия, чем в растворе с добавкой серной кислоты. К этому выводу можно прийти также на основании наблюдений за равновесным потенциалом меди, который практически не зависит от кислотности раствора.

Исходя из довольно большой величины теплоты адсорбции водорода на меди (~ 61 ккал/моль) [6], одной из вероятных причин увеличения перенапряжения меди в присутствии кислоты можно считать ингибирование поверхности меди адсорбированными атомами водорода. Однако следует отметить, что только в работе [7] указывается на возможность адсорбции водорода на меди, и то при  $-0,1$  в, т. е. значительно отрицательнее области потенциалов электроосаждения меди.

Исходя из значения потенциала нулевого заряда [8], в процессе электроосаждения меди на ее поверхности должны быть адсорбированы анионы. В нейтральном растворе соли меди адсорбированные анионы могут создавать условия локальной адсорбции гидролизванных катионов меди  $\text{CuOH}^+$ .

Добавление кислоты к раствору должно приводить к замещению адсорбированных ионов меди ионами водорода. Уменьшение количества адсорбированных ионов меди само по себе должно сопровождаться увеличением перенапряжения, и, кроме того, адсорбция ионов водорода может увеличить равновесную концентрацию атомов водорода, адсорбированных на поверхности меди и затрудняющих кристаллизацию металла.

В дополнение к вышеизложенному следует отметить, что при увеличении концентрации водородных ионов должно происходить уменьшение концентрации гидролизванных ионов меди  $\text{CuOH}^+$  и увеличение негидролизванных ионов  $\text{Cu}^{++}$ , которые обладают большими размерами, чем  $\text{CuOH}^+$ , из-за высокой степени гидратации. Учитывая разницу в размерах и зарядах указанных ионов, количество локально-адсорбированных ионов меди в нейтральном растворе должно быть больше, чем в кислом.

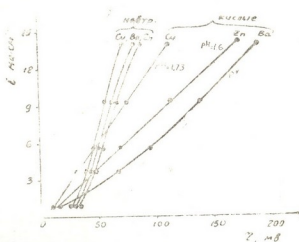


Рис. 3. Влияние ионов  $\text{Zn}^{++}$  и  $\text{Ba}^{++}$  на перенапряжение меди в нейтральном и кислом р-рах 0,2 н.  $\text{Cu}(\text{ClO}_4)_2$

Косвенным подтверждением роли гидролизванных ионов могут быть данные по влиянию ионов бария и цинка на перенапряжение меди в нейтральном и кислом растворах перхлората меди. Как известно, соли цинка, в отличие от солей бария, в нейтральных растворах подвергаются гидролизу. Следовательно, при увеличении кислотности конкурирующая способность ионов цинка при адсорбции должна уменьшаться благодаря большему заряду и размеру негидролизованного иона цинка по сравнению с гидролизванным ионом в нейтральном растворе. При этом ион бария не должен претерпевать существенных изменений. Исходя из этого, при подкислении раствора перхлората меди в присутствии указанных добавок следует ожидать большего приращения величины перенапряжения в случае перхлората бария, чем в случае перхлората цинка.



Действительно, из рис. 3 видно, что в нейтральном растворе перхлораты бария и цинка вызывают примерно одинаковую поляризацию медного электрода, однако в кислом растворе ионы бария приводят к большей поляризации, чем ионы цинка.

Более сильное влияние водородных ионов на перенапряжение в сульфатном растворе по сравнению с раствором перхлората может быть объяснено большей специфической адсорбцией  $\text{SO}_4^{++}$ -иона [8].

Академия наук Грузинской ССР  
 Институт неорганической химии  
 и электрохимии

(Поступило 11.4.1974)

ელექტროქიმია

თ. ლეშავა, კ. მელადე

მუშაკონიუსის გავლენა გადაქაბვაზე სპილენძის  
 ელექტროგამოლქვისას

რეზიუმე

ნაჩვენებია სპილენძის სულფატის და პერქლორატის ხსნარების შემყუ-  
 კებისას გადაქაბვის ზრდა დენის მაღალ სიმკვრივეებზე და შემცირება დენის  
 დაბალ სიმკვრივეებზე. გამოთქმულია ვარაუდი, რომ გადაქაბვა იზრდება  
 წყალბად-იონების გავლენით სპილენძის ჰიდროლიზებული იონების ლოკა-  
 ლურად ადსორბირებული რაოდენობის შემცირებით და წყალბადის ადსორ-  
 ბირებული ატომების რაოდენობის გაზრდით.

ELECTROCHEMISTRY

T. I. LEZHAVA, K. G. MELADZE

THE INFLUENCE OF ACIDITY ON THE OVERPOTENTIAL  
 OF COPPER ELECTRODEPOSITION

Summary

An increase of overpotential under the addition of acid to copper sul-  
 phate and perchlorate solutions under high current densities and a decrease of  
 overpotential under low current densities is shown. It is suggested that the  
 increase of overpotential is due to the decrease in the amount of locally  
 adsorbed hydrolysed ions of copper (on account of the influence of hydrogen  
 ions) and to the possible increase of the amount of the adsorbed hydrogen atoms.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. В. Измайлов. Изв. вузов, Химия и хим. технология, № 2, 1958, 118.
2. C. S. Barnes. J. Electrochem. Soc., 111, 1964, 296.
3. Т. А. Емельяненко, Г. Т. Симулин. Укр. хим. ж. 31, 1965, 7.
4. F. Foerster, K. Gäbler. Z. Elektrochem., 36, 1930, 197.
5. Т. И. Лежава, Б. В. Цанава. Сб. «Электрохимия марганца», IV. Тбилиси, 1969, 217—222.
6. B. E. Conway, J. O'M. Bockris. J. Chem. Phys., 26, 1957, 532.
7. D. Armstrong, N. A. Hampson, R. I. Latham. Electroanal. Chem., 23 (3), 1969, 361.
8. И. М. Новосельский, Н. И. Коневских, Л. Я. Егоров. Электрохимия, 8, 1972, 1480.

Е. К. ВАХАНИЯ, Д. Ю. ПАПАВА, Д. Е. ВАХАНИЯ

## О НЕСОГЛАСИИ МЕЖДУ ЧОКРАКСКИМ И ТАРХАНСКИМ ГОРИЗОНТАМИ У с. ЗЕМОХУНЦИ

(Представлено академиком И. В. Качаравა 18.2.1974)

Проведенные нами в 1973 г. полевые исследования в Гегечкорском районе Восточной Мегрелии, подтвердив мнение И. В. Качаравы [1] и ряда авторов [2—6] о наличии чокракской трансгрессии в северо-восточном борту Колхидской впадины, одновременно позволили выявить у с. Земохунци одню из редко наблюдаемых в природе (из-за слабой обнаженности пород) несогласие между чокракским и тарханским горизонтами.

У с. Земохунци еще в 1953 г. Е. К. Вахания и Д. Ю. Папавы в основании чокракского горизонта была выделена десятиметровая пачка оолитовых известняков с типичной для данного горизонта фауной: *Chlamys malviniae* Dub., *Cardium induratum* Zhizh., *Cardium pseudomulticostatum* Zhizh., *Spaniodontella intermedia* Andrus., *Gibbula ichokrakensis* Andrus., *Cerithium cattleyae* Bailly и др. (определение К. Ф. Грузинской).

Прослеживая шаг за шагом упомянутую пачку и ее контакты со смежными с ней слоями, легко можно убедиться в том, что данная пачка в рассматриваемом районе явно несогласно покрывает все более древние горизонты миоценовых и палеогеновых отложений, а на правом берегу р. Цхенискала, у бывшего Земохунцкого парома налегает на некарбонатные листоватые глины майкопской серии присводовой части южного крыла Земохунцкой антиклинали.

В западном от бывшего парома направлении, вдоль южного крыла Земохунцкой антиклинали, между майкопской серией и пачкой оолитовых известняков трансгрессивного основания чокракского горизонта появляются постепенно увеличивающиеся в мощности в том же направлении слои серых мергелистых глин с линзовидными прослоями белеющих на поверхности плотных мергелей и с характерной для тарханского горизонта фауной: *Leda fragilis* Chemn., *Cuspidaria cuspidata* Ol., *Pseudoammusium denudatum* Reus., *Polinices helicina* Brocc., *Aporrhais pespelicani* L. и др. (определение К. Ф. Грузинской).

Нами установлено, что мощность тарханского горизонта в 2 км к западу от бывшего парома на южном крыле Земохунцкой антиклинали едва достигает 2—3 м у с. Земохунци, тогда как на северном крыле той же складки, у с. Сухче превышает 10 м. Сопоставление разрезов миоценовых отложений, составленных нами у бывшего парома и западнее и северо-западнее от него, соответственно у сс. Земохунци и Сухче показывает резкую изменчивость мощности сравнительно глубоководных глинистых осадков тарханского горизонта в пределах весьма ограниченной по размерам площади, вплоть до полного его выклинивания у парома между майкопской серией и чокраком, что



имеет несомненно вторичный характер и обусловлено дочокракской регрессией и связанным с ней размывом, сыгравшим важную роль в истории развития современной структуры Земохунцской антиклинали и смежных с ней складок.



Рис. 1. Профиль Земохунцской антиклинали у одноименного селения: 1—некарбонатные глины майкопской серии, 2—серые мергелистые глины с тарханской фауной, 3—несогласие, 4—пачка солтовых известняков с чокракской фауной, 5—карбонатные глины и песчаники чокракского горизонта

Земохунцская антиклиналь, имея почти широтное простирание и постепенно погружаясь с востока на запад, обладает асимметричным строением и наклонена на юг. Южное ее крыло падает под углом до  $80^\circ$ , а северное — до  $30^\circ$  (рис. 1). Правда, эта антиклиналь сформировалась в результате мощных в Грузии позднесарматской (аттической) и плиоценовых (роданской и валахской) фаз позднеальпийской складчатости [7], но она в виде самостоятельной локальной складки зародилась гораздо раньше — в среднем миоцене и имела, хотя очень пологую, но уже тогда асимметричную форму с более крутым южным крылом (с углами падения  $3-5^\circ$ ). Позже она была обнажена и размыта, а затем снивелирована чокракской трансгрессией.

С первоначальной конфигурацией Земохунцской антиклинали совпадает закономерность распределения мощностей уцелевших на ней от дочокракского перерыва-размыва отложений тарханского горизонта. На восточной приподнятой части этой палеоантиклинали, расположенной восточнее р. Цхенисцкали, еще до чокракской трансгрессии были размыты отложения не только тарханского горизонта, но и майкопской серии и всего палеогена в целом, тогда как западнее р. Цхенисцкали (с. Земохунци), в зависимости от структурных условий антиклинали, на ее своде (и южном крыле) от размыва уцелели нижние пачки тарханского горизонта, а на северном пологом крыле антиклинали и в смежной к северу Гелавери-Инчхурской синклинали [3] у с. Сухче данный горизонт не был затронут размывом и, следовательно, сохранился здесь в своей первичной мощности (рис. 1).

Вышеизложенное позволяет связывать ясно наблюдаемые у с. Земохунци между чокракским и тарханским горизонтами перерыв-размыв и угловое несогласие (до  $5^\circ$ ) с раннесреднемиоценовой (штирийской) фазой складчатости.

Грузинское отделение ВНИГНИ  
 Трест «Грузнефть»

(Поступило 23.3.1974)

გეოლოგია

მ. მახანია, დ. პაპავა, დ. მახანია

ჩოკრაკულ და თარხნულ ჰორიზონტებს შორის უთანხმოების  
 შესახებ ს. ზემო ხუნჯთან

რეზიუმე

ს. ზემო ხუნჯთან გაშლვლებებში ნათლად ჩანს თარხნული შრების სტრატოგრაფიული გამოსოღვა მაიკოპურ წყებასა და უთანხმოდ განლაგებულ

ტრანსგრესიულ ჩოკრაკულ ჰორიზონტს შორის. ამ ტრანსგრესიის წინამორბედი რეგრესია და მისი თანამგზავრი ხარვეზი უთუოდ დანაოჭების ადრე-შუამიოცენტრ (შტირიულ) ფაზისს უკავშირდება.

GEOLOGY

E. K. VAKHANIA, D. Yu. PAPAUA, D. E. VAKHANIA

ON THE UNCONFORMITY BETWEEN CHOKRAKIAN AND  
TARKHANIAN HORIZONS NEAR THE VILLAGE OF  
ZEMO KHUNTSI

Summary

In outcrops near the village of Zemo Khuntsi Tarkhanian strata stratigraphically wedge out between the Maicopian series and the transgressive discordant Chokrakian horizon. Regression that preceded the transgression and the accompanying break are evidently related to the early Middle Miocene (Styrian) folding phase.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. В. Качарава. Труды Геол. ин-та АН ГССР, т. II (VIII). Тбилиси, 1944.
2. Б. Ф. Мефферт. Труды ГГРУ, вып. 64. Л., 1931.
3. А. И. Джanelидзе. Сообщения АН ГССР, т. II, № 3, 1941.
4. Е. К. Вахания. ДАН СССР, т. 106, № 4, 1956.
5. А. Г. Лалиев. Майкопская серия Грузии. М., 1964.
6. А. А. Чиковани. Геология СССР, т. X. М., 1964.
7. Н. Б. Вассоевич. Труды ИГРИ, вып. 10, л. 1. М., 1936.

Д. П. МАРГАНИЯ

## О ПЕРСПЕКТИВАХ МЕДНОГО ОРУДЕНЕНИЯ ГОРНОЙ АБХАЗИИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. А. Твалчрелидзе 27.3.1974)

На Большом Кавказе принято выделять два медно-пирритиновых пояса, приуроченных к сланцевым толщам юры Южного и Северного склона [1]. Особое внимание они стали привлекать после обнаружения в их восточной части новых рудных и полиметаллических месторождений пластообразного типа в Горном Дагестане и Белокавказском районе Азербайджанской ССР [2]. Как выясняется сейчас, после проведения крупномасштабных металлогенических работ в Абхазии [3], на Большом Кавказе в действительности представлены не два медно-пирритиновых пояса, а один — сложного строения, состоящий из ряда рудных кулис, косо секущих горст-антиклинорий Главного Кавказского хребта и прослеживающихся с Северного его склона на Южный склон.

К числу двух относительно более перспективных рудных кулис, Центрального Кавказа принадлежат группы рудопроявлений Адангейская и Кодорская. В пределах последней обнажены на поверхности две рудоносные полосы, носящие название северной и южной рудных зон. В Адангейской группе мы имеем дело только с южной зоной, тогда как северная в данном поперечном сечении находится на Северном склоне Большого Кавказа. Эта южная зона естественно расчленяется на две полосы, условно именуемые северной и южной подзонами. Они и представляют основные объекты разведки, проводящейся здесь под руководством автора в течение последних 3 лет.

Адангейская группа медных рудопроявлений объединяет участки Шхабзия, Шхапарты и Башкацара. Они расположены на южных отрогах Главного Кавказского хребта в верховьях р. Бзыби и в настоящее время представляются наиболее перспективными в медно-пирритиновом поясе абхазской части Южного склона Большого Кавказа. Геологическое строение района определяется строением двух крупных тектонических зон: 1) Главного хребта, сложенного комплексом древних кристаллических отложений, интродуцированным юрскими гранитоидами (Бзыбский интрузив), и 2) Южного склона, где развиты юрские отложения, охватывающие возрастные пределы от лейаса до байоса включительно (рис. 1). В районе распространены дайки диабазового и порфиритового состава, секущие вмещающие юрские сланцы или согласные с ними.

Участки Шхабзия и Шхапарты являются непосредственным продолжением друг друга и вытянуты на 2,5 км при ширине 250—300 м. Участок Башкацара находится в восточной части района, вблизи перевала Аданге, по-видимому, входя в состав той же рудоносной полосы, имеющей общую протяженность до 10 км. В структурном отношении, как это сейчас представляется, участок Башкацара обнаруживает вполне благоприятные геологические условия для локализации медных руд.



надвиг, прослеживающийся между кристаллическим комплексом Главного хребта и образованиями нижней юры.

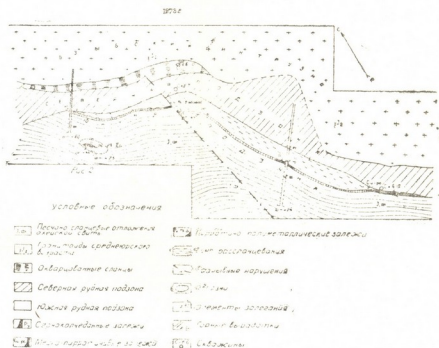
Таким образом, признаками, определяющими формирование продуктивных медных и полиметаллических месторождений данного типа, служат: 1) геосинклинальный магматизм, 2) наличие согласных и вмещающих породами серноколчеданных залежей, 3) секущие трещинные структуры, благоприятные для проникновения последующих порций гидротермальных растворов. В условиях Горной Абхазии, где сланцевая толща, слагающая Чхалтинско-Тэйлинскую тектоническую зону, весьма интенсивно дислоцирована, маломощные пластообразные тела серного колчедана (мощность южной подзоны 1—13 м) будинированы. Поэтому при оценке перспектив района необходимо ориентироваться на возможность обнаружения мощных рудных тел, не испытавших в процессе тектонических деформаций раздробления и растаскивания.

Северная рудоносная подзона собственно гидротермальных сетчато-прожилковых медных и отчасти полиметаллических руд имеет мощность от 30 до 150 м.

Рудные подзоны сливаются на западном и восточном флангах, а еще далее к востоку скрываются под надвигом кристаллического ядра Кавказа.

### ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА

рудного участка Шхалтия Шхаларт



Участок Башкацара, по данным В. И. Буадзе, представляет собой брахиформную антиклиналь, сложенную брекчированной медно-пиритиновой окварцованной рудой, северное, южное и западное крылья которой погружаются под перекрывающими аргиллитами (рис. 2). В рудной брекчии развиты окварцованные песчаники, обломки сплошных колчеданных руд, обычно будинированные. Здесь имеются медно-пиритиновые, полиметаллические и кварц-пиритовые рудные прожилки и гнезда.



Помимо отмеченного рудного тела на участке установлено сколько зон с убогой сульфидной минерализацией.

Рудоносная антиклиналь вскрыта тремя скважинами глубиной до 400 м, которыми не удалось пересечь зону окварцевания и обнаружить предполагаемую стратиформную залежь. Поэтому здесь следует провести более глубокую поисковую разведку. Последняя вполне целесообразна, поскольку в штольне среди брекчий был обнаружен крупный обломок пирротин-халькопиритовой руды с содержанием меди, что подтверждает вероятное наличие на глубине рудной залежи.

Обоснованная оценка перспектив медного и полиметаллического оруденения Горной Абхазии, в частности Адангейской группы, прежде всего требует изучения ряда существенных вопросов стратиграфии, тектоники, литологии и магматизма, пока остающихся недоработанными. Вместе с тем, богатые рудные столбы в пределах южной подзоны на участках Шххабзия и Шххапарты, а также мощное тело рудоносной брекчии на участке Башкацара необходимо тщательным образом изучить и установить закономерности их размещения. Эти данные следует использовать в качестве критериев при дальнейших поисках медных месторождений в зоне Южного склона Большого Кавказа, которые нам представляются весьма целесообразными и заслуживающими форсирования.

Грузинское производственное  
 геологическое управление

(Поступило 19.4.1974)

გეოლოგია

დ. მარგანიძე

მთიან აფხაზეთში სპილენძის გამადნობების  
 პერსპექტივის შესახებ

რეზიუმე

მსხვილმასშტაბიანი მეტალოგენური სამუშაოების ჩატარების შედეგად დადგენილია მთიან აფხაზეთში სპილენძის მადანგამოვლინება შემდეგ უბნებზე: შხაპარტა, შხაბზია, ბაშკაცარა.

GEOLOGY

D. P. MARGANIA

## ON THE PROSPECTS OF COPPER MINERALIZATION IN HIGHLAND ABKHAZIA

Summary

On the basis of large-scale metallogenic investigations in highland Abkhazia (Shkhabsia, Shkhaparta, Bashkatsara) ore manifestations have been established.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. А. Твалчрелидзе. Геология рудных месторождений, № 5, 1973.
2. Г. А. Твалчрелидзе, В. И. Буадзе. МГК. XXIV серия, Доклады советских геологов, проблема 4. М., 1972.
3. С. Г. Букия, Е. М. Абамелик, Г. А. Твалчрелидзе. Труды КИМСа, сер. «Полезные ископаемые», вып. VI (8), 1965.



Г. Л. ЧИЧИНАДЗЕ

## НОВЫЕ ДАННЫЕ О ГЕОЛОГИЧЕСКОМ СТРОЕНИИ ДОАЛЬПИЙСКОГО ФУНДАМЕНТА ЛЕВОБЕРЕЖЬЯ р. АЦГАРА (АБХАЗИЯ)

(Представлено академиком П. Д. Гамкрелидзе 16.5.1974)

Исследованный район охватывает Южный склон Главного хребта Большого Кавказа в пределах бассейна р. Ацгара (Чхалта), протягиваясь на расстоянии более 40 км от бассейна р. Птыш до перевала Аданге; с юга он ограничивается Утвирским разломом [1]. Район — весьма труднодоступный и наименее изученный участок Большого Кавказа. Предыдущие исследователи здесь предположительно отмечали наличие только пород буульгенской серии или вовсе не касались вопроса геологического строения района.

По геотектонической схеме П. Д. Гамкрелидзе [1], район входит в зону центрального воздымания кристаллического ядра Главного хребта Большого Кавказа и занимает южный край Софийского поднятия.

Метаморфические породы кристаллического ядра Большого Кавказа подразделяются на макерскую, буульгенскую и лабинскую серии. Фаунистически определяется возраст только лабинской серии, как послепермского либо среднедевонско-нижнекарбонный. Что же касается стратиграфической последовательности этих серий, то в этом вопросе взгляды исследователей сильно расходятся. Одни считают наиболее древней буульгенскую серию, за которой следуют макерская, а затем лабинская серии [2]; другие полагают, что буульгенская и лабинская серии разновозрастны [3, 4], а макерская является наиболее древней. Высказывается также мнение о синхронности определенных частей макерской и буульгенской серий [4, 5].

В бассейне р. Ацгара в основном обнажаются породы буульгенской серии, которые за пределами района, в бассейнах рр. Хецквара, Клыч и Гвандра, М. Л. Соминым [2] подразделяются на гвандринскую и клычскую свиты. По его данным, они там слагают крупную антиклинальную складку. В ядре последней выступает гвандринская свита, а на крыльях складки — породы клычской свиты.

Нами подтверждается отмеченная последовательность свит буульгенской серии. Однако установлено, что клычская свита выступает в ядрах синклиналей и что в районе представлена не одна крупная антиклиналь, как полагает М. Л. Сомин, а несколько крупных изоклиналиных складок. В западной части района, в бассейне р. Марух, нами выделено более десяти складок (рис. 1), среди которых различаются как изоклиналильные, так и асимметричные складки. Из дизъюнктивных нарушений основным для района является Утвирский разлом. Другое крупное нарушение проходит вдоль правого притока р. Марух — р. Агеса, между буульгенской серией и плагногранитным телом; существует еще один крупный разлом, тянущийся на СВ — 80°; пересе-



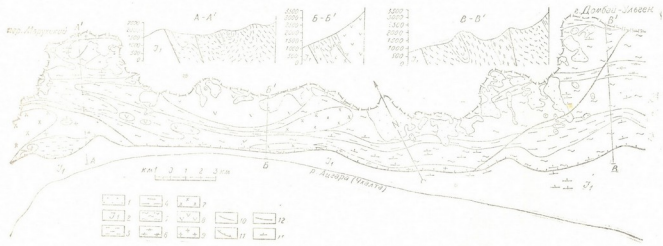


Рис. 1. Схематическая геологическая карта дожамбульского фундамента левобережья р. Айсара: 1 — современные ледники, 2 — нижняя юра, 3 — верхилуэбская свита, 4 — клычская свита, 5 — гландришская свита, верхняя толща, 6 — гландришская свита, нижняя толща, 7 — среднеюрские кварцевые диориты и плагиотристаны, 8 — среднеюрские габброиды, 9 — герцинские, частично микроклинизированные плагиограниты, 10 — геологические границы, 11 — Устьюрский разлом, 12 — другие тектонические нарушения, 13 — залегание плоскостных текстур метаморфических пород



кает он бассейны рр. Ацайш-Ацгара и Птыш. Наличие последнего разломла, помимо геологических данных, подтверждается и гравиметрической съемкой.

Гвандринская свита слагает основание буульгенской серии. Она к востоку от изученного нами района подразделяется на две толщи [2]. Такое же строение гвандринская свита имеет и в бассейне р. Ацгара. Здесь нижняя толща в основном сложена диопсидовыми, гранатовыми и биотитовыми плагноклаз-роговообманковыми амфиболитами, сланцами и гнейсами<sup>1</sup>. Редко в ней встречаются тонкие прослойки биотит-кварц-полевошпатовых сланцев. В верхней толще преобладают метапелиты, амфиболовые же играют подчиненную роль. Наиболее развиты тонкопослойные мигматиты. В состав речиста входят: силлиманит, кордиерит, гранат, андалузит, биотит, мусковит и редко стазролит; лейкократовая часть мигматита состоит из кварца и полевого шпата. Среди сланцев выделяются: кордиеритовые, силлиманитовые, гранатовые, андалузитовые и мусковитовые биотит-кварц-плагноклазовые разновидности. В амфиболовых породах различаются куммингтонитовые, гранатовые и диопсидовые плагноклаз-роговообманковые амфиболиты, сланцы и гнейсы. Часто эти породы эпидотизированы и окварцованы. Характерным для этой толщи является наличие выдержанных по простиранию горизонтов гранатовых аляскитов и дивизионных мраморов.

Гвандринская свита выше постепенно переходит в клычскую свиту, через пачку чередующихся слюдяных сланцев и амфиболитов, при резкой возрастающей роли последних. В клычской свите преобладают диопсидовые и плагноклазовые амфиболиты и их сланцы. Характерными для них являются эпидотизация, окварцевание и биотитизация. Редко встречаются тонкие прослойки слюдяных сланцев.

Породы буульгенской серии преимущественно метаморфизованы в условиях высокой ступени амфиболитовой фации прогрессивного регионального метаморфизма; установлены также диафториты эпидот-амфиболитовой и зеленосланцевой фаций.

В западной части района нами совместно с Д. М. Шенгелна и Д. Н. Кецховели в пределах оз. Верххлис-тба, расположенного в междуречье рр. Марух и Тетри-геле, была выделена верххлистбская свита. Максимальная видимая мощность кругопадающих пород этой свиты 1400 м. Она сложена двуслюдяными, мусковитовыми и хлоритовыми кварц-альбит-микроклиновыми сланцами. Метаморфизованы они в условиях зеленосланцевой и отчасти эпидот-амфиболитовой фаций.

В районе широко развиты также магматические породы. Среди них различаются палеозойские маломощные тела измененных ультраосновных пород, ортоамфиболиты, а также частично микроклиннизированные плагнограниты; последние нами закартированы в истоках и в нижнем течении р. Марух, в ущелье ее правого притока — р. Агеса, в междуречье левых притоков р. Ацгара — рр. Чхалта-Дзых и Ацайш-Ацгара. Нами установлено также наличие мезозойского крупного габброидного интрузива. Он обнажается и на северном склоне Главного хребта, где известен под названием Джалавчатского интрузива [6]; впервые обнаружен также небольшой интрузив кварцевого днорита, именуемый нами Чхалта-Дзыхским. Он является синхронным и анало-

<sup>1</sup> По нашим новейшим исследованиям, проведенным в бассейнах рр. Кляч, Гвандра и Сакени, нижняя толща гвандринской свиты, представленная амфиболитами, является клычской свитой.

гичным Бзыбскому интрузиву, восточное окончание которого наблюдается в бассейне р. Марух.

Идентичность строения разрезов и большое сходство состава метаморфических образований буульгенской серии левобережья р. Ацгара и лабинской серии, развитой несколько западнее, по нашему мнению, говорит в пользу правильности вывода Ш. А. Адамия и др. [4] об их одновозрастности. Мы предполагаем, что гвандринская и клычская свиты соответствуют мамурцевской и дамурцевской свитам лабинской серии, а лаштракская (лабинская серия) и верцхлистбиская свиты занимают более высокие стратиграфические уровни в составе этих серий.

Грузинское производственное  
 геологическое управление

(Поступило 17.5.1974)

გეოლოგია

ბ. მიხინაძე

ახალი მონაცემები მდ. აცგარის (აფხაზეთში) მარცხენა ნაპირის  
 ალპინურისწინა ფუნდამენტის გეოლოგიური აგებულების შესახებ

რეზიუმე

მოცემულია ალპინურისწინა ფუნდამენტის დანაწილება წყებებად და მათი გეოლოგიურ-პეტროლოგიური დახასიათება. გამოყოფილია ნაოჭა და რღვევითი სტრუქტურები.

GEOLOGY

G. L. CHICHINADZE

NEW EVIDENCE ON THE GEOLOGICAL STRUCTURE OF THE  
 PRE-ALPINE FOUNDATION OF THE LEFT BANK OF THE  
 ATSGARA RIVER (ABKHAZIA)

Summary

The division of the pre-Alpine foundation and geological and petrological description of its suites are given. Folding and breaking structures are distinguished.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. П. Д. Гамкрелидзе. Сб.: «Глубинное строение Кавказа». М., 1966.
2. М. Л. Сомин. Доюрское основание Главного хребта и Южного склона Большого Кавказа. М., 1971.
3. Ш. А. Адамия. Доюрское образование Кавказа. Тбилиси, 1968.
4. Ш. А. Адамия, Г. Н. Абесадзе, П. А. Хотяновский. ДАН СССР, т. 211, № 4, 1973.
5. Ш. И. Джавахишвили. Кристаллические сланцы Южного склона Большого Кавказа. Тбилиси, 1970.
6. О. Ш. Надарейшвили. Труды КИМСа, вып. II (4), 1960.



И. Н. ДЖАПАРИДЗЕ

## О ФЛОРЕ МАЙКОПСКОЙ СЕРИИ ОКРЕСТНОСТЕЙ УПЛИСЦИХЕ И МЕТЕХИ

(Представлено академиком А. Л. Цагарели 14.5.1974)

До настоящего времени специальное изучение ископаемой флоры майкопской серии Грузии не производилось. Сведения о растительных остатках этих отложений ограничивались лишь единственной находкой шишки ели *Picea metechensis* Charat. [1]. В 1959 г. М. Д. Узиадзе собрала из майкопской серии окрестностей с. Уплисцихе и ст. Метехи (Восточная Грузия) остатки ископаемых растений, указывающие на наличие богатой флоры.

В результате проведенных полевых работ нами установлено несколько местонахождений ископаемой флоры в полосе Гори—Каспи: в ущелье рр. Куры и Тапа, в пределах сс. Цедиси, Квахвтели, Уплисцихе, Ниаби, Квемо Гоми и ст. Метехи. Остатки растений в Уплисцихе встречены в сухой балке Адуаантхеви, а в Метехи — в 2 км севернее железнодорожной станции.

Флористический материал обнаруживался в основном в сланцеватых глинах, зачастую в септариях и редко в песчаниках.

В разрезе Уплисцихе, под фаунистически охарактеризованными слоями сакараульского горизонта (бурдигаль), на различных уровнях майкопской серии найдены комплексы морской моллюсковой фауны, на основании которой высказано мнение об аквитанском возрасте этих отложений [2].

У с. Уплисцихе, в балке Адуаантхеви наблюдается следующий входящий разрез:

1. Равномерное чередование песчаников и некарбонатных глин с ярозитом . . . . . 250 м.

2. Песчаники и глины с редкими прослоями гравелитов. В начале этой толщи в пласте гравелита содержится моллюсковая фауна [2] . . . . . 120 м.

3. Песчаники с прослоями глин и септариевыми включениями. В верхней части толщи, на 240 м от подошвы, в карбонатных окварцованных песчаных конкрециях содержится комплексе моллюсковой фауны, из которой четыре вида: *Discors aquitanicus* Maycr, *Modiola hoernesii* Reuss, *Pholas (Barnea) koeneni* Bencist, *Vermetus (Bivonia) sacyi* C. et P.—известны только в аквитанском ярусе Аквитании [2].

4. Некарбонатные, богатые ярозитом, листоватые, шоколадного цвета глины с редкими и маломощными прослоями песчаников и сеп-

тариевыми включениями. Листоватые глины и септарии содержат остатки ископаемых растений . . . . . 100 м.

5. Толстослойные кварц-граувакковые песчаники . . . . . до 200 м.

Толщи 2 и 3 соответствуют аквитану [2], толща 5 является сакараульским горизонтом (бурдигаль) [3]. Флороносная толща 4 помещена между сакараульским горизонтом (бурдигаль) и слоями с фауной, относимой к аквитану.

В разрезе Метехи глины, богатые растительными остатками, расположены под сакараульским горизонтом. Эти слои соответствуют четвертой толще Уплисцхского разреза (нижние горизонты покрыты делювием).

Ископаемые растения представлены в основном отпечатками листьев, реже встречаются древесина и семена. Фитолеймы не сохранились, только на некоторых образцах видны обугленные, хрупкие пленки, не поддающиеся эпидермальному анализу. Ввиду этого растения определены лишь по морфологическим признакам. Листья расположены параллельно плоскости напластования, что указывает на их захоронение в тихом бассейне.

После изучения флористического материала предварительно определены следующие ископаемые формы: *Aspidiaceae*—*Cyclosorus stiriacus* (Ung.) R. Ching et Takht., *Pinaceae*—*Pinus taedaeformis* Ung., *Pinus* sp., *Cupressaceae*—*Libocedrus salikornioides* (Ung.) Heer, *Myricaceae*—*Myrica lignitum* (Ung.) Sap., *Myrica ophir* Ung., *Comptonia diforme* (Stbg.) Berry, *Juglandaceae*—*Engelhardtia macroptera* (Br.) Ett., *Fagaceae*—*Quercus neriifolia* A. Br., *Lauraceae*—*Cinnamomum lanceolatum* Ung., *Cinnamomum scheuchzeri* Heer, *Lindera antiqua* (Heer) La Motte, *Laurus princeps* Heer, *Laurus agathophyllum* Ung., *Laurus* sp., *Persea braunii* Heer, *Persea colchica* Kol., *Oreodaphne heeri* Goep., *Litsea primigenia* Takht., *Rosaceae*—*Photinia* sp., *Caesalpinaceae*—*Podogonium oehningense* (Koenig) Kirchheimer, *Anacardiaceae*—*Anacardites* sp., *Sapindaceae*—*Sapindus falcifolius* A. Br., *Sapindus dubius* Ung., *Cupania japonica* Tanai, *Celastraceae*—*Celastrus persei* Ung., *Ericaceae*—*Rhododendron* sp., *Myrsinaceae*—*Myrsine doryphora* Ung., *Sapotaceae*—*Bumelia oblongifolia* Ett., *Convolvulaceae*—*Porana oenigensis* Heer. К этому списку добавляется также *Picea metechensis* Charat. [1].

Среди них один папоротник, четыре хвойных, а остальные относятся к двудольным древесным и кустарниковым растениям.

Таким образом, отложения майкопской серии окрестностей Уплисцхи и Метехи характеризуются достаточно богатым составом ископаемой флоры. Общий характер флоры — узколинейная или ланцетная форма листьев, толстая, кожистая текстура, мощная главная жилка и тонкая, более мелкая нервация — указывает, что вышеприведенные формы относятся к вечнозеленым термофильным растениям, которые произрастали в условиях теплого, скорее всего субтропического климата.

ი. ჯაფარიძე

უფლისციხისა და მებთხის მიდამოების მაიკოპური სერიის  
ფლორის შესახებ

რეზიუმე

უფლისციხისა და მებთხის მიდამოებში, ფაუნისტურად დათარიღებული საყარბონატო პორიზონტის (ბურდიგალურის) ქვეშეშებარე მაიკოპური სერიის არაკარბონატულ თიხებსა და სეპტარიებში ნანახია ფლორისტული მასალა, რომელშიც წინასწარი მონაცემებით ჭარბობს ორლებნიანი ხე და ბუჩქნარი თერმოფილური მცენარეები. ფლორის საერთო ხასიათი მიუთითებს, რომ საკვლევი რაიონის კლიმატი თანამედროვესთან შედარებით გაცილებით თბილი იყო, დაახლოებით სუბტროპიკული.

GEOLOGY

I. N. JAPARIDZE

ON THE FLORA OF THE MAIKOP SERIES FROM THE  
VICINITY OF UPLISTSIKHE AND METEKHI

Summary

In the vicinity of the village of Uplistsikhe and the Metekhi station a rich fossil flora has been found in the noncarbonaceous clays and septaria of the Maikop series. Preliminary determination points to the predominance of dicotyledonous wood and shrub evergreen plants. The general character of the flora indicates that the climate over the territory studied was much warmer than it is at present—probably subtropical.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. Д. Харатишвили. Труды Тбилисского университета, т. 13, 1940.
2. Т. А. Курцхалия, Д. А. Булейшвили, Д. Ю. Папава. Сообщения АН СССР, 68, № 2, 1972.
3. Г. Д. Харатишвили. Фауна сакараульского горизонта и ее возраст. Геол. ин-т АН СССР, монографии, № 4, 1952.





Д. М. ШЕНГЕЛИА, Д. Н. КЕЦХОВЕЛИ, Г. Л. ЧИЧИНАДЗЕ

## О ВЫДЕЛЕНИИ В ЛАВИНСКОЙ СЕРИИ ВЕРЦХЛИСТБИСКОЙ СВИТЫ В АБХАЗИИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. М. Заридзе 20.4.1974)

Детальными геолого-петрографическими исследованиями в структурной зоне Главного хребта Большого Кавказа в районе оз. Верцхли-тба, расположенного в междуречье рр. Марух и Тетри-геле, в 1969—1971 гг. нами были выявлены метapelиты, слагающие свиту, которая была названа верцхлистбиской. Выходы этих пород предыдущими исследователями объединялись с бульгенской свитой, представленной биотитовыми, биотит-амфиболовыми гнейсами и амфиболитами.

Максимальная ширина выхода крутопадающих пород верцхли-стбиской свиты 1400 м; выход прослеживается на расстоянии 5,5 км от первого правого притока р. Тетри-геле (Чегали) через оз. Верцхли-тба до нижнего течения р. Марух (рис. 1). В южном направлении породы верцхлистбиской свиты по так называемому Главному надвигу взброшены на лейасовые глинистые сланцы и песчаники Южного склона Главного хребта. С севера свита срезается палеозойским гранитоидным (плагногранитным) интрузивом; в нем также установлен небольшой выход катаклазированных пород этой свиты. На северо-западе она на протяжении 1250 м контактирует с крупным гранитоидным мезозойским интрузивом, известным в литературе под названием Бзыбского (Наурского, Лаба-Адангейского). Крайний западный выход верцхлистбиской свиты встречается в урочище Башкацара, где небольшая ее пачка (мощностью 50—70 м) с юга срезается Главным надвигом, а в северном направлении контактирует с мезозойским гранитоидным интрузивом.

Породы верцхлистбиской свиты обычно среднезернистые. Структура лепидогранобластическая, порфиробластическая, редко гранобластическая. Текстура сланцеватая, реже гнейсовидная. Породы обычно катаклазированы. Верцхлистбиская свита сложена довольно однообразными породами. Наиболее широко представлены здесь двуслюдяные, мусковитовые и хлоритовые кварц-альбит-микроклиновые сланцы. Редко встречаются слегка гнейсовидные бескварцевые двуслюдяно-плагноклазовые метаморфиты и еще реже сланцы с небольшим содержанием минералов группы эпидота. В урочище Тетри-геле, в прикон-тактовой полосе палеозойских плагногранитовых тел и интрузии мезозойских гранитоидов встречаются сланцы с андалузитом, реже с силлиманитом, которые следует считать продуктами контактового метаморфизма. В двуслюдяно-альбит-кварцевых плитчатых сланцах встречается биотит с общей железистостью 55,5 (см. таблицу). Особо следует отметить породы с макроскопически видимыми черными порфиробластами высокоупорядоченного калиевого полевого шпата, размером до 2 см, переполненные мельчайшими включениями графита,



обнажающиеся у южного берега озера с отметкой 2443 м. Описание подобных порфиробластов калиевого полевого шпата в литературе не встречается.

Минеральный и химический составы пород верххлестбиской свиты указывают на их возникновение путем регионального метаморфизма терригенных глиноземистых осадков. Они богаты кремнеземом, щелочами и глиноземом и бедны кальцием (см. таблицу).

Химический состав кристаллических пород и биотита верххлестбиской свиты

№ обр.	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	H <sub>2</sub> O	П.п.п.	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Сумма
80	59,70	0,55	18,62	0,88	4,68	0,10	2,79	1,88	3,30	3,60	0,56	2,86	0,15	99,67
81	66,08	0,55	15,49	0,67	3,96	0,07	1,95	2,58	3,20	3,00	0,34	1,70	0,15	99,74
83	73,00	0,50	12,70	0,64	2,16	0,05	0,84	1,53	2,70	3,00	0,74	1,66	0,16	99,68
85	71,00	0,43	12,53	0,86	2,88	0,10	1,35	2,13	1,70	5,10	0,44	1,08	0,14	99,74
87	71,00	0,47	12,53	0,91	2,52	0,07	1,21	1,90	1,80	5,20	0,54	1,45	1,45	99,73
88	71,44	0,52	13,22	0,70	0,90	сл.	0,80	1,90	2,40	6,00	0,37	1,23	0,23	99,71
79	68,70	0,45	14,62	1,14	3,24	0,07	2,01	2,45	2,50	3,20	0,26	1,46	0,12	99,85
84	70,88	0,45	12,27	1,48	2,16	0,07	1,44	1,88	1,70	4,60	0,70	2,00	0,11	99,75
56	58,38	0,75	19,66	1,76	5,04	0,14	1,95	1,30	1,00	4,50	0,80	3,76	0,11	99,85
58	68,03	0,57	15,83	0,86	3,78	0,13	1,44	1,52	1,60	3,00	0,34	2,52	0,10	99,72
82	50,20	0,75	21,92	1,58	4,50	0,07	3,12	4,82	4,20	3,60	1,32	3,36	0,17	99,71
90	67,00	0,57	14,44	0,67	3,96	0,08	2,28	3,52	2,10	2,70	0,60	1,60	0,14	99,66
79-1	35,11	1,76	16,76	3,97	16,92	0,17	3,18	0,67	0,21	7,68	2,60	4,62	—	99,65

Аналитик Н. Д. Джабуа. Название пород: сланцы — биотит-хлорит-кварц-альбитовые (80), двуслюдяно-кварц-хлорит-альбитовые с графитом (81), хлорит-двуслюдяно-альбит-кварцевые (83), порфиробластические биотит-полевошпатовые-кварцевые (85), порфиробластические хлорит-полевошпатово-двуслюдяно-кварцевые (87), порфиробластические кварц-мусковит-полевошпатовые (88), двуслюдяно-альбит-кварцевые (79), эпидот-двуслюдяно-хлорит-кварц-полевошпатовые с графитом (84), альбит-хлорит-кварц-мусковитовые с реликтами андалузита (56), хлоритизированные альбит-двуслюдяно-кварцевые с андалузитом и силлиманитом (58), слабонейсовидные эпидот-двуслюдяно-плагноклазовые породы (82), лейкократовые двуслюдяные микрогнейсы (50); биотит (79-1).

Минеральные парагенезисы. Наиболее широко представлены  $Kв + Аб + Му + Хл$ ; затем следуют  $Му + Аб + Кв$ ,  $Би + Му + Аб$  ( $Аб = олг$ ) +  $Кв$ ,  $Би + Аб = олг + Кв$ ; менее распространены  $Му + Би + Аб + Кпш + Кв$ ,  $Му + Аб + Кпш + Кв$  и  $Би + Аб + Кпш + Кв$ . Редко встречаются равновесные минеральные ассоциации  $Му + Аб + Эп + Кв \pm Хл$  и  $Би + Аб = олг + Анд + Кв \pm Му$ ; очень редко развивается парагенезис  $Би + Му + Эп + Олг$ ,  $Би + Сил + Анд + Пл + Кв$  и исключительно редко  $Гр + Аб + Хл + Му \pm Кв$ . Эти равновесные ассоциации минералов (за исключением парагенезисов с андалузитом и силлиманитом, являющимися продуктами контактового метаморфизма) свидетельствуют о том, что большая их часть соответствует условиям зеленосланцевой фации, а кульминационными для пород верххлестбиской свиты являются условия прогрессивного регионального метаморфизма фаций эпидотовых амфиболитов. Отсутствие в метанелитах верххлестбиской свиты вирофилита и хлоритоида в зоне хлорита, а кизинита и хлоритоида в зоне гранита, видимо, свидетельствует о том, что тип метаморфизма пород этой

свиты по схеме А. Миаширо, следует относить к типу регионального метаморфизма низких давлений<sup>(1)</sup>.

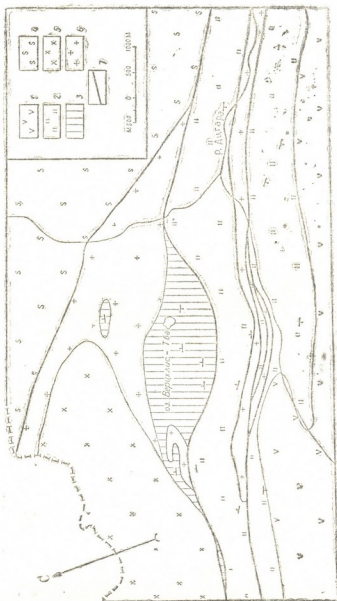


Рис. 1. Схематическая карта междуречья рр. Марух и Тетри-геде (Чегали): 1 — 6-й член порфиритовая свита; 2 — лавовые песчано-глинистые отложения; 3 — верхнелистбиская свита; 4 — гнапиринская свита; 5 — среднеюрский бзыбский гранитоидный интрузив; 6 — палеозойские гранитоиды; 7 — линия разлома

По геологическому положению и характеру метаморфизма верхнелистбискую свиту следует отнести к верхам лабинской серии. Она по составу и степени метаморфизма отличается от всех ранее выделенных свит лабинской серии. В отличие от более западных выходов этой серии, исходные породы которой, наряду с терригенными отложениями, представлены вулканогенно-осадочными породами среднего — основного состава, мергелями и мраморами, верхнелистбиская свита сложена исключительно метapelитами. Наиболее высокотемпературные разновидности свиты метаморфизованы в низкотемпературных условиях эпидот-амфиболитовой фации, а всех других свит лабинской серии — амфиболитовой фации.

(1) При андалузитовом типе метаморфизма андалузит и кордиерит имеют широкое развитие лишь в высокотемпературной части фации эпидотовых амфиболитов; минеральные парагенезисы кванцитового и андалузитового типов регионального метаморфизма пелитовых осадков зоны биотита не отличаются друг от друга [1].

Возраст исходных пород верхних горизонтов лабинской серии, судя по фауне, моложе нижнего ордовика [2] или послеордовикский [3]. На позднεδевонско-раннекарбонный их возраст указывают фауна фораминалифер и амфифор из линз мраморизованных известняков, расположенных на границе дамхурцевской и лаштракской свит лабинской серии [3], а также данные палинологических исследований. Верхний возрастной предел верцхлистбиской свиты докарбонный, поскольку в ней контактируют последевонские и доверхнекарбонные плагнограниты, а также микроклинизированные их разновидности, в сланцах же указанной свиты установлены породы, претерпевшие процесс микроклинизации, возраст которых на Большом Кавказе определяется как доверхнекарбонный [4, 5]. Из всех пород лабинской серии наименее метаморфизованной является верцхлистбиская свита, занимающая самые верхние горизонты.

Академия наук Грузинской ССР  
 Геологический институт

(Поступило 15.5.1974)

პეტროლოგია

დ. შენგელია, დ. კეცხოველი, გ. ჭიჭინაძე

აფხაზეთის ფარგლებში ლაბის სერიის ვერცხლისტბის  
 წყების გამოყოფის შესახებ

რეზიუმე

კავკასიონის სამხრეთ ფერდზე ვერცხლის ტბის რაიონში გამოყოფილია მწვანე ფიქლებისა და ეპიდოტ-ამფიბოლიტური ფაციესების პირობებში მეტამორფიზებული, მეტაპელიტებით წარმოდგენილი ვერცხლისტბის წყება, რომელიც შეაპალეოზური ლაბის სერიის ზედა ჰორიზონტებს მიეკუთვნება.

PETROLOGY

D. M. SHENGELIA, D. N. KETSKHOVELI, G. L. CHICHINADZE

ON THE IDENTIFICATION OF THE LABA SERIES OF THE  
 VERTSKHLIS-TBA SERIES IN ABKHAZIA

Summary

A suite formed of metamorphosed metapelites has been identified by the authors in the structural zone of the Main Range of the Greater Caucasus, in the region of the Vertskhlis-tba lake (Mountainous Abkhazia). They have given it the name of Vertskhlis-tba. Greenschist and epidote-amphibolitic facies are represented here. Being the least metamorphosed of the entire Laba series, the Vertskhlis-tba suite occupies its uppermost horizons.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Д. А. Великославинский. Сравнительная характеристика регионального метаморфизма умеренных и низких давлений. Л., 1972.
2. Ю. А. Потанинко, Г. А. Стукалина. ДАН СССР, т. 189, № 5, 1971.
3. Ш. А. Адамия, Г. Н. Абесадзе, П. А. Хотяновский. ДАН СССР, т. 211, № 4, 1973.
4. Д. М. Шенгелиа. Сб.: «Магматизм, метаморфизм и метасоматизм». Тбилиси, 1969.
5. M. M. Rubinstein. Eclogae geol. Helv. Vol. 63/1, 1970.



Р. В. ПЕРАДЗЕ

## К МИНЕРАЛОГИИ БЕНТОНИТОВЫХ ГЛИН УЧАСТКА «ПРОМЕЖУТОЧНЫЙ» ГУМБРСКОЙ ГРУППЫ МЕСТОРОЖДЕНИЙ (ЗАПАДНАЯ ГРУЗИЯ)

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. А. Твалчрелидзе 14.5.1974)

Участок «Промежуточный» в геологическом отношении является непосредственным продолжением Гумбурского месторождения бентонитовых глин.

В геологическом строении участка принимают участие образования альба, сеномана и турон-нижнего кампана. На мергелистых глинах альба залегают глауконитовые песчаники сеномана, являющиеся маркирующим горизонтом, за которым следуют пласты бентонитовой глины мощностью 1,7—3,5 м и прослойки слоистых туфов разных мощностей. В юго-западной части участка отложения сеномана перекрываются вулканогенно-осадочной толщей турон-нижнекампанского возраста (свита «Мтавари»).

Бентонитовые глины макроскопически плотные, с раковистым изломом, имеют жирный блеск светло-серого цвета с розоватым оттенком. При смачивании водой набухают и распадаются на мелкие частицы.

Под микроскопом они обнаруживают реликтовую пепловую структуру. Состоят в основном из мелких чешуек и волокон монтмориллонита, расположенных беспорядочно — спутанно и создающих сетчатую структуру. Кроме монтмориллонита, в шлифах устанавливаются кварц, плагиоклаз № 40, зерна глауконита и рудного минерала.

Монтмориллонит в проходящем свете окрашен в желтоватые тона. Для ориентировочных частиц с  $d > 0,001$  мм иммерсионным методом получены следующие оптические константы:  $N_p' = 1,500 - 1,506$ ;  $N_g' = 1,513 - 1,520$ ; двупреломление низкое  $N_g' - N_p' = 0,013 - 0,014$ .

Рентгенометрическое изучение фракции  $< 0,001$  мм подтверждает монтмориллонитовый состав глины, но, помимо него, присутствует и кварц.

На рентгенограмме образца пики  $cd = 14,50$ ;  $4,427$ ;  $2,556$ ;  $1,493 \text{ \AA}$  соответствуют монтмориллониту, а пики  $cd = 3,345 \text{ \AA}$  — кварцу.

После насыщения образца глицерином значение базального отражения первого порядка ( $14,5 \text{ \AA}$ ) перемещается в области малых углов  $cd = 18,6 \text{ \AA}$  (рис. 1), что является характерным для монтмориллонита [1].

По данным дифференциального термического анализа, на кривой нагревания образца фиксируются три четко выраженные эндотермические остановки с максимумами при температурах 130; 550;  $850^\circ\text{C}$  (рис. 2). Указанные скачки характерны для монтмориллонита [2, 3].

Таким образом, бентонитовая глина участка «Промежуточный» состоит преимущественно из монтмориллонита.

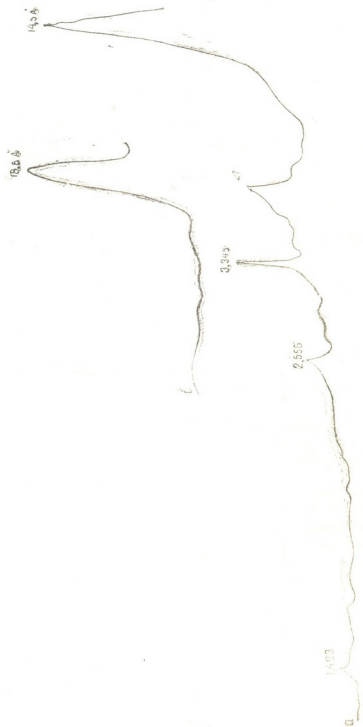


Рис. 1. Рентгенограмма образца бентонитовой глины участка «Промежуточный»:  
 а — воздушно-сухой, б — насыщенный глищерином

Электронномикроскопическим изучением бентонитовой глины установлено наличие агрегатов, обладающих размытыми очертаниями, неправильных форм, с острыми выступами, что характерно для монтмориллонита.

Технологические исследования показали, что по отбеливающим способностям бентонитовые глины указанного участка приближаются к эталонным образцам гумбина и показатель цветности по «Дюбоско» составляет 3,9 мм, на основании чего они пригодны для очистки нефтепродуктов и растительных масел.

Исходя из приведенных результатов исследований, бентонитовые глины участка «Промежуточный» обладают высокими качествен-



Рис. 2. Кривая нагревания бентонитовой глины участка «Промежуточный»

ными показателями, что создает реальные перспективы для увеличения на месторождении запасов высококачественных бентонитов типа гумбрин.

Кавказский институт  
минерального сырья

(Поступило 16.5.1974)

მინერალოგია

რ. ვიკაძე

გუმბრინის ჯგუფის საბადოთა „შუალედური“ შტანის ბენტონიტური  
ტიხების მინერალოგიის შესახებ (დასავლეთი საქართველო)

რ ე ზ ი ე მ ე

გუმბრინის ჯგუფის საბადოთა ახალი უბნის ბენტონიტური თიხების მინერალოგიურმა და ტექნოლოგიურმა შესწავლამ ცხადყო, რომ ისინი ხარისხობრივი მაჩვენებლებით უახლოვდებიან გუმბრინის მაჩვენებლებს, რაც საშუალებას იძლევა დავასკვნათ, რომ ახალი მარაგის გამოსავლინებლად ამ უბანზე უნდა წარმართოს სამიზბო სამუშაოები.

MINERALOGY

R. V. PERADZE

CONCERNING THE MINERALOGY OF THE BENTONITIC CLAYS OF  
THE "INTERMEDIATE" SECTION OF THE GUMBRI GROUP  
DEPOSITS (WESTERN GEORGIA)

Summary

Mineralogical and technological investigation of the bentonitic clays of a new section of the Gumbri group deposits has shown that the quality indices of the clays in question are close to those of gumbrin. On this basis

one may assume that prospecting should be done with a view to bringing out additional reserves of the above clays.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Сырьевая база бентонитов СССР и их использование в народном хозяйстве. М., 1972.
2. Р. Е. Г р и м. Минералогия глин. М., 1959.
3. Методическое руководство по петрографо-минералогическому изучению глин. Составлено под руководством М. Ф. Викуловой. М., 1957.





Б. З. ЗАУТАШВИЛИ

## О ГЕОХИМИЧЕСКИХ ЗАКОНОМЕРНОСТЯХ РАСПРОСТРАНЕНИЯ И КОНЦЕНТРАЦИИ РЕДКИХ ЩЕЛОЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ Li, Rb, Cs В УГЛЕКИСЛЫХ ВОДАХ ГРУЗИИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии И. М. Буачидзе 6.6.1974)

Углекислые воды на территории Грузии приурочены в основном к складчатым зонам Южного склона Большого Кавказа, Аджаро-Триалетии и Артино-Больниской глыбы. В этих регионах, представленных главным образом вулканогенно-осадочными отложениями юры, мела и палеогена, развиты углекислые воды содового и соляно-щелочного состава.

Характерные содержания и относительные концентрации редких щелочных элементов (РЩЭ) основных регионов углекислых вод Грузии приведены в табл. 1. Из таблицы видно, что РЩЭ распространены неодинаково. Наиболее обогащенными РЩЭ являются углекислые воды Южного склона Большого Кавказа. В этих водах такой показатель, как коэффициент водной миграции у РЩЭ, очень повышен, так что миграционный ряд щелочных элементов имеет вид  $Li > Na > Cs > K > Rb$ . На отдельных участках с высокими содержаниями РЩЭ миграционный ряд более своеобразен:  $Li > Cs > Na > Rb > K$ . Такой необычный характер распределения вызван, как отмечают С. Р. Крайнов и др. [1], локальными условиями, в которых по степени накопления в водах и подвижности в них РЩЭ обгоняют близкие им в геохимическом отношении натрий и калий.

На общем фоне химического состава углекислых вод наблюдается общая тенденция РЩЭ — увеличиваться в концентрации с повышением общей минерализации, параллельно со сменой химического состава в такой последовательности:



Табл. 2 хорошо подтверждает это. По ее данным, особенно высокую корреляционную связь РЩЭ проявляют с ионами  $Cl^-$ ,  $Na^+ + K^+$ ,  $HCO_3^-$  и с общей минерализацией. Кроме того, высока также корреляционная зависимость между РЩЭ и бором, что, в свою очередь, указывает на вероятный их парагенез [2].

Большую зависимость РЩЭ от основных ионов химического состава углекислых вод подтверждают также нижеприведенные уравнения регрессии, дающие количественную характеристику связи между ними:

Таблица 1

Относительные концентрации редких щелочных элементов в углекислых водах Грузии

Геотектонические зоны, водоносные комплексы	Л и т и й			Р у б и д и й			Ц е з и й		
	Содержание, мг/л	Коэффициент концент- рации	Коэффициент водной миграции	Содержание, мг/л	Коэффициент концент- рации	Коэффициент водной миграции	Содержание, мг/л	Коэффициент концент- рации	Коэффициент водной миграции
I. Южный склон Большого Кавказа									
1. Сланцевые отложения нижней и средней юры	1,89—29,0	0,05—0,9	14,28—218,9	0,11—1,2	0,003—0,037	0,13—1,05	0,26—3,3	0,07—0,9	12,6—100,7
2. Карбонатный флиш верхней юры	1,3 — 3,3	0,04—0,1	6,6—16,8	0,013—0,1	0,003—0,05	0,016—1,08	0,056—0,14	0,018—0,038	2,9—6,15
3. Терригенный и карбо- натный флиш нижнего мела	5,26—20,0	0,164—0,62	15,79—60,0	0,139—0,46	0,0032— —0,031	0,039—0,29	0,07—0,38	0,019—0,102	1,82—9,86
II. Аджаро-Триалетская система									
Карбонатные и вулкано- генно-флишевые отло- жения верхнего мела, палеогена и эоцена	1,02—1,6	0,031—0,05	5,77—9,0	0,024—0,05	0,00016— —0,0033	0,028—0,05	0,015—0,035	0,001—0,005	0,73—1,71
III. Арвинно-Болнесская гляба									
Карбонатные отложения верхнего мела и туфо- песчаники миоценова	0,003—0,8	0,018—0,025	2,08—2,77	0,23—0,8	0,0015— —0,0033	0,169—0,592	0,019—0,05	0,005—0,014	0,567—1,5

Содержание РЩЭ в водах дается в средних и максимальных величинах.

$$\ln Rb^{11} = 0,19 \ln (Na + K) + 0,35 \ln Cl - 3,17; \quad (\sigma = 3,13);$$

$$\ln Cs = 0,48 \ln HCO_3 + 0,33 \ln Rb - 2,44; \quad (\sigma = 1,02);$$

$$\ln Li = 0,92 \ln (Na + K) + 0,56 \ln Cl + 0,31; \quad (\sigma = 2,08).$$

Углекислые воды с высокими коэффициентами водной миграции и концентрации РЩЭ приурочены к сланцевым отложениям Южного склона большого Кавказа (табл. 1). Высокие кларки РЩЭ в глинистых сланцах и отмеченная приуроченность к ним углекислых вод с повышенными концентрациями РЩЭ являются доказательством ведущей роли литолого-фациальных факторов в формировании подобных вод [1, 3].

Таблица 2

Значения коэффициентов корреляции РЩЭ углекислых вод Южного склона  
Большого Кавказа (n=112)

РЩЭ	pH	M	Na+K	Ca	Mg	Cl	SO <sub>4</sub>	HCO <sub>3</sub>	Sr	B	Li	Rb	Cs
Li	+0,42	+0,70	+0,74	+0,02	+0,44	+0,78	-0,32	+0,70	+0,24	+0,72	X	+0,62	+0,43
Rb	+0,38	+0,42	+0,46	-0,11	+0,18	+0,50	-0,22	+0,44	+0,21	+0,52	+0,62	X	+0,58
Cs	+0,32	+0,32	+0,40	-0,07	+0,21	+0,28	-0,25	+0,52	+0,03	+0,47	+0,42	+0,58	X

Здесь следует отметить, что в углекислых водах рассматриваемого региона концентрация щелочных элементов не соответствует их кларкам и соотношения между ними сильно нарушены. Как видно из табл. 3, значения соотношений щелочных элементов очень занижены за счет высоких концентраций РЩЭ. Эти значения порой даже ниже подобных величин в горных породах с высокими содержаниями РЩЭ [4—6]. Кроме того, на отдельных участках наблюдается сильное возрастание концентрации РЩЭ, по сравнению с относительным ростом общей минерализации. Эти «аномальные» углекислые воды представляют известный источник Кароби, который расположен в области развития глубинных тектонических разрывов.

Таблица 3

Na/K	K/Li	K/Rb	K/Cs	Rb/Cs
4,2	10,14	215,8	101,2	0,4

По мнению многих исследователей [1, 3], такое большое накопление РЩЭ в углекислых водах происходит за счет выщелачивания горных пород в условиях высоких температур и давления; при этом полностью отрицается их эндогенное происхождение. Накопившийся в последнее время материал об активизации РЩЭ при интенсивном проявлении постмагматического метасоматоза [4—6], а также по изотопному составу углерода CO<sub>2</sub> углекислых вод Грузии [7] и обнаружение минерала авогадрита (K, Cs)BF<sub>4</sub> в продуктах возгонки при

фумарольной деятельности вулканов [8] дают основание полагать, что удельная доля эндогенных растворов в генезисе РЩЭ для углекислых вод отдельных участков не так уж мала. Тем более что углекислые воды Грузии с повышенными содержаниями РЩЭ как правило, приурочены к тектоническим активным зонам (уч. Кароби), где наблюдаются узлы пересечения глубоких тектонических разрывов с проявлениями молодого магматизма, сильными гидротерминальными изменениями и скарнированием горных пород.

Резюмируя изложенное выше, можно заключить, что повышение содержания РЩЭ углекислых вод Грузии происходит в основном в результате выщелачивания горных пород с наложением на него эндогенных процессов.

Академия наук Грузинской ССР  
 Сектор гидрогеологии  
 и инженерной геологии

(Поступило 6.6.1974)

გეოქიმია

ბ. ზაუტაშვილი

საქართველოს ნახშირმჟავა წყლებში იშვიათი ტუტე მეტალების განაწილებისა და კონცენტრაციის გეოქიმიურ კანონზომიერებათა შესახებ

რეზიუმე

ნახშირმჟავა წყლების იშვიათი ტუტე მეტალებით გამდიდრება ხდება ქანების გამოტუტვის და ენდოგენური პროცესების ზეგავლენის შედეგად.

GEOCHEMISTRY

B. Z. ZAUTASHVILI

ON THE GEOCHEMICAL REGULARITIES OF THE RANGE AND CONCENTRATION OF THE RARE ALKALI METALS LI, RB, CS IN CARBONACEOUS WATERS OF GEORGIA

Summary

Concentration of carbonaceous waters by rare alkali metals is the result of the lixiviation of rocks and attendant endogenetic processes.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. С. Р. Крайнов, Н. Г. Петрова, И. В. Батуриная. Геохимия, № 3, 1973.
2. Б. З. Зауташвили, Н. А. Каландаришвили. Геохимия, № 4, 1971.
3. А. Д. Эллис. Сб.: «Геохимия гидротерминальных рудных месторождений». М., 1970.
4. Э. А. Хорстман. Сб.: «Геохимия редких элементов». М., 1959.
5. Л. И. Гинзбург, О. Д. Ставров. Геохимия, № 4, 1969.
6. Г. Л. Одиладзе. Советская геология, № 8, 1966.
7. И. М. Буачидзе, Г. И. Буачидзе, И. Т. Тевзадзе. Геохимия, № 6, 1972.
8. О. Д. Ставров, В. Г. Хитров. Геохимия, № 1, 1962.

СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА

А. М. КАКУШАДЗЕ, Н. П. БУЛИЯ

СУНДУЧНАЯ ОБОЛОЧКА ПОД ДЕЙСТВИЕМ  
 СОСРЕДОТОЧЕННЫХ СИЛОВЫХ ФАКТОРОВ (СИЛЫ И  
 МОМЕНТЫ)

(Представлено академиком К. С. Завриевым 26.6.1974)

В статье изучается задача расчета сундучных оболочек под действием сосредоточенных силовых факторов [1]. Разрежем в краевом сечении сундучную оболочку. В разрезанных местах приложим неизвестные краевые моменты и осевые силы, выраженные в тригонометрических рядах, которые впервые были использованы для плит Ю. Шиманским, а для оболочек — А. М. Какушадзе. В дальнейшем эти же формулы были применены И. И. Гудушаури и Л. В. Чирадзе.

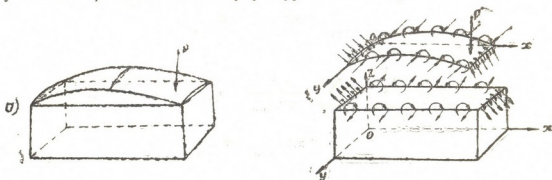


Рис. 1 а, б

В данном случае эти формулы для неизвестных краевых моментов имеют вид (рис. 1,б)

$$M_{10}(x) = \frac{4}{\pi} \sum_{m=1,3}^9 \frac{1}{m} F_m^{(1)} \sin \frac{m\pi x}{a},$$

$$M_{20}(y) = \frac{4}{\pi} \sum_{n=1,3}^9 \frac{1}{n} F_n^{(2)} \sin \frac{n\pi y}{b},$$
(1)

а для осевых сил (рис. 1,б) в

$$S_{10}(x) = \frac{4}{\pi} \sum_{m=1,3}^9 \frac{1}{m} E_m^{(1)} \sin \frac{m\pi x}{a},$$

$$S_{20}(y) = \frac{4}{\pi} \sum_{n=1,3}^9 \frac{1}{n} E_n^{(2)} \sin \frac{n\pi y}{b},$$
(2)

где  $F_m^{(1)}$ ,  $F_n^{(2)}$ ,  $E_m^{(1)}$ ,  $E_n^{(2)}$  — неизвестные коэффициенты, которые для каждого частного случая определяются обычным путем;  $a$ ,  $b$  — размеры оболочки в плане [2—4].

Распорная сила  $S_{i0}$  и изгибающий момент  $M_{i0}$  вызывают линейные и угловые деформации.

Угловая деформация оболочки — угол поворота представляет собой сумму углов поворота от изгибающих момента  $M_{i0}$  и сосредоточенной силы  $P$ :

$$\begin{aligned} \left(\frac{\partial W}{\partial x}\right)_{06} &= \frac{\partial W_{M_{i0}}}{\partial x} + \frac{\partial W_P}{\partial x}, \\ \left(\frac{\partial W}{\partial y}\right)_{05} &= \frac{\partial W_{M_{i0}}}{\partial y} + \frac{\partial W_P}{\partial y}, \end{aligned} \quad (4)$$

где  $W_{M_{i0}}$  и  $W_P$  — прогибы, вызванные соответственно  $M_{i0}$  и  $P$ . Согласно [1] получим

$$\begin{aligned} U_{S_{i0}} &= \frac{16a}{\pi^3 E a} \sum_{m=1,3}^9 \sum_{n=1,3}^9 \frac{1}{nmb_{mn}} \left( \xi_{mn} E_n^{(2)} - \frac{\beta^2 \eta_{mn}}{m} E_m^{(1)} \right) \times \\ &\quad \times \cos \frac{m\pi x}{a} \sin \frac{n\pi y}{b}, \\ V_{S_{i0}} &= \frac{16a}{\pi^3 E a} \sum_{m=1,3}^9 \sum_{n=1,3}^9 \frac{\beta}{nmb_{mn}} \left( \eta_{mn} E_n^{(2)} - \frac{\gamma_{mn}}{m} E_m^{(1)} \right) \times \\ &\quad \times \sin \frac{m\pi x}{a} \cos \frac{n\pi y}{b}, \end{aligned} \quad (5)$$

$$W_{M_{i0}} = -\frac{16a^2}{\pi 4D} \sum_{m=1,3}^9 \sum_{n=1,3}^9 \frac{mf_{mn}(F_n^{(2)} + \beta^2 F_m^{(1)})}{nb_{mn}} \sin \frac{m\pi x}{a} \sin \frac{n\pi y}{b},$$

где

$$\begin{aligned} b_{mn} &= \eta_{\psi_{mn}}^2 + m^4 f_{mn}; \quad f_{mn} = (\beta^2 + 1); \quad \psi_{mn} = (\beta^2 h_1 + h_2)^2; \\ \mu &= \frac{12(1-\nu^2)}{e^2} \cdot \frac{a^4}{\pi^4}, \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \xi_{mn} &= \mu [(2\beta^2 + 2\nu\beta^2 + 1)h_1^2 + 2\nu h_1 h_2 + h_2^2] + \\ &\quad + m^4 (\beta^2 + 1)^2 [2\beta^2(1+\nu) + (1-\nu^2)], \end{aligned}$$

$$\eta_{mn} = \mu (h_1 - h_2)^2 + m^4 (\beta^2 + 1)^2 (1+\nu)^2,$$

$$\begin{aligned} \gamma_{mn} &= \mu [\beta^2 h_1^2 + 2\nu\beta h_1 h_2 + (\beta^2 + 2\nu + 2)h_2^2] + \\ &\quad + m^4 (\beta^2 + 1) [\beta^2(1-\nu^2) + 2(1+\nu)], \end{aligned}$$

$e$  — толщина оболочки;  $E$ ,  $\nu$  — модуль упругости и коэффициент Пуассона;

$$D = \frac{e^3 E}{12(1-\nu)}; \quad \beta = \frac{t_1}{t_2}; \quad t_1 = \frac{a}{m\pi}; \quad t_2 = \frac{b}{n\pi}.$$

Согласно [5] имеем

$$U_p = \frac{1}{eE} \sum_{m=1,3}^9 \sum_{n=1,3}^9 \left\{ \frac{12}{e^2} k_1 t_1^2 \left[ \nu t_2^2 Z_{mn} - (t_1^2 + \nu t_2^2) A_{mn} - \right. \right. \\ \left. \left. - \left( \beta - \frac{\nu}{\beta} \right) B_{mn} \right] - \left[ \frac{12}{e^2} k_1 t_1^2 \left( \beta t_1^2 k_1 - \frac{\nu}{\beta} t_2^2 k_2 \right) + \right. \right. \\ \left. \left. + \beta - \frac{\nu}{\beta} \right] C_{mn} \right\} t_1 \cos \frac{m\pi x}{a} \sin \frac{n\pi y}{b}, \quad (6)$$

$$V_p = \frac{1}{eE} \sum_{m=1,3}^9 \sum_{n=1,3}^9 \left\{ \frac{12}{e^2} k_2 t_2^2 \left[ -t_2^2 Z_{mn} + (t_2 + \nu t_1^2) A_{mn} - \right. \right. \\ \left. \left. - \left( \frac{1}{\beta} - \nu \beta \right) B_{mn} \right] - \left[ \frac{12}{e^2} k_2 t_2^2 \left( \frac{k_2 t_2^2}{\beta} - \nu \beta t_1^2 k_1 \right) + \right. \right. \\ \left. \left. + \frac{1}{\beta} - \nu \beta \right] C_{mn} \right\} t_2 \sin \frac{m\pi x}{a} \cos \frac{n\pi y}{b},$$

$$W_p = \frac{4a^3 P}{\pi^4 D b} \sum_{m=1,3}^9 \sum_{n=1,3}^9 \frac{(\beta^2 + 1)^2 \sin \frac{m\pi x_1}{a} \sin \frac{n\pi y_1}{b}}{\mu (\beta^2 k_1 + k_2)^2 + m^4 (\beta^2 + 1)^4} \sin \frac{m\pi x}{a} \sin \frac{n\pi y}{b}.$$

Неизвестные коэффициенты  $A_{mn}$ ,  $B_{mn}$ ,  $C_{mn}$  определяются из трех алгебраических уравнений:

где  $Z_{mn} = \frac{4P}{ab} \sin \frac{m\pi x_1}{a} \sin \frac{n\pi y_1}{b}$ ;  $k_1 = \frac{1}{R_1}$ ;  $k_2 = \frac{1}{R_2}$  — главные кривизны оболочки;  $x_1$ ,  $y_1$  — координаты точки приложения силы.

Расчеты плит производятся следующим образом:

Рассмотрим плиту 2, у которой три края жестко защемлены и один свободный, на который действуют распределенные силы перпендикулярно плоскости плиты.

Прогиб плиты представим в виде суммы фундаментальных балочных функций:

$$W = - [A_1 f_1(x) \varphi_1(z) + A_2 f_2(x) \varphi_2(z) + A_3 f_3(x) \varphi_3(z) + \\ + A_4 f_4(x) \varphi_4(z) + A_5 f_5(x) \varphi_5(z)], \quad (7)$$

где  $f_k(x)$  и  $\varphi_k(z)$  — балочные функции;  $A_1, A_2, A_3, A_4, A_5$  — искомые коэффициенты;  $\mu_k$  и  $\mu'_k$  — корни характеристического уравнения;  $\alpha_k$  и  $\beta_k$  — постоянные;

Разделим контур на пять равных частей, построим для каждой части функцию Дирака и для вычисления искомых коэффициентов  $A_1, A_2, A_3, A_4, A_5$  внесем их в уравнения Бубнова — Галеркина, получим пять алгебраических уравнений относительно искомых коэффициентов, подставим в (7) и получим прогиб  $W$ , который содержит постоянные  $E_1^{(2)}, E_2^{(2)}, E_3^{(2)}, E_4^{(2)}, E_5^{(2)}$ . Эти постоянные определяются из кон-



тактной задачи. Так же рассчитаем ту же плиту, когда на свободный край действуют распределенные краевые моменты.

Аналогично рассчитаем плиты I и 3.

Неизвестные коэффициенты  $E_m^{(1)}$ ,  $E_n^{(2)}$ ,  $F_m^{(1)}$ ,  $F_n^{(2)}$  определяются из равенств

$$U_{об} = -W_{пл}^{II}, \quad V_{об} = -W_{пл}^I, \quad \left(\frac{\partial W}{\partial x}\right)_{об} = -\left(\frac{\partial W}{\partial y}\right)_{пл}^{II},$$

$$\left(\frac{\partial W}{\partial y}\right)_{об} = -\left(\frac{\partial W}{\partial x}\right)_{пл}^I.$$

Грузинский политехнический институт  
им. В. И. Ленина

(Поступило 28.6.1974)

საშენებლო მექანიკა

ა. კაკუშაძე, ნ. ბულია

წანდუჟკისებური გარსი შეყურსული ფაქტორების გავლენით  
(ძალა და მომენტი)

რეზიუმე

განხილულია წანდუჟკისებური გარსი შეყურსული ძალისა და მომენტის გავლენით. გარსის საანგარიშოდ გამოყენებულია სამშენებლო მექანიკის ზოგადი მეთოდი — ძალთა მეთოდი. გარსებისა და ფილების შეუღლების პირობებისათვის გამოყენებულია ფუნქციები, რომელიც პირველად მიიღეს ი. შიმანსკიმ და ა. კაკუშაძემ.

STRUCTURAL MECHANICS

A. M. KAKUSHADZE, N. P. BULIA

### CHEST-LIKE SHELLS UNDER CONCENTRATED LOAD FACTORS (FORCES AND MOMENTA)

#### Summary

The design of chest-like shells acted upon by forces and momenta is presented. A general method of structural mechanics—that of forces—was used. For the conjugation of shells and plates the formulas obtained by Yu. Shimansky and A. Kakushadze were applied.

#### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. М. Какушадзе, Н. П. Булия. Труды ГПИ им. В. И. Ленина, № 5, 1971.
2. Н. П. Булия. Труды ГПИ им. В. И. Ленина, № 3, 1971.
3. Н. П. Булия. Труды ГПИ им. В. И. Ленина, № 2, 1971.
4. Н. П. Булия. XVIII научно-техническая конференция ГПИ им. В. И. Ленина, II часть. Тбилиси, 1974.
5. Л. В. Чирадзе. Труды ГПИ им. В. И. Ленина, № 2, 1968.

УДК 622.413.3

## РАЗРАБОТКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ И ОБОГАЩЕНИЕ

Ш. И. ОНИАНИ, О. А. ЛАНЧАВА

### О МЕТОДИКЕ ТЕПЛООВОГО РАСЧЕТА ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК ПРИ НАЛИЧИИ В МАССИВЕ ВОСХОДЯЩИХ ПОТОКОВ ГОРЯЧИХ ВОД

(Представлено академиком А. А. Дзидзури 5.5.1974)

Наличие восходящих потоков горячих вод в горном массиве месторождения (как это наблюдается на шахте «Ткварчельская» им. В. И. Ленина) существенно затрудняет решение задачи прогноза и регулирования теплового режима отдельных выработок и шахты в целом.

Расчеты и наблюдения показывают, что без предварительного отвода термальных вод в рассматриваемом случае практически невозможно создание нормальных климатических условий в горных выработках. При отводе их, в зависимости от принятого способа водоотвода, происходят снижение уровня вод в окружающем выработку массиве и значительное уменьшение теплоотдачи от горных пород и воды вентиляционной струе. Для теплового расчета выработки в любом случае необходимо знание температуры поверхности теплоотдачи, т. е. стенки выработки.

Допустим, имеем подающую свежий воздух горную выработку круглого сечения. В результате проведения специального мероприятия по водоотводу уровень термальных вод находится ниже выработки, на расстоянии  $l$  от ее почвы (рис. 1). Изменением температуры горного массива вдоль выработки можно пренебречь. Необходимо найти распределение температуры по периметру и в горном массиве вокруг выработки для любого промежутка времени.

Рис. 1. К постановке задачи: 1 — радиус выработки  $R_0$ ; 2 — уровень термальных вод



Будем считать, что уровень горячих вод является горизонтальной плоскостью, а горный массив состоит из однородной и изотропной породы. Расположим начало координат в центре поперечного сечения

выработки таким образом, чтобы ось  $z$  совпала с осью выработки. Тогда поставленную задачу можно записать следующим образом:

$$\frac{\partial t}{\partial \tau} = a \left( \frac{\partial^2 t}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial y^2} \right), \quad (1)$$

начальное условие:

$$t = t_r \text{ при } \tau = 0, R_0 \leq x < \infty, R_0 \leq y < \infty; \quad (2)$$

граничные условия:

$$\lambda \frac{\partial t}{\partial n} \Big|_{x=y=R_0} = \alpha (t_{ст} - t_b), \quad \tau > 0; \quad (3)$$

$$t = t_r \text{ при } x = y = \infty \text{ и } \tau > 0; \quad (4)$$

на расстоянии  $l$  от почвы выработки находится плоский источник тепла постоянной температуры  $t_r$ , поверхность которого неограничена:

$$t = t_r = \text{const при } y = y_1 \text{ и } \tau > 0, \quad (5)$$

где  $t$  — температура горного массива;  $\tau$  — время;  $a$  — коэффициент теплопроводности массива;  $y_1 = R_0 + l$  — расстояние до источника тепла;  $t_r$  — температура термальных вод;  $\lambda$  — теплопроводность массива;  $n$  — нормаль поверхности теплоотдачи;  $\alpha$  — коэффициент теплоотдачи;  $t_{ст}$  — температура стенки выработки;  $t_b$  — температура воздушного потока.

Данная задача имеет довольно сложное аналитическое решение при отсутствии источника тепла в массиве, т. е. без последнего граничного условия [1]. В представленном виде она относится к числу задач, аналитическое решение которых встречается с принципиальными трудностями. Поэтому поставленная задача нами решена методом математического моделирования на интеграторе ЭИИП-3/66 [2].

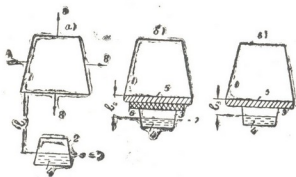


Рис. 2. Схемы основных вариантов водоотвода: а — специальной выработкой; б — каналом с теплоизоляционным перекрытием; в — каналом с простым перекрытием; 1 — горная выработка со свежим воздушным потоком; 2 — специальная водоотводящая выработка; 3 — водоотводящий канал; 4 — горячая вода; 5 — несущее железобетонное перекрытие; 6 — теплоизоляционное перекрытие; 7 — условный уровень термальных вод; 8 — основные направления, вдоль которых строится распределение температуры в массиве

Все практически возможные способы водоотвода сведены к трем основным вариантам (рис. 2), для которых изучено распределение относительной температуры в горном массиве и определена средневзвешенная температура поверхности стенки выработки  $t_{ст}$ . При отсут-

ствии других источников тепла и постоянном влагосодержании воздуха температура вентиляционной струи в конце выработки определяется из простого интегрального уравнения теплового баланса

$$Gc_p \int_0^z \frac{\partial t_a}{\partial z} dz - \alpha U \int_0^z (t_{ст} - t_a) dz = 0, \quad (6)$$

где  $G$ —весовой расход воздуха;  $c_p$ —теплоемкость воздуха при  $P = \text{const}$ ;  $U$ —периметр выработки.

В действительности в горных выработках всегда имеет место испарение влаги, обуславливающее повышение влагосодержания вентиляционной струи и, кроме того, охлаждение горного массива не является единственным источником тепла. Поэтому тепловой расчет горных выработок при наличии в массиве восходящих потоков горячих вод производится с помощью известных выражений [2] с той лишь разницей, что для определения приращения температуры рудничного воздуха за счет тепла горных пород вместо коэффициента нестационарного теплообмена  $k_z$  подставляется коэффициент теплоотдачи  $\alpha$ , так как средневзвешенная температура поверхности теплообмена  $t_{ст}$  — величина известная.

В тупиковых выработках, где понижение уровня термальных вод в необходимой степени, как правило, не удается, тепло- и массоотдача от свободной поверхности горячих вод учитывается дополнительно в комплексе с другими источниками тепла и влаги. Из-за существенного влияния тепла горячих вод температура стенок призабойной части выработки практически является величиной постоянной, примерно равной температуре термальных вод. С учетом этих положений производится тепловой расчет тупиковых выработок.

По изложенной методике выполнен прогноз теплового режима очистных и подготовительных выработок нижних горизонтов шахты «Ткварчельская» им. В. И. Ленина. Полученные результаты хорошо согласуются с данными шахтных наблюдений.

Академия наук Грузинской ССР  
 Институт горной механики  
 им. Г. А. Шулукидзе

(Поступило 12.5.1974)

საბაღოთა დამუშავება და გამომდგება

შ. მინანი, მ. ლანჩავა

ბვირაბების სითბური ანგარიშის მეთოდის შესახებ  
 მასივში ცხელი წყლების აღმავალი ნაკადების  
 არსებობის შემთხვევაში

რეზიუმე

დასმულია გვირბის ირგვლივ სამთო მასივში არასტაციონარულ ტემპერატურათა ველის აგების ამოცანა ცხელი წყლების აღმავალი ნაკადების არ-



სებობის შემთხვევაში. ამოცანის გადაწყვეტის ხელსაყრელ გზად მიჩნეულია მათემატიკური მოდელირების მეთოდი, მოცემულია აგრეთვე გვირგობის სიბურთი ანგარიშის მეთოდი.

EXPLOITATION OF DEPOSITS AND CONCENTRATION

Sh. I. ONIANI, O. A. LANCHAVA

ON THE TECHNIQUE OF HEAT CALCULATION FOR UNDERGROUND MINING WORKINGS IN THE PRESENCE OF ASCENDING HOT WATER FLOWS IN THE MASSIF

Summary

The problem of building a non-stationary temperature field round the working in the massif with ascending hot water flows is raised. The method of mathematical modelling is shown to be advisable in solving the problem. It is suggested that calculation of heat at the end of the working be done by determining the weighted average temperature of the transfer surface by substituting the coefficient of heat irradiation  $\alpha$  for the coefficient of non-stationary heat exchange  $K_1$  in the known calculation dependences.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. Н. Шербань, О. А. Кремнев. Научные основы расчета и регулирования теплового режима глубоких шахт, т. 1. Киев, 1959.
2. А. Г. Таралов. Моделирование нестационарных полей на интеграторах ЭИИП. Киев, 1970.

სტატიაში აღიწერა მინერალური წყლის ანტიკონდენსაციის პრობლემა და მისი გადაწყვეტის მეთოდი. მოცემულია მათემატიკური მოდელირების მეთოდი და აგრეთვე გვირგობის სიბურთის ანგარიშის მეთოდი.

სტატიაში აღიწერა მინერალური წყლის ანტიკონდენსაციის პრობლემა და მისი გადაწყვეტის მეთოდი. მოცემულია მათემატიკური მოდელირების მეთოდი და აგრეთვე გვირგობის სიბურთის ანგარიშის მეთოდი.

სტატიაში აღიწერა მინერალური წყლის ანტიკონდენსაციის პრობლემა და მისი გადაწყვეტის მეთოდი. მოცემულია მათემატიკური მოდელირების მეთოდი და აგრეთვე გვირგობის სიბურთის ანგარიშის მეთოდი.



Т. Л. ГВЕЛЕСИАНИ

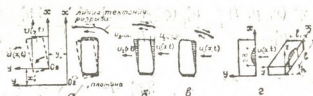
## К ИССЛЕДОВАНИЮ СЕЙСМИЧЕСКИХ СЕЙШ В ВОДОХРАНИЛИЩЕ, ВОЗНИКАЮЩИХ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСТАТОЧНЫХ ДЕФОРМАЦИИ СДВИГА ВДОЛЬ ЕГО БОРТОВ ПРИ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии В. И. Гомелаури 27.3.1974)

В связи с исследованием сейсмостойкости плотин представляет интерес рассмотреть влияние на интенсивность волнообразования остаточных деформаций, вызванных землетрясениями с тектоническими смещениями преимущественно по горизонтальной составляющей (сдвиг). С этой целью в [1] была рассмотрена соответствующая краевая задача гидродинамики в плоской постановке.

Здесь мы остановимся на исследовании пространственной задачи о колебании уровня воды в схематизированном призматическом водохранилище при различных сеймотектонических смещениях его бортов-стенок вдоль горизонтальной составляющей. Решение этой задачи при обычно применяемых теоретических предпосылках (жидкость идеальная и несжимаемая, движение потенциальное, задача линейная) было получено в [1] в предположении, что водонепроницаемые границы области, занятой жидкостью, соответственно стенки (в том числе плотина), борта и дно, испытывают «малые» смещения со скоростью  $v_i(y, z, t)$ ,  $i = 1$  или  $2$ ,  $u_i(x, z, t)$  и  $\omega(x, y, t)$  в течение  $0 < t < t_0$  (здесь  $t_0$  — продолжительность землетрясения). При  $t < 0$  и  $t > t_0$  скорость этих смещений отсутствует.

Рис. 1. Схемы различных смещений бортов водохранилища



На схемах а, б, в рис. 1 показаны наиболее вероятные формы смещений бортов водохранилища при данных взаиморасположениях чаши водоема и активизированной тектонической линии разрыва.

Предположим, что вся чаша водоема испытывает в течение  $0 < t < t_0$  сеймотектонический сдвиг — поворот вокруг некоторой вертикальной оси  $O'z'$ , расположенной на расстоянии  $x'_0$  и  $y'_0$  от координатных осей  $x$  и  $y$  (схема а рис. 1). При этом, считая стенки жесткими, имеем  $u_i(x, t) = \omega(t)(x + x'_0)$ ,  $v_i(y, t) = \omega(t)(y' + y)$ , где  $\omega(t)$  — угловая скорость вращения вокруг оси  $O'z'$  в течение  $0 < t < t_0$ . Для рассматриваемого слу-





чая, используя данные [1], после ряда математических преобразований, мы получили выражение, определяющее вид волновой поверхности:  $\eta(x, y, t)$ . В безразмерной форме оно имеет при  $(x'_0 = y'_0 = 0)$  вид

$$\frac{\eta^*(x, y, t)}{u_{\max}^*} = \frac{32 l_1^*}{\pi^2} \sum_{n, m=1}^{\infty} \frac{a_n^{*2} - a_m^{*2}}{n^2 \cdot m^2} A_n^{*m} + \frac{4 l_1^*}{\pi^2} \left( \sum_{m=1}^{\infty} \frac{1}{m^2} A_0^{*m} - \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n^2} A_n^{*0} \right), \quad (1)$$

где

$$A_n^* = \frac{\gamma_{nm}^* \cos a_n^* x^* \cdot \cos a_m^* y^* \cdot \sin \gamma_{nm}^* (t_0^*/2) \cdot \cos k\pi (\gamma_{nm}^*/\gamma_{n=\sigma, m=\sigma_1})}{a_{n,m}^{*2}},$$

$$n = 1, 3, 5, \dots, \quad m = 1, 3, 5, \dots, \quad k = 1, 2, 3, \dots, \quad \eta^* = \frac{\eta}{h}, \quad x^* = \frac{x}{h},$$

$$y^* = \frac{y}{h}, \quad u_{\max}^* = \frac{u_{\max}}{Vgh}, \quad u_{\max} = \omega_0 l, \quad a_n^* = \frac{n\pi}{l^*}, \quad a_m^* = \frac{m\pi}{l_1^*},$$

$$l^* = \frac{l}{h}, \quad l_1^* = \frac{l_1}{h}, \quad a_{n,m}^* = \sqrt{a_n^{*2} + a_m^{*2}}, \quad \gamma_{n,m}^* = \sqrt{a_{n,m}^* t h a_{n,m}^*},$$

$t_0^* = t_0 \sqrt{\frac{g}{h}}$ ,  $A_0^{*0} = A_n^{*0}$  при  $n = 0$ ,  $A_n^{*0} = A_m^{*0}$  при  $m = 0$ ,  $l$ ,  $l_1$  и  $h$  — длина, ширина и глубина водоема,  $\omega_0$  — постоянная в течение  $0 < t < t_0$  амплитуда угловой скорости вращения,  $u_{\max}^*$  — максимальное значение горизонтальной скорости смещения борта,  $\sigma$  и  $\sigma_1$  — фиксированные величины, зависящие от выбранного интервала отсчета времени [2].

В случае, если происходит смещение лишь бортов водохранилища (схема б, в, г, рис. 1), используя результаты [1], получаем

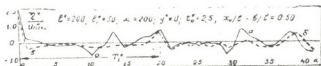
$$\begin{aligned} \frac{\eta^*(x, y, t)}{u_{\max}^*} &= \frac{u_{i_0}^* (q_m \cdot \bar{q}_0 - 1) t_0^*}{l_1^*} + \frac{4 \bar{u}_1^*}{l_1^*} \sum_{n, m=1}^{\infty} \bar{u}_{1n}^* [1 - (-1)^m q_m \bar{q} \bar{q}_n] A_n^{*m} + \\ &+ \frac{2 \bar{u}_1^*}{l_1^*} \cdot \frac{l^{*2}}{\pi^2} \sum_{n=1}^{\infty} u_{i_n}^* (1 - q_m \cdot \bar{q} \bar{q}_n) A_n^{*0} + \\ &+ \frac{4 \bar{u}_{10}^* l_1^*}{\pi^2} \sum_{m=1}^{\infty} [1 - (-1)^m q_m \cdot \bar{q}_0] A_n^{*m}, \end{aligned} \quad (2)$$

где  $u_{i_0}^* = u_{i_{\max}} \bar{u}_{i_0} / \sqrt{gh}$ ,  $u_{i_n}^* = u_{i_{\max}} \bar{u}_i \cdot \bar{u}_{i_n} / \sqrt{gh}$ ,  $u_{i_n}$  — коэффициенты разложения Фурье функции  $u_i(x, t)$  по косинусам в интервале  $(0, l)$ ,  $n = 0, 1, 2, \dots$ ,  $q_m = u_{2_{\max}} / u_{1_{\max}}$ ,  $\bar{q}_0 = \bar{u}_{2_0} / \bar{u}_{1_0}$ ,  $\bar{q} = \bar{u}_2 / \bar{u}_1$ ,  $\bar{q}_n = \bar{u}_{2_n} / \bar{u}_{1_n}$ .



Ограничившись рассмотрением случая, когда  $u_1(x, t) = u_2(x, t)$  (схема б рис. 1), и вычислив значения  $u_{in}$ , ( $n \geq 0$ ) соответственно для форм смещений, показанных на схемах б, в и г рис. 1, мы получили расчетные формулы, по которым в ВЦ ГрузНИИЭГС были выполнены численные расчеты и составлены графики зависимости  $\eta^*/u_{\max}^*$  от „безразмерного“ времени  $k=1, 2, 3, \dots$  [2]. Два таких графика представлены на рис. 2 и отвечают смещению, показанному на схеме б (линия а) и на схеме в (линия б) рис. 1. Значения  $2v$  и  $x_0$  на рис. 2 представляют протяженность смещенного участка вдоль борта и координату центра этого участка.

Рис. 2. График зависимости  $\eta_{in}^*/u_{\max}^*$  от  $k$



Для определения  $\eta$  служит выражение  $\eta = (D_r/t_0^*) (\eta^*/u_{\max}^*)$  [2], где  $D_r = u_{\max}^* t_0^*$  — максимальное значение горизонтального смещения. Для 9-балльного землетрясения, как показывают наблюдения, в общем  $D_r = 2,0 - 2,5$  м.

Согласно расчетам, амплитуда и период колебаний уровня воды при смещениях, показанных на схемах а и б рис. 1, и равных значениях расчетных параметров —  $u_{\max}^*$ ,  $l^*$ ,  $l_1^*$ ,  $t_0^*$  практически одинаковы. Наибольшее, но весьма кратковременное повышение уровня воды у борта ( $x=l$ ,  $y=0$ ) при  $D_r = 2,5$  м равно  $\eta_m = 2,0$  м (рис. 2). Последующие пики достигают всего 0,6 м. В этом случае максимальная амплитуда колебания у плотины ( $x=0$ ) также незначительная ( $\eta_m = 0,5$  м). При смещениях лишь одного борта (схема в, рис. 1) интенсивность волнообразования несколько уменьшается, а колебание происходит с периодом  $T_1 = 2l/\sqrt{gh}$  (основной период продольного собственного колебания водоема) (рис. 2). Результаты остальных расчетов (другие значения  $l^*$  и  $l_1^*$ ) также показывают, что при сейсмических смещениях бортов водохранилища какого-либо значительного и опасного повышения уровня не последует.

В отличие от этого при вторичных остаточных деформациях — при обвалах в водохранилище (см. схему г на рис. 1) значения  $D_r$  и соответственно  $\eta_m$  могут достигнуть значительной величины. Так, при  $l^* = 200$ ,  $l_1^* = 10$ ,  $b/l = 0,15$ ,  $h = 50$  м,  $t_0 = 20$  сек,  $D_r = 20$  м и синусоидальной форме смещения в результате расчетов по (2) получаем, что у плотины  $\eta_m = 2,0$  м.

თ. გველესიანი

წყალსაცავში სეისმური სიშვების შესწავლის საკითხისათვის  
 მისი კალთების ბასწვრივ მიწისძვრის დროს ნარჩენი  
 დეფორმაციების (ნასხლეტის) წარმოქმნისას

რეზიუმე

მიწისძვრისას, სეისმურ-ტექტონიკური გადაადგილების — ნასხლეტის შედეგად წყალსაცავში წარმოქმნილი წყლის დონის რბევების (სეიშების) შესწავლის მიზნით მიღებულია ანალიზური გამოსახულებანი და ჩატარებულია სათანადო რიცხვითი ანგარიში.

### HYDRAULIC ENGINEERING

T. L. GVELESIANI

## TOWARDS THE STUDY OF SEISMIC SEICHES ORIGINATING IN A STORAGE RESERVOIR DURING AN EARTHQUAKE DUE TO RESIDUAL DEFORMATIONS ALONG ITS WALLS

Summary

Analytical expressions have been obtained and numerical computations made with a view to investigating the variations of water level (seiches) in a water storage basin caused by an earthquake and attended by horizontal seismotectonic displacements.

### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. T. ლ. გველესიანი, Сб.: «Гидроэнергетическое строительство в горных условиях». М., 1974.
2. T. ლ. გველესიანი, Г. А. Амонашвили. Материалы симпозиума (ЭВМ ГЭС-73) специалистов стран—членов СЭВ и СФРЮ. Л., 1973.

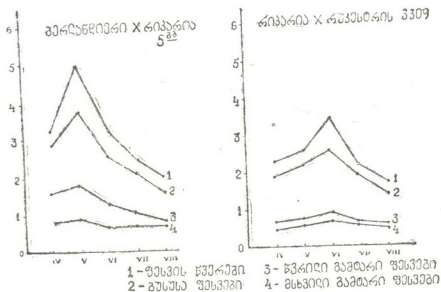
ლ. ჰანთარია

სუნთქვის ინტენსივობა და სუნთქვის ზოგიერთი ფერმენტის აქტივობა ვაზის საძირების ფესვებში

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ს. ლურშიძემ 10.6.1974)

ფესვის სუნთქვა ნორმალურად მიმდინარეობს ნიადაგის ჟანგბადით მომარაგების პირობებში, მაგრამ ჟანგბადის უკმარობისას ეს პროცესი ფერხდება, რაც თავის მხრივ იწვევს სუნთქვასთან დაკავშირებული ყველა პროცესის შეფერხებას: კერძოდ, ეცემა ფესვის შთანთქმითი უნარიანობა, ფერხდება ფოთლის მუშაობა, მცირდება ორგანულ ნივთიერებათა წარმოქმნა, მიმდინარეობს დაშლის პროცესი შიდა უჯრედული სუნთქვის ხარჯზე [1, 2].

კვლევის მიზანს შეადგენდა ვაზის ჭიშებში ბერლანდიერი X რიბარია კობერი 5<sup>ბ</sup> და რიბარია X რუბესტრის 3309-ში სუნთქვის ინტენსივობისა და ჟანგვა-აღდგენითი ტიპის ფერმენტების — ციტოქრომოქსიდაზისა და ასკორბინატოქსიდაზის აქტივობის შესწავლა. სუნთქვის ინტენსივობისა და ფერმენტების აქტივობის განსაზღვრა ხდებოდა ვარბურგის მანომეტრული მეთოდით საცდელი ვაზის ჭიშების ფესვების შემდეგ ოთხ ზონაში: წვერებში, ბუსუსებში, წვერილა და მსხვილ გამტარ ფესვებში (ზონები აღებულია პირობითად). ექსპერიმენტი ჩატარდა 1972 წლის აპრილში, მაისში, ივნისში, ივლისსა და აგვისტოში.



სურ. 1. სუნთქვის ინტენსივობა (მლ O<sub>2</sub> 1 სთ-ში 1 გ შშარლ წონაზე, 25°C) ვაზის საძირების ფესვებში

როგორც ნახაზიდან ჩანს, ორივე ჭიშში სუნთქვის მაღალი ინტენსივობა დამახასიათებელია ფესვის წვერებისათვის, რომელშიც თავის მხრივ შედის დაყოფისა და გაჯიმვის ზონები — ფესვის მზარდი ნაწილი. სუნთქვის ინტენსივობა შედარებით დაბალია ფესვის ბუსუსებში, კიდევ უფრო მცირეა ფესვის

სუნთქვის ფერმენტების აქტივობა (მლ O<sub>2</sub> I სთ-ში I გ შპრალ წონაზე, 25°C)

ჭიშკა	თვეება	ციტოქრომოქსიდაზა					ასკორბინატოქსიდაზა				
		IV	V	VI	VII	VIII	IV	V	VI	VII	VIII
	ფესვის ზონები	M±m	M±m	M±m	M±m	M±m	M±m	M±m	M±m	M±m	M±m
ბებლანდფორი X რიპარია 5 პპ	წერები	0,81±0,10	1,23±0,01	0,72±0,10	0,24±0,01	0,19±0,01	0,98±0,00	0,73±0,01	1,73±0,01	1,28±0,01	0,27±0,01
	ბუსუსა	0,51±0,10	0,98±0,00	0,54±0,10	0,11±0,01	0,12±0,01	0,79±0,01	0,63±0,02	0,93±0,04	0,73±0,02	0,58±0,03
	წერილი გამტარი	0,11±0,08	0,47±0,10	0,21±0,00	0,07±0,01	0,05±0,00	0,48±0,01	0,27±0,01	0,66±0,02	0,35±0,01	0,17±0,01
	მსხეილი გამტარი	0,08±0,10	0,20±0,00	0,08±0,00	0,05±0,01	0,03±0,00	0,22±0,01	0,17±0,01	0,37±0,01	0,27±0,01	0,11±0,01
რიპარია X რეპეტრის 3309	წერები	0,13±0,10	0,32±0,01	0,53±0,02	0,19±0,03	0,11±0,01	0,77±0,02	0,56±0,01	1,35±0,01	0,97±0,03	0,60±0,01
	ბუსუსა	0,09±0,02	0,19±0,01	0,22±0,03	0,11±0,01	0,08±0,00	0,62±0,03	0,35±0,01	0,72±0,02	0,67±0,01	0,27±0,03
	წერილი გამტარი	0,05±0,01	0,08±0,02	0,14±0,01	0,08±0,00	0,04±0,00	0,23±0,01	0,18±0,02	0,32±0,01	0,27±0,02	0,12±0,01
	მსხეილი გამტარი	0,03±0,01	0,04±0,00	0,07±0,01	0,04±0,00	0,01±0,00	0,15±0,01	0,10±0,01	0,26±0,01	0,19±0,01	0,08±0,01

ტ. ჯანთაია



წერილ გამტარ ზონაში და მინიმალურია მსხვილ გამტარ ფესვებში. აღნიშნული მოვლენა კანონზომიერია ორივე ჯიშისათვის ცდის ყველა ვადაში. ბერლანდიერი X რიპარია 5<sup>აა</sup>-ში სუნთქვის ინტენსივობის მაქსიმუმი ბუსუსებზეა და ფესვის წვერებში მაისის თვის ემთხვევა, მაშინ როდესაც წვერილი და მსხვილი გამტარი ფესვების სუნთქვის ინტენსივობის მაქსიმუმი ივნისის თვეში აღინიშნა. რიპარია X რუპესტრის 3309-ში ფესვის ოთხივე ზონაში სუნთქვის ინტენსივობის მაქსიმუმი ივნისის თვეში მოდის.

სუნთქვაზე თანამედროვე შეხედულების თანახმად ტერმინალურ ოქსიდაზად თვლიან ციტოქრომული სისტემის უმნიშვნელოვანეს კომპონენტს — ციტოქრომოქსიდაზას, რაც აიხსნება იმით, რომ აღნიშნული ფერმენტის მოქმედება უკავშირდება მიტოქონდრიებს, სადაც მაკროერგული ნაერთები წარმოიქმნება. ჭერაჯერობით არ არის შემჩნეული სხვა ოქსიდაზური მოქმედება, რომელსაც თან სდევს ქანკვითი ენერჯის აკუმულირება [3, 4].

ვაზის ფესვების ოთხ ზონაში ციტოქრომოქსიდაზის აქტივობის შესწავლისას აღმოჩნდა, რომ აღნიშნული ფერმენტის აქტივობა მაქსიმალურია ფესვის წვერებში, შემდეგ თანდათანობით მცირდება ფესვის წვერილი გამტარი ზონისაკენ, ხოლო მსხვილ გამტარ ფესვებში მინიმუმამდე დადის (იხ. ცხრილი). საყურადღებოა ის ფაქტი, რომ 5<sup>აა</sup>-ში სუნთქვის ინტენსივობისა და ფერმენტ ციტოქრომოქსიდაზის აქტივობის მაქსიმუმი მაისში აღინიშნა, ხოლო 3309-ში — ივნისში.

ტერმინალური ოქსიდაზების რიცხვს მიეკუთვნება ასკორბინატოქსიდაზაც, რომლის აქტივობა ჩვენს მიერ შესწავლილ ობიექტებში ციტოქრომოქსიდაზის აქტივობისაგან განსხვავდება, რაც იმაში მდგომარეობს, რომ ბერლანდიერი X რიპარია 5<sup>აა</sup>-ში ციტოქრომოქსიდაზის მაქსიმალური აქტივობა მაისში აღინიშნა, ხოლო ასკორბინატოქსიდაზისა — ივნისში, მაშინ როდესაც რიპარია X რუპესტრის 3309-ში როგორც სუნთქვის ინტენსივობის, ისე ორივე ფერმენტის აქტივობის მაქსიმუმი ივნისის თვეში მოდის.

ამრიგად, ქანკვა-აღდგენითი ციკლის ფერმენტების აქტივობის შესწავლის შედეგად შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ უჯრედში შესაძლებელია რამდენიმე ფერმენტული სისტემის ერთდროული მოქმედება, ვინაიდან ამ კომპლექსის ცალკეულ წარმომადგენელზე გარემო ფაქტორები განსხვავებულ გავლენას ახდენენ. ასე მაგალითად, ქანკვადის პარციალური წნევა სხვადასხვა ოქსიდაზურ სისტემებზე განსხვავებულად მოქმედებს. ლაქტერატურული მონაცემებით [5] ციტოქრომოქსიდაზისათვის ოპტიმალურია ქანკვადის 1—2% ან ცოტა მეტი, ხოლო ასკორბინატოქსიდაზის აქტივობა ქანკვადის პროპორციულად მზღებლობს. ფერმენტთა მოქმედება მათი ფუნქციონირების ოპტიმალურ პირობებში განსხვავდება ერთმანეთისაგან და დამოკიდებულია თვით მცენარის ჯიშობრივი თავისებურებისაგან.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია  
ზოტანიკის ინსტიტუტი

(შემოვიდა 14.6.1974)

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

Л. В. КАНТАРИЯ

ИНТЕНСИВНОСТЬ ДЫХАНИЯ И АКТИВНОСТЬ НЕКОТОРЫХ ДЫХАТЕЛЬНЫХ ФЕРМЕНТОВ В КОРНЯХ ПОДВОЕВ ВИНОГРАДНОЙ ЛОЗЫ

Резюме

Задачей данного исследования являлось определение интенсивности дыхания и активности некоторых дыхательных ферментов в корнях

двух подвоев виноградной лозы сортов Берландиери×Рипария Кобера 5<sup>66</sup> и Рипария×Рупестрис 3309, имеющих контрастные хозяйственные показатели.

Выявлено, что зоны кончиков и тонких всасывающих корней, наряду с максимальной интенсивностью дыхания, характеризуются и наибольшей активностью дыхательных ферментов—цитохромоксидазы и аскорбинатоксидазы.

У Берландиери×Рипария 5<sup>66</sup> максимум интенсивности дыхания и активность цитохромоксидазы в зоне кончиков и тонких всасывающих корней отмечается в мае, а у 3309 — в июне.

Зона толстых проводящих корней характеризуется наиболее низким уровнем дыхания и пониженной активностью ферментов.

#### PLANT PHYSIOLOGY

L. V. KANTARIA

### RESPIRATION INTENSITY AND ACTIVITY OF SOME RESPIRATORY ENZYMES IN ROOTS OF GRAPEVINE STOCKS

#### Summary

The object of the present investigation was to determine the respiration intensity and activity of some respiratory enzymes in the roots of grapevine stocks of two varieties: *Berlandieri*×*Riparia sel. Cobber 5-bb* and *Riparia*×*Rupestris* 3309 having contrast economic indices. Along with a maximal respiration intensity the zones of tips and fine absorptive roots were found to be characterized also by the highest activity of respiratory enzymes: cytochrome oxidase and ascorbate oxidase. The maximum respiration intensity and activity of cytochrome oxidase in the zone of tips and fine absorptive roots of *Berlandieri*×*Riparia 5 bb* are recorded in May and of *Riparia*×*Rupestris* 3309 in June. The zone of thick conducting roots is characterized by the lowest level of respiration and decreased activity of enzymes.

#### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. С. Туркова. Дыхание растений. М., 1963.
2. Б. А. Рубин. Курс физиологии растений. М., 1971.
3. О. Д. Семихатова. Смена дыхательных систем. М., 1969.
4. Б. А. Рубин, М. Е. Ладыгина. Энзимология и биология дыхания растений. М., 1966.
5. Е. П. Алешин. Изв. АН СССР, сер. биол. 2, 1961.





ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

Д. А. КВАЧАДЗЕ

**ЗНАЧЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ НЕКОТОРЫХ  
ОБРАЗОВАНИЙ МОЗЖЕЧКА В РЕГУЛИРОВАНИИ  
АРТЕРИАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ**

(Представлено членом-корреспондентом Академии А. Н. Бакурадзе 22.6.1974)

Внутрицентральная структура механизмов управления сосудодвигательных реакций включает ряд специфических уровней регуляции: корковый, гипоталамический, бульбарный и спинальный, причем в этом сложном комплексе гипоталамус является одним из основных звеньев, играющих модифицирующую роль в общем сердечно-сосудистом контроле [1—8].

Однако вопросы участия мозжечка в регуляции деятельности сердечно-сосудистой системы и механизмов его реализации все еще недостаточно изучены [9—15].

В данной работе мы задались целью установить удельный вес различных анатомических образований мозжечка в осуществлении сосудодвигательных ответов и функциональное значение наблюдаемых эффектов, связанных со стимуляцией этих структур.

Опыты были поставлены на обездвигенных (д-тубокурарином — 0,02 мг/кг или листеноном — 0,05 мг/кг) кошках весом 3—3,5 кг в условиях острого эксперимента. Для стимуляции использовались биполярные электроды с межполюсным расстоянием 0,3 мм, изготовленные из константановой проволоки диаметром 0,1—0,125 мм с фабричной изоляцией, которые имплантировались в кровельное, промежуточное, зубчатое ядро и кору червя. Продолжительность прямоугольного импульса 0,1—0,5 м/сек, частота 50—100 имп/сек, продолжительность стимуляции 10 сек, интервалы между стимуляциями не менее 15 мин. Запись кровяного давления в сонной артерии производилась ртутным манометром, маркировка точек расположения электродов — пропусканием постоянного тока 3—4 мА в течение 30 сек.

С целью определения путей и систем реализации мозжечковых сосудодвигательных ответов были использованы метод перерезок головного мозга и метод попарной стимуляции мозжечка с ретикулярной формацией ствола, задним гипоталамусом (сосковидное тело) и боковыми рогами спинного мозга.

Для анализа характера сосудодвигательной реакции, вызванной стимуляцией выбранной области мозжечка, учитывались: латентный период, амплитуда ответа, крутизна повышения и крутизна понижения давления, время повышения и время его понижения, общая продолжительность реакции, а также площадь регулирования.

Полученные цифровые данные подвергались машинной обработке.

Характер сосудистых реакций, вызванных стимуляцией различных областей мозжечка. Электрическая стимуляция коры мозжечка при выбранных нами параметрах раздражения характеризовалась депрессорной реакцией. Время понижения





давления в большинстве опытов соответствовало продолжительности стимуляции и характеризовалось обычно замедлением ритма сердечной деятельности.

Стимуляция различных точек кровельного ядра, в отличие от корковых раздражений, при наиболее низких параметрах раздражения вызывала прессорный ответ ( $p < 0,001$ ), причем наиболее выраженное повышение артериального давления наблюдалось при раздражении его вентромедиальной части.

Прессорную реакцию вызывала также стимуляция промежуточного и зубчатого ядра, однако в сравнении с этими ядрами ответы при раздражении кровельного ядра характеризовались наиболее низкими параметрами раздражения, более коротким латентным периодом и наибольшей крутизной как повышения, так и понижения давления. Вместе с тем, они оказывались более короткими как по времени повышения, так и по времени понижения давления и общей продолжительности реакции. Тем не менее стимуляция кровельного ядра характеризовалась и относительно большой площадью регулирования.

Следует отметить, что при стимуляции кровельного ядра ответы достигали своей максимальной величины к 7—10-й секунде стимуляции, в то время как при раздражении промежуточного и особенно зубчатого ядра кровяное давление продолжало нарастать и после прекращения раздражения.

Как уже отмечалось, наиболее четкое изменение реакции системного артериального давления наблюдалось при стимуляции вентромедиальной части кровельного ядра. Поэтому более детальному исследованию нами была подвергнута именно эта область мозжечка.

Пути реализации влияния мозжечка на сосудодвигательные ответы. Амиазин (3—5 мг/кг) значительно подавлял прессорные реакции артериального давления ( $p < 0,001$ ), вызванные стимуляцией ( $9,33 \pm 0,65$  в) кровельного ядра. На фоне действия амиазина амплитуда повышения давления составляла 4,77% от исходного уровня. Вместе с тем, он значительно удлинял (на 221,77%,  $p < 0,001$ ) продолжительность латентного периода реакции и уменьшал крутизну как повышения (на 85,55%,  $p < 0,001$ ), так и понижения давления (на 74,56%,  $p < 0,001$ ). На этом фоне укорачивались также не только время понижения давления (на 63,42%,  $p < 0,001$ ) и общая продолжительность реакции (на 49,34%,  $p < 0,01$ ), но и площадь регулирования.

Значительно подавляла ( $p < 0,001$ ) сосудодвигательную активность при стимуляции мозжечка и межколликлярная децеребрация головного мозга. На этом фоне раздражение кровельного ядра мозжечка вызывало повышение кровяного давления всего лишь на 0,84% от его исходного уровня. Значительно уменьшалась при этом крутизна повышения и понижения артериального давления, укорачивались как время повышения, так и время понижения давления и общая продолжительность реакции ( $p < 0,001$ ). В результате уменьшения указанных выше показателей резко падала ( $p < 0,001$ ) и величина площади регулирования.

В опытах с высокой перерезкой головного мозга, когда кора наиболее рострально отсекалась от стволовых структур и гипоталамуса, стимуляция кровельного ядра вызывала более выраженный прессорный эффект ( $p < 0,001$ ) с одновременным укорачиванием латентного периода и увеличением площади регулирования.

Функциональные взаимоотношения кровельного ядра с ретикулярной формацией среднего моз-

га, задним гипоталамусом и спинальным уровнем вазомоторной регуляции. Совместное раздражение кровельного ядра и ретикулярной формации среднего мозга сопровождалось значительным усилением сосудодвигательного эффекта. Подпороговая стимуляция кровельного ядра ( $1+0,3$  в) почти во всех опытах вызывала усиление прессорного эффекта, вызванного раздражением ретикулярной формации ( $p < 0,005$ ). Укорачивался при этом ( $p < 0,02$ ) и латентный период, а площадь регулирования увеличивалась ( $p < 0,002$ ).

Подпороговая стимуляция кровельного ядра ( $0,5+0,4$  в) также приводила к усилению ( $p < 0,02$ ) прессорного эффекта, вызванного стимуляцией заднего гипоталамуса и к увеличению ( $p < 0,001$ ), площади регулирования.

Почти такие же результаты были получены при попарной стимуляции кровельного ядра и боковых рогов спинного мозга. Сочетанная стимуляция этих образований хотя и вызывала большую реакцию ( $p < 0,05$ ) со стороны кровяного давления, однако изменения других показателей вазомоторной активности оказались статистически недо-  
 стоверными.

Таким образом, изучение путей распространения кровельных сосудодвигательных эффектов показывает, что эти ответы осуществляются прежде всего активацией промежуточных звеньев структур ретикулярной формации и отсюда возбуждение распространяется на структуры заднего гипоталамуса, а затем по спинальным нейронам — к сегментарным центрам.

Тбилисский государственный  
 медицинский институт

(Поступило 27.6.1974)

აღმავანისა და ცხოველთა ფიზიოლოგია

დ. კვაბაძე

ნათხემის ზოგიერთი წარმონაქმნის ფუნქციონალური  
 მდგომარეობის მნიშვნელობა არტერიული წნევის  
 რეგულაციაში

რ ე ზ ი მ ე

კატეზზე მწვავე ცდებით დადგენილ იქნა, რომ ნათხემის გალიზიანებათა ეფექტები დამოკიდებულია ელექტროდების ლოკალიზაციაზე და მისი სხვადასხვა ანატომიური წარმონაქმნები პასუხობენ მას სპეციფიკური რეაქციით — სტიმულაციით ან შეკავებით. ამ მხრივ ყველაზე უფრო მგრძობიარე აღმოჩნდა ფასტიგალური ბირთვი, განსაკუთრებით, მისი ენტრომედიალური ნაწილი.

მიღებული შედეგების ანალიზი იძლევა საფუძველს ვიფიქროთ, რომ ფასტიგალური ეფექტები ხორციელდება ფასტიგალურ-ბულბალური გზით და ამ სისტემით გალიზიანება ვრცელდება უკანა ჰიპოთალამუსის სტრუქტურებზე, შემდეგ კი სპინალური ნეირონებით სეგმენტურ ცენტრებზე.

D. A. KVACHADZE

 THE ROLE OF THE FUNCTIONAL STATE OF SOME CEREBELLAR  
 FORMATIONS IN THE REGULATION OF ARTERIAL PRESSURE

## Summary

In acute experiments involving cats the effects of cerebellar stimulation were found to depend on the site of the stimulus electrode, the various anatomical formations of the cerebellum responding by a specific vascular reaction: stimulation or inhibition. At the same time the fastigial nucleus proved most sensitive, particularly its ventromedial part.

Analysis of the data obtained gives ground to assume that fastigial responses are effected through the fastigial-bulbar pathway and via this system the excitation spreads to the posterior hypothalamic structures and then, by spinal neurons to the segmental centres.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. М. А. Бурьяк. Фармакотерапия экспериментальных аритмий и нарушений коронарного кровообращения. Автореферат. М., 1964.
2. А. В. Вальдман, Г. В. Ковалев, В. А. Цырлин. Физиол. ж. СССР, 55, 1969, 1010—1019.
3. А. В. Вальдман, М. М. Козловская, В. А. Цырлин. Бюлл. экв. биол. и мед., 65, 1, 1968, 3—9.
4. В. Б. Захаржевский. Кортикальные механизмы регуляции внутренних органов. М.—Л., 1966.
5. А. М. Зимкина. О вегетативных функциях мозжечка. Автореферат, Л., 1943.
6. Г. В. Ковалев. Исследования по фармакологии ретикулярной формации и синаптической передачи. Л., 1961, 125—132.
7. А. Ф. Макаренко, А. Д. Динабург. Межюточный мозг и вегетативная нервная система. Киев, 1971.
8. В. А. Цырлин. Сб.: «Нейрофармакология центрального регулирования». Л., 1969.
9. M. Miura, D. Reis. 6—"Brain Res.", 13, 13, 1969, 595—599.
10. B. I. Hofer. "The effect of the cerebellum on the circulatory system". Dissert. Abstr. USA, 27, 2b, 1966, 591.
11. C. Sawyer, Y. Hilliard, F. Van. Am. J. Physiol., 200, 3, 1961, 405—412.
12. Н. Н. Беллер, М. И. Таллан. Физиол. ж. СССР, 58, 1, 1972, 29—30.
13. М. И. Гуревич, А. И. Вышатица. Физиол. ж. СССР, 59, 1, 1973, 1715—1723.
14. М. И. Таллан. Функциональная организация мозжечка кошки на некоторые вегетативные функции. Автореферат. Л., 1970.
15. A. Zancetti, Zoccolini. J. Neurophysiol., 17, 5, 1954, 475—483.

Н. Г. КОТРИКАДZE, Б. А. ЛОМСАДZE, А. Н. САПРИН

## ИЗУЧЕНИЕ ДИНАМИКИ ИЗМЕНЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ СВОБОДНЫХ РАДИКАЛОВ В ТКАНИ И ОРГАНЕЛЛАХ ЖИВОТНОГО ОПУХОЛЕНОСИТЕЛЯ ПРИ ХИМИЧЕСКОМ КАНЦЕРОГЕНЕЗЕ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. Н. Овиани 27.6.1974)

Выяснение механизмов возникновения и развития злокачественных новообразований представляет в настоящее время одну из наиболее актуальных проблем биологии и медицины.

Еще в 1947 г., учитывая, что канцерогенностью обладают не только химические соединения, но и физические агенты, Хеддоу [1] высказал предположение, что непосредственным канцерогенным агентом является не само канцерогенное вещество, а энергия, способная вызывать нарушения нормального роста клеток, носителем которой может быть свободнорадикальная форма канцерогена.

В настоящее время имеются данные, указывающие на наличие корреляции между канцерогенной активностью соединений и их способностью образовывать свободные радикалы [2, 3].

Свободные радикалы образуются в различных видах химических канцерогенов: полициклических углеводородах, аминоазосоединениях и др. Вследствие этого канцерогенность нередко связывают со способностью веществ превращаться в свободные радикалы [4—6].

Основываясь на данных о том, что многие канцерогенные агенты содержат высокие концентрации свободных радикалов [7—10], Н. М. Эмануэль в 1958 г. высказал предположение, что свободные радикалы могут играть большую роль не только при образовании опухоли, но и при ее росте и развитии.

Переход канцерогенов в свободнорадикальное состояние существенным образом может повысить их реакционную способность. Усиление активности свободнорадикальных процессов может привести к нежелательному функционированию клетки, а в частности, влиять на структуру и функцию клеточных компонентов и способствовать злокачественному перерождению клеток [11—13].

Следует отметить, что развитие опухоли приводит к изменению активности свободнорадикальных процессов в различных органах животных опухоленосителей, а также в самой опухоли [5].

Исходя из вышесказанного мы изучили динамику изменения концентрации свободных радикалов (КСР) в тканях, подвергающихся злокачественному перерождению, а также в печени и органеллах печени крыс опухоленосителей и в опухолях и органеллах, выделенных из развившихся опухолей.

Измерение спектров ЭПР производилось на радиоспектрометре JES-ME-3X фирмы «JEOL» при температуре жидкого азота ( $-170^{\circ}\text{C}$ ).

На рис. 1 представлены кинетические кривые изменения содержания СР в ткани (место введения) у контрольных животных, которым вводили 3,4-бензпирен и антрацен.

Показано, что под действием 3,4-бензпирена [1] КСР в ткани оказывается ниже нормы. Она достигает минимума к 30-м суткам, после чего наблюдается некоторое повышение ее. Спустя 75 дней после введения канцерогена, в период, морфологически соответствующей стадии диффузноочаговой гиперплазии, КСР превышает норму. На стадии образования опухолей (100 дней) она существенно падает и оказывается ниже нормы.

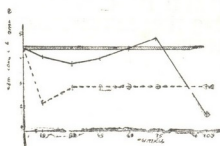


Рис. 1. Изменение КСР в ткани (место введения) под действием 3,4-бензпирена и неканцерогенного антрацена

Исследования, проведенные с антраценом в аналогичных условиях, показали, что неканцерогенный антрацен [2] приводит к значительному снижению КСР до 15 суток и в дальнейшем она остается на этом уровне.

Уменьшение КСР в ткани в ранний период действия канцерогена, возможно, вызвано транспортом антиоксидантов из печени через кровоток к месту введения канцерогена, происходит накопление природных ингибиторов, на что указывает увеличение КСР [14] и уменьшение АОА в печени [15].

Падение КСР в опухоли связано, по-видимому, не изменением или нарушением механизмов радикальных реакций, а действием на популяцию опухолевых клеток субстратами, необходимыми для энергетического обмена, в частности липидами и углеводами. Предполагается миграция в опухоль холестерина, токоферола, жирных кислот [16, 17].

Таблица 1

КСР в ткани, в печени и в органеллах печени

Объекты исследования	Ткань	Митохондрии	Микросомы	Лизосомы
Печень интактных животных	14,2	22,5	3,31	2,6
Печень животного опухоленосителя	6,1	5,6	2,2	1,2
Ткань (место введения)	4,4	—	—	—
Опухоль	1,2	0	0	0

Нами изучалась также динамика изменений КСР в печени опухоленосителя животных, в опухолях и органеллах, выделенных из опухоли. В период развития опухоли наблюдается снижение КСР в печени. Снижение КСР имеет место в следующей последовательности: печень интактных животных, печень опухоленосителей, ткань интактных животных и опухоль. Изучение КСР в органеллах (митохондрии, микросомы, лизосомы) печени, в печени опухоленосителя и в ткани опухоли





На рис. 1 представлены кинетические кривые изменения содержания СР в ткани (место введения) у контрольных животных, которым вводили 3,4-бензпирен и антрацен.

Показано, что под действием 3,4-бензпирена [1] КСР в ткани оказывается ниже нормы. Она достигает минимума к 30-м суткам, после чего наблюдается некоторое повышение ее. Спустя 75 дней после введения канцерогена, в период, морфологически соответствующей стадии диффузноочаговой гиперплазии, КСР превышает норму. На стадии образования опухолей (100 дней) она существенно падает и оказывается ниже нормы.

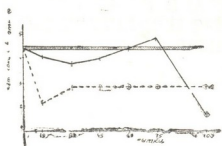


Рис. 1. Изменение КСР в ткани (место введения) под действием 3,4-бензпирена и неканцерогенного антрацена

Исследования, проведенные с антраценом в аналогичных условиях, показали, что неканцерогенный антрацен [2] приводит к значительному снижению КСР до 15 суток и в дальнейшем она остается на этом уровне.

Уменьшение КСР в ткани в ранний период действия канцерогена, возможно, вызвано транспортом антиоксидантов из печени через кровоток к месту введения канцерогена, происходит накопление природных ингибиторов, на что указывают увеличение КСР [14] и уменьшение АОА в печени [15].

Падение КСР в опухоли связано, по-видимому, не изменением или нарушением механизмов радикальных реакций, а действием на популяцию опухолевых клеток субстратами, необходимыми для энергетического обмена, в частности липидами и углеводами. Предполагается миграция в опухоль холестерина, токоферола, жирных кислот [16, 17].

Таблица 1

КСР в ткани, в печени и в органеллах печени

Объекты исследования	Ткань	Митохондрии	Микросомы	Лизосомы
Печень интактных животных	14,2	22,5	3,31	2,6
Печень животного опухоленосителя	6,1	5,6	2,2	1,2
Ткань (место введения)	4,4	—	—	—
Опухоль	1,2	0	0	0

Нами изучалась также динамика изменений КСР в печени опухоленосителя животных, в опухолях и органеллах, выделенных из опухоли. В период развития опухоли наблюдается снижение КСР в печени. Снижение КСР имеет место в следующей последовательности: печень интактных животных, печень опухоленосителей, ткань интактных животных и опухоль. Изучение КСР в органеллах (митохондрии, микросомы, лизосомы) печени, в печени опухоленосителя и в ткани опухо-

ли показало, что КСР значительна в органеллах печени, меньше в печени опухоленосителя и СР вовсе отсутствуют в органеллах, выделенных из опухоли.

Полученные данные приведены в табл. 1.

В злокачественных клетках количество АО увеличено и радикальная активность в липидных структурах, связанная с реакциями окисления, подавлена [18]. Следовательно, можно говорить о замедлении окислительных реакций, протекающих в липидах раковой ткани (табл. 2).

Таблица 2

Активность перекисного окисления липидов, мол·МДА/мг белка

Ткань интактного животного	Опухоль	Печень интактного животного	Печень опухоленосителя
$3 \cdot 10^{-8}$	$2 \cdot 10^{-8}$	$86 \cdot 10^{-8}$	$12 \cdot 10^{-8}$

При сравнительном изучении спектров ЭПР печени опухоленосителей и опухолей разных типов замороженных при  $-170^{\circ}\text{C}$ , различия в спектрах ЭПР печени животных опухоленосителей, первично индуцированных 3,4-бензпиреном, и подкожных сарком и карцином Герена не наблюдалось. В то же время в спектрах ЭПР этих опухолей обнаружены существенные различия (рис. 2). Так, в индуцированных 3,4-бензпиреном саркомах наблюдается только свободнорадикальный ( $g=2,003$ ) сигнал, а в карциноме Герена, кроме свободнорадикального сигнала, — сигналы с  $g=2,07$ ,  $g=2,035$ ,  $g=2,007$ , которые обусловлены нитрозильными комплексами негемового и гемового железа.



Рис. 2. Спектры ЭПР опухолевых тканей: а — ткань интактных животных, б — подкожная саркома, индуцированная 3,4-бензпиреном, в — карцинома Герена

Таким образом, при канцерогенезе происходят значительные количественные изменения СР не только в самой малигнизирующейся ткани, но и в органах, непосредственно не затрагиваемых злокачественным ростом, например в печени.

Ряд литературных и наших данных свидетельствует о том, что эти процессы играют значительную роль при развитии злокачественных новообразований, так как их ингибирование или увеличивает сроки индукции опухолей, или полностью предотвращает их возникновение.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 18.7.1974)



ნ. კოტრიკაძე, ბ. ლომსაძე, ა. სპრინი

თავისუფალი რადიკალების კონცენტრაციის ცვალებადობის  
 შესწავლა ქსოვილსა და სიმსივნემატარებელი  
 ცხოველის ორგანოებში ქიმიური კანცეროგენების დროს

რეზიუმე

განხილულია 3,4-ბენზპირენის მოქმედებით თავისუფალი რადიკალების კონცენტრაციის ცვალებადობა ქსოვილში, რომელიც უშუალოდ განიცდის ავთვისებიან გარდაქმნას, ღვიძლსა და სიმსივნემატარებელი ცხოველის ღვიძლიდან გამოყოფილ ორგანოებში (მიტოქონდრიები, მიკროსომები, ლიზოსომები), სიმსივნესა და სიმსივნეიდან გამოყოფილ ორგანოებში.

BIOPHYSICS

N. G. KOTRIKADZE, B. A. LOMSADZE, A. N. SAPRIN

STUDIES OF THE CHANGES OF THE DYNAMICS OF FREE RADICAL  
 CONCENTRATION IN TISSUES AND ORGANELLES OF TUMOROUS  
 ANIMALS UNDER CHEMICAL CARCINOGENESIS

Summary

The dynamics of the changes of free radical concentration in tissues subjected to malignant degeneration has been studied, as well as in the liver and organelles (mitochondria, microsomes and lysosomes), in the liver of tumorous rats, in tumours induced by 3,4 benzpyrene and in organelles isolated from developed tumours.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. A. Haddow. *Growth*, 11, 1953, 339.
2. J. Butter. *Nature*, 166, 1950, 18.
3. W. C. Ross. *Nature*, 165, 1950, 808.
4. A. Brues, E. Barron. *Ann. Rev. Biochem.*, 20, 1951, 343.
5. А. Б. Сыркин. *Успехи современной биологии*, т. 49, № 3, 1960, 304.
6. H. F. Park. *J. Phys. Colloid. Chem.*, 54, 1950, 1383.
7. B. Commoner, T. Townsend, G. Pake. *Nature*, 174, 1954, 689.
8. F. Fruby, J. Goldzicher. *Nature*, 182, 1958, 1371.
9. J. Mallard, J. M. Kent. *Nature*, 204, 1964, 192.
10. Van de Vorst Albert. *Bull. Cl., Sci. Acad. Roy. Belg.*, 56, 5, 1970, 433.
11. Е. П. Сидорик. Некоторые биофизические характеристики механизма химического кашцерогенеза. Автореферат, Киев, 1968.
12. J. Duchesne, J. J. Lion, A. Van de Vorst. *Cancer Res.*, 29, 16, 1969, 1562.
13. А. Х. Коган, А. Н. Саприн, А. С. Сизых. Тезисы симпозиума «Свободнорадикальные состояния и их роль при лучевом поражении и злокачественном росте». М., 1971.
14. Н. Г. Котрикадзе, Б. А. Ломсадзе. *Биофизика*, т. 19, вып. 2, 1974, 304.
15. Е. Б. Бурлакова, Е. М. Малочкина. *Биофизика*, т. 18, вып. 2, 1973, 293.
16. В. З. Ланкин. О мобилизации липидов при злокачественном росте. Автореферат, М., 1971.
17. В. З. Ланкин, Е. А. Нейфах. *Изв. АН СССР, сер. биол.*, 2, 1968, 263.
18. Б. Н. Тарусов, И. И. Иванов, Ю. М. Петрусевич, В. И. Гапоненко. Сб.: «Свободнорадикальные процессы в биологических системах». М., 1966, 211.

Н. Г. АЛЕКСИДЗЕ, Д. Ф. МЕШВЕЛИШВИЛИ, М. В. БАЛАВАДЗЕ

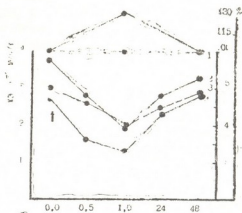
## ОБ УЧАСТИИ БИОГЕННЫХ АМИНОВ И ФЕРМЕНТОВ ИХ ПРЕВРАЩЕНИЯ В МЕХАНИЗМАХ ОБРАЗНОЙ ПАМЯТИ

(Представлено академиком П. А. Кометиани 15.4.1974)

В литературе имеются указания об участии ацетилхолин-холинэстеразы (АХ-ХЭ), биогенных аминов — моноаминоксидазы (МАО) в явлениях памяти. При этом в формировании памяти одни авторы приписывают более важную роль ацетилхолиновой системе, а другие — биогенным аминам — МАО [1—3].

Исходя из вышесказанного, нами было предпринято исследование психонервного поведения крыс и обмена биогенных аминов в условиях дифференциального торможения ХЭ и МАО. Активность ХЭ определялась методом [4], МАО — спектрофотометрически [5, 6], количество катехоламинов и серотонина — тонкослойной хроматографией дансил-производных аминов [7]. В данном сообщении приводятся результаты изменений содержания только серотонина и норадреналина. Память крыс оценивалась методом свободного поведения в Т-образном лабиринте [8]. В качестве ингибитора ХЭ был взят физостигмин в концентрации 0,4 мг/кг, МАО — ипразид (0,4—4,0 мг/кг) и трансамин (4,0 мг/кг). При выборе ингибиторов МАО мы исходили из того положения, что действие ипразида на нервную ткань, в отличие от трансамин, проявляется медленнее, но более продолжительное время [9]. Количество биогенных аминов и ферментов их превращения определялось в коре и в белом веществе подкорки лобных долей головного мозга крыс.

Рис. 1. Влияние ИП введения физостигмина (0,4 мг/кг) на психонервное поведение (4) и на активность ХЭ коры (3) и белого вещества подкорки (2) лобных долей головного мозга крыс. Изменения свободного АХ (1) и активности МАО (прерывистая линия) выражены в процентах от контроля. На абсциссе — время в часах. Стрелка показывает момент введения



В первой серии опытов (рис. 1) нам удалось показать ухудшение психонервного поведения крыс при интраперитонеальном (ИП) введении физостигмина. При этом тормозилась ХЭ и возрастало содержание свободного АХ в коре и в белом веществе подкорки лобных долей. Активность ХЭ коррелировала с нарушением и восстановлением памяти.



Активность МАО как коры, так и подкорки не претерпевала существенных изменений. Панту и др. [10] также не удалось обнаружить влияние физостигмина на активность МАО митохондрий печени крыс.

В опытах с ипразидом (0,4 мг/кг) ухудшение памяти сопровождалось торможением как МАО, так и ХЭ. Через 24 часа восстановление памяти и активности ХЭ происходило на фоне заторможенной МАО (рис. 2). Исходя из этих данных, можно было говорить о ведущей роли АХ системы в психонервном поведении крыс, однако в опытах с трансаминном (рис. 3) нарушение памяти происходило при неизменной активности ХЭ, а восстановление, как и в случае ипразида, — на фоне заторможенной МАО [11].

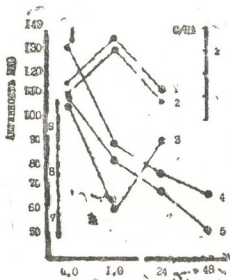


Рис. 2. Влияние ИП введения ипразида (0,4 мг/кг) на психонервное поведение (3) и на активность МАО коры (4) и белого вещества подкорки (5) лобных долей головного мозга крыс. Активность МАО дается в  $\Delta E_{450}/\text{час}/\text{г}$  влажной ткани. Показатель соотношения С/НА в коре (2) и подкорке (1). На абсциссе — время в часах. Стрелка показывает момент введения

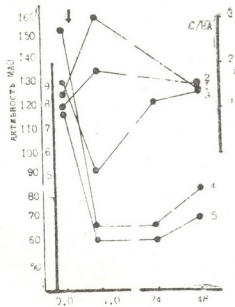


Рис. 3. Влияние ИП введения трансаминна (4,0 мг/кг) на психонервное поведение и на биохимические показатели головного мозга крыс. Обозначения те же, что и на рис. 2

Экспериментальные данные об активности МАО в коре и подкорке головного мозга крыс убедили нас в том, что торможение МАО на 40—50% не является критическим в нарушении образной памяти.

Ряд авторов предприняли попытку связать нарушение памяти с изменением распределения серотонина и катехоламинов [12, 13]. Проведенные нами расчеты изменений отношения серотонина к катехоламинам показали (см. таблицу), что значение имеет изменение количественных соотношений серотонина и норадреналина (С/НА). В литературе приводятся и противоположные данные об изменении соотношения биогенных аминов в связи с изменением памяти [14]. Из-за сильно отличающихся экспериментальных условий пока трудно говорить о причинах несоответствия данных. Из рис. 2 и 3 видно, что ухудшение психонервного поведения крыс при ИП введении ипразида или



трансаминна показатель соотношения С/НА возрастает как в коре, так и в белом веществе подкорки. Улучшение психонервного поведения крыс сопровождалось нормализацией коэффициента соотношений С/НА, несмотря на то, что количество серотонина и норадреналина на фоне заторможенной MAO вновь оставалось повышенным и превосходило контрольный уровень в 2—3 раза.

Влияние ИП введения ипразида и трансаминна на распределение серотонина (С) и норадреналина (НА) в коре и белом веществе подкорки передних долей головного мозга крыс. Количество аминов дается в мкг/г влажной ткани

Серотонин		Норадреналин		СН/А		
Кора	Подкорка	Кора	Подкорка	Кора	Подкорка	
контроль						
M	0,47	0,65	0,42	0,48	1,05	1,32
m±	0,13	0,14	0,01	0,02	0,07	0,21
p	—	—	—	—	—	—
Через 60 минут после введения ипразида (0,4 мг/кг)						
M	2,15	2,73	1,14	1,91	2,07	2,27
m±	0,11	0,27	0,12	0,01	0,13	0,05
p	>0,001	<0,01	>0,01	>0,001	<0,05	>0,02
Через 24 часа						
M	1,16	1,64	1,40	1,32	0,84	1,27
m±	0,17	0,13	0,18	0,17	0,05	0,07
p	>0,05	>0,01	>0,01	>0,01	<0,10	<0,50
Через 60 минут после введения ипразида (4,0 мг/кг)						
M	3,71	4,11	2,02	1,31	1,95	3,03
m±	0,07	0,61	0,02	0,06	0,40	0,32
p	>0,001	>0,01	>0,001	>0,001	>0,001	>0,01
Через 72 часа						
M	1,66	1,83	1,51	1,33	1,20	1,55
m±	0,15	0,03	0,14	0,10	0,05	0,17
p	>0,001	>0,001	>0,001	>0,001	<0,10	<0,50
Через 40 минут после введения трансаминна (4,0 мг/кг)						
M	2,12	3,16	1,07	1,05	1,82	3,01
m±	0,32	0,13	0,03	0,07	0,35	0,23
p	>0,01	>0,001	>0,001	>0,001	>0,01	>0,01
Через 48 часов						
M	1,67	1,57	1,02	1,07	1,55	1,31
m±	0,35	0,18	0,08	0,04	0,27	0,11
p	>0,02	>0,02	>0,001	>0,001	<0,10	<0,50

Имея в виду вышеприведенные экспериментальные, а также литературные данные, можно заключить, что АХ-ХЭ, биогенные амины — MAO являются компонентами одной функциональной системы, нарушение целостности которой приводит к ухудшению образной памяти.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 16.5.1974)



ნ. ალექსიძე, ჯ. მუხამელიშვილი, მ. ბალავაძე

ხატისმიერი მახსიერების მქანინჯვეზუი ზიოზანუერი ამინეზის  
და მათი ზარღამქმნელი ზმარმენტების მონაწილეოზის ზესახეზ

რეზიუმე

ვირთავეს ფსიქონერვული ქცევა ზესწავლილა თავის ტვინის ქერქისა და ქერქქვეზა თეთრი ნივთიერების ქოლინესტერაზას (ქმ) და მონოამინოქსიდაზას (მაო) დიფერენციალური ინჰიბირების პირობებში. მიღებული ზედებეზიდან გამოდის დასკვნა, რომ აქმ-ქმ, ბიოგენური ამინებეზი-მაო წარმოდგენენ რთული ფუნქციონალური სისტემის ზემადგენელ კომპონენტებს, რომლის მთლიანობის დარღვევისას ხდება ხატისმიერი მესხიერების გაცუღება.

BIOCHEMISTRY

N. G. ALEXSIDZE, D. F. MESHVELISHVILI, M. V. BALAVADZE

ON THE PARTICIPATION OF BIOGENIC AMINES AND THEIR  
TRANSFORMATION ENZYMES IN THE MECHANISMS  
OF IMAGE MEMORY

Summary

The psychoneural behavior of rats at differential inhibition of the cerebral cortex and subcortical white matter cholinesterase (ChE) and monoamine oxidase (MAO) activity has been studied. Proceeding from the data it is concluded that ACh-ChE, biogenic amines-MAO are components of a complex functional system. Disturbance of the integrity of these components leads to a deterioration of image memory.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Е. А. Громова. Серотонин и его роль в организме. М., 1966.
2. Дж. Гейто. Молекулярная психобиология. М., 1969.
3. Р. Ю. Ильющенок. Фармакология поведения и памяти. Новосибирск, 1972.
4. G. L. Eilman *et al.* Biochem. Pharmacol., 7, 1961, 88.
5. Л. В. Брусова, Л. А. Вьюгова, В. З. Горкин. Укр. биохим. ж., 37, 1965, 463.
6. Н. Г. Алексидзе, Р. П. Белецкая. Сообщения АН ГССР, 58, № 2, 1970, 441.
7. А. О. Чилингаров. Сообщения АН ГССР, 65, № 2, 1972, 461.
8. Н. Г. Алексидзе, И. Д. Ломоурн. Сообщения АН ГССР, 48, № 2, 1967, 351.
9. В. В. Закусов. Фармакология центральных синапсов. М., 1973.
10. M. C. Pant *et al.* Canad. J. Biochem., 42, 1964, 1114.
11. Н. Г. Алексидзе, Д. Ф. Мешвелишвили, Р. П. Белецкая. Сообщения АН ГССР, 67, № 1, 1972, 193.
12. J. A. Wada *et al.* Arch. Neurology, 9, 1963, 69.
13. P. L. McGeer *et al.* Arch. Neurology, 9, 1963, 81.
14. А. О. Чилингаров, И. И. Ибрагимов, П. А. Кошетани. Укр. биохим. ж., 44, 1972, 699.

М. Л. КУРДОВАНИДЗЕ

## ОБ УЧАСТИИ РЕДОКСИПРОЦЕССОВ В РАБОТЕ Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>-АТФ-азной СИСТЕМЫ

(Представлено академиком П. А. Кометиани 5.7.1974)

Известно, что окислительно-восстановительные процессы связаны с транспортом катионов через мембрану, в частности, с работой Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>-АТФ-азной системы [1, 2]. Установлено, что окислительно-восстановительные агенты цитохрома b<sub>5</sub> (НАДН, НАДФН, дитионит, цитохром С) оказывают специфическое действие на сродство Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>-АТФ-азной системы к ионам. На основании вышесказанного представляло интерес изучить действие других окислительно-восстановительных систем живой клетки. В настоящей работе изучен характер действия НАДН аскорбиновой кислоты и глутатиона на Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>-АТФ-азную систему.

Объектом исследования служила образованная 0,05% дезоксихолатом и 5 мМ ЭДТА микросомальная фракция головного мозга белых крыс [4]. Данная фракция содержит цитохром b<sub>5</sub> и характеризуется высоким соотношением Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>-АТФ-аза/Mg<sup>++</sup>-АТФ-аза. Определение концентрации белка производилось по методу Лоури. Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>-АТФ-азная активность определялась как разница суммарной АТФ-азной активности и оуабайн (0,1 М) нечувствительной ее части. Стандартная реакционная среда для измерения АТФ-азной активности содержала: 120 мМ NaCl, 20 мМ KCl, 3 мМ MgCl<sub>2</sub> и 3 мМ АТФ. Буфером был взят трис-НСl (рН 7,8—8,8) и трис-СН<sub>3</sub>СООН (рН 5,3). Изменения в стандартной среде будут оговорены в тексте. Все образцы инкубировались без АТФ 15—20 минут при 37°C. Количество белка (0,2—0,3 мг) и время инкубации подбирались таким образом, чтобы между ними и количеством образовавшегося Ф<sub>и</sub> сохранялась линейная зависимость. Реакция останавливалась добавлением трихлоруксусной кислоты (конечн. конц. 14%). Ф<sub>и</sub> определялся методом Фиске—Суббароу и методом экстракции фосфата изобутанолом [3].

Скоу предложил оригинальный метод оценки связывания АТФ с системой Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>-АТФ-азы [4]. Сущность метода заключается в том, что, связываясь с ферментом, АТФ (в отсутствии ионов Mg<sup>++</sup> и в присутствии 5 мМ ЭДТА) уменьшает тормозящий эффект NЭМ (N-этилмаленимид). Если при добавлении в реакционную среду какого-нибудь фактора (при прочих равных условиях) изменяется тормозящий эффект NЭМ, то это означает, что данный фактор влияет на связывание АТФ с ферментом.



Обработанная микросомальная фракция (0,2—0,25 мг белка) преинкубировались в присутствии 1 мМ NЭМ, 5 мМ ЭДТА и 2 мМ АТФ при различных рН и концентрации ионов Na и K.

Таблица 1

Условия преинкубации	Na <sup>+</sup> , K <sup>+</sup> -АТФ-азная активность, $\mu$ М Ф <sub>n</sub> /час мг белка					
	рН 5,3	Достовер- ное раз- личие	рН 7,8	Достовер- ное раз- личие	рН 8,8	Достовер- ное раз- личие
—	11,9±0,24	P>0,10	17,0±0,21		8,2±0,14	
НАДН = 0,4 мМ	12,0±0,28		14,5±0,39	P<0,02 P>0,001	8,2±0,15	P>0,10
K <sup>+</sup> =20 мМ	9,25±0,14	P>0,02	10,1±0,25		6,1±0,10	
K <sup>+</sup> =20 мМ				P<0,001		P<0,001
+НАДН 0,4 мМ	11,46±0,31	P<0,01	11,6±0,40		7,0±0,15	
Na <sup>+</sup> =30 мМ	14,2±0,29	P>0,10	12,9±0,19	P>0,001	8,46±0,19	P>0,10
Na <sup>+</sup> =30 мМ						
+НАДН 0,4 мМ	14,2±0,46		15,6±0,25		8,55±0,36	

Выясняется, что НАДН меняет защитный эффект АТФ, т. е. влияет на связывание АТФ с ферментом (заменяя тормозящий эффект NЭМ). Как видно из табл. 1, НАДН увеличивает тормозящий эффект NЭМ только при рН 7,8, т. е. уменьшает способность фермента связывать АТФ, и не влияет при рН 5,3 и 8,6, т. е. когда переносчик находится в стабильной K<sup>+</sup>-форме (рН 5,3) или в стабильной Na<sup>+</sup>-форме (рН 8,8) [5]. Связывание субстрата с ферментом не зависит от присутствия НАДН. Если присутствуют ионы Na, которые сами по себе уменьшают связывание АТФ, то добавление НАДН снимает эффект NЭМ только при рН 7,8. В отличие от Na<sup>+</sup>, добавление ионов K вызывает аналогичный эффект при рН 5,3 и 8,8. Поскольку НАДН влияет на связывание АТФ с ферментом в зависимости от присутствия ионов Na, K и рН, можно заключить что НАДН влияет на средство Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>-АТФ-азной системы к ионам Na и K.

Аскорбиновая кислота является мощным ингибитором Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>-АТФ-азной системы [6], тогда как активность Mg<sup>++</sup>-АТФ-азы не изменяется при добавлении аскорбиновой кислоты. 2,5  $\mu$ М аскорбиновая кислота вызывает уменьшение Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>-АТФ-азной активности на 50%.

Глютион не оказывает практически никакого влияния на Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>-АТФ-азную систему в пределах концентрации 0,1—1 мМ, а концентрация выше 1 мМ не является физиологической. Из этой серии опытов следует, что Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>-АТФ-азная система чувствительна к редокси агентам в различной степени. Интересно было изу-

чить влияние аскорбиновой кислоты на средство  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ -АТФ-азы к ионам  $\text{Na}$  и  $\text{K}$ . Как видно из рис. 1, та концентрация аскорбиновой кислоты, которая тормозит  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ -АТФ-азную активность на 50%, не вызывает заметного изменения средства системы к ионам  $\text{Na}$  и  $\text{K}$ . Этот вывод подтверждается специально поставленными опытами, где изучалась степень активации  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ -АТФ-азной системы при различных концентрациях  $\text{Na}^+$  и  $\text{K}^+$  добавлением аскорбиновой кислоты (табл. 2).

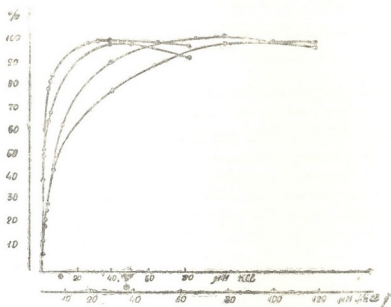


Рис. 1. Зависимость  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ -АТФ-азной активности от концентрации ионов  $\text{Na}$  и ионов  $\text{K}$  в присутствии 2,5 мМ аскорбиновой кислоты: 1— $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ -АТФ-азная активность при разных концентрациях  $\text{Na}$ ; 2— $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ -АТФ-азная активность при разных концентрациях  $\text{Na}^+$  + аскорбиновая кислота; 3— $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ -АТФ-азная активность при разных концентрациях  $\text{K}$ ; 4— $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ -АТФ-азная активность при разных концентрациях  $\text{K}^+$  + аскорбиновая кислота

Таблица 2

Ионный состав	$\text{Na}^+$ , $\text{K}^+$ -АТФ-азная активность				
	Контроль		+2,5 мМ аскорбиновая кислота		Достоверное различие (эффект аскорбиновой кислоты)
	мМ $\text{F}_n$ /час мг белка	Увеличение активности, %	мМ $\text{F}_n$ /час мг белка	Увеличение активности, %	
$\text{KCl}=0$ $\text{NaCl}=120$ мМ	0	0,00	0	0,00	P=0,02
$\text{KCl}=2$ мМ $\text{NaCl}=120$ мМ	$7,2 \pm 0,10$ (5)	$68,7 \pm 1,27$	$3,3 \pm 0,08$ (5)	$61,7 \pm 1,89$	
$\text{KCl}=30$ мМ $\text{NaCl}=120$ мМ	$10,5 \pm 0,13$ (4)	$100 \pm 1,24$	$5,4 \pm 0,019$ (4)	$100 \pm 1,59$	
$\text{NaCl}=0$ $\text{KCl}=30$ мМ	0	0,00	0	0,00	P>0,10
$\text{NaCl}=5$ мМ $\text{KCl}=30$ мМ	$3,9 \pm 0,20$ (5)	$33 \pm 1,74$	$2,4 \pm 0,07$ (5)	$35 \pm 1,11$	
$\text{NaCl}=120$ мМ $\text{KCl}=0$ мМ	$11,9 \pm 0,18$ (5)	$100 \pm 1,53$	$6,8 \pm 0,08$ (4)	$100 \pm 1,16$	

Результаты статистической обработки данных позволяют утверждать, что аскорбиновая кислота не вызывает изменения активации. В отличие от НАДН, она не вызывает изменения средства  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ -АТФ-

азы к ионам Na и K. Исходя из этого можно заключить, что эффект аскорбиновой кислоты имеет неспецифический характер.

Академия наук Грузинской ССР  
 Институт физиологии

(Поступило 12.7.1974)

ბიოქიმია

მ. კურდოვანიძე

Na<sup>+</sup>K<sup>+</sup>ATФ-აზური სისტემის მუშაობაში უანაზა-ალღბინითი  
 პროცესების მონაწილეობის შესახებ

რეზიუმე

შევისწავლეთ НАДН-ის გავლენა NЭМ-ის ინჰიბიტორულ ეფექტზე ვირ-  
 თხის თავის ტვინის მიკროსომული ფრაქციის NaKATФ-აზაზე.

НАДН ცვლის NЭМ-ის ინჰიბიტორულ ეფექტს. ეს ეფექტი დამოკიდე-  
 ბულია pH-ზე და K, Na-ის იონების კონცენტრაციაზე.

დადგენილია ასკორბინის მექანიზმი და გლუტათიონის გავლენა Na<sup>+</sup>K<sup>+</sup>ATФ-  
 აზურ აქტივობაზე. იმავე ფრაქციაში. Na<sup>+</sup>K<sup>+</sup>ATФ-აზური სისტემა ამჟღავნებს  
 განსხვავებულ მგრძობიარობას სხვადასხვა უანაზა-ალღბინითი აგენტების მი-  
 მართ. ასკორბინის მექანიზმი არ ცვლის Na<sup>+</sup>K<sup>+</sup>ATФ-აზური სისტემის სწრაფვას  
 Na K-იონების მიმართ.

BIOCHEMISTRY

M. L. KURDOVANIDZE

## ON THE PARTICIPATION OF REDOX PROCESSES IN THE FUNCTIONING OF THE Na K ATP-ase SYSTEM

### Summary

The effect of НАДН on the capacity of ATP to lower the inhibitory effect of NЭМ and the nature of the action of ascorbic acid and glutathione on the Na<sup>+</sup>K<sup>+</sup> ATP-ase system in microsomal fractions of the rat's brain were studied. НАДН was found to change the inhibitory effect of NЭМ, depending on the concentration of pH and Na K ions.

Ascorbic acid and glutathione do not change the affinity of Na K ATP-ase system to Na and K ions.

### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. J. Ch. Skow. Proc. Internat. Pharmacol. Meet. Pergam. Press, 1963, 41.
2. З. П. Кометиани, Л. Г. Цакадзе. Биохимия, 6, 1972, 29.
3. Я. Х. Таракулов, Л. И. Кургульцева, А. И. Гегельганц. Биохимия, 312, 1967, 106.
4. J. Ch. Skow. J. Bioenergetics, 4, 1973.
7. Л. Г. Цакадзе, З. П. Кометиани. Сообщения АН ГССР, 66, № 2, 1970.
6. K. Richard, P. Voxall. Biochem. J., 128, 1972, 139.



Э. Г. КИРТАДЗЕ

ПРЕВРАЩЕНИЕ ГЛЮТАМИНОВОЙ КИСЛОТЫ ДРОЖЖАМИ  
 ПРИ ВТОРИЧНОМ СПИРТОВОМ БРОЖЕНИИ

(Представлено академиком С. В. Дурмишидзе 24.5.1974)

В исследовании биосинтетических процессов в дрожжах аминокислотам всегда уделялось большое внимание. Изучение продуктов превращения некоторых аминокислот в процессе спиртового брожения показало их большое значение в формировании вкуса и букета вина, а также в улучшении качества шампанского [1—3]. Однако пути усвоения и превращения аминокислот дрожжами при вторичном спиртовом брожении пока остаются недостаточно изученными.

Целью настоящей работы являлось выявление основных путей участия углеродного скелета глютаминовой кислоты в обмене веществ дрожжей в процессе шампанизации вина.

Опытные образцы были получены в результате вторичного брожения. В качестве бродильного агента были использованы винные дрожжи *Sacch. vini* Кахури 7.  $5C^{14}$ -глютаминовая кислота вносилась в количестве около 0,5 мкCi на 1 мл вина. Шампанизация проводилась при температуре 14—16°C. Дрожжи и компоненты вина анализировались после окончания основного брожения по ранее опубликованной методике [4, 5].

Исследования различных видов дрожжей *Saccharomyces* показали, что при добавлении ростового фактора к среде глютаминовая кислота являлась хорошим источником питания дрожжей как отдельно, так и в смеси аминокислот [6, 7]. Нашими опытами установлено, что в процессе вторичного спиртового брожения дрожжи активно могут использовать не только азот, но и углероды глютаминовой кислоты. Как видно из табл. 1, карбоксильный углерод глютамата включается в био-

Таблица 1

Включение углеродов  $5C^{14}$ -глютаминовой кислоты в аминокислоты дрожжей

Радиоактивность дрожжей в % от первоначальной активности $5C^{14}$ -глютаминовой кислоты	Распределение радиоактивности между фракциями свободных и белковых аминокислот дрожжей в %		Радиоактивность идентифицированных аминокислот в % от общей радиоактивности фракции	
	Свободные аминокислоты	Белковые аминокислоты	Свободные аминокислоты (100 %)	Белковые аминокислоты (100 %)
3,9	0,2	99,8	Валин 20,5; лейцин 2,6; изолейцин 25,6; α51,3;	Аланин 2,1; аспарагиновая кислота 28,9; глютаминовая кислота 41,7; валин 3,7; метионин 5,6; лизин 18,0



массу и принимает участие в образовании некоторых свободных белковых аминокислот дрожжей. Из свободных аминокислот высоко-радиоактивными оказываются валин и изолейцин. По-видимому, и в процессе вторичного брожения в биосинтезе этих аминокислот участвуют реакции переаминирования. Основная роль глутаминовой кислоты в реакциях переаминирования подтверждается также анализом аминокислот белков дрожжей, так как образование всех идентифицированных меченых аминокислот белков за счет углеродов глутаминовой кислоты связано с реакциями переаминирования. Высокая радиоактивность глутаминовой кислоты может быть обусловлена не только структурной особенностью белков дрожжей, но и прямым ассимилированием глутамата [8, 9], хотя, по мнению некоторых авторов, аминокислоты без предварительного переаминирования не включаются в дрожжевой белок [10].

В результате превращения  $5C^{14}$ -глутаминовой кислоты в процессе вторичного брожения радиоактивными оказываются также некоторые компоненты вина. Как видно из табл. 2, углероды глутаминовой кис-

Таблица 2

Включение углеродов  $5C^{14}$ -глутаминовой кислоты в органические кислоты и аминокислоты вина

Суммарная радиоактивность органических кислот в % от первоначальной активности $5C^{14}$ -глутаминовой кислоты	Суммарная радиоактивность аминокислот в % от первоначальной активности $5C^{14}$ -глутаминовой кислоты	Радиоактивность идентифицированных соединений в % от общей радиоактивности фракции	
		Органические кислоты (100 %)	Аминокислоты (100 %)
29,1	31,5	Глиоксалева кислота 15,7; гликолева кислота 4,9; янтарная кислота 42,8; фумаровая кислота 7,6; яблочная кислота 21,4; лимонная кислота 0,7; изолимонная кислота 1,0	Треонин 5,7; $\gamma$ -аминомасляная кислота 5,2; валин 59,7; метионин 2,1; пролин 11,2; лейцин 10,1; изолейцин 1,9; $\beta$ -фенилаланин 4,1;

лоты принимают участие в образовании органических кислот. По-видимому, и при вторичном брожении основным путем синтеза органических кислот из глутамата является окислительное дезаминирование с образованием 2-оксо ( $\alpha$ -кето)глутарата, который включается в цикл Кребса и составляет углеродный скелет и энергию для жизнедеятельности клетки. Это согласуется с результатами изучения действия дрожжевых глутаматдегидрогеназ, одна из которых проявляет катаболический характер [11]. Вместе с тем, образование радиоактивных глиоксалевой и гликолевой кислот указывает на функционирование также глиоксалатного цикла. Следует отметить, что расхождение сахара в среде роста увеличивает активность ферментов цикла трикарбоновых кислот и значительно активизирует часть ферментов глиоксалатного цикла [12].

Распределение радиоактивности между отдельными органическими кислотами показывает, что наиболее активной является янтарная кислота. Накопление янтарной кислоты может быть связано как с функционированием глиоксалатного цикла, так и с непосредственным превращением глутамата в янтарную кислоту [13]. Вместе с тем, повы-



шенная концентрация углекислого газа могла подавлять активность сукциноксидазной системы митохондрий [14].

В процессе вторичного брожения большая часть радиоактивности усвоенной и превращенной дрожжами глютаминовой кислоты обнаруживается в аминокислотах вина (табл. 2). Поглощение и выделение аминокислот зависит от присутствия источника энергии [15]. Однако образование высокорadioактивных аминокислот различных генетических происхождений указывает на большую роль глютаминовой кислоты в промежуточном обмене аминокислот при шампанизации вина.

Суммарная радиоактивность дрожжей и вина при усвоении  $5C^{14}$ -глютаминовой кислоты показывает, что более половины внесенного в среду глутамата усваивается и превращается дрожжами. При этом 3—4 % усвоенного и превращенного углерода включается в биомассу дрожжей, а основная часть углерода принимает участие в образовании органических кислот и аминокислот вина.

Исходя из полученных данных можно предположить, что основными путями участия углеродов глютаминовой кислоты в обмене веществ дрожжей в процессе вторичного брожения являются реакции переаминирования, обуславливающие биосинтез разнообразных аминокислот дрожжей и вина и дезаминирование с последующим превращением углеродного скелета в органические кислоты вина.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт биохимии растений

(Поступило 24.5.1974)

გეოგრაფია

ე. კირთაძე

გლუტამინმზავას ბარდაქმნა საფუშრების მიერ  
მეორეულ სპირტულ ღუღილში

რეზიუმე

მეორეული სპირტული ღუღილის დროს გლუტამინმზავას ნახშირბადები გამოიყენება საფუშრის ცილისა და თავისუფალი ამინომჟავების ბიოსინთეზში. საფუშრების მიერ შეთვისებული გლუტამინმზავას გარდაქმნის ძირითად გზას გადაამინირებისა და დეზამინირების რეაქციები წარმოადგენს, რის შედეგადაც გლუტამატის ნახშირბადოვანი ჩონჩხი მონაწილეობს ლევის სხვადასხვა კომპონენტების, განსაკუთრებით ორგანული მჟავებისა და ამინომჟავების სინთეზში.

BIOCHEMISTRY

E. G. KIRTADZE

GLUTAMIC ACID TRANSFORMATION BY YEASTS DURING  
SECONDARY ALCOHOLIC FERMENTATION

Summary

Glutamic acid carbons are involved in the biosynthesis of protein yeasts and free amino acids during secondary alcoholic fermentation. The main pathway of the transformation of glutamic acid assimilated by yeasts passes



through the transamination and deamination reactions, as a result of which the glutamate carbon skeleton takes part in the synthesis of different wine components, particularly in those of amino and organic acids.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. М. Сисакян, Э. Н. Безингер. Сб.: «Биохимия виноделия», вып. 5, 1957.
2. А. И. Опарин, А. Л. Курсанов, Н. Ф. Саенко, Э. Н. Безингер. Сб.: «Биохимия виноделия», 1, 1947.
3. А. К. Родопуло. Виноделие и виноградарство СССР, 1, 1964.
4. Э. Г. Киртадзе. Сообщения АН ГССР, 49, № 2, 1968.
5. Э. Г. Киртадзе. Сообщения АН ГССР, 64, № 3, 1971.
6. J. S. Pierce. Tech. Quart. Master. Brew. Assoc. Am., 3, 1966.
7. U. Palmqvist, T. Ayraraa. J. Inst. Brew., 75, 1969.
8. R. S. W. Thorne. J. Inst. Brew., 51, 1945.
9. С. А. Коцовалов. Биохимия дрожжей. М., 1962.
10. M. Jones, M. J. Pragnell, J. S. Pierce. J. Inst. Brew., 75, 1969.
11. G. Hierholzez, H. Holzez. Biochem. Z., 1963.
12. E. S. Polekis, W. Bartley. Biochem. J., 57, 1965.
13. В. Гваладзе, С. Дурмишидзе. Труды Груз. СХИ, XIII, 1941.
14. D. S. Bendall, S. L. Ranson, D. A. Walker. Biochem. J., 76, 1960.
15. M. Jones, D. M. Power, J. S. Pierce. Proc. Eur. Brewery Convention, 1965.

Г. С. КАЛИЧАВА, А. А. ДЗНЕЛАДЗЕ, Р. Г. МАТЕШВИЛИ, Б. М. ЛАПТЕВ,  
Л. Л. КОРОЛЛИ, Т. А. ГВАХАРИЯ

## О РОЛИ ЖЕЛЕЗА, МАРГАНЦА И SH-ГРУПП В ЗДОРОВЫХ И БОЛЬНЫХ РАСТИТЕЛЬНЫХ ТКАНЯХ

(Представлено академиком Л. А. Канчавели 4.4.1974)

В данное время нет сомнения в том, что металлы могут играть существенную роль в общей жизнедеятельности растительных тканей и что в ряде случаев их дефицит может привести к опасностям для живой системы, необратимым явлениям и даже к смерти [1]. Говоря о роли металлов, переменной валентности, следует также отметить существенное значение их соединений с SH-группами. Сами по себе SH-группы активно участвуют в метаболических процессах. Общеизвестна также их роль в структуре ферментов (дисульфидные мостики и т. д.). Во многих случаях функционирование SH-групп тесно связано с металлами. Прекрасным подтверждением этого служит низкомолекулярный белок ферродоксин [1]. Исходя из вышесказанного представляло определенный интерес изучение металлов переменной валентности (Fe, Mn) и SH-групп в здоровых и больных растительных тканях. Методами эксперимента были выбраны: электронная парамагнитная спектроскопия (ЭПР) и атомно-абсорбционный анализ, проводившийся на спектрофотометре фирмы «Хитачи» (модель 207). Парамагнитное поглощение растительных тканей в норме и при патологии измерялось на французском приборе «Tompson—CSF, TSN-254» при комнатной температуре и температуре жидкого азота ( $-180^{\circ}\text{C}$ ). Определение g-фактора проводилось приближенным методом Кнобеля [2].

Объектами исследования были выбраны листья лимонов Новогрузинского и Мейер (здоровые и пораженные мальсекко), а также виноград сорта Ркацитли (здоровый и пораженный хлорозом). В некоторых случаях исследуемые растительные ткани обрабатывались окисью азота по специальной методике. На рис. 1,а, представлен спектр ЭПР здоровой растительной ткани лимона сорта Новогрузинский, обработанной окисью азота. Аналогичный спектр, однако другой интенсивности наблюдается и у больных растительных тканей. Как видим из рис. 1,б, в этом случае, наряду с комплексами марганца ( $\text{Mn}^{2+}$ ) и свободнорадикальными центрами, появляется сигнал с g-фактором 2,03. Работами многих ученых [3—5] было показано, что нитрозильный комплекс закисного железа с цистеином, вероятнее всего со встроенным в белок, представляет собой копию комплекса, дающего сигнал 2,03. Это подтверждается и тем, что в клетках сигнал 2,03 возникает только при наличии в них нитритов (или нитратов) [1, 4, 5]. Восстанавливаясь, они дают окись азота, которая связывается с железом, и далее возникает комплекс 2,03. Анализ СТС от  $\beta\text{-SH}_2$ -протонов цистеина и NO-групп показал, что в состав комплекса входят два цистеина и две NO-группы. Дублетное расщепление на магнитном ядре изо-



топа  $Fe^{57}$ , введенного в комплекс, показало, что комплекс моноядерный. Анализ величин  $g$ -фактора, компонент тензора СТС на  $Fe^{57}$  и  $N^{14}$  привел к заключению, что комплекс должен иметь квадратную структуру, причем NO-группы должны находиться в  $NO^+$ -состоянии. Спин основного состояния  $S=1/2$ , неспаренный электрон в основном локализован на  $d_z^2$ -орбите железа, электронная конфигурация которого  $d^7$ , т. е. формально валентное состояние железа  $Fe^{+1}$ . Эти данные, а также данные группы Коммонера [4, 5] привели нас к мысли, что появление комплекса, дающего сигнал 2,03, в растительных тканях идет по схеме, представленной на рис. 1, в. По всей видимости, эта схема образования комплекса одинакова и аналогична для всех растительных тканей.

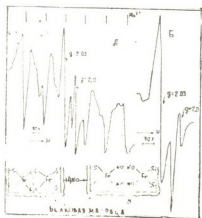


Рис. 1. а — Спектр ЭПР растительной ткани лимона с сигналами комплексов марганца ( $Mn^{2+}$ ) со свободными радикалами ( $g=2,0$ ). б — сигнала 2,03 (усиление увеличено), в — предполагаемый комплекс, ответственный за появление сигнала 2,03

Исходя из вышесказанного большая интенсивность сигнала 2,03 в здоровых листьях лимона сорта Мейер показывает, что в них содержание железа, связанного с SH-группами, более высокое, чем у сорта Новогрузинский. Аналогичная картина наблюдается и при обработке листьев лимона этилксантогенатом калия. Для сорта Мейер интенсивность сигнала в здоровых листьях больше, чем в больных. Однако для сорта Новогрузинский характерна обратная картина. Во всех перечисленных выше случаях речь идет о железе, входящем в запасные фонды организма (полиуглеводбелковые комплексы железа, ферритин). Это железо может легко переходить из фондов в слабосвязанную форму и использоваться в различных процессах биосинтеза. По-видимому, именно это железо и участвует в образовании комплекса 2,03. В этом случае можно представить следующую картину. При патологии в тканях накапливается окись азота и происходит высвобождение железа из запасных фондов, последнее необходимо для дополнительного синтеза жизненно необходимых железосодержащих соединений. Находясь еще в слабосвязанном состоянии, железо присоединяет окись азота и образует с SH-группами белков комплексы с  $g=2,03$ .

Такое рассмотрение линий раз свидетельствует о резком снижении стабильности структуры мембран и ферментных систем в пораженных листьях лимона сорта Новогрузинский, а также о более быстром истощении в них систем запасных фондов железа. Об изменении метаболизма железа при данной патологии свидетельствуют также появление сигнала с  $g=2,7$  и вариации его интенсивности при развитии болезни. За появление этого сигнала ответствен либо низкоспиновой комплекс трехвалентного железа, либо целый агрегат комплексов железа. На глобальные изменения железа и марганца при патологии ука-



зывают и данные атомно-абсорбционной спектроскопии. По этим данным, при патологии суммарное содержание Fe и Mn заметно снижено как в листьях винограда, так и в листьях лимонов. Однако у лимонов сорта Мейер, более устойчивого к заболеванию, снижение количества железа и марганца не столь резко выражено, как у сорта Новогрузинский. Интересно отметить, что парамагнитные комплексы марганца ( $Mn^{2+}$ ) также снижены приблизительно в 2 раза в заболевших мальсекко листьях лимонов сорта Новогрузинский. Такое же снижение комплексов марганца, хотя и в меньшей степени, наблюдается у заболевших листьев лимона сорта Мейер. По всей вероятности, комплексы марганца в растительных тканях в норме находятся в диамагнитной форме, при неблагоприятных воздействиях, включая болезни, эти комплексы распадаются и переходят в парамагнитную форму, в результате сигнал ЭПР увеличивается.

Рассматривая с этой точки зрения уменьшение комплексов марганца ( $Mn^{2+}$ ) в больных (мальсекко) растительных тканях лимонов и винограда (хлороз), мы приходим к выводу, что в здоровых листьях лимона и винограда устойчивость диамагнитных комплексов марганца невысока; в этих листьях в норме представлены также распавшиеся парамагнитные комплексы марганца. При заболеваниях происходит дальнейшее разрушение этих диамагнитных комплексов и последующее их вымывание по сосудистым руслам. Интересно отметить, что интенсивность сигналов комплексов марганца в листьях лимона сорта Мейер, более устойчивого к заболеванию, ниже, чем в листьях лимонов сорта Новогрузинский, неустойчивого к заболеванию. Таким образом, снижение содержания парамагнитных комплексов марганца может служить одним из показателей устойчивости растения к поражению.

Что касается изменения содержания железа и его тиоловых соединений, по-видимому, оно связано с окислением тиоловых групп различными окислителями, накапливающимися в больших растительных тканях в результате активации перекисного окисления. Исходя из вышеизложенного можно заключить, что одновременное введение солей железа совместно с соединениями, богатыми SH-группами, может дать хороший терапевтический эффект в борьбе с такими болезнями, как хлороз винограда и мальсекко лимонов.

НИИ защиты растений  
МСХ ГССР

(Поступило 12.4.1974)

ფიზიკალური

ბ. შალიჩავა, ა. ძეგლაძე, რ. მათეშვილი, ბ. ლაბაძე, ლ. კორელი,  
თ. გვახარია

რკინის, მარგანეცის და SH-ჯგუფების როლის შესახებ  
დაავადებულ და ჯანმრთელ მცენარეულ ქსოვილებში

რეზიუმე

ელექტრონული პარამაგნიტური რეზონანსის (მპრ) და ატომური-აბსორბციული მეთოდების საშუალებით შესწავლილია Fe, Mn და SH-ჯგუფების ცვლებადობანი ჯანმრთელ და დაავადებულ მცენარეულ ქსოვილებში. შესწავლილია  $Mn^{2+}$  და 2,03 კომპლექსის წარმოშობა და მისი ინტენსივობის ცვლილებანი დაავადების დროს.

G. S. KALICHAVA, A. A. DZNELADZE, R. G. MATESHVILI,  
 B. M. LAPTEV, L. L. KOROLLI, T. A. GVAKHARIA

ON THE ROLE OF IRON, MANGANESE AND SH-GROUPS  
 IN HEALTHY AND DISEASED PLANT TISSUES

Summary

Changes in Fe, Mn and SH-groups in healthy and diseased plant tissues (lemon, vine) have been studied by the methods of electron spin resonance and atomic absorption spectroscopy. Changes of paramagnetic complexes of manganese and dinitrosyl iron complexes in the process of pathology were also studied. Some considerations are expressed concerning the origin of these complexes in plant tissues.

შიგნებები — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. С. Каличава. О роли металлов переменной валентности и перекисных соединений в устойчивости и патологии растений. М., 1972.
2. F. K. Kneubuhl. J. Chem. Phys., 33, 1960, 1074.
3. Г. С. Каличава, А. Ф. Ванин. Сообщения АН ГССР, 63, № 3, 1971.
4. S. C. Woolum, B. Commoner. Biochim. Biophys. Acta., 201, 131, 1970.
5. R. W. Chiang, S. C. Woolum, B. Commoner. Biochim. Biophys. Acta, 257, 452, 1972.

Л. В. ПАИЧАДЗЕ

## ВОЗОБНОВЛЕНИЕ, РАЗВИТИЕ И СОХРАНЕНИЕ ЖЕЛТОЙ РЖАВЧИНЫ ПШЕНИЦЫ В ГРУЗИИ

(Представлено академиком Л. А. Канчавели 25.7.1974)

Среди паразитных грибов в Грузии желтая ржавчина пшеницы заслуживает особого внимания, так как она широко распространена, является возбудителем опасного заболевания культурных и дикорастущих злаковых растений и причиняет огромный ущерб сельскому хозяйству [1]. В годы эпифитотий наблюдается интенсивное (до 75%) поражение растений [2].

Ввиду того что Грузия — горная страна, состоящая из различных в климатическом отношении зон, условия для возделывания пшеницы и развития желтой ржавчины не одинаковы. По данным С. П. Гвритшвили [3], И. И. Шошнашвили и др. [4], желтая ржавчина появляется на озимых посевах в мае к периоду выколашивания злаков.

Для изучения развития и сохранения инфекций желтой ржавчины до появления ее на озимых посевах нами в 1971—1973 гг. проводились наблюдения как в низменных, так и в горных районах Грузии.

Сопоставлением метеоданных и изучением развития болезни выявлено, что весеннее возобновление желтой ржавчины зависит от наличия перезимовавшего инфекционного начала (уредомицелия), температуры воздуха и количества осадков. На высоте 150 м н. у. м. и выше в появлении желтой ржавчины важную роль играет сочетание температуры и осадков. Обычно инфекция появляется при средней температуре воздуха в пределах 7—10° и количестве осадков более 60 мм, а на Черноморском побережье (Кобулет) — при температуре 4—5°. Здесь количество осадков до апреля роли не играет, так как почва достаточно увлажненная.

С увеличением высоты температура воздуха понижается. На возвышенностях и в горных районах Большого и Малого Кавказа на посевах пшеницы сроки появления желтой ржавчины разные (табл. 1).

Как видно из табл. 1, в Кобулет) на озимой пшенице инфекция желтой ржавчины в 1972 г. появилась в конце февраля при средней температуре воздуха 4°, а массового развития, с интенсивностью до 75%, она достигла 10 апреля при средней температуре 10—13°. В 1973 г. ввиду мягкой зоны уредомицелиальная стадия появилась 30 января при температуре 4,2°, а массовое развитие (до 100%) было отмечено 30 марта.

В Зестафонском районе на производственных посевах озимых уредомицелия появляется в конце марта — в первой декаде апреля при температуре 7—10°С и количестве осадков более 60 мм в месяц, а массового развития (70—80%) инфекция достигает в первой декаде мая. При средней температуре воздуха выше 10° и количестве осадков ме-





нее 50 мм во второй декаде мая наблюдается исчезновение уростул с поверхности листьев и постепенное образование телейтоустул.

На посевах Сачхерского района до высоты 450 м уредостадия появляется 8—15 апреля, на высоте 450—800 м — 20—25 апреля, а массовое развитие (40—80%) отмечается во второй декаде мая — в первой декаде июня.

Таблица 1

Появление и развитие желтой ржавчины на озимых посевах Грузии (1971—1973 гг.)

Районы	Высота н. у. м., м	Фаза развития пшеницы при появлении болезни	Первое появление инфекции			Массовое развитие		
			1971	1972	1973	1971	1972	1973
Кобулетский	20	Кущение	—	28/II	30/I	—	10/IV	30/III
Зестафонский	150	Кущение	28/III	5/IV	5/IV	3/V	5/V	10/V
Сачхерский	450	Кущение	8/IV	25/IV	23/IV	15/V	18/V	5/VI
Цителицкаройский	800	Начало колошения	22/V	Не отмечено	11/V	Не отмечено	Не отмечено	5/VI
Горийский	600	Трубкавание	23/V	1/IV	Не отмечено	Не отмечено	Не отмечено	Не отмечено
Боржомский	900	Трубкавание	5/VI	3/VI	5/VI	5/VII	2/VII	3/VII
Ахалцхский	1000	Начало колошения	5/VI	3/VI	10/VI	2/VII	1/VII	5/VII
Тианетский	1100	Начало колошения	15/VI	13/VI	6/VI	—	Не отмечено	10/VII

Цителицкаройский и Горийский районы расположены в Восточной Грузии на высоте 600—900 м н. у. м. Они характеризуются более сухим климатом. Поэтому здесь осадки и температура воздуха строго лимитируют развитие желтой ржавчины. В Цителицкаройском районе инфекция отмечается во второй-третьей декаде мая, в Горийском районе — в третьей декаде мая — в первой декаде июня.

В отдельные годы в связи с повышением температуры выше 18° и из-за продолжительных засушливых периодов массовое развитие гриба отмечается редко.

Территория Ахалцхского, Боржомского и Тианетского районов охватывает высоты 800—2500 м, а вершины отдельных хребтов достигают 3500 м н. у. м. Климатические условия этих районов благоприятствуют развитию озимых и яровых пшениц до высоты 2000 м и диких злаков до 3000 м.

Тианетский район отличается от Боржомского и Ахалцхского суровостью климата. В связи с этим желтая ржавчина здесь появляется и развивается на 5—10 дней позже. В Ахалцхском и Боржомском районах ее появление наблюдается во второй декаде июня, интенсивность развития до 40% — в первой декаде июля.

Вегетация завершается и производится уборка озимых посевов в горных местностях Грузии в первой половине августа, в низменностях и на равнинах — на 15—25 дней раньше, уборка яровых пшениц —



L. V. PAICHADZE

REVIVAL, DEVELOPMENT AND PRESERVATION OF  
YELLOW RUST OF WHEAT IN GEORGIA

## Summary

The time of the appearance of yellow rust in different areas of Georgia varies according to the altitude.

The preservation of infection in mountainous regions takes place on self-sowing wheat and susceptible species of cereal grasses.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. М. С. Мелия. Видовой состав ржавчинных грибов и их распространение в Грузинской ССР. Тбилиси, 1970.
2. Л. Л. Декапрелевич. Бюлл. Всесоюзного ин-та растениеводства, № 10, 1962.
3. С. П. Гвретишвили. Труды Ин-та защиты растений АН ГССР, т. VIII, 1952.
4. И. И. Шошиашвили, А. В. Мжаванадзе, Н. Я. Энделадзе, Р. К. Гунташвили. Труды Ин-та защиты растений ГССР, т. XXII, 1970.

М. П. АХВЛЕДИАНИ

НОВЫЕ ДАННЫЕ О МОРФО-БИОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЯХ  
ПАРАЗИТА ТЛЕИ *APHELINUS BRUNNELUS* IASNOSH  
(HYMENOPTERA, APHELINIDAE)

(Представлено академиком Л. А. Качавели 8.5.1974)

Афелинусы известны как естественные враги тлей, повреждающих сельскохозяйственные культуры, и некоторые их виды с успехом используются для биологической борьбы с этими вредителями. Среди них первое место занимает паразит кровяной тли *Aphelinus mali* Haliday, колонизованный во все садовые районы мира, где вредила тля.

Завоз и расселение *A. mali* в Грузии, так же как и в других районах Советского Союза, представляли первый успешный опыт применения биологического метода борьбы в нашей стране.

Полезное хозяйственное значение афелинусов как паразитов тлей определяет перспективы их дальнейшего изучения и использования для целей биологической интегрированной защиты сельскохозяйственных культур.

В фауне Грузии известно 11 видов рода *Aphelinus* [1, 4], в том числе 4 новых вида описаны В. А. Яснош [3] и 1 вид впервые отмечен нами [2].

Оригинальное описание *Aphelinus brunneus* Iasn. [3] сделано по 4 самкам, две из которых собраны в Тбилиси и Боржоми и по 1 в Армении и Западном Казахстане, что свидетельствует о широком распространении этого вида. Биология его не была известна. В 1964—1970 гг. самки и самцы *A. brunneus* были выведены нами из тлей *Brachycaudus cardui* L., которая сильно повреждает косточковые плодовые, *Hyadaphis passerini* Guerc. — вредителя бахчевых культур и *Dactynotus* sp. в разных районах Восточной Грузии.

В настоящей статье дается дополненное нами описание самки *A. brunneus* и оригинальное описание самца этого вида, который ранее не был известен.

Материалы хранятся в коллекции Зоологического института АН ГССР.

Самка. Тело темно-бурое, брюшко несколько светлее груди. Усики буроватые с темно-бурым основным члеником, кроме вершины, и слегка темно-бурым пятном у основания поворотного членика. Ноги темно-бурые, с буровато-желтыми вершинами бедер, передними вертлугами и лапками, средние и задние голени темно-бурые со светло-буроватыми вершинами. Лоб с теменем несколько длиннее ширины. Глазки в равностороннем треугольнике, задние расположены близко

к краю затылка и несколько дальше отстоят от наружной орбиты глаза. Основной членик усиков немного менее чем в 4 раза длиннее своей наибольшей ширины; поворотный членик почти в 1,5 раза длиннее ширины и вершины; первые два членика жгутика, вместе взятые равны примерно  $\frac{2}{3}$  длины поворотного, 3-й немного шире длины; булава примерно в 3 раза длиннее 3-го членика жгутика (рис. 1). Переднеспинка состоит из 2 склеритов с 7 длинными щетинками с каждой стороны вдоль заднего края и редкими щетинками на остальной поверхности (рис. 3). Препектус из 2 узких треугольных склеритов (рис. 4). Передние крылья менее чем в 2,5 раз длиннее ширины. Между основанием

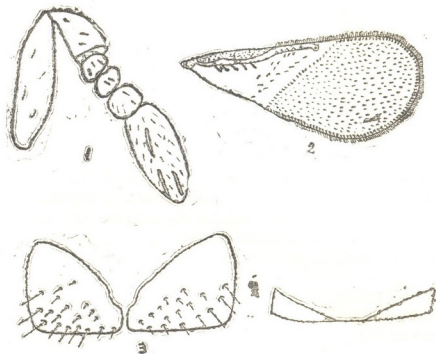


Рис. 1—4. Самка: 1—усик, 2—переднее крыло, 3—переднеспинка, 4—препектус

крыла и головой косою полоской 18—20 более крупных волосков, образующих полный и 1—2 неполных ряда. Подкраевые волоски на остальной части диска крыла не заходят на голую косою полоску. Субмаргинальная жилка немного длиннее маргинальной, с 5 щетинками (рис. 2). Вершины тазиков с 3—5 щетинками разной длины, передние бедра с 1 щетинкой. Основание яйцеграда на уровне 6-го (4-го видимого) тергита брюшка. Наружные ножны около  $\frac{1}{3}$  длины всего яйцеграда. Длина 1,2—1,3 мм.

Самец. Тело темно-бурое, с более светлым брюшком. Усики буроватые с темно-бурым основным члеником и слегка темно-бурым пятном у основания поворотного членика. Ноги темно-бурые, с буровато-желтыми вертлугами, вершинами бедер, передними голеними и лапками, средние и задние голени темно-бурые со светло-буроватыми вершинами. Последние членики лапок могут быть темнее. Лоб с теменем несколько длиннее ширины. Глазки в равностороннем треугольнике, задние расположены близко к краю затылка и несколько дальше от

наружной орбиты глазка. Основной членик усиков слегка расширен посередине, в 4 раза длиннее наибольшей ширины, с 3 округлыми сенсиллами; поворотный членик почти в 2 раза длиннее ширины у вершины; первые два членика жгутика, вместе взятые, равны примерно 2/3 длины поворотного, 3-й по длине равен ширине; булава немного менее чем в 3 раза длиннее ширины и примерно в 4 раза длиннее 3-го членика жгутика (рис. 5). Переднеспинка из 2 склеритов с 7 длинными щетинками с каждой стороны вдоль заднего края и редкими щетинками на остальной поверхности. Передние крылья немного менее чем в 2.5 раза длиннее ширины. Между основанием крыла и голой косою полоской I полный и 1—2 неполных ряда волосков (18—20). Подкраевые волоски на диске крыла не заходят на голую косою полосу. Субмарги-

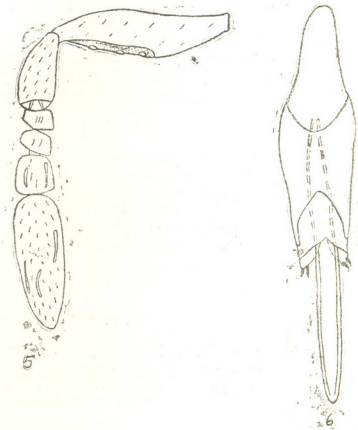


Рис. 5, 6. Самец: 5—усик,  
6—гениталии

нальная жилка немного длиннее маргинальной, с 5 щетинками (рис. 2). Вершина тазиков с 3—5 щетинками разной длины, передние бедра с 1 щетинкой. Гениталии со сравнительно длинной фаллобазой, узкими параметрами и ясно отчлененными дигитальными склеритами, несущими на вершине 2 шипа (рис. 6). Длина 1,3 м.

Самец отличается от самки усиками с более длинным, слегка расширенным посередине и имеющим сенсиллы основным члеником, несколько удлиненными поворотным 3-м члеником жгутика и булавой, а также гениталиями.

М а т е р и а л. Восточная Грузия: Зедазени, 21.VI.64, 3♀1♂; Казрети, 7.VII.67, 8♀3♂; Сакавре, 14.VII.67, 5♀2♂—из *Kyadaphis passerini*;



наружной орбиты глазка. Основной членик усиков слегка расширен посередине, в 4 раза длиннее наибольшей ширины, с 3 округлыми сенсиллами; поворотный членик почти в 2 раза длиннее ширины у вершины; первые два членика жгутика, вместе взятые, равны примерно 2/3 длины поворотного, 3-й по длине равен ширине; булава немного менее чем в 3 раза длиннее ширины и примерно в 4 раза длиннее 3-го членика жгутика (рис. 5). Переднеспинка из 2 склеритов с 7 длинными щетинками с каждой стороны вдоль заднего края и редкими щетинками на остальной поверхности. Передние крылья немного менее чем в 2,5 раза длиннее ширины. Между основанием крыла и голой косой полоской 1 полный и 1—2 неполных ряда волосков (18—20). Подкраевые волоски на диске крыла не заходят на голую косую полоску. Субмарги-

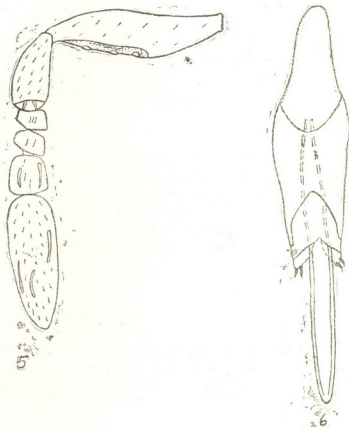


Рис. 5, 6. Самец: 5—усик, 6—гениталии

нальная жилка немного длиннее маргинальной, с 5 щетинками (рис. 2). Вершина тазиков с 3—5 щетинками разной длины, передние бедра с 1 щетинкой. Гениталии со сравнительно длинной фаллобазой, узкими параметрами и ясно отчлененными дигитальными склеритами, несущими на вершине 2 шипа (рис. 6). Длина 1,3 м.

Самец отличается от самки усиками с более длинным, слегка расширенным посередине и имеющим сенсиллы основным члеником, несколько удлиненными поворотным 3-м члеником жгутика и булавой, а также гениталиями.

М а т е р и а л. Восточная Грузия: Зедазени, 21.VI.64, 3♀1♂; Казрети, 7.VII.67, 8♀3♂; Сакавре, 14.VII.67, 5♀2♂—из *Kyadaphis passerini*;

Кианети, 6.VI.67, 3♀2♂; Ткемловани, 17.VIII.70, 4♀1♂ — из *Brachycaudus cardui*; Сапара, 23.VII.67 — из *Dactynotus* sp.

Биология. Паразит *Dactynotus* sp. *Hyadaphis passerini* Guerc. — на *Lonicera caucasica*, *Brachycaudus cardui* L. — на *Cirsium* sp.

Гли, из которых был выведен *Aphelinus brunneus*, обитают в лесных биотопах и в степной зоне как на культурных растениях, так и на растительности целинных участков.

Академия наук Грузинской ССР  
 Институт зоологии

(Поступило 16.5.1974)

ენტომოლოგია

ა. ახვლედიანი

ახალი მონაცემები ბუზრების პარაზიტის *APHELINUS BRUNNEUS* JASNOSH. (*HYMENOPTERA*, *APHELINIDAE*)  
 მორფოლოგია-ბიოლოგიის შესახებ

რეზიუმე

საკუთარი მასალის საფუძველზე წარმოდგენილია *A. brunneus*-ის მამლის აღწერა და დამატებითი ცნობები დედლის მორფოლოგიის შესახებ და აგრეთვე ახალი მონაცემები მათ ბიოლოგიაზე. აღნიშნულია აგრეთვე მათი მასპინძელი ბუზრების: *Brachycaudus cardui* L., *Hyadaphis passerini* Guerc. და *Dactynotus* sp.-ის მიერ გამოწვეული მავნებლური მოქმედება, რომელსაც ისინი აყენებენ სასოფლო-სამეურნეო კულტურებს.

ENTOMOLOGY

M. P. AKHVLEDIANI

NEW DATA ON THE MORPHO-BIOLOGICAL FEATURES OF  
 THE APHIDES PARASITE-*APHELINUS BRUNNEUS*  
 JASNOSH (*HYMENOPTERA*, *APHELINIDAE*)

Summary

The author gives an additional description of a female *A. brunneus* Jasn. and an original description of a hitherto unknown male species.

*A. brunneus* was obtained from the aphides: *Hyadaphis passerini* Guerc., *Brachycaudus cardui* L., and *Dactynotus* sp. that are pests of stone-fruits and melons and vegetables in eastern Georgia.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. М. П. Ахвледиани. Сообщения АН ГССР, XXX, № 6, 1963, 78—786.
2. М. П. Ахвледиани. Сб.: «Фауна пригородной зоны Тбилиси». Тбилиси, 1968, 109—118.
3. В. А. Яснош. Энтомол. обзор., 1, 1963, 178—185.
4. М. Н. Никольская и В. Я. Яснош. Труды Всесоюзного энтомол. об-ва, т. 52, 1968, 3—42.

Э. И. БАКУРАДЗЕ, В. А. ГОГИЧАИШВИЛИ, Г. Д. ТУМАНИШВИЛИ

## СОДЕРЖАНИЕ ДНК В ФОЛЛИКУЛЯРНОМ ЭПИТЕЛИИ ЩИТОВИДНОЙ ЖЕЛЕЗЫ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ФОРМАХ ЗОБА

(Представлено членом-корреспондентом Академии Н. А. Джавахишвили 5.4.1974)

Для изучения изменений, происходящих в щитовидной железе при патологии, большое значение имеет выявление отличий клеток тиреоидного эпителия при различных формах зоба от нормальных клеток исходных тканей.

Как нами было обнаружено ранее [1], токсическая форма узлового зоба по пространственным взаимоотношениям фолликулярных клеток резко отличается от узлового нетоксического и токсического диффузного зоба.

В настоящей работе была поставлена задача дальнейшего изучения механизмов патогенеза щитовидной железы, а именно проведения цитохимического анализа в клетках тиреоидного эпителия при патологии.

Материалом для наших исследований послужили оперативно удаленные железы больных, страдавших гипертиреодной формой зоба. Так же как и в предыдущем исследовании [1], нами были изучены следующие формы зоба: узловой токсический зоб, узловой нетоксический зоб и диффузный токсический зоб.

Контролем в наших опытах служила относительно нормальная ткань из непораженной доли железы. Для цитофотометрических исследований готовились мазки, которые фиксировались в 90° спирте в течение часа. Приготовленные препараты окрашивались на ДНК по Фельгену, а затем подвергались цитофотометрии одноволновым способом методом двух площадей [2]. Для исследований применялся цитофотометр, сконструированный в нашей лаборатории. В каждом случае измерялось по 100 ядер фолликулярного эпителия. Результаты представлялись в виде гистограмм. При использовании для количественного анализа средних величин полученные данные обрабатывались по Стьюденту.

Общий анализ изученного материала показывает, что при узловом токсическом зобе клетки содержат большее количество ДНК, чем нормальные эпителиальные клетки (см. таблицу).

При исследовании соответствующих гистограмм оказалось, что в норме ядра клеток щитовидной железы представляют единственный диплоидный класс (рис. 1).

Гистограмма распределения ядер тиреоидной паренхимы при узловом нетоксическом зобе показывает также максимум в области количества ДНК, соответствующих диплоидному набору хромосом.

Иначе обстоит дело при диффузном токсическом зобе. Гистограмма, характеризующая распределение клеток по количеству ДНК при этой форме заболевания, уширена и заметно сдвинута вправо. Удаётся зарегистрировать тетраплоидные и даже октаплоидные клетки (рис. 1).



Как уже отмечалось выше, при узловом токсическом зобе среднее количество ДНК на ядро почти в 2 раза выше, по сравнению с нормой. Это сказывается и на гистограммах, которые сильно сдвинуты в сторону гиперплоидного ряда ядер, заметно уширены, а число ядер с

Изменение среднего количества ДНК на ядро и ее содержания в ткани щитовидной железы в норме и при гиперфункции

Исследуемый параметр	Тип заболевания			
	Нормальная железа	Узловой нетоксический зоб	Диффузный токсический зоб	Узловой токсический зоб
Среднее количество ДНК на ядро	9,2	9,9	12,5	17,9
Содержание ДНК в ткани	407	503	630	879

относительной высокой плоидностью оказывается больше, чем в остальных случаях. Иногда имеет место весьма значительное изменение гистограммы, поскольку среди измеренных ядер удается обнаружить лишь ядра с высокой плоидностью.

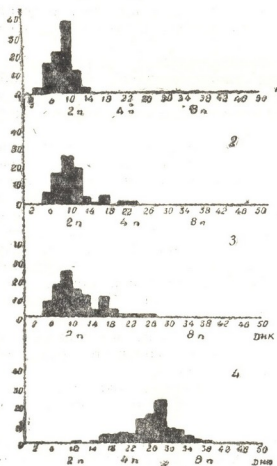


Рис. 1. Распределение ядер клеток тиреоидного эпителия по количеству ДНК в норме (1), при нетоксическом узловом зобе (2), при диффузном токсическом зобе (3) и при токсическом узловом зобе (4). (Приводятся типичные гистограммы)

Соответственно меняется содержание ДНК в ткани щитовидной железы, что выражено нами как произведение среднего количества ДНК на ядро и числа ядер в поле зрения. В работе [1] нами было показано, что числа ядер в поле зрения при трех изученных нами формах зоба и в норме приблизительно одинаковы. Как и следовало ожи-

дать, содержание ДНК в ткани щитовидной железы полностью соответствует ее среднему количеству на ядро. Содержание ДНК в ткани наиболее велико при токсическом узловом зобе, при нетоксическом узловом зобе оно почти равно нормальной величине и занимает промежуточное положение в случае диффузной формы зоба (см. таблицу).

Из приведенных данных можно заключить, что изменения, выявленные при токсической форме узлового зоба, не являются характерными для нетоксической формы узлового зоба, которая по среднему количеству ДНК на ядро и распределению ядер по количеству ДНК очень близко стоит к нормальной ткани. Диффузная же форма токсического зоба как бы является промежуточной между узловым нетоксическим и токсическим диффузным зобом.

Результаты исследования изменений количества ДНК в клетках эпителия и ее содержания в ткани щитовидной железы вполне согласуются с заключением, сделанным на основании применения другого количественного критерия, а именно, что токсическая форма узлового зоба представляется самой тяжелой из трех изученных нами его форм (нетоксический узловой и диффузный токсический).

Академия наук Грузинской ССР  
 Институт экспериментальной морфологии  
 им. А. Н. Натишвили

(Поступило 12.4.1974)

ციტოლოგია

ა. ბაკურაძე, ვ. გოგიჩაიშვილი, გ. თუმანიშვილი

დნმ-ის შემცველობა ფარისებური ჯირკვლის ფოლიკულურ  
 ეპითელიუმში სხვადასხვა ფორმის ჩიჟვის დროს

რეზიუმე

შესწავლილია ფოლიკულური ეპითელიუმის უჯრედების ბირთვებში დნმ-ის რაოდენობრივი ცვლილებები ფარისებური ჯირკვლის პათოლოგიის პირობებში.

აღმოჩნდა, რომ კვანძოვანი ტოქსიკური ჩიყვის დროს დნმ-ის რაოდენობა უჯრედულ ბირთვებში საგრძნობლადაა გაზრდილი ჩიყვის სხვა ფორმებთან შედარებით (არატოქსიკური კვანძოვანი და დიფუზურ-ტოქსიკური). ამასთან ერთად ჩნდება ჰიპერპლოიდური ჯგუფის ბირთვები.

CYTOLOGY

E. I. BAKURADZE, V. A. GOGICHAISHVILI, G. D. TUMANISHVILI

THE DNA CONTENT IN THE FOLLICULAR EPITHELIUM  
 OF THE THYROID GLAND UNDER VARIOUS FORMS OF GOITRE

Summary

The quantitative changes of DNA in the nuclei of thyroid follicular epithelium cells in various pathological states have been studied.

In nodulous toxic goitre the amount of DNA was found to be significantly greater than was the case in other forms of goitre (nodulous un-toxical and diffuse toxic). At the same time hyperploid groups of nuclei were recorded in the thyroid tissue.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Э. И. Бакурадзе, В. А. Гогичайшвили, Г. Д. Туманишвили. Сообщения АН СССР, 74, № 2, 1974.
2. А. Гарсна, Р. Иорио. Сб.: «Введение в количественную цитохимию». М., 1969.



Е. В. ДИДИМОВА

## ДИНАМИКА ИЗМЕНЕНИЙ КОЛИЧЕСТВА ЦИТОПЛАЗМАТИЧЕСКОЙ РНК И БЕЛКА В МАКРОГЛИАЛЬНЫХ КЛЕТКАХ В ПОСТТРАВМАТИЧЕСКОМ ПЕРИОДЕ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Н. А. Джавахишвили 7.5.1974)

Полученные в последнее время данные значительно расширили представление о роли глии в осуществлении специфической функции нейронов. Существенные результаты были получены при изучении белкового метаболизма глиальных и нервных клеток [1—6]. Оказалось, что тесная метаболическая зависимость, существующая между сателлитами и пирамидными нейронами, выражена настолько резко, что позволяет говорить об этих клетках как о компонентах, входящих в единую систему «нейрон—сателлит» (1, 2).

В связи с этим представляло интерес проследить динамику изменения количества белка и РНК в цитоплазме макроглиальных клеток в ходе восстановительного процесса после травмы коры головного мозга.

Объектом исследования служили 130 белых крыс весом 180—200 г. 30 из них использовались в качестве контроля. Под эфирным наркозом (с помощью трепана) в левом полушарии головного мозга вырезывалось отверстие диаметром 5 мм, после чего в области зрительной коры ланцетом наносилась рана, размеры которой не превышали 5 мм<sup>2</sup>. После нанесения повреждения рана закрывалась костно-мышечным лоскутом и затем зашивалась. Крысы забивались через 6, 24 часов, 3, 5, 8, 14, 20, 30 дней после операции. Материал фиксировался в смеси Карнуа (6:3:1), проводился в спиртах и через хлороформ заливался в парафин. Для выявления цитоплазматической РНК срезы окрашивались галлоцианином по Эйнарсону [7]. Для количественного определения цитоплазматического белка срезы окрашивались амидочерным 10Б [8, 9]. Объекты снимались на пленку микрат-200 фотоаппаратом MF Automatic Leiss, что позволяло получать кадры с высокой стабильностью фона. Негативы фотометрировались зондовым методом на микрфотометре МФ-4. Исследовалось по 25 клеток от четырех животных каждого срока, т. е. по 100 глиальных клеток. Оптическая плотность цитоплазматической РНК и белка вычислялась по формуле

$$D = \frac{S_0 - S_1}{\gamma},$$

где  $S_1$  — почернение негатива клетки с исследуемым веществом,  $S_0$  — неспецифическое почернение (фон негатива). Площадь клетки ( $V$ ) определялась планиметром. Далее вычислялось количество вещества, выраженное в относительных единицах:

$$Q = DV.$$



Полученные цифровые данные обрабатывались статистически [10-12]. По таблице Стьюдента определялось значение  $P$ .

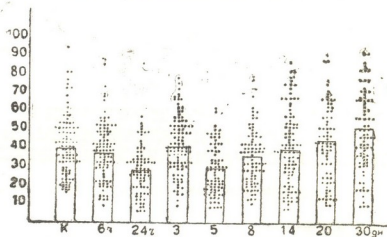


Рис. 1. Динамика изменений количества цитоплазматической РНК в глиальных клетках на различных этапах восстановительного процесса: на оси абсцисс — сроки после эксперимента в часах и днях; К — контроль; на оси ординат — количество РНК в относительных единицах; каждая точка соответствует количеству цитоплазматической РНК в одной глиальной клетке ( $P < 0,001$ )

Полученный нами материал показал, что количество цитоплазматической РНК в макроглиальных клетках увеличивается начиная с 6 часов после травмы. В последующие сроки (24 часа, 3 и 5 дней) количество нуклеиновой кислоты остается стабильным. На 8-й день количество РНК начинает снижаться и на 30-й день после операции приближается к контрольному уровню.

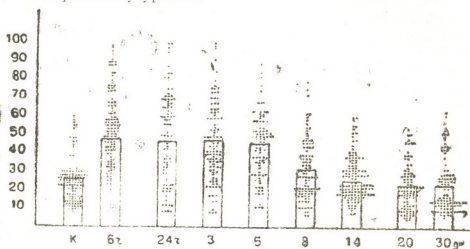


Рис. 2. Динамика изменений количества цитоплазматического белка в глиальных клетках на различных этапах восстановительного процесса: на оси абсцисс — сроки после эксперимента в часах и днях; К — контроль; на оси ординат — количества белка в относительных единицах; каждая точка соответствует количеству белка в одной глиальной клетке ( $P < 0,01$ )

При определении количества цитоплазматического белка в макроглиальных клетках выяснилось, что после незначительного сниже-

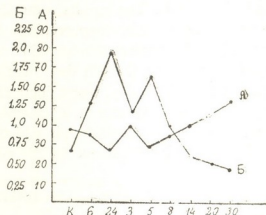


ния количество белка повышается на 3-й день и затем после вторичного снижения на 5-й день постепенно увеличивается в течение 30 дней.

Согласно данным В. Я. Бродского [13], количество РНК может не совпадать с приростом количества белка. Часто увеличение количества РНК предшествует увеличению содержания белка. По данным того же автора, наиболее полно синтез белка отражен в соотношении РНК/белок, которое увеличивается как благодаря снижению количества белка, так и в результате повышения содержания РНК перед белковым синтезом.

Изучение динамики изменений количества цитоплазматической РНК в глиальных клетках после повреждения коры головного мозга показало, что количество нуклеиновой кислоты повышается в первые часы и дни (6 и 24 часа, 3 и 5 дней) и падает на более поздних этапах репаративного процесса. Динамика изменений количества белка имеет обратную направленность. Количество белка падает через 24 часа, затем достигает контрольного уровня (к 14-му дню) и впоследствии превышает его (30-й день).

Рис. 3. Изменение количества белка (А) и соотношение РНК/белок (Б) в цитоплазме глиальных клеток, коры головного мозга на различных этапах восстановительного процесса: на оси абсцисс — сроки после эксперимента в часах и днях; К — контроль; на оси ординат — соотношение количества РНК/белок и количество белка в относительных единицах



Сопоставление этих результатов, а также определение отношения РНК/белок приводят к заключению, что наблюдаемое нами увеличение количества цитоплазматической РНК предшествует усилению белкового синтеза. В свете этих данных могут быть приняты те структурные изменения глиальных клеток, которые наблюдаются в пост-травматическом периоде. Увеличение размеров тела клетки, числа отростков на 3-и сутки репаративного процесса и позже сопровождается достоверным увеличением количества белка в этих клетках.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт физиологии

(Поступило 16.5.1974)

ციტოლოგია

ა. დიდიგოზა

ციტოკლასმატური რნმ და ცილის რაოდენობის დინამიკის  
შესწავლა მაკროგლიურ უჯრედებში ტრავმის  
მიყენების შემდეგ

რეზიუმე

ციტოქიმიური მეთოდებით შესწავლილი იყო ციტოკლასმატური რნმ-ის და ცილის რაოდენობა თეთრი ვირთაგვების თავის ტვინის ქერქის მხედველობითი ველის მაკროგლიურ უჯრედებში პოსტტრავმატურ პერიოდში. მიღებულმა

მონაცემებმა გვიჩვენეს, რომ ციტოპლაზმატური რნმ-ის რაოდენობა იწყებს მატებას ტრავმის მიღებიდან 6 საათის შემდეგ და ნორმას უბრუნდება 30-ე დღეს. ციტოპლაზმატური ცილის რაოდენობა მატულობს მე-3 დღეს და ხელმეორედ დაკლებას შემდეგ მე-5 დღეს თანდათან უბრუნდება ნორმას მე-14 დღეს, მატება გრძელდება ექსპერიმენტის შემდეგ ვადებშიც.

## CYTOLOGY

E. B. DIDIMOVA

 CHANGE DYNAMICS OF THE QUANTITY OF CYTOPLASMATIC  
 RNA AND PROTEIN IN MACROGLIAL CELLS IN POST-  
 TRAUMATIC PERIOD

## Summary

The quantity of cytoplasmatic RNA and protein in macroglial cells of the visual cortex of white rats in posttraumatic period were studied by cytochemical methods. The results show that quantity of RNA increases within six hours of the trauma, approaching the normal level on the 30th day. The quantity of cytoplasmatic protein increases on the 3rd day. Following a second decrease on the 5th day, the level of protein gradually returns to the norm on the 14th day, again increasing during the subsequent periods of the experiment. Fluctuations of RNA and protein reflect the activation of protein metabolism in macroglial cells which take part in proliferation and formation of intercellular substance in the process of reparative regeneration.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Л. З. Певзнер. Биохимические, фармакологические аспекты исследования адаптации. Новосибирск, 1967.
2. Л. З. Певзнер. Биохимия и функция нервной системы. Л., 1967.
3. Л. З. Певзнер. Укр. биохим. ж., 35, 1963, 448—477.
4. Л. З. Певзнер. Укр. биохим. ж., 38, 1966, 123—127.
5. H. Hyden. The Neuron. In: The Cell. N. Y., 1960.
6. H. Hyden. The Nerve Cells. In: The Cell. N. Y., 1963.
7. E. Hanesen, L. Einarson. Acta Psychiatr. Neurol. Scand., 108, 151—168, 1956.
8. G. Geyer. Acta Histochem., 1960.
9. Л. М. Герштейн, А. Н. Вавилов. Современные методы морфологических исследований мозга. М., 1969.
10. В. Я. Бродский. Статистические методы в экспериментальных медицинских исследованиях. М., 1955.
11. И. А. Ойвин. Ж. патологии и экспер. терапии, 4, 4, 1960, 76—85.
12. Л. С. Агроскин. Биофизика, 9, 4, 1964, 456—462.
13. В. Я. Бродский. Трофика клетки. М., 1966.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

А. Л. САГРАДЯН

ИЗМЕНЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В СЕКРЕТЕ  
СЛЮННЫХ ЖЕЛЕЗ ПРИ ВИРУСНОМ ГЕПАТИТЕ В ДИНАМИКЕ  
ЗАБОЛЕВАНИЯ

(Представлено членом-корреспондентом Академии И. К. Пагава 10.4.1974)

Сведений, касающихся изучения микроэлементов в секрете слюнных желез у больных вирусным гепатитом, мы не нашли ни в отечественной, ни в зарубежной литературе. А между тем, это представлялось нам немаловажным, так как если бы удалось установить параллелизм динамики микроэлементов в крови и слюне, больного можно было бы освободить от обременительных, подчас весьма затруднительных частых заборов крови для анализов.

Определение содержания микроэлементов железа, цинка и кобальта в секрете слюнных желез производилось методом нейтронно-активационного анализа, разработанным на ядерном реакторе ИРТ-2000 Института физики АН ГССР [1]. Исследования проводились у 65 больных (34 мужчин, 31 женщина). Больных вирусным гепатитом с легкой формой было 36, со среднетяжелой — 25, с тяжелой — 4. По возрасту больные подразделялись следующим образом: до 16 лет — 42 человека, от 16 до 50 лет — 11, 50 лет и выше — 12. Больные и здоровые лица подбирались с таким учетом, чтобы в полости рта у них отсутствовал металл (металлические пломбы, коронки и протезы), который мог бы повлиять на показания содержания микроэлементов в ротовом секрете. У всех больных диагноз вирусного гепатита подтвержден клинически, а также дополнительным лабораторным обследованием (определение гемограммы, билирубина, проба Таката-Ара, осадочные пробы и т. д.). Контролем служили 12 здоровых лиц в возрасте от 16 до 46 лет (6 мужчин, 6 женщин). Для определения микроэлементов слюна бралась натощак в количестве 8—10 мл. Исследования проводились в слюне в динамике заболевания от 1 до 3 раз во время госпитализации больных (в разные периоды болезни). Всего проведено 254 исследования, в результате которых выявлены значительные колебания показателей микроэлементов в слюне в период разгара болезни, причем степень нарушения концентрации указанных элементов зависела от тяжести и периода заболевания. По нашим данным, средняя концентрация указанных элементов у здоровых лиц в слюне равнялась: железо —  $14,2 \pm 5,6$  мг%; цинк —  $1895 \pm 940,3$  мкг%; кобальт —  $147 \pm 31,8$  мкг%.

Результаты определения содержания железа, цинка и кобальта в слюне у больных вирусным гепатитом в зависимости от тяжести и периода болезни представлены в таблице.

Как видно из таблицы, содержание железа в слюне у больных вирусным гепатитом в периоде разгара болезни повышалось параллельно с тяжестью болезни. Процент повышения этого микроэлемента в слюне при легкой, среднетяжелой и тяжелой формах равнялся соот-



ветственно 20,8; 29,3 и 37,9 мг%. Эти показания статистически достоверны.

Содержание цинка в этом же периоде уменьшалось соответственно тяжести болезни. Процент понижения цинка в слюне при легкой, среднетяжелой и тяжелой формах равнялся соответственно 880; 760 и 635 мкг%. Эти данные существенны и достоверны (см. таблицу).

Форма заболевания	Периоды болезни	Статистические показатели											
		Железо				Цинк				Кобальт			
		М мг%	$\pm\sigma$	$\pm m$	t	М мкг%	$\pm\sigma$	$\pm m$	t	М мкг%	$\pm\sigma$	$\pm m$	t
Легкая	Разгар	20,8	6,1	1,5	3,0	880,0	317,1	104,7	3,5	139,9	95,1	21,6	0,6
	Угасание	16,7	8,8	2,2	0,9	1520,0	1160,3	290,1	1,0	133,0	71,7	17,9	0,7
	Выздоровление	14,6	3,2	1,3	0,2	1752,0	632,5	183,2	0,4	128,5	43,8	17,9	0,9
Среднетяжелая	Разгар	29,3	11,2	4,7	3,1	770,0	208,0	84,8	4,0	133,5	58,0	23,6	0,8
	Угасание	16,5	7,8	3,2	0,6	1290,0	146,0	65,3	2,2	129,0	41,0	16,7	0,9
	Выздоровление	15,3	3,9	2,2	0,4	1700,0	402,0	225,0	0,6	121,6	36,1	20,9	1,1
Тяжелая	Разгар	37,9	9,8	4,9	5,0	635,0	153,1	62,5	4,5	130,3	59,4	24,2	0,7
	Угасание	25,4	7,0	2,9	3,4	1229,2	414,9	157,0	2,1	123,7	45,5	17,2	1,2
	Выздоровление	21,8	4,0	1,8	3,1	1628,0	209,0	88,3	0,9	117,4	9,1	4,1	3,0

Содержание кобальта в остром периоде болезни почти не изменялось. Характерное изменение, выраженное в падении уровня содержания кобальта, констатировалось лишь в периоде угасания основных симптомов болезни и особенно в стадии клинического выздоровления. Содержание кобальта в слюне (см. таблицу) в период выздоровления равнялось в среднем 128,5; 121,6 и 117,4 мкг% соответственно тяжести заболевания (легкой, среднетяжелой и тяжелой), при этом величины 128,5 и 121,6 не достоверны, а величина 117,4 существенна и статистически достоверна.

В периоде выздоровления нормализация микроэлементов наступает при легкой и среднетяжелой формах болезни, а при тяжелой форме содержание железа и кобальта сильно отстает от нормы. Это свидетельствует о том, что, несмотря на клиническое выздоровление, в организме не окончился еще патологический процесс и обменные функции продолжают оставаться нарушенными. Степень нарушения содержания указанных микроэлементов может, в свою очередь служить показателем функционального состояния печени и помогать в решении вопроса о прогнозе заболевания. Нам не удалось установить существенной разницы в количественном содержании изучаемых микроэлементов и слюне при интактных зубах и множественном кариесе.

Таким образом, по данным большинства авторов, содержание железа в крови в периоде разгара болезни повышается [2—4], но В. Н. Сухарев и Н. М. Чистяков [5] наибольшее снижение обнаружили не в периоде разгара болезни, а в стадии клинического выздоровления. Повышение железа в крови, моче и в кале одни авторы [6] связывают с уменьшением рибофлавина и аскорбиновой кислоты при одновременном повышении витамина В<sub>12</sub>, другие же [7] — с повреждением печеночных клеток, которые являются основным депо этого элемента. При этом авторами отмечается, что содержание железа в крови коррелирует со степенью тяжести заболевания: чем тя-



железе форма заболевания, тем значительно повышается его содержание. Нормализация наступает при легкой форме болезни, а при среднетяжелой и особенно при тяжелой форме болезни наблюдается повышенное его содержание в крови. В наших исследованиях выявлена такая же динамика содержания железа в слюне больных вирусным гепатитом, а поэтому последнее может служить одним из тестов, отражающих функциональное состояние печени. Большинство авторов, изучавших содержание цинка в крови, моче и кале [8, 9] установили уменьшение содержания цинка в данных субстратах, коррелируемое со степенью тяжести заболевания. По мере выздоровления происходит постепенная нормализация содержания цинка. Однако нормализация наступает не у всех больных. Эти данные свидетельствуют о том, что при данном заболевании констатируются глубокие изменения в обмене цинка. Аналогичная картина изменения содержания цинка выявлена нами и в секрете слюнных желез.

Анализ литературных данных о содержании кобальта в крови, моче, кале у больных вирусным гепатитом показывает противоречивость этих данных. Одни авторы отмечают повышенное содержание кобальта в сыворотке крови [10], при этом концентрация последнего зависит от тяжести заболевания, высокое содержание кобальта в крови сопровождается повышенным выведением его из организма с мочой и пониженным выделением в испражнения. Другие авторы наблюдают тенденцию к снижению кобальта в крови и неполную нормализацию даже в периоде клинического выздоровления [11, 12], при этом содержание кобальта в крови в остром периоде почти не изменяется, а в стадии угасания и особенно клинического выздоровления значительно снижается. В результате наших исследований установлено, что содержание кобальта в слюне изменяется в сторону снижения в периоде угасания и особенно выздоровления, а в периоде разгара болезни почти не изменяется аналогично его содержанию, в крови. Уменьшение содержания кобальта в слюне у больных тяжелой формой вирусного гепатита в периоде выздоровления, так же как и в крови, свидетельствует об отставании восстановительных процессов печени от клинических данных.

Таким образом, в организме больных вирусным гепатитом происходят значительные нарушения содержания железа, цинка, кобальта в слюне, что отражает их содержание в крови, моче и кале. Степень нарушения концентрации указанных микроэлементов в секрете слюнных желез зависит от тяжести и периода заболевания. В периоде разгара болезни выражена тенденция к нарастанию содержания железа и понижению цинка, а уровень кобальта почти не изменяется. Исследование содержания микроэлементов в слюне нейтронно-активационным анализом можно считать одним из самых чувствительных методов и в комплексе с клиническими данными можно рекомендовать в качестве дополнительного метода определения, прогноза и контроля за выздоровлением больного. По составу слюны у больных вирусным гепатитом можно судить о нарушении баланса биологически активных веществ (железа, цинка, кобальта), этот состав также может служить показателем функционального состояния печени.

Тбилисский государственный институт  
совершенствования врачей  
МЗ ГССР



## ა. საგრაძიანი

მიკროელემენტების (რკინის, ცინკის და კობალტის) ცვლილება სანერწყვი ჯირკვლის სეკრეტში ვირუსული ჰეპატიტის დროს

რეზიუმე

ვირუსული ჰეპატიტით დაავადებულების ნერწყვში რკინის, ცინკის და კობალტის რაოდენობა მნიშვნელოვნად ცვალებადობს.

ბიოლოგიურად აქტიურ ნივთიერებათა რაოდენობრივი გამოკვლევა ნერწყვში შეიძლება გამოვიყენოთ დვიძლის ფუნქციური მდგომარეობის მანევრებლად. კლინიკურ მონაცემებთან კომპლექსში მიკროელემენტების რაოდენობრივი ცვალებადობა შეიძლება გამოვიყენოთ როგორც დამატებითი მეთოდი პროგნოზისა და გაჯანსაღების დასადგენად.

## EXPERIMENTAL MEDICINE

A. L. SAGRADYAN

VARIATION OF THE CONCENTRATION OF MICROELEMENTS  
(IRON, ZINC, COBALT) IN THE SECRETION OF THE SALIVARY  
GLANDS DURING INFECTIOUS HEPATITIS

## Summary

Considerably disturbed concentrations of iron, zinc, cobalt in salivary gland secretion can be observed in patients with infectious hepatitis, reflecting their level in the blood, urine and fecal matter. Investigation of the content of biologically active substances in the saliva can give indications regarding the functional condition of the liver and, in combination with clinical evidence, can be recommended as an additional method of prognosis and control of patient recovery.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. В. Багдавадзе, Л. В. Барбакадзе и др. Сообщения АН ГССР, 39, № 2, 1965, 287.
2. Л. М. Афанасьев. Обмен микроэлементов (меди, цинка и железа) у детей, больных инфекционным гепатитом. Автореферат, Омск, 1960.
3. А. Ф. Яковлев. Сб. науч. трудов Ивановского гос. мед. ин-та, 1965, 99.
4. Ф. П. Ольгина. Обмен некоторых микроэлементов при болезни Боткина и циррозе печени. Автореферат, М., 1966.
5. В. М. Сухарев, Н. М. Чистяков. Терап. ж., т. XXXV, вып. 3, 1963, 38.
6. Е. А. Гент, М. Т. Турапов, Б. В. Вахидова, А. Миралиева, Р. Н. Нугманова. Материалы научной сессии Киевского мед. ин-та, 1965, 11.
7. Л. А. Максимова, Т. Я. Строже. Материалы второго совещания по клинической биохимии инфекционных болезней и симпозиума по клинической биохимии болезней печени. Рига, 1963, 172.
8. В. L. Waller, H. I. Neurath. Am. Chem. Soc., 76, 19, 1954, 5006.
9. В. М. Карлиновский, Л. А. Роомере. Сб.: «Эпидемический гепатит (болезнь Боткина)». Волго-Вятское книжное изд-во, 1966, 231.
10. М. Назармухамедова, Р. Н. Нугманова. Материалы второго совещания по клинической биохимии инфекционных болезней и симпозиума по клинической биохимии. Рига, 1963, 179.
11. А. И. Кортеев, В. В. Шаблин. Сб.: «Вирусный гепатит». М., Одесса, 1968, 79.
12. Е. П. Сушко. Кобальт и никель в крови у детей при болезни Боткина. Автореферат, Минск, 1959.

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

И. К. ПАГАВА (член-корреспондент АН ГССР), М. А. ИЛУРИДЗЕ-СТУРА, Д. М. ДВАЛИ

### К ВОПРОСУ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ СЕРДЦА И СОСУДОВ ПРИ ГЕМОРРАГИЧЕСКОМ ВАСКУЛИТЕ У ДЕТЕЙ

Работами последних лет [1—5] научно доказана аллергическая природа геморрагического васкулита, протекающего с поражением сердечно-сосудистой системы.

Разная степень и распространенность сосудистых поражений, обусловленных состоянием реактивности организма на фоне выраженной аллергической перестройки, дают разные формы клинического проявления геморрагического васкулита [6—11].

Изучено функциональное состояние сердечно-сосудистой системы методом электрокардиографии и капилляроскопии у 39 детей при геморрагическом васкулите.

У 43,2% изученных больных ритм сердечной деятельности колебался в возрастных пределах, учащение его регистрировалось у 44%, а урежение — у 12,8%. В ряде случаев отмечалась дыхательная аритмия.

У всех больных выявлялось укорочение времени предсердно-желудочковой проводимости. Этот показатель не обнаруживал зависимости от частоты сердечных сокращений.

У подавляющего большинства детей дошкольного возраста и у всех детей школьного возраста время межжелудочковой проводимости (QRS) находилось в пределах нормальных величин.

Электрическая систола (Q—T) выявила ряд изменений, проявляющихся как в удлинении ее, так и в укорочении.

Увеличение систолического показателя во всех исследуемых случаях не превышало 2—7%. Ось сердца у 60% больных имела нормальное положение, а в меньшей части случаев — вертикальное.

Изменения, выявленные в морфологии зубцов ЭКГ, в основном касались зубца Р и выражались в увеличении его амплитуды, двухфазности и заостренности вершины как в стандартных, усиленных от конечностей, так и в грудных отведениях.

Изменение зубцов R и Q имело менее выраженный характер, чем изменение зубца Р: имели место увеличение и заостренность зубца R, а также его сочетание с другими зубцами в форме rSg.

Отмеченные сдвиги проводниковой функции сердца, особенно предсердно-желудочковой проводимости и морфологии зубцов указывают на некоторые изменения в самой мышце сердца, обусловленные, возможно, нарушением обменных процессов в миокарде.

Выявленное укорочение предсердно-желудочковой проводимости и выраженное изменение зубца Р можно расценивать как результат высокого напряжения симпатических импульсов в синусовом узле.

Установленное в 43,2% случаев учащение числа сердечных сокращений, видимо, представляет собой проявление приспособительных механизмов. Компенсаторная гиперфункция сердца, обеспечивающая энергетические потребности организма в условиях патологии, зависит от совершенства регулярно-адаптационных механизмов.

Исходя из этого можно считать, что выявленные изменения деятельности сердца в своей основе в острых случаях заболевания имеют скорее функциональное происхождение, хотя в некоторых случаях нельзя пренебрегать и вероятным органическим характером означенных изменений.

Изучение капилляроскопической картины больных детей показало, что нормальная окраска фона поля зрения имеет место в 71% случаев, а в 28,5% видимость снижена: капилляры на мутном фоне выделяются нечетко, отдельные детали их распознаются с трудом, в единичных случаях фон бледный. Количество капилляров, как правило, увеличено, распределение их во всех случаях неравномерное.

Отмечается полиморфизм петель капилляров, регистрируется как укорочение, так и удлинение петли.

Петли капилляров имеют различную форму — шпилькообразную, прямого волоса и в некоторых случаях небольшую извитость как венозной, так и артериальной части. Часто по калибру трудно различить приводящие и отводящие части, диаметр артериальной и венозной branшей неодинаков, что, видимо, обуславливается сужением венозного отдела капилляра, хотя и не исключено проявление спазма артериального отдела капилляра.

В наших случаях очень часто наблюдалось спастическое состояние как артериальной, так и венозной части, в некоторых случаях расширение только венозной части капилляров.

У большинства больных отмечалось нормальное кровенаполнение, неполноценное имело место у 28% больных.

Наблюдаемые анастомозы между капиллярными петлями, видимо, можно считать вариациями нормы.

Особо следует отметить наличие кровоизлияний (24%). Равномерный быстрый кровоток наблюдался в половине случаев, в ряде случаев он был зернистым, в единичных — замедленным.

Нами не найдено какой-либо закономерной связи капилляроскопических данных с клинической картиной заболевания.

Таким образом, исследование состояния капилляров выявило изменение капилляроскопической картины, выраженное в снижении и мутности фона, увеличении количества функционирующих капилляров, находящихся в части случаев в спастическом состоянии, расширении венозного отдела, некотором замедлении кровотока. Увеличение числа функционирующих капилляров можно рассматривать как факт вовлечения в процесс резервных возможностей организма.

Вышеописанные изменения данных ЭКГ и капилляроскопической картины, с одной стороны, указывают на нарушение нервотрофической и рефлекторной функций центральной и вегетативной нервной системы, связанное с аллергическим состоянием организма, повышенной проницаемостью сосудистой стенки, нарушением биохимических процессов в тканях и наличием скрытого отека тканей, а с другой стороны (данные ЭКГ и частично капилляроскопии — увеличение числа петель), позволяют предполагать, что они в основном имеют функциональный характер и проявляются по-разному в разные возрастные периоды и обусловлены в конечном итоге состоянием центральной нервной системы, ее ответной реакцией на патологический процесс в органе.

ი. ფაღავა, მ. ილურიძე-სტურუა, ვ. დვალე

გულ-სისხლძარღვთა ფუნქციური მდგომარეობის საკითხისათვის  
 ჰემორაგიული ვასკულიტის დროს ბავშვთა ასაკში

რეზიუმე

შესწავლილია კაპილაროსკოპული და ელექტროკარდიოგრაფიული მონაცემები ჰემორაგიული ვასკულიტით დაავადებულ 39 ბავშვში. ცვლილებები განიხილება როგორც ცენტრალური და ვეგეტატიური ნერვული სისტემის ნევროტროფული ფუნქციის დარღვევის შედეგი, რაც მჭიდროდ არის დაკავშირებული დაავადების პათოგენეზში ორგანიზმის ალერგიულ მდგომარეობასთან, სისხლძარღვთა კედლის განვლადობის მომატებით და ბიოქიმიური პროცესების დარღვევით ქსოვილებში.

EXPERIMENTAL MEDICINE

I. K. PAGAVA, M. A. ILURIDZE-STURUA, D. M. DVALI

ON THE CARDIOVASCULAR FUNCTIONAL STATE IN  
 HEMORRHAGIC VASCULITIS IN CHILDREN

Summary

The capillaroscopic and ECG data on hemorrhagic vasculitis in 39 children have been studied. The alterations may be considered to be the result of a disturbance of the neurotrophic function of the central and vegetative nervous systems, being closely connected with the allergic condition of the organism in the pathogeny of the disease with an increased permeability of the vascular wall and disturbed biochemical processes in the tissues.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. М. Абезгауз. Геморрагические заболевания у детей. М., 1970.
2. З. А. Далинина. Клиника и лечение капилляротоксикоза у детей. М., 1961.
3. Г. П. Матагина. К клинике агроменической пурпуре у детей. М., 1952.
4. К. П. Сарилова, В. К. Посенко и др. Педиатрия, № 4, 1955.
5. В. А. Насонова. Геморрагический васкулит — болезнь Шонлейна—Геноха. М., 1959.
6. А. И. Абрикосов. Труды I МГМН, т. I, вып. I, 1935.
7. А. А. Вейсфельд. Педиатрия, № 1, 1941.
8. И. М. Ганджа, И. П. Мягкая и др. Поражения сосудов при аллергических заболеваниях. Киев, 1972.
9. Г. Р. Ланг. Болезни системы кровообращения. М., 1957.
10. М. А. Скворцов. Педиатрия, № 4, 1954.
11. В. Н. Нестеров. Клиника болезней сердца и сосудов. Киев, 1971.



ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

М. Г. ЛОРДКИПАНИДЗЕ, З. К. ЧХАИДЗЕ

ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ В ОЦЕНКЕ  
ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗНЫХ ВИДОВ ОБЕЗБОЛИВАНИЯ ПРИ  
ОСТРЫХ, ТЯЖЕЛЫХ ЧЕРЕПНО-МОЗГОВЫХ ТРАВМАХ

(Представлено академиком И. Я. Татишвили 15.7.1974)

В данной статье описываются электрокардиографические изменения при разных видах обезболивания во время острых, тяжелых черепно-мозговых травм.

Опыты проводились на беспородных собаках. Всего было произведено 56 опытов, из них 6 контрольных. Острая, тяжелая черепно-мозговая травма наносилась путем однократного удара металлического молотка по специальному металлическому стержню, который имел ограничитель глубины повреждения мозгового вещества и прикладывался на заранее обнаженный свод черепа с деморкацией участка перелома размером 2×2 см. Травма наносилась в лобно-теменной области слева.



Рис. 1

В I серии опытов лечение проводилось под местным обезболиванием, во II серии — под монокомпонентным эндотрахеальным (закись азота+кислород) наркозом, в III—под монокомпонентным эндотрахеальным (эфир+кислород) наркозом, в IV была применена общая гипотермия с барбитуратами, а в V — многокомпонентный эндотрахеальный нейролептнаркоз. В контрольной группе опытов лечение не проводилось.



Рис. 2

Были выявлены следующие электрокардиографические изменения. На фоновых ЭКГ у 18 собак из 56 отмечался нормальный синусовый ритм, синусовая аритмия — у 32, желудочковая экстрасистолия — у 4, выскакивающий узелковый ритм — у 2. Из 56 собак у 27 ритм сердца колебался в пределах нормы, у 12 отмечалась синусовая брадикардия, а у 17 — синусовая тахикардия. Как в контрольной группе, так и во



всех сериях опытов в первые минуты после травмы у большинства собак (у 32 из 56) отмечалось замедление ритма сердца, у 16 — учащение, а у 8 собак число сердечных сокращений колебалось в пределах нормы.

Надо отметить, что брадикардия, развивавшаяся в первые минуты после травмы, в подавляющем большинстве случаев носила временный характер и через 30—40—60 минут переходила в тахикардию разной степени.

В I серии опытов у собак на ЭКГ не было обнаружено значительной разницы по сравнению с контрольной группой. Длительность нарушения сердечного ритма, метаболизма и гемоциркуляции миокарда в этих случаях была почти одинаковой. Например, у 2 из 10 собак после травмы возникали частые желудочковые экстрасистолы на фоне тахикардии, у 5 — синусовая тахикардия, у 2 — синусовая брадикардия, у 2 — ритм из среднего отдела атриовентрикулярного узла, заканчивающийся асистолией желудочков, у 1 — пароксизмальная тахикардия с исходом фибрилляции желудочков (ЭКГ № 1).

Во II серии опытов в первые минуты после травмы синусовая брадикардия была выявлена из 10 собак у 4, причем у 1 из них на фоне синусовой брадикардии отмечался выскакивающий узелковый ритм. Синусовая тахикардия имела место у 3 собак. У остальных 3 собак число сердечных сокращений находилось в пределах нормы. Через 30 минут после травмы во всех случаях развилась синусовая тахикардия с колебанием числа сердечных сокращений от 100 до 214 в минуту. Во всех случаях на ЭКГ фиксировалась синусовая аритмия. На фоне лечения сердечный ритм регулировался у 5 собак, у которых особых изменений до конца опытов не наблюдалось. В 1 случае в процессе лечения возникло нарушение внутрижелудочковой проводимости (блокада ножки пучка Гиса), в 3 случаях на фоне синусовой тахикардии — политопные желудочковые экстрасистолы, а в 1 случае — пароксизмальная тахикардия. В 6 случаях на ЭКГ фиксировались деформация и инверсия зубцов желудочкового комплекса, указывающие на нарушение в миокарде электролитного обмена, метаболизма и коронарной гемоциркуляции (ЭКГ № 2).

В III серии опытов в первые минуты после травмы из 10 собак у 5 наблюдалась синусовая брадикардия, у 3 — синусовая тахикардия, а у 2 собак ритм сердца остался в пределах нормы. Через 30 минут после травмы синусовая тахикардия отмечалась у 7 собак, у 2 собак возникла резкая синусовая брадикардия (число сердечных сокращений 23 и 36 в минуту). У 1 собаки сердечный ритм не изменился. Из других видов нарушения ритма сердца и проводимости после травмы и в процессе лечения были выявлены: 1) неполная атриовентрикулярная блокада II степени (ЭКГ № 3), 2) миграция зубца P от синусового до



Рис. 3

атриовентрикулярного узла (ЭКГ № 4), 3) деформация зубцов ЭКГ, указывающая на нарушение коронарной гемоциркуляции — 5 случаев (ЭКГ № 5).



В IV серии опытов в первые минуты после травмы замедление ритма сердца было отмечено у 4 собак из 10. У 3 собак выявилась синусовая тахикардия, а у 3 ритм сердца не изменился. Через 30—40 минут после травмы синусовая тахикардия наблюдалась у 6 собак,



Рис. 4

синусовая брадикардия — у 2, а нормальный сердечный ритм — у 1. Из других видов нарушения сердечного ритма и проводимости были выявлены: в 7 случаях — синусовая аритмия, в 7 — желудочковые экстрасистолы в 2 — пароксизмальная тахикардия из атриоventрикулярного узла, а в 1 — нарушение внутрижелудочковой проводимости.

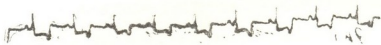


Рис. 5

В процессе лечения у 8 собак ритм сердца восстановился до нормальной частоты или возвратился к фоновому состоянию с сохранением синусовой аритмии. В 2 случаях брадикардия с чередованием импульсов из синусового и атриоventрикулярного узлов осталось до конца опытов. На ЭКГ № 6 показан типичный случай нормализации ЭКГ в процессе лечения.

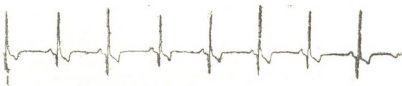


Рис. 6

В V серии опытов, где была применена модель черепно-мозговой травмы на фоне общей гипотермии, было установлено, что гипотермия с понижением температуры тела до 30° у подопытных животных во всех случаях вызывает сильную синусовую брадикардию. В 6 случаях были выявлены электрокардиографические признаки повышения возбудимости миокарда в виде увеличения зубцов P, Q и T, в 4 случаях возникли суправентрикулярные (в 2) и желудочковые (в 2) экстрасистолы. В 3 случаях отмечались замедление внутрижелудочковой проводимости и асинхронизм возбуждения, в 4 — гипоксия миокарда с деформацией и инверсией конечной части желудочкового комплекса. После травмы у 3 собак развилась асистолия желудочков с остановкой сердца в диастоле, у 4 — полиморфные желудочковые экстрасистолы, заканчивающиеся фибрилляцией желудочков, у остальных 3 собак синусовая брадикардия сохранялась до конца опытов. Было отмечено

углубление имеющихся признаков гипоксии миокарда у 4 собак и появление деформации зубца Т после травмы у 2 собак.

Таким образом, наши экспериментальные данные свидетельствуют о том, что при острых, тяжелых черепно-мозговых травмах самым эффективным и рациональным методом обезболивания является многокомпонентный эндотрахеальный нейролептаркоз.

Институт экспериментальной  
и клинической хирургии  
МЗ СССР

(Поступило 18.7.1974)

მაშპარიმენტული მედიცინა

მ. ლორთქიანიძე, ზ. ჩხაიძე

ელექტროკარდიოგრაფიული ცვლილებანი გაუტკივარების  
სხვადასხვა სახეების გამოყენებისას ქალა-ტვინის მწვავე  
მიმე ტრავმების დროს

რეზიუმე

განხილულია ელექტროკარდიოგრაფიული მონაცემები ქალა-ტვინის მწვავე მიმე ტრავმების დროს. გამოყენებულია გაუტკივარების სხვადასხვა სახეები: ადგილობრივი ანესთეზია, ზოგადი ჰიპოთერმია ბარბიტურატებთან ერთად, მონოკომპონენტური ენდოტრაქეალური ნარკოზი და მრავალკომპონენტური ენდოტრაქეალური ნეიროლეპტნარკოზი. სულ ჩატარებულია 56 ექსპერიმენტი. აქედან 6 — საკონტროლო.

ამგვარად, ქალა-ტვინის მწვავე მიმე ტრავმების დროს გაუტკივარების სახეებიდან არჩევით მეთოდად უნდა ჩაითვალოს მრავალკომპონენტური ენდოტრაქეალური ნეიროლეპტნარკოზი, რის სასარგებლოდაც მეტყველებს ექსპერიმენტული მონაცემები.

EXPERIMENTAL MEDICINE

M. G. LORDKIPANIDZE, Z. K. CHKHAI DZE

### ELECTROCARDIOGRAPHIC CHANGES IN THE EFFECTIVENESS ESTIMATION OF DIFFERENT KINDS OF PAIN-KILLING IN ACUTE CRANIO-CEREBRAL TRAUMAS

Summary

Electrocardiographic changes in different kinds of pain-killing during acute cranio-cerebral traumas are presented (56 experiments).

The authors' experimental data have led them to the conclusion that multicomponent endotracheal neuroleptic narcosis can be considered the most rational and effective method of pain-killing in acute cranio-cerebral trauma.



ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

З. В. БИБИЛИШВИЛИ, А. А. ВАЗИНА, Ю. Д. ЯШВИЛИ

СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ  
СОКРАТИТЕЛЬНОГО АППАРАТА МЫШЦЫ МАТКИ ЖЕНЩИН  
ПРИ РАЗЛИЧНОМ ХАРАКТЕРЕ РОДОВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии И. К. Пагава 26.6.1974)

Для успешного решения проблемы регуляции мышечного сокращения в клинике необходимо изучение структуры мышечной клетки на основании наиболее информативных электронномикроскопических и рентгеноструктурных исследований.

Поскольку в современной биологии при изучении различных патологических состояний мышц все чаще обращаются к мышечным моделям, отражающим процессы сокращения в условиях организма и открывающим экспериментальный подход к аналитическому изучению регуляции и коррекции сократительной функции клетки, мы решили проследить за изменениями, происходящими в сократительном аппарате мышцы матки на глицеринизированных мышечных моделях, приготовленных по методу Сент-Дьерди [1].

Мышцу матки получали во время операции кесарева сечения, производимой в нижнем сегменте матки по соответствующим показаниям у 50 беременных и рожениц, подразделенных на пять групп: I — роженицы с нормальной, хорошо выраженной родовой деятельностью (12 случаев); II — беременные без родовой деятельности (беременность 38—40 недель, 8 случаев); III — роженицы со слабостью родовой деятельностью (нелеченые, 9 случаев); IV — роженицы, у которых слабость родовой деятельности лечили медикаментозно по принятым в акушерской практике схемам и внутривенным капельным введением окситоцина на 5% растворе глюкозы (10 случаев); V — роженицы, которым лечение (стимуляцию) родовой деятельности проводили внутривенным капельным введением окситоцина на буферном растворе (11 случаев).

Буферный раствор готовили по несколько видоизмененному рецепту Гловера [2]. В раствор вместо хлористого натрия вводили янтарно-кислый натрий и хлористый кальций, а непосредственно перед употреблением — 40% раствор глюкозы.

Напряжение, развиваемое пучками глицеринизированных гладкомышечных клеток под воздействием АТФ ( $5 \cdot 10^{-3}$ ), измерялось на тензометрической установке в Грузинском центре медицинской биофизики (руководитель — Н. В. Карсанов).

Рентгеноструктурные исследования этих же клеток проводились в лаборатории рентгеноструктурного анализа Научно-исследовательского института биофизики АН СССР (директор — академик Г. М. Франк) на модернизированном рентгеновском аппарате УРС-60 с использованием микрофокусной рентгеновской трубки и камеры с точечным коллиматором, а также установки с вращающимся анодом и камерами Элнота.

Результаты исследований обработаны методом вариационной статистики.

I группа. Напряжение, развиваемое пучками глицеринизированных гладкомышечных клеток, равно  $201,9 \pm 32,1$  мг/мм<sup>2</sup>, минимальное — 163,8 мг/мм<sup>2</sup>, максимальное — 263,7 мг/мм<sup>2</sup>.

На рентгенограммах под большими углами рассеяния рентгеновских лучей отмечается картина интерференционных максимумов. При этом наблюдаются два диффузионных гало, соответствующих периодичности в мышцах, — 9,8 и 4,6 Å (рис. 1,а).

В меридиональном направлении мышечного волокна, на внутреннем крае гало 4,6 Å, отчетливо вырисовывается дуга, соответствующая периодичности 5,1 Å. Гало 9,8 Å имеет уплотнения на экваторе рентгенограммы.

Период 5,1 Å — характеристический период белковых спиральных цепей, содержащихся в большом количестве в толстых миозиновых нитях. Некоторое несовпадение в величинах периодов — наблюдающегося на рентгенограмме и истинного (5,4 Å) — можно, очевидно, объяснить дополнительным изгибом оси α-спиралей за счет их скручивания в сверхспирали.

Экваториальный рефлекс 9,8 Å характеризует боковую упаковку ориентированных полипептидных цепей, в большинстве α-спиральных. Диффузионное кольцо 9,8 Å соответствует диаметру α-спирали и других полипептидных цепей, диффузионное кольцо 4,6 Å — расстоянию между соседними аминокислотными остатками. На экваторе кольца 9,8 Å наблюдается концентрация интенсивностей, что свидетельствует о наличии ориентации в упаковке α-спиральных цепей.

Следовательно, у роженца этой группы характер упаковки сократительных нитей строго параллелен, пучки глицеринизированных мышечных клеток развивают высокое напряжение.

II группа. Напряжение, развиваемое пучками глицеринизированных клеток мышцы матки, равно  $78,2 \pm 13,0$  мг/мм<sup>2</sup>, минимальное — 51,2 мг/мм<sup>2</sup>, максимальное — 91 мг/мм<sup>2</sup>.

Рентгенограммы пучков глицеринизированных гладкомышечных клеток характеризуются отсутствием рефлекса 5,1 Å и размытием упаковочного экваториального рефлекса 9,8 Å в кольцо (рис. 1,б). Это, очевидно, можно объяснить дезориентацией сократительных нитей относительно друг друга и вдоль главной оси мышцы и отсутствием закономерности в чередовании толстых и тонких нитей. Ко всем группам применительна альтернативная интерпретация о том, что дезориентируются не нити, а сами сократительные клетки. Пучки глицеринизированных клеток, приготовленные из мышцы матки беременных этой группы, развивают минимальное напряжение.

III группа. Напряжение, развиваемое пучками глицеринизированных клеток мышцы матки, равно  $98,3 \pm 5,56$  мг/мм<sup>2</sup>, минимальное — 90,4 мг/мм<sup>2</sup>, максимальное — 105,9 мг/мм<sup>2</sup>.

На рентгенограммах (рис. 1,в) меридиональный рефлекс 5,1 Å слабо выражен. Экваториальный рефлекс 9,8 Å размыт в длинную дугу,



что, видимо, может указывать на имеющуюся дезориентацию нитей, однако с более параллельной, чем в предыдущей группе, их укладкой в клетке. Видимо, поэтому напряжение, развиваемое пучками глициринизированных клеток мышцы матки, в этой группе несколько выше, чем в группе, где родовая деятельность вовсе не развита.

IV группа. Напряжение, развиваемое пучками глициринизированных клеток мышцы матки, равно  $114,6 \pm 8,33$  мг/мм<sup>2</sup>, минимальное — 106,2 мг/мм<sup>2</sup>, максимальное — 128,6 мг/мм<sup>2</sup>.

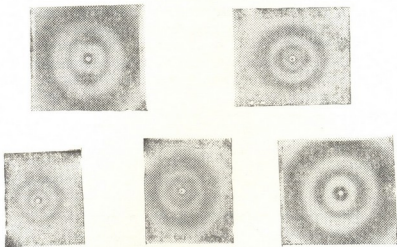


Рис. 1. Дифракционная картина сократительного аппарата мышцы матки: а — при нормальной родовой деятельности; б — в группе беременных 38—40 недель без родовой деятельности; в — при слабости родовой деятельности; г — после проведения медикаментозной стимуляции по поводу слабости родовой деятельности; д — после проведения стимуляции родовой деятельности внутривенным капельным введением окситоцина на буферном растворе

Рентгенограммы (рис. 1, г) характеризуются выраженностью меридионального рефлекса  $5,1 \text{ \AA}$  и концентрацией, стягиванием экваториального рефлекса  $9,8 \text{ \AA}$  в широкую дугу, что, видимо, является отражением дальнейшего ориентирования сократительных нитей относительно друг друга. Однако картина их дезориентации все еще сохраняется, и возможно, поэтому напряжение, развиваемое глициринизированными гладкомышечными клетками, в этой группе недостаточно высокое.

V группа. Напряжение, развиваемое пучками глициринизированных гладкомышечных клеток матки, равно  $164,4 \pm 16,78$  мг/мм<sup>2</sup>, минимальное — 133,4 мг/мм<sup>2</sup>, максимальное — 229,6 мг/мм<sup>2</sup>.

На рентгенограммах (рис. 1, д) отчетливо видна дуга, соответствующая меридиональному рефлексу  $5,1 \text{ \AA}$ . Экваториальный рефлекс  $9,8 \text{ \AA}$  характеризуется наличием уплотнения на экваторе гало, что свидетельствует о наличии ориентации сократительных нитей относительно друг друга, с более или менее закономерным чередованием толстых миозиновых и тонких активных нитей, чем, должно быть, и обусловлено более высокое напряжение, развиваемое пучками глициринизированных клеток мышцы матки в этой группе.



Таким образом, наши исследования показали следующее: 1) при нормальной, хорошо выраженной родовой деятельности в клеточных сократительных моделях, приготовленных из мышцы матки путем глицеринизации, упаковка сократительных нитей строго параллельна, а напряжение, развиваемое пучками этих клеток под действием АТФ, максимально высокое; 2) при слабости родовой деятельности в сократительном аппарате мышцы матки отмечаются дезориентация сократительных нитей относительно друг друга и понижение напряжения, развиваемого пучками глицеринизированных гладкомышечных клеток; 3) при проведении лечения (стимуляции) слабости родовой деятельности внутривенным капельным введением окситоцина на буферном растворе наблюдаются наибольшая ориентация сократительных нитей относительно друг друга и наиболее значительное увеличение напряжения, развиваемого пучками глицеринизированных клеток мышцы матки.

Научно-исследовательский институт  
 акушерства и гинекологии

МЗ ГССР

(Поступило 27.6.1974)

მეცნიერებათა აკადემია

ზ. ბიბილეიშვილი, ა. ვაზინა, ი. იაშვილი

ქალის საშვილოსნოს კუნთის შემკუმშველი აპარატის  
 სტრუქტურულ-ფუნქციონალური ცვლილებები სხვადასხვა  
 ხასიათის სამშობიარო მოქმედების დროს

რეზიუმე

შესწავლილია აბფ-ის შემკუმშვების შედეგად გამოწვეული გლიცერინიზებული საშვილოსნოს გლუვკუნთოვანი უჯრედების დაძაბულობა და შემკუმშველი აპარატის რენტგენოკონტრასტურა.

EXPERIMENTAL MEDICINE

Z. V. BIBILEISHVILI, A. A. VAZINA, Yu. D. IASHVILI

## THE STRUCTURAL-FUNCTIONAL CHANGES IN THE HUMAN UTERUS MUSCLE CONTRACTILE APPARATUS IN VARIOUS TYPES OF LABOUR

Summary

The tension developed by bundles of glycerinated smooth muscle cells and the X-ray structure of uterus muscle contractile apparatus have been studied. It is reasonable to treat uterine inertia by means of intravenous drop injection of oxytocin with buffer solution. In this case the most pronounced effect in uterus muscle contractile apparatus is contractile filament orientation both relative to each other and along the main muscle axis, and the tension developed by bundles of glycerinated muscle cells considerably increases.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. A. G. Szent-Györgyi. Free energy relations and contractions of actomyosin. Biol. Bull., 96, 2, 140—161, 1949.
2. G. L. Glover. Metabolic acidosis in extracorporeal circulation. Ann. Surg., 155, 3, 1962.

И. И. ШАТИЛОВА

## ПАЛИНОЛОГИЧЕСКОЕ ПОДРАЗДЕЛЕНИЕ ЧЕТВЕРТИЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ МЫСА ПИЦУНДА

(Представлено академиком Л. Ш. Давиташвили 22.4.1974)

Уже несколько лет гидрогеологической партией 7-го района ведутся геолого-инженерные работы на мысе Пицунда. Многочисленные разрезы буровых скважин вскрыли осадки четвертичного возраста, большей частью не поддающиеся расчленению из-за отсутствия фауны. Остатки моллюсков или приурочены к слоям, залегающим на высоких уровнях, или представлены формами, имеющими широкое стратиграфическое распространение. Лучшим показателем возраста в данном случае оказались пыльца и споры. Руководствуясь результатами палинологического исследования четвертичных отложений Колхидской низменности [1], в основу расчленения которых положены данные о фауне, мы разделили весь комплекс изученных нами осадков на четыре геохронологические единицы, выделив слои верхнего плиоцена, нижнего, среднего плейстоцена и верхнего плейстоцена — голоцена.

Верхнеплиоценовые отложения залегают на глубине 130—90 м, хотя в некоторых буровых скважинах они были встречены на более высоких уровнях (40—90 м).

Вверх по разрезу верхний плиоцен переходит в слои чауды, залегающие на мысе Пицунда приблизительно на глубине 90—70 м. Отложения чаудинского возраста выделяются во многих разрезах, и во всех случаях они характеризуются очень типичным спорово-пыльцевым комплексом.

В некоторых скважинах чауду покрывают слои с комплексом, характерным для среднеплейстоценовых отложений Колхидской низменности. В остальных разрезах эти отложения или отсутствуют, или представлены породами, лишенными органических остатков.

Слои, залегающие выше 50 м, мы отнесли к верхнему плейстоцену и голоцену, так как провести границу между этими двумя отрезками времени по палинологическим данным морских осадков почти невозможно. Тем не менее, в некоторых разрезах, приблизительно на глубине 54—56 м, выделяются отложения с комплексом, близким по составу к комплексу карангатских слоев Колхидской низменности [2].

Сопоставив отдельные разрезы, мы составили сводную спорово-пыльцевую диаграмму, на которую нанесли средние глубины залегания слоев, датированных по палинологическим данным (рис. 1).

Сравнив палинологические данные отложений мыса Пицунда и Колхидской низменности, можно отметить, что в общем они отражают близкую по составу богатую лесную растительность, произраставшую в изолированной области со своеобразными физико-географическими и климатическими условиями.

Поздний плиоцен был временем господства на территории Западной Грузии теплоумеренной флоры. Ее ядро составляли хвойные и листопадные широколиственные растения, ныне представители лесов Кав-

каза, Восточной Азии и Северной Америки. Эти растения образуют различные полидоминантные группировки, заселяющие различные ступени гор.

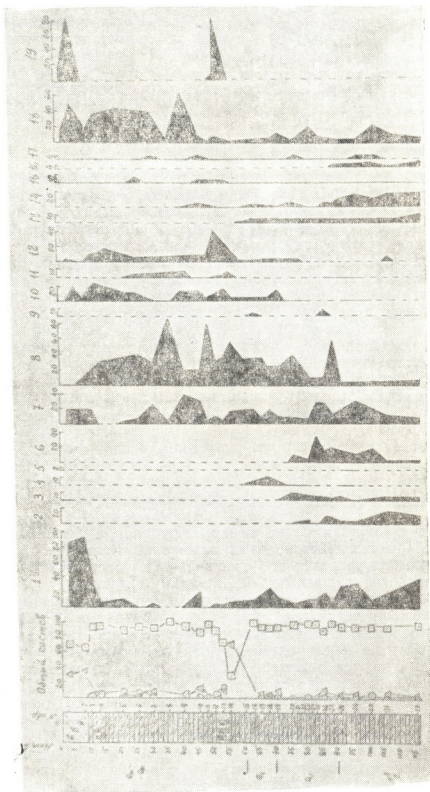


Рис. 1. Сводная спорово-пыльцевая диаграмма четвертичных отложений мыса Пингудай:

1—Pinus, 2—Cedrus, 3—Picea, 4—Taxodiaceae, 5—Podocarpus, 6—Tauga, 7—Abies, 8—Fagus, 9—Juglans, 10—Carpinus, 11—Corylus, 12—Quercus, 13—Zelkova, 14—Carya, 15—Ulmus, 16—Liquidambar, 17—Pterocarya, 18—Alnus, 19—Thelypteris palustris

Говоря о распределении лесных формаций по вертикальным зонам, мы прежде всего должны исходить из характера рельефа. Конец среднего и начало верхнего плейстоцена многие исследователи [3—5]



рассматривают как период разрушения горных сооружений Кавказа, сформировавшихся в миоценовое и раннеплиоценовое время. Подобное явление, если оно действительно имело место, могло привести, с одной стороны, к сокращению зоны с высокогорным климатом и смещению растительных поясов, с другой — к ослаблению защитной роли Кавказа, как климатического барьера. Эти изменения должны были нарушить ранее сложившиеся биотические отношения между растениями и усилить борьбу между ними. Тектонический и климатический факторы, возможно, были косвенной причиной широкого распространения к концу среднего плиоцена листопадных группировок, вытеснивших формации субтропических растений понта и киммерия.

В позднем плиоцене на территории Западной Грузии широкое распространение приобрели смешанные тепломеренные леса разнообразного систематического состава. Характерных для плейстоцена монодоминантных группировок из тсуги, пихты и бука тогда еще не было.

Леса из тсуги и бука в настоящее время встречаются в Северной Америке. Согласно данным Уиттекера [6], во влажных местах с увеличением высоты роль этих пород возрастает от 10% на высоте 500—900 м до 70—80% на высоте 1000—1500 м. На Кавказе оптимальными для развития монодоминантных буковых и пихтовых лесов являются условия горной зоны в пределах 750—1000 м и 1000—1500 м [7].

Если исходить из этих данных, то можно допустить, что в позднем плиоцене, особенно в кузлынке, не было благоприятных условий для образования монодоминантных горных лесов. Тсуги, бук и пихты росли в составе смешанных древостоев, не образуя чистых насаждений.

С начала гурийского века намечается некоторое увеличение роли мезофильных растений — ореха, бука, тсуги и пихты. Являясь более конкурентоспособными в условиях средней и верхней зоны гор, они становятся главными строителями лесов. Постепенно формируются монодоминантные древостой. Площадь распространения смешанных лесов, вероятно, несколько сокращается, и они сохраняются в нижнем горном поясе. Это влечет за собой сокращение ареалов некоторых растений. Часть из них вымирает к концу плиоцена, а часть сохраняется, заняв подчиненное положение в составе ценозов четвертичного времени.

Эти изменения до некоторой степени можно связать, вероятно, с восходящими движениями, имевшими место в конце плиоцена и в начале плейстоцена и превратившими Большой и Малый Кавказ в мощные горные сооружения. Такие движения могли послужить толчком к широкой экспансии растений, занявших новые экологические ниши.

На протяжении чауды прослеживается борьба между растениями, произраставшими в одной экологической зоне. Наиболее четко можно видеть это на примере ореха и бука, тсуги и пихты. Оказавшиеся в условиях Западной Грузии более мощными эдификаторами, пихта и бук к концу чауды полностью вытесняют конкурирующие с ними породы.

В течение среднего и верхнего плейстоцена растительность Западной Грузии не претерпевает значительных изменений. Происходят лишь постепенное обеднение ее флористического состава и смена доминантов.

Проследив изменение лесной растительности Западной Грузии, мы выделили несколько этапов ее развития: от полидоминантных лесов ранних отрезков плиоцена к олигодоминантным и монодоминантным лесам, сформировавшимся к началу плейстоцена. Одновременно происходило вымирание элементов флоры. Вымирали главным образом тепломеренные растения, уступая место умеренным мезофильным по-

родам. Эти два явления протекали постепенно, принимая более отчетливый характер на рубежах крупных геохронологических отрезков плиоцена и плейстоцена: на границе среднего и позднего плиоцена, плиоцена и плейстоцена, а также между ранним и средним плейстоценом.

Выделенные этапы развития флоры и растительности Западной Грузии были положены в основу расчленения четвертичных отложений мыса Пицунда.

Академия наук Грузинской ССР

Институт палеобиологии

(Поступило 16.5.1974)

პალეობიოლოგია

ი. შატილოვა

ბიჭვინთის კონცხის მეოთხეული ნალექების დანაწილება  
 პალინოლოგიური ანალიზის მონაცემების მიხედვით

რეზიუმე

ბიჭვინთის კონცხის მეოთხეული ნალექები პალინოლოგიური შესწავლის შედეგად დანაწილებულია შემდეგ ოთხ გეოქრონოლოგიურ ერთეულად: ზედა პლიოცენი, ქვედა, შუა პლეისტოცენი და ზედა პლეისტოცენი-პოლოცენი.

PALAEOBIOLOGY

I. I. SHATILOVA

## PALYNOLOGICAL SUBDIVISION OF THE QUATERNARY DEPOSITS OF PITSUNDA

Summary

The article contains data obtained during a palynological investigation of the Quaternary deposits of Pitsunda. On the basis of the changes in the palynological complexes the author subdivides the entire thickness of the investigated layers into four geochronological units: the Upper Pliocene, the Lower- and Middle Pleistocene and the Pleistocene-Holocene.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. И. Шатилова. ДАН СССР, т. 176, № 2, 1967.
2. И. И. Шатилова, Ц. И. Бадзошвили. Сообщения АН ГССР, т. XLIII, № 2, 1966.
3. И. В. Кириллова, Е. И. Люстик, В. А. Растворова, А. А. Сорский, Е. В. Хаин. Анализ геотектонического развития и сейсмичности Кавказа. М., 1960.
4. Е. Е. Милановский. Новейшая тектоника Кавказа. М., 1968.
5. А. Л. Цагарели, Н. Е. Астахов. Геологическая история и развитие рельефа. Геоморфология Грузии. Тбилиси, 1971.
6. R. Whittaker. Vegetation of the Great Smoky Mountain. Ecol. Monographs, vol. 1, 1956.
7. А. Г. Долуханов. Темнохвойные леса Грузии. Тбилиси, 1964.



В. В. КУЗНЕЦОВ, В. М. ЧХИКВАДЗЕ

## ЭОЦЕНОВЫЕ ПРЕСНОВОДНЫЕ ЧЕРЕПАХИ ИЗ МЕСТОНАХОЖДЕНИЯ ЧИНЖАЛЫ (ЮЖНЫЙ КАЗАХСТАН)

(Представлено академиком Л. К. Габуния 18.4.1974)

В 1958 г. геологом Южно-Казахстанского геологического управления Л. К. Диденко-Кислициной в 7 км к северу от г. Андреевки (северные отроги хребта Джунгарский Алатау, правый берег р. Чинжалы) в пестроцветных глинах были собраны остатки ископаемых позвоночных. Одно время эти слои датировались второй половиной миоцена [1]. Позже, после изучения дополнительных материалов по ископаемым позвоночным М. Д. Бирюковым, В. В. Кузнецовым и Г. Ж. Хисаровой костеносные глины были датированы средним верхним эоценом [2, 3].

Черепahi из месторождения Чинжалы\* (коллекция ЗИН АН КазССР и Института палеобиологии АН ГССР) относятся к следующим формам: *Plastomenus* sp. (семейство *Plastomenidae*), *Grayemys amoenus* Chhikvadze, 1970 (семейство *Bataguridae*) (рис. 1 В, 1 Г) и *Echmatemys chingaliensis* sp. nov. (семейство *Geoemydidae*).

Использованная в работе терминология элементов панциря значительно отличается от общепринятой [4].

### Семейство *Plastomenidae*

#### *Plastomenus* sp.

#### Рис. 1 А, Б

Материал. Нухальные пластинки: ЗИН КазССР № 3951 и 3948, фрагмент гио- или гипопластрона и разрозненные обломки костальных пластинок.

Описание. Предполагаемая длина панциря 20 см. Ширина нухальных пластинок в 3 раза больше их медиальной длины. Скульптура их внешней поверхности мелкая. Задний край ровный, но в латеральных частях слегка загнут вперед. Постнухальные фонтанели отсутствуют. Передний свободный край дугобразно выгнут; передне-латеральные свободные края лишены скульптуры. Задне-латеральные области нухальной пластинки подстилают первые костальные пластинки.

Фрагмент пластрона, вероятно, представляет собой латеральную часть гио- или гипопластрона, не исключено, что этот образец является медиальной частью гипопластрона.

Сравнение. Отсутствие постнухальных фонтанелей, длинное и не очень широкое тело нухальной пластинки, а также то, что латеральные края нухальной пластинки подстилают первые костальные пластинки, указывают на относительно низкий уровень эволюции чин-

\* Чинжалы-Шинжалы-Чинжилы у разных авторов.



жалинского пластоменуса. Не исключено, что он является особым новым видом рода *Plastomenus*. От эоценового *Plastomenus mynarskii* [4] (Зайсанская котловина, Восточный Казахстан, обайлинская свита) он отличается более тонким панцирем, от верхнеэоценового *P. minusculus* [4] (Зайсанская котловина) — более крупными размерами панциря.

Семейство *Geoemydidae*

*Echmatemys chingaliensis* Kusnetzov et Čkhikvadze, sp. nov.

Рис. 1 Д, Е, Ж

Голотип. Коллекция ЗИН АН КазССР № 3945, левый эпипластрон, месторождение Чинжалы, средний эоцен (рис. 1Д, Е).



Рис. 1. Фрагменты панцирей среднеэоценовых черепах из местонахождения Чинжалы (нат. вел.): А, Б—левая половина нухальной пластинки *Plastomenus* sp.; В, Г—правый эпипластрон *Grayemys atoenus*; Д, Е—голотип *Echmatemys chingaliensis* sp. nov., Ж—энтопластрон *Echmatemys chingaliensis* sp. nov.

Материал. Фрагмент левого гипопластрона ЗИН АН КазССР № 3939, энтопластрон № 3950, левый эпипластрон молодого экземпляра № 3952 и серия фрагментов других пластинок панцирей.

Описание. Предполагаемая длина панциря 25—28 см. Пластрон со слабыми отпечатками «годовых колец». Эпипластроны массивные, особенно в задней части гулярного валика. Интергулярный выступ и гулярный валик хорошо выражены. На внутренней поверхности эпипластронов слабо заметны борозды гулярных щитков. Длина свободного края эпипластронов (по прямой) у взрослого экземпляра в 4 раза превышает его максимальную толщину (голотип: длина 44 мм, толщина 11 мм; эпипластрон № 3952: длина 28 мм, толщина 6 мм). Кожно-роговая борозда значительно отдалена от свободного края эпипластронов. Интергулярные щитки едва заходят на передний край энтопластрона. На внутренней поверхности эпипластронов, между гулярными валиками имеется углубление, которое представляет собой своеобразный «шейный желоб».

Гумеро-пекторальная борозда в медиальной части энтопластрона касается его заднего края, а латеральнее эта борозда прослеживается вдоль задне-боковых краев энтопластрона, далее она иногда даже заходит на задний край эпипластронов (рис. 1, Е). Пересекающая гипопластрон абдомено-феморальная борозда в медиальной части ближе к гипо-ксифипластральному шву, чем в его латеральной части.

Сравнение. Отличается от верхнеэоценовых видов Зайсанской котловины *Echmatemys orlovi* и *E. zaisanensis* [4] расположением гумеро-пекторальной борозды и наличием интергулярного выступа эпипластронов.

Замечания. Положение гумеро-пекторальной борозды относительно энтопластрона у североамериканских видов рода *Echmatemys* значительно варьирует [5]. Аналогичную картину мы наблюдаем у различных экземпляров *E. orlovi* и *E. chingaliensis*.

Род *Echmatemys*, как нам представляется, является предком рода *Geiselemys*. В этом нас убеждает большое сходство панцирей *Geiselemys ptychogasteroides* (Гейсельталь, Германия, верхний эоцен) и казахстанских видов рода *Echmatemys*. А *Geiselemys ptychogasteroides*, по-видимому, следует рассматривать как предковую форму для родов *Ptychogaster* и *Temnoclemmys*.

По уровню развития азиатские виды эхматэмисов соответствуют североамериканским видам того же рода из формации Вазач и Бриджер. Однако если учесть тот факт, что нам пока не известно точное стратиграфическое положение обайлинской и чинжалинской фаун (они отвечают, быть может, раннему эоцену), то вопрос о месте происхождения рода *Echmatemys* придется оставить открытым.

Некоторые авторы склонны датировать обайлинскую фауну нижним-средним или даже нижним эоценом [6—10], а Н. В. Толстикова [11] считает обайлинскую свиту даже палеоэоценовой. Присутствие *Gragemys atcenus* в составе обайлинской и чинжалинской фаун может служить, как нам кажется, достаточным основанием для их стратиграфического сопоставления. Однако малые размеры чинжалинского пластоменуса и наличие в Чинжалах остатков черепахи рода *Echmatemys*, не известной в обайлинском комплексе, указывают, вероятно, на относительно более высокий стратиграфический уровень первого из этих местонахождений. На это указывает, быть может и то, что в Зай-

санской котловине из слоев, расположенных стратиграфически выше обайлинских, происходят фрагменты панцирей пластоменусов, которые по величине соответствуют чинжалинскому виду.

Академия наук Грузинской ССР  
 Институт палеобиологии

Академия наук Казахской ССР  
 Институт зоологии

(Поступило 18.4.1974)

პალეობიოლოგია

მ. კუზნეცოვი, მ. ჩხიკვაძე

ეოცენური წყლის კუბი ჩინშალის ადგილსაკრებელიდან  
 (სამხრეთი ყაზახეთი)

რეზიუმე

მოცემულია ეოცენურ კუბა (*Plastomenus* sp., *Grayemys amoenus* და *Echmatemys chingaliensis* sp. nov.) აღწერა. ჩინშალის ადგილსაკრებელიდან შესწავლილი ეს ქვეწარმავლები ამჟღავნებენ დიდ მსგავსებას ზაისანის ქვაბულის შუა ეოცენური ნალექებიდან ცნობილ სახეებთან.

PALAEOBIOLOGY

V. V. KUZNETZOV, V. M. CHKHIVADZE

## THE EOCENE FRESH-WATER TURTLES FROM THE CHINZHALY BEDS (SOUTHERN KAZAKHSTAN)

Summary

The following fossil turtles are described: *Plastomenus* sp., *Grayemys amoenus* Chkhikvadze, 1970 and *Echmatemys chingaliensis* sp. nov. The stratigraphic levels of the Chinzhalian and Obailian faunas (the Zaisan basin, eastern Kazakhstan) are similar.

### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Л. К. Диденко-Кислицина. Путеводитель по геологическим маршрутам Южного Казахстана. Алма-Ата, 1961.
2. Л. К. Диденко-Кислицина. Материалы по геологии и полезным ископаемым Южного Казахстана, вып. 3 (28). Алма-Ата, 1965, 62—91.
3. Л. К. Диденко-Кислицина, М. Д. Бирюков, Р. Б. Байбулатов. Материалы по геологии и полезным ископаемым Южного Казахстана, вып. 4, (29). Алма-Ата, 1971, 140—149.
4. В. М. Чхиквадзе. Третичные черепахи Зайсанской котловины. Тбилиси, 1973, 1—100.
5. О. Р. Нау. Fossil Turtles of North America, 1903.
6. Б. А. Борисов. Труды ВСЕГЕИ, т. 94, 1963, 11—75.
7. Л. К. Габуния. Сообщения АН ГССР, т. 58, № 3, 1970, 737—739.
8. Л. К. Габуния. Сообщения АН ГССР, т. 61, № 1, 1971, 223—235.
9. В. М. Чхиквадзе. Сообщения АН ГССР, т. 60, № 3, 1970, 749—752.
10. Н. С. Шевырева. Сообщения АН ГССР, т. 60, № 3, 1971, 745—747.
11. Н. В. Толстякова. ДАН СССР, т. 197, № 3, 1971, 667—670.

К. И. ЧОЧИЕВА

## РОД *METASEQUOIA* MIKI В ПАЛЕОФЛОРЕ ЗАПАДНОЙ ГРУЗИИ

(Представлено академиком Л. Ш. Давиташвили 10.4.1974)

Изучение ископаемых флор Западной Грузии, в особенности флор позднего плиоцена и плейстоцена, все более убеждает, что Колхида не только в настоящее время, но и в прошлые геологические эпохи являла собой «страну реликтов».

В Грузии в окрестностях с. Хварбети в слоях, венчающих отложения гурия, были обнаружены многочисленные и разнообразнейшие остатки хвойных, преобладающее большинство которых оказалось принадлежащим таксодиевым и кипарисовым — таксонам, редким и в более древних палеофлорах Кавказа, ныне же, исключая род *Juni-perus*, встречающихся здесь только в культуре. Особенно интересной представляется находка шишки, шишечных чешуй и семян метасеквойи — рода, отличающегося ныне крайней как филогенетической, так и географической и экологической обособленностью. Естественный ареал единственного рецентного вида рода — *Metasequoia glyptostroboides* Hu et Cheng расположен в Центральном Китае на площади в 800 кв. км.

Шишка, представленная в нашей коллекции, отвечает всем диагностическим признакам рода *Metasequoia* [1, 2] и обладает характерным для *M. glyptostroboides* строением шишечных чешуй. Однако, учитывая степень сохранности ископаемого материала, а также резкую разобщенность во времени и пространстве территорий обитания рецентной и ископаемой форм, мы воздерживаемся как от их полного отождествления, так и от выделения нового вида.

Шишка длиной 13 мм (6,5 мм — ось шишки, 7 мм — черешок) и шириной в нижней трети 13 мм. Ось шишки толстая, веретеновидная, слегка сплюснутая, с супротивно расположенными чешуями или следами их прикрепления. Черешки чешуй тонкие, короткие, близ оси же расширяющиеся в плоские, веерообразные чешуи, заканчивающиеся узкими, поперечно вытянутыми, линзовидными щитками. Щитки чешуй слегка утолщены по краю, по краю же полого извилисты. Из глубины срединного прогиба щитков выступает тонкий четкий гребень — линия срастания кроющей и семенной чешуй. Каждая из чешуй как бы погружена в пространство, образуемое смыкающимися в горизонтальной плоскости боковыми крыльями двух нижележащих чешуй. Черешок шишки тонкий, голый, изящно изогнутый.

Семена длиной 1,7—2 мм, шириной 1,5—2 мм, сердцевидные. Место прикрепления семян овальное или округлое, микропилярный конец с сосцевидным бугорком. Зародыш прямой или слегка изогнутый, толстоватый. Крылья широкие, тонкие, с характерно приподнятыми



над рубчиком краями. Клетки эпидермы семян мелкие, продольно ориентированные. Цвет семян бурый.

В сущности эти остатки — первое реальное свидетельство наличия рода *Metasequoia* в ископаемой флоре Кавказа. Не менее интересны они и своей приуроченностью к столь молодым отложениям, ибо до последнего времени выше мюцена метасеквойя отмечалась только в Японии [1] и на Колыме [3].

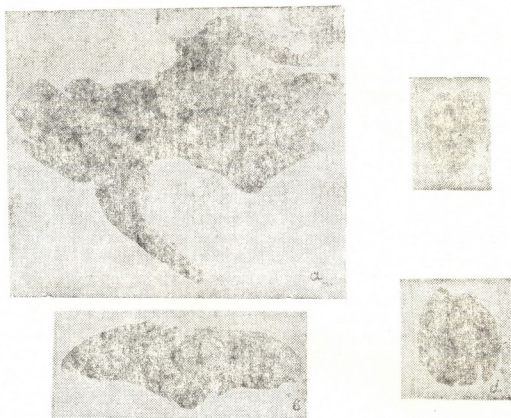


Рис. 1. *Metasequoia* cf. *glyptostrobooides* Hu et Cheng  
 а) шишка, в) шишечная чешуя, с—д) семена.

Самые ранние следы этого рода прослеживаются с турон-коньякских отложений Камчатки, затем — сенона бухты Угольной, Аркагалинского угленосного района и т. д. В датское время метасеквойя предполагается одной из основных лесообразующих пород всего Северного полушария. Не менее широко, чем в меловую эпоху, прослеживается она и в раннетретичное время — палеоцен о-ва Мулл, палеоцен-эоцен о-ва Шлицберген, эоцен Маньчжурии и Южного Сахалина, палеоген р. Зеи, олигоцен США, Сибири, Северного Приаралья, Казахстана. В мюцене ареал рода все еще обширен, но уже явно дизъюнктивный — Северная Америка, Япония, Сибирь, Европа. В плиоцене и плейстоцене дизъюнктивность его носит уже резко выраженный характер — Япония, Колыма, Колхида. В настоящее время, как известно, в естественных условиях метасеквойя встречается лишь в Центральном Китае на границе провинций Сычуань и Хубей. В провинции Сычуань, однако, она отмечается [4] обычно в гуще рисовых полей; при этом поблизости не было замечено какого-либо другого древесного растения. Иная картина наблюдается в долине Шуй-хса-па (Shui-hsa-pa). По Р. Чэни [4], метасеквойя встречается здесь не только на затопляемых

низинах, но и по глубоким сырм и тенистым ущельям рек, совместно с *Cunninghamia lanceolata*, *Cephalotaxus fortunei*, *Pinus massoniana*, *Taxus chinensis*, *Castanea henryi* и другими видами каштана, *Quercus glandulosa*, *Liquidambar formosana*, *Prunus*, *Cercidiphyllum japonicum* var. *chinensis*. На более высоких склонах — с *Betula luminifera* и *Fagus longipetiolata*. В подъярусе этих рощ наиболее типичен вечнозеленый кустарник из Lauraceae, Theaceae, Euphorbiaceae и Palmae. Согласно Р. Чэни, это, однако, не лес, так как метасеквойя встречается в изолированных ложбинах, спутники же ее носят следы вторичного развития. Анализируя состав этих ассоциаций, Р. Чэни заключает, что они более сходны с эоценовыми флорами Гренландии, Шпицбергена и Аляски, олигоценовыми флорами Орегона и Манджурии, нежели с какой-либо другой, известной ему, живой группой растений.

К сожалению, нет данных о климатических условиях непосредственно области обитания метасеквойи. Ближайшая метеостанция находится в г. Чунцине, расположенном в 225 км юго-западнее долины Шуи-хса-па. Годовое количество осадков в г. Чунцине [4, 5] равно 1007,6 мм. Весной выпадает 25,8% осадков, летом — 40,4%, осенью — 28,3%, зимой — 5,5%. Среднегодовая температура 18,7%, среднемесячные: января 8,0°, августа 28,9°. Лето жаркое, зима мягкая, длится 60 дней. Абсолютный минимум температуры воздуха равен 0°. Относительная влажность воздуха в среднем 82%, месячные отклонения очень незначительны. Долина Шуи-хса-па расположена на 500—1100 м выше г. Чунци (230 м н. у. м.), поэтому предполагается, что зима здесь значительно длиннее, количество осадков больше, температура воздуха ниже, пасмурных, туманных и дождливых дней больше. Несмотря на расположение в глубине континента, ареал метасеквойи защищен от крайних колебаний температуры окружающими горами (1400—1500 м н. у. м.). Этим, видимо, обусловлен и небольшой контраст между летом и зимой.

Сравнивая климат природной зоны развития метасеквойи с климатом Колхиды, в частности же с климатом зоны смешанных субтропических лесов [6], нетрудно заметить определенное сходство их по отдельным показателям: годовое количество осадков, высокая относительная влажность воздуха, высокая среднегодовая температура и т. д. Наиболее существенные отличия между ними наблюдаются в сезонном распределении осадков и в величине абсолютно минимальных температур. В отличие от области развития метасеквойи, в Западном Закавказье максимальное выпадение осадков происходит в зимние месяцы, минимум же осадков приходится на апрель, май, а для некоторых пунктов и на июнь. Абсолютно минимальные температуры даже самых теплых районов (Гагра, Зеленый Мыс) достигают 8—10°. Вследствие этих понижений температуры, повторяющихся через несколько лет, иногда с большими интервалами, страдают некоторые наиболее теплолюбивые субтропические растения [6].

Не исключено, что становление этих климатических условий, в особенности же характер сезонного выпадения осадков, в значительной степени обусловили вымирание в Колхиде как метасеквойи, так и ряда других реликтов позднеплиоценовой-плейстоценовой флоры.



низинах, но и по глубоким сырým и тенистым ущельям рек, совместно с *Cunninghamia lanceolata*, *Cephalotaxus fortunei*, *Pinus massoniana*, *Taxus chinensis*, *Castanea henryi* и другими видами каштана, *Quercus glandulosa*, *Liquidambar formosana*, *Prunus*, *Cercidiphyllum japonicum* var. *chinensis*. На более высоких склонах—с *Betula luminifera* и *Fagus longipetiolata*. В подъярусе этих роц наиболее типичен вечнозеленый кустарник из Lauraceae, Theaceae, Euphorbiaceae и Palmae. Согласно Р. Чэни, это, однако, не лес, так как метасеквойя встречается в изолированных лощинах, спутники же ее носят следы вторичного развития. Анализируя состав этих ассоциаций, Р. Чэни заключает, что они более сходны с эоценовыми флорами Гренландии, Шпицбергена и Аляски, олигоценовыми флорами Орегона и Манджурии, нежели с какой-либо другой, известной ему, живой группой растений.

К сожалению, нет данных о климатических условиях непосредственно области обитания метасеквойи. Ближайшая метеостанция находится в г. Чунцине, расположенном в 225 км юго-западнее долины Шуи-хса-па. Годовое количество осадков в г. Чунцине [4, 5] равно 1007,6 мм. Весной выпадает 25,8% осадков, летом — 40,4%, осенью— 28,3%, зимой — 5,5%. Среднегодовая температура 18,7%, среднемесячные: января 8,0°, августа 28,9°. Лето жаркое, зима мягкая, длится 60 дней. Абсолютный минимум температуры воздуха равен 0°. Относительная влажность воздуха в среднем 82%, месячные отклонения очень незначительны. Долина Шуи-хса-па расположена на 500—1100 м выше г. Чунцин (230 м н. у. м.), поэтому предполагается, что зима здесь значительно длиннее, количество осадков больше, температура воздуха ниже, пасмурных, туманных и дождливых дней больше. Несмотря на расположение в глубине континента, ареал метасеквойи защищен от крайних колебаний температуры окружающими горами (1400—1500 м н. у. м.). Этим, видимо, обусловлен и небольшой контраст между летом и зимой.

Сравнивая климат природной зоны развития метасеквойи с климатом Колхиды, в частности же с климатом зоны смешанных субтропических лесов [6], нетрудно заметить определенное сходство их по отдельным показателям: годовое количество осадков, высокая относительная влажность воздуха, высокая среднегодовая температура и т. д. Наиболее существенные отличия между ними наблюдаются в сезонном распределении осадков и в величине абсолютно минимальных температур. В отличие от области развития метасеквойи, в Западном Закавказье максимальное выпадение осадков происходит в зимние месяцы, минимум же осадков приходится на апрель, май, а для некоторых пунктов и на июнь. Абсолютно минимальные температуры даже самых теплых районов (Гагра, Зеленый Мыс) достигают 8—10°. Вследствие этих понижений температуры, повторяющихся через несколько лет, иногда с большими интервалами, страдают некоторые наиболее теплолюбивые субтропические растения [6].

Не исключено, что становление этих климатических условий, в особенности же характер сезонного выпадения осадков, в значительной степени обусловили вымирание в Колхиде как метасеквойи, так и ряда других реликтов позднеплиоценовой-плейстоценовой флоры.

ბ. ჩოჩიევა

 გვარი *METASEQUOIA* MIKI დასავლეთ საქართველოს  
 პალეოფლორაში

რეზიუმე

სოფელ ხვარბეთის მიდამოებში გამოშვებულ გვიანპლიოცენური-პლეისტოცენური ასაკის ნალექებში აღმოჩენილ იქნა მეტასეკვიოის რამდენიმე თესლი და გირჩა. ამ მცენარის განამარხებული ნაშთები პირველადაა მოპოვებული კავკასიის ტერიტორიაზე. აღსანიშნავია, რომ ამჟამად დასავლეთი საქართველო წარმოადგენს მესამე ადგილსამყოფელს მსოფლიოში, სადაც მეტასეკვიოის ნაშთები აღმოჩენილია მხოცენზე უფრო ახალგაზრდა ნალექებში.

PALAEOBIOLOGY

K. I. CHOCHIEVA

 THE GENUS *METASEQUOIA* MIKI IN THE PALEOFLORA OF  
 WESTERN GEORGIA

Summary

The article deals with a find of strobiles, strobile scales and seeds of *Metasequoia* in the Late Pliocene-Postpliocene deposits exposed in the environs of the village of Khvarbeti.

This is the first find of remains of *Metasequoia* on the territory of the Caucasus and one of the rare finds of this genus in the Post-Miocene deposits in general.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. S. Miki. Jap. J. Botany, vol. XI, 1941, 237—303.
2. R. W. Chaney. Phil. Soc., n. s., vol. 40, part 3, 1951, 171—239.
3. А. Л. Васьковский. Ж. «Колыма» (Магадан), № 8, 1963, 46—47.
4. R. W. Chaney. Proc. Nat. Acad. Sci. USA, vol. 34, No. 11, 1948.
5. М. Г. Горбунов и И. А. Шилкина. Бот. ж., т. 57, № 3, 1972, 322—330.
6. В. З. Гулисашвили. Природные зоны Кавказа. М., 1964.

ბ. ოღილაძე

## ქართული ბრავშირების სინშირის ასახვა და ინტელექტუალური შესაძლებლობა

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა რ. ნათაძემ 14.6.1974)

ადრე ჩვენ გამოვიკვლიეთ ქართულ სალიტერატურო ენაში ხმარებული ასოების განმეორებათა სინშირე მოზრდილებთან [1] და მისი გენეზისი I—X კლასის მოსწავლეებთან [2]. გამოირკვა, რომ უკვე პირველი კლასის მოსწავლეებმა „იცინა“ ასოთა განმეორების სინშირეები წერა-კითხვის პრაქტიკის უქონლობის მიუხედავად. გამოირკვა აგრეთვე ისიც, რომ ირელევანტური ინფორმაციის ასახვის უნარით მოსწავლეები განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან. ისმის კითხვა, რომ არ არის ეს უნარი დამოკიდებული ბავშვების ინტელექტუალურ შესაძლებლობაზე? ამ მიზნით ჩვენ ეთხოვეთ კლასის ხელმძღვანელებს (I—III—X), რომ მათი მოსწავლეები, რომლებზედაც ჩვენ ცდები გვქონდა ჩატარებული, შეეფასებინათ გონებრივი შესაძლებლობის მიხედვით. ცალკეულ ფურცელზე დაწერილი იყო მოსწავლის სახელი და გვარი, კლასის ხელმძღვანელს ევალებოდა განეღებინა ისინი გონებრივი შესაძლებლობის კლებადობის მიხედვით — რანჟირების მეთოდით. ჩვენი ექსპერიმენტების შედეგების შედარებამ მასწავლებლის შეფასებასთან დაბალი კორელაცია მოგვცა. მაშასადამე, კლასის ხელმძღვანელის მიერ შეფასებულ მაღალი ინტელექტის მქონე მოსწავლეებს არ აღმოაჩნდათ ირელევანტური ინფორმაციის ასახვის მაღალი უნარი. საჭირო გახდა საგანგებო ექსპერიმენტის ჩატარება, რომ დაგვედგინა არის თუ არა ირელევანტური ინფორმაციის ასახვის უნარი რაიმე კავშირში მოსწავლეების ინტელექტუალურ შესაძლებლობასთან.

ამ მიზნით ჩავატარეთ ცდები დამხმარე სკოლის მოსწავლეებზე I—III კლასებში. ცდები ტარდებოდა წყვილური შედარების მეთოდით. ინსტრუქცია ეძლეოდათ ზეპირად. მათთვის უფრო დაწვრილებით გვიხდებოდა იმის ასხნა-განმარტება, თუ რა ევალებოდათ მათ. მერხებზე გაბნეული იყო ქართული ენის 33 ასო, რომლებიც უნდა შეედარებინათ ერთმანეთისათვის, რათა განეღებინათ ისინი სინშირის კლების მიხედვით.

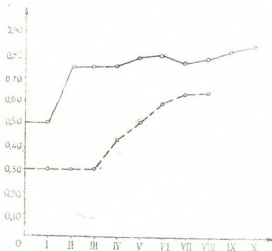
პირველ კლასში წავაწყდით ორ სიმძლეს:

1. მოსწავლეებმა არ იცოდნენ — ვერ ცნობდნენ — ანბანის ბოლო შვიდ ასოს. ამიტომ ჯერ შევადარებინეთ ის ასოები, რომლებსაც ანსხვავებდნენ ერთმანეთისაგან, ხოლო დანარჩენი ასოები შემთხვევითი წესით დავალაგებინეთ.

2. მოსწავლეები ასოების სინშირის შედარების დროს ირჩევდნენ ბოლო ასოს, მაგ., ორი ასოდან უფრო ხშირად ხმარებულ ასოდ ასახვებდნენ მეორე ასოს და ა. შ. ჩვენ შევეცადეთ ოთხი ასო მიგვეწოდებინა წრიულად განლაგებული, საიდანაც ირჩევდნენ უფრო ხშირ ასოებს, რითაც ეს სირთულე დაძლეულ იქნა.

გამოირკვა, რომ პირველი კლასის მოსწავლეებში კორელაცია ასოთა განმეორების ობიექტურ სინშირებს ( $F_0$ ) და სუბიექტურს ( $F_s$ ) შორის  $r_0=0,30$ . მეორე და მესამე კლასშიც  $r_0=0,30$ . როგორც ამ მონაცემებიდან ირკვევა, ამ კლასების მოსწავლეებში მეტყველების ფუნქტი [2] დაბალია, სამი წლის განმავლობაში ერთ დონეზეა, რაც მეტყველების განუვითარებლობით უნდა აიხს-

ნას. მხოლოდ IV კლასიდან შეიმჩნევა კორელაციის ზრდა:  $r_0=0,43$ ;  $P=0,05$ . მეხუთეში  $r_0=0,51$ . მეექვსეში  $r_0=0,59$ . მეშვიდე და მერვე კლასში კი კორელაცია ერთ დონეზე რჩება ( $r_0=0,63$ ).



გრაფიკი 1

ორდინატზე გადაზომილია  $F_0$  და  $F_s$  შორის კორელაციის საშუალო მონაცემები, ხოლო აბსცისაზე — კლასები ზრდის მიხედვით. დამხმარე სკოლის მოსწავლეების საშუალო ასაკი კლასების მიხედვით ასეთია: I—II კლასი — 10 წ., III—IV კლასი — 12 წ., V კლასი — 13 წ., VI კლასი — 14 წ., და VII—VIII კლასები — 16 წ.

უწყვეტი ხაზი გრაფიკზე ნორმალური სკოლის მოსწავლეების ირელევანტური ინფორმაციის ასახვის უნარის მაჩვენებელია, ხოლო წყვეტილი ხაზით გამოსახულია დამხმარე სკოლის მოსწავლეების ირელევანტური ინფორმაციის ასახვის უნარი. მათ შორის შეიმჩნევა შემდეგი სხვაობა:

1. ნორმალური სკოლის მოსწავლეებთან ეს უნარი მაღალია. კორელაცია  $F_0$  და  $F_s$  შორის  $r_0=0,84$ . დამხმარე სკოლის მოსწავლეებთან ეს კორელაცია შედარებით დაბალია  $r_0=0,63$ .

2. სხვაობა ინფორმაციის ასახვის დინამიკას შორის. ნორმალურებთან მეტყველების ეფექტი მეორე კლასამდე გრძელდება, ხოლო დამხმარე სკოლის მოსწავლეებთან ეს ეფექტი საერთოდ არ შეიმჩნევა. I—III კლასებში  $r_0=0,30$ , რაც სტატისტიკურად უმნიშვნელოა.

3. ნორმალური სკოლის მოსწავლეებთან სწავლების ეფექტი ნახტომისებურად იჩენს თავს II კლასში. დამხმარე სკოლის მოსწავლეებთან კი მხოლოდ IV კლასიდან შეიმჩნევა წერა-კითხვის პრაქტიკის შედეგი.

4. ნორმალური სკოლის მოსწავლეებთან სწავლების ეფექტი II—IV კლასებში ერთ დონეზეა  $r_0=0,75$ , ხოლო დამხმარე სკოლის მოსწავლეებთან IV კლასიდან შეიმჩნევა ნახტომი, რომელიც შემდეგ მომდევნო კლასებში თანდათანობით აღმავალი გზით მიდის.

ეს სხვაობები ირელევანტური ინფორმაციის ასახვის დინამიკაში გამოიწვეულია ამ ორი სკოლის კონტრაგენტის სხვადასხვაობით. შეიძლება ითქვას, რომ გონებრივად ჩამორჩენილ მოსწავლეებში ირელევანტური ინფორმაცია — გრაფემების განმეორების სისწრაფეები — შედარებით უფრო გვიან ასახება, მიუხედავად იმისა, რომ მათ აქვთ ამ ინფორმაციის ასახვის უნარი და კორელაცია VII—VIII კლასებში  $F_0$  და  $F_s$  შორის  $r_0=0,63$  ( $P<0,01$ ).

Г. Ф. ОДИЛАДЗЕ

 ОТРАЖЕНИЕ ЧАСТОТЫ ГРУЗИНСКИХ ГРАФЕМ И  
 ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ

Резюме

Исследована субъективная оценка ( $F_s$ ) частоты повторяемости букв грузинского литературного языка ( $F_0$ ) у учащихся вспомогательных школ с 1-го по 8-й класс включительно. Выяснено, что у учащихся 7—8-х классов корреляция между  $F_0$  и  $F_s$   $r_0=0,63$ , что, по сравнению с нормальными детьми, является низким показателем. Тем не менее можно прийти к выводу, что умственно отсталые дети имеют способность отражения irrelevantной информации.

PSYCHOLOGY

G. F. ODILADZE

 REFLECTION OF GRAPHEME FREQUENCIES AND  
 INTELLECTUAL ABILITY

Summary

The paper deals with the judged values of the frequencies of the letters of the Georgian literary language ( $F$ ) of auxiliary school pupils from the first to the eighth form inclusive. The pupils of 7th-8th forms proved to have the correlation between  $F_0$  and  $F_s$   $r_0=0.63$ , this result being rather low in comparison with the correlation of normal children. Nevertheless, mentally backward children may be said to have the ability to reflect irrelevant information.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. Ф. Одиладзе. Сообщения АН ГССР, 68, № 1, 1971.
2. გ. ოდილაძე. საქ. სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე 75, № 3, 1974.





ძ. ლომთათიძე

(საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი)

აფხაზური ა-ლტიჟოვა („ლავიწი“) სიტყვის ეტიმოლოგიისათვის  
 (აფხ. ტი-ს წარმომავლობის საკითხთან დაკავშირებით)

ღი თი ტი ხშულთა სამეული აფხაზურში მეორეული წარმომავლობისა ჩანს. კერძოდ, ღი თითქმის მხოლოდ ნასესხებ მასალაში დასტურდება და გადმოსცემს სხვა ენათა ფვ-ს (ღუ-ს) [1].

უფრო რთულია თი-სა და ტი-ს საკითხი (მათი გამოყენების არეც უფრო ფართო) ლაბიალური უკომპონენტის თ, ტ-სთან შერწყმით (ან, საერთოდ, ლაბიალიზაციით) მათი წარმოქმნა გამორიცხული არაა გარკვეულ შემთხვევებში, მაგრამ მათი ამოსავალი უფრო მრავალფეროვანი ჩანს. კერძოდ, შეინიშნება ნასესხებ მასალაში შეფარდება ლატერალებთანაც [1, 2]. ამდენადვე აღნიშნულ ფონემათა ისტორიის რკვევისას უცილობელი ხდება გამოწველივით ექნეს შესწავლილი ყოველი ცალკეული ფუძის (საკუთარისა თუ ნასესხების) წარმომავლობა, მათი ამოსავლის დადგენა.

ამ მხრივ ყურადღებას იქცევს ტი-ს შემცველი თითო-ორი ფუძე, რომლებიც ქართულიდან უნდა იყოს შესული აფხაზურში და რომელთაც ქართულში უკომპლექსი აღმოაჩნდა ტი-ს შესაბამისად.

ერთი ასეთი ფუძეა აფხ. ა-ტიან, ნიშნავს „ნახარსს“, „წვეს“ და იგივე უნდა იყოს, რაც ქართული წვენ-ი<sup>1</sup>. ძველ ქართულში წვენ-ი სწორედ დადასტურებულია „ნახარსის“, „წვინანის“ მნიშვნელობით [3].

ტაპანთურში ღი თი ტი ლაბიალიზებულ ხშულთა სამეული მოშლილა და გადასულა აფრიკატიზაციის გზით ჯი ზი ჰი //ძი ცი წი სამეულში [4]. ამის შედეგად აფხ. ა-ტიან ტაპანთურში წარმოდგენილია (ა)-წიან-//ჰიან-ის სახით და ნიშნავს „ნახარსს“, „ბულიონს“. საგულისხმოა, რომ ტაპანთური სახეობა (აღნიშნული ენაკბილისმიერი სამეულის აფრიკატიზაციის ნიადაგზე) დაუბრუნდა ამოსავალ აფრიკატიან სახეობას (მდრ. ქართ. წტენ-ი).

რომ ტაპანთური წიან-//ჰიან-იდან მომდინარეობს, ამას ნათეს ხდის ტაპანთურისავე ფსიქოკრასნივოსტოკის კილოკავის მონაცემები. ამ კილოკავში უმცროსი ასაკის მეტყველებში იგი წარმოდგენილია ჰიან-ის სახით. როგორც გარკვეულია, ასეთი შედეგი კი მხოლოდ მაშინ გვაქვს, როცა წი //ჰი ტი-საგან არის მომდინარე. თავდაპირველი, საერთო აფხაზურ-აბაზური წი (ტაპ. წი //ჰი) არ იქცევა ჰი-დ [4].

ამ წესის ნიადაგზე უნდა იხსნებოდეს ა-ლტიჟოვა („ლავიწი“, „ლავიწის ძვალ“) აფხაზურში, რომელიც საინტერესოა თავისი თანხმობით თავყრილობითაც. მის შემადგენლობაში აშკარად შედის მეორე ნაწილად ჟოვა (<ჟიზია) ფუძე, რაც ცალკეც იხმარება და „მხარს“ ნიშნავს. პირველ ნაწილად გვევლინება ა-ლტი. ლტი კომპლექსი არაა აფხაზურისათვის დამახასიათებელი. იგი წარმოქმნილია მახვილის ნიადაგზე ხმოვანთა ჩავარდნით (რაც ესოდენ ჩვეულებრივია აფხაზურში, განსაკუთრებით რთულ ფუძეებში). ამის კვალობაზე, საფიქრებელია, იგი უკავშირდებოდეს ქართ. ლავიწ სიტყვას, რომელშიაც აფხაზურ ნიადაგზე უნდა ჩავარდნილიყო ი ხმოვანი (მსგავსად სხვა ანალოგიური შემთხვევების): \*(ა)-ლავწ //\*(ა)-ლვწ.

<sup>1</sup> ქართულის ე აფხაზურში, სესხების საერთო წესის მიხედვით, ვაჟილვის ა-ს.





აფხაზურისთვის უჩვეულო კომპლექსებში, იგულისხმება, ერთი მხრივ, ლვ (ლუ) თანამიმდევრობა და, მეორე მხრივ, ვწ (უწ) თანამიმდევრობა, ბუნებრივი გზა ჩანს ლვწ-ს ლვწ-დ გადასმა და აქედან წვ-ს ტი-დ გადაქცევა: ლვწ → ლტი. (ცალკე ალტი არ გვხვდება აფხაზურში). აქ გარკვეული როლი უნდა მიუძღვოდეს ლ-ს მეზობლობასაც.

ლა ვ ი წ ი ს აღმნიშვნელ სიტყვაში ტაბანთურში ზემოთ მოყვანილი პირველი ელემენტი არა გვაქვს. ლ ა ვ ი წ ი აბაზურად არის უთჰია ყთაფს [წ], ე. ი. „მხრის ფოსო“. იმავე უთჰია-ს („მხარს“) მეორე ელემენტად აქ ერთვის ყაბარდოული სიტყვა ყთაფს „ფოსო (ძვლისა)“. ისე, რომ ტაბანთურში „ლა ვ ი წ ი“ ნიშნავს „მხრის ფოსოს“, ხოლო აფხაზურში — „ლა ვ ი წ ი ს მხარს“, „ლა ვ ი წ ი ს მხარს“ (შდრ. ქართ. „ლა ვ ი წ ი ს ძვალი“). რთულ სიტყვათა აგებისას აფხაზურსა და აბაზურს (ტაბანთურს) შორის ამ რიგის სხვაობა, ე. ი. როცა აფხაზური აგებულებით ქართულს უდგება, ხოლო ტაბანთური მას შორდება, ან ადილურს მიჰყვება, სხვაც არა ერთი დასტურდება.

ამრიგად, ამ შემთხვევაშიც წვ (უწ) კომპლექსი აფხაზურში გადმოცემულ იქნა ტი რთული ლაბიალიზებული ენა-კბილისმიერი ხშულით.

ჩვეულებრივ შეინიშნება ხოლმე საპირისპირო პროცესი: ტუ იძლევა აგრიკატულ კუ სახეობას (შდრ. ქართ. ტვირთი, კილოური — ჭვირთი; აფხ. ატი-არა, ტაპ. ჭიარა // წიარა „ჯდომა“ და სხვ.) აქ კი ამის საპირისპირო მიმართულება აქვს პროცესს, მაგრამ ლ ა ვ ი წ ალტი-ს ურთიერთობა და ანალიზი აშკარას ხდის, რომ წვ იქნა გადაღებული ტი-დ (რამდენადაც წუ კომპლექსი თვით აფხაზურში ფუძისეულ ელემენტთა რედუქციისაგანსმით წარმოიქმნა). ატინან-ის შემთხვევაში კი თვით ქართულში იყო წუ კომპლექსი, რომელიც ტი-დ იქნა გადაღებული, მაგრამ ეს იმას არ ნიშნავს, რომ ქართულში ამ ფუძეში ამოსავალშიაც უთუოდ წუ იყო (ეს წუ-ც ქართულში შეიძლება სხვა ამოსავალს გულისხმობდეს), თუმცა ამას აფხაზურის სათანადო ტი-ს წარმოშელობისათვის ახლა უკვე მნიშვნელობა არა აქვს.

აფხაზურში ბგერათცვლილებებისა და ქართულთან ბგერათშესაბამისობის თვალსაზრისით ისიც არის საყურადღებო, რომ ქართულის წვ (უწ) კომპლექსს სხვა შემთხვევაში შეეფარდება წი. ასეთია, მაგ., ქართ. მწვანე და აფხ. ააწია. დგება კითხვა, ეს შესაბამისობა საერთო წარმოშელობის მასალას ხომ არ გულისხმობს. ამავე შეფარდების თვალსაზრისით განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭება ქართ. წუტირლ-ისა და აფხ. ა-პა // ა-პა-ს იგივეობას. აფხ. ა-პა → ა-პა, როგორც გარკვეულია, ამოსავალში გვევარაუდებინებს \*ა-წიას [6]. საძიებელი რჩება ამ შემთხვევებში საერთო მასალა გვაქვს თუ ნასესხები.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია  
ენათმეცნიერების ინსტიტუტი

(შემოვიდა 14.6.1974)

## ЯЗЫКОЗНАНИЕ

К. В. ЛОМТАТИДЗЕ (член-корр. АН ГССР)

К ЭТИМОЛОГИИ АБХАЗСКОГО СЛОВА  $\acute{a}$ - $l^0$ ჭ<sup>0</sup>ა („КЛЮЧИЦА“) (В СВЯЗИ С ГЕНЕЗИСОМ ФОНЕМЫ  $l^0$  В АБХАЗСКОМ ЯЗЫКЕ)

### Резюме

Тройка смычных  $d^0$   $t^0$   $l^0$  в абхазском языке, по-видимому, вторичного происхождения. В частности,  $d^0$  встречается почти только в заимствованных основах и передает комплекс  $dx$  других языков.

Сложнее обстоит дело в отношении  $l^0$ ,  $l^0$  (и сфера применения их гораздо шире). Не исключена возможность их возникновения от  $t$ ,  $l$



путем лабиализации, но их исходные основы более многообразны [1, 2].

В единичных заимствованных основах в абхазском языке  $\text{ɬ}^0$  соотносится с  $\text{ɕw}$  грузинского языка (одновременно с этим известно соотношение груз.  $\text{ɕw}$  и абх.  $\text{ɕ}^0$ ). Так, напр., груз.  $\text{ɕwen-i}$  и абхаз.  $\text{a-ɬ}^0\text{an}$  «бульон». На основе данного факта, полагаем, объясняется происхождение абхаз. слова  $\text{á-lɬ}^0\text{z}^0\text{w}^0\text{a}$  «ключица», которое содержит  $\text{z}^0\text{w}^0\text{a}$  ( $\leftarrow\text{z}^0\text{w}^0\text{a}$ ) «плечо»; первая часть этого сложного слова ( $\text{a-lɬ}^0$ ) кажется восходящей к грузинскому  $\text{lawic-i}$  («ключица»), претерпевшему на абхазской почве (под влиянием ударения) редукцию гласных  $\text{a}$  и  $\text{i}$ . Полученные таким образом необычные для абхазского языка комплексы  $\text{lw}$ ,  $\text{wɕ}$  подверглись перестановке:  $*\text{lwɕ} \rightarrow *lɕw$ , что наподобие вышеназванного примера ( $\text{ɕweni} - \text{a-ɬ}^0\text{an}$ ) дало  $\text{l}^0$ .

LINGUISTICS

K. V. LOMTATIDZE

ON THE ETYMOLOGY OF THE ABKHAZIAN WORD  $\text{á-lɬ}^0\text{z}^0\text{w}^0\text{a}$   
(COLLAR-BONE) (IN CONNECTION WITH THE GENESIS  
OF THE PHONEME  $\text{ɬ}^0$  IN ABKHAZIAN)

Summary

The three occlusives  $\text{d}^0$   $\text{t}^0$   $\text{ɬ}^0$  in Abkhazian are presumably of secondary origin. Namely,  $\text{d}^0$  is met almost exclusively in borrowed stems and corresponds to  $\text{dw}$  of other languages.

The case of  $\text{t}^0$ ,  $\text{ɬ}^0$  is more complicated (and the sphere of their application is far wider). The possibility of their formation from  $\text{t}$ ,  $\text{ɬ}$  by means of labialization is not ruled out, but their initial stems are far more varied (1, 2).

In some isolated borrowed stems  $\text{ɬ}^0$  in Abkhazian corresponds to the Georgian  $\text{ɕw}$  (at the same time there exists the following correspondence: Georgian  $\text{ɕw}$  and Abkhazian  $\text{ɕ}^0$ ), e. g.: Georg.  $\text{ɕwen-i}$  and Abkh.  $\text{a-ɬ}^0\text{an}$  'broth'. This fact can, in the author's view, help to explain the etymology of the Abkhazian word  $\text{á-lɬ}^0\text{z}^0\text{w}^0\text{a}$  'collar-bone' which contains  $\text{z}^0\text{w}^0\text{a}$  ( $\leftarrow\text{z}^0\text{w}^0\text{a}$ ) 'shoulder'; the first part of this compound ( $\text{a-lɬ}^0$ ) seems to go back to the Georgian  $\text{lawic-i}$  (collar-bone), the latter having undergone some changes in Abkhazian (through stress); namely, reduction of the vowels  $\text{a}$  and  $\text{i}$ . Further, the unusual complexes  $\text{lw}$ ,  $\text{wɕ}$  in Abkhazian underwent transposition:  $*\text{lwɕ} \rightarrow *lɕw$ ; the latter, analogously to the above example ( $\text{ɕweni} - \text{a-ɬ}^0\text{an}$ ), resulted in  $\text{l}^0$ .

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. ქ. ლომთათიძე. საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის ენათმეცნიერების ინსტიტუტის XVIII სესიის თეზისები. თბილისი, 1959.
2. К. В. Ломтатидзе. XXV Международный конгресс востоковедов. Доклады делегации СССР. М., 1960.
3. ი. აბულაძე. ძველი ქართული ენის ლექსიკონი. თბილისი, 1973.
4. ქ. ლომთათიძე. აფხაზური ენის ტაპანური დიალექტი (ტექსტებითურთ). თბილისი, 1944.
5. Русско-абазинский словарь. М., 1956.
6. К. В. Ломтатидзе. Сообщения АН Грузинской ССР, т. III, № 8, 1942.

ც. კახაძე

ველის ცნებისათვის სიტყვაწარმოებაში  
(გერმანული ქიმიური ტერმინების მასალაზე)

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა შ. ძიძიგურმა 18.6.1974)

სემანტიკური ველის თეორიის ერთ-ერთ მნიშვნელოვან სფეროს წარმოადგენს შინაარსზე ორიენტირებული სიტყვაწარმოება (inhaltbezogene Wortbildung), რომელიც სხვადასხვა კუთხით განავითარებს საბჭოთა თუ საზღვარგარეთელმა მეცნიერებმა მაგალითად, ლ. ვაისგერბერმა განავითარა შინაარსზე ორიენტირებული სიტყვაწარმოება, გერმანული წარმოებული ზმნის მასალაზე „ლექსიკური ნიშესა“ და „ლექსიკური ბლოკის“ თეორიის მოშველიებით. მან be-პრეფიქსიან ზმნებში გამოიყო ძირითადად სამი ნიშე: ორნატულობის (beflügeln — დაფრთიანება, ფრთების შესხმა), მიზანმიმართულობის (bedenken — მოფიქრება; bedienen — მომსახურება) და ფაქტიკური მნიშვნელობისა (befeuchten — დატენიანება, დანესტიანება; befreien — განთავისუფლება).

ლ. ვაისგერბერმა ლექსიკური ბლოკი დაუკავშირა და შეუფარდა ლექსიკურ ველს. ასეთი ბლოკის ნიმუშია ორნატულობის ველი, რომელშიც წარმოდგენილია არა მარტო be-პრეფიქსიანი, არამედ სხვა სიტყვაწარმოებითი სტრუქტურის მქონე ნიშები: beflügeln — დაფრთიანება, ფრთების შესხმა; verglasen — მომინვა; uniformieren — ფორმის ჩაცმა და ა. შ.

ლ. ვაისგერბერმა მოგვცა მონახაზები შინაარსზე ორიენტირებული სიტყვაწარმოების შემდგომი კვლევისათვის.

3. ბრინკმანი, რომელიც ლ. ვაისგერბერის თეორიას ეყრდნობა, ცდილობს თხზვა დაუკავშიროს ლექსიკური ველის თეორიას. მასთან ველი წარმოდგენილია ძირითადი სიტყვით (Grundwort), მეორე კომპონენტით, და სწორედ ეს ძირითადი სიტყვა განსაზღვრავს ველის სახელწოდებას. ასე მაგალითად, Schmerz — ტკივილი; Kopf-, Hals-, Leibschmerzen და ა. შ. რთულ სიტყვათა მსგავსი ანალიზი მოცემული აქვს ნორენ-პოლაკსაც. იგი სიტყვა nadel-ს, როგორც რთული სიტყვის მეორე კომპონენტს, მიიჩნევს „ზოგადი ცნების“ გამომხატველ ერთეულად. ასე მაგალითად, Stock-, Haar-, Stopf-, Busen-, Hekkel-, Näh-, Magnet-, Stricknadel. ამასთანავე -nadel- ყოველთვის აღნიშნავს წვეტიან ბასრ საგანს.

ლ. ვაისგერბერი, 3. ბრინკმანი და ნორენ-პოლაკი განიხილავენ რთულ სიტყვებს, რომლებსაც შესწევთ უნარი შექმნან ველები.

მ. სტეპანოვა სემანტიკური თვალსაზრისით აანალიზებს რთულ სიტყვათა სამ ჯგუფს. იგი პირველ ჯგუფს განაკუთვნებს ისეთ თხზულ სიტყვებს, რომელთა პირველ და მეორე უშუალო შემადგენელ კომპონენტს (Goldmünze-, -uhr, -ring, -zahn, -kette; Birn-, Apfel-, Kirsch-, Nuss-, Eichen-, Birken-, Tannenbaum) შეუძლია წარმოადგინოს სემანტიკური ველები და მოგვეცეს ფიქრო

ფართო ველი, კერძოდ მცენარეთა ველი (მეორე კომპონენტი -baum), ლითონთა ველი (პირველი კომპონენტი -Gold-, Silber-, Eisen-, ...) და ა. შ.

მეორე და მესამე სემანტიკურ ჯგუფში წარმოდგენილია გადააზრებული (Ohrfeige, Augapfel, Gaumensegel, Stottertante, Blaustrumpf...) და წმინდა ოკაზიონალური ხასიათის თხზული სიტყვები (Seine Augen suchten Kitty. Sie starrte auf ihre Kaffeetasse, St. Heym. Die Augen der Vernunft. Leipzig, 1956. S. 141. შეადარე: ihre Tasse mit Kaiffee.....), რომელთა არც ერთი კომპონენტი არ შეიძლება იყოს ველის აღმნიშვნელი.

მ. სტეპანოვას აზრით, თხზვა ამ შემთხვევაში ასრულებს თავის მეორე ფუნქციას, გამოხატავს სინტაქსურ მიმართებებს, თხზული სიტყვები კი წარმოადგენენ თავისუფალი შესიტყვებების თავისებურად გაფორმებულ ერთ სიტყვად წარმოდგენილ სინონიმებს, რაც გერმანული ენისათვის ასე დამახასიათებელია.

წარმოდგენილი ინტერპრეტაციები მოწმობს ველის თეორიისა და შინაარსზე ორიენტირებული სიტყვაწარმოების აქტუალობას.

ჩვენი მიზანია შინაარსზე ორიენტირებული სიტყვაწარმოება, როგორც ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი ხერხი ლექსიკური ანალიზის ჩასატარებლად და ენობრივი ველის განსაფენად (Fächerung), მიუხედავად თხზულ ქიმიურ ტერმინებს, რომლებიც ენის ლექსიკური შედგენილობის გარკვეულ ნაწილს შეადგენენ. თხზულ ქიმიურ ტერმინებს ქიმიურ ლექსიკაში განსაკუთრებული ადგილი უჭირავს. ქიმიის განვითარებასთან ერთად მრავალი რთული ტერმინი წარმოიქმნება, რომელთა გაანალიზება სტრუქტურისა და სემანტიკის თვალსაზრისით საინტერესო და მრავალფეროვან სურათს გვაძლევს. ქიმიური რთული ტერმინები ძირითადად დეტერმინატიულად (Apfelsäure, Kokosöl, Butylkautschuk, Tauchlauge, Bittersalz, Seewasser...) და კოპულატიურად თხზული (Wasserstoff, Sauerstoff, Kohlenstoff, Schaumstoffe...) კომპოზიტებია.

დეტერმინატიული თხზვის ერთ-ერთი ნაირსახეობაა რიგობითი თხზვა (Reihenbildung).

არსებობს დეტერმინატიულად თხზულ ტერმინთა მთელი სერია, რომლებსაც მეორე უშუალო შემადგენელ კომპონენტად ერთი და იგივე ელემენტი აქვთ. ასეთნაირად თხზულ სიტყვებს შესწევთ უნარი წარმოადგინონ ლექსიკური ველი. ასე, მაგალითად:

- säure: Apfelsäure, Chinasäure, Citronensäure, Ölsäure...
- öl: Citronenöl, Erdöl, Fischöl, Jasminöl, Mohnöl, Rosenöl...
- salz: Chromsalz, Kalisalz, Mineralsalz, Steinsalz....
- Kohle: Fettkohle, Holzkohle, Jodkohle, Tierkohle, Karbidkohle...
- lauge: Alkalilauge, Barytlauge, Kalilauge, Bleichlauge...

და ა. შ.

კომპოზიტის კონსტიტუენტებს შორის ვლინდება სხვადასხვა სემანტიკური მიმართებანი.

თითოეული განფენილი ველის სტრუქტურა შეიძლება გრაფიკულად გამოისახოს. წარმოვადგენთ მყავას ველის სტრუქტურულ სახეს, რომელიც ნიშანდობლივია სხვა ველებისთვისაც (სურ. 1).

კოპულატიურად თხზული კომპოზიტები დეტერმინატიულისაგან იმით განსხვავდებიან, რომ კოპულატიურად თხზულ ქიმიურ ტერმინში წარმოდგენილი კონსტიტუენტები სინტაქსურად თანასწორი არიან, თითოეულ მათგანს,





ფართო ველი, კერძოდ მცენარეთა ველი (მეორე კომპონენტია -baum), ლბონიანი ველი (პირველი კომპონენტია -Gold-, Silber-, Eisen-, ...) და ა. შ.

მეორე და მესამე სემანტიკურ ჯგუფში წარმოდგენილია გადაზარბული (Ohrfeige, Augapfel, Gaumensegel, Stotterante, Blaustrumpf...) და წმინდა ოკა-ზიონალური ხასიათის თხზული სიტყვები (Seine Augen suchten Kitty. Sie starnte auf ihre Kaffeetasse, St. Heym. Die Augen der Vernunft. Leipzig, 1956. S. 141. შეადარე: ihre Tasse mit Kaffee.....), რომელთა არც ერთი კომპონენტი არ შეიძლება იყოს ველის აღმნიშვნელი.

მ. სტეპანოვას აზრით, თხზვა ამ შემთხვევაში ასრულებს თავის მეორე ფუნქციას, გამოხატავს სინტაქსურ მიმართებებს, თხზული სიტყვები კი წარმოადგენენ თავისუფალი შესიტყვებების თავისებურად გაფორმებულ ერთ სიტყვად წარმოდგენილ სინონიმებს, რაც გერმანული ენისათვის ასე დამახასიათებელია.

წარმოდგენილი ინტერპრეტაციები მოწმობს ველის თეორიისა და შინაარსზე ორიენტირებული სიტყვაწარმოების აქტუალობას.

ჩვენი მიზანია შინაარსზე ორიენტირებული სიტყვაწარმოება, როგორც ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი ხერხი ლექსიკური ანალიზის ჩასატარებლად და ენობრივი ველის განსაფენად (Fächerung), მიუვსადაგოთ თხზულ ქიმიურ ტერმინებს, რომლებიც ენის ლექსიკური შედგენილობის გარკვეულ ნაწილს შეადგენენ. თხზულ ქიმიურ ტერმინებს ქიმიურ ლექსიკაში განსაკუთრებული ადგილი უჭირავს. ქიმიის განვითარებასთან ერთად მრავალი რთული ტერმინი წარმოიქმნება, რომელთა გაანალიზება სტრუქტურისა და სემანტიკის თვალსაზრისით საინტერესო და მრავალფეროვან სურათს გვაძლევს. ქიმიური რთული ტერმინები ძირითადად დეტერმინატიულად (Apfelsäure, Kokosöl, Butylkautschuk, Tauchlauge, Bittersalz, Seewasser...) და კოპულატიურად თხზული (Wasserstoff, Sauerstoff, Kohlenstoff, Schaumstoffe...) კომპოზიტებია.

დეტერმინატიული თხზვის ერთ-ერთი ნაირსახეობაა რიგობითი თხზვა (Reihenbildung).

არსებობს დეტერმინატიულად თხზულ ტერმინთა მთელი სერია, რომლებსაც მეორე უშუალო შემადგენელ კომპონენტად ერთი და იგივე ელემენტი აქვთ. ასეთნაირად თხზულ სიტყვებს შესწევთ უნარი წარმოადგინონ ლექსიკური ველი. ასე, მაგალითად:

- säure: Apfelsäure, Chinasäure, Citronensäure, Ölsäure...
- Öl: Citronenöl, Erdöl, Fischöl, Jasminöl, Mohnöl, Rosenöl...
- salz: Chromsalz, Kalisalz, Mineralsalz, Steinsalz....
- Kohle: Fettkohle, Holzkohle, Jodkohle, Tierkohle, Karbidkohle...
- lauge: Alkalilauge, Barytlauge, Kalilauge, Bleichlauge...

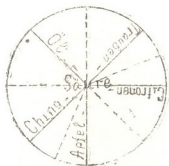
და ა. შ.

კომპოზიტის კონსტიტუენტებს შორის ვლინდება სხვადასხვა სემანტიკური მიმართებაანი.

თითოეული განფენილი ველის სტრუქტურა შეიძლება გრაფიკულად გამოისახოს. წარმოვადგენთ მეთვას ველის სტრუქტურულ სახეს. რომელიც ნიშანდობლივია სხვა ველებისთვისაც (სურ. 1).

კოპულატიურად თხზული კომპოზიტები დეტერმინატიულისაგან იმით განსხვავდებიან, რომ კოპულატიურად თხზულ ქიმიურ ტერმინში წარმოდგენილი კონსტიტუენტები სინტაქსურად თანასწორი არიან, თითოეულ მათგანს,

ე. ი. თითოეულ უშუალო შემადგენელ კომპონენტს, დამოუკიდებელი მნიშვნელობა აქვს, ხოლო კომპოზიტის მთელი მნიშვნელობა ახალ ცნებას გვაძლევს. მაგ.: Wasserstoff (წყალი + ნივთიერება = წყალბადი), Sauerstoff (მეავე + ნივთიერება = ქანგბადი).



სურ. 1

აღსანიშნავია, რომ ქიმიურ ლექსიკაში არსებული კომპლექტური კომპონენტები უმეტესად „Stoff“ ელემენტით თხზულ რთულ სიტყვებს წარმოადგენენ.

სემანტიკის თვალსაზრისით თხზული ქიმიური ლექსიკა იყოფა ორ ძირითად ჯგუფად.

რთული ქიმიური ტერმინების პირველ სემანტიკურ ჯგუფს განეკუთვნება ისეთი სიტყვები, როგორცაა Sauerstoff, Kochsalz, Stickstoffsäure, Wasserstoff, Moorkohle, Kohlenstoff, Harnstoff, Grenzkohlenwasserstoffe, Küchensalz, Schaumstoffe და სხვა. ამ კომპოზიტთა მოტივაცია სრულყოფილად არ არის წარმოდგენილი და აქტუალიზებული. ასეთ თხზულ კომპოზიტებში შინაგანი ვალენტობა არსებობს, ასე ვთქვათ, „თავისთვის“, სიტყვის მნიშვნელობისაგან დამოუკიდებლად. სემანტიკური ანალიზის დროს შინაგანი ვალენტობა ამ კომპოზიტებში არავითარ როლს არ ასრულებს.

ამ ჯგუფის თხზულ სიტყვებს ის თავისებურება აქვთ, რომ კომპოზიტის მეორე უშუალო შემადგენელი კომპონენტის მიხედვით შეიძლება გამოვყოთ ველი და, გარდა ამისა, თითოეულ თხზულ სიტყვას მიეუჩინოთ განსაზღვრული ადგილი ამა თუ იმ ველში. ასე, მაგალითად: აირების ველი (Sauerstoff, Wasserstoff), ნახშირწყალბადების ველი (Grenzkohlenwasserstoffe), პლასტების ველი (Schaumstoffe) და ა. შ.

ტერმინთა მეორე სემანტიკური ჯგუფი ქიმიის ენაში ფართოდაა წარმოდგენილი: Holzkohle, Weinsäure, Natriumchlorid, Jodsalz, Glaubersalz, Holzlack, Bergsalz, Meerwasser, Normallauge, Zuckeralkohol, Cypressenöl...

მოცემულ ტერმინებში უშუალო შემადგენელ კომპონენტთა მოტივაცია სრულყოფილად არის აქტუალიზებული. ამ კატეგორიის რთული სიტყვების მეორე კონსტიტუენტი ამჟღავნებს „ველის“ ნიშან-თვისებას, სიტყვათა რიგების წარმოქმნის შესაძლებლობას იძლევა და მთელი ლექსიკური ველის ნიშანია. მაგალითად:

- Apfel-, China-, Citronen-, Essigsäure;
- Croton-, Fisch-, Jasmin-, Mineralöl;
- Eisen-, Natrium-, Quecksilber-, Stiroloxid;
- Ceryl-, Methyl-, Styrol-, Tribromäthylalkohol;
- Chrom-, Matt-, Nickel-, Mineralsalz.



კომპოზიტის პირველმა კონსტიტუენტმა, რომელიც კატეგორიალურ შინა-თვისებას ავლენს, შეიძლება აღნიშნოს „ველი“ და წარმოადგინოს კომპოზიტის მთელი რიგები. მაგალითად:

Aldehydalkohole, -ammoniak, -harz, -säure, -zucker;  
 Bariumarsenid, -borat, -bromid, -chlorid, -fluorid, -jodat, -oxid;  
 Essigsäure, -ester, -pilze, -sprit;  
 Lithiumbromid, -fluorid, -jodid, -karbonat;  
 Methylalkohol, -anilin, -amin.

ამ ტიპის რთული ქიმიური ტერმინების შინაგანი ვალენტობა რაღაც ზომით შეეფარდება უშუალო შემადგენელ კომპონენტთა ვალენტობას.

ამრიგად, პირველ სემანტიკურ ჯგუფში გაერთიანებული ტერმინები (Sauerstoff, Stickstoffsäure Kohlenstoff...) წარმოადგენს მონოლითურ ერთეულებს და მათი გარეგანი ვალენტობა გავლენას არ ახდენს შინაგან ვალენტობაზე, ხოლო მეორე სემანტიკურ კატეგორიაში წარმოდგენილ ტერმინთა (Arfelsäure, Crotonöl, Cerylalkohol...) შინაგანი ვალენტობა განისაზღვრება მთლიანად სიტყვის ლექსიკურ-გრამატიკული მახასიათებლით, პირველი და მეორე კონსტიტუენტის მნიშვნელობითა და მათ შორის მიმართებით.

მაშასადამე, სემანტიკურ პლანში ტერმინოლოგიური სიტყვების შინაგანი ვალენტობა ვლინდება არა სტრუქტურული კავშირის, არამედ მოცემულ ელემენტთა კომპონენტური სინთეზის საფუძველზე.

თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

(შემოვიდა 21.1.1974)

ЯЗЫКОЗНАНИЕ

Ц. Д. КАХАДЗЕ

К ПОНЯТИЮ ПОЛЯ В СЛОВООБРАЗОВАНИИ  
 (НА МАТЕРИАЛЕ ХИМИЧЕСКИХ ТЕРМИНОВ)

Резюме

В статье рассматривается малоизученный аспект немецкого словообразования — сложные химические термины. Они анализируются с точки зрения словообразования, ориентированного на содержание, в свете семантического поля и теории валентности.

LINGUISTICS

Ts. D. KAKHADZE

ON THE CONCEPT OF FIELD IN WORD-BUILDING  
 (ON THE MATERIAL OF CHEMICAL TERMS)

Summary

The paper deals with compound chemical terms—a little-studied aspect of German word-building. The terms under study are analyzed from the point of view of word-building, with emphasis on their content and in the light of the semantic field and the theory of valency.



შ. ჩიჯავაძე

„ხალუმი“ ვეფხისტყაოსანში

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა გ. ახვლედიანმა 20.6.1973)

რუსთველის პოემაში „ხალუმი“ ხუთჯერ (480, 1189, 1192, 1198, 1240) გვხვდება. მისი მნიშვნელობა ჯერ კიდევ დაუდგენელია. ვახტანგ მეექვსე [1], თ. ბაგრატიონი [2], იუსტ. აბულაძე [3], კ. ჭიჭინაძე [4] და შ. ნუცუბიძე [5] ამ ლექსიკურ ერთეულს საჭურისის აღმნიშვნელად მიიჩნევენ, ხოლო დ. ჩუბინაშვილი [6] და ვ. ნოზაძე მასში მსახურ ქალს გულისხმობენ, ოღონდ ამ უკანასკნელის თანახმად, ხალუმი ზღვათა სამეფოს ეპიზოდში მონა ქალს ეწოდება, ინდოეთის ამბავში კი მაღალი წრის, მეფის სასახლის ქალს [7].

დ. კარიჭაშვილი [8] და ს. კაკაბაძე [9] ხალუმს განმარტავენ როგორც მოსამსახურე-მოახლეს. ა. შანიძე [10] მას მსახურად თვლის. ამ მკვლევართა აზრებში არა ჩანს, ხალუმი ნამდვილად ქალია თუ მამაკაცი. ჩვენთვის საინტერესო ლექსიკური ერთეულის შინაარსის მართებულ გაგებას ის ართულებს, რომ ზოგიერთ ძეგლში იგი ქალს აღნიშნავს, ზოგში კი მამაკაცს. ამ სიტყვის განმარტების სიძნელეს ისიც მოწმობს, რომ კ. კეკელიძემ ალტერნატივა ამჯობინა. მისი აზრით, ხალუმი მოახლე ქალია ან საჭურისი [11].

ჩვენი მიზანია გამოვარკვიოთ, თუ რომელია მართებული ჩამოთვლილ განმარტებათაგან.

სულხან-საბა ორბელიანისა და ნ. ჩუბინაშვილის აზრით „ხალუმი“ არაბული სიტყვაა და „ყვერულს“ ანუ საჭურისის ეწოდება, სულხან-საბა იმასაც ამბობს, რომ „საჭურისად სახელ იღების სხვადაც მოსამსახურე მეფისა, რომელსა აქენდეს საჭურისთა თანა ადგილი ყოფისა“.

აქვე აღვნიშნავთ, რომ ვეფხისტყაოსანში ხალუმი მსახურს ეწოდება. სიტყვა მსახური კი აქ ორჯერ გვხვდება. ერთხელ ის ქალს აღნიშნავს (899), მეორეჯერ კი მამაკაცს (1505). ამიტომ ცხადია, „ხალუმის“ მსახურად განმარტება ზოგადად სწორია, მაგრამ ვერ გვეუბნება, მასში ქალი იგულისხმება, ნორმალური მამაკაცი თუ საჭურისი.

საინტერესოა, რომ ზღვათა ქვეყნის ეპიზოდსა და პოემის ზოგიერთ მონაცემზე დავკვირება საშუალებას გვაძლევს გავშიფროთ „ხალუმი“ სიტყვის კონტექსტისეული მნიშვნელობა, რაც მნიშვნელოვანია პოეტის მიერ დახატული სოციალური ცხოვრების სურათის სრულყოფილად გათვალისწინებისათვის.

ფატმანისაგან მოტაცებულ, შემდეგ კი ზღვათა მეფის (მელიქ-სურხავის) სარძლოდ დაწინდულ ნესტანს მცველებად ცხრა ხალუმს მიუჩენენ, სასიძო უფლისწული სალამქროდ არის წასული და მოსვლა ავციანდება. ქვეყნის უფროსები და მბრძანებლები სამეფო ქორწილს ელიან. ნესტანისათვის საბედისწერო დღეები დგას... ინდოელი ასული გამოსავალს პოულობს: სამამამთილოსაგან ნაბოძებ ფასუთქმელ გვირგვინსა და ფატმანის ნაჩუქარ თვალმარგალიტს (რომელშიც „თვითო და თვითო თვითოსა ქალაქსა ეფასებოდა“, 1177)(<sup>1</sup> ხალუმებს ქრთამად აძლევს. მოსყიდული მცველებიდან ერთ-ერთი

(<sup>1</sup> სტროფებში მითითებულია პოემის 1957 წლის გამოცემიდან.

თავის ტანისამოსს მისცემს ნესტანს; ინდოელი ასული ღამით ხაღუმის სით სასახლიდან გაიპარება (იპარებიან აგრეთვე ახლად გამდიდრებული ხადუმებიც), ფატმანთან მიდის და მასპინძლის ნაბოძები საუკეთესო ცხენით გზას გაუღდება.

იმის გასარკვევად ნესტანის მცველი ხაღუმები ქალები იყვნენ თუ მამაკაცები, ჯერ ყურადღება უნდა მივაქციოთ ერთ გარემოებას. ნესტანის მცველ ხაღუმებზე ამავე ეპიზოდში ნათქვამია: „მონათა მიხვდა სინხარბე მის საჭურჭლისა ძვირისა“ (1196). „მონანიცა გარდიხვეწენს, გაიპარნეს, მასვე თანა“ (1199). ფრიალ საგულისხმოა, რომ სიტყვა „მონა“ ვეფხისტყაოსანში ასშვიდჯერ გვხვდება, მაგრამ ერთხელაც არ ეწოდება მსახურ ქალს. იგი ყოველთვის მამაკაცის აღმნიშვნელია. ამის გამო უნდა ვივარაუდოთ, რომ ნესტანის მცველი ხაღუმები მამაკაცები უნდა ყოფილიყვნენ. ამავე მოსახრებას ამოწმებს სხვა ვარემოებაც. ფატმანისაგან წამოსულ ცხენოსან ნესტანს მინდორზე ღამით ქაათა მეფის მონები შეეყრებიან, ალყას შემოარტყამენ და ეკითხებიან, თუ ვინ არის ის. ნესტანი შესახებ: თქვენ თვითონ ვინა ხართ, გულანშაროდან მომავალი ელჩი ვარ, ჩამომეცალენითო („... გულანშაროთ მოციქული ქაჯეთს მივალ, მერიდენით“, 1227).

ცნობილია, რომ ქალებს ელჩად არ გზავნიდნენ, ამიტომ ნესტანს რომ არ ცმოდა კაცის ტანისამოსი, ვერ იტყოდა გულანშაროს ელჩი ვარო. ინდოელი ასულის მამაკაცის ტანისამოსი ყოფნა ჩანს შემდეგიდანაც: როცა ქაჯ მონებს „დიდი რამე სინათლენი გამოეჩნდა შუა ველსა“ (1125) ნესტანის სახით (ე. ი. უცნობი სინათლეს დიდად ანათებდა), ახლოს მივიღწენ, უცნობს ალყა შემოართყეს, მაგრამ მაინც გაუჭირდათ გაერჩიათ ქალი იყო თუ კაცი. ბოლოს და ბოლოს, როგორც იქნა, შეატყვეს, რომ უცნობი „არ მონა იყო, ტყუოდა“ (ე. ი. მამაკაცი არ იყო), „რომაც შეატყო ქალობა“ (1229).

აქედან ცხადია, რომ ქალისტანისამოსიანი ქალი „დიდი რამე სინათლესი“ მამაკაცისაგან ასე ძნელი გასარჩევი ვერ იქნებოდა. ესეც იმის საბუთია, რომ შეპურობილ „ელჩს“ მამაკაცის ტანისამოსი უნდა სცმოდა.

ამრიგად, ის ვარემოებანი, რომ ნესტანი ქაჯ მონათა წინაშე თავის თავს ელჩად მიიჩნევს, ქაჯ მონებს „დიდი რამე სინათლესი“ გაუჭირდათ ნესტანის ქალობის შეტყობა, გაპარული ქალობათვის მამაკაცის ტანისამოსით შენიღბვა აუტოლებელიც იყო, გვაფიქრებინებს, რომ ინდოელ ასულს ზღვათა მეფის სასახლიდან გაქცევისას მამაკაცის ტანისამოსი უნდა სცმოდა. აი რატომ გვგონია, რომ მელიქ-სურხავის ხაღუმები მამაკაცები უნდა ყოფილიყვნენ (ვინაიდან ნესტანს ერთმა ხაღუმმა მისცა თავისი ტანსაცმელი).

მხედველობაშია აგრეთვე მისაღები, რომ თუ ეს ხაღუმები ქალები იყვნენ, მაშინ ნაკლებ მოსალოდნელი იყო მათი სხვა ქვეყანაში გაქცევა-გაღაზხეწვა და აგრეთვე იმ გამბედაობის გამოჩენა, რაც საჭირო იყო მძიმე დანაშაულის (მეფისადმი ლალატი) ჩაღენისათვის. ყველაფერი ეს მიგვანიშნებს ხაღუმთა მამაკაცობაზე.

ახლა გასარკვევია, ეს მამაკაცი ხაღუმები იყვნენ თუ არა საქურისები? ეს ხაღუმნი რომ არასაჭურისი მამაკაცები ყოფილიყვნენ, მაშინ მათ ვერ უნდა გავებდათ მეფისადმი ისე დიდი ლალატი (სარძლოს გაპარება) ცოლ-შვილის, მშობლების ან ახლო ნათესავების ამოწყვეტის შიშით. გავიხსენოთ ფატმანის სიტყვები იმავე მეფის მისამართით: ჩემ მიერ ნესტანის გაპარება რომ შეეცყოთ, დედაბუდიანად ამომწყვეტდნენ, ჯერ საკუთარ შვილებს შემპყვედნენ, მერე კი ჩამქოლავდნენო (1209).

ამრიგად, ხაღუმთა სხვა ქვეყანაში გადახვეწის ფაქტი არა მარტო იმაზე მიუთითებს, რომ ისინი ქალები არ უნდა ყოფილიყვნენ, არამედ იმაზედაც, რომ მათ არ უნდა ჰქონოდათ ოჯახი, არ უნდა ჰყოლოდათ ახლო ნათესავები. წინააღმდეგ შემთხვევაში უახლოეს და საყვარელ ადამიანთა სიკვდილით დასჯის შიშით თავი უნდა შეეკავებინათ ზემოაღნიშნული მძიმე დანაშაულის ჩადენისაგან. ყველაფერი ეს ხაღუმთა საქურისობაზე მიგვანიშნებს.

ხალუმი საქურის მსახურს უნდა ეწოდებოდეს „შაჰნამეს“ ქართული ვერსიების ქვემოთმოტანილ ტაეპებშიც:

„ორმოცდაათი ხალუმი წინ შემოუძღვა მთვარეთა,

უკანით ქალი ხუთასი განანათლებდეს არეთა,

მათ უკან ვაჟნი ხუთასნი, ვერ ნახავთ მათში მღარეთა“ (12).

ყოველივე აღნიშნულის გამო, შეიძლება ითქვას, რომ ზოგათა მეფის ცხრა ხალუმი (1189) საქურისი მამაკაცები არიან და არა მოახლე ქალები, ასეთივე უნდა იყოს ქაჯეთის ციხე-კოშკში ნესტანის მსახური ხალუმიც (1240).

თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

(შემოვიდა 22.6.1973)

ФИЛОЛОГИЯ

Ш. Я. ЧИДЖАВАДЗЕ

«ХАДУМИ» В «ВИТЯЗЕ В ТИГРОВОЙ ШКУРЕ»

Резюме

Значение «хадуми» (*khadumi*) в поэме Ш. Руставели до наших исследований не было установлено. Выяснение точного значения этого слова должно способствовать более глубокому изучению социальной жизни, отраженной в поэме Ш. Руставели. Нами установлено, что в эпизодах каджетского и морского царства «хадуми» обозначает евнуха.

PHILOLOGY

Sh. Ya. CHIJAVADZE

THE MEANING OF THE WORD *KHADUMI* IN RUSTAVELI'S  
POEM "THE KNIGHT IN THE PANTHER'S SKIN"

Summary

The meaning of the word *khadumi* in Rustaveli's poem has not yet been established. Elucidation of the precise meaning of this word contributes to a better insight into the social life reflected in Shota Rustaveli's poem. It is argued in the paper that in the episodes of the Kajeti and the Maritime Kingdom *khadumi* means a eunuch.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. შ. რუსთაველი. ვეფხისტყაოსანი, 1712 წლის გამოცემა, აღდგენილი აკ. შანიძის მიერ. თბილისი, 1937.
2. თ. ბაგრატიონი. განმარტება ვეფხისტყაოსანისა. თბილისი, 1960.
3. შ. რუსთაველი. ვეფხისტყაოსანი. თბილისი, 1951.
4. შ. რუსთაველი. ვეფხისტყაოსანი. თბილისი, 1934.
5. Ш. Руставели. Витязь в тигровой шкуре, перевод с грузинского Шалвы Нуцубидзе. М., 1941, 315.
6. შ. რუსთაველი. ვეფხისტყაოსანი. თბილისი, 1861.

7. ვ. ნოზაძე. ვეფხისტყაოსნის საზოგადოებათ შეტყველება. სანთიაგო დე ჩილე, 1958, 80—83.
8. შ. რუსთაველი. ვეფხისტყაოსანი. თბილისი, 1903.
9. შ. რუსთაველი. ვეფხისტყაოსანი. თბილისი, 1926.
10. შ. რუსთაველი. ვეფხისტყაოსანი. თბილისი, 1957.
11. ნ. ციციშვილი. შვიდი მთიები. თბილისი, 1931.
12. შაჰნამეს ქართული ვერსიები, I, იუსტ. აბულაძის გამოცემა. თბილისი, 1916, 89.

## საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიაში В АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის  
საიუბილეო სხდომა, მიძღვნილი სსრ კავშირის  
მეცნიერებათა აკადემიის 250 წლისთავისადმი

27 მაისს შ. რუსთაველის სახელობის სახელმწიფო აკადემიურ თეატრში შედგა საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის საიუბილეო საზეიმო სხდომა, მიძღვნილი სსრ კავშირის მეცნიერებათა აკადემიის 250 წლისთავისადმი.

საზეიმო სხდომის პრეზიდიუმში იყვნენ ამხანაგები პ. გილაშვილი, ე. შევარდნაძე, ა. ჩურკინი, გ. ძოწენიძე, გ. ჯავახიშვილი, თ. მოსაშვილი, თ. ჩერქეზია, სკკპ ცენტრალური კომიტეტის პასუხისმგებელი მუშაკი ლ. მაზური, სსრკ მეცნ. აკად. დელეგაციის მეთაური, სსრკ მეცნ. აკად. ატომური ფიზიკის განყოფილების აკადემიკოს-მდივანი მ. მარკოვი, დელეგაციის წევრები — მსოფლიო ეკონომიკისა და საერთაშორისო ურთიერთობათა ინსტიტუტის დირექტორი აკადემიკოსი ნ. ინოზემცევი, საკავშირო მსუბუქი შენადნობების ინსტიტუტის უფროსი, აკადემიკოსი ა. ბელოვი, ა. ვ. თოფჩიევის სახ. ნავთობქიმიური სინთეზის ინსტიტუტის ლაბორატორიის გამგე, აკადემიკოსი ბ. დოლოგოპლოსკი, სსრკ მედიცინის მეცნ. აკადემიის პრეზიდენტი აკადემიკოსი ვ. ტიმაკოვი, სსრკ მეცნ. აკად. ნეიტრონული ფიზიკის სამეცნიერო საბჭოს თავმჯდომარე აკადემიკოსი ბ. პონტეკოროვო, ყურხალ „ხიმია ი ქიზნის“ მთავარი რედაქტორი აკადემიკოსი ი. პეტრიანოვ-სოკოლოვი.

საიუბილეო სხდომა გახსნა აკადემიის პრეზიდენტმა აკადემიკოსმა ი. ვეკუამ.

საქართველოს კომუნისტური პარტიის ცენტრალური კომიტეტის, საქართველოს სსრ უმაღლესი საბჭოს პრეზიდიუმისა და საქართველოს სსრ მინისტრთა საბჭოს სახელით სხდომის მონაწილეებს მიესალმა რესპუბლიკის მინისტრთა საბჭოს თავმჯდომარე ამხანაგი გ. ჯავახიშვილი.

მოსხენებით — „სსრ კავშირის მეცნიერებათა აკადემიის 250 წლისთავი და ქართული მეცნიერების განვითარება“ — გამოვიდა აკადემიის პრეზიდენტი აკადემიკოსი ი. ვეკუა (მოსხენება იბეჭდება ქვემოთ).

მოსხენების დასასრულს ქართველ მეცნიერთა და მთელი ქართველი ხალხის სახელით აკადემიკოსმა ი. ვეკუამ მადლობა გადაუხადა სსრ კავშირის მეცნიერებათა აკადემიის კოლექტივს იმ დიდი ზრუნვისათვის, რომელსაც იგი იჩენს ქართული მეცნიერების განვითარებისადმი. ამასთანავე, აკადემიკოსმა ი. ვეკუამ სსრკ მეცნ. აკადემიის დელეგაციის მეთაურს აკად. მ. მარკოვს გადასცა სსრკ მეცნიერებათა აკადემიის 250 წლისთავისადმი მიძღვნილი საიუბილეო კრებული, გამოცემული ამ მნიშვნელოვან თარიღთან დაკავშირებით.

სსრ კავშირის მეცნიერებათა აკადემიის სახელით გამოვიდა სსრკ მეცნ. აკადემიის პრეზიდიუმის წევრი, სსრ კავშირის მეცნ. აკად. დელეგაციის მეთაური აკად. მ. მარკოვი. იგი გულთბილად მიესალმა ქართველ კოლეგებს, საზეიმო სხდომის ყველა მონაწილეს, მათი სახით კი მთელ ქართველ ხალხს. მანვე სხდომას მოახსენა, რომ მინდობილი აქვს გადასცეს საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის საპატიო პრეზიდენტს, აკადემიკოს ნ. მუსხელიშვილს სსრ კავშირის მეცნ. აკადემიის უმაღლესი ჯილდო — მ. ლომონოსოვის სახელობის ოქროს მედალი, რომლითაც იგი დაჯილდოვდა.

მისასალმებელი სიტყვებით გამოვიდნენ: თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ფოლკლორის კათედრის გამგე, პროფ. ქ. სიხარულიძე, თბილისის



ს. კიროვის სახ. ჩარხსაშენებელი ქარხნის ხარატი, სსრ კავშირის უმაღლესი საბჭოს დეპუტატი ზ. სარალიძე, საქართველოს მწერალთა კავშირის პრეზიდენტის თავმჯდომარე გ. აბაშიძე, საქართველოს ვ. ი. ლენინის სახ. პოლიტექნიკური ინსტიტუტის სტუდენტთა სამეცნიერო საბჭოს თავმჯდომარე ტექნ. მეც. კანდ. ნ. ლოლობერიძე.

## ЮБИЛЕЙНОЕ ЗАСЕДАНИЕ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, ПОСВЯЩЕННОЕ 250-ЛЕТИЮ АКАДЕМИИ НАУК СССР

27 мая в Государственном академическом театре им. Ш. Руставели состоялось юбилейное торжественное заседание Академии наук Грузинской ССР, посвященное 250-летию Академии наук СССР.

В президиуме торжественного заседания находились товарищи П. Г. Гиლაшвили, Г. Д. Джавахишвили, Г. С. Дзоценидзе, Т. И. Мосашивили, О. Е. Черкезия, А. Н. Чуркин, Э. А. Шеварднадзе, ответственный работник ЦК КПСС Л. И. Мазур, руководитель делегации АН СССР, академик-секретарь Отделения ядерной физики АН СССР М. А. Марков, члены делегации — директор Института мировой экономики и международных отношений академик Н. Н. Иноземцев, начальник Всесоюзного института легких сплавов академик А. Ф. Белов, заведующий лабораторией Института нефтехимического синтеза имени А. В. Топчиева академик Б. А. Долгопоск, президент Академии медицинских наук СССР академик В. Д. Тимаков, председатель Научного совета по нейтронной физике АН СССР академик Б. Н. Понтекорво, главный редактор журнала «Химия и жизнь» академик И. В. Петрянов-Соколов.

Юбилейное заседание открыл президент АН Грузинской ССР академик И. Н. Векуа.

От имени Центрального Комитета КП Грузии, Президиума Верховного Совета и Совета Министров Грузинской ССР участников заседания приветствовал председатель Совета Министров республики тов. Г. Д. Джавахишвили.

С докладом «250-летие Академии наук СССР и развитие грузинской науки» выступил президент АН Грузинской ССР академик И. Н. Векуа (доклад публикуется ниже). По окончании доклада академик И. Н. Векуа от имени грузинских ученых и всего грузинского народа выразил благодарность коллективу Академии наук СССР за большую заботу о развитии грузинской науки. Академик И. Н. Векуа передал главе делегации АН СССР акад. М. А. Маркову изданный к этой знаменательной дате юбилейный сборник, посвященный 250-летию АН СССР.

От имени АН СССР выступил член Президиума АН СССР академик М. А. Марков, тепло приветствуя грузинских коллег, всех участников торжественного заседания, а в их лице и весь грузинский народ. Академик М. А. Марков сообщил, что ему поручено передать почетному президенту АН СССР академику Н. И. Мухелишвили высшую награду АН СССР — золотую медаль им. М. В. Ломоносова, которой он награжден.

С приветственными речами выступили: заведующая кафедрой фольклора Тбилисского государственного университета проф. К. А. Сихарулидзе, токарь Тбилисского станкостроительного завода им. С. М. Кирова, депутат Верховного Совета СССР З. Г. Саралидзе, председатель президиума Союза писателей Грузии Г. Г. Абашидзе, председатель Студенческого научного совета Грузинского политехнического института имени В. И. Ленина кандидат технических наук Н. В. Гогоберидзе.



## ДОКЛАД ПРЕЗИДЕНТА АН ГРУЗИНСКОЙ ССР АКАДЕМИКА И. Н. ВЕКЪА «250-летие АКАДЕМИИ НАУК СССР И РАЗВИТИЕ ГРУЗИНСКОЙ НАУКИ»

Товарищи, в этом году широко отмечается в нашей стране знаменательная дата — 250-летие основания главного штаба советской науки — Академии наук СССР.

На протяжении четверти тысячелетия Академия наук прошла славный путь, отмеченный крупнейшими научными достижениями. Но ее деятельность в полной мере развертывается лишь после Великой Октябрьской революции, когда наука и все достижения культуры были поставлены на службу народу. Великий Ленин, основатель Советского государства, высоко оценивая роль науки в строительстве нового общества, предначертал Академии наук план ее дальнейшей деятельности. По поручению Ленина Академия наук выполнила большую работу по изучению производительных сил и природных богатств страны. Научные разработки Академии легли в основу многих важных мероприятий Советского государства по ликвидации разрухи и нормализации хозяйственной жизни страны.

Благодаря неустанной заботе партии и правительства Академия наук превратилась в крупнейшую научную организацию с разветвленной сетью отделений, институтов, филиалов и баз, играющую перво-степенную роль в жизни Советского государства.

Вот некоторые данные, характеризующие бурный рост Академии наук за советский период. Число научных учреждений Академии накануне революции: в 1916 г. — 41, сегодня же — 246. Рост ровно в шесть раз. Число академиков: в момент открытия, в 1725 г. — 15, через 100 лет, в 1825 г. — 22, а накануне Октября, в 1916 г. — 47, теперь же — 237, рост по сравнению с 1916 г. (на 190 единиц) также в шесть раз. В учреждениях Академии наук СССР в настоящее время работают 38 700 научных сотрудников, среди них 3342 доктора и 16509 кандидатов наук. Этот мощный коллектив ведет работу широким фронтом на переднем крае современной науки, успешно решая научные и прикладные задачи фундаментального значения.

Партия и правительство высоко оценивают деятельность Академии наук СССР, ее большой вклад в развитие отечественной и мировой науки. Ярким выражением этого является награждение ее двумя орденами Ленина.

«Мы гордимся нашей Академией наук, — говорил на XXIII съезде партии Генеральный секретарь Центрального Комитета Леонид Ильич Брежнев. Она окружена вниманием и заботой партии и народа, беззаветно и преданно служит нашей стране, мировой цивилизации. Величайшие завоевания отечественной науки, которые способствовали возвышению нашей Родины, непосредственно связаны с деятельностью Академии наук СССР».

Нас, всех советских ученых, глубоко волнует и искренне восхищает столь высокая оценка деятельности Академии наук СССР, ее больших заслуг перед Советским государством.



Академия наук СССР, являясь преемником и продолжателем лучших традиций бывшей Росийской (в разные периоды С.-Петербургской, Императорской) Академии наук, всегда была средоточием крупнейших научных сил. Ученые Академии наук внесли неоценимый вклад в сокровищницу отечественной и мировой науки. Имена Михаила Ломоносова, Леонарда Эйлера, Пафнутия Чебышева, Карла Бэра, Ивана Павлова, Игоря Курчатова, Сергея Королева и многих других завоевали ей вечную славу.

Академия наук всегда принимала деятельное участие в решении важнейших задач государства.

В годы первых пятилеток, в период Великой Отечественной войны советского народа против фашистских захватчиков и в послевоенное время Академия наук СССР неизменно шла в ногу с партией и Советским правительством, выполняя большую работу по мобилизации научных сил для решения важнейших государственных и народно-хозяйственных задач. Достаточно вспомнить поистине титаническую работу, которую выполнили за короткий срок ученые Академии по разработке научных и практических проблем атомной энергетики. Трудно переоценить громадное значение вклада Академии наук в решение этой жизненно важной задачи не только для нашего государства, но и для судьбы всего человечества.

Новый век человеческой истории — век освоения космического пространства — начался с исторического полета Юрия Гагарина, и это эпохальное событие было подготовлено и осуществлено благодаря теоретическим и экспериментальным изысканиям советских ученых при руководящем участии Академии наук СССР.

В последние два десятилетия, когда наша страна, ликвидировав последствия войны, осуществляет грандиозную программу строительства коммунистического общества, Академия наук СССР выполняет огромную по своим масштабам и значению работу по развитию фундаментальных исследований в области естественных и общественных наук и по внедрению научных достижений в практику. Коллективы институтов Академии наук СССР, составляя передовой отряд советских ученых, направляют все свои усилия на ускорение научно-технического прогресса. Вместе с ними плодотворно трудятся ученые академий наук союзных республик и многочисленных отраслевых научно-исследовательских институтов и вузов страны.

Академия наук СССР в широких масштабах развивает международное научное сотрудничество. Направляя эту деятельность в соответствии с ленинским внешнеполитическим курсом нашего государства, она оказывает положительное влияние на разрядку международной напряженности.

Сегодня, на этом торжестве, разумеется, необходимо и уместно хоть немножко заглянуть в глубь истории Академии наук.

Говорить об истории Академии наук СССР, разумеется, нельзя минуя Петра I. Основание Академии наук, безусловно, было одним из лучших «Петра творений». Петр жил в эпоху крупнейших научных открытий, когда в Англии творил гениальный Ньютон, открывший величайший из законов природы — закон всеобщего тяготения и создавший (одновременно с Лейбницем) одно из лучших творений человеческого гения — дифференциальное и интегральное исчисление. Нет сомнения, что Петр, с присущей ему прозорливостью, мог оценить всю важность этих эпохальных научных открытий. Ведь не случайно он пользовался высокой репутацией в ученом мире Запада, был почетным членом Парижской Академии наук, дружил с Лейбницем и переписывался



ся со многими другими выдающимися мыслителями. И нет ничего удивительного в том, что он твердо задался целью создать Академию наук в России, причем первоклассную, и привлечь туда на работу самые лучшие научные силы Европы. Правда, после обнародования в январе 1724 г. указа об учреждении Академии наук Петр вскоре умер, но воля его была исполнена и Академия начала функционировать с 1725 г. В указе были определены весьма благоприятные условия для работы Академии и специально было подчеркнуто, «чтобы академики в потребных способах недостатку не имели». Согласно этому для Академии были построены специальные здания (например, Кунсткамера), а также был передан ей ряд других зданий, например дом Шафировова, бывшего дипломата в опале, дворец вдовы царя Ивана V — брата и соправителя Петра I. Многие из них сохранились до сего времени (Кунсткамера, Кикины палаты и др.). Кунсткамера, реставрированная после второй мировой войны по инициативе президента АН СССР академика С. И. Вавилова, служит теперь символом Академии наук. Она изображена, например, на всех юбилейных изданиях.

Вообще, прибегая к современной терминологии, можно сказать, что для Академии была создана неплохая материально-техническая база. Академики — их было в первом составе 15 — получали от одной до двух тысяч рублей в год при обеспечении квартирой, освещением и отоплением за казенный счет. Кроме того, отпускаясь специальные средства на содержание лабораторий, приобретение приборов, комплектование библиотек, издание известий Академии и на другие цели. Эта база в течение почти 200 лет, предшествовавших началу советской эпохи, не получала существенного приращения.

Первыми академиками стали ученые с мировым именем, в большинстве иностранцы. Но в Академии наук, наряду со знаменитыми иностранцами — математиком Эйлером, механиком Бернулли и др., вскоре появились и славные русские имена. Одним из первых русских академиков и самым блестящим был М. В. Ломоносов (1711—1765) — слава и гордость отечественной науки.

Многие иностранные ученые, приехавшие в Россию, навсегда связали свою судьбу с ней. Один из первых академиков — Леонард Эйлер, по меткому выражению академика А. Н. Крылова, «величайший ученый всех времен и народов», по происхождению швейцарский немец из Базеля, сын пастора, более 30 лет жил и творил в Петербурге. Здесь он женился, изучил русский язык; скончался в возрасте 76 лет, в 1783 г. Эйлер оставил многочисленное потомство (еще при жизни у него было 26 внуков). Его потомки до сих пор живут в Ленинграде. Эйлер — родоначальник петербургской математической школы, славными продолжателями традиций которой были В. Я. Буняковский, М. В. Остроградский, П. Л. Чебышев, А. М. Ляпунов, А. А. Марков, В. А. Стеклов, А. Н. Крылов, а в советский период — академик И. М. Виноградов. Эти традиции, безусловно, имели влияние на развитие грузинской математики в наши дни через ее главу академика Н. И. Мусхелишвили, продолжателя славных традиций петербургской математической школы.

Петербургская Академия наук всегда играла выдающуюся роль в культурной жизни русского государства. Она объединяла многих передовых мыслителей, которые своими научными трудами и практическими делами прославились на весь мир. Среди них были крупнейшие математики, естествоиспытатели, географы, геологи, лингвисты, историки, археологи. В XVIII и XIX вв. по инициативе Академии наук был организован целый ряд важных экспедиций по изучению природных ресурсов и географическому описанию обширного Российского государ-





ства, исследованием морей и океанов. Собранные экспедициями материалы представляли огромную ценность для изучения производительных сил центральных областей и окраин России. Без внимания не был оставлен и Кавказ, в частности Грузия. По политическим мотивам правители России издавна проявляли живой интерес к Грузии. Поэтому Академия наук с самого начала большое внимание уделяла истории Грузии, ее культуре.

Здесь я позволю себе заглянуть немножко в глубь истории русско-грузинских культурных связей. В этих отношениях открываются замечательные исторические факты, изобилующие примерами благородства и бескорыстия, которые живо перекликаются с современной советской действительностью. Поэтому сегодня, когда мы торжественно отмечаем славный путь, пройденный Академией наук СССР за 250 лет ее существования, уместно вспомнить об этих фактах.

Непрерывные враждебные действия правителей Ирана и Турции вынуждали грузинских царей и владетельных князей искать убежища в России. Они покидали родину вместе со своими приближенными и поселялись целыми колониями сперва в Москве — имеретинский царь Арчил и его двор (1699 — 1713), картлийский царь Вахтанг VI и его многочисленная свита (1724—1737), а затем в Петербурге — потомки царя Ираклия II — Теймураз, Давид и Иоани Багратиони и др. В грузинских колониях в Москве и Петербурге подвизались многие выдающиеся деятели грузинской культуры, вынужденные покинуть родину; стремясь продолжать на новом месте научную и просветительную деятельность, они устанавливали контакты с передовыми представителями русского общества, от которых ждали помощи и содействия.

Значительную поддержку грузины-эмигранты получали от Академии наук; при ее содействии создавались типографии, где печатались грузинские книги духовного и светского содержания. Много книг переводилось с русского на грузинский и наоборот, издавались русско-грузинские словари и т. п.

В XVII в. в Москве трудились известный писатель и лексикограф Саба-Сулхан Орбелиани, царевич Вахушти Багратиони — крупный ученый историк, географ и картограф и др. Я позволю себе здесь более подробно сказать о деятельности Вахушти, так как она тесно связана с Академией наук.

Вахушти имел тесный контакт с известным академиком Ж. Н. Делилем — астрономом и географом. Еще совсем молодым Вахушти совместно с Г. Туманишвили предпринял подробное статистическое описание Нижней Картли и выполнил ряд геодезических работ по поручению отца — Вахтанга VI. Свои научные занятия Вахушти продолжил и в России, причем его контакты с Делилем окрепли, по-видимому, именно на почве научных успехов, которых достиг Вахушти в области географии и картографии. В 1745 г. Вахушти завершил свой капитальный научный труд «Историко-географическое описание Грузии», который и сегодня является настольной книгой для специалистов. К нему был приложен составленный Вахушти в 1735 г. атлас, удостоенный неослабного интереса со стороны русских и иностранных исследователей. Вскоре Ж. Н. Делиль перевел атлас Вахушти на французский язык. Перевод же на русский язык был осуществлен в 1739 г. сотрудниками географического департамента Петербургской Академии наук. Этот факт свидетельствует не только о наличии тесного контакта между двумя учеными, но и о том, что работой Вахушти интересовалась и Академия. В последующие годы Вахушти сотрудничал с М. В. Ломоносовым, возглавлявшим Географический департамент Российской Академии наук в течение почти десяти лет, с 1757 по 1765 г.



Несколько позже, во второй половине XVIII столетия первое комплексное географическое исследование Грузии, особенно долины Куры и Риона, было проведено академической экспедицией под руководством академика Иоганна Гюльденштедта.

Академия наук положила начало систематическому изучению историографии и богатого культурного наследия грузинского народа еще в дореволюционный период. Были переведены и изданы важнейшие исторические книги и литературные памятники. Эти научные публикации знакомили широкую научную общественность с историческим прошлым Грузии, с ее богатой литературой и памятниками материальной культуры. Академия наук издала полный русско-грузинский словарь, организовала ряд экспедиций для описания и изучения древнейших грузинских книгохранилищ на Синае (Палестина) и Афоне (Греция), выполнила исследования древних архитектурных памятников как на территории нынешней Грузии, так и за ее пределами. В Грузию направляются исследователи (в большинстве случаев грузины) для собирания фольклорного, этнографического и других материалов, характеризующих быт и обычаи народа.

При восточном факультете Петербургского университета была создана кафедра грузинского языка; здесь преподавали историю Грузии и другие грузиноведческие дисциплины. В Московском университете читался курс истории грузинской литературы. Все эти и другие подобные мероприятия, осуществляемые Академией наук совместно с Московским и Петербургским университетами, имели огромное значение для развития грузинской науки и культуры в мрачные годы царского самодержавия. Прямо или косвенно они оказывали положительное влияние на народное самосознание; через знакомство с богатым культурным наследием и историей, полной героических эпизодов борьбы народных масс с иноземными поработителями, в народе постепенно пробуждался интерес также к жгучим современным социально-экономическим вопросам.

Пионерами развития научного грузиноведения в Петербургской Академии наук являются академик Мари-Фелисите Броссе и почетный член Академии Теймураз Багратиони.

Перу Теймураза принадлежат ценные исследования по руствелологии, грузинскому стихосложению, истории Грузии и т. д.

Заслуги акад. Броссе в области грузиноведения поистине огромны. В своих многочисленных трудах он затрагивает и изучает фундаментальные вопросы истории Грузии, грузинской литературы, грузинской грамматики. Перед наукой в то время стояла важная задача научного изучения Летописи Грузии — «Картлис цховреба» — этой подлинной энциклопедии грузинской истории. Для критического разбора сведений «Картлис цховреба» академик Броссе на протяжении 10 лет (1838—1848) собрал огромное количество отечественных и иноземных источников, опубликовал их, перевел полный текст памятника и напечатал в Академии наук. Значительным событием в истории руствелологии было петербургское издание поэмы Шота Руставели «Витязь в тигровой шкуре» на грузинском языке, осуществленное в 1841 г. под редакцией Броссе.

Тесно связана с Академией наук деятельность Давида Чубинашвили, заслуженного профессора Петербургского университета, известного в России и за границей своими трудами по лексикографии. С 1840 г. в Петербурге по распоряжению Академии наук выходят фундаментальные словари Чубинашвили — грузинско-русско-французский,



русско-грузинский, грузинско-русский, встреченные особым вниманием со стороны Академии наук, присудившей их автору полную Демидовскую премию. Большую работу Чубинашвили провел по подготовке к изданию известного капитального труда «Переписка грузинских царей с российскими государями», выпущенного в свет Петербургской Академией наук в 1861 г.

Пресмником профессора Чубинашвили на кафедре грузинской словесности Петербургского университета в 1871 г. стал известный ученый Александр Антонович Цагарели, перу которого принадлежит целый ряд основополагающих трудов по грузинскому языку и литературе.

Теснейшими узамы был связан с Академией наук известный грузинский историк Дмитрий Захарьевич Бакрадзе, постоянно работавший в Тбилиси. В 1879 г. Бакрадзе избирается членом-корреспондентом Академии наук по разделу восточной словесности.

Тесный контакт с Академией наук поддерживал крупный историк Е. С. Такаишвили, окончивший в 1890 г. Петербургский университет. Он являлся членом Русского Археологического общества и одним из основателей его Кавказского отделения и Историко-археологического института в Тбилиси.

Новой, высшей ступени развития грузиноведение достигло в период научной деятельности академика Н. Я. Марра, ученого универсального типа. Марр — востоковед в широком смысле этого слова, кавказовед, лингвист, историк, археолог, филолог. Он основал в Академии и университете специальные журналы и серии изданий, где публиковались главным образом грузиноведческие труды, исследование — тексты древнегрузинской письменности («Христианский Восток», «Тексты и разыскания по армяно-грузинской филологии», «Монумента агрография георгики» и т. д.). По словам академика И. А. Джавахишвили, Марр «сразу же поднял уровень грузинской филологии на такую высоту, на которой находилась современная ему филология Западной Европы». Академия наук под редакцией Марра издала множество памятников грузинской словесности, капитальные труды самого Марра и его учеников по истории грузинской литературы и картвельским языкам, грамматики, словари, исследования по истории Грузии и т. д. Академик Марр воспитал целую плеяду учеников-грузиноведов, впоследствии выдающихся деятелей науки — И. А. Джавахишвили, И. А. Кипшидзе, А. Г. Шанидзе, Г. С. Ахвледиани, И. В. Абуладзе, В. М. Беридзе, В. С. Путуридзе, Г. С. Читая, В. Д. Дондуа, Г. Н. Чубинашвили и др. Эти имена хорошо знакомы всем нам.

Развернутая в стенах Российской Академии наук грузиноведческая наука завоевала всемирное признание. Посредством изданных Академией наук исторических и литературных памятников широкий круг общественности познакомился с богатым культурным наследием и историей Грузии. Благодаря плодотворной деятельности ученых Академии грузиноведение, или, как теперь говорят, картвелология, стало одной из важных дисциплин мировой филологической науки.

Нельзя без волнения вспомнить эти факты, говорящие об огромном внимании, уделяемом Академией наук задолго до наших дней, на протяжении почти целого века, изучению истории Грузии и ее древней культуры. Ведь это имело место в то время, когда официальная линия царских сановников на Кавказе, направленная на руссификацию края и подавление всяких признаков возрождения национального самосознания, была совершенно противоположна деятельности прогрессивных представителей русской академической мысли.



Но это было лишь одним из ярких проявлений существовавших издавна дружеских взаимоотношений между русским и грузинским народами. Они зародились в тяжелые для Грузии времена и имели глубокие исторические корни и последствия. В ходе истории эти отношения, преодолев на своем пути много препятствий, создаваемых чернотенцами и всякого рода шовинистами, переросли в великую дружбу, объединившую усилия всех наших народов в совместной борьбе с царским самодержавием, во время великой битвы с гитлеровскими захватчиками и в дни мирного труда на стройках коммунизма. Благоприятные плоды этой многовековой дружбы мы ощущаем на каждом шагу и в бурном развитии науки и культуры, и в грандиозном подъеме экономики нашей республики.

До сих пор мы говорили, главным образом, об историко-филологических науках, но имеются также интересные исторические факты, свидетельствующие о наличии плодотворных русско-грузинских научных связей и в других областях знания, которые имели решительное влияние на развитие физико-математических и естественных наук в Советской Грузии.

Вернемся несколько назад к взаимоотношениям между Делилем и Вахушти. Сохранились интересные письма академика Делиля к Леонарду Эйлеру, из которых явствует, что, по-видимому, сын Вахушти обучался у Эйлера. «...Поскольку я не мог иметь чести говорить с Вами в прошлый понедельник относительно молодого грузинского князя, — пишет Делиль, — которого очень рекомендуют мне и который сам вполне оправдывает всякую рекомендацию, я направляю его теперь к Вам. Наследный грузинский князь — его дядя предназначает ему карьеру инженера; и так как для этого ему необходимы основательные знания по математике, прошу Вас сказать ему, согласитесь ли Вы принять его в число своих учеников; он знает латынь и немецкий и потому сможет легче воспользоваться Вашими уроками. Его дядя, который ничего не жалеет ради воспитания молодого человека, будет Вам крайне признателен»<sup>(1)</sup>.

Дальнейшая судьба этого наследного князя нам не известна, но для нас теперь важно то, что поступить к великому Эйлеру в ученики мог лишь очень одаренный молодой человек, твердо решивший серьезно заняться математикой и механикой. Надо сказать, что мы теперь знаем много примеров наличия глубокой заинтересованности в среде грузинской молодежи точными науками раньше и позже этого времени. Известно, что при Петре I начальником всей артиллерии Российской империи был грузинский царевич Александр Багратиони — сын имперетинского царя Арчила, друг детства Петра. Надо полагать, что добиться такого высокого положения по артиллерийской части при Петре Великом мог лишь человек, который несомненно преуспевал в занятиях по математике. Известно, что сам Петр очень уважал математику и к концу жизни даже овладел довольно широкими познаниями в этой области. Кроме того, Вахушти, занимаясь в молодости геодезическими работами и картографией, безусловно, знал хорошо математику. Если к этому добавить, что в XVIII в. на грузинском языке была создана целая серия оригинальных и переводных книг и учебников по физике, математике, химии и другим дисциплинам (многие были переведены с русского), то станет ясным, что в то время в грузинском обществе существовал широкий интерес к точному естествознанию. Иначе трудно себе представить, что эти книги переводились просто для праздного любопытства или для очень ограниченного круга

(1) Русско-французские научные связи. Л., 1968, 132.



лиц. Едва ли, например, Вахтанг VI, очень занятой государственными делами царь, только при пустой забавы переводил астрономические трактаты Улугбека, заново издавал труд грузинского астронома Абу-серидзе, современника Шота Руставели, писал оригинальные учебники физики и химии, сам проводя при этом интересные химические и оптические эксперименты, описанные в учебнике и т. п. Мы имеем много примеров, показывающих, что интерес к точным наукам в Грузии не угас и позже, в XIX в. Приведу несколько примеров.

В 1842 г. в физическом кабинете Петербургской Академии наук начал работать Петр Романович Багратиони, родной племянник героя Отечественной войны 1812 г. Петра Ивановича Багратиони. Он вскоре сделал важное открытие в химической технологии металлов и считается основоположником современного металлургического процесса извлечения золота из руд при помощи цианистого раствора. Его основной труд опубликован по представлению академика Ленца в «Бюллетенях Петербургской Академии наук» за 1843 г.

Еще один пример из области химии. Начиная с семидесятых годов прошлого века в Одесском университете подвизались профессора В. М. Петриашвили и П. Г. Меликишвили, которые, работая там около полувека, развили весьма плодотворную научно-педагогическую деятельность. Из их учеников вышли выдающиеся русские химики академики Н. Д. Зелинский, А. Е. Ферсман, Б. А. Казанский, Л. В. Писаржевский и др. П. Г. Меликишвили вместе с его учеником Л. В. Писаржевским выполнили важные исследования в области органической химии, за что им была присуждена Академией наук Ломоносовская премия. Д. И. Менделеев назвал их «укрепителями периодической системы элементов». Будучи уже профессором Тбилисского университета П. Г. Меликишвили был избран в 1927 г. членом-корреспондентом АН СССР. Он был одним из основателей Тбилисского университета, его первым ректором и основоположником и главой школы грузинских химиков. Профессор В. М. Петриашвили до конца жизни работал в Одессе (умер в 1908 г.), где в 1907 г. был избран ректором университета, но его научные труды, в частности сочинение «Производство вина», написанное на грузинском языке, имели большое значение для развития биохимии в Советской Грузии.

Кстати, отметим, что акад. Л. В. Писаржевский — ученик П. Г. Меликишвили, приняв приглашение Грузинского политехнического института, приехал в Тбилиси в 1929 г. и в течение ряда лет развивал здесь кипучую деятельность: возглавлял кафедру физической химии в политехническом институте, организовал Институт физической и органической химии им. П. Г. Меликишвили АН СССР, воспитал учеников.

Пример из области биологии. В 1869 г. Медико-хирургическую академию окончил Иван Рамазович Тархнишвили (Тархан-Моурави), который, работая затем профессором Академии и Петербургского университета, провел крупные работы в области физиологии. Он был учеником великого русского естествоиспытателя И. М. Сеченова и талантливым продолжателем его материалистического учения. Эти традиции через академика И. С. Бериташвили, главу грузинских физиологов, воспитанника Петербургского университета, имеют прямую связь с бурным развитием физиологической науки в Грузии после установления Советской власти.

В начале XX в. в университетах и других высших учебных заведениях расширяется круг лиц из Грузии, успешно занимающихся научными исследованиями в области математики, биологии и т. д. Вернувшись на родину после Великой Октябрьской революции зрелыми



учеными, они приняли активное участие в работе Тбилисского университета, основанного в 1918 г. по инициативе группы ученых во главе с И. А. Джавахишвили. Значительные успехи университета за первые два десятилетия его существования, подготовившие почву для создания Академии наук республики, объясняются тем, что в его работе принимали участие первоклассные ученые, вернувшиеся в Грузию с большим запасом научных идей и традициями, усвоенными в стенах Российской Академии наук и ведущих русских университетов. Поэтому вышеприведенные примеры из истории русско-грузинских взаимосвязей в области науки имеют особый интерес для нас сегодня, составляя по существу предысторию зарождения и становления грузинской советской науки.

Говоря о процессе развития науки в Грузии, нельзя не сказать о связях настоящего с культурными традициями прошлого, и это тем более необходимо, что нити, связывающие современность с далеким прошлым, ведут первым долгом к великой эпохе Давида Стропателя и Руставели, когда в Гелатской и Икалтойской академиях Иоанн Петрици, Арсен Икалтоели и многие другие мыслители того времени создавали философские трактаты и научные произведения, многие из которых до сих пор не потеряли исторического и познавательного значения. Возрождение лучших традиций прошлого обогатило язык, литературу, вообще культуру, и прошлое поставило на службу настоящего.

И я позволю себе еще раз с благодарностью вспомнить, что этот путь к глубокому изучению и освоению богатого культурного наследия прошлого грузинского народа впервые проложила Российская Академия наук блестящими научными исследованиями и публикациями.

Для создания Академии в республике условия неуклонно созрели. Для этого огромное значение имела та помощь, которую республика получала от Академии наук СССР в деле подготовки научных кадров.

Начиная с 1929 г. широко открываются двери аспирантуры Академии наук СССР для молодежи союзных республик. Нужно отметить, что благодаря мудрой политике нашей партии именно через аспирантуру Академии наук СССР впервые в истории широким потоком вливается в науку молодежь из глубин народных масс, дети рабочих, крестьян, трудовой интеллигенции. Здесь проходят подготовку и защищают диссертации по самым разным специальностям сотни научных работников из Грузии. Ученые, прошедшие аспирантскую подготовку в Академии наук СССР, вскоре заняли ведущее положение в научных учреждениях и высших учебных заведениях республики, многие из них создали свои научные направления и школы.

В тридцатых годах Академия наук СССР приступила к организации своих филиалов в союзных республиках. В 1933 г. в Тбилиси был создан Закавказский филиал АН СССР, а затем были организованы три его отделения — Грузинское в Тбилиси, Армянское в Ереване и Азербайджанское в Баку. Закавказский филиал, а также его Грузинское отделение возглавлял академик Н. Я. Марр.

Началом работы Грузинского отделения можно считать историческое заседание от 22 сентября 1933 г. в Тбилисском университете под председательством Н. Я. Марра. В работе заседания приняли участие ученые всех поколений, в том числе профессора Н. И. Мухелишвили, И. С. Бериташвили, А. И. Джанелидзе, А. А. Твалчрелидзе.

В 1935 г. перестал существовать Закавказский филиал и его отделения были преобразованы в филиалы АН СССР — Азербайджанский, Армянский и Грузинский.



В состав Грузинского филиала, кроме учреждений бывшего Грузинского отделения, вошел ряд научно-исследовательских учреждений, существовавших тогда при университете и Народном комиссариате просвещения Грузии. Благодаря этому, Грузинский филиал быстро окреп и превратился в крупный научный центр. Вот что писал в своей официальной докладной записке в Президиум АН СССР вице-президент академик В. Л. Комаров, специально приехавший в Тбилиси в связи с организацией Грузинского филиала АН СССР: «В Тифлисе я ознакомился довольно детально со структурой и работой Грузинского филиала Академии наук СССР.

Прежде всего я должен откровенно признаться, что никак не ожидал найти в Тифлисе хоть и молодой, но достаточно развитый и прочно сбитый научный коллектив, организованный в системе Грузинского филиала АН.

Из докладов отдельных институтов и секторов я усмотрел, что программа построена широко и что вряд ли можно сделать указание на какое-либо упущение в этом смысле».

Надо сказать, что к концу тридцатых годов вполне созрели условия для организации Академии наук. Достаточно заметить, что в Грузии были в то время три академика и три члена-корреспондента АН СССР — академики И. С. Бериташвили, И. А. Джавахишвили, Н. И. Мухелишвили, члены-корреспонденты Г. С. Ахвледiani, А. Г. Шанидзе и Г. В. Хачапуридзе. Это свидетельствует о том, что накануне организации Академии наук грузинские ученые имели крупные научные достижения в области истории, филологических, математических и биологических наук. В то время уже сформировались также школы геологов во главе с А. И. Джанелидзе и А. А. Твалчрелидзе, школы психологов во главе с Д. Н. Уznaдзе и др.

В 1941 г. Грузинский филиал был преобразован в Академию наук республики. Она была по счету третья Академия наук в союзных республиках после Украинской, созданной в 1919 г., и Белорусской, организованной в 1929 г. Этот факт сам по себе говорит о высоком уровне науки в то время в Грузии. Президентом Академии наук Грузии был избран академик Н. И. Мухелишвили, проработавший на этом посту более 30 лет. За эти годы под руководством Николая Ивановича Мухелишвили и его соратников Академия наук Грузии выросла в крупный центр советской науки.

Активное участие в работе Грузинского филиала принимал академик И. А. Джавахишвили, к сожалению, не доживший до открытия Академии наук Грузии. В организации и работе Академии наук принимали участие Г. С. Ахвледiani, И. С. Бериташвили, С. Н. Джанашия, А. И. Джанелидзе, К. С. Завриев, Ф. А. Зайцев, Т. К. Кварацхелия, К. С. Кекелидзе, Н. Н. Кецхели, Н. И. Мухелишвили, А. А. Твалчрелидзе, Д. Н. Уznaдзе, Г. В. Хачапуридзе, А. С. Чикобава, Г. Н. Чубинашвили, А. Г. Шанидзе — первые действительные члены Академии наук Грузинской ССР.

После основания Академии наук Грузии связь грузинских ученых с Академией наук СССР стала еще крепче и глубже.

Президиум и отделения Академии наук СССР оказывают большую помощь нашей Академии в организации новых институтов, создании благоприятных условий для развития научных исследований и подготовке кадров. Вот некоторые данные о росте Академии наук Грузии. В 1941 г. в систему Академии входили 14 научно-исследовательских учреждений, в них работали 855 сотрудников — среди них 30 докторов и 111 кандидатов наук. Теперь соответствующие цифры таковы: 42 на-

учных учреждения, — рост в три раза, 4838 научных сотрудников — рост в шесть раз, 314 докторов — рост в 10 раз и 1501 кандидат наук — рост в 15 раз. Эти данные говорят о большом размахе работы Академии.

Президиум АН СССР неоднократно направлял в Грузию ученых с целью ознакомления и оказания помощи научным учреждениям нашей Академии. Их заключения и предложения во многом способствовали ее развитию.

В Тбилиси проходили выездные сессии отделений АН СССР: общей физики и астрономии, наук о Земле, математики, прикладной механики и процессов управления, а также отделений, входящих в секцию химико-технологических и биологических наук и др., в которых активное участие принимали ученые Грузии всех поколений.

В 1967 г. Академию наук Грузии, по приглашению ее Президиума, посетила большая группа ученых Академии наук СССР, возглавляемая ее президентом академиком Мстиславом Всеволодовичем Келдышем. Комиссия подробно ознакомилась с учреждениями нашей Академии и основными направлениями их работы.

После этого, обсудив доклад академика Н. И. Мухелишвили, Президиум Академии наук Союза ССР одобрил деятельность Академии наук Грузии и ее основные научные направления.

Подытоживая состоявшееся обсуждение, академик М. В. Келдыш отметил: «Я должен сказать, что Академия наук Грузинской республики выросла в очень крупное научное учреждение. Причем надо подчеркнуть, что она имеет ряд школ, которые пользуются мировой известностью, школ мирового значения. Это математическая школа, ведущая свое начало от академика Мухелишвили, школа в области физиологии, ведущая свое начало от Бериташвили, школа востоковедения, возглавляемая членом Академии Церетели, и т. д.

За последнее время вырос ряд очень хороших институтов. По физике и химии, как мы здесь слышали, проводятся большие работы». Далее, отметив, что «работы Грузинской Академии вызывают большой интерес и имеют большое значение», академик Келдыш сказал: «... в область прикладных исследований Академия наук Грузии тоже вносит очень большой вклад. И не только в область промышленности, которая находится непосредственно в республике, но эти работы по своему значению выходят за пределы республики. Мы видели там ряд интересных работ по металлургии и видели целый ряд очень интересных работ по автоматике и кибернетике. Все это свидетельствует о большой работе, которая проводится в Грузинской Академии». В заключение академик М. В. Келдыш подчеркнул, что «у Академии наук Грузинской ССР правильный подход к решению задач развития науки, и это главное, что обеспечивает успех».

Мы все единодушно разделяем это высокое мнение академика Келдыша о деятельности Академии наук под руководством Н. И. Мухелишвили и о ее крупных достижениях.

В ряде областей достижения ученых Грузии прочно вошли в сокровищницу советской и мировой науки. К ним относятся работы фундаментального значения грузинских математиков, физиков и астрономов, геологов, химиков и биологов, психологов, историков и лингвистов. Много важного и нового вносят в науку и практику геофизики, географы, институты технического профиля, в особенности работающие в новых направлениях науки и техники (институты кибернетики, систем управления и др.). Успешно развиваются работы в области экономических и правовых наук, философии.





Многие научные результаты ученых нашей Академии имеют значительные практические применения, способствуют ускорению научно-технического прогресса, широко внедряются в производство. В институтах нашей Академии развернута интенсивная научно-исследовательская работа для успешного выполнения задач, поставленных перед советской наукой XXIV съездом КПСС.

Быстрый рост научных учреждений Грузии и укрепление их материально-технической базы являются результатом постоянной заботы партии и правительства. Одним из ярких примеров постоянной заботы Центрального Комитета партии и Советского правительства и лично Генерального секретаря ЦК КПСС товарища Леонида Ильича Брежнева о развитии экономики и культуры нашей республики является принятое 11 января этого года постановление ЦК КПСС и Совета Министров СССР «О мерах по дальнейшему развитию народного хозяйства Грузинской ССР». Реализация этого постановления приведет к дальнейшему резкому подъему экономики и культуры республики. Оно ставит новые ответственные задачи перед научными организациями Грузии. Состоявшийся недавно Пленум ЦК Компартии Грузии, утвердив меры по реализации этого постановления, поручил Академии наук Грузии решение ряда научно-технических задач, необходимых для развития народного хозяйства республики. В ближайшее время Общее собрание нашей Академии специально обсудит итоги Пленума ЦК и утвердит план реализации его постановления. Нет сомнения, что научные коллективы институтов Академии наук Грузии сделают все от них зависящее для того, чтобы с честью выполнить это ответственное задание партии. При том большом внимании и помощи со стороны ЦК Компартии Грузии и правительства республики, которыми окружена наша Академия, нет сомнения, что это обещание мы выполним.

Товарищи, ни характер нашего торжественного собрания, ни регламент не позволяют отдать должное здесь всем учреждениям и ученым АН СССР и осветить в отдельности их выдающуюся роль в развитии науки в нашей республике. Их число так велико и помощь столь разнообразна, что нет никакой возможности здесь это сделать. Можно без преувеличения сказать, что редко найдется такая область науки в республике, в развитие которой не внесла свой ощутимый вклад Академия наук СССР. Говоря это, я выражаю от лица ученых Грузии и всего грузинского народа чувства искренней признательности и величайшей благодарности Академии наук СССР за ее доброе, неизменно благожелательное и конструктивное отношение к вопросам развития грузинской науки и в прошлом и в наше время.

Товарищи, в дни подготовки к юбилейным торжествам Общее собрание нашей Академии избрало почетными академиками президента АН СССР академика Мстислава Всеволодовича Келдыша, академика Ивана Матвеевича Виноградова и академика Николая Николаевича Семенова за их выдающиеся научные заслуги; одновременно, приурочив их избрание к юбилейным дням, Общее собрание нашей Академии этим актом выразило свое глубокое уважение и искреннюю признательность Академии наук СССР, которую эти ученые так блестяще представляют.

Президента Академии наук СССР академика Келдыша хорошо знают советские люди, его знают во всем мире как выдающегося ученого, внесшего большой вклад в развитие науки и техники. Находясь на посту президента АН СССР, академик Келдыш проводит большую научно-организационную работу по мобилизации научных сил для решения актуальных задач науки и поднятия практической эф-



фективности научных исследований. Особо следует подчеркнуть, что академик Келдыш много сделал для развития новых научных направлений в нашей стране.

Академик Иван Матвеевич Виноградов — один из крупнейших математиков современности, является теперь старейшим членом Академии наук СССР. Он избран в январе 1929 г. — 45 лет назад. За ним по времени избрания в Академию следует академик Семенов, крупнейший химико-физик, лауреат Нобелевской премии. Он избран академиком в 1932 г. — 42 года назад.

Наши почтенные академики прислали телеграммы, в которых в теплых словах выражены искренние чувства благодарности за избрание.

Пожелаем, товарищи, нашим новым почетным академикам долгой счастливой жизни во славу советской науки.

Товарищи, празднование 250-летия основания Академии наук СССР, которое широко отмечается в эти дни во всех союзных республиках, является еще одним новым свидетельством того, что в нашем социалистическом обществе наука пользуется всенародным уважением, она является объектом неустанной отеческой заботы партии и правительства.

Позвольте мне от лица всех ученых Грузии выразить глубокую благодарность Центральному Комитету нашей великой партии и Советскому правительству, лично Генеральному секретарю ЦК КПСС Леониду Ильичу Брежневу за отеческую заботу о развитии советской науки, о процветании науки и культуры во всех союзных республиках. Нам, всех советских ученых волнует и восхищает, что старейший и крупнейший научный центр нашей страны, Академия наук СССР встречает свой славный юбилей крупными научными достижениями, заслужившими столь высокую оценку партии и правительства, любовь и уважение всего советского народа.

Ученые Академии наук Грузии от имени всех ученых нашей республики и всего грузинского народа с чувством глубокого уважения и искренней признательности поздравляют Академию наук СССР со славным юбилеем, с 250-летием со дня ее основания и желают ей новых крупных побед на всех фронтах научного творчества.

Слава Академии наук СССР, гордости советского народа!

Да здравствует великая Ленинская партия коммунистов, знаменосец прогресса и мира во всем мире, вдохновитель и организатор всех побед советского народа!



საპარლამენტო პრეზიდიუმის  
В ПРЕЗИДИУМЕ АКАДЕМИИ



7 ივნისს შედგა აკადემიის პრეზიდიუმის სხდომა, რომელმაც განიხილა შემდგომი ორგანოების მითითებანი ქართული საბჭოთა ენციკლოპედიის გამოცემის საქმეში არსებულ სერიოზულ ნაკლოვანებათა და მათი აღმოფხვრის შესახებ.

პრეზიდიუმმა სავსებით მოიწონა და მართებულად მიიჩნია მითითებებში მოყვანილი კრიტიკული შენიშვნები. ქართული საბჭოთა ენციკლოპედიის მთავარი სარედაქციო კოლეგიისა და სპეციალური სამეცნიერო რედაქციის მუ-



შაობის უკეთ წარმართვისა და კონტროლის მიზნით პრეზიდიუმმა დაადგინა რომ იხელმძღვანელებს ზემდგომი ორგანოების მითითებებით და დასახა რიგი ღონისძიებანი. პრეზიდიუმის დადგენილების შესრულების კონტროლი დაევა-ლა აკადემიის ვიცე-პრეზიდენტს ე. ხარაძეს.

7 июня состоялось заседание Президиума Академии, рассмотревшее указания вышестоящих органов о серьезных недостатках в деле издания Грузинской Советской Энциклопедии и мерах их устранения.

Президиум полностью одобрил критические замечания вышестоящих органов. Для улучшения направления и контроля работы Главной редакционной коллегии и Специальной научной редакции Президиум постановил руководствоваться указаниями вышестоящих органов, в связи с чем наметил ряд мероприятий. Контроль исполнения постановления Президиумом возложен на вице-президента Академии Е. К. Харадзе.

20 ივნისს აკადემიის პრეზიდიუმმა, აკადემიის ვიცე-პრეზიდენტ ს. ღურ-მიშიძის მოხსენების საფუძველზე, განიხილა საკითხი საქართველოს სსრ მეც-ნიერებათა აკადემიის დაწესებულებებში სამეცნიერო კადრების მომზადებისა და გამოყენების შესახებ.

საკვ XXIV ყრილობის გადაწყვეტილებებისა და საქართველოს სსრ მეც-ნიერებათა აკადემიის მატერიალურ-ტექნიკური ბაზის შემდგომი განმტკიცებისა და მისი მუშაობის პირობების გაუმჯობესების ღონისძიებათა შესახებ. პრეზი-დიუმმა დაავალა აკადემიის სამეცნიერო განყოფილებებსა და სამეცნიერო და-წესებულებათა ხელმძღვანელებს შეიმუშაონ და განახორციელონ დამატებითი ღონისძიებანი, რომლებიც უზრუნველყოფენ აკადემიის დაწესებულებების სა-მეცნიერო კადრებთან მუშაობაში არსებული ნაკლოვანებების აღმოფხვრასა და ამ მუშაობის ღონის შემდგომ ამაღლებას.

20 июня состоялось заседание Президиума Академии, рассмотревшее на основе доклада вице-президента Академии С. В. Дурмишидзе вопрос о подготовке и использовании научных кадров в учреждениях АН Грузинской ССР.

В соответствии с решениями XXIV съезда КПСС, указаниями вышестоящих органов о мероприятиях по дальнейшему укреплению материально-технической базы и улучшению условий работы Академии наук Грузинской ССР Президиум обязал руководителей отделений и научных учреждений разработать и провести дополнительные мероприятия, обеспечивающие устранение недостатков, существующих в работе с кадрами, и дальнейшее повышение уровня работы в этом направлении.

4 ივლისს აკადემიის პრეზიდიუმმა განიხილა საკითხი იბერიულ-კავკასიურ ენათმეცნიერების წელიწადულის გამოცემის შესახებ, რასთან დაკავშირებით დასახა სათანადო ღონისძიებანი.

4 июля Президиум Академии рассмотрел вопрос об издании Ежегодника иберийско-кавказского языкознания, в связи с чем наметил соответствующие мероприятия.

პრეზიდიუმმა თავის ღია სხდომებზე მოისმინა სამეცნიერო მოხსენებები: „თანამედროვე ბურჟუაზიული იდეოლოგიის წინააღმდეგ ბრძოლის ზოგიერთი საკითხი“ (მომხსენებელი — აკადემიასთან არსებული საზოგადოებრივ მეც-



ნიერებათა დარგში სამეცნიერო ინფორმაციის სექტორის დირექტორი ისტ. მეცნ. დოქტ. ი. მირცხულავა), „ახალი ალუმინოსილიკატური კატალიზატორები ორგანულ რეაქციებში“ (მომხს. — აკადემიის პ. მელიქიშვილის სახ. ფიზიკური და ორგანული ქიმიის ინსტიტუტის ორგანული კატალიზის ლაბორატორიის ხელმძღვანელი საქ. სსრ მეცნ. აკად. აკადემიკოსი ქ. არემიძე), „ვეფხისტყაოსანი“ მსოფლიო სარბიელზე“ (მომხს. — აკადემიის ლიტერატურის ინსტიტუტის დირექტორი საქ. სსრ მეცნ. აკად. აკადემიკოსი ა. ბარამიძე).

Президиум на своих открытых заседаниях заслушал научные доклады: «О некоторых вопросах борьбы против современной буржуазной идеологии» (докладчик — директор Сектора научной информации по общественным наукам при Академии, докт. ист. наук И. И. Мирцхулава), «Новые алюмосиликатные катализаторы в органических реакциях» (докл. — руководитель лаборатории органического катализа Института физической и органической химии им. П. Г. Меликишвили акад. АН ГССР Х. И. Арешидзе), «Вепхისტკაოსანი» на мировой арене» (докл.—директор Института литературы Академии акад. АН ГССР А. Г. Барамидзе).



სესიები, კონფერენციები, თათბირები  
 СЕССИИ, КОНФЕРЕНЦИИ, СОВЕЩАНИЯ

5—7 ივნისს აკადემიის ფიზიოლოგიის ინსტიტუტმა ჩაატარა III სიმპოზიუმი თემაზე: „თავის ტვინის სისხლით მომარაგება“, რომელზეც მოსმენილ და განხილულ იქნა 32 მოხსენება. სიმპოზიუმის მუშაობაში მონაწილეობა მიიღეს საბჭოთა კავშირისა და საზღვარგარეთის წამყვანმა სპეციალისტებმა.

5—7 июня Институт физиологии Академии провел III симпозиум на тему: «Кровоснабжение головного мозга», на котором было заслушано и рассмотрено 32 доклада. В работе симпозиума приняли участие ведущие советские и зарубежные специалисты.

სსრ კავშირის მეცნ. აკადემიის არაორგანული ქიმიის სამეცნიერო საბჭოს, ნ. კურნაკოვის სახ. ზოგადი და არაორგანული ქიმიის ინსტიტუტის, საქ. მეცნ. აკადემიის ქიმიისა და ქიმიური ტექნოლოგიის განყოფილების, პ. მელიქიშვილის სახ. ფიზიკური და ორგანული ქიმიის ინსტიტუტის, თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის, საქართველოს ვ. ი. ლენინის სახ. პოლიტექნიკური ინსტიტუტის და დ. მენდელეევის სახ. საკავშირო ქიმიური საზოგადოების საქართველოს რესპუბლიკური გამგეობის მონაწილეობით 19—22 ივნისს თბილისში მიმდინარეობდა III საკავშირო თათბირი კობალტის, ნიკელის და მანგანუმის კოორდინაციულ ნერთთა ქიმიაში, რომელიც სსრ კავშირის მეცნ. აკადემიის 250 წლისთავს მიეძღვნა.

თათბირზე მოსმენილ იქნა 133 მოხსენება. თათბირმა შეაჯამა კობალტის, ნიკელის და მანგანუმის კოორდინაციულ ნერთთა ქიმიაში განვლილი 8 წლის გამოკვლევათა შედეგები და დასახა სამეცნიერო კვლევითი მუშაობის განვითარების უმდგომი პერსპექტიული მიმართულებანი.

При участии Научного совета по неорганической химии АН СССР, Института общей и неорганической химии им. Н. С. Курнакова АН СССР, Отделения химии и химической технологии АН ГССР, Института физической и органической химии им. П. Г. Меликишвили АН





ГССР, Тбилисского государственного университета, Грузинского республиканского технического института им. В. И. Ленина, Грузинского республиканского правления Всесоюзного химического общества Д. Н. Менделеева 19—22 июня в Тбилиси было проведено III Всесоюзное совещание по химии координационных соединений кобальта, никеля и марганца, посвященное 250-летию АН СССР.

На заседании было заслушано 133 доклада. Заседание подытожило результаты исследований по химии координационных соединений кобальта, никеля и марганца за истекшие 8 лет и наметило новые перспективные направления дальнейшего развития научно-исследовательских работ.

25—27 ივნისს აკადემიის მართვის სისტემების ინსტიტუტში მიმდინარებდა სსრ კავშირის მეცნ. აკადემიის პრეზიდიუმის სამეცნიერო კვლევების ავტომატიზაციის საბჭოსა და აკადემიის სამეცნიერო კვლევების ავტომატიზაციის საბჭოს ერთობლივი სხდომა.

სხდომის მუშაობაში მონაწილეობა მიიღეს აკადემიის პრეზიდენტმა აკადემიკოსმა ი. ვეკუამ, უზბეკეთის სსრ მეცნ. აკად. პრეზიდენტმა, სსრ კავშირის მეცნ. აკად. წევრ-კორ. ა. სალიკოვმა, ყირგიზეთის სსრ მეცნ. აკად. პრეზიდენტმა, სსრ კავშირის მეცნ. აკად. წევრ-კორ. კ. კარაკეევმა და სხვ.

სხდომამ განიხილა ავტომატიზაციის დარგში აკადემიის დაწესებულებათა მიერ წარმოებული სამუშაოების მდგომარეობა.

25—27 июня в Институте систем управления состоялось совместное заседание Бюро Совета по автоматизации научных исследований при Президиуме АН СССР и Совета по автоматизации научных исследований Академии.

В работе заседания приняли участие: президент Академии академик И. Н. Векуа, президент АН Узбекской ССР член-корреспондент АН СССР А. С. Садыков, президент АН Киргизской ССР член-корреспондент АН СССР К. К. Каракеев и др.

Заседание рассмотрело состояние научно-исследовательских работ, проводимых учреждениями Академии в области автоматизации.



### საერთაშორისო სამეცნიერო კავშირებში МЕЖДУНАРОДНЫЕ НАУЧНЫЕ СВЯЗИ

25—27 ივლისს თბილისს ეწვია სმიტსონის ინსტიტუტთან არსებული საერთაშორისო სამეცნიერო ცენტრის საკვლევი პროექტების ხელმძღვანელი, ამერიკის შეერთებული შტატების რესპუბლიკური პარტიის აქტიური მოღვაწე ელიოტ რიჩარდსონი.

სტუმარი მიიღო აკადემიის აკადემიკოს-მდივანმა ნ. ლანდიამ, რომელმაც ე. რიჩარდსონს გააცნო აკადემიის სამეცნიერო-კვლევით ინსტიტუტებში მიმდინარე კვლევითი სამუშაოები.

25—27 июля Тбилиси посетил руководитель исследовательских проектов Международного научного центра при Смитсоновском институте, активный деятель республиканской партии США Элиот Ричардсон.

Гостя принял академик-секретарь Академии Н. А. Ландия, который ознакомил Э. Ричардсона с текущими исследовательскими работами в научно-исследовательских институтах Академии.

ძრონიკა, ინფორმაცია  
 ХРОНИКА, ИНФОРМАЦИЯ

## მეცნიერთა იუბილეები — ЮБИЛЕИ УЧЕНЫХ

სსრ კავშირის უმაღლესი საბჭოს პრეზიდიუმის 1974 წლის 1 ოქტომბრის ბრძანებულებით მეცნიერების განვითარებაში დამსახურებისათვის, მრავალი წლის ნაყოფიერი პედაგოგიური და საზოგადოებრივი მოღვაწეობისათვის და დაბადების 60 წლისთავთან დაკავშირებით, საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი არჩილ ამბროსის ძე ძიძიგური დაჯილდოვდა შრომის წითელი დროშის ორდენით.

Указом Президиума Верховного Совета СССР от 1 октября 1974 г. за заслуги в развитии науки, многолетнюю плодотворную педагогическую и общественную деятельность и в связи с шестидесятилетием со дня рождения, академик Академии наук Грузинской ССР Арчил Амвросиевич Дзидзигури награжден орденом Трудового Красного Знамени.



ა. ძიძიგური ავტორია მრავალი სამეცნიერო შრომისა, რომელთაგან 6 მონოგრაფია და 10 გამოგონება სამთო მეცნიერების აქტუალურ პრობლემებს ეძღვნება.

მის მიერ გამოკვლეულია მაღაროს ტურბომანქანების დინამიკა; დადგენილია რთულ ქსელებში ერთობლივად მომუშავე ტურბომანქანების მუშაობის მდგრადობის პირობები და დამუშავებულია მათი რეგულირების მეცნიერული საფუძვლები; შესწავლილია სამთო მანქანების და საბურღი დანადგარების დინამიკა, შექმნილია ვიბროდაცვის ორიგინალური კონსტრუქციები; გამოკვლეულია ქვანახშირის საბადოების აირების გამოყოფის სტატიკა და დინამიკა.

ა. ძიძიგური ეწევა დიდ სამეცნიერო-პედაგოგიურ და საზოგადოებრივ მუშაობას.

ა. ძიძიგური — საქართველოს სსრ სახელმწიფო პრემიის ლაურეატი, საქართველოს სსრ მეცნიერებისა და ტექნიკის დამსახურებული მოღვაწე — დაჯილდოებულია საპატიო ნიშნის ორდენით და მედლებით.

А. А. Дзидзигури принадлежит множество научных работ, среди которых 6 монографий и 10 изобретений посвящаются актуальным проблемам горной науки.

Им исследована динамика рудничных турбомашин; определены условия устойчивости работ турбомашин в сложных сетях и разработаны научные основы их регулирования; изучена динамика горных машин и бурильных установок; созданы оригинальные конструкции виброзащиты; исследована статика и динамика выделения газов угольных месторождений.

А. А. Дзидзигури ведет большую научно-педагогическую и общественную работу.

А. А. Дзидзигури — лауреат Государственной премии Грузинской ССР, заслуженный деятель науки и техники Грузинской ССР — награжден орденом «Знак почета» и медалями.





საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსს არჩილ ლუკას ძე ცაგარელს 60 წელი შეუსრულდა.

Академику Академии наук Грузинской ССР Арчилу Лукичу Цагарели исполнилось 60 лет.

გამოჩენილი მეცნიერი-გეოლოგის ა. ცაგარელის კალამს ეკუთვნის ფუნდამენტური ნაშრომები საქართველოსა და კავკასიის იურული და ცარცული ნალექების პალეონტოლოგიის და სტრატოგრაფიის დარგში. კავკასიის ნეოტექტონიკისა და გეომორფოლოგიის კვლევის შედეგად შემუშავდა კონცეფცია უახლესი მოძრაობებისა და ნეოტექტონიკური სტრუქტურების გადამწყვეტი გავლენის შესახებ კავკასიის თანამედროვე მორფოლოგიის ფორმირებაზე, რომელმაც ფართო აღიარება ჰპოვა. განსაკუთრებით უნდა აღინიშნოს ა. ცაგარელის უშუალო მონაწილეობით შედგენილი კავკასიის ტექტონიკური რუკა.

ა. ცაგარელი — მეცნიერი ფართო მეცნიერული დიაპაზონით — საქართველოს სსრ სახელმწიფო პრემიის ლაურეატი, დაჯილდოებულია შრომის წითელი დროშის ორდენითა და მედლებით. მინიჭებული აქვს საქართველოს სსრ მეცნიერების დამსახურებული მოღვაწის საპატიო წოდება.

Перу крупного ученого-геолога А. Л. Цагарели принадлежат фундаментальные труды в области палеонтологии и стратиграфии юрских и меловых отложений Грузии и Кавказа. Исследования неотектоники и геоморфологии Кавказа привели к разработке концепции о решающем влиянии новейших движений и неотектонических структур на формирование современной морфологии Кавказа, получившей широкую известность. Особо надо отметить тектоническую карту Кавказа, составленную при непосредственном участии А. Л. Цагарели.

А. Л. Цагарели — ученый широкого научного диапазона — лауреат Государственной премии Грузинской ССР, награжден орденом Трудового Красного Знамени и медалями. Ему присвоено почетное звание заслуженного деятеля науки Грузинской ССР.



საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსს ვახტანგ ვუკოლის ძე ბერიძეს 60 წელი შეუსრულდა.

Академику Академии наук Грузинской ССР Вахтангу Вуколовичу Беридзе исполнилось 60 лет.

ვ. ბერიძეს ეკუთვნის 190-ზე მეტი გამოქვეყნებული გამოცემა, მათ შორის ცალკე მონოგრაფიები, რომელთაც დიდი როლი ითამაშეს ქართული ხელოვნების მრავალსაუკუნოვანი ისტორიის შესწავლის საქმეში. მისი გამოკვლევები ძველი, ახალი და საბჭოთა ხელოვნების პრობლემებზე უაღრესად მნიშვნელოვანია არა მარტო ქართული ხელოვნების ისტორიის შესწავლის თვალსაზრისით, არამედ ქართული, ბიზანტიური, წინა აღმოსავლეთისა და დასავლეთ ევროპის ქვეყნების ხელოვნების ურთიერთობის მთელი რიგი საკითხების გაშუქების თვალსაზრისითაც.

ვ. ბერიძე დაჯილდოებულია საპატიო ნიშნის ორი ორდენით და მედლებით. მას მინიჭებული აქვს საქართველოს სსრ მეცნიერების დამსახურებული მოღვაწის საპატიო წოდება.

В. В. Беридзе является автором свыше 190 опубликованных исследований, в том числе отдельных монографий, сыгравших большую роль в деле изучения многовековой истории грузинского искусства. Его исследования по древнему, новому и советскому искусству весьма значимы не только для изучения истории собственно грузинского искусства, но и с точки зрения совещания вопросов взаимоотношений искусства Грузии, Византии, стран Переднего Востока и Западной Европы.

В. В. Беридзе награжден двумя орденами «Знак Почета» и медалями. Ему присуждено почетное звание заслуженного деятеля науки Грузинской ССР.

საპარტმელოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის პ. მელიქიშვილის  
 სახელობის პრემიის მინიჭება

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის პრეზიდიუმის დადგენილებით 1974 წლის პ. მელიქიშვილის სახელობის პრემია 2500 მანეთის ოდენობით მიენიჭა საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსს ქრისტეფორე იოსების ძე არეშიძეს და ქიმიის მეცნიერებათა კანდიდატს გივი ოქროპირის ძე ჩივაძეს (აკადემიის პ. მელიქიშვილის სახელობის ფიზიკური და ორგანული ქიმიის ინსტიტუტი) 1971—1973 წლებში გამოქვეყნებულ ნაშრომთა ციკლისათვის „ახალი ალუმოსილიკატური კატალიზატორები ორგანულ რეაქციებში“.

ბუნებრივი და სინთეზური ალუმოსილიკატების ბაზაზე მოწოდებულ კატალიზატორები მრავალმხრივ შესწავლილია ავტორების მიერ ოლეფინური და ალკილარომატული ნახშირწყალბადების დეჰიდრირებისა და ჟანგვითი ამონოლიზის, ორატომიანი სპირტების ამინირებისა და ციკლიზაციის რეაქციებში. რეკომენდებულია აქტიური, სელექტიური, ხანგრძლივმომქმედი და იაფი კატალიზატორები, რომელთა მონაწილეობით მაღალი გამოსავლით მიიღება ქიმიური მრეწველობისათვის საჭირო პროდუქტები. ახსნილია ზოგიერთ ორგანულ ნაერთთა კატალიზური გარდაქმნის რეაქციის მექანიზმი, რომელიც აღრმავებს არსებულ წარმოდგენებს ორგანული კატალიზის ამ სფეროში.

ავტორების მიერ რეკომენდებული კატალიზატორების პრიორიტეტი განმტკიცებულია საბჭოთა კავშირში სავტორო მოწმობებით, ხოლო უცხოეთში — პატენტებით.

ПРИСУЖДЕНИЕ ПРЕМИИ имени П. Г. МЕЛИКИШВИЛИ  
 АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР

Постановлением Президиума АН Грузинской ССР премия имени П. Г. Меликишвили за 1974 год в размере 2500 рублей присуждена академику АН Грузинской ССР Христофору Иосифовичу Арешидзе и кандидату химических наук Гиви Окропировичу Чивадзе (Институт физической и органической химии им. П. Г. Меликишвили Академии) за цикл опубликованных в 1971—1973 гг. работ «Новые алюмосиликатные катализаторы в органических реакциях».

В реакции дегидрирования и окислительного аммонолиза олефиновых и алкилароматических углеводородов, аминирования и циклизации двухатомных спиртов авторами изучены новые катализаторы, изготовленные на базе природных и синтетических алюмосиликатов. Рекомендованы активные, селективные, долгодействующие и дешевые новые катализаторы, дающие с большими выходами продукты, используемые в химической промышленности. Объяснен механизм реакции каталитического превращения некоторых органических соединений, который расширяет представления, существующие в этой области органического катализа.

Приоритет рекомендованных авторами катализаторов закреплен авторскими свидетельствами в СССР и патентами за рубежом.



სსსპდასსსპა

РАЗНОЕ



გამომცემლობა „მეცნიერება“ გამოსცა საიუბილეო კრებული „სსრ კავშირის მეცნიერებათა აკადემია და ქართული მეცნიერების განვითარება“, მიძღვნილი სსრ კავშირის მეცნიერებათა აკადემიის 250 წლისთავისადმი. კრებულის რედაქტორია აკადემიკოსი ი. ვეკუა.

კრებულში მიმოხილულია ქართული საბჭოთა მეცნიერების განვითარების ძირითადი ეტაპები და სსრ კავშირის მეცნიერებათა აკადემიის, მის დაწესებულებათა და მეცნიერთა როლი საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის შექმნასა და სამეცნიერო-კვლევითი მუშაობის ორგანიზაციაში. კრებული მდიდრად ილუსტრირებულია.

(გამოცემის ტირაჟია 2000 ეგზ.; ფასი 2 მან. 30 კაპ.).

Издательство «Мецниереба» издало юбилейный сборник «Академия наук СССР и развитие грузинской науки», посвященный 250-летию Академии наук СССР. Редактор сборника — академик И. Н. Векуа.

В сборнике дан обзор основных этапов развития грузинской науки, освещена роль Академии наук СССР, ее учреждений и ученых в создании Академии наук Грузии, в развитии научных исследований в республике.

Сборник богато иллюстрирован

(Тираж издания 2000 экз., цена 2 руб. 30 коп.).



გამორჩევილი „საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე“

ჩვენი ქვეყნის ხალხი დაუცხრომლად იბრძვის სკკპ XXIV ყრილობის გადაწყვეტილებათა ცხოვრებაში გატარებისათვის, მეცხრე ხუთწლედის დავალებათა წარმატებით შესრულებისათვის. ყველასათვის ნათელია მეცნიერების როლი ამ დიადი საქმეების განხორციელებისათვის ბრძოლაში, მეცნიერული კვლევის შედეგების მნიშვნელობა სამრეწველო და სასოფლო წარმოების, სახალხო მეურნეობის, კულტურული მშენებლობის ყველა დარგის აღმავლობისათვის.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის თავისი მნიშვნელოვანი წვლილი შეაქვს საბჭოთა მეცნიერების განვითარებაში. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მთავარ ყოველთვიურ ჟურნალში—„მოამბეში“ ქვეყნდება ქართულ და რუსულ ენაზე აკადემიის წევრთა, აკადემიის ინსტიტუტებში, რესპუბლიკის უმაღლეს სასწავლებლებში და სამეცნიერო დაწესებულებებში მომუშავე მეცნიერთა მნიშვნელოვანი გამოკვლევების ახალი შედეგები მათემატიკის, ფიზიკის, ქიმიის, გეოგრაფია-გეოლოგიის, ტექნიკის, ბიოლოგიის, ექსპერიმენტული მედიცინის, მეცნიერების ისტორიის, საზოგადოებრივ მეცნიერებათა დარგებში. ჟურნალი სისტემატურად აქვეყნებს აგრეთვე ინფორმაციას აკადემიის საქმიანობაზე, მის კავშირზე წარმოებასთან, ცნობებსა და ანგარიშებს სამეცნიერო კონფერენციებზე, სამეცნიერო ცხოვრების მნიშვნელოვანი ამბების ქრონიკას და სხვ.

ჟურნალი, რომლის ყოველთვიური ნომრის მოცულობა 16 თაბახია და ღირებულება 1 მანეთი, საინტერესო და საჭიროა მეცნიერ მუშაკთათვის, უმაღლეს სასწავლებელთა მასწავლებლებისათვის, ასპირანტებისათვის, სამრეწველო საწარმოთა ინჟინერებისათვის, სახალხო მეურნეობის მუშაკთათვის.

ხელისმომწერა ჟურნალზე (წლიური ღირებულება — 12 ნომრისა — 12 მანეთი) წარმოებს „სოიუზპეჩატის“ განყოფილებაში.

„საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მაცნეს“ ქიმიური სერია

1975 წლის იანვრიდან გამოვა ახალი ჟურნალი „საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მაცნეს“ ქიმიური სერია.

ჟურნალში გამოქვეყნდება ექსპერიმენტული და თეორიული ხასიათის ორიგინალური მეცნიერული კვლევის შედეგები ქიმიისა და ქიმიური ტექნოლოგიის დარგებში.

გამოქვეყნდება აგრეთვე წამყვანი მეცნიერების მიერ დაკვეთით დაწერილი მიმოხილვითი სტატიები მეცნიერების აქტუალურ საკითხებზე.

ჟურნალი პერიოდულად მოათავსებს ქრონიკებს რესპუბლიკაში ჩატარებული კონფერენციების, თათბირების, სემინარების და სხვა მეცნიერულ-ორგანიზაციულ ღონისძიებათა შესახებ.

სტატიები ძირითადად გამოქვეყნდება რუსულ ენაზე, რეზიუმეებით ქართულ და ინგლისურ ენებზე. ჟურნალის პერიოდულობა — 4 ნომერი წელიწადში.

«ИЗВЕСТИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР»,  
 СЕРИЯ ХИМИЧЕСКАЯ

С января 1975 г. начнет выходить новый журнал «Известия АН ГССР», серия химическая.

В журнале будут печататься ранее не опубликованные оригинальные работы экспериментального и теоретического характера по основным направлениям современной химии и химической технологии.

Будут также публиковаться заказные обзорные статьи ведущих ученых, краткая хроника о состоявшихся в республике конференциях, совещаниях, семинарах и других научно-организационных мероприятиях.

Публикация статей в основном на русском языке с резюме на грузинском и английском языках. Периодичность журнала — четыре номера в год.

„საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მაცნეს“ ბიოლოგიური სერია

1975 წლის იანვრიდან გამოვა ახალი ჟურნალი „საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მაცნეს“ ბიოლოგიური სერია.

ჟურნალში გამოქვეყნდება ორიგინალური მეცნიერული კვლევის შედეგები თანამედროვე ბიოლოგიაში, რედაქციის შეკვეთით დაწერილი მიმოხილვითი სტატიები, აგრეთვე ქრონიკა.

სტატიები ძირითადად გამოქვეყნდება რუსულ ენაზე, რეზიუმეებით ქართულ და ინგლისურ ენებზე. ჟურნალის პერიოდულობა — 6 ნომერი წელიწადში.

«ИЗВЕСТИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР»,  
 СЕРИЯ БИОЛОГИЧЕСКАЯ

С января 1975 г. начнет выходить новый журнал «Известия Академии наук Грузинской ССР», серия биологическая.

В журнале будут публиковаться результаты оригинальных научных исследований в области современной биологии, обзорные статьи, написанные по заказу редакции, а также хроника.

Статьи в основном будут печататься на русском языке, резюме — на грузинском и английском языках. Периодичность журнала — шесть номеров в год.



ფასი 1 რუბ.  
ЦЕНА 1 РУБ.

699/198



ИНДЕКС 76181

