

524  
1986



ISSN—0132—1447

საქართველოს სსრ  
მეცნიერებათა აკადემიის

**აზიზი**

**СООБЩЕНИЯ**

АКАДЕМИИ НАУК  
ГРУЗИНСКОЙ ССР

**BULLETIN**

OF THE ACADEMY OF SCIENCES  
OF THE GEORGIAN SSR

ტომი 124 ტომ

№ 1

თბილისი 1986 ОКТЯБРЬ

ქ. მ.  
პ. 124  
ნ. 1, 2

79

თბილისი \* თბილისი \* TBILISI



524  
1986  
p. 124  
w 1, 2.

საქართველოს სსრ  
მეცნიერებათა აკადემიის

გზაგადასასრული

СООБЩЕНИЯ

АКАДЕМИИ НАУК  
ГРУЗИНСКОЙ ССР

BULLETIN

OF THE ACADEMY OF SCIENCES  
OF THE GEORGIAN SSR

თ. მეცნიერებათა  
79

ტომი 124 ტომ

1986

ქართული დაბრუნებულია 1940 წელს

ЖУРНАЛ ОСНОВАН В 1940 ГОДУ

გამოდის თვეში ერთხელ  
ВЫХОДИТ ОДИН РАЗ В МЕСЯЦ

გამომცემლობა „მეცნიერება“  
Издательство «Мецниереба»

საქართველოს სსრ  
მეცნიერებათა აკადემიის

გზაგადასასრული

СООБЩЕНИЯ

АКАДЕМИИ НАУК  
ГРУЗИНСКОЙ ССР

BULLETIN

OF THE ACADEMY OF SCIENCES  
OF THE GEORGIAN SSR

ტომი 124 ტომ

№ 1

ოქტომბერი 1986 ОКТЯБРЬ

### სარედაქციო კოლეგია:

- ე. ანდრონიკაშვილი, ა. აფაქიძე, ბ. ბალაძე, ა. ბიწაძე, ლ. გაბუნია (მთავარი რედაქტორის მოადგილე), თ. გამყრელიძე, ვ. გომელაური, ა. გუნია (მთავარი რედაქტორის მოადგილე), ს. დურმიშიძე, ა. თავხელიძე, ჯ. ლომინაძე (მთავარი რედაქტორის მოადგილე), გ. მელიქიშვილი, თ. ონიანი, ე. სენიაშვილი, ა. ფრანგიშვილი, ი. ფრანგიშვილი, ა. ცაგარელი, გ. ციციშვილი, ა. ძიძიგური, შ. ძიძიგური, გ. ხარატიშვილი, ე. ხარაძე (მთავარი რედაქტორი), ნ. ჯავახიშვილი, გ. ჯიბლაძე

### РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

- Э. Л. Андроникашвили, А. М. Апакидзе, Б. К. Балавадзе, А. В. Бицадзе, Л. К. Габуния (заместитель главного редактора), Т. В. Гамкrelидзе, В. И. Гомелаури, А. Л. Гуния (заместитель главного редактора), Н. А. Джавахишвили, Г. Н. Джигладзе, А. А. Дзидзигური, Ш. В. Дзидзигური, С. В. Дурмишлдзе, Д. Г. Ломинадзе (заместитель главного редактора), Г. А. Меликишвили, Т. Н. Ониани, А. С. Прангишвили, И. В. Прангишвили, Э. А. Сехниашвили, А. Н. Тавхелидзе, Е. К. Харадзе (главный редактор), Г. В. Харатишвили, А. Л. Цагарели, Г. В. Цицишвили

პასუხისმგებელი მდივანი ა. იაკობაშვილი

Ответственный секретарь А. Б. Якобашвили

გაღებულა ისაწურობად 21.7.1986; ხელმოწერილია დასაბეჭდად 28.10.1986; შეკვ. № 2307; ანაწურობის ზომა 7×12<sup>3</sup>/<sub>4</sub>; ქაღალდის ზომა 70×108; ფიზიკური ფურცელი 14; სააღრიცხვო-საგამომცემლო ფურცელი 18,5; ნაბეჭდი ფურცელი 19,6; უე 06996; ტირაჟი 1400; ფასი 1 მან. 90 კაპ.

Сдано в набор 21.7.1986; подписано к печати 28.10.1986; зак. № 2307; размер набора 7×12<sup>3</sup>/<sub>4</sub>; размер бумаги 70×108; физический лист 14; уч. издательский лист 18,5; печатный лист 19,6; УЭ 06996; тираж 1400; цена 1 руб. 90 коп.

\* \* \*

საქართველოს სსრ მეცნ. აკადემიის სტამბა, თბილისი, 380060, კუტუშოვის ქ., 19  
Типография АН Грузинской ССР, Тбилиси 380060, ул. Кутузова, 19

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

შ ი ნ ა პ რ ს ი

მათემატიკა

*ა. ლაშხი. ამოხსნადი ლის ალგებრების მესერული ინვარიანტობა	18
*ი. ბერკოვიჩი. სასრული ჯგუფის $\pi$ -პოლის ქვეჯგუფთა რიცხვი	23
*გ. მქავია. კომპლექსურმულღებიანი ერთი ინტეგრალური განტოლების შესახებ	27
*ვ. კრავჩენკო. არაკარლემანისებური გადაადგილებიანი სინგულარული ინტეგრალური ოპერატორების ნორმალიზაციის შესახებ	32
*რ. კოპლატაძე. $n$ -რის რიგის დაგვიანებულარგუმენტთან დიფერენციალურ განტოლებათა ამოხსნების რხევადობის პირობების შესახებ	35
*ა. ჯვარშეიშვილი. გაწარმოებული კოშის ტიპის ინტეგრალის შესახებ	39
*ნ. ვასილევსკი. ერთგვაროვანი ტიპის წყვეტების მქონე კოფეციენტებიანი მრავალგანზომილებიანი სინგულარული ინტეგრალური ოპერატორები	44
*ზ. ნაცვლიშვილი. სინგულარული ინტეგრალის ზოგიერთი გამოთვლითი პროცესის სიზუსტის შეფასების შესახებ უბან-უბან გლუვი წირისათვის უკუქვევის წერტილებით	46

მექანია

*გ. დუღუნიშვილი, გ. კიზირია, ლ. როზენტური. თხელი ფორიანი ფირფიტების დაშლა დალილობისაგან	51
*ნ. ცირეკიძე. კიდული ბაგირგზის ვაგონების მოძრაობის კვლევა ავარიული და მუხრუჭების დროს	56

დრეპალოგის თეორია

*ი. ზონენაშვილი. არასიმეტრიული სიხისტის წიბობით გამაგრებული საზღვრის მქონე ფირფიტის დეფორმაციის ამოცანის ამოხსნის ერთადერთობის თეორემა	59
--	----

კიბირნეტიკა

*ი. ვაინშტეინი, ა. მალკოვი. ოპტიმიზაციის ერთი ამოცანის გადაწყვეტა	64
*ზ. ფუტურაძე. გეგმების მიმდევრობითი აგების მეთოდის მოდიფიცირებული ალგორითმის ერთ-ერთი რეალიზაციის ოპტიმიზაცია	67

ფიზიკა

*რ. მეცხვარიშვილი, ზ. მიმინოშვილი, მ. ელიზბარაშვილი. <sup>124</sup> Sb-ის დაშლისათვის	72
*მ. მაქსიმოვი, ზ. ჩიქოვანი. ნეიტრალური ატომების ურთიერთქმედების დისპერსიული ენერგიების შესახებ	76
*ვ. სამხარაძე. ფიზიკის და ქიმიის პუბლიკაციათა დანაყოფების და აღმოჩენის აღწერილობის შედგენის მოთხოვნათა დაპირისპირების ანალიზი	80

\* ვარსკვლავით აღნიშნული სათაური ეკუთვნის წერილის რეზიუმეს.

ბაქ. სსრ კ. ნაწილი  
ხან. სან. რიხიან.

### ანალიზური ქიმია

- \*ი. სადაგოვი, ვ. ერისთავი, ნ. ჭანტურია. ატომურ-აბსორბციული სპექტრომეტრის ფონური შთანთქმის კორექციის შეფასების იმიტაციური მეთოდი 83

### ზოგადი და არაორგანული ქიმია

- \*პ. ნუცუბიძე, ვ. ჩეჩერნიკოვი, ზ. ჩაჩხიანი, ვ. სლოვიანსკი-ხი. TaUS<sub>3</sub> და NbUS<sub>3</sub> ნერთების შესწავლა კიურის ფერომაგნიტური ტემპერატურის მახლობლობაში 88

### ორგანული ქიმია

- \*მ. მუმლაძე, ი. ჩიკვაძე, შ. სამსონია, ნ. სუვოროვი. 2,5'-ბის-1H-ინდოლის ახალი სინთეზი 91

### ფიზიკური ქიმია

- თ. დგებუაძე, დ. დაუშვილი, ზ. გლურჯიძე. აბლომონტრირებულობის ცვლილების შესახებ კრისტალიზაციის შედეგად 29Li<sub>2</sub>O·71SiO<sub>2</sub> შედგენილობის შინაში 96

### ფარმაკოქიმია

- \*თ. ხოშტარია, მ. სიხარულიძე, ლ. კურკოვესკაია, ნ. სუვოროვი. პიროლოკარბაზოლები. იზომერული პიროლოკარბაზოლების სინთეზი 100

### ჰიდროლოგია

- \*გ. ქუთათელაძე. ჰიდროლოგიურად შეუსწავლელი მდინარეების დაშრობის დაწყების მომენტისა და მისი ხანგრძლივობის განსაზღვრა წყალმცირობის პერიოდში 104

### ბიოლოგია

- \*გ. სანაძე. სახარტების ანტიკლინი პერსპექტიული ობიექტია ნავთობისა და გაზის ძებნისათვის კახეთში 107

- \*დ. ზაქარაია. ჩრდილო-დასავლეთ კავკასიონის ნაოქა სტრუქტურის ხასიათი და წარმოშობის მექანიზმი 111

### პეტროლოგია

- \*რ. კახაძე, ნ. ფოფორაძე. კავკასიონის კალციუმით მდიდარ მეტამორფიტებში სტავროლიტური ფაციესის მინერალური წონასწორობანი 116

- \*ა. ოქროსცვარიძე. აფხაზეთის პალეოზოური გრანიტოიდებისა და მიგმატიტების გენეტური სახეები 119

### ლითოლოგია

- \*მ. თვალჭრელიძე. შავი ზღვის სამხრეთ-აღმოსავლეთ სანაპიროს თანამედროვე ნალექების მინერალოგიის შესახებ (სუფსა-ჰოროზის მდინარეთაშუეთში) 124

### სამშენებლო მემანია

- \*თ. ჯაეახიშვილი. არაწრიული ცილინდრული გარსებისაგან შედგენილი მრავალტალღიანი გადახურვის გაანგარიშება 128

- \*ა. ესაკია. დაყოვნების ინტერვალის ზეგავლენა აფეთქების სეისმური რბევების ინტენსიუობასა და სპექტრულ შემადგენლობაზე 131

### მიტაღობა

- \*მ. რამიშვილი, ფ. თავაძე (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი), მ. ბროვმანი, ნ. თხელიძე, ი. ქაჯაია. კრისტალიზატორიდან ღრუ ნაშადის გამოწვევის ძალის განსაზღვრა 136

### მანქანათმშენობა

- \*ს. მესარქიშვილი, ი. ყვინაშვილი მაღალტენიანი მასალების დაქუცმაცების საკითხისათვის 139

### ჰიდროტექნიკა

- \*ო. სიჭინავა, ა. სიამაშვილი. მიწის მოპირკეთებელი არხების მდგრადობის უზრუნველყოფის საკითხისათვის 143

### ელექტროტექნიკა

- \*მ. სურგულაძე, ი. კლიმენკო, ო. კორობეინიკოვი, ვ. ნიკიშინი, გ. ფურსინი. სუბნანოსეკუნდიანი ვენტრის დინამური მიხასიათებლების შედარებითი ანალიზი 148

### ავტომატური მართვა და გამოთვლითი ტექნიკა

- \*ვ. ბურკოვი, ი. გორგიძე, ა. კვესელავა, ა. პოპოვი, ბ. სიჭინავა. მატრიცული ნახევრის ადითური მიხალოება მინიმალური ცდომილებით 151

### მასალათა ტექნოლოგია

- \*ი. ჯავახიშვილი. დატვირთვის სიჩქარის გავლენა ფოლადფიბრობეტონის სიმტკიცეზე და დეფორმაციაზე გაუმჯობესებას 154

### აღმინისა და ცხოველთა ფიზიოლოგია

- \*ლ. მესტერიშვილი. შიდა ჰიპოკამპური ფუნქციური კავშირები 159

### ბიოქიმია

- \*ნ. კოტრიკაძე, ლ. ასათიანი, მ. ცარციძე, ბ. ლომსაძე. ფეროცენის წარმოებულების სხვადასხვანაირი მოქმედება ერითროციტების მემბრანების სტრუქტურულ-ფუნქციონალურ თავისებურებებზე 162

### მიკრობიოლოგია და ვირუსოლოგია

- \*ლ. ცირეკიძე, დ. პატარაია, ნ. ნუცუბიძე (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი). საქართველოს ზოგიერთი თერმული წყლის აქტინომიცეტები და მათი ლიზისური აქტივობა 167

### ფიტოპათოლოგია

- \*მ. წიკლაური, ე. გვრიტიშვილი. ციტრუსოვან კულტურებში სოკო Phoma tracheiphila-ს გავლენით საერთო შაქრების ცვალებადობა 170

### ჰისტოლოგია

- \*ნ. კინწურაშვილი. სასქესო უჯრედების დიფერენცირების გამოკვლევა იხვში 173
- \*გ. სამსონიძე, ქ. ბარაბაძე. პანკრეასის ენდოკრინული ნაწილის რეაქცია რენტგენის დასხივებაზე 179



ციტოლოგია

- \*ა. გუგუშაშვილი, რ. კაპანაძე, ლ. ჭეიშვილი. ანტიათეროგენული პრეპარატის — ბეზაფიბრატის — სამკურნალო-პროფილაქტიკური მიზნით გამოყენება და მისი მორფო-ფუნქციური დასაბუთება 183

მასპირინგულური მიდიცინა

- \*ა. გავუა, ლ. გუგუშვილი. ღვიძლის მწვავე უკმარისობის პათოგენეზის ახალი კონცეფცია და რადიკალური მეთოდის დამუშავება — ღვიძლის ორთოტოპიული გადაწერვა 187
- \*ლ. დიდშამიშვილი. ცხოველთა ცენტრალური ნერვული სისტემის ულტრასტრუქტურული ცვლილებები კანაბინოლით მწვავე ინტოქსიკაციის დროს 91

მნათმეცნიერება

- ბ. ცხადაძე. აორისტიკა და ზოგი ნაზმნარი სახელის ურთიერთმიმართებისათვის ძველ ქართულში 193
- ნ. ქუთელია. ორწვერიანი S<sub>6</sub>C სტრუქტურის ჯგუფები ლაზურში 197

ფილოლოგია

- ზ. კალანდაძე. რევაზ მარგიანის პატრიოტული ლირიკა 201

მთნობრაფია

- ნ. ბრეგაძე. ზვარაკი 205

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიაში

- აკადემიის პრეზიდიუმში 209
- სესიები, კონფერენციები, თათბირები 210

## СОДЕРЖАНИЕ

### МАТЕМАТИКА

А. А. Лашхи. Решеточная инвариантность разрешимых алгебр Ли	17
Я. Г. Беркович. Число $\pi$ -холловских подгрупп конечной группы	21
Г. М. Мжавия. Об одном интегральном уравнении с комплексным сопряжением	25
В. Г. Кравченко. О нормализации сингулярных интегральных операторов с некарлемановским сдвигом	29
Р. Г. Коплатадзе. Об условиях колеблемости решений дифференциальных уравнений $n$ -го порядка с запаздывающим аргументом	33
А. Г. Джваршейшвили. О продифференцированном двойном интеграле типа Коши	37
Н. Л. Василевский. Многомерные сингулярные интегральные операторы с коэффициентами, допускающими разрывы однородного типа	41
З. М. Нацвлишвили. Об оценках точности некоторых вычислительных процессов для сингулярных интегралов по кусочно-гладким кривым с точками возврата	45

### МЕХАНИКА

Г. Г. Гугунишвили, Г. В. Кизирия, Л. И. Розентур. Усталостное разрушение тонких пористых пластинок	49
Н. Р. Цирекидзе. Исследование движения вагонов подвесной канатной дороги при аварийном торможении	53

### ТЕОРИЯ УПРУГОСТИ

И. А. Зоненашвили. Теорема единственности решения задачи о деформации пластинки, край которой подкреплён несимметричными тонкими ребрами	57
--	----

### КИБЕРНЕТИКА

Ю. Б. Вайнштейн, А. Ю. Малков. Решение одной задачи оптимизации	61
З. Ш. Путуридзе. Оптимизация одной реализации модифицированного алгоритма метода построения последовательности планов	65

### ФИЗИКА

Р. Я. Мецхваришвили, З. Н. Миминошвили, М. А. Элизрашвили. К распаду $^{124}\text{Sb}$	69
М. З. Максимов, З. Е. Чиковани. О дисперсионных энергиях взаимодействия нейтральных атомов	73
В. К. Самхарадзе. Сопоставительный анализ разделов публикации по физике и химии и требований по составлению описания открытия	77

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

## АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- Ю. М. Садагов, В. Д. Эристави, Н. В. Чантурия. Имитационный метод оценки коррекции фонового поглощения атомно-абсорбционных спектрометров 81

## ОБЩАЯ И НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- П. В. Нуцубидзе, В. И. Чечерников, З. Б. Чачхрани, В. К. Словянских. Исследование соединений  $TaUS_3$  и  $NbUS$  вблизи ферромагнитной температуры Кюри 85

## ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- Э. А. Мумладзе, И. Ш. Чикваидзе, Ш. А. Самсония, Н. Н. Суворов. Новый синтез 2,5'-бис-1Н-индола 89

## ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- Т. П. Дгебуадзе, Д. А. Даушвили, З. В. Глурджидзе. Об изменении ближнего порядка в стекле состава  $29Li_2O \cdot 71SiO_2$  после кристаллизации 93

## ФАРМАКОХИМИЯ

- Т. Е. Хоштария, М. И. Сихарулидзе, Л. Н. Курковская, Н. Н. Суворов. Пирролокарбазолы. Синтез изомерных пирролокарбазолов 97

## ГИДРОЛОГИЯ

- Г. Н. Кутателадзе. Определение момента начала и продолжительности пересыхания гидрологически малоизученных рек в период межени 101

## ГЕОЛОГИЯ

- Г. И. Санадзе. Сахаретбийская антиклиналь — перспективный объект для поисков нефти и газа в Кахетии 105
- Д. П. Закарая. Характер и механизм формирования складчатой структуры Северо-Западного Кавказа 109

## ПЕТРОЛОГИЯ

- Р. Г. Кахадзе, Н. Г. Попорадзе. Минеральные равновесия ставролитовой фации богатых СаО метаморфитов Большого Кавказа 113
- А. В. Окросцваридзе. Генетические виды палеозойских гранитоидов и мигматитов Абхазии 117

## ЛИТОЛОГИЯ

- М. Г. Твалчрелидзе. О минералогии современных отложений юго-восточного побережья Черного моря 121

## СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА

- Т. Г. Джавахишвили. О расчете многоволнового покрытия, составленного из некруговых цилиндрических оболочек 125
- А. А. Эсакия. Влияние интервала замедления на интенсивность и спектральный состав сейсмозрывных колебаний 129

## МЕТАЛЛУРГИЯ

- Ш. Д. Рамишвили, Ф. Н. Тавадзе (академик АН ГССР), М. Я. Бровман, Н. Д. Тхелидзе, И. Д. Каджая. Определение усилия вытягивания полой заготовки из кристаллизатора 133

## МАШИНОВЕДЕНИЕ

- С. С. Месаркишвили, Ю. Ш. Кеннашвили. К вопросу дробления высоковлажных материалов 137

## ГИДРОТЕХНИКА

- О. А. Сичинава, А. Р. Сиамашвили. К вопросу обеспечения устойчивости необлицованных земляных каналов 141

## ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

- М. Ш. Сургуладзе, Ю. М. Клименко, О. В. Коробейников, В. И. Никишин, Г. И. Фурсин. Сравнительный анализ динамических характеристик субнаносекундных вентилях 145

## АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

- В. Н. Бурков, И. А. Горгидзе, А. Д. Квеселава, А. Г. Попов, Б. Б. Сичинава. Аддитивное приближение матричной свертки с минимальной ошибкой 149

## ТЕХНОЛОГИЯ МАТЕРИАЛОВ

- И. А. Джавахишвили. Влияние скорости нагружения на прочность и деформативность сталефибробетона при растяжении 153

## ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

- Л. И. Мествиришвили. Внутригиппокампаальные функциональные связи 157

## БИОХИМИЯ

- Н. Г. Котрикадзе, Л. П. Асатиани, М. А. Царцидзе, Б. А. Ломсадзе. Различия в действии производных ферроцена на структурно-функциональные свойства эритроцитов 161

## МИКРОБИОЛОГИЯ И ВИРУСОЛОГИЯ

- Л. Г. Цибекидзе, Д. Т. Патарая, Н. Н. Нуцубидзе (член-корреспондент АН ГССР). Актиномицеты некоторых термальных источников Грузии и их литическая активность 165

## ФИТОПАТОЛОГИЯ

- М. С. Циклаури, Е. С. Гвретишвили. Влияние гриба *Phoma tracheiphila* на содержание общего сахара в цитрусовых 169

## ГИСТОЛОГИЯ

- Н. Т. Кинцурашвили. Изучение дифференциации половых клеток у домашней утки 175

- Г. Г. Самсонидзе, К. Н. Барабадзе. Реакция эндокринной части поджелудочной железы на рентгеновское облучение 177

## ЦИТОЛОГИЯ

- А. И. Гугешашвили, Р. В. Капанадзе, Л. Д. Чейшвили. Применение антиатерогенного препарата безафибрата с лечебно-профилактической целью и его морфо-функциональное обоснование 181

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

- А. М. Гагуа, Л. Л. Гугушвили. Новая концепция патогенеза острой печеночной недостаточности и разработка радикального метода лечения— ортотопической пересадки печени 185
- Л. П. Дидмаишвили. Ультраструктурные изменения в ЦНС животных при острой каннабиоловой интоксикации 189

## ЯЗЫКОЗНАНИЕ

- \*Б. А. Цхададзе. О взаимоотношении аориста и некоторых отглагольных имен в древнегрузинском языке 196
- \*Н. С. Кутелиа. Двухэлементные  $S_1C$  структурные группы в лазском 200

## ФИЛОЛОГИЯ

- \*З. Г. Каландадзе. Патриотическая лирика Реваза Маргиани 203

## ЭТНОГРАФИЯ

- \*Н. А. Брегадзе. Жертвенное животное 206

## В АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР

- В президиуме академии 209
- Сессии, конференции, совещания 210

## CONTENTS

### MATHEMATICS

A. A. Lashkhi. Lattice invariance of soluble Lie algebras	18
Ya. G. Berkovich. The number of $\pi$ -Hall subgroups of a finite group	24
G. M. Mzhavia. On an integral equation with complex conjugation	27
V. G. Kravchenko. On the normalization of singular integral operators with a non-carleman shift	32
R. G. Koplatadze. On conditions of oscillation of solutions of $n$ th order delay differential equations	35
A. G. Jvarsheishvili. On a differentiated Cauchy type double integral	39
N. L. Vasilevski. Multidimensional singular operators with homogeneously discontinuous coefficients	44
Z. M. Natsvlshvili. On the estimations of accuracy of some computing processes for singular integrals over piece-wise smooth curves with cusps	47

### MECHANICS

G. G. Gugunishvili, G. V. Kiziria, L. I. Rozentur. Fatigue destruction of thin porous plates	51
N. R. Tsirekidze. Study of the movement of cableway cars at emergency braking	56

### THEORY OF ELASTICITY

I. A. Zonenashvili. Theorem of uniqueness of the problem of deformation of a plate whose edge is strengthened with nonsymmetric thin ribs	59
---	----

### CYBERNETICS

Y. B. Vainstein, A. Y. Malkov. Solution of a problem of optimization	64
Z. Sh. Puturidze. Optimization of one implementation of a modified method of building a sequence of plans	68

### PHYSICS

R. I. Metskhvarishvili, Z. N. Miminoshvili, M. A. Elizbarashvili. On the decay of $^{124}\text{Sb}$	72
M. Z. Maximov, Z. E. Chikovani. On the dispersion energies of the interaction of neutral atoms	76
V. K. Samkharadze. Comparative analysis of the publication sections on physics and chemistry and requirements for the description of a discovery	80

### ANALYTICAL CHEMISTRY

Ju. M. Sadagov, V. D. Eristavi, N. V. Chanturia. An imitational method of estimating the background absorption correction of atomic absorption spectrometers	83
--	----

## GENERAL AND INORGANIC CHEMISTRY

- P. V. Nutsubidze, V. I. Chechernikov, Z. B. Chachkhiani, V. K. Slovianskikh. Study of  $TaUS_3$  and  $NbUS_3$  compounds near ferromagnetic Curie temperature 88

## ORGANIC CHEMISTRY

- E. A. Mumladze, I. Sh. Chikvaidze, Sh. A. Samsonia, N. N. Suvorov. New synthesis of 2,5'-bis-1H-Indole 91

## PHYSICAL CHEMISTRY

- T. P. Dgebuadze, D. A. Daushvili, Z. V. Glurjidge. On the change of short range order in the glass of 29  $Li_2O$ . 71  $SiO_2$  composition following crystallization 96

## PHARMACEUTICAL CHEMISTRY

- T. E. Khoshtaria, M. J. Sikharulidze, L. N. Kurkovskaya, N. N. Suvorov. Pyrrocarbazoles. Synthesis of isomeric pyrrocarbazoles 100

## HYDROLOGY

- G. N. Kutateladze. Determination of the starting point and duration of the drying up of hydrologically insufficiently explored rivers during the low water-level period 104

## GEOLOGY

- G. I. Sanadze. Sakharetbi anticline: a promising site for oil and gas prospecting in Kakheti 108  
D. P. Zakariaia. The nature of the north-western Caucasian folded structure and its origin 111

## PETROLOGY

- R. G. Kakhadze, N. G. Poporadze. Mineral equilibria of the staurolite facies in the CaO-rich metamorphites of the Greater Caucasus 116  
A. V. Okrostsvavidze. Genetic types of Paleozoic granitoids and migmatites of Abkhazia 120

## LITHOLOGY

- M. G. Tvalchrelidze. On the mineralogy of the recent deposits of the south-eastern coast of the Black Sea 124

## STRUCTURAL MECHANICS

- T. G. Javakhishvili. On the analysis of multicylindrical shell roofs consisting of noncircular bays 128  
A. A. Esakia. The effect of the interval of deceleration on the intensity and spectral composition of seismic and blast oscillations 132

## METALLURGY

- Sh. D. Ramishvili, F. N. Tavadze, M. Ya. Brovman, N. D. Tkheldidze, I. D. Kajaia. Determination of the force of extraction of hollow billets from the crystallizer 136

## MACHINE BUILDING SCIENCE

- S. S. Mesarkishvili, I. Sh. Keinashvili. On shredding materials with high moisture 140

## HYDRAULIC ENGINEERING

- O. A. Sichinava, A. R. Siamashvili. Towards ensuring the stability of nonfaced earth canals 143

## ELECTROTECHNICS

- M. Sh. Surguladze, U. M. Klimenko, O. V. Korobeinikov, V. I. Nikishin, G. I. Fursin. Comparative analysis of the dynamic characteristics of subnanosecond rectifiers 148

## AUTOMATIC CONTROL AND COMPUTER ENGINEERING

- V. N. Burkov, I. A. Gorgidze, A. D. Kveselava, A. G. Popov, B. B. Sichinava. Additive approximation of matrix convolution with minimal error 152

## TECHNOLOGY OF MATERIALS

- I. A. Javakhishvili. The influence of the loading rate on the strength and deformability of steel fiber-reinforced concrete at tensioning 155

## HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY

- L. I. Mestvirishvili. Intrahippocampal functional connections 160

## BIOCHEMISTRY

- N. G. Kotrikadze, L. P. Asatiani, M. A. Tsartsidze, B. A. Lomsadze. The differing effect of pherocene derivatives on the structural and functional characteristics of erythrocyte membrane 163

## MICROBIOLOGY AND VIROLOGY

- L. G. Tsirekidze, D. T. Pataraja, N. N. Nutsubidze. Actinomycetes of some hot springs of Georgia and their lytic activity 167

## PHYTOPATHOLOGY

- M. S. Tsiklauri, E. S. Gvritishvili. Variation of total sugars in citrus cultures under the influence of *Phoma tracheiphila* 170

## HISTOLOGY

- N. T. Kintsurashvili. Study of the differentiation of the sex cells in the domestic duck 175
- G. G. Samsonidze, K. N. Barabadze. Reaction of the endocrine part of the pancreas to irradiation 179



## CYTOLOGY

- A. I. Gugeshashvili, R. V. Kapanadze, L. D. Cheishvili. Experimental substantiation of the therapeutic and prophylactic use of the antisclerotic drug bezafibrat 183

## EXPERIMENTAL MEDICINE

- A. M. Gagua, L. L. Gugushvili. A new conception of acute pathogenesis of hepatic insufficiency and the development of a radical method of treatment: orthotopic transplantation of the liver 188
- L. P. Didmamishvili. Ultrastructural changes in the CNS of animals during acute cannabinol intoxication 191

## LINGUISTICS

- B. A. Tskhadadze. On the relationship of the aorist and some verbal nouns in Old Georgian 196
- N. S. Kutelia. System of phonemic groups of the structure  $S_rC$  in Laz 200

## PHILOLOGY

- Z. G. Kalandadze. Patriotic lyrics of Revaz Margiani 104

## ETHNOGRAPHY

- N. A. Bregadze. Sacrificial animal 207



А. А. ЛАШВИ

## РЕШЕТОЧНАЯ ИНВАРИАНТНОСТЬ РАЗРЕШИМЫХ АЛГЕБР ЛИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Х. Н. Инасаридзе 4.1.1984)

В середине 60-х годов внимание ряда математиков было направлено на изучение алгебр Ли с точки зрения теории решеток (решеточная теория алгебр Ли). И сразу центральной стала проблема: насколько класс разрешимых алгебр Ли определяется решеткой своих подалгебр? В работе [1] Барнес получил позитивный результат для конечномерных алгебр Ли над алгебраически замкнутым полем характеристики нуль. При отказе от алгебраической замкнутости ситуация усложняется: трехмерная простая нерасщепляемая алгебра Ли  $SU(2)$  допускает проектирование (решеточный изоморфизм) на двумерную (когда алгебры определены над бесконечным полем). В [2] Гото доказал, что для конечномерных алгебр Ли над вещественным полем это единственное исключение.

К настоящему времени имеется большое количество работ вокруг этой проблемы (см. [1—10] и др.), в которых задача решается при различных ограничениях на кольцо операторов (поле простой характеристики и характеристики нуль, алгебраически замкнутое и др.), принадлежность рассматриваемых алгебр к различным классам (локально разрешимым,  $RN$ ,  $RK$ , радикальным и др.), на проектирование (сохранение размерности на подалгебрах, нормальность, и др.).

Отказываясь от этих обременительных ограничений, нами доказана

**Теорема 1.** Пусть  $L$  и  $L_1$  — решеточно изоморфные конечномерные алгебры Ли над произвольным полем  $K$  и  $su(2) \cong L_1$  (включение строгое). Если  $L$  разрешима, то  $L_1$  также разрешима за исключением

(1)  $\dim L=2$ ,  $K$  — бесконечное поле и  $L_1 \cong su(2)$ ;

(2)  $K$  — алгебраически замкнутое поле,  $\text{char } K=2$ ,  $L$  — трехмерная нильпотентная, а  $L_1$  — простая алгебра Ли с базисом  $v_{-1}, v_0, v_1$  и с соотношениями

$$[v_{-1}, v_0]=v_{-1}, [v_{-1}, v_1]=v_0, [v_0, v_1]=v_1 \quad (*)$$

(3)  $\text{char } K=2$ ,  $L$  имеет базис  $x_{-1}, x_0, x_1$  и соотношения

$$[x_{-1}, x_0]=\gamma x_1, [x_{-1}, x_1]=x_0, [x_0, x_1]=0 \quad (**)$$

а  $L_1$  — простая трехмерная алгебра Ли с базисом  $v_{-1}, v_0, v_1$  и с соотношениями

$$[v_{-1}, v_0]=v_{-1}+\gamma v_1, [v_{-1}, v_1]=v_0, [v_0, v_1]=v_1, \sqrt{\gamma} \in K. \quad (***)$$

Замечание 1. Если  $K$ -алгебраически замкнуто, то простые алгебры из пунктов (2) и (3) изоморфны.

$Z(L)$  — решетка подалгебр алгебры  $L$ ;  $R(L)$  — разрешимый радикал, то тогда в ограничениях на  $L_1$  из теоремы 1 справедлива

Теорема 2. Если  $S(L) \cong S(L_1)$  и  $0 \neq R(L) \neq L$ , то  $f(R(L)) = R(f(L))$ .

Теорема 3. Если  $S(L) \cong S(L_1)$ ,  $K$  — конечное поле, а  $L$  — разрешимая алгебра Ли произвольной размерности, то  $L_1$  также разрешима за исключением случаев (2) и (3) из теоремы 1.

Замечание 2. Теорема 1 верна и для бинарно конечномерных алгебр.

Замечание 3. В теореме 3, если  $L$  — радикальная алгебра в смысле Б. И. Плоткина, то такова и  $L_1$  за исключением случаев (2) и (3); если  $\tilde{R}(L)$  верхний радикал и  $0 \neq \tilde{R}(L) = L$ , то  $f(\tilde{R}(L)) = \tilde{R}(f(L))$ .

Грузинский политехнический институт  
им. В. И. Ленина

(Поступило 5.1.1984)

მათემატიკა

ა. ლაშხი

ამოხსნადი ლის ალგებრების მესამეული ინვარიანტობა

რეზიუმე

თეორემა 1. თუ  $L$  და  $L_1$  მესერულად იზომორფული ლის ალგებრებია ნებისმიერ  $K$  ველზე და  $L$  ამოხსნადია, მაშინ  $L_1$ -იც ამოხსნადია გარდა (1)  $\dim L = 2$ ,  $L_1 \cong SU(2)$ ,  $K$  უსასრულო ველი; (2)  $K$  ალგებრულად ჩაკეტილი ველია  $\text{char} K = 2$ ,  $L$  სამგანზომილებიანი ნილპოტენტური ალგებრაა, ხოლო  $L_1$  მოიცემა (\*) ტოლობებით; (3)  $\text{char} K = 2$   $L$  მოიცემა (\*\*) ტოლობებით, ხოლო  $L_1$  (\*\*\*) ტოლობებით.

თეორემა 2. თუ  $R(L)$  ამოხსნადი რადიკალია და  $0 \neq R(L) \neq L$ , მაშინ მისი ანასახიც ამოხსნადი რადიკალი იქნება.

MATHEMATICS

A. A. LASHKHI

## LATTICE INVARIANCE OF SOLUBLE LIE ALGEBRAS

Summary

Theorem 1. Let  $L$  and  $L_1$  be lattice isomorphic Lie algebras over the field  $K$ , and let  $L$  be a soluble and  $SU(2) \subseteq L_1$ . Then  $L_1$  is also soluble, except in the cases:

- 1)  $\dim L_1 = 2$ ,  $L_1 \cong SU(2)$ ,  $K$  is infinite;
- 2)  $K$  is an algebraically closed field,  $L$  is a three-dimensional nilpotent Lie algebra, and  $L_1$  is given by the identities (\*);
- 3)  $\text{char} K = 2$ ,  $L$  is given by the identities (\*\*), and  $L_1$  is given by the identities (\*\*\*)

Theorem 2. If  $R(L)$  is a soluble radical and  $0 \neq R(L) \neq L$ , then its image is also a soluble radical.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. D. W. Barnes. *J. Austral. Math. Soc.*, 4, № 4 (1964), 470-475.
2. M. Goto. *J. Algebra*, 11, № 1 (1969), 6-24.
3. V. R. Varea. *Proc. Roy. Soc. Edinburgh*, A94, № 1-2 (1983), 9-13.
4. D. A. Towers. *J. London Math. Soc.*, 2, № 7 (1979), 295-303.
5. D. A. Towers. *Math. Proc. Cambridge Phil. Soc.*, 89, № 2 (1981), 285-292.
6. B. G. Glaeser, B. Kolman. *J. Austral. Math. Soc.*, 10, № 3-4 (1969) 266-268.
7. А. Г. Гейн. *Мат. зап. Уральск. ун-та*, 26, № 3, 1976, 3—15.
8. А. Г. Гейн. *Изв. вузов, математика*, 191, № 4, 1978, 26—31.
9. А. Г. Гейн. *Мат. зап. Уральск. ун-та* 13, № 3, 1983, 39—51.
10. А. А. Лашхи. *Труды ГПИ им. В. И. Ленина*, № 8, 1971, 7—11.
11. А. А. Лашхи. *X конф. математиков вузов ГССР, Телави*, 1983, 97—98.

Я. Г. БЕРКОВИЧ

## ЧИСЛО $\pi$ -ХОЛЛОВСКИХ ПОДГРУПП КОНЕЧНОЙ ГРУППЫ

(Представлено академиком Г. С. Чогошвили 29.4.1984)

1°. Пусть  $\pi$  и  $\pi'$ —дополнительные множества простых чисел. Подгруппа  $H$  называется  $\pi$ -холловской подгруппой конечной группы  $G$ , если  $|H|$ —наибольший  $\pi$ -делитель  $|G|$ . Так как в дальнейшем множество  $\pi$  фиксировано, число всех  $\pi$ -холловских подгрупп группы  $G$  обозначим  $h(G)$  (вместо более педантичного обозначения  $h_\pi(G)$ ). Если  $h(G) > 0$  и все  $\pi$ -холловские подгруппы группы  $G$  сопряжены, то  $G$ , следуя Холлу, называют  $G_\pi$ -группой.

Пусть  $M$ —нормальная подгруппа группы  $G$ . Известно, что если  $M$  и  $G|M$ — $C_\pi$ -группы, то и  $G$ — $C_\pi$ -группа (лемма 1). Это легко следует из разрешимости групп нечетного порядка и теоремы Шура—Цассенхауза. Но и в этом случае  $h(G)$  зависит не только от  $h(G|M)$  и  $h(M)$ , но и от действия  $\pi$ -холловской подгруппы  $H$  группы  $G$  на  $M$ . Цель заметки—выяснить эту зависимость. В качестве следствия выводится выражение для  $h(G)$  в случае, когда все главные факторы группы  $G$  являются  $C_\pi$ -группами (теорема 2); это—уточнение аналогичных результатов Ф. Холла [1] (для разрешимой  $G$ ) и М. Холла [2] (для случая, когда  $\pi$  содержит лишь одно простое число). Выражение для  $h(G)$  при несколько менее естественных предположениях получил И. Шенкман [3].

2°. В этом пункте доказывается

**Теорема 1.** Пусть  $M$ —нормальная подгруппа конечной группы  $G$ ,  $M$  и  $G|M$ — $C_\pi$ -группы. Тогда  $G$ — $C_\pi$ -группа. Пусть  $H$ — $\pi$ -холловская подгруппа группы  $G$ ,  $M_\pi = M \cap H$ ,  $K = N_M(M_\pi)/M_\pi$ . Тогда

$$h(G) = h(M) h(G|M) |K : N_K(H|M_\pi)|. \quad (1)$$

Отметим, что  $M_\pi$ — $\pi$ -холловская подгруппа группы  $M$ .

Ниже приводятся несколько лемм, из которых сразу же получается теорема 1. Некоторые из этих лемм известны или очевидны, и поэтому их доказательства пропущены.

**Лемма 1.** Если  $M$  и  $G|M$ — $C_\pi$ -группы, то и  $G$ — $C_\pi$ -группа.

**Лемма 2.** Если  $M$ —нормальная  $\pi$ -подгруппа в  $G$ , а  $F$ — $\pi'$ -подгруппа, то  $N_G(FM) = N_G(F)M$ .

**Лемма 3.** Если  $M$ —нормальная  $\pi$ -подгруппа в  $G$ , то  $h(G) = h(G|M)$ . Так что (1) верно в этом случае.

**Лемма 4.** Пусть  $M$ —нормальная  $\pi'$ -подгруппа в  $G$ ,  $H$ — $\pi$ -холловская подгруппа в  $G$ . Тогда

$$h(G) = h(G|M) |M : N_M(H)|, \quad (2)$$

так что (1) верно в этом случае.

Доказательство. Из лемм 1 и 2 следует

$$h(G) = |G : N_G(H)| = |G : N_G(H)M| \cdot |N_G(H)M : N_G(H)| = \\ = |G|M : N_{G|M}(HM/M)| \cdot \frac{|N_G(H)| \cdot |M|}{|N_M(H)| \cdot |N_G(H)|} = h(G|M) \cdot |M : N_M(H)|,$$

что и требовалось.

Доказательство теоремы 1. Благодаря леммам 3 и 4 можем считать, что  $M$  не  $\pi$ - и не  $\pi'$ -подгруппа. Если  $M_1$  —  $\pi$ -холловская подгруппа в  $M$ , то  $N_G(M_1)$  содержит  $\pi$ -холловскую подгруппу группы  $G$  (по лемме Фраттини и лемме 1), и теперь ясно, что  $M_1$  содержится точно в  $h(N_G(M_1))$   $\pi$ -холловских подгруппах группы  $G$ . Так как две различные  $\pi$ -холловские подгруппы из  $M$  не могут лежать в одной и той же  $\pi$ -холловской подгруппе группы  $G$ , то

$$h(G) = h(M)h(N_G(M_\pi)). \quad (3)$$

Из  $G = M \cdot N_G(M_\pi)$  (лемма Фраттини) следует

$$G|M \cong N_G(M_\pi)|N_M(M_\pi) \cong N_G(M_\pi)|M_\pi / K,$$

так что  $N_G(M_\pi)/M_\pi$  — расширение  $\pi'$ -группы  $K$  посредством  $C_\pi$ -группы  $G|M$ . Поэтому из лемм 3 и 4 следует

$$h(N_G(M_\pi)) = h(N_G(M_\pi)|M_\pi) = h(G|M)|K : N_K(H|M_\pi)|. \quad (4)$$

Теперь из (3) и (4) следует (1) и теорема доказана

3°. Доказываемая ниже теорема 2 усиливает упомянутые выше результаты из [1, 2]. Предварительно докажем несколько лемм.

Лемма 5. Пусть  $G = HM$ , где  $M$  — нормальная  $\pi'$ -холловская подгруппа группы  $G$ ,  $H \cap M = 1$ . Если  $P$  — наибольшая  $p$ -подгруппа в  $M$  ( $p$  — простое число в  $\pi'$ ) с  $HP = PH$ , то  $P \in \text{Syl}_p(M)$ .

Для доказательства достаточно несколько раз применить лемму 1.

Лемма 6. Пусть  $G = HP$ , где  $P$  — нормальная  $p$ -силовская подгруппа группы  $G$ ,  $H \cap P = 1$ . Тогда произведение порядков главных факторов группы  $G$ , лежащих ниже  $P$  и не централизуемых  $H$ , равно  $h(G) = |G : N_G \cdot (H)|$ .

Доказательство. Пусть  $P = B_0 > B_1 > \dots > B_{r-1} > B_r = 1$  — отрезок главного ряда группы  $G$ . Очевидно,  $B_{r-1}$  лежит в центре  $P$ , поэтому  $B_{r-1}$  — минимальная нормальная подгруппа в  $HB_{r-1}$ . Пусть  $\pi = \{p\}'$ . Если  $H$  централизует  $B_{r-1}$ , то  $B_{r-1} \leq Z(G)$ , и, по теореме 1, тогда  $|G : N_G(H)| = = h(G) = h(G|B_{r-1})$ . Теперь результат следует по индукции, примененной к  $G|B_{r-1}$ . Если же  $H$  не централизует  $B_{r-1}$ , то по теореме 1 имеем

$$|G : N_G(H)| = h(G) = h(G|B_{r-1})|B_{r-1}|B_{r-1}|,$$

то есть  $h(G|B_{r-1}) = h(G)/|B_{r-1}|$ , и результат снова следует по индукции, примененной к  $G|B_{r-1}$ . Лемма доказана.

Лемма 7. Пусть  $G = HP$ , где  $P$  — минимальная нормальная  $p$ -подгруппа в  $G$ ,  $(|H|, p) = 1$ . Если  $H$  не централизует  $P$ , то  $|P| \equiv 1 \pmod{q}$ , где  $q$  — простой делитель  $|H|$ .

Доказательство. Так как  $C_H(P)$  нормальна в  $G$ , не уменьшая общности можем положить  $C_H(P) = 1$ , то есть  $H$  действует точно на  $P$ . Пусть  $M$  — минимальная нормальная подгруппа в  $H$ ,  $|M| = q^b$ . Тогда  $N_G(M) = H$ ,

и поэтому  $N_{PM}(M) = M$ . По теореме Силова  $|P| = |PM : N_{PM}(M)| \equiv \equiv 1 \pmod{q}$ , что и требовалось.

Лемма 8. Пусть  $G = HM$ ;  $M$  — нормальная  $\pi'$ -холловская подгруппа группы  $G$ ;  $(|H|, |M|) = 1$ ;  $h(G) = p_1^{a_1} \cdots p_k^{a_k}$ ,  $a_i > 0$ ;  $P_i^0 \in \text{Syl}_{p_i}(N_G(H))$ ;  $P_i^0 \leq P_i \in \text{Syl}_{p_i}(M)$ ,  $HP_i = P_i H$  ( $P_i$  существует по лемме 5). Тогда

(а)  $p_j^{a_j} - 1$  — сумма индексов некоторых собственных подгрупп из  $H$ ,  $1 \leq j \leq k$ .

(б)  $p_j^{a_j} = n_{j_1} n_{j_2} \cdots n_{j_{m(j)}}$ , где натуральные  $n_{j_s} \equiv 1 \pmod{q_{j_s}}$  для подходящих простых делителей  $q_{j_s}$  числа  $|H|$ .

Доказательство. положим  $T(i) = HP_i$ . тогда  $|T(i) : N_{T(i)}(H)| = P_i^{a_i}$ . Если  $N_i = N_{T(i)}(H)$ ,  $T(i) = N_i \left( \bigcup_{j=2}^r N_i x_j H \right)$  есть разложение  $T(i)$  по двойным смежным системам, то

$$p_i^{a_i} = |T(i) : N_i| = 1 + \sum_{j=2}^r |H : H \cap N_i^{x_j}|.$$

Это доказывает (а). Утверждение (б) следует из лемм 6 и 7.

Теорема 2. Пусть  $Q_1, \dots, Q_t$  — полный набор главных факторов группы  $G$ , все  $Q_i$  являются  $C_\pi$ -группами. Тогда

$$h(G) = \prod_{i=1}^t \{h(Q_i) \cdot \prod_{j=1}^{m(i)} n_{ij}\},$$

где  $n_i = \prod_{j=1}^{m(i)} n_{ij} = 1$  или все  $n_{ij} > 1$  ( $1 \leq j \leq m(i)$ ) и

(а)  $n_i$  — степень простого числа;

(б)  $n_i - 1$  — сумма индексов некоторых собственных подгрупп группы  $H$ , где  $H$  —  $\pi$ -холловская подгруппа группы  $G$ ;

(в)  $n_{ij} \equiv 1 \pmod{q_{ij}}$ , где простое число  $q_{ij}$  делит  $|H|$ .

Доказательство. Пусть  $M$  — минимальная нормальная подгруппа группы  $G$ . По теореме Жордана—Гельдера можем, не уменьшая общности, положить  $M \cong Q_i$ . По теореме Жордана—Гельдера и лемме 1 группа  $G|M$  обладает свойством  $C_\pi$ . Теперь результат следует по индукции, примененной к  $G|M$ , теореме 1 и леммам этого пункта.

Ростовский инженерно-строительный институт

(Поступило 18.5.1984)

მათემატიკა

ი. ბარკოშვილი

სასრული ჯგუფის  $\pi$ -ჰოლის ქვეჯგუფთა რიცხვი

რეზიუმე

მოცემულია გამოსახულება  $G$  ჯგუფის  $\pi$ -ჰოლის ქვეჯგუფთა რიცხვისა, სადა  $G$  არის  $C_\pi$ -ჯგუფის გაფართოება  $C_\pi$ -ჯგუფის მეშვეობით.

Ya. G. BERKOVICH

THE NUMBER OF  $\pi$ -HALL SUBGROUPS OF A FINITE GROUP

## Summary

An expression is obtained for the number of  $\pi$ -Hall subgroups of a group  $G$ , which is an extension of the  $C_{\pi}$ -group by the  $C_{\pi}$ -group.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. P. Hall. J. London Math. Soc., 3(1928), 98-105.
2. M. Hall. J. Algebra, 7, 1967, 363-271.
3. E. Schenkman. Illinois J. Math. 14, № 2, 1970, 241-243.



Г. М. МЖАВИЯ

ОБ ОДНОМ ИНТЕГРАЛЬНОМ УРАВНЕНИИ С КОМПЛЕКСНЫМ СОПРЯЖЕНИЕМ

(Представлено академиком Б. В. Хведелидзе 12.10.1985)

Рассмотрим следующее интегральное уравнение:

$$-\frac{1}{2\pi i} \int_{\Gamma} \frac{\overline{\varphi(\tau)} d\tau}{\tau-t} - \frac{1}{2\pi i} \int_{\Gamma} \overline{\varphi(\tau)} \frac{d\tau}{\tau-t} + \frac{1}{2\pi i} \int_{\Gamma} \varphi(\tau) d \frac{\tau-t}{\tau-t} = f(t) \quad (1)$$

где  $\Gamma$  — кусочно-гладкая, простая, замкнутая линия на комплексной плоскости, с узлами  $c_1, \dots, c_n$  без точек возврата.

Через  $A$  обозначим оператор, соответствующий левой части уравнения (1):

$$(A\varphi)(t) = -\frac{1}{2\pi i} \int_{\Gamma} \frac{\overline{\varphi(\tau)} d\tau}{\tau-t} - \frac{1}{2\pi i} \int_{\Gamma} \overline{\varphi(\tau)} \frac{d\tau}{\tau-t} + \frac{1}{2\pi i} \int_{\Gamma} \varphi(\tau) d \frac{\tau-t}{\tau-t}$$

В настоящей заметке дается одно достаточное условие нетеровости оператора  $A$  в пространствах  $L_p(\Gamma, \rho)$ , где  $1 < p < \infty$ , а

$$\rho(t) = \prod_{k=1}^n |t - c_k|^{\alpha_k}, \quad -1 < \alpha_k < p-1.$$

Оператору  $A$  в точках гладкости сопоставляется символ

$$A_{\omega}(t, \xi) = \begin{pmatrix} 0 & -s \operatorname{gn} \xi \\ s \operatorname{gn} \xi & 0 \end{pmatrix},$$

а в узловых точках  $c_1, \dots, c_n$  символ

$$A_{\omega}(c_j, \xi) = \begin{pmatrix} 0 & e^{(2\theta_j + \gamma_j)i} h_+(\xi) & -\operatorname{cth} \pi x_j & a(\xi) \\ e^{(2\theta_j + \gamma_j)i} h_-(\xi) & 0 & -a(\xi) & \operatorname{cth} \pi x_j \\ \operatorname{cth} x_j & -a(\xi) & 0 & e^{-(2\theta_j + \gamma_j)i} h_-(\xi) \\ a(\xi) & -\operatorname{cth} \pi x_j & e^{-(2\theta_j + \gamma_j)i} h_+(\xi) & 0 \end{pmatrix},$$

где  $\gamma_j$  — угол в  $c_j$  из внутренней области  $D^+$ , ограниченной линией  $\Gamma$ , который составляют касательные в точке  $c_j$ ;  $\theta$  — угол, который образует касательная в узле  $c_j$  дуги, выходящей из этой точки с положительным направлением оси абсцисс:

$$a(\xi) = \frac{\operatorname{ch}(\pi - \gamma_j) x_j}{\operatorname{sh} \pi x_j}$$

$$x_j = \xi + i\beta_j; \quad \beta_j = \frac{1 + \alpha_j}{p}; \quad -\infty < \xi < \infty;$$

и

$$h_{\pm}(\xi) = e^{\pm (\pi - \gamma_j) x_j} \frac{x_j \sin \gamma_j}{\operatorname{sh} \pi x_j}.$$

Теорема 1. Для того чтобы оператор  $A$  был нетеровым, необходимо и достаточно, чтобы

$$\inf_{\substack{t \in \Gamma \\ \xi \in R}} |\det A_{\omega}(t, \xi)| > 0$$

и если это условие выполнено, то

$$\operatorname{ind} A = -\operatorname{ind} A_{\omega}(t, \xi)$$

Эта теорема вытекает из результатов работ [1, 2] (Определение индекса  $\operatorname{ind} A_{\omega}(t, \xi)$  см. в работе [2]).

Вычисляя  $\det A_{\omega}(t, \xi)$ , получаем

$$\det A_{\omega}(t, \xi) = 1 \quad \text{при} \quad t \neq c_1, \dots, c_n$$

и

$$\begin{aligned} \det A_{\omega}(c_j, \xi) &= \frac{x_j^4 \sin^4 \gamma_j}{\operatorname{sh}^4 \pi x_j} - \frac{x_j^4 \sin^2 \gamma_j}{\operatorname{sh}^4 \pi x_j} [\operatorname{sh}^2(2\pi - \gamma_j) x_j + \operatorname{sh}^2 \gamma_j x_j] + \\ &+ \frac{\operatorname{sh}^2(2\pi - \gamma_j) x_j \operatorname{sh}^2 \gamma_j x_j}{\operatorname{sh}^4 \pi x_j} = \frac{g_{\gamma_j}(\xi) g_{2\pi - \gamma_j}(\xi)}{\operatorname{sh}^4 \pi x_j}, \end{aligned}$$

где

$$g_{\gamma_j}(\xi) = x_j^2 \sin^2 \gamma_j - \operatorname{sh}^2 \gamma_j x_j.$$

Доказывается, что при

$$\frac{1 + \alpha_j}{2} \leq \frac{1}{2}$$

$$\det A_{\omega}(t, \xi) \neq 0 \quad \text{и} \quad \operatorname{ind} A_{\omega}(t, \xi) = 0.$$

Теперь из теоремы 1 можно заключить, что имеет место следующий достаточный признак нетеровости оператора  $A$ .

Теорема 2. Если  $\frac{1 + \alpha_j}{p} \leq \frac{1}{2}$ , то оператор  $A$  нетеров в пространстве  $L_p(\Gamma, \zeta)$  и его индекс равен нулю.

В частности, оператор  $A$  нетеров в пространствах  $L_p(\Gamma)$  при  $2 \leq p < \infty$  и его индекс равен нулю.

Следует отметить, что если  $\frac{1 + \alpha_j}{p} > \frac{1}{2}$ , то оператор может оказаться не нетеровым, если даже он будет нетеровым, то его индекс не всегда равен нулю.

Интегральные уравнения вида (1) часто возникают при рассмотрении задач плоской теории упругости (см., например, [3]).

Северо-Кавказский  
горно-металлургический  
институт  
г. Орджоникидзе

გ. მჟავია

კომპლექსურწილებიანი ერთი ინტეგრალური განტოლების  
შესახებ

რეზიუმე

მოყვანილია  $L_p(\Gamma; \rho)$  სივრცეში ნეტერისეულობის აუცილებელი და საკმარისი პირობები, აგრეთვე ინდექსის ფორმულა ოპერატორისათვის, რომელიც გვხვდება დრეკადობის ბრტყელი თეორიის ამოცანების განხილვისას.

MATHEMATICS

G. M. MZHAVIA

ON AN INTEGRAL EQUATION WITH COMPLEX CONJUGATION

Summary

The necessary and sufficient conditions to be Noetherian in spaces  $L_p(\Gamma; \rho)$  and the index formula for the operator encountered in considering problems of plane elasticity are given.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Т. И. Лацабидзе. Сообщения АН ГССР, 112, № 3, 1983, 481—484.
2. Р. В. Дудучава, Т. И. Лацабидзе. Сообщения АН ГССР, 115, № 1, 1984, 29—32.
3. В. З. Партон, П. И. Перлин. Интегральные уравнения теории упругости. М., 1977, 172.

В. Г. КРАВЧЕНКО

## О НОРМАЛИЗАЦИИ СИНГУЛЯРНЫХ ИНТЕГРАЛЬНЫХ ОПЕРАТОРОВ С НЕКАРЛЕМАНОВСКИМ СДВИГОМ

(Представлено академиком Н. П. Векуа 10.11.1984)

Известно большое число работ, посвященных исследованию сингулярных интегральных операторов, символ которых в отдельных точках обращается в нуль (см., например, [1] и цитированную там литературу). Сингулярные интегральные операторы со сдвигом в такой же ситуации изучались только в случае карлемановского сдвига [2]. В настоящей статье рассматривается задача нормализации для одного класса сингулярных интегральных операторов с некарлемановским сдвигом. При этом под задачей нормализации понимается следующая

Задача (Н). Пусть  $M$  — некоторое множество линейных замкнутых операторов, действующих из банахова пространства  $X_0$  в банахово пространство  $Y_0$ . Построить такие банаховы пространства  $X_1$  и  $Y_1$ , чтобы  $\{X_0, X_1\}$  и  $\{Y_0, Y_1\}$  образовывали интерполяционные (совместимые, банаховы) пары и для каждого оператора  $A \in M$  выполнялись условия:

(i) Наименьшее замкнутое продолжение сужения  $A|_{X_0 \cap X_1} : X_0 \rightarrow Y_0$  совпадает с оператором  $A : X_0 \rightarrow Y_0$ .

(ii) Оператор  $A|_{X_0 \cap X_1} : X_1 \rightarrow Y_1$  допускает замыкание  $A_1$  и

$\text{im } A_1 = \overline{\text{im } A_1}$ , где  $\overline{\text{im } A_1}$  — замыкание образа оператора  $A_1$  в топологии пространства  $Y_1$ , т. е. оператор  $A_1 : X_1 \rightarrow Y_1$  нормально разрешим.

Через  $H(M)$  будем обозначать совокупность решений задачи (Н).

Пусть  $\Gamma$  — единичная окружность в комплексной плоскости;  $\alpha(t)$  — сдвиг (диффеоморфизм)  $\Gamma$  на себя, производная которого  $\alpha'(t)$  удовлетворяет условию Гельдера и  $\inf\{|\alpha'(t)| : t \in \Gamma\} > 0$ ;  $U$  — оператор сдвига:  $(U\varphi)(t) = |\alpha'(t)|^{1/p} \varphi[\alpha(t)]$ ,  $1 < p < \infty$ ;  $A = A(a, b)$  — функциональный оператор вида:  $A = aI + bU$ , где  $a$  и  $b$  — некоторые функции на  $\Gamma$  и  $I$  — тождественный оператор;  $T = T(a, b)$  — сингулярный интегральный оператор со сдвигом вида  $T = P_+ + AP_-$ , где  $P_{\pm} = (I \pm S)/2$  и  $S$  — оператор сингулярного интегрирования с ядром Коши, т. е.  $(S\varphi)(t) = (\pi i)^{-1} \int_{\Gamma} (\tau - t)^{-1} \varphi(\tau) d\tau$ .

Пусть  $\tau$  — неподвижная точка сдвига  $\alpha(t)$  и  $(a, b)$  — пара измеримых функций на  $\Gamma$ . Введем функцию  $j(a, b, \tau + 0)$ , полагая  $j(a, b, \tau + 0) = 1$ , если существует такая окрестность  $O_{\tau}$  точки  $\tau$ , что  $\text{ess sup}\{|a \cdot b^{-1}| : t \in O_{\tau}; t > \tau\} < 1$ ;  $j(a, b, \tau + 0) = -1$ , если существует окрестность  $O_{\tau}$ , что  $\text{ess sup}\{|a^{-1} \cdot b| : t \in O_{\tau}; t > \tau\} < 1$ , и  $j(a, b, \tau + 0) = 0$  во всех остальных случаях. Аналогично вводится  $j(a, b, \tau - 0)$ . Через  $J$  обозначим совокупность пар функций  $(a, b)$  таких, что для любого  $\xi > 0$  найдутся функции  $a_{\xi}$  и  $b_{\xi}$ , удовлетворяющие условиям  $\widehat{\delta}(a, J, u_{\xi} J) < \xi$ ,  $\widehat{\delta}(bJ, b_{\xi} J) < \xi$  и

$j(a_{\xi}, b_{\xi}, \tau \pm 0) \neq 0$  во всех неподвижных точках  $\alpha(t)$ , где  $\widehat{\delta}(\cdot, \cdot)$  — раствор между замкнутыми операторами. Причем, если  $j(a, b, \tau \pm 0) = 0$ , то среди функций  $a_{\xi}, b_{\xi}$  можно найти такие  $a'_{\xi}, b'_{\xi}$  и  $a''_{\xi}, b''_{\xi}$ , что  $j(a'_{\xi}, b'_{\xi}, \tau \pm 0) = 1$  и  $j(a''_{\xi}, b''_{\xi}, \tau \pm 0) = -1$ . Далее, для  $(a, b) \in J$  определим функцию  $v(t) = v(a, b, t)$ , полагая  $v(t) = a(t)$ , если  $j(a, b, \tau + 0) = j(a, b, \tau - 0) = -1$  во всех неподвижных точках  $\alpha(t)$ ;  $v(t) = b(t)$ , если  $j(a, b, \tau + 0) = j(a, b, \tau - 0) = 1$  во всех неподвижных точках  $\alpha(t)$  и  $v(t) \equiv 0$  в остальных случаях. Всюду далее предполагаем, что  $\{\tau \in \Gamma : \alpha(\tau) = \tau\} = \{\tau_1, \dots, \tau_n\}$ ,  $n \geq 1$ .

Пусть  $\rho_1, \rho_2, \rho_3$  — почти всюду положительные функции из  $L_{\infty}$  и  $L_p(\rho) = \{\Phi : \rho\Phi \in L_p\}$  банахово пространство с нормой:  $|\Phi|_{p, \rho} = |\rho\Phi| \stackrel{\text{det}}{=} |\rho\Phi|_{L_p}$ . Обозначим

$$E(\rho_1, \rho_2) = \{(a, b) \in J : \rho_1^{-1} v^{-1}(\rho_1^{-1} a, \rho_1^{-1}(\alpha) b) \in L_{\infty}; \\ (\rho_1^{-1} a, \rho_1^{-1}(\alpha) b) \cdot v^{-1}(\rho_1^{-1} a, \rho_1^{-1}(\alpha) b) \in L_{\infty} \times L_{\infty}\}.$$

Аналогично [3, 4] (см. также [5], гл. 9) может быть доказана.

**Теорема 1.** Если  $(a, b) \in J$ , то оператор  $A : L_p(\rho_1) \rightarrow L_p(\rho_2)$ ,  $1 < p < \infty$ , непрерывно обратим тогда и только тогда, когда  $(a, b) \in E(\rho_1, \rho_2)$ .

Отсюда, в частности, следует, что

$$(L_p(\rho_1), L_p(\rho_2)) \in H(\{aI + bU : (a, b) \in E(\rho_1, \rho_2)\}).$$

Если  $\rho(t) \geq 0$  и  $\ln \rho \in L_1$ , то через  $e(\rho)$  будем обозначать внешнюю функцию с модулем  $\rho$ . Следствием теоремы Хартмана (см., например, [6]) является

**Лемма 1.** Пусть  $a$  — измеримая функция на  $\Gamma$  и  $\ln |a| \in L_1$ . Оператор  $P_- a P_+ (P_+ a P_-)$  компактен в пространстве  $L_p$ ,  $1 < p < \infty$ , относительно оператора  $a P_+ (a P_-)$  тогда и только тогда, когда  $a e(|a|)^{-1} \in H_{\infty} + C$  ( $\overline{a e}(|a|^{-1}) \in H_{\infty} + C$ ).

Через  $\widehat{QC}$  обозначим совокупность измеримых функций  $a(t)$ , для которых  $\ln |\widetilde{a}| \in L_1$  и  $a e(|\widetilde{a}|^{-1}), \overline{a e}(|\widetilde{a}|^{-1}) \in H_{\infty} + C$ , где  $\widetilde{a}(t) = a(t)$ , если  $|a(t)| > 1$  и  $\widetilde{a}(t) = 1$ , если  $|a(t)| \leq 1$ . Далее, пусть  $\widehat{QC}$  — совокупность таких функций  $a \in \widehat{QC}$ , что  $e(|a|^{-1}) \cdot e(|a|) \in QC$ , как только  $\text{ess inf}\{|a(t)| : t \in \Gamma\} > 0$ .

Напомним (см., например, [7, с. 374]), что через  $QC$  обычно обозначается совокупность квазинепрерывных функций, т. е.  $QC = H_{\infty} + C \cap \overline{H_{\infty} + C}$ . Ясно, что  $QC \subset \widehat{QC} \subset \overline{QC}$ .

С помощью леммы 1 и результатов работы [8] могут быть доказаны следующие две теоремы.

**Теорема 2.** Пусть  $a, b \in \widehat{QC}$ . Для того, чтобы оператор  $a P_+ + b P_- : L_p \rightarrow L_p$ ,  $1 < p < \infty$ , был нетеров, необходимо и достаточно, чтобы

$$\text{ess inf}\{|a(t)| : t \in \Gamma\} > 0, \text{ess inf}\{|b(t)| : t \in \Gamma\} > 0.$$

Если оператор  $a P_+ + b P_-$  нетеров, то

$$\text{ind}(a P_+ + b P_-) = \text{ind} \overline{b e(|b|^{-1})} - \text{ind} a e(|a|^{-1}).$$

(Определение индекса функции  $\Phi \in QC$  см., например, в [9]).

Множество пар функций  $(a, b)$  таких, что  $a \in \widehat{QC}$  и либо  $b \in QC$ , либо  $b[\alpha_{-1}(t)] \in \widehat{QC}$  обозначим через  $\widehat{QC}_2$ .

**Теорема 3.** Пусть  $A = aI + bU$ ;  $B = cI + dU$ ;  $(a, b), (c, d) \in I \cap \widetilde{QC}_a^2$ ;  $D(A) = D(v(a, b)I)$ ;  $D(B) = D(v(c, d)I)$ ;  $v(a, b), v(c, d) \in \widetilde{QC}$ . Тогда оператор  $AP_+ + BP_- : L_p \rightarrow L_p$ ,  $1 < p < \infty$ , нетеров в том и только том случае, когда  $(a, b), (c, d) \in E(1, 1)$ . Если оператор  $AP_+ + BP_-$  нетеров, то

$$\text{ind}(AP_+ + BP_-) = \text{ind } v(c, d) \cdot e(\overline{|v(c, d)|^{-1}}) - \text{ind } v(a, b) \cdot e(|v(a, b)|^{-1}).$$

Полагаем  $M(\rho_1, \rho_2) = \{T(a, b) : (a, b) \in \widetilde{QC}_a^2 \cap E(\tau_1, \rho_2); v(a, b) \in \widetilde{QC}\}$ .

Пусть  $A$  — алгебра функций, аналитических в открытом и непрерывных в замкнутом единичном круге;  $A^{(0)} = \{\varphi \in A : \varphi(0) = 0\}$ ;  $\rho \geq 0$  и  $\ln \rho \in L_1$ ;  $H_p(\rho)$  ( $H_p^{(0)}(\rho)$ ) — замыкание  $e(\rho^{-1})A \cap L_p(\rho)$  ( $e(\rho^{-1})A^{(0)} \cap L_p(\rho)$ ) в  $L_p(\rho)$ ;  $\overline{H}_p^{(0)}(\rho) = \{\varphi \in L_p(\rho) : \overline{\varphi} \in H_p^{(0)}(\rho)\}$ .

Далее символом  $X_1 + X_2$  будем обозначать банахово пространство, являющееся суммой пространств банаховой пары  $\{X_1, X_2\}$ .

**Теорема 4.**  $(H_p + \overline{H}_p^{(0)}(\rho_1), H_p + L_p(\rho_2)) \in H(M_1(\rho_1, \rho_2))$ , причем для каждого  $T(a, b) \in M(\rho_1, \rho_2)$  оператор

$$T_1(a, b) : H_p + \overline{H}_p^{(0)}(\rho_1) \rightarrow H_p + L_p(\rho_2)$$

нетеров и его индекс вычисляется по формуле

$$\text{ind } T_1(a, b) = \text{ind } v_1 \cdot e(|v_1|^{-1}), \quad v_1 = (e(\rho_2) \cdot e(\overline{\rho_1^{-1}}) a, e(\rho_1) \cdot e(\overline{\rho_1^{-1}}) b).$$

Теорема 4 позволяет достаточно эффективно находить решения задачи нормализации некоторых операторов. Так, например, пусть  $(a, b) \in C(\Gamma)$  и  $v(a, b)$  отлична от тождественного нуля. Для определенности предположим, что  $v(a, b) = b$ . Предположим также, что функция  $b$  имеет нули на  $\Gamma$ , каждый из которых имеет степенной порядок, не превосходящий некоторого целого числа  $\kappa \geq 0$ . Пусть  $N_0$  — множество нулей функции  $b$ . Из равенства  $v(a, b) = b$  следует, что  $N_0 \cap \{\tau_1, \dots, \tau_n\} = \emptyset$ . Если  $N_1 = \bigcup_{m=1}^{\infty} \bigcup_{t \in N_0} \{\alpha_m(t)\}$ , то  $N_1 \cup \{\tau_1, \dots, \tau_n\}$  — замкнутое множество и, следовательно, его дополнение до  $\Gamma$  представимо в виде счетного числа интервалов (дуг окружности  $\Gamma$ )  $\gamma_m$ ,  $m = 1, 2, \dots$ , длины которых обозначим через  $d_m$ . Дополнительно предположим, что  $\sum d_m \cdot \ln d_m^{-1} < \infty$ .

Пусть  $t_m^{(1)}$  и  $t_m^{(2)}$  концы дуг  $\gamma_m$ . Полагаем

$$\eta_m(z) = ((z - t_m^{(1)}) \cdot (z - t_m^{(2)}))^{\kappa}$$

и обозначим через  $h(t)$  функцию, определенную на множестве  $\Gamma \setminus (N_1 \times \cup \{\tau_1, \dots, \tau_n\})$  и совпадающую с  $\eta_m(z)$  на интервалах  $\gamma_m$ .

Если  $g = e(\ln|n|)$ , то (см. [10] с. 179)  $g(t)$  — непрерывная внешняя функция, имеющая в каждой точке множества  $N_1$  нуль порядка  $\kappa$ . И, кроме того, ряд Фурье функции  $g(t)$  сходится абсолютно в замкнутом единичном круге. Используя эти факты, можно доказать, что при сделанных выше предположениях

$$(H_p + \overline{H}_p^{(0)}(|g|^{-1}), H_p + L_p(|g|^{-1})) \in HT(a, b).$$

Аналогично рассматривается случай  $v(a, b) = a$ .

## 3. კრავჩენკო

არაკარლემანისებური გადაადგილებიანი სინგულარული  
 ინტეგრალური ოპერატორების ნორმალიზაციის შესახებ

რეზიუმე

განხილულია ნორმალიზაციის ამოცანა ერთი კლასის სინგულარული ინტეგრალური ოპერატორისათვის გადაადგილებით, რომელსაც აქვს უძრავ წერტილთა სასრულო რაოდენობა.

MATHEMATICS

V. G. KRAVCHENKO

ON THE NORMALIZATION OF SINGULAR INTEGRAL OPERATORS  
 WITH A NON-CARLEMAN SHIFT

Summary

The problem of normalization for a certain class of singular integral operators with the shift of a finite set of fixed points is considered.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. З. Прёсдорф. Некоторые классы сингулярных уравнений. М., 1979.
2. С. Meyer. Math. Nachr., 73, 1976.
3. В. Г. Кравченко. УМЖ, 24, 6, 1972.
4. В. Г. Кравченко. ДАН СССР, 215, № 6, 1974.
5. Г. С. Литвинчук. Краевые задачи и сингулярные интегральные уравнения со сдвигом. М., 1977.
6. Н. К. Никольский. Лекции об операторе сдвига. М., 1980.
7. Дж. Гарнетта. Ограниченные аналитические функции. М., 1984.
8. В. Г. Кравченко. Сб. «Краевые задачи». Пермь, 1982.
9. Н. К. Никольский. Операторы Ганкеля и Тёплица. Спектральная теория. Препринт ЛОМИ АН СССР, P-1-82. Л., 1982.
10. Ж.-П. Кахан. Абсолютно сходящиеся ряды Фурье. М., 1976.



УДК 517.929

МАТЕМАТИКА

Р. Г. КОПЛАТАДЗЕ

ОБ УСЛОВИЯХ КОЛЕБЛЕМОСТИ РЕШЕНИЙ  
 ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ  $n$ -ГО ПОРЯДКА  
 С ЗАПАЗДЫВАЮЩИМ АРГУМЕНТОМ

(Представлено членом-корреспондентом Академии И. Т. Кигурадзе 15.11.1984)

В настоящей статье исследуется вопрос о колеблемости решений дифференциальных уравнений с запаздывающим аргументом вида

$$u^{(n)}(t) + f(t, u(\tau(t)), u'(\tau(t)), \dots, u^{(n-1)}(\tau(t))) = 0, \quad (1)$$

где  $n \geq 2$ , функция  $\tau: R_+ \rightarrow R$  непрерывна,  $\tau(t) \leq t$  при  $t \in [0, \infty[$  и  $\lim_{t \rightarrow +\infty} \tau(t) = +\infty$ , а функция  $f: R_+ \times R^n \rightarrow R$  удовлетворяет локальным условиям Каратеодори и либо

$$f(t, x_1, \dots, x_n) x_1 \geq 0 \quad \text{при } t \in R_+, (x_1, \dots, x_n) \in R^n \quad (2)$$

либо

$$f(t, x_1, \dots, x_n) x_1 \leq 0 \quad \text{при } t \in R_+, (x_1, \dots, x_n) \in R^n. \quad (3)$$

Пусть  $\eta(t) = \max \{s: \tau(s) \leq t\}$  и  $t_0 \in R_+$ . Непрерывная функция  $u: [t_0, +\infty[ \rightarrow R$  называется правильным решением уравнения (1), если она локально абсолютно непрерывна вместе со своими производными до порядка  $n-1$  включительно на  $[\eta(t_0), +\infty[$ , почти всюду в этом промежутке удовлетворяет уравнению (1) и

$$\sup \{|u(t)|: s \leq t < +\infty\} > 0 \quad \text{при } s \geq t_0.$$

Правильное решение  $u: [t_0, +\infty[ \rightarrow R$  уравнения (1) называется колеблющимся, если оно имеет последовательность нулей, сходящуюся к  $+\infty$ , в противном случае решение называется неколеблющимся.

Следуя [1, 2], введем определения.

Определение 1. Скажем, что уравнение (1) обладает свойством  $A$ , если каждое правильное решение этого уравнения при четном  $n$  является колеблющимся, а при нечетном  $n$  — либо колеблющимся, либо удовлетворяющим условию

$$|u^{(i)}(t)| \downarrow 0 \quad \text{при } t \uparrow +\infty \quad (i=0, \dots, n-1). \quad (4)$$

Определение 2. Скажем, что уравнение (1) обладает свойством  $B$ , если каждое правильное решение этого уравнения при четном  $n$  является либо колеблющимся, либо удовлетворяющим условию (4), либо условию

$$|u^{(i)}(t)| \uparrow +\infty \quad \text{при } t \uparrow +\infty \quad (i=0, \dots, n-1), \quad (5)$$

а при нечетном  $n$  — либо колеблющимся, либо удовлетворяющим условию (5).



Признаки наличия у обыкновенных дифференциальных уравнений свойства А или В были впервые указаны Кнезером [3]. Довольно общие результаты в этом направлении принадлежат В. А. Кондратьеву [1], И. Т. Кигурадзе [2, 4, 5], Т. А. Чантурия [6, 7].

В настоящей заметке приводятся новые признаки наличия у уравнения (1) свойств А или В, дополняющие результаты работы [8].

Через  $L_{loc}(R_+; R_+)$  обозначим множество функций  $p: R_+ \rightarrow R_+$ , суммируемых на каждом конечном отрезке.

**Теорема 1.** Пусть соблюдается неравенство (2),

$$|f(t, x_1, \dots, x_n)| \geq p(t)|x_1| \quad \text{при } t \in R_+, (x_1, \dots, x_n) \in R^n \quad (6)$$

и  $\tau(t) \leq \delta(t) \leq t$ , где  $p \in L_{loc}(R_+; R_+)$ , а функция  $\delta: R_+ \rightarrow R$  не убывает и

$$\overline{\lim}_{t \rightarrow +\infty} \int_{\delta(t)}^t \tau^{n-1}(s) p(s) ds > (n-1)!$$

Тогда уравнение (1) обладает свойством А.

**Теорема 2.** Пусть соблюдаются условия (3), (6) и  $\tau(t) \leq \delta(t) \leq t$  где  $p \in L_{loc}(R_+; R_+)$ , а функция  $\delta: R_+ \rightarrow R$  не убывает. Пусть, далее, при нечетном  $n$  соблюдается неравенство,

$$\overline{\lim}_{s \rightarrow +\infty} \int_{\delta(t)}^t s \tau^{n-2}(s) p(s) ds > (n-1)!,$$

а при четном  $n$  — неравенство

$$\overline{\lim}_{t \rightarrow +\infty} \int_{\delta(t)}^t s \tau^{n-2}(s) p(s) ds > 2(n-2)!$$

Тогда уравнение (1) обладает свойством В.

**Теорема 3.** Пусть соблюдаются условия (2) и (6), где  $p \in L_{loc}(R_+; R_+)$  и

$$\lim_{t \rightarrow +\infty} \int_{\tau(t)}^t \tau^{n-1}(s) p(s) ds > \frac{(n-1)!}{e}. \quad (7)$$

Тогда уравнение (1) обладает свойством А.

**Замечание.** Отметим, что неравенство (7) нельзя заменить неравенством

$$\lim_{t \rightarrow +\infty} \int_{\tau(t)}^t \tau^{n-1}(s) P(s) ds > \frac{(n-1)!}{e} - \varepsilon \quad (8)$$

ни при каком  $\varepsilon > 0$ .

В самом деле, пусть  $0 < \varepsilon < \frac{(n-1)!}{e}$ . Подберем число  $\beta \in ]n-2, n-1[$  таким образом, чтобы  $\beta(\beta-1) \dots (\beta-(n-2)) > (n-1)! - \varepsilon$ . Очевидно, что уравнение

$$u^{(n)}(t) + p(t)u(\tau(t)) = 0,$$

где  $\tau(t) = \alpha t$ ,  $\alpha = e^{\frac{1}{\beta - (n-1)}}$ ,  $p(t) = -\beta(\beta-1) \dots (\beta-(n-1)) \alpha^{-\beta} t^{-n}$  обладает неколеблющимся решением  $u(t) = t^\beta$ , хотя и выполнено условие (8).

Теорема 4. Пусть соблюдаются условия (3) и (6), где  $p \in L_{\text{loc}}(R_+; R_+)$ . Пусть, далее, при нечетном  $n$  соблюдается неравенство

$$\lim_{t \rightarrow +\infty} \int_{\tau(t)}^t s \tau^{n-2}(s) p(s) ds > \frac{(n-1)!}{e},$$

а при четном  $n$  — неравенство

$$\lim_{t \rightarrow +\infty} \int_{\tau(t)}^t s \tau^{n-2}(s) p(s) ds > \frac{2(n-2)!}{e}.$$

Тогда уравнение (1) обладает свойством В.

Тбилисский государственный университет  
Институт прикладной математики  
им. И. Н. Векуа

(Поступило 16.11.1984)

მათემატიკა

რ. კოპლატაძე

$n$ -რი რიგის დაგვიანებული არგუმენტის დიფერენციალურ განტოლებათა ამოხსნების რხევადობის პირობების შესახებ

რეზიუმე

მოყვანილია (1) დიფერენციალური განტოლების წესიერი ამოხსნების რხევადობის საკმარისი პირობები.

MATHEMATICS

R. G. KOPLATADZE

ON CONDITIONS OF OSCILLATION OF SOLUTIONS OF  $n$ th ORDER  
DELAY DIFFERENTIAL EQUATIONS

Summary

The sufficient conditions of oscillation of solutions of the differential equation (1) are given.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. А. Кондратьев. Труды Моск. матем. общества, 10, 1961, 419—436.
2. И. Т. Кигурадзе. Дифф. уравнения, 10, 8, 1974, 1387—1399.
3. А. Кнесер. Math. Ann. 42, 1893, 409-435.
4. И. Т. Кигурадзе. Дифф. уравнения, 10, 9, 1974, 1586—1594.
5. И. Т. Кигурадзе. Некоторые сингулярные краевые задачи для обыкновенных дифференциальных уравнений. Тбилиси, 1975.
6. Т. А. Чантурия. Дифф. уравнения, 16, 3, 1980, 470—482.
7. Т. А. Чантурия. Дифф. уравнения, 16, 4, 1980, 635—644.
8. Р. Г. Коплатадзе, Т. А. Чантурия. Об осцилляционных свойствах дифференциальных уравнений с отклоняющимся аргументом. Тбилиси, 1977.



А. Г. ДЖВАРШЕИШВИЛИ

О ПРОДИФЕРЕНЦИРОВАННОМ ДВОЙНОМ ИНТЕГРАЛЕ  
 ТИПА КОШИ

(Представлено академиком Н. П. Векуа 27.11.1984)

Мы будем рассматривать простые замкнутые линии с уравнением

$$t(s) = t(0) + \int_0^s e^{i\varphi(u)} du, \quad 0 \leq s < l,$$

где  $\varphi(s)$  — угол между касательной и положительным направлением оси  $Ox$ . Конечную область, ограниченную линией  $\gamma$ , обозначим через  $\gamma^+$ , а бесконечную — через  $\gamma^-$ . Положим, длина линии  $l = 2\pi$ . Для точки  $t_0 = t(s_0)$  введем множества  $\gamma_\varepsilon = \gamma_\varepsilon(t_0) = \{t(s) : |s - s_0| \geq \varepsilon\}$ , а при  $s_0 = 0$  или  $s_0 = 2\pi$   $\gamma_\varepsilon = \{t(s) : \varepsilon \leq s \leq 2\pi - \varepsilon\}$ ;  $\Delta(t_0, \rho, \theta) = \{z_\alpha = t_0 + iae^{i(\varphi_0 + \psi)}, 0 < a < \rho, |\psi| < \theta\}$ ;  $0 < \theta < 1, \varphi_0 = \varphi(s_0)$ .

Через  $A \times B$  обозначим декартово произведение множеств  $A$  и  $B$ . Линия  $\gamma \in C_1$ , если  $t'(s)$  непрерывна на  $[0, 2\pi]$ .

Функция  $f \in L_p(\Gamma)$ ,  $\Gamma = \gamma_1 \times \gamma_2$ , если  $f[s, \sigma] = f(t(s), \tau(\sigma))$  измерима на  $[0, 2\pi] \times [0, 2\pi]$  и

$$\|f\|_p^p = \int_{\gamma_1} \int_{\gamma_2} |f[s, \sigma]|^p ds d\sigma < \infty.$$

Для линии  $\gamma \in C_1$  существует (см. [1, стр. 64—65]) числа  $\varepsilon > 0$   $\lambda = \lambda(\varepsilon) > 0$  такие, что

$$\rho(t_0, \gamma_\varepsilon(t_0)) = \inf_{|\sigma| > \varepsilon} |t(s_0 + \sigma) - t(s_0)|, \quad \forall t_0 \in \gamma.$$

Эти числа назовем соответственными. Далее, для  $\gamma \in C_1$  существует числа  $\rho_0 > 0, \theta_0 > 0$  такие, что

$$\Delta(t, \rho_0, \theta_0) \subset \gamma^+; \quad \overline{\Delta(t, \rho_0, \theta_0)} \setminus \{t\} \cap \gamma = \emptyset, \quad \forall t \in \gamma.$$

где  $\overline{\Delta}$  — замыкание множества  $\Delta$ . Такие числа назовем собственными. Для функции  $f \in L_1(\Gamma)$  введем максимальные функции:

$$\partial \widehat{f}_h[s_0, \sigma_0] = \sup \left| \frac{1}{(s-s_0)^2 (\sigma-\sigma_0)} \int_{s_0}^s \int_{\sigma_0}^\sigma [f[u, v] - f[s_0, v]] dt d\tau \right|, \quad (1)$$

где  $\sup$  рассматривается при  $0 < |s-s_0|; |\sigma-\sigma_0| \leq h$ . Далее

$$\widehat{f}_h[s_0] = \sup_{0 < |s-s_0| < h} \left| \frac{1}{s-s_0} \int_{s_0}^s du \int_{-\pi}^\pi [f[u, v] - f[s_0, v]] dv \right|;$$

$$\widehat{F}_1(h, s_0) = \sup_{0 < |s - s_0| < h} \left| \int_{s_0}^s du \int_{-\pi}^{\pi} |f[u, v] - f[s_0, v]| dv; \quad (2)$$

$$\widehat{F}_2(h, \sigma_0) = \sup_{0 < |\sigma - \sigma_0| < h} \left| \int_{\sigma_0}^{\sigma} dv \int_{-\pi}^{\pi} |f[u, v] - f[\sigma_0, v]| du.$$

Для функции  $f \in L_1(\Gamma)$  и точки  $(t_0, \tau_0) \in \Gamma$  составим выражение

$$\begin{aligned} \Delta(f, z_\lambda, W_\mu) = & \frac{1}{(2\pi i)^2} \left\{ \int_{\gamma_1} \int_{\gamma_2} \frac{f(t, \tau) - f(t_0, \tau)}{(t - z_\lambda)^2 (\tau - W_\mu)} dt d\tau - \right. \\ & - \int_{\gamma_{1\epsilon}} \int_{\gamma_2} \frac{f(t, \tau) - f(t_0, \tau)}{(t - t_0)^2 (\tau - W_\mu)} dt d\tau - \int_{\gamma_1} \int_{\gamma_{\delta 0}} \frac{f(t, \tau) - f(t_0, \tau)}{(t - z_\lambda)^2 (\tau - \tau_0)} dt d\tau + \\ & \left. + \int_{\gamma_{1\epsilon}} \int_{\gamma_{\delta 0}} \frac{f(t, \tau) - \gamma(t_0, \tau)}{(t - t_0)^2 (\tau - \tau_0)} dt d\tau, \right. \quad (3) \end{aligned}$$

где  $z_\lambda = t_0 + i\lambda e^{i(\varphi_0 + \theta_0)}$ ;  $W_\mu = \tau_0 + i\mu e^{i(\psi_0 + \theta_0)}$ ;  $\epsilon, \lambda, \delta, \mu$  соответственные числа для  $\gamma_1$  и  $\gamma_2$ , а  $\rho_0, \theta_0$  — собственные числа для  $\gamma_1, \gamma_2$ , удовлетворяющие условиям  $0 < \lambda \leq \epsilon \leq \rho_0$ ;  $0 < \mu \leq \delta \leq \rho_0$ . Устанавливается следующее неравенство:

$$\begin{aligned} \sup |\Delta(f, z, w)| \leq C \left\{ \int_{-\pi}^{\pi} \int_{-\pi}^{\pi} |f[u, v] - f(s_0, v)| du dv + \delta f_{\rho_0}[s_0, \sigma_0] + \right. \\ \left. + f_{\rho_0}[s_0] + F_1(\rho_0, s_0) + F_2(\rho_0, \sigma_0) \right\}, \quad (4) \end{aligned}$$

где  $\sup$  рассматривается при  $z \in \Delta(t_0, \rho_0, \theta_0)$ ,  $w \in \Delta(\tau_0, \rho_0, \theta_0)$  и

$$\frac{1}{\lambda} \leq \frac{|z - t_0|}{|w - \tau_0|} \leq \lambda, \quad \lambda \geq 1$$

а  $C > 0$  константа, не зависящая от  $f$  и точки  $(t_0, \tau_0)$ . Из неравенства (2) вытекает следующая

Теорема. Пусть  $f \in L_1(\Gamma)$ ,  $\Gamma = \gamma_1 \times \gamma_2$ ,  $\gamma_k \in C_1$   $k=1, 2$ .

Если в каждой точке  $(t_0, \tau_0) \in E \subset \Gamma$ ,  $|E| > 0$  существует  $C_1$ -производная по  $t$

$$\begin{aligned} C_1 \frac{\partial f(t_0, \tau_0)}{\partial t} = \\ = \lim_{\substack{s \rightarrow s_0 \\ \sigma \rightarrow \sigma_0}} \frac{2}{(t(s) - t(s_0))^2 (\tau(\sigma) - \tau(\sigma_0))} \int_{s_0}^s \int_{\sigma_0}^{\sigma} [f[u, v] - f[s_0, v]] dt d\tau, \quad (5) \end{aligned}$$

тогда почти для всех  $(t_0, \tau_0) \in E$  имеем

$$\lim \Delta(f, z, w) = (\nu_1, \nu_2) \frac{1}{4} C_1 \frac{\partial f(t_0, \tau_0)}{\partial t}, \quad (6)$$

когда  $z \rightarrow t_0$ ,  $w \rightarrow \tau_0$ ,  $z \in \Delta(t_0, \rho_0, \theta_0)$ ,  $w \in \Delta(\tau_0, \rho_0, \theta_0)$  и для некоторого  $\lambda \geq 1$

$$\frac{1}{\lambda} \leq \frac{|z-t_0|}{|w-\tau_0|} \leq \lambda,$$

а  $\gamma_k, k=1, 2$  знак „+“ или „-“ и  $(\gamma_1, \gamma_2)$ —есть знак, который получится при произведении единиц с соответствующим знаком.

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

(Поступило 30.11.1984)

მათემატიკა

ა. ჯვარშიშვილი

ბაზარმომავალი კოვოს ბიკის ინტეგრალის შესახებ

რეზიუმე

სტატიაში მიღებულია (3) სახის გამოსახულების შეფასება შემოღებული (1) და (2) მაქსიმალური ფუნქციების საშუალებით (იხ. (4)). ამ უტოლობის გამოყენებით დამტკიცებულია

თეორემა. ვთქვათ  $f \in L_1(\Gamma)$ ,  $\Gamma = \gamma_1 \gamma_2$ ,  $\gamma_k \in C_1$ ,  $k=1, 2$ . თუ ყოველ წერტილში  $(t_0, T_0) \in E \equiv \Gamma$ ,  $|E| > 0$  არსებობს  $C_1$ -წარმოებული (5), მაშინ თითქმის ყველგან  $E$ -ზე, გვექნება (6).

MATHEMATICS

A. G. JVARSHVILI

## ON A DIFFERENTIATED CAUCHY TYPE DOUBLE INTEGRAL

### Summary

Expression (3) is estimated by the maximal functions (1) and (2), (see (4)). On the basis of this inequality the following theorem is proved.

Theorem. Let  $f \in L_1(\Gamma)$ ,  $\Gamma = \gamma_1 \gamma_2$ ,  $\gamma_k \in C_1$ ,  $k=1, 2$ . If at every point there exists the derivative (5), then (6) holds almost everywhere on  $E$ .

### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. Г. Джваршейшвили. Изв. вузов, Математика, 193, 1978, 63—72.

Н. Л. ВАСИЛЕВСКИЙ

МНОГОМЕРНЫЕ СИНГУЛЯРНЫЕ ИНТЕГРАЛЬНЫЕ ОПЕРАТОРЫ  
 С КОЭФФИЦИЕНТАМИ, ДОПУСКАЮЩИМИ РАЗРЫВЫ  
 ОДНОРОДНОГО ТИПА

(Представлено академиком Н. П. Векуа 10.11.1984)

Обозначим через  $R=R(\mathbf{A}; \text{SiO}(\mathbb{R}^n))$  алгебру, порожденную всеми действующими в пространстве  $L_2(\mathbb{R}^n)$  операторами вида

$$A = a(x)M,$$

где  $a(x)$  — функция из некоторой алгебры  $\mathbf{A}$  коэффициентов, содержащей  $C(\dot{\mathbb{R}}^n); \dot{\mathbb{R}}^n = \mathbb{R}^n \cup \{\infty\}$  — одноточечная компактификация  $\mathbb{R}^n$ ;  $M$  — оператор из алгебры  $\text{SiO}(\mathbb{R}^n)$  всех операторов вида  $F^{-1}m(\xi)F$ ;  $F, F^{-1}$  — соответственно прямое и обратное преобразования Фурье;  $m(\xi)$  — однородная степени нуль функция в  $\mathbb{R}^n$ , сужение которой на единичную сферу  $S^{n-1}$  в  $\mathbb{R}^n$  непрерывно.

Хорошо известен классический случай:  $A = C(\mathbb{R}^n)$  (см., например, [1, 2]). Сингулярные интегральные (псевдодифференциальные) операторы и алгебры, ими порожденные, для различного характера особенностей классического символа изучались многими авторами (см., например, [3—7]). В настоящей работе рассмотрен случай, когда алгебра  $\mathbf{A}$  состоит из функций, допускающих разрывы однородного типа на некоторых поверхностях в  $\mathbb{R}^n$  различных размерностей. Алгебра псевдодифференциальных операторов с подобными особенностями символов независимо изучалась Б. А. Пламеневским (устное сообщение).

Пусть  $L = \bigcup_i L_j$  — конечная совокупность гладких ориентируемых ограниченных попарно непересекающихся поверхностей в  $\mathbb{R}^n$  различных (от 1 до  $n-1$ ) размерностей. Поверхности  $L_j$  могут быть как замкнутые, так и с кусочно-гладким (для простоты) краем. Введем алгебру функций  $\mathbf{A} = PC(\dot{\mathbb{R}}^n, L)$ . Функции  $a(x) \in PC(\dot{\mathbb{R}}^n, L)$  непрерывны в  $\dot{\mathbb{R}}^n \setminus \text{Int } L$ , их разрывы сосредоточены на поверхностях из  $L$ . Пусть  $x_0 \in L_j$ ,  $\text{codim } L_j = k$ ,  $\mathbb{R}^k(x_0)$  — нормальное пространство к  $L_j$  в точке  $x_0$ ,  $S^{k-1}(x_0)$  — единичная сфера в  $\mathbb{R}^k(x_0)$ . Функции  $a(x) \in PC(\dot{\mathbb{R}}^n, L)$  имеют предельные значения в точке  $x_0$  по всем лучам с вершиной в точке  $x_0$ , лежащим в  $\mathbb{R}^k(x_0)$ . Эти предельные значения  $a_{t(x_0)}(x_0)$  параметризованы точками  $t(x_0)$  единичной сферы  $S^{k-1}(x_0)$ . Совокупность предельных значений  $a_{t(x_0)}(x_0)$ ,  $t(x_0) \in S^{k-1}(x_0)$  образует непрерывную на  $S^{k-1}(x_0)$  функцию  $\bar{a}(t(x_0))$ . При этом, если  $a'(x)$ ,  $a''(x) \in PC(\dot{\mathbb{R}}^n, L)$  и  $a'_{t(x)}(x) \equiv a''_{t(x)}(x)$  на  $L_j$ , то  $a'(x) - a''(x) \equiv 0$  на  $L_j$ .

Обозначим через  $\Gamma_0$  компактификацию  $\dot{\mathbb{R}}^n \setminus \text{Int } L$ , гомеоморфную компакту максимальных идеалов алгебры  $PC(\dot{\mathbb{R}}^n, L)$ . Через  $\Gamma_k$ ,  $k = 1, n-1$



обозначим часть  $L$ , состоящую из поверхностей коразмерности  $k$ . При компактификации  $\dot{\mathbb{R}}^n \setminus \text{Int } L$  каждая точка  $x \in \text{Int } \Gamma_1$  переходит в две точки  $x_+$  и  $x_-$  множества  $\Gamma_0$ , соответствующие двум предельным значениям функции  $a(x)$  в точке  $x$ :  $a_+(x) = a(x_+)$ ,  $a_-(x) = a(x_-)$ . Каждая точка  $x \in \text{Int } \Gamma_k$  ( $k=2, n-1$ ) переходит в континуум точек  $\Gamma_0$ , параметризованных точками  $t(x)$  единичной сферы  $S^{k-1}(x)$ , лежащей в нормальном пространстве  $\mathbb{R}^k(x)$  к  $\Gamma_k$  в точке  $x$ . Будем обозначать эти точки  $x_{t(x)}$ , при этом  $a_{t(x)}(x) = a(x_{t(x)}) = \tilde{a}(t(x))$ .

Введем алгебру  $R = R(PC(\dot{\mathbb{R}}^n, L); \text{SiO}(\mathbb{R}^n))$ , порожденную всеми действующими в  $L_2(\mathbb{R}^n)$  операторами вида

$$A = a(x) M,$$

где  $a(x) \in PC(\dot{\mathbb{R}}^n, L)$ ,  $M = F^{-1} m(\xi) F \in \text{SiO}(\mathbb{R}^n)$ . Алгебра  $R$  содержит идеал  $K$  компактных в  $L_2(\mathbb{R}^n)$  операторов. Для описания алгебры символов  $\text{Sym } R = R \setminus K$  алгебры  $R$  приведем некоторые вспомогательные сведения. Пусть  $T$  — единичная окружность в комплексной плоскости,  $PC(T, 1)$  — алгебра непрерывных в  $T \setminus \{1\}$  функций, имеющих односторонние пределы в точке  $1 \in T$ . Через  $R_T = R(PC(T, 1); S_T)$  обозначим алгебру, порожденную всеми действующими в пространстве  $L_2(T)$  операторами вида

$$B = c_1(t) P_+ + c_2(t) P_-,$$

где  $c_{1,2} \in PC(T, 1)$ ,  $P_{\pm} = \frac{1}{2} (I \pm S_T)$ ,  $I$  — единичный оператор,

$$S_T \varphi(t) = \frac{1}{\pi i} \int_T \frac{\varphi(\tau) d\tau}{\tau - t}.$$

Каждый оператор алгебры  $R_T$  однозначно представим [8] в виде

$$B = c_1(t) P_+ + c_2(t) P_- + B_0 + K,$$

где  $c_{1,2} \in PC(T, 1)$ ,  $K$  — компактный оператор, а  $B_0$  — некоторый оператор, сужение символа которого на пространство одномерных представлений алгебры  $\text{Sym } R_T$  тождественно равно нулю.

Через  $CS(\mathbb{R}^k)$  обозначим алгебру, порожденную функциями

$$s_0(\eta) = \frac{1}{\sqrt{1+\eta^2}} \quad \text{и} \quad s_j(\eta) = \frac{\eta_j}{\sqrt{1+\eta^2}}, \quad j = \overline{1, k},$$

где  $\eta = (\eta_1, \dots, \eta_k) \in \mathbb{R}^k$ ,  $\eta^2 = \sum_j \eta_j^2$ , а через  $R_{\mathbb{R}^k} = R(CS(\mathbb{R}^k); \text{SiO}(\mathbb{R}^k))$  — алгебру, порожденную всеми действующими в пространстве  $L_2(\mathbb{R}^k)$  операторами вида

$$B = c(\eta) N,$$

где  $c(\eta) \in CS(\mathbb{R}^k)$ ,  $N = F^{-1} n(y) F \in \text{SiO}(\mathbb{R}^k)$ . Напомним [5], что пространством одномерных представлений алгебры  $\text{Sym } R_{\mathbb{R}^k}$  является  $B^k \times S^{k-1}$ , где  $B$  — единичный шар в  $\mathbb{R}^k$ , и для точки  $(y, t) \in B^k \times S^{k-1}$  имеем

$$(\text{sym } c(\eta) N)(y, t) = c(s^{-1}(y)) \cdot n(t),$$

здесь  $s^{-1}(y) = \frac{Y}{\sqrt{1-y^2}}$ . Пространством бесконечномерных представлений алгебры  $\text{Sym } R_{\mathbb{R}^k}$  служит прямая  $\mathbb{R} + i \frac{k}{2}$ .



Пусть  $x \in \Gamma_k$  ( $k = 1, n-1$ ) и  $\{n_1(x), \dots, n_k(x)\}$  — базис в пространстве  $\mathbb{R}^k(x)$ . Обозначим через  $O(x)$  вращение (около начала координат) пространства  $\mathbb{R}^n$ , при котором оси  $Ox_1, \dots, Ox_k$  становятся сонаправленными с системой векторов  $\{n_1(x), \dots, n_k(x)\}$ . Вращение  $O(x)$  будем отождествлять с определяющей его матрицей из  $SO(n, R)$ . Считаем, что вращения  $O(x)$ ,  $x \in L$  выбраны таким образом, что матрица-функция  $O(x)$  непрерывна на  $Z$ . Через  $Ox_{0j}(O\zeta_{0,j})$  будем обозначать оси, в которые переходят координатные оси  $Ox_j$  ( $O\zeta_j$ ),  $j = 1, \dots, n$ , при вращении  $O$  пространства  $\mathbb{R}^n$ . Для точек пространства  $\mathbb{R}^n = \mathbb{R}^k \times \mathbb{R}^{n-k}$  будем употреблять следующие записи:

$$x = (x_1, \dots, x_n) = (y_1, \dots, y_k, z_1, \dots, z_{n-k}) = (y, z) = (x_{0,1}, \dots, x_{0,n}) = (y_0, z_0),$$

$$\zeta = (\zeta_1, \dots, \zeta_n) = (\eta_1, \dots, \eta_k, \theta_1, \dots, \theta_{n-k}) = (\eta, \theta) = (\zeta_{0,1}, \dots, \zeta_{0,n}) = (\eta_0, \theta_0).$$

Пусть  $\mathfrak{M} = \bigcup_{k=0}^{n-1} \Gamma_k \times S^{n-k-1}$ . Через  $\mathfrak{B}$  обозначим совокупность всех непрерывных на  $\mathfrak{M}$  оператор-функций  $\sigma = \sigma(x, \zeta_x)$  вида

$$\sigma = \begin{cases} c(x, \zeta) \in \mathbb{C}, & x \in \Gamma_0, \zeta \in S^{n-1}, \\ c_1(x, t_x, \zeta_x) P_+ + c_2(x, t_x, \zeta_x) P_- + B_0(x) + K(x, \zeta_x) \in R_T, \\ & x \in \Gamma_1, \zeta_x \in S^{n-2}, \\ B(x, \zeta_x) \in R(CS(\mathbb{R}^k); SiO(\mathbb{R}^k)), & x \in \Gamma_k, \zeta_x \in S^{n-k-1}, k=2, n-1, \end{cases}$$

где  $\xi = (\eta_{0(x)}, \theta_{0(x)}) \in \mathbb{R}^n$ ,  $\eta_{0(x)} \in \mathbb{R}^k(x)$ , при  $k=1$   $t_x = \frac{\eta_{0(x)} + i}{\eta_{0(x)} - i} \in T$ ,

$$\zeta_x = \frac{\theta_{0(x)}}{|\theta_{0(x)}|} \in S^{n-k-1},$$

которые удовлетворяют следующим условиям:

- 1) пусть  $x \in \Gamma_1$ ,  $x_+, x_- \in \Gamma_0$ ,  $\zeta = \left( \frac{t_x + 1}{2\sqrt{t_x}}, \zeta_x \frac{t_x - 1}{2i\sqrt{t_x}} \right) \in S^{n-1}$ , тогда  $c_1(x, t_x, \zeta_x) = c(x_+, \zeta)$ ,  $c_2(x, t_x, \zeta_x) = c(x_-, \zeta)$ ;
- 2) пусть  $x \in \Gamma_k$ ,  $k = 2, n-1$ ,  $x_{t(x)} \in \Gamma_0$ ,  $t(x) \in S^{k-1}(x)$ ,  $\zeta = (s(\eta_{0(x)}), \zeta_x \cdot s_0(\eta_{0(x)})) \in S^{n-1}$ , тогда  $c(x_{t(x)}, \zeta) = (\text{sum } B(x, \zeta_x)(s(\eta_{0(x)}), -t(x)))$ ;
- 3) сужение  $\text{sum } B(x, \zeta_x)|_{\mathbb{R} + i\frac{k}{2}}$  не зависит от точки  $\zeta_x \in S^{n-k-1}$ .

Относительно поточечных операций и нормы  $\|\sigma\| = \sup \|\sigma(\cdot, \cdot)\|$  множество  $\mathfrak{B}$  является  $C^*$ -алгеброй.

**Теорема 1.** Алгебра символов  $\text{Sym } R$  алгебры  $R = R(PC(\mathbb{R}^n, L); SiO(\mathbb{R}^n))$  изоморфна и изометрична алгебре  $\mathfrak{B}$ . При их отождествлении гомоморфизм

$$\text{Sym} : R \rightarrow \text{Sym } R$$

порождается следующим отображением образующих алгебры  $R$ :

$$\text{sym } a(x) F^{-1} m(\xi) F = \begin{cases} a(x) m(\zeta), & x \in \Gamma_0, \zeta \in S^{n-1} \\ [a_+(x) P_+ + a_-(x) P_-] m \left( \frac{t_x + 1}{2\sqrt{t_x}}, \zeta_x \left( \frac{t_x - 1}{2i\sqrt{t_x}} \right) \right) I, \\ & x \in \Gamma_1, \zeta_x = \frac{\theta_{0(x)}}{|\theta_{0(x)}|} \in S^{n-2}, \\ F\bar{a}(y_{0(x)}) F^{-1} m(s(\eta_{0(x)}), \zeta_x \cdot s_0(\eta_{0(x)})) I, \\ & x \in \Gamma_k, k=2, n-1, \zeta_x \in S^{n-k-1}, \end{cases}$$



здесь  $\bar{a}(y_{0(x)})$  — однородная степени нуль функция в  $R^k(x)$ , сужение которой на единичную сферу определено равенством.

$$\bar{a}(t(x)) \parallel a_{t(x)}, (x \in \Gamma_k, k = \overline{2, n-1}).$$

Следствие. Для того чтобы произвольный оператор  $A$  алгебры  $R$  был нетеров, необходимо и достаточно, чтобы его символ был обратим, т. е. для всех  $(x, \zeta) \in \Gamma_0 \times S^{n-1}$  ( $\text{sym } A$ )  $(x, \zeta) \neq 0$ , а для всех  $(x, \zeta_x) \in \Gamma_1 \times S^{n-2}$  и  $(x, \zeta_k) \in \Gamma_k \times S^{n-k-1}$  операторы ( $\text{sym } A$ )  $(x, \zeta_x)$  были обратимы соответственно в алгебрах  $R(PC(T, 1), S_T)$  и  $R(CS(R^k); SiO(R^k))$ .

Одесский государственный университет  
 им. И. И. Мечникова

(Поступило 10.1.1985)

მათემატიკა

ბ. ვასილევსკი

ერთგვაროვანი ტიპის წყვეთვლის მქონე კოეფიციენტებიანი  
 მრავალგანზომილებიანი სინგულარული ინტეგრალური  
 ოპერატორები

რეზიუმე

ვთქვათ  $M$  კლასიკური მრავალგანზომილებიანი სინგულარული ინტეგრალური ოპერატორია. აღვნიშნოთ  $R$ -ით ალგებრა, რომელიც წარმოქმნილია  $L_2(R^n)$  სივრცეში მოქმედი  $A = a(x)M$  სახის ყველა ოპერატორით, სადაც  $a(x)$  ფუნქციას შესაძლოა ჰქონდეს ერთგვაროვანი წყვეტები  $R^n$ -ში ნებისმიერი განზომილების გლუვ ზედაპირებზე.

ნაშრომში აღწერილია  $R$  ალგებრის სიმბოლოთა ალგებრა.

MATHEMATICS

N. L. VASILEVSKI

## MULTIDIMENSIONAL SINGULAR OPERATORS WITH HOMOGENEOUSLY DISCONTINUOUS COEFFICIENTS

Summary

Let  $M$  be a classical multidimensional singular integral operator,  $a(x)$  be a function having a homogeneous discontinuity on some smooth surfaces in  $R^n$  of various dimensions. Denote by  $R$  an algebra generated by all operators of the form

$$A = a(x)M$$

which acts in the space  $L_2(R^n)$ . The symbol algebra of the algebra  $R$  is described.

### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. С. Г. Михлин. Многомерные сингулярные интегралы и интегральные уравнения. М. 1962.
2. S. G. Michlin. S. Prößdorf. Singuläre Integraloperatoren. Berlin, 1980.
3. И. Б. Симоненко. Изв. АН СССР, сер. матем. 29, 1965, 567—586, 757—782.
4. Г. И. Эскин. Краевые задачи для эллиптических псевдодифференциальных уравнений. М., 1973.
5. Б. А. Пламеневский, В. Н. Сеничкин. Изв. АН СССР, сер. матем., 47, № 6, 1983, 1263—1284.
6. R. Duduchava Technische Hochschule Darmstadt, №№ 621, 622, 1981.
7. S. Rempel, B.-W. Schulze. Math. Nachr., 105, 1982, 45—149.
8. M. Costabel Proc. Roy. Soc. Edinburgh, 87 A, 1980, 153—165.

З. М. НАЦВЛИШВИЛИ

ОБ ОЦЕНКАХ ТОЧНОСТИ НЕКОТОРЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ ДЛЯ СИНГУЛЯРНЫХ ИНТЕГРАЛОВ ПО КУСОЧНО-ГЛАДКИМ КРИВЫМ С ТОЧКАМИ ВОЗВРАТА

(Представлено членом-корреспондентом Академии И. Т. Кигурадзе 10.9.1986)

В заметке [1] приведена теорема 1.1, включающая в себя возможность оценки (по норме пространства  $C$ ) сингулярного интеграла через его плотность для достаточно общих классов кривых. Используя рассуждения из [2] (см. доказательство теоремы 1), с применением известного результата [3], можно утверждать, что результат упомянутой теоремы 1.1 справедлив при любом  $\alpha \in (0, 1]$ . Возможны некоторые видоизменения соответствующего результата, предполагая, что рассматриваемая плотность зависит еще от некоторого параметра  $t_0$ , в частности, от параметра сингулярности. А именно, используя обозначения работы [1], можно доказать справедливость следующего утверждения.

**Теорема 1.** Пусть  $\Gamma$  удовлетворяет условию 1 из [1] и пусть  $(\varphi_n^{t_0})$  — последовательность функций такая, что для всякой  $\varphi \in H_\alpha$ ,  $\alpha \in (0, 1]$  имеем

1.  $\|\varphi - \varphi_n^{t_0}\|_C \rightarrow 0, n \rightarrow \infty, \forall t_0 \in \Gamma;$
2.  $\varphi_n^{t_0} \in H_\alpha, \forall t_0 \in \Gamma;$
3.  $M_\alpha(\varphi_n^{t_0}) \leq B, \forall t_0 \in \Gamma,$

где  $B$  — постоянная, не зависящая от  $n$ . Тогда для заданных  $t_0 \in \Gamma$  и  $\sigma \in (0, 1)$  существует постоянная  $D_\sigma^{t_0}(\varphi)$  такая, что

$$\|S_\Gamma(\varphi; \tau) - S_\Gamma(\varphi_n^{t_0}; \tau)\|_C \leq D_\sigma^{t_0}(\varphi) \|\varphi - \varphi_n^{t_0}\|_C^\sigma, \quad (1)$$

причем  $D_\sigma^{t_0}(\varphi)$  не зависит от  $n$ .

Эта теорема может быть использована для построения конкретных вычислительных процессов для сингулярных интегралов в классе указанных в теореме 1 кривых, если в неравенстве (1) функции  $\varphi_n^{t_0}(\tau)$  в известном смысле достаточно хорошо аппроксимируют плотность  $\varphi$  данного сингулярного интеграла и интегралы  $S_\Gamma(\varphi_n^{t_0}; \tau)$  могут быть вычислены непосредственно.

Заслуживает интерес случай, когда кривая  $\Gamma$  представляет кусочно-гладкий (замкнутый) контур с точками возврата. Для определенности положим, что имеется одна такая угловая точка  $c$ .

Пусть  $t=t(s)$  ( $0 \leq s \leq l$ ) — параметрическое уравнение ориентированной кривой упомянутого вида. Считая точку отсчета параметра  $s$  помещенной в точке  $c$ , разобьем контур  $\Gamma$  точками  $\tau_\sigma, t_{\sigma h}$  как в [4]. Подра-

зумеая, далее, под  $\Phi_n(\varphi; t, t_0)$  ( $n=1, 2, \dots$ ) указанные в [4] соответствующие оператор-функции, будем приближать сингулярный интеграл

$$S_\Gamma(\varphi; t_0) \equiv \frac{1}{\pi} \int_\Gamma \frac{\varphi(t)}{t-t_0} dt \quad (t_0 \in \Gamma)$$

выражением

$$S_n(\varphi; t_0) \equiv \frac{1}{\pi i} \int_\Gamma \frac{\Phi_n(\varphi; t, t_0)}{t-t_0} dt + L_n(\varphi; t_0) - \varphi(t_0),$$

в котором соответствующий интеграл вычисляется в эффективном виде.

Возьмем на  $\Gamma$  в ту и другую сторону от  $c$  точки  $t_1^{(n)}, t_2^{(n)}$  равноудаленные от  $c$ , причем  $|t_1^{(n)} - t_2^{(n)}| \rightarrow 0$  ( $n \rightarrow \infty$ ). Если  $t_1^{(n)}, t_2^{(n)}$  — дуга  $\Gamma$  концами  $t_1^{(n)}, t_2^{(n)}$ , содержащая точку возврата  $c$ , то положим  $\Gamma_n = \Gamma \setminus (t_1^{(n)}, t_2^{(n)})$ .

Будем писать  $\varphi \in M_r(\Gamma)$ , если функция  $\varphi$  однозначна на  $\Gamma$  и дифференцируема вплоть до порядка  $r$ , причем ее  $r$ -я производная есть ограниченная интегрируемая функция на  $\Gamma$ . Будем считать в дальнейшем,  $r \leq m-1$ , где  $m$  — указанное в разбиении  $\Gamma$  (см. [4]) число.

Справедлива следующая

**Теорема 2.** Если  $\varphi \in M_r(\Gamma)$  ( $r > 1$ ), то при условии  $|t_1^{(n)} - t_2^{(n)}| = O(n^{-1})$  в любой точке  $t_0 \in \Gamma_n$  справедлива оценка

$$|S_\Gamma(\varphi; t_0) - S_n(\varphi; t_0)| = O\left(\frac{n^{-m-r-2}}{|t_1^{(n)} - t_2^{(n)}|^{m+3}}\right).$$

Приведенная теорема дает оценку сверху порядка приближения сингулярного оператора  $S_\Gamma$  суммами вида  $S_n$  в окрестности точки возврата (при условии, что расстояние  $|t_1^{(n)} - t_2^{(n)}|$  стремится к нулю с неограниченным ростом  $n$  не медленнее чем  $n^{-1}$ ). Дальнейшее уточнение порядка малости  $|t_1^{(n)} - t_2^{(n)}|$  ( $n \rightarrow \infty$ ) возможно в зависимости от свойств конкретных кривых, образующих окрестность точки возврата при требовании той или иной близости параметра  $t_0$  к этой точке.

Грузинский политехнический институт  
им. В. И. Ленина

(Поступило 25.9.1986)

მათემატიკა

ზ. ნაცვლიშვილი

სინგულარული ინტეგრალის ზოგირთი გამოთვლითი პროცესის  
სიზუსტის შეფასების შესახებ უბან-უბან გლუვი წირისათვის  
უპოვების წიგნი

რეზიუმე

მიღებულია  $\Gamma$  წირზე გავრცელებული  $S_\Gamma$  სინგულარული ინტეგრალის  $S_n$  ჯამებით მიახლოების რიგის შეფასება, როდესაც  $\Gamma$  წარმოადგენს უბან-უბან გლუვ წირს უპოვების წიგნით.

Z. M. NATSVLISHVILI

ON THE ESTIMATIONS OF ACCURACY OF SOME COMPUTING  
PROCESSES FOR SINGULAR INTEGRALS OVER PIECE-WISE  
SMOOTH CURVES WITH CASPS

## Summary

The estimate of approximation accuracy of a singular integral  $S_\Gamma$  distributed over a curve  $\Gamma$  by a sum  $S_n$  is obtained, when  $\Gamma$  is a piece-wise smooth curve with casps.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. З. М. Нацвлишвили. Сообщения АН ГССР, 122, № 2, 1986, 257—260.
2. З. М. Нацвлишвили. Труды ГПИ им. В. И. Ленина, № 3 (285), 1985, 78—86.
3. В. В. Салаев. Матем. заметки, 19, № 3, 1976, 365—380.
4. Д. Г. Саникидзе. Сб. «Вычислительная математика и программирование», Ин-т вычислительной математики им. Н. И. Мухелишвили, т. XXV, № 1, 1985, 136—155.

Г. Г. ГУГУНИШВИЛИ, Г. В. КИЗИРИЯ, Л. И. РОЗЕНТУР

## УСТАЛОСТНОЕ РАЗРУШЕНИЕ ТОНКИХ ПОРИСТЫХ ПЛАСТИНОК

(Представлено членом-корреспондентом Академии Ш. Г. Напетваридзе 1.10.1984)

Исследования материалов на усталостную прочность занимают довольно много времени вследствие чрезвычайно большого числа циклов нагружения, необходимых для разрушения испытываемых образцов. Поэтому сравнительно быстрое прогнозирование прочностных свойств на основе относительно небольшого количества экспериментальных данных является актуальным.

Настоящая работа посвящена исследованию усталостного разрушения тонких ( $\sim 10^{-4}$  м) пористых пластинок, в зависимости от числа циклов, необходимых для разрушения образца, от его геометрических размеров и величины приложенного напряжения.

Экспериментальная часть была выполнена на установке, описанной в работе [1]. Образцы представляли собой тонкие вытянутые полоски, которые вырезались из лент, полученных прокаткой смесей, состоящих из никелевого порошка марки ПНК-1 и тонкоразмолотой (радиус частиц  $\sim 1 \cdot 10^{-6}$  м) соли  $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  в соотношении 9:1 и последующим спеканием в атмосфере водорода в течение 1 часа при температуре 1023 К. Продольная ось образца совпадала с направлением прокатки ленты. Один конец полоски закреплялся, а другой попеременно отклонялся в обе стороны. Мы ограничились практически важным случаем небольшого отклонения подвижного конца полосок, когда число необходимых для разрушения образца циклов особенно велико. При этом возникающие напряжения малы и зависимость между напряжениями и деформациями можно принять линейным.

$$\frac{d^2 v(z)}{dz^2} = \frac{M(z)}{EJ_x}, \quad (1)$$

где  $v(z)$  — отклонение точек продольной оси полоски;  $M(z)$  — изгибающий момент;  $E$  — модуль упругости;  $J_x$  — осевой момент инерции сечения.

В экспериментах для всех образцов использовалась одна и та же частота нагружения — 24 цикла в секунду, так что зависимость усталостной прочности от частоты отклонений для последующих рассуждений несущественна.

Следует однако отметить, что зависимость от частоты нагружения связана, главным образом, с величиной отношения  $\epsilon_1/\epsilon_2$ , см. [2], где  $\epsilon_1$  — энергия, вводимая в испытываемый образец за каждый цикл, пропорциональная площади гистерезисной петли в координатах  $\sigma$ - $\epsilon$  (напряжение-деформация);  $\epsilon_2$  — теплоотдача с поверхности образца в единицу времени.

Измерения показали, что температура поверхности образцов при частотах  $\sim 10^1$  циклов/с находится в пределах суточных колебаний, поэтому влиянием частоты на температуру образца в нашем случае можно пренебречь.

Для изготовления экспериментальных образцов нами использовались две ленты: одна толщиной  $180 \pm 5 \cdot 10^{-6}$  м и средней пористостью

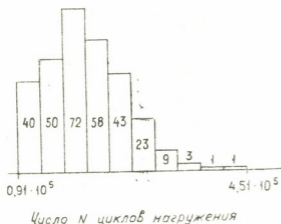


Рис. 1. Гистограмма чисел циклов разрушения при испытании на усталость никелевых образцов с пористостью (20—22)%, толщиной  $18 \cdot 10^{-5}$  м, шириной 0,02 м и отклонением подвижного конца 0,002 м

21%, другая толщиной  $300 \pm 5 \cdot 10^{-6}$  м и средней пористостью 35%. Все образцы имели одинаковую длину  $l=0,04$  м.

По результатам испытаний строились гистограммы абсолютных частот чисел циклов до разрушения, а также соответствующие дисперсии. Для построения каждой гистограммы проводилась серия испытаний 300 идентичных образцов. На рис. 1 приведена характерная гистограмма. Результаты испытаний представлены в таблице, из кото-

Результаты испытаний экспериментальных образцов на сопротивление усталости

$V_l$ , м	$b$ , м	$c$ , м <sup>2</sup>	Образцы толщиной $h=0,00018$		Образцы толщиной $h=0,000300$	
			$10^{-5} \cdot \bar{N}$	$10^{-5} DN$	$10^{-5} N$	$10^{-5} DN$
0,001	0,04	$4 \cdot 10^{-5}$	2,62	0,93	0,84	0,22
0,002	0,02		1,96	0,61	0,47	0,15
0,001	0,02	$2 \cdot 10^{-5}$	3,74	0,87	0,88	0,26
0,002	0,01		3,15	0,82	0,79	0,29

рой видно, что по результатам измерений числа циклов до разрушения для образцов с данным значением постоянной  $c = \frac{bh}{l} \cdot V_l$  можно, с достаточной для

практики точностью, предсказывать средние числа циклов и другие статистические моменты для образцов из того же материала с тем же значением  $c$ , но с другими значениями  $b$ ,  $k$ ,  $l$  и  $V_l$ , где  $l$ ,  $b$ ,  $k$ —соответственно длина, ширина и толщина пластинки,  $V_l$ —максимальное отклонение свободного конца.

Научно-исследовательский  
институт электронно-ионной  
технологии НИИЭТ  
г. Тбилиси

Академия наук Грузинской ССР  
Институт строительной  
механики и сейсмостойкости

ბ. ლუღუნოვილი, ბ. კიზირია, ლ. როზენტური

თხელი ფორიანი ფირფიტების დაზღა დაღლილობისაგან

რეზიუმე

განხილულია საკითხები თხელი ( $\sim 10^{-4}$  მ) ფორიანი ფირფიტების დაღლილობისაგან დაზღის შესახებ, რომელიც დამოკიდებულია ნიმუშის დაზღისათვის საჭირო ციკლთა რიცხვზე, მის გეომეტრიულ ზომებზე და მასზე მოქმედ ძაბვაზე.

MECHANICS

G. G. GUGUNISHVILI, G. V. KIZIRIA, L. I. ROZENTUR

### FATIGUE DESTRUCTION OF THIN POROUS PLATES

#### Summary

Some problems concerning the fatigue destruction of thin ( $\sim 10^{-4}$  m) porous plates depending on the number of cycles necessary for specimen destruction, its geometrical shape, and the voltage applied have been investigated.

#### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. Г. Гугунишвили, Г. И. Чантурия. Заводская лаборатория. 41, № 10, 1975, 1275—1277.
2. В. Р. Регель, А. И. Слуцкер, Э. К. Томашевский. Кинетическая природа прочности твердых тел. М., 1974, 297.

Н. Р. ЦИРЕКИДЗЕ

## ИССЛЕДОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ ВАГОНОВ ПОДВЕСНОЙ КАНАТНОЙ ДОРОГИ ПРИ АВАРИЙНОМ ТОРМОЖЕНИИ

(Представлено академиком А. А. Дзидзигури 25.6.1985)

Основным вопросом теории расчета и подбора параметров ловительных устройств является выявление закона движения вагонов маятниковых канатных дорог во время аварийного торможения.

Решение этой задачи значительно упрощается, если разделить процесс торможения на два периода [1]. На первый период, который охватывает время от обрыва тягового каната до полной посадки натяжного груза на дно колодца, и на второй, который начинается сразу же по окончании первого и продолжается до полной остановки вагонов.

Ниже приводится исследование динамики вагонов в первом периоде, который в свою очередь делится на два процесса.

1. Процесс холостого хода. Под этим процессом подразумевается движение вагонов от момента обрыва тягового каната, до зажатия колодками ловительного устройства несущего каната. Из-за незначительного времени протекания процесса холостого хода ( $t=0,1-0,2$  с, в зависимости от конструкций ловительных устройств), углы подъема вагонов меняются незначительно и можно считать, что последние перемещаются по касательной траектории в точке их нахождения [1].

Примем следующие обозначения:  $G$ —вес натяжного груза тягового каната;  $q$ —вес погонного метра тягового каната;  $h_t$ —разность высот между натяжным блоком и вагонами;  $M$ —масса натяжного устройства, приведенная к радиусу натяжного шкива;  $\varphi_t$ —угол отклонения вагона от перпендикуляра несущего каната;  $f$ —коэффициент трения-качения ходовых колес вагонов;  $M_1$ —масса натяжного шкива, приведенная к его радиуса;  $R_t$ —радиус инерции вагонов;  $l_t$ —расстояние от центра тяжести вагонов до подвески;  $J_{ai}$ —момент инерции вагонов;  $m_t$ —масса тележки вагонов;  $m_b$ —масса вагонов;  $m_i$ —приведенная к тележке масса вагонов, которую согласно [2] можно выразить

$$m_i = m_t + mb_i \frac{\sin^2 \varphi_i + \left(\frac{R_i}{l_i}\right)^2}{1 + \left(\frac{R_i}{l_i}\right)^2} = f(\varphi_i).$$

Кинетическая энергия системы

$$T = \frac{m_1 \dot{x}^2}{2} + \frac{m_2 \dot{y}^2}{2} + \frac{M}{2} \left(\frac{\dot{x}-\dot{y}}{2}\right)^2 + \frac{M_1}{2} \left(\frac{\dot{x}+\dot{y}}{2}\right)^2 + \sum_{i=1}^2 J_{ai} \dot{\varphi}_i^2.$$



Система имеет четыре степени свободы. Выбирая за обобщенные координаты  $x, y, \varphi_1, \varphi_2$  и составляя уравнения Лагранжа второго рода, после преобразований получаем искомые уравнения

$$\ddot{y} = \frac{K A_1 \sin 2\varphi_1 \dot{x} \dot{\varphi}_1 + F(\varphi_1)(A_2 \sin 2\varphi_2 \dot{x} \dot{\varphi}_2 + KP(\varphi_1) + F(\varphi_1)P(\varphi_2))}{F(\varphi_1)F(\varphi_2) - K^2}; \quad (1)$$

$$\ddot{x} = \frac{F(\varphi_2)P(\varphi_1) - F(\varphi_2)A_1 \sin 2\varphi_1 \dot{x} \dot{\varphi}_1 + K A_2 \sin 2\varphi_2 \dot{x} \dot{\varphi}_2 + K(P(\varphi_2) + P(\varphi_1))}{F(\varphi_1)F(\varphi_2) - K^2}; \quad (2)$$

$$\ddot{\varphi}_1 = \frac{m_{b1} g l_1 \sin \varphi_1 + \frac{1}{2} A_1 \sin 2\varphi_1 \dot{x}^2}{J_{a1}}; \quad (3)$$

$$\ddot{\varphi}_2 = \frac{m_{b2} g l_2 \sin \varphi_2 + \frac{1}{2} A_2 \sin 2\varphi_2 \dot{y}^2}{J_{a2}}; \quad (4)$$

где

$$F(\varphi_i) = \frac{M + M_1}{4} + f(\varphi_i); \quad K = \frac{M_1 + M}{4}; \quad A_i = \frac{m_{bi}}{1 + \left(\frac{R_i}{l_i}\right)^2};$$

$$P(\varphi_i) = f(\varphi_i) g (\sin \alpha_i - f \cos \alpha_i) + \frac{G}{2} + q h_i.$$

Зная начальные значения  $x = x_0$ ,  $\dot{x} = \dot{x}_0$ ,  $y = y_0$ ,  $\dot{y} = \dot{y}_0$ ,  $\varphi_1 = 0$ ,  $\varphi_2 = 0$ ,  $\dot{\varphi}_1 = 0$ ,  $\dot{\varphi}_2 = 0$  эта система уравнений может быть решена численным методом Рунге—Кутты.

2. Процесс торможения. Под этим процессом подразумевается движение вагона с момента зажатия несущего каната колодками ловительного устройства до посадки натяжного груза, на дно колодца. Пользуясь вышеприведенными обозначениями и допущениями и составляя уравнения Лагранжа второго рода, получаем

$$F(\varphi_1)\ddot{x} + A_1 \sin 2\varphi_1 \dot{x} \dot{\varphi}_1 + K\ddot{y} = P(\varphi_1) - F_{T1};$$

$$F(\varphi_2)\ddot{y} + K\ddot{x} + A_2 \sin 2\varphi_2 \dot{x} \dot{\varphi}_2 = -P(\varphi_2) - F_{T2};$$

$$J_{a1}\ddot{\varphi}_1 = -m_{b1} g l_1 \sin \varphi_1 + \frac{1}{2} A_1 \sin 2\varphi_1 \dot{x}^2;$$

$$J_{a2}\ddot{\varphi}_2 = -m_{b2} g l_2 \sin \varphi_2 + \frac{1}{2} A_2 \sin 2\varphi_2 \dot{y}^2,$$

где  $F_{T1}$  и  $F_{T2}$ —тормозные усилия, развиваемые ловительными устройствами, меняющиеся по закону  $F_{T1} = A\ddot{x} + C$  и  $F_{T2} = A\ddot{y} + B$ , которые направлены против движения вагонов (на рис. 1 показаны пунктиром).  $A, B, C$ —постоянные, зависящие от конструктивных параметров ловительного устройства.

После простых преобразований можно переписать систему в следующем виде:

$$\ddot{x} = \frac{(F(\varphi_2) + A)(P(\varphi_1) + B) + K(P(\varphi_2) - C) + K A_2 \sin 2\varphi_2 \dot{x} \dot{\varphi}_2 - (F(\varphi_1) + A)(F(\varphi_2) + A) - K^2}{(F(\varphi_1) + A)(F(\varphi_2) + A) - K^2} - (F(\varphi_2) + A) A_1 \sin 2\varphi_1 \dot{x} \dot{\varphi}_1; \quad (5)$$

$$\ddot{y} = \frac{K A_1 \sin 2\varphi_1 \dot{x} \dot{\varphi}_1 - (F(\varphi_1) + A) A_2 \sin 2\varphi_2 \dot{x} \dot{\varphi}_2 - (F(\varphi_1) + A)(P(\varphi_2) - C) - K(P(\varphi_1) - B)}{(F(\varphi_1) + A)(F(\varphi_2) + A) - K^2}; \quad (6)$$

$$\ddot{\varphi}_1 = \frac{m_{b1} g l_1 \sin \varphi_1 - \frac{1}{2} A_1 \sin 2\varphi_1 \dot{x}^2}{J_{a1}}; \quad (7)$$

$$\ddot{\varphi}_2 = \frac{m_{b2} g l_2 \sin \varphi_2 - \frac{1}{2} A_2 \sin 2\varphi_2 \dot{y}^2}{J_{a2}}. \quad (8)$$

Последняя система уравнений также решается по методу Рунге — Кутта при начальных условиях  $x = x_{01}$ ;  $y = y_{01}$ ;  $\varphi_1 = \varphi_{01}$ ;  $\varphi_2 = \varphi_{02}$ :

$$\dot{x} = \dot{x}_{01}; \quad \dot{y} = \dot{y}_{01}; \quad \dot{\varphi}_1 = \dot{\varphi}_{01}; \quad \dot{\varphi}_2 = \dot{\varphi}_{02},$$

где

$$x_{01}, y_{01}, \varphi_{01}, \varphi_{02}, \dot{x}_{01}, \dot{y}_{01}, \dot{\varphi}_{01} \text{ и } \dot{\varphi}_{02}$$

являются решением системы (1) — (4) в конце процесса холостого хода.

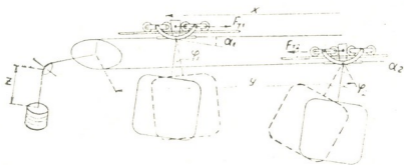


Рис. 1

Время протекания первого периода (посадки натяжного груза) определяется из уравнения

$$z = \frac{x - y}{2}$$

Начальное значение  $z_0$  определяется в зависимости от параметров дороги, местонахождения и загрузки вагонов [1, 3].

Системы уравнений (1) — (4), (5) — (8) позволяют с достаточной точностью описать движение вагонов в первом периоде после их аварийного торможения.

## 6. ცირეკიძე

 კიდული ბაბირბზის ვაგონების მოძრაობის კვლევა ავარიული  
 დამუხრუჭების დროს

## რეზიუმე

გამოკვლეულია ვაგონების მოძრაობის კანონი რეგულირებადქალიანი დამჭერი მოწყობილობით ავარიული დამუხრუჭებისას. ამისათვის დამუხრუჭების პროცესი გაყოფილია ორ პერიოდად. შესწავლილია პირველი პერიოდი, კერძოდ, უკმი სვლისა და დამუხრუჭების პროცესები კუდის ბაგირის დამჭიშავე ტვირთის ჭაურის ფსკერზე დაჯდომამდე. მიღებულია დიფერენციალურ განტოლებათა სისტემა, რომელიც კარგად აღწერს ვაგონების მოძრაობას პირველ პერიოდში.

MECHANICS

N. R. TSIREKIDZE

 STUDY OF THE MOVEMENT OF CABLEWAY CARS  
 AT EMERGENCY BRAKING

## Summary

The movement of cableway cars at emergency braking is considered for the case when the effort developed by the arrester is regulated by the deceleration of the car.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. К. М. Барамидзе, И. Я. Коган. Пассажирские подвесные канатные дороги. М., 1962.
2. Н. Wettstein. ISR, № 17, 1974.
3. А. И. Дукельский. Подвесные канатные дороги и кабельные краны. М.—Л., 1966.

И. А. ЗОНЕНАШВИЛИ

ТЕОРЕМА ЕДИНСТВЕННОСТИ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ  
 О ДЕФОРМАЦИИ ПЛАСТИНКИ, КРАЙ КОТОРОЙ ПОДКРЕПЛЕН  
 НЕСИММЕТРИЧНЫМИ ТОНКИМИ РЕБРАМИ

(Представлено академиком Н. П. Векуа 28.11 1983)

Рассмотрим пластинку, срединная плоскость  $xoy$  которой занимает многосвязную область. Вдоль границы  $\Gamma = \sum_{k=1}^l \gamma_k$  пластинка подкреплена тонкими ребрами переменной жесткости, оси которых лежат в плоскостях, отстоящих от  $xoy$  на расстоянии  $\Delta_k = \text{const}$  ( $k = \overline{1, l}$ ). Пластинка нагружена произвольной краевой нагрузкой и произвольной нормальной нагрузкой  $q(x, y)$  и испытывает как деформацию поперечного изгиба, так и обобщенное плоское напряженное состояние.

Для доказательства теоремы единственности предположим, что задача допускает два решения:

$\omega_1(x, y), \omega_2(x, y)$  — прогибы, определяющие состояние изгиба,  
 $X_x^{(1)}, Y_y^{(1)}, X_y^{(1)}; X_x^{(2)}, Y_y^{(2)}, X_y^{(2)}$  — мембранные напряжения,  
 $L_{\tau k}^{(1)}, L_{nk}^{(1)}, L_{bk}^{(1)}, V_{\tau k}^{(1)}$  } — внутренние моменты и усилия в поперечном сече-  
 $L_{\tau k}^{(2)}, L_{nk}^{(2)}, L_{bk}^{(2)}, V_{\tau k}^{(2)}$  } нии ребра.

Составим разность вышеуказанных решений:

$$\begin{aligned} \omega &= \omega_1 - \omega_2, \\ X_x &= X_x^{(1)} - X_x^{(2)}, \quad Y_y = Y_y^{(1)} - Y_y^{(2)}, \quad X_y = X_y^{(1)} - X_y^{(2)}, \\ L_{\tau k} &= L_{\tau k}^{(1)} - L_{\tau k}^{(2)}, \quad L_{nk} = L_{nk}^{(1)} - L_{nk}^{(2)}, \\ L_{bk} &= L_{bk}^{(1)} - L_{bk}^{(2)}, \quad V_{\tau k} = V_{\tau k}^{(1)} - V_{\tau k}^{(2)}. \end{aligned}$$

Для этой «разности» применительно к любому упругому телу имеет место формула [1, 2]

$$V = 0, \tag{1}$$

где  $V$  — полная потенциальная энергия деформации упругого тела, которая в рассматриваемом случае складывается из энергии изгиба и обобщенного плоского напряженного состояния пластинки и энергии деформации ребер жесткости, а именно (см. [1—4]):

$$\begin{aligned} V = \iint_s W \, dx \, dy + \frac{1}{2} \sum_{k=1}^l \int_{\gamma_k} \left[ \frac{L_{\tau k}^2}{C_k} + \frac{L_{nk}^2}{A_k} + \right. \\ \left. + \frac{L_{bk}^2}{G_{2k}} + \frac{1}{G_{1k}} \left( V_{\tau k} + \frac{1}{\rho_k} L_{bk} \right)^2 \right] ds, \end{aligned}$$

где  $\rho_k$  — переменный радиус кривизны ребра  $\gamma_k$ , а  $C_k, G_{1k}, G_{2k}, A_k$  — его переменные жесткости на кручение, растяжение и изгиб в двух плоскостях. Через  $W$  обозначена удельная энергия деформации

$$W = D \left[ \left( \frac{\partial^2 \omega}{\partial x^2} + \nu \frac{\partial^2 \omega}{\partial y^2} \right)^2 + (1 - \nu^2) \left( \frac{\partial^2 \omega}{\partial y^2} \right)^2 + 2(1 - \nu) \left( \frac{\partial^2 \omega}{\partial x \partial y} \right)^2 \right] + \frac{1}{2E} [(1 + \nu)(1 - 2\nu)(X_x^2 + Y_y^2) + \nu(1 + \nu)(X_x - Y_y)^2 + 2(1 + \nu)X_y^2]. \quad (3)$$

Принимая во внимание выражение (3), заключаем, что условие (2) может иметь место лишь если для «разности» решений выполняются равенства

$$L_{\tau k} = L_{nk} = L_{bk} = V_{\tau k} = 0 \quad \text{всюду на } \gamma_k, \quad (4)$$

$$\frac{\partial^2 \omega}{\partial x^2} = \frac{\partial^2 \omega}{\partial y^2} = \frac{\partial^2 \omega}{\partial x \partial y} = 0 \quad \text{всюду в } S, \quad (5)$$

$$X_x = Y_y = X_y = 0 \quad \text{всюду в } S. \quad (6)$$

Условия (4) говорят о том, что разности внутренних моментов и растягивающих усилий в ребрах жесткости тождественно равны нулю. Аналогично условия (5), (6) показывают, что разности изгибных и мембранных напряжений в пластинке также равны нулю.

Учитывая известные формулы для поперечных сил (см. [2, 4])

$$V_{bk} = \frac{d}{ds} L_{nk} + \frac{1}{\rho_k} L_{\tau k}, \quad (7)$$

$$V_{nk} = \frac{d}{ds} L_{bk},$$

закключаем, что разности поперечных сил в сечениях ребра также равны нулю. Аналогично равны нулю и разности приращений главных компонентов кривизны и кручения ребра, выражаемые соотношениями Кирхгофа [2]

$$\delta \omega_{\tau k} = \frac{L_{\tau k}}{C_k}, \quad \delta \omega_{nk} = \frac{L_{nk}}{A_k}, \quad (8)$$

а также разности относительных удлинений и приращений углов поворота, определяемые формулами (см. [4])

$$\epsilon_k = \frac{V_{\tau k}}{G_{1k}} + \frac{L_{bk}}{\rho_k G_{1k}}, \quad (9)$$

$$\frac{d\theta_k}{ds} = \frac{L_{\tau k}}{G_{2k}} + \frac{L_{bk}}{\rho_k^2 G_{1k}} + \frac{V_{\tau k}}{\rho_k G_{1k}},$$

и разности компонентов деформации в пластинке, определяемые через компоненты напряжений по известным формулам закона Гука.

Таким образом, оба решения поставленной задачи, которые первоначально предполагались различными, тождественно совпадают в том смысле, что они дают одинаковые напряжения и деформации в пластинке, одинаковые моменты, усилия и деформации в ребрах  $\gamma_k$  ( $k = \overline{1, l}$ ).

Что касается компонент перемещений, то путем интегрирования уравнений (5) и уравнений деформации ребра легко установить, что функция прогибов  $w(x, y)$  есть линейная функция координат  $(x, y)$ , а

$$u = u_0 - r_0 y, \quad v = v_0 + r_0 x,$$

где  $u_0$ ,  $r_0$ ,  $v_0$  — константы. Эти компоненты перемещений определяют лишь жесткое перемещение пластинки как целого, которое не вызывает никаких напряжений или деформаций. Это жесткое перемещение, очевидно будет отсутствовать, если на границе пластинки или на ее части заданы условия второй, третьей или смешанной основной задачи.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 2.12.1983)

დრეკადლოვის თეორია

0. ზონენაშვილი

არასიმეტრიული სიხისტის წიბოვებით გამაგრებული საზღვრის მქონე ფირფიტის დეფორმაციის ამოცანის ამოხსნის ერთადერთობის თეორემა

რეზიუმე

დამტკიცებულია არასიმეტრიული სიხისტის წიბოვებით გამაგრებული საზღვრის მქონე ფირფიტის დეფორმაციის ამოცანის ამოხსნის ერთადერთობის თეორემა.

THEORY OF ELASTICITY

I. A. ZONENASHVILI

**THEOREM OF UNIQUENESS OF THE PROBLEM OF DEFORMATION OF A PLATE WHOSE EDGE IS STRENGTHENED WITH NONSYMMETRIC THIN RIBS**

Summary

The theorem of uniqueness of the problem of deformation of a many-link plate whose edges are strengthened with nonsymmetric thin ribs is proved.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. И. Мусхелишвили. Некоторые основные задачи мат. т. упр., М., 1966.
2. Г. Н. Савин, Н. П. Флейшман. Пластинки и оболочки с ребрами жесткости. Киев, 1964.
3. Л. С. Лейбензон. Курс теории упругости. М., 1947.
4. М. П. Шереметьев. Пластинки с подкрепленным краем. Львов, 1960.



Ю. Б. ВАЙНШТЕЙН, А. Ю. МАЛКОВ

РЕШЕНИЕ ОДНОЙ ЗАДАЧИ ОПТИМИЗАЦИИ

(Представлено академиком В. К. Чичинадзе 23.2.1984)

Имеется  $n$  пунктов производства  $A_1, \dots, A_n$  однородного продукта с объемами, равными соответственно  $a_1, \dots, a_n$ . Кроме того имеется два пункта переработки  $B_1$  и  $B_2$  с объемами  $b_1$  и  $b_2$ , причем  $b_1$  и  $b_2$  заранее не фиксированы, должно быть только  $b_2 \leq M$ , а  $b_1 \geq \sum_{i=1}^n a_i - M$ . Стоимость перевозки единицы объема продукта из  $A_i$  в  $B_j$  равна  $c_{ij}$ . Требуется составить план перевозок, минимизирующий стоимость всех перевозок. Обозначим  $x_{ij}$  — объем продукта, перевозимого из  $A_i$  в  $B_j$ . Тогда получаем, что необходимо минимизировать

$$L = \sum_{i=1}^n (x_{i1} \cdot c_{i1} + x_{i2} \cdot c_{i2}) \tag{1}$$

при ограничениях

$$\sum_{i=1}^n x_{i2} \leq M,$$

$$x_{ij} \geq 0, \quad x_{i1} + x_{i2} = a_i, \quad i = 1, \dots, n; \quad j = 1, 2.$$

Эту задачу можно решить традиционным симплекс-методом [1]. Однако в данном случае решение может быть получено значительно более простым алгоритмом. Опишем алгоритм и дадим доказательство его правильности.

Преобразуем  $L$ :

$$L = \sum_{i=1}^n [(a_i - x_{i2}) \cdot c_{i1} + x_{i2} \cdot c_{i2}] = \sum_{i=1}^n a_i \cdot c_{i1} + \sum_{i=1}^n x_{i2} \cdot (c_{i2} - c_{i1})$$

так как  $\sum_{i=1}^n a_i \cdot c_{i1}$  постоянна, то задача сводится к такой: минимизировать

$$F = \sum_{i=1}^n x_{i2} \cdot (c_{i2} - c_{i1}) \tag{2}$$

при ограничениях

$$\sum_{i=1}^n x_{i2} \leq M,$$

$$0 \leq x_{i2} \leq a_i, \quad i=1, \dots, n.$$

Минимальное значение  $F$  обозначим  $\bar{F}$ , соответствующие значения переменных —  $\bar{x}_{i2}$ . Всегда  $\bar{x}_{i1} = a_i - \bar{x}_{i2}$ . Тогда

$$F - \bar{F} = \sum_{i=1}^n \Delta x_i \cdot \Delta c_i,$$

где

$$\Delta x_i = \bar{x}_{i2} - x_{i2}, \quad \Delta c_i = c_{i1} - c_{i2}.$$

1. А. Рассмотрим случай, когда  $\sum_i a_i \leq M$  для  $\{i | \Delta c_i > 0\}$ . Тогда

оптимальный план следующий:  $\bar{x}_{i2} = 0$  для  $\{i | \Delta c_i \leq 0\}$  и  $\bar{x}_{i2} = a_i$  для  $\{i | \Delta c_i > 0\}$ . Действительно,  $F - \bar{F} \geq 0$ , так как если  $\Delta c_i > 0$ , то и  $\Delta x_i > 0$ , а если  $\Delta c_i \leq 0$ , то и  $\Delta x_i \leq 0$ .

2. А. Рассмотрим случай, когда  $\sum_i a_i > M$  для  $\{i | \Delta c_i > 0\}$ . Тогда

алгоритм построения оптимального плана состоит в следующем: упорядочим  $\Delta c_i$  по убыванию, пусть  $A_1, \dots, A_n$  записаны в соответствии с таким порядком, т. е.  $\Delta c_1 \geq \Delta c_2 \geq \dots \geq \Delta c_n$ , будем вывозить максимально возможный объем продукта из  $A_1$ , затем из  $A_2$  и т. д. в  $B_2$  до заполнения объема  $M$ , а затем оставшиеся объемы в  $B_1$ .

Точнее оптимальный план такой:

$\bar{x}_{i,2} = a_i$  для  $i=1, \dots, m$ , где  $m$  — наибольшее такое, что  $\sum_{i=1}^m a_i \leq M$ ,

$\bar{x}_{m+1,2} = M - \sum_{i=1}^m a_i$ ,  $\bar{x}_{i,2} = 0$  для  $i=m+2, \dots, n$ . Докажем оптимальность

плана. Рассмотрим  $F - \bar{F}$ .

$$\sum_{i=1}^n \Delta x_i = \sum_{i=1}^n (\bar{x}_{i2} - x_{i2}) = \sum_{i=1}^n \bar{x}_{i2} - \sum_{i=1}^n x_{i2} \geq 0$$

так как

$$\sum_{i=1}^n \bar{x}_{i2} = M, \quad \text{а} \quad \sum_{i=1}^n x_{i2} \leq M.$$

Имеем:

а)  $\Delta c_1 \geq \Delta c_2 \geq \dots \geq \Delta c_n$ ,

б)  $\sum_{i=1}^n \Delta x_i \geq 0$ .



Обозначим  $\Delta x_i > 0$  как  $\overset{+}{\Delta}x_i$ , а  $\Delta x_i < 0$  как  $\bar{\Delta}x_i$ , без потери общности  $\Delta x_i = 0$  можно опустить. Тогда, так как  $\Delta x_i > 0$  для  $i=1, \dots, m$  и  $\Delta x_i < 0$  для  $i=m+2, \dots, n$ , то при любом знаке  $\Delta x_{m+1}$  имеем:

$$в) \overset{+}{\Delta}x_1, \dots, \overset{+}{\Delta}x_k, \bar{\Delta}x_{k+1}, \dots, \bar{\Delta}x_n.$$

Из алгоритма имеем и

$$г) \text{ Если } \Delta x_i > 0, \text{ то } \Delta c_i > 0.$$

Из а, б, в, г следует, что  $F - \bar{F} \geq 0$ .

Действительно

$$\begin{aligned} F - \bar{F} &= \overset{+}{\Delta}x_1 \cdot \Delta c_1 + \dots + \overset{+}{\Delta}x_k \cdot \Delta c_k + \bar{\Delta}x_{k+1} \cdot \Delta c_{k+1} + \dots + \bar{\Delta}x_n \cdot \Delta c_n \geq \\ &\geq (\overset{+}{\Delta}x_1 + \dots + \overset{+}{\Delta}x_k) \cdot \Delta c_k + (\bar{\Delta}x_{k+1} + \dots + \bar{\Delta}x_n) \cdot \Delta c_k = \Delta c_k \cdot \sum_{i=1}^n \Delta x_i \geq 0. \end{aligned}$$

Ясно, что упорядочение  $\Delta c_i$  достаточно было вести до номера  $m+1$ . Пусть теперь объемы пунктов  $B_1$  и  $B_2$  фиксированны и равны  $b_1$  и  $b_2$ , т. е. пусть имеем транспортную задачу с двумя пунктами переработки. Требуется определить такие  $x_{ij}$ ,  $i=1, \dots, n$ ,  $j=1, 2$ , что выполняются условия:

$$\sum_{i=1}^n x_{i1} = b_1, \quad (3)$$

$$\sum_{i=1}^n x_{i2} = b_2, \quad (4)$$

$$x_{ij} \geq 0, \quad x_{i1} + x_{i2} = a_i, \quad i=1, \dots, n; \quad j=1, 2 \quad (5)$$

и (1) достигает минимума. Пусть выполняется условие  $\sum_{i=1}^n a_i = b_1 + b_2$ .

Тогда задача сводится к такой: минимизировать (2) при условии (4) и  $0 \leq x_{i2} \leq a_i$ .

1. В. Пусть  $\sum_i a_i \leq b_1$  для  $\{i | \Delta c_i < 0\}$  и  $\sum_i a_i \leq b_2$  для  $\{i | \Delta c_i > 0\}$ .

Тогда оптимальный план такой:  $\bar{x}_{i2} = a_i$  для  $\{i | \Delta c_i > 0\}$ ,  $\bar{x}_{i2} = 0$  для  $\{i | \Delta c_i < 0\}$  и  $\bar{x}_{i2}$  для  $\{i | \Delta c_i = 0\}$  любые такие чтобы выполнялось

$\sum_{i=1}^n x_{i2} = b_2$ . Доказательство оптимальности аналогично приведенному

в 1. А.

2. В. Пусть условие в 1. В не выполнено, тогда без ограничения общности полагаем, что  $\sum_i a_i > b_2$  для  $\{i | \Delta c_i > 0\}$ . Оптимальный план

в этом случае дает алгоритм, описанный в 2. А. Действительно, положим в 2. А  $M = b_2$ . Алгоритм находит решение, удовлетворяющее равенству

(4). Доказательство оптимальности повторяет доказательство пункта 2. А.

Сложность данного алгоритма не превышает сложности алгоритма сортировки чисел  $\Delta c_1, \dots, \Delta c_n$ . Расчеты по приведенному алгоритму позволили решить задачу нахождения оптимального плана распределения вторичных древесных ресурсов в условиях Грузинской ССР.

Академия наук Грузинской ССР  
 Институт вычислительной  
 математики  
 им. Н. И. Мухелишвили

НПО «ГрузНИИПроектмбель»

(Поступило 1.3.1984)

კიბერნეტიკა

ი. ვაინშტეინი, ა. მალკოვი

ოპტიმიზაციის ერთი ამოცანის გადაწყვეტა

რეზიუმე

მოყვანილია წრფივი პროგრამირების ერთი ამოცანის გადაწყვეტის მარტივი ალგორითმი, მოცემულია ალგორითმის სისწორის ელემენტარული დამტკიცება.

CYBERNETICS

Y. B. VAINSTEIN, A. Y. MALKOV

## SOLUTION OF A PROBLEM OF OPTIMIZATION

### Summary

A simple algorithm for the solution of a problem of linear programming is proposed. An elementary proof of the validity of the algorithm is given.

### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Дж. Данциг. Линейное программирование, его применения и обобщения. М. 1966.



З. Ш. ПУТУРИДЗЕ

ОПТИМИЗАЦИЯ ОДНОЙ РЕАЛИЗАЦИИ  
 МОДИФИЦИРОВАННОГО АЛГОРИТМА МЕТОДА ПОСТРОЕНИЯ  
 ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ ПЛАНОВ

(Представлено академиком В. К. Чичинадзе 28.2.1984)

В работах [1, 2] описан модифицированный алгоритм метода построения последовательности планов для решения задач дискретной оптимизации. В работе [2] приведены количественные оценки удаляемых элементов из множества допустимости на каждом шаге алгоритма. Естественно, решение по данному алгоритму получим быстрее, если постараемся так подбирать последовательность компонент системы представителей  $r$  на каждом шаге, чтобы количество удаляемых элементов  $R(r)$  из области допустимости было максимальным. Совокупность компонент системы представителей в искомой последовательности от первой до ведущего элемента включительно назовем оптимальным.

1. Определение номеров оптимальных компонент системы представителей. Пусть даны булевы матрицы  $B_\tau$  размерности  $(m_0 \times s_\tau)$ , где  $\tau = \overline{1, m}$ . Введем переменную  $r = (j_1, j_2, \dots, j_m)$ , называемую системой представителей (СП), компоненты которой  $j_\tau \in \overline{1, s_\tau}$ , т. е. каждому  $r$  ставится в соответствии матрица  $\widehat{B} = (b_{j_1}, b_{j_2}, \dots, b_{j_m})$ , где  $b_{j_\tau} - j_\tau$ -и столбец матрицы  $B_\tau$  и  $\tau$ -и столбец матрицы  $\widehat{B}$ .

Задана система неравенств

$$\widehat{B}a_\eta \leq a_\eta^0, \quad \eta = \overline{1, \eta_0}, \quad (1)$$

где  $a_\eta, a_\eta^0$  — неотрицательные векторы размерности  $m$  и  $m_0$ , соответственно.

Пусть для заданной  $r$  соответствующая  $\widehat{B}$  не удовлетворяет системе неравенств (1). Поставим задачу определить

$$N^* = \max_{\substack{q = \overline{1, m_0}, \\ \eta = \overline{1, \eta_0}}} N_{q\eta}, \quad (2)$$

где  $N_{q\eta}$  — решение следующей задачи, найти

$$N_{q\eta} = \max_{\substack{\alpha_\tau = 0 \\ \tau = 1}}^m \prod_{\tau=1}^m [(1 - \alpha_\tau) (s_\tau - j_\tau + 1)] \quad (3)$$

при ограничениях

$$\sum_{\tau=1}^m \alpha_\tau \beta_q^\tau a_\eta^\tau > a_\eta^0, \quad (4)$$

$$\alpha_\tau = 0, 1, \quad \tau = \overline{1, m}.$$

Здесь  $\beta_q^\tau$ —элемент матрицы  $\widehat{B}$ .

$\alpha_\eta^\tau$ — $\tau$ -я компонента вектора  $a_\eta$ ;

$a_{\eta q}^0$ — $q$ -я компонента вектора  $a_\eta^0$ .

Если задача (3)—(5) не разрешима, то  $N_{q\eta}$  положим равным нулю.

Обозначим через  $\alpha^*$  решение задачи (2)—(5). Это вектор индицирует те компоненты, которые должны в  $\Gamma$  стоять первыми, чтоб в алгоритме, описанном в работе [2], удалить максимальное количество элементов  $R(r)$  из области допустимости. Таким образом, для максимизации мощности  $R(r)$  для каждого  $r$  надо делать перекодировку компонент  $r$  исходя из решения задачи (2)—(5) на каждом шаге модифицированного алгоритма построения последовательности планов.

2. Графическое представление систем представителей. Пусть заданы непустые множества упорядоченных объектов

$$I_\tau(1, S_\tau) \quad \tau = \overline{1, m},$$

где  $m$ —число множеств;  $S_\tau$ —число элементов множества  $I_\tau$ .

Обозначим через  $I_\tau(i, j)$  при  $i \leq j$  подмножество элементов  $I_\tau$  под номерами от  $i$  до  $j$  включительно. В частности  $I_\tau(1, S_\tau) = I_\tau$ , а  $I_\tau(i, i)$ — $i$ -й элемент множества  $I_\tau$ .

Введем функцию, задающую мощность подмножеств  $I_\tau(i, j)$

$$|I_\tau(i, j)| = N_\tau(i, j) = j - i + 1. \quad (6)$$

Заметим, что элементы подмножества  $I_\tau(i, j)$  будем нумеровать от 1 до  $N_\tau(i, j)$ .

По правилу построения систем представителей [1] построим все СП для векторов:

$$I = (I_1, I_2, \dots, I_m),$$

$$N = (N_1(1, S_1), N_2(1, S_2), \dots, N_m(1, S_m)) = (S_1, S_2, \dots, S_m).$$

Их количество равно  $\prod_{\tau=1}^m S_\tau$ . Представим это множество в виде де-

рева, вершины которой соответствуют разным СП. ребра этого графа соединяют вершины, соответствующие порождающим и порожденным СП, исходя из правила построения СП. Полученный граф обозначим через  $\Gamma(N, I)$ . Обозначим через  $V$  множество вершин графа (множество СП). Пусть  $r$ —некорневая вершина графа  $\Gamma(N, I)$ . Поставим задачу, построить граф

$$\Gamma_r(N, I) = \Gamma(N^1, I^1) \cup \Gamma(N^2, I^2), \quad (7)$$

удовлетворяющий следующим свойствам:

- Множество вершин графов  $\Gamma(N, I)$  и  $\Gamma_r(N, I)$  совпадают;
- $\Gamma(N^1, I^1) \cap \Gamma(N^2, I^2) = \emptyset$ ;
- $\Gamma(N^1, I^1)$  и  $\Gamma(N^2, I^2)$  строятся тем же способом, что и граф  $\Gamma(N, I)$ .

Естественно, для построения графов  $\Gamma(N^1, I^1)$  и  $\Gamma(N^2, I^2)$  надо определить векторы  $N^1, I^1$  и  $N^2, I^2$ .

Выпишем  $r=(j_1, j_2, \dots, j_m)$ ; т. к.  $r$  некорневая вершина графа  $\Gamma(N, I)$ , то среди его компонентов  $j_\tau \tau=\overline{1, m}$  найдется хотя бы один, не равный единице. Если таких компонентов несколько, возьмем любой из них. Обозначим порядковый номер этой компоненты через  $n$ .

Положим:

$$N^1=(N_1(I, S_1), \dots, N_n(I, j_n)-1, \dots, N_m(I, S_m)),$$

$$I^1=(I_1(I, S_1), \dots, I_n(I, j_n-1), \dots, I_m(I, S_m)),$$

$$N^2=(N_1, S_1), \dots, N_n(j_n, S_n), \dots, N_m(I, S_m)),$$

$$I^2=(I_1(I, S_1), I_n(j_n, S_n), \dots, I_m(I, S_m)).$$

Для этих пар векторов по выбранному правилу построения систем представителей построим графы  $\Gamma(N^1, I^1)$  и  $\Gamma(N^2, I^2)$  т. е. удовлетворяем условию  $\epsilon$ . Удовлетворяются условия  $a$  и  $b$ , что нетрудно проверить. Назовем эту операцию дроблением графа  $\Gamma(N, I)$  по компоненте  $j_n$  системы представителей  $r$ . Таким образом разбиваем исходный граф на два непересекающихся. При этом для векторов  $N^2, I^2$  можно определить новую перестановку компонент и далее построить граф  $\bar{\Gamma}(N^2, I^2)$ . Этот граф тоже удовлетворяет условиям  $a, b, \epsilon$ . Его множество вершин совпадает с множеством вершин графа  $\Gamma(N^2, I^2)$  и отличается от него множеством ребер. Опираясь на это свойство и используя решение задачи (2)—(5), можно построить оптимальную (в смысле максимизации удаляемых элементов из области допустимости на каждом шаге алгоритма) и эффективную версию модифицированного алгоритма метода построения последовательности планов для решения задач дискретной оптимизации.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт вычислительной математики  
им. Н. И. Мухелишвили

(Поступило 1.3.1984)

კიბარნობა

ზ. ფუტურია

გამგებვის მიმდევრობითი აგების მეთოდის მოდიფიცირებული  
ალგორითმის ერთ-ერთი რეალიზაციის ოპტიმიზაცია

რ ე ზ ი შ ე

მოყვანილია დისკრეტული ოპტიმიზაციის ამოცანათა ამოხსნის გეგმების მიმდევრობითი აგების მოდიფიცირებული ალგორითმის ოპტიმიზაციის მათემატიკური დამტკიცება. ნაჩვენებია წარმომადგენელთა სისტემების სიმრავლის ასახვა გრაფზე და განსაზღვრულია ამ გრაფის ურთიერთარაგადამკვეთ ქვეგრაფებად დაყოფა. აღნიშნულ შედეგებზე დაყრდნობით შესაძლებელი ხდება აიგოს გეგმების მიმდევრობითი აგების მოდიფიცირებული ალგორითმის ეფექტური რიცხვითი რეალიზაცია.

Z. Sh. PUTURIDZE

OPTIMIZATION OF ONE IMPLEMENTATION OF A MODIFIED  
METHOD OF BUILDING A SEQUENCE OF PLANS

## Summary

The optimization of a modified algorithm for the sequential building of solutions of discrete optimization problems is proved mathematically. The set of systems of representations is presented in a graph, and the division of this graph into non-intersecting subgraphs is defined. An effective numerical realization of a modified algorithm of building sequential plans is feasible on the basis of these results.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. А. Емеличев, В. И. Комлик. Метод построения последовательности планов для решения задач дискретной оптимизации. М., 1981.
2. З. Ш. Путуридзе. Сообщения АН ГССР, 111, № 2, 1983.

Р. Я. МЕЦХВАРИШВИЛИ, З. Н. МИМИНОШВИЛИ, М. А. ЭЛИЗБАРАШВИЛИ

### К РАСПАДУ $^{124}\text{Sb}$

(Представлено членом-корреспондентом Академии Н. С. Амаглобели 24.4.1984)

Схема распада  $^{124}\text{Sb} \rightarrow ^{124}\text{Te}$  является сложной и исследована многими авторами [1]. Однако представляет интерес исследование высоковозбужденных состояний  $^{124}\text{Te}$ , которые разряжаются путем радиационного перехода преимущественно с энергиями больше  $2m_0c^2$ . При больших энергиях перехода важную роль играет внутренняя конверсия с образованием электронно-позитронной пары и наиболее чувствительным к мультипольности перехода является отношение коэффициента парной конверсии (КПК) и коэффициента внутренней конверсии (КВК) [2, 3]. Поэтому необходимы совместные измерения спектров электронов внутренней конверсии (ЭВК) и позитронов парной конверсии (ППК). Такие исследования проводились нами для некоторых жестких  $\gamma$ -переходов.

Измерения проводились на магнитном  $\beta$ -спектрометре с фокусировкой на угол  $200^\circ$ . Использование магнитной линзы и метода совпадений обеспечивало низкий уровень фона (1—2 импульса в час).

Радиоактивный образец приготовлен из химически чистой сурьмы напылением в вакууме на тонкую алюминиевую фольгу. Толщина слоя сурьмы была равна  $0,4 \text{ мг}\cdot\text{см}^{-2}$ , площадь поверхности —  $10 \times 30 \text{ мм}^2$ . Образец облучен на реакторе Института физики АН ГССР тепловыми нейтронами. Активность препарата — 2 мкюри. При размерах входного окна первого счетчика  $10 \times 40 \text{ мм}^2$  разрешение спектрометра по импульсу составляло 1%.

Были измерены спектры ППК в области энергии 400—1100 кэв. На импульсном распределении позитронов (рис. 1) отчетливо проявляются резкие спады. Положения средних точек спадов соответствуют энергиям позитронов  $E_+ = 670$  и  $1070$  кэв. Это есть края распределения ППК от  $\gamma$ -переходов, энергии которых, определенные по формуле  $E_\gamma = E_+ + 2m_0c^2$ , равны 1691,0 и 2091,0 кэв, соответственно. Эти переходы являются наиболее интенсивными среди тех, энергия которых больше  $2m_0c^2$ .

После вычета естественного фона спектрометра был вычтен фон от ППК более жестких, но на несколько порядков менее интенсивных переходов. Для разложения спектра были построены теоретические кривые распределения ППК по аналогии кривых, полученных Б. Н. Беляевым [2] при  $K = E_\gamma/m_0c^2 = 4$ ,  $Z = 48$ ,  $Z = 62$  и мультипольности перехода  $E1$ . На рис. 2 показаны фрагменты спектра ЭВК, полученного в тех же условиях.

Для вычисления КПК ( $\alpha_{\Pi}$ ) использованы теоретическое значение  $\alpha_K$  чистого E2 перехода 602,7 кэВ ( $\alpha_K = 4,4 \times 10^{-3}$  [4]) и средневзвешенные значения относительных интенсивностей  $\gamma$ -излучения, определенные из [1]:  $I_{\gamma}(1691,0) = 51,4 \pm 0,3$  и  $I_{\gamma}(2091,0) = 6,05 \pm 0,30$  при  $I_{\gamma}(602,7) = 100$

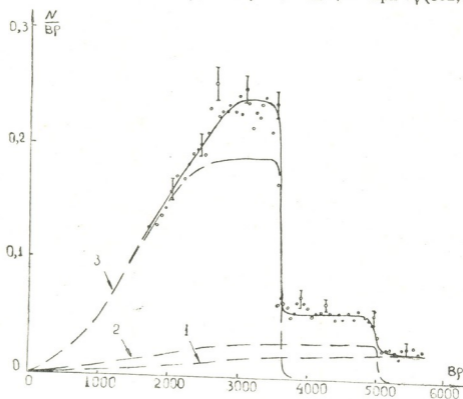


Рис. 1. Спектр ППК: 1) — фон от ППК  $\gamma$ -переходов с  $E_{\gamma} > 2100$  кэВ; 2) и 3) — парциальные спектры ППК от  $\gamma$ -переходов 2091,0 и 1691,0 кэВ

В табл. 1 приведены полученные нами значения КПК. Теоретические значения КПК перехода 1691,0 кэВ вычислены экстраполяцией, а для перехода 2091,0 кэВ — интерполяцией таблиц Б. Н. Беляева [3].

Таблица 1

Коэффициенты парной конверсии переходов в  $^{124}\text{Te}$ 

$E_{\gamma}$ (кэВ)	$\alpha_{\Pi} \times 10^4$ (эксп.)	$\alpha_{\Pi} \times 10^4$ (теория [3])			
		E1	M1	E2	M2
1691,0	$3,2 \pm 0,4$	4,10	1,40	1,83	0,78
2091,0	$5,9 \pm 0,8$	6,57	3,08	3,68	1,80

С помощью спектров ЭВК на К-оболочке переходов 1691,0 и 2091,0 кэВ (рис. 2б и 2в) определены абсолютные значения КВК на К-оболочке. В качестве эталонного использован переход 602,7 кэВ. Полученные значения КВК приведены в табл. 2. Теоретические значения КВК вычислены с помощью таблицы [4].

С помощью табл. 1 и 2 определены отношения КПК и КВК ( $\alpha_{\Pi}/\alpha_K$ ). То же самое отношение определено также непосредственно из отношения площадей под спектрами ППК и ЭВК, без использования эталонного перехода. Полученные по две значения  $\alpha_{\Pi}/\alpha_K$  для каждого пе-



рехода усреднены с учетом их весов. В табл. 3 приведены именно эти средневзвешенные значения ( $\overline{\alpha_{\Pi/\alpha_K}}$ ). Теоретические значения  $\alpha_{\Pi/\alpha_K}$  вычислены по таблицам [3].

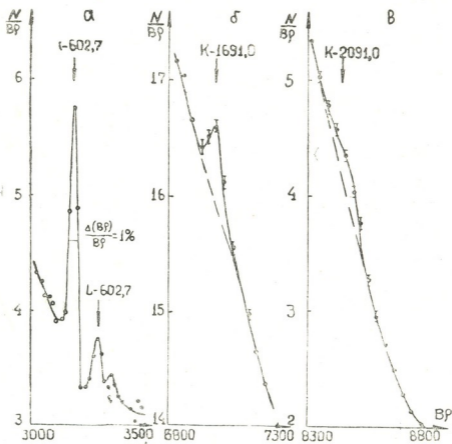


Рис. 2. Фрагменты спектра ЭВК  $\gamma$ -переходов в  $^{124}\text{Te}$

Из сравнения экспериментальных и теоретических значений  $\alpha_K$  и  $\alpha_{\Pi}$  (табл. 1 и 2) обоим переходам следует приписать мультипольность типа  $E1+M2$  или  $M1+E2$ . Однако значения  $\alpha_{\Pi/\alpha_K}$  из табл. 3 позволяет

Таблица 2

Коэффициенты внутренней конверсии переходов в  $^{124}\text{Te}$

$E_{\gamma}$ (кэВ)	$\alpha_K \times 10^4$ (эрг.)	$\alpha_K \times 10^4$ (теория [4])			
		E1	M1	E2	M2
1691,0	$2,4 \pm 0,4$	2,13	4,90	4,20	10,7
2091,0	$2,6 \pm 1,8$	1,52	3,20	2,91	6,8

более уверенно утверждать, что оба перехода являются электрическими дипольными с небольшой примесью M2. Это подтверждается квантовыми характеристиками состояний, между которыми происходят эти переходы:  $3^-$ —исходное и  $2^-$ —конечное состояния [1]. Предполагая, что рассматриваемые переходы являются смесью ( $E1, M2$ ), определены значения примеси M2 мультипольности на основе 1, 2 и 3. Для каждого перехода получены по три независимые значения при-

Таблица 3

Отношения коэффициентов парной и внутренней конверсии

E <sub>γ</sub> (кэВ)	α <sub>П</sub> /α <sub>К</sub> (эксп.)	α <sub>П</sub> /α <sub>К</sub> (теория [3])			
		E1	M1	E2	M2
1691,0	1,78±0,57	1,93	0,19	0,19	0,042
2091,0	3, 1±1, 0	3,78	0,74	0,99	0, 21

меси. Средневзвешенные значения примеси таковы: Δ=4% для перехода 1691,0кэВ и Δ=5% для перехода 2091,0 кэВ. Эти результаты не противоречат оценкам, полученным в работе [5]: <3% для перехода 1691,0 кэВ и <8% для перехода 2091,0 кэВ.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 25.5.1984)

ფიზიკა

რ. მეცხვარიშვილი, ზ. მიმინოშვილი, ა. ელიზბარაშვილი

### <sup>124</sup>Sb-ის დაშლისათვის

რეზიუმე

მაგნიტური β-სპექტრომეტრის საშუალებით შესწავლილ იქნა <sup>124</sup>Sb—<sup>124</sup>Te დაშლის შედეგად გამოსხივებული 1691, 0 და 2091,0 კეე ენერგიის γ-გამოსხივების წყვილური კონვერსიის პოზიტრონებისა და შინაგანი კონვერსიის ელექტრონების სპექტრები. ამ გადასვლებისათვის განსაზღვრულ იქნა ფარდობა α<sub>ნ</sub>/α<sub>კ</sub> და M 2-მულტიპოლობის მინარევების პროცენტული შემადგენლობა.

PHYSICS

R. I. METSKHVARISHVILI, Z. N. MIMINOSHVILI, M. A. ELIZBARASHVILI

### ON THE DECAY OF <sup>124</sup>Sb

Summary

The spectra of the positrons of pair conversion and of the electrons of internal conversion of the γ-rays from decay <sup>124</sup>Sb—<sup>124</sup>Te have been investigated on a magnetic β-spectrometer. The ratios α<sub>n</sub>/α<sub>k</sub> have been determined and the mixture of M 2 multipolarity established.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. F. E. Bertrand. Nucl. Data Sheets. 10, № 2, 1973.
2. Б. Н. Беляев. ЯФ, 14, № 6, 1971.
3. Б. Н. Беляев. Изв. АН СССР, сер. физ., 36, № 10, 1972.
4. Л. А. Слив, И. М. Банд. Сб. «Гамма-лучи». М.—Л., 1961.
5. Е. П. Григорьев, А. В. Золотавин, В. О. Сергеев, М. И. Совцов. Изв. АН СССР, сер. физ., 36, № 5, 1968.

М. З. МАКСИМОВ, З. Е. ЧИКОВАНИ

## О ДИСПЕРСИОННЫХ ЭНЕРГИЯХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ НЕЙТРАЛЬНЫХ АТОМОВ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Р. Г. Салуквадзе 18.6.1985)

Вопросу получения потенциала межмолекулярного взаимодействия посвящено много работ. Особый интерес при этом представляло поведение этих сил на больших расстояниях, когда существенно влияние эффекта запаздывания. Впервые этот эффект был учтен в работе [1]. В [2, 3] с помощью формализма квантовой электродинамики на примере атома водорода весьма изящно получены все основные результаты, затем в серии работ последних лет [4—6] проведено обобщение этих результатов с учетом электрических и магнитных мультиполей. При этом следует отметить, что выводы соотношений для дисперсионных сил второго порядка выполнялись громоздким путем, суммированием многих диаграмм, в результате которых получались слабые, соответствующие запаздывающим электромагнитным взаимодействиям, применение которых для конкретных расчетов из-за их сложности и громоздкости являются затруднительными.

В данной работе предлагается достаточно простой метод расчета дисперсионной энергии взаимодействия нейтральных атомов на любых расстояниях.

Известно, что дисперсионные силы второго порядка соответствуют четвертому порядку теории возмущения и согласно релятивистски инвариантной теории S-матрицы имеем [7, 8]

$$S_{fi}^{(4)} = -2\pi i \delta(E_f - E_i) u_{fi}^{(2)} = g^{\mu\nu} g^{\mu'\nu'} \int d^4x_1 d^4x_2 d^4x_3 d^4x_4 \times \\ \times T[J_\mu(x_1) J_{\mu'}(x_3)] T[J_\nu(x_2) J_{\nu'}(x_4)] D_{\mu\nu}(x_1 - x_2) D_{\mu'\nu'}(x_3 - x_4), \quad (1)$$

где  $J_\mu(x)$  — токи электронов, а  $D_{\mu\nu}(x)$  — причинные функции Грина.

Если произвести все вычисления, указанные в (1), то дисперсионную энергию второго порядка можно представить в компактном виде

$$U_{fi}^{(2)} = \sum_{m,n} \frac{i}{\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} d\omega d\omega' \delta(\omega + \omega') \times \\ \times \frac{k_{n0} V(R, \omega)}{k_{n0}^2 - \omega^2} \cdot \frac{k_{m0} V(R, \omega')}{k_{m0}^2 - \omega'^2}, \quad (2)$$

где  $k_{n0}$ ,  $k_{m0}$  — энергия возбуждения, а  $V(R, \omega)$  — запаздывающее взаимодействие двух атомов за счет обмена фотона с энергией  $\omega$ :

$$V(R, \omega) = \Lambda_{n_0\mu}(\vec{V}_R, \omega) \Lambda_{m_0}^\mu(\vec{V}_R, \omega) R^{-1} \exp(i|\omega|R), \quad (3)$$

$$\Lambda_{n',n}^\mu(\vec{a}, \omega) = -e \langle n' | \gamma^0 \gamma^\mu e^{-i\vec{a}\vec{r}} - g^{0\mu} | n \rangle.$$

Величину  $V(R, \omega)$  можно назвать также функцией взаимодействия двух атомов, а формулу (2) истолковать как дисперсионную энергию



второго порядка двухфотонного обмена. Каждому акту однофотонного обмена соответствует запаздывающая функция взаимодействия  $V(R, \omega)$ , а каждому акту однофотонного безизлучательного перехода, функция вида

$$k_{nn'} V(R, \omega) (k_{nn'}^2 - \omega^2)^{-1}. \quad (4)$$

В дипольном электрическом и магнитном приближениях из (3) для запаздывающей функции взаимодействия получаем

$$V(R, \omega) = (\widehat{M} + i\widehat{N}) R^{-1} \exp(i|\omega|R), \quad (5)$$

где операторы  $\widehat{M}$  и  $\widehat{N}$  определяются формулами

$$\widehat{M} = -\{(\vec{d}_A \vec{\nabla})(\vec{d}_B \vec{\nabla}) + \omega^2 (\vec{d}_A \vec{d}_B) + (\vec{m}_A \vec{\nabla})(\vec{m}_B \vec{\nabla}) + \omega^2 (\vec{m}_A \vec{m}_B)\}, \quad (6)$$

$$\widehat{N} = [\vec{d}_A [\vec{m}_B \vec{\nabla}] + [\vec{d}_B [\vec{m}_A \vec{\nabla}]].$$

Здесь

$$\vec{d}_A = (-e \sum_i \vec{r}_i^A)_{n_0}, \quad \vec{d}_B = (-e \sum_i \vec{r}_i^B)_{m_0}; \quad (7)$$

$$\vec{m}_A = \left( \frac{e}{\hbar m} \sum_i [\vec{r}_i^A \vec{p}_i^A] \right)_{n_0}, \quad \vec{m}_B = \left( \frac{e}{\hbar m} \sum_i [\vec{r}_i^B \vec{p}_i^B] \right)_{m_0}.$$

Подставляя теперь (5) в (2), будем иметь

$$U_{ret}^{(2)} = \sum_{m,n} \frac{2i}{\pi} \int_0^\infty d\omega \frac{k_{n_0}}{k_{n_0}^2 - \omega^2} \frac{k_{m_0}}{k_{m_0}^2 - \omega^2} \{ \widehat{M} R^{-1} \exp(i|\omega|R) \} \times \\ \times \widehat{M} R^{-1} \exp(i|\omega|R) + \omega^2 \widehat{N} R^{-1} \exp(i|\omega|R) \widehat{N} R^{-1} \exp(i|\omega|R) \}.$$

Учитывая здесь соотношения (7) и усредняя по всем ориентациям электрических и магнитных моментов в дипольном электрическом и магнитном приближении получаем

$$U_{ret}^{(2)} = -\frac{4}{9\pi} \frac{1}{R^6} \sum_{m,n} \int_0^\infty du \frac{k_{n_0} k_{m_0} \exp(-2uR)}{(k_{n_0}^2 + u^2)(k_{m_0}^2 + u^2)} \times \\ \times \{ \Pi_{dd}(uR) + \Pi_{mm}(uR) = \Pi_{md}(uR) \}, \quad (9)$$

где положено

$$\Pi_{dd}(\eta) = (\eta^4 + 2\eta^3 + 5\eta^2 + 6\eta + 3) |\vec{d}_A|^2 |\vec{d}_B|^2, \\ \Pi_{mm}(\eta) = (\eta^4 + 2\eta^3 + 5\eta^2 + 6\eta + 3) |\vec{m}_A|^2 |\vec{m}_B|^2, \\ \Pi_{md}(\eta) = -(\eta^4 + 2\eta^3 + \eta^2) \{ |\vec{d}_A|^2 |\vec{m}_B|^2 + |\vec{m}_A|^2 |\vec{d}_B|^2 \}. \quad (10)$$

Из (9)–(10) видно, что вычисление дисперсионной энергии связано с двойным суммированием по спектрам взаимодействующих атомов и интегрированием по частоте. В предельных случаях  $kR \ll 1$  и  $kR \gg 1$  последняя процедура проводится сравнительно легко, однако суммирование в явном виде по-прежнему затруднительно. Вместе с этим предложенный нами ранее [9] приведенный метод сращивания (ПМС) асимптотических разложений позволяет осуществить ряд важных и последовательных оценок. Применим этот метод сначала для приближенного суммирования в (9). Для этой цели введем функцию

$$F(u) = \frac{2}{3} \sum_n k_{n_0} |\vec{q}_{n_0}|^2 (k_{n_0}^2 + u^2)^{-1} = \frac{1}{3} \alpha_q(iu), \quad (11)$$

где величина  $\vec{q}$  может быть электрическим или магнитным дипольными моментами взаимодействующих атомов, а  $\alpha_q(\omega)$  — их поляризуемость. При  $u \rightarrow 0$  и  $u \rightarrow \infty$  из (11) имеем

$$F(u) \xrightarrow{u \rightarrow 0} F_0(u) = \frac{2}{3} \sum_n |\bar{q}_{n0}|^2 k_{n0}^{-1} = \alpha_q(0), \quad (12)$$

$$F(u) \xrightarrow{n \rightarrow \infty} F_\infty(u) = \frac{2}{3} u^{-2} \sum_n k_{n0} |\bar{q}_{n0}|^2 = Zu^{-2}.$$

В последнем соотношении использовано правило сумм сил социлляторов, а  $Z$  — число электронов в атоме.

Теперь, на основании ПМС в нулевом приближении находим

$$F(u) \approx \alpha_q(0) \bar{k}_{n0}^* (\bar{k}_{n0}^2 + u^2)^{-1}, \quad (13)$$

где  $\bar{k}_{n0} = \sqrt{Z/\alpha_q(0)}$  — средний потенциал.

Следует отметить, что такая процедура эквивалентно введению эффективной поляризуемости атомов

$$\alpha_q(\omega) = 3 \alpha_q(0) \bar{k}_{n0}^* (\bar{k}_{n0}^2 - \omega^2)^{-1}. \quad (14)$$

При этом, соотношение (13) более последовательно обосновывает феноменологические оценки работы [2] и позволяет свести интеграл в (9) к интегральным экспонентам, однако конечные выражения при этом очень громоздки. Поэтому, подставляя функцию (13) в (9) и оценивая полученные интегралы при  $R \rightarrow 0$ ,  $R \rightarrow \infty$  для электрических и магнитных переходов, будем иметь

$$(U_{ret}^{(2)})_{dd} \xrightarrow{R \rightarrow 0} U_0 = -\frac{3}{2} \frac{1}{R^6} \alpha_d^A \alpha_d^B; \quad (15)$$

$$(U_{ret}^{(2)})_{mm} \xrightarrow{R \rightarrow 0} -\frac{3}{2} \frac{1}{R^6} \alpha_m^A \alpha_m^B; \quad (16)$$

$$(U_{ret}^{(2)})_{m(d)dm} \xrightarrow{R \rightarrow 0} \frac{3}{2} \frac{1}{R^6} \alpha_{m(d)}^A \alpha_{d(m)}^B \frac{(k_{n0} R)(k_{m0} R)}{3}, \quad (17)$$

где  $I = \bar{k}_{n0} \bar{k}_{m0} / (\bar{k}_{n0} + \bar{k}_{m0})$  — приведенный потенциал возбуждения взаимодействующих атомов

$$(U_{ret}^{(2)})_{dd} \xrightarrow{R \rightarrow \infty} U_\infty = -\frac{23}{4\pi} \frac{1}{R^7} \alpha_d^A \alpha_d^B, \quad (18)$$

$$(U_{ret}^{(2)})_{mm} \xrightarrow{R \rightarrow \infty} -\frac{23}{4\pi} \frac{1}{R^7} \alpha_m^A \alpha_m^B, \quad (19)$$

$$(U_{ret}^{(2)})_{m(d)dm} \xrightarrow{R \rightarrow \infty} \frac{7}{4\pi} \frac{1}{R^7} \alpha_{m(d)}^A \alpha_{d(m)}^B. \quad (20)$$

Здесь  $\alpha_d = \alpha_d(0)$ ,  $\alpha_m = \alpha_m(0)$  — электрические и магнитные поляризуемости атомов.

Формулы (15)—(20) совпадают с известными результатами [2—4, 8], но полученными другим путем. Из этих формул также видно, что запаздывающая энергия межмолекулярного взаимодействия в предельных случаях  $kR \ll 1$  и  $kR \gg 1$  описывается достаточно простыми соотношениями. Однако вычисление  $U_{ret}^{(2)}$  в промежуточной области  $kR \sim 1$  по формулам (11), (12) и (13) хотя и сводится к интегральным экспонентам, но имеют довольно сложный вид. Для их вычисления удобно обратиться опять к



ПМС, с помощью которого для диполь-дипольного электрического взаимодействия на основании асимптотик (15) и (18) в нулевом и первом приближении соответственно находим

$$(U_{rel}^{(2)})_{dd}^{(0)} \approx -\frac{3}{2} I \alpha_d^A \alpha_d^B \frac{1}{R^6 (1+kR)}; \quad (21)$$

$$(U_{rel}^{(2)})_{dd}^{(1)} \approx -\frac{3}{2} I \alpha_d^A \alpha_d^B \frac{1 + \tilde{k}R}{R^6 (1 + \tilde{k}R + (kR)^2)}, \quad (22)$$

где  $\tilde{k}$  — эффективной волновой вектор

$$\tilde{k} = 6\pi I / 23. \quad (23)$$

Обе эти формулы удовлетворительно согласуются с точными расчетами при любых  $R$ . Аналогичные оценки можно осуществить и для других видов взаимодействия нейтральных атомов.

Сухумский физико-технический  
институт  
им. В. Н. Векуа

(Поступило 13.4.1985)

ფიზიკა

ა. მასიმოვი, ზ. ჩიკოვანი

ნეიტრალური ატომების ურთიერთქმედების დისპერსიული  
ენერგიების შესახებ

რეზიუმე

წარმოდგენილია მიახლოებითი მეთოდი ატომების ეფექტური პოლარიზაციის განსასაზღვრავად და მიღებულია მარტივი თანაფარდობანი მოლეკულათა ურთიერთქმედების მეორე რიგის დისპერსიული ძალებისათვის.

PHYSICS

M. Z. MAXIMOV, Z. E. CHIKOVANI

## ON THE DISPERSION ENERGIES OF THE INTERACTION OF NEUTRAL ATOMS

Summary

An approximate method is proposed for determining the effective polarization of atoms, and simple formulae are obtained for the second-order dispersion forces of molecular interaction.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. H. B. G. Casimir, D. D. Polder. Phys. Rev., 1948, 73, 360.
2. C. Mavrouannis, M. T. Stephen. Mol. Phys., 1962, 5, 629.
3. И. Е. Дзялошинский, Е. М. Лифшиц, Л. П. Питаевский, УФН, 73, 1967, 381.
4. G. Feinberg, T. Sucher. Phys. Rev. A., 1970, 2, 2395; Chikwan, G. Feinberg. Phys. Rev. A., 1972, 6, 2433. M. A. Michels, L. G. Suttorp. Physica, 1972, 59, 609; 1972, 61, 481; 1972, 61, 506; . 517.
5. L. G. Suttorp. Physica, 1973, 64, 217.
6. M. A. Michel, L. G. Suttorp. Physica, 1973. 67, 137.
7. Н. Н. Боголюбов, Д. В. Ширков. Введение в теорию квантовых полей. М., 1973.
8. В. Б. Берестецкий, Е. М. Лифшиц, Л. П. Питаевский. Релятивистская квантовая теория. ч. I. М., 1971.
9. А. П. Кашин, М. З. Максимов, З. Е. Чиковани. Сообщения АН ГССР, 111, № 3, 1983.

В. К. САМХАРАДЗЕ

## СОПОСТАВИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РАЗДЕЛОВ ПУБЛИКАЦИИ ПО ФИЗИКЕ И ХИМИИ И ТРЕБОВАНИЙ ПО СОСТАВЛЕНИЮ ОПИСАНИЯ ОТКРЫТИЯ

(Представлено академиком Э. Л. Андроникашвили 11.11.1985)

Авторское право, под эгидой которого находятся и произведения науки [1], не требует определенной формы построения содержания научного достижения для его публикации. Правом же на открытие установлена унифицированная форма представления содержания материалов<sup>1</sup> на открытие [2]. Эта унификация накладывает определенную ответственность на заявителей открытий.

На 1 января 1985 г. из поданных на рассмотрение начиная с 1959 г. более 11 000 заявок на открытия зарегистрировано, т. е. выдано дипломов, всего на 289 открытий, из них на имя ученых республики — 2. Малое количество признанных открытиями научных достижений следовало бы отнести и за счет методологически неправильного понимания и выполнения исследовательской работы по выявлению открытий, а также составления их описаний.

Таблица 1

Показатели	Количество
1. Проанализированных публикаций, в которых приведена информация:	
а) теоретического характера	100
б) прикладного содержания	47*
2. Публикаций, в наименовании которых указано о раскрытии механизма:	58*
а) явления	
б) свойства	2
в) закономерности	—
3. Публикаций, в которых по тексту следует судить о раскрытии механизма:	
а) явления	
б) свойства	13
в) закономерности	9
4. Публикаций, в которых указано на новизну научного достижения:	12
а) теоретического характера	
б) прикладного характера	49
	58

\* Здесь и далее, когда сумма показателей пунктов соответствующей таблицы превышает 100, следует иметь в виду, что в одной публикации присутствовали показатели соответствующих подпунктов.

<sup>1</sup> В данной статье ввиду ее определенной целенаправленности не рассматриваются круг критериев понятия «открытие» и вопрос необходимости его признания.



С этой точки зрения в данной статье проведен формальный анализ публикаций разделов «физика» и «общая и неорганическая химия» «Сообщений Академии наук Грузинской ССР» (далее «Сообщения»)<sup>(2)</sup>, во-первых, в аспекте содержания в них сведений, подпадающих под понятие «открытие», и, во-вторых, для сопоставления разделов этих публикаций с унифицированными требованиями структуры описания открытия.

В табл. 1 приведены количественные показатели анализа.

В табл. 2 дан сопоставительный анализ унифицированной формы описания открытия с неунифицированной структурой исследованных публикаций и показано наличие в них разделов, тождественных разделам описания открытия.

Таблица 2

Разделы унифицированной формы описания открытия	Наличие тождественных разделов неунифицированной структуры содержания в публикациях
1	2
Вводная часть	
1. Указание на область науки и ее конкретный раздел	—
2. Характеристика сущности известного научного положения	90
3. Обоснование сущности научного положения	—
4. Критическое рассмотрение сущности научного положения	51
5. Обоснование критического рассмотрения сущности научного положения	48
6. Причинно-следственные связи критического рассмотрения и обоснования сущности известного научного положения в свете нового (обнаруженного) научного положения	—
7. Изложение сущности нового научного положения	100
8. Краткая характеристика научного и практического значения нового положения	—
9. Причина и следствие коренного изменения в уровне познания, вызванные сущностью нового научного положения	—
Доказательства достоверности нового научного положения: теоретические и (или) экспериментальные (предпочтительно и те, и другие)	
I. Теоретические доказательства	
1. Констатация сущности известного теоретического представления, определение понятия его сущности	—
2. Условия и причины возникновения известного положения	—
3. Сущность известного представления как результат возникновения при объективных обстоятельствах	—
4. Критическое рассмотрение характеристики и сущности известного представления в свете причин его возникновения и вытекающего из них следствия	—
5. Объективные обстоятельства (причины) обнаружения нового научного положения. Условия и причины его возникновения	52
6. Доказательства обнаружения нового научного положения в аспекте причинно-следственных связей	54

(2) Всего проанализировано 100 публикаций во всех томах «Сообщений» за 1983 г., во всех номерах т. 113 и 114 за 1984 г. и в № 1, 2 т. 115.



1	2
7. Механизм возникновения нового научного положения и результат его возникновения	54
8. Сущность нового научного положения, определение его понятия, формула (формулировка)	—
II. Экспериментальные доказательства	
1. Описание специального оборудования (при необходимости), установки (существующей или разработанной) для исследования и проведения экспериментов	—
2. Методика и методы проведения экспериментов для выявления (обнаружения) механизма нового научного положения	53
3. Сведение экспериментальных данных в таблицы, построение графиков, схем, диаграмм и т. п. иллюстрирующего материала	53
4. Констатация и интерпретация полученных данных в аспекте доказательств установленного нового научного положения	57
5. Выявление и определение понятий причинно-следственных связей возникновения нового научного положения	—
6. Условия и причины возникновения нового научного положения, механизм и результат его возникновения	—
7. Доказательства обнаружения нового положения в аспекте причинно-следственных связей	—
8. Сущность нового научного положения, определение его понятия, формула (формулировка)	—
Формула нового научного положения	
1. Указание на способ (метод) получения доказательств нового научного положения	—
2. Название нового научного положения	—
3. Характеристика нового положения, описание условий, при которых оно проявляется, наблюдается, возникает, т. е. характеристика причинно-следственных связей, выражающих сущность этого положения (механизм возникновения и его следствие)	—

На основании сопоставительного анализа показателей пунктов соответствующих разделов приведенных таблиц следует констатировать, что было бы целесообразным:

1. Аналитически исследовать каждую предполагаемую публикацию на критерии открытия [2—4] с целью последующего (при необходимости) формирования материалов заявки на открытие.

2. Содержание предполагаемых публикаций или части их составлять (излагать) по унифицированным правилам построения формулы открытия [2, 5, 6].

## 3. სამხარაძე

ფიზიკის და ჰიმის კუმლიკაციათა დანაყოფების და აღმოჩენის აღწერილობის შედეგების მოთხოვნათა დაკვირვების ანალიზი

## რეზიუმე

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის „მომამბეში“ 1983 წ. და ნაწილობრივ 1984 წ. გამოქვეყნებული შრომების ანალიზით დადგინდა, რომ ისინი შეიცავენ მონაცემებს, რომლებიც ექვემდებარებიან სავარაუდო აღმოჩენის განსაზღვრას. აღმოჩენის აღწერილობის უნიფიცირებულ ფორმასთან შედარებით ნაშრომების არაუნიფიცირებული ფორმა არ იძლევა საშუალებას პუბლიკაციის თარიღი გამოყენებულ იქნეს როგორც აღმოჩენის პრიორიტეტის თარიღი.

ამის გამო მიზანშეწონილია: 1. ყოველი სავარაუდო პუბლიკაციის ანალიტიკური კვლევა „აღმოჩენის“ კრიტერიუმების დაცვით. 2. სავარაუდო პუბლიკაციის ან მისი შინაარსის ნაწილის მოყვანა აღმოჩენის ფორმულის შედგენის უნიფიცირებული სტრუქტურის შესაბამისად.

PHYSICS

V. K. SAMKHARADZE

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE PUBLICATION SECTIONS ON  
PHYSICS AND CHEMISTRY AND REQUIREMENTS  
FOR THE DESCRIPTION OF A DISCOVERY

## Summary

An analysis of the “physics” and “general and inorganic chemistry” sections of the Bulletin of the Academy of Sciences of the Georgian SSR for 1983 and partly for 1984, has shown that some papers contain data that could be defined as discovery. However, since the form of these publications fails to meet the demands of the unified form of description of a discovery they do not permit to use the date of publication to claim priority. It is therefore advisable: a) to study analytically each proposed publication by the “discovery” criterion; b) to present the content of proposed publications, or their parts, conformably to the unified rules of constructing a discovery formula.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. Я. Ионас. Произведения творчества в гражданском праве. М., 1972.
2. Указания по составлению заявки на открытие (ВНИИПИ). М., 1984.
3. З. В. Маркова, В. В. Лыткин, В. В. Потоцкий. Вопросы изобретательства, 8, 1981, 30.
4. В. В. Потоцкий. Вопросы изобретательства, 10, 1980, 31.
5. С. П. Колотушкина, В. А. Лекае, В. В. Потоцкий, В. Г. Тыминский. Вопросы изобретательства, 7, 1979, 37.
6. В. В. Потоцкий. Вопросы изобретательства, 7, 1984, 29.

Ю. М. САДАГОВ, В. Д. ЭРИСТАВИ, Н. В. ЧАНТУРИЯ

## ИМИТАЦИОННЫЙ МЕТОД ОЦЕНКИ КОРРЕКЦИИ ФОНОВОГО ПОГЛОЩЕНИЯ АТОМНО-АБСОРБЦИОННЫХ СПЕКТРОМЕТРОВ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. Г. Андрионикашвили 12.12.1985)

Для проверки атомно-абсорбционных (АА) спектрометров с коррекцией фонового поглощения используют аналитические характеристики, принятые для обычных АА спектрометров — характеристические массы, пределы обнаружения, воспроизводимость [1, 2]. Однако коррекция фона порождает еще одну характеристику — погрешность коррекции фонового поглощения.

Обычно проверка коррекции производится при испарении в атомизаторе определяемого элемента и хлорида натрия [2]. При этом выходной сигнал может быть занижен, из-за потерь определяемого элемента в форме хлорида, что приведет к искаженной оценке качества коррекции. Целесообразнее определять погрешность коррекции, как выходной сигнал, возникающий при испарении чистого хлорида натрия, хотя и такая методика не позволяет оценить предельные возможности системы коррекции.

Нами исследована зависимость погрешности коррекции от аналитических и инструментальных параметров, на основе чего предложен имитационный метод определения погрешности коррекции фонового поглощения.

Любой метод коррекции фонового поглощения основан на проведении двух следующих друг за другом измерений поглощения света паром пробы, с различным вкладом в результаты измерений величин поглощения света определяемыми атомами и посторонними частицами (фоном). Если  $I_1^0$  и  $I_2^0$  — интенсивности света на входе в аналитическую ячейку в моменты вышеуказанных измерений,  $k^a$  и  $k^b$  — коэффициенты атомного и фонового поглощения света, соответственно, то измеренные величины пропускания определяются выражениями

$$I_1 = I_1^0 e^{-k_1^a - k_1^b}, \quad I_2 = I_2^0 e^{-k_2^a - k_2^b}. \quad (1)$$

Выходной сигнал определяется выражением

$$A = \lg \frac{I_2}{I_1} = \lg \frac{I_2^0}{I_1^0} + (k_1^a - k_2^a) \cdot \lg e + (k_1^b - k_2^b) \cdot \lg e. \quad (2)$$

В идеальной АА системе выполняются условия

$$\text{а) } I_1^0 = I_2^0, \quad \text{б) } k_2^a = 0, \quad \text{в) } k_1^b = k_2^b. \quad (3)$$

Погрешность коррекции фонового поглощения обусловлена нарушением условия в) и определяется выражением

$$\Delta = (k_1^b - k_2^b) \cdot \lg e. \quad (4)$$

Наиболее близка к идеальной АА система с продольным обратным эффектом Зеемана в переменном магнитном поле [3], в кото-

рой условие в) нарушается только из-за временной зависимости поглощения света при электротермической атомизации.

Промежуток времени  $\Delta t$ , разделяющий измерения (1), обычно не превышает 10 мс, что много меньше времени нарастания — спада абсорбционных импульсов (100—1000 мс) и, следовательно,

$$\Delta(t) = [k^b(t) - k^b(t + \Delta t)] \cdot \lg e = - \frac{dk^b(t)}{dt} \cdot \Delta t \cdot \lg e. \quad (5)$$

Зависимость погрешности коррекции от аналитического параметра — скорости изменения коэффициента фонового поглощения препятствует предварительной оценке погрешности коррекции, так как функция  $k^b(t)$  зависит от ряда трудноконтролируемых факторов и не воспроизводится от измерения к измерению.

Предлагаемый имитационный метод определения погрешности коррекции основан на задании детерминированной функции « $k^b(t)$ » и регистрации выходного сигнала при подаче напряжения, пропорционального « $k^b(t)$ » на вход системы обработки и регистрации информации АА спектрометра.

Эксперименты проводились на АА спектрометре, основанном на продольном эффекте Зеемана в переменном магнитном поле [4]. На вход предварительного усилителя, через RC-цепь с конденсатором на выходе, подавалось напряжение (имитация  $I^0$ ), уровень которого мог скачкообразно уменьшаться до выбранного значения (имитация  $I$ ). Входной сигнал пропорционален выражению

$$I(t) = (I^0 - I) e^{-t/\tau_0} + I, \quad (6)$$

где  $\tau_0 = RC$  — постоянная времени RC-цепи, с.

Согласно закону Бера и выражению (6) имитационный коэффициент фонового поглощения определяется выражением

$$k^b(t) = \ln \frac{I^0}{I(t)} = - \ln \left[ \left( 1 - \frac{I}{I^0} \right) e^{-t/\tau_0} + \frac{I}{I^0} \right]. \quad (7)$$

Подставляя (7) и (5) и учитывая, что  $I/I^0 = 10^{-A_n}$ , где  $A_n$  — фоновая абсорбционность, получаем выражение для погрешности коррекции

$$\Delta(t) = \frac{(1 - 10^{-A_n})}{(1 - 10^{-A_n}) e^{-t/\tau_0} + 10^{-A_n}} \cdot \frac{\Delta t}{\tau_0} \cdot \lg e. \quad (8)$$

Максимальное значение последнего выражения служит оценкой погрешности фонового поглощения:

$$\Delta(0) = \Delta_{\tau} = (1 - 10^{-A_n}) \frac{\Delta t}{\tau_0} \lg e. \quad (9)$$

Экспериментально погрешность определялась как максимальное значение выходного сигнала при имитации фонового поглощения.

Результаты оценки (при  $\Delta t = 5$  мс) и определения погрешности коррекции при различных значениях  $A_n$  и  $\tau_0$  приведены в таблице. Там же приведены измеренные значения статической погрешности коррекции  $\Delta(3\tau_0)$ , соответствующие установившемуся значению фонового поглощения  $I(3\tau_0) \approx I$ .

Соответствие значений  $\Delta_{\tau}$  измеренным значениям  $\Delta$  показывает оптимальность исследованного АА спектрометра по коррекции фонового поглощения. Меньшие значения  $\Delta$  по сравнению с  $\Delta_{\tau}$  при  $\tau_0 = 100$  мс можно

объяснить инерционностью самописца КСП-4 (время пробега шкалы—1 с), используемого для регистрации сигналов.

Погрешность коррекции фонового поглощения

Фоновая абсорбционность, ае	Погрешность коррекции, ае						Статистическая погрешность, ае
	$\tau_0=0,1$ с		$\tau_0=0,5$ с		$\tau_0=1,0$ с		
	$\Delta$	$\Delta_T$	$\Delta$	$\Delta_T$	$\Delta$	$\Delta_T$	
0,2	0,006	0,008	0,003	0,002	0,001	0,001	0,0003
0,4	0,010	0,013	0,003	0,003	0,001	0,001	0,0008
0,6	0,016	0,016	0,004	0,003	0,003	0,002	0,0010
0,8	0,015	0,018	0,004	0,004	0,002	0,002	0,0012
1,0	0,019	0,020	0,005	0,004	0,003	0,002	0,0015

Из приведенных в таблице результатов следует, что  $\Delta/\Delta(\tau_0) = 10-20$ . Это доказывает, что основным источником погрешности коррекции фонового поглощения является временная негомолочность (разнесенность во времени) измерений поглощения света (1).

Грузинский политехнический институт  
им. В. И. Ленина

(Поступило 27.12.1985)

ანალიზური ქიმია

ი. საღაგოვი, ვ. ერისთავი, ნ. ჭანტურია

ატომურ-აბსორბციული სპექტრომეტრის ფონური შთანთქმის კორექციის შეფასების იმიტაციური მეთოდი

რეზიუმე

შესწავლილია ატომურ-აბსორბციული სპექტრომეტრის ანალიზურ და ინსტრუმენტალურ პარამეტრებზე ფონური შთანთქმის კორექციის ცდომილებების დამოკიდებულება.

მოცემულია ფონური შთანთქმის კორექციის ცდომილებების შეფასების იმიტაციური მეთოდი, რომლის ექსპერიმენტული შემოწმება ჩატარებულია ატომურ-აბსორბციულ სპექტრომეტრზე გამჭოლი ზემანის ეფექტით ცვლად მაგნიტურ ველში.

ANALYTICAL CHEMISTRY

Ju. M. SADAGOV, V. D. ERISTAVI, N. V. CHANTURIA

AN IMITATIONAL METHOD OF ESTIMATING THE BACKGROUND ABSORPTION CORRECTION OF ATOMIC ABSORPTION SPECTROMETERS

Summary

The dependence of the background absorption correction error on the optical and instrumental parameters of atomic absorption spectrometers has been studied.

An imitational method of the background absorption correction estimation is proposed and experimentally tested with an atomic absorption spectrometer with a longitudinal Zeeman effect in an alternative magnetic field.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Б. В. Львов. Ж. анал. химии, 33, 5, 1978.
2. М. А. Карабегов. Ж. прикл. спектроскопии, 41, 2, 1984.
3. М. Т. С. de Loos-Vollebregt, L. de Galan. Prog. Anal. Atom. Spectroscopy, 8, 1985.
4. В. Д. Эристави, Ю. М. Садагов, В. К. Иванов, П. А. Шаршидзе. Ж. прикл. спектроскопии, 44, 2, 1986.

ОБЩАЯ И НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

П. В. НУЦУБИДЗЕ, В. И. ЧЕЧЕРНИКОВ, З. Б. ЧАЧХИАНИ,  
В. К. СЛОВЯНСКИХ

ИССЛЕДОВАНИЕ СОЕДИНЕНИЙ  $TaUS_3$  И  $NbUS_3$  ВБЛИЗИ  
ФЕРРОМАГНИТНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ КЮРИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. В. Цицадзе 12.11.1985)

Магнитное превращение ферромагнетизм-парамагнетизм представляет собой фазовый переход 2-го рода, основные признаки которого впервые были установлены в работе Эренфеста [1]. В дальнейшем теория этого перехода была развита Л. Д. Ландау [2], а применительно к ферромагнетикам — С. В. Вонсовским [3], В. Л. Гинзбургом [4] и К. П. Беловым [1].

Вблизи этого перехода термодинамический потенциал  $\Phi(P, T, \eta)$  может быть разложен в ряд по малому параметру  $\eta$ , а если в выражении термодинамического потенциала учесть и энергию магнитного поля  $\sigma \cdot H$ , то в окрестности температуры Кюри  $\theta_f$ , когда  $\sigma$  принимает малые значения, функция  $\Phi$  может быть разложена в ряд по  $\sigma$ , и при условии равновесного состояния, когда  $d\Phi/d\sigma=0$ , получается уравнение для описания истинного намагничивания ферромагнетика вблизи точки Кюри в виде

$$\alpha\sigma + \beta\sigma^3 = H, \quad (1)$$

где  $\sigma$  — удельная намагниченность, измеряемая на опыте;  $\alpha$  и  $\beta$  — термодинамические коэффициенты, зависящие от  $P$  и  $T$ .

Определение температурной зависимости термодинамических коэффициентов  $\alpha$  и  $\beta$ , которая обычно устанавливается из эксперимента, представляет большой интерес для термодинамической теории. В этом случае из экспериментальных данных строится зависимость  $H/\sigma = f(\sigma^2)$  и значение  $\alpha$  находится из отрезков на оси ординат, которая получается при экстраполяции прямых  $H/\sigma = (\sigma^2)$ , а значение коэффициента  $\beta$  — из угла наклона указанных прямых к оси абсцисс.

Как показал эксперимент [1, 5], коэффициент  $\alpha > 0$  при  $T < \theta_f$ ,  $\alpha = 0$  при  $T = \theta_f$  и  $\alpha > 0$  при  $T > \theta_f$ . Что касается коэффициента  $\beta$ , то он при всех температурах сохраняет положительное значение, что находится в хорошем согласии с выводами термодинамической теории, как и изменение знака коэффициента  $\alpha$ . Зная значения коэффициентов  $\alpha$  и  $\beta$ , можно определить температурный ход самопроизвольной намагниченности  $\sigma_s$  вблизи  $\theta_f$ , используя для этого соотношение вида  $\sigma_s^2 = -\frac{\alpha}{\beta}$ , получаемое из

(1) при  $H=0$ , при этом можно установить зависимость  $\sigma_s(T)$ . Этот метод определения  $\sigma_s(T)$  и  $\theta_f$  при  $\alpha=0$  известен как метод термодинамических коэффициентов, который впервые был применен К. П. Беловым с сотрудниками [1] к сплавам 3d-переходных металлов.

Нами этот метод был применен к трехкомпонентным соединениям урана состава  $TaUS_3$  и  $NbUS_3$ , которые были получены следующим методом. Сначала синтезировались вакуумтермическим методом из элементов в кварцевых ампулах нагреванием до  $\sim 1770$  К исходные соединения  $US_3$ , TaS и NbS. Для получения однородных образцов порошки TaS и NbS прессовались и спекались в герметичных молибденовых тиглях при той же температуре. Рентгенфазовый и микроструктурный анализы показали, что соединения были однофазными и имели структуру типа WC. Затем соответствующие количества  $US_3$ , TaS и NbS тщательно перемешивались в ступке, сушились в толуоле, прессовались и спекались в герметичных молибденовых тиглях при  $\sim 1770$  К, и вновь проводился рентгенофазовый и микроструктурный анализы. Образцы были однофазными и имели ромбическую структуру с типом структуры  $P_{nm} 2_1$  у  $TaUS_3$  и  $P_{nmm}$  у  $NbUS_3$  с параметрами кристаллической решетки 6,64; 6,10; 8,98 Å

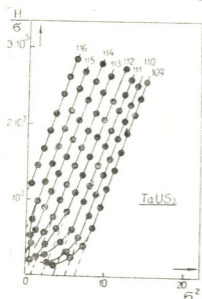


Рис. 1. Зависимость  $H/\sigma$  от  $\sigma^2$  для соединения  $TaUS_3$

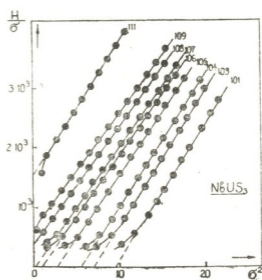


Рис. 2. Зависимость  $H/\sigma$  от  $\sigma^2$  для соединения  $NbUS_3$

и 6,65, 6,11 и 8,99 Å соответственно. Измерение удельной намагниченности  $\sigma$  осуществлялось с помощью магнитометра с вибрирующим образцом с использованием электромагнита ФЛ [6] в температурном интервале 100—120 К, т. е. вблизи температуры Кюри соединений и в магнитных полях напряженностью до 8 кЭ. Образцы для исследования имели форму шариков диаметром 1—2 мм, что позволяло легко оценивать размагничивающее поле. Температура фиксировалась с помощью термопары медь-константан с точностью  $\pm 0,3$  К, рабочий конец которой находился в области образца, а свободный конец был термостатирован при  $0^\circ\text{C}$ .

С использованием измеренных значений удельной намагниченности  $\sigma$  была построена зависимость  $H/\sigma$  ( $\sigma^2$ ) для обоих соединений, которая представлена на рис. 1 и 2. Как видно, эта зависимость имеет линейный вид в широкой области значений намагниченности и напряженности магнитного поля, т. е. в области существования истинного намагничивания. Полученные прямые позволили определить по отрезку на оси ординат значения термодинамического коэффициента  $\alpha$ , а по их наклону к оси



абсцисс—значения коэффициента  $\beta$ . На рис. 3 и 4 показана температурная зависимость этих коэффициентов для соединений  $TaUS_3$  и  $TbUS_3$ . Видно, что коэффициент  $\beta > 0$ , а коэффициент  $\alpha$  в первом приближении линейно изменяется от температуры. Такое поведение этих коэффициентов в зависимости от  $T$  находится в хорошем согласии с выводами термодинамической теории. Из этой теории получается также формула для определения скачка теплоемкости  $\Delta C_p$  в точке Кюри в виде

$$\Delta C_p = \theta_f \frac{\alpha^2 \theta_f}{2 \beta \theta_f}, \quad (2)$$

где  $\alpha_{\theta_f}$ —коэффициент, определяющий наклон касательной к кривой  $\alpha(T)$  относительно оси температур при  $T = \theta_f$ ;  $\beta_{\theta_f}$ —коэффициент  $\beta$  при этой же температуре.

Определенные по (2) значения скачка теплоемкости  $\Delta C_p$  для соеди-

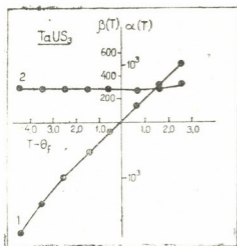


Рис. 3. Температурная зависимость термодинамических коэффициентов  $\alpha$  и  $\beta$  для соединения  $TaUS_3$ : 1— $\alpha$ ; 2— $\beta$

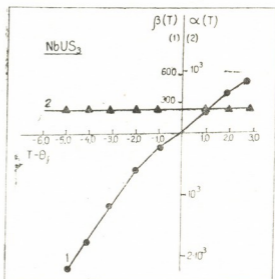


Рис. 4. Температурная зависимость термодинамических коэффициентов  $\alpha$  и  $\beta$  для соединения  $NbUS_3$ : 1— $\alpha$ ; 2— $\beta$

нений  $TaUS_3$  и  $NbUS_3$  соответственно равны  $49 \cdot 10^{-4}$  и  $47 \cdot 10^{-4}$  кал/град.

Итак, результаты исследования магнитных свойств соединений  $TaUS_3$  и  $NbUS_3$  в окрестности температуры Кюри показали, что их магнитное поведение в этой области температур, так же как и сплавов 3d-переходных металлов, удовлетворительно описывается на основе термодинамической теории магнитного превращения.

პ. ნუცუბიძე, ვ. ჩეჩერნიკოვი, ზ. ჩახჩიანი, ვ. სლოვინსკიხი

TaUS<sub>3</sub> და NbUS<sub>3</sub> ნაერთების უმსწავლა კიურის ფერომაგნიტური ტემპერატურის მახლოვლოებაში

რეზიუმე

გამოკვლეულია ურანის სამკომპონენტიანი ნაერთების TaUS<sub>3</sub> და NbUS<sub>3</sub> მაგნიტური თვისებები კიურის ტემპერატურის მახლოვლოებაში.

გაზომილია კუთრი დამაგნიტებულობის დამოკიდებულება ტემპერატურაზე, დადგენილია თერმოდინამიკური  $\alpha$  და  $\beta$  კოეფიციენტების დამოკიდებულება ტემპერატურაზე და განსაზღვრულია ორივე ნაერთის კიურის ტემპერატურა.

#### GENERAL AND INORGANIC CHEMISTRY

P. V. NUTSUBIDZE, V. I. CHECHERNIKOV, Z. B. CHACHKHIANI,  
V. K. SLOVYANSKIKH

#### STUDY OF TaUS<sub>3</sub> AND NbUS<sub>3</sub> COMPOUNDS NEAR FERROMAGNETIC CURIE TEMPERATURE

#### Summary

The magnetic properties of three-component compounds of uranium TaUS<sub>3</sub> and NbUS<sub>3</sub> near the Curie temperature are investigated. The temperature ratio of the unit magnetization is measured, the dependence of thermodynamic coefficients  $\alpha$  and  $\beta$  on the temperature is estimated and the Curie temperature of both compounds determined. The thermodynamic theory of magnetic transformation satisfactorily describes the magnetic behaviour of uranium compounds near the Curie point.

#### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. К. П. Белов. Магнитные превращения. М., 1959, 241.
2. Л. Д. Ландау. ЖЭТФ, 7, № 1, 1937, 19—32.
3. С. В. Вонсовский. Изв. АН СССР, сер. физ., 11, № 5, 1947, 485—496.
4. В. Л. Гинзбург. ЖЭТФ, 17, № 9, 1947, 833—836.
5. Э. А. Завадский, В. И. Вальков. Магнитные фазовые переходы. Киев, 1980, 195.
6. В. И. Чечерников. Магнитные измерения. М., 1969, 383.

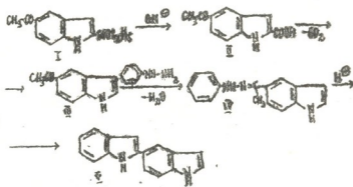
Э. А. МУМЛАДЗЕ, И. Ш. ЧИКВАИДЗЕ, Ш. А. САМСОНИЯ,  
 Н. Н. СУВОРОВ

### НОВЫЙ СИНТЕЗ 2,5'-БИС-ИН-ИНДОЛА

(Представлено членом-корреспондентом Академии Л. М. Хванашвили 28.12.1984)

Ранее нами [1] сообщалось о синтезе бисиндола несимметричного строения — 2,5'-бис-ИН-индола (V). Настоящее исследование посвящено разработке нового метода его синтеза. Новизна предложенного метода заключается в удалении 2-этоксикарбонильной группы на ранней стадии синтеза.

Схема включает две стадии циклизации по Фишеру:



Омыление эфира I и декарбоксилирование кислоты II приводит к образованию 5-ацетилиндола (III).

Фенилгидразон 5-ацетилиндола (IV) получали в бензоле в присутствии уксусной кислоты.

Реакция циклизации гидразона IV изучена в присутствии ряда кислотных катализаторов, в том числе полифосфорной кислоты и ее этиловых эфиров. Оказалось, что данная реакция сопровождается побочными процессами, инициируемыми протонированием индольной части фенилгидразона IV. Лучшие результаты достигнуты при проведении реакции в среде этиловых эфиров полифосфорной кислоты.

Синтезированное этим путем соединение V идентично ранее синтезированному образцу 2,5'-бис-ИН-индола.

Контроль за ходом реакции и чистотой соединений, а также определение значений  $R_f$  проводили на пластинках с закрепленным слоем силикагеля «Silufol UV-254». Для колоночной хроматографии применяли силикагель с размером частиц 100—160 мкм. УФ-спектры сняты на спектрофотометре «Specord» в этаноле, ИК-спектры — на приборе UR-20 в вазелиновом масле, масс-спектры — на приборе МХ-1303 методом прямого ввода образца в ионный источник, при энергии ионизирующих электронов 50 эВ, спектры ПМР — на приборе «Varian CFT-20» (80 МГц) с использованием внутреннего стандарта ТМС.

2-Оксикарбонил-5-ацетилиндол (II). 2 г (8,6 ммоль) эфира I растворяют в 80 мл изо-пропилового спирта, добавляют 1 г NaOH, кипятят при перемешивании 3 ч, охлаждают. Выпавший осадок желтого цвета отфильтровывают, растворяют в воде ( $\approx 1$  л) кипячением, фильтруют и подкисляют 10% HCl до pH 1. Образуется бесцветный осадок. Его отфильтровывают, промывают водой до нейтральной реакции, сушат в вакуум-эксикаторе над  $P_2O_5$ . Выход 1,68 г (96%), т. пл. 285—287°. ИК-спектр,  $cm^{-1}$ : 3300 (NH), 1700, 1650 (CO). УФ-спектр,  $\lambda_{max}$ , нм ( $lg \epsilon$ ): 264 (4,76); 297 (4,08), 313 (4,01). Найдено, %: C 65,1; H 4,8; N 6,5.  $C_{11}H_9NO_3$ . Вычислено, %: C 65,5; H 4,4; N 6,9.

5-ацетилиндол (III). Нагревают 1,68 г (8,3 ммоль) кислоты II 20 мин до температуры 305—310°, охлаждают, растворяют в ацетоне и очищают на колонке. Элюент—бензол. Выход 0,33 г (25%),  $R_f$  0,44 (бензол: эфир 2:1), т. пл. 55—57°. ИК-спектр,  $cm^{-1}$ : 3250 (NH), 1645 (CO). УФ-спектр,  $\lambda_{max}$  нм ( $lg \epsilon$ ): 250 (4,50), 296 (3,97), 326 (3,51) пл, 332 (3,43) пл. Найдено, %: C 75,5; H 5,45; N 9,0.  $C_{10}H_9NO$ . Вычислено, %: C 75,4; H 5,6; N 8,8.

Фенилгидразон 5-ацетилиндола (IV). К раствору 0,25 г (1 ммоль) индола III в 60 мл бензола прибавляют 2 мл фенилгидразина и 6—8 капель уксусной кислоты. Смесь перемешивают 5 ч при 60° и охлаждают. Гидразон III осаждают пентаном. Выпавший осадок отфильтровывают, промывают пентаном и сушат. Выход 0,26 г. Из маточного раствора выделяют еще 0,07 г. Общий выход 0,33 г (84,6%), т. пл. 135—137°.  $R_f$  0,68 (бензол: эфир 1:1). ИК-спектр,  $cm^{-1}$ : 3350, 3425 (NH), 1610 (C-N). УФ-спектр,  $\lambda_{max}$  нм ( $lg \epsilon$ ): 202 (4,56), 223 (4,57), 253 (4,43), 282 (4,15) пл, 292 (4,09) пл. ПМР-спектр, м. д. (в ацетоне- $D_6$ ): 11,46 (1—H, c); 7,1 (2—H, д); 6,68 (3—H, д. д.); 7,88 (4—H, д); 7,84 (6—H, д. д.); 7,39 (7—H, д); 7,1—7,2 (Ph—H, м); 2,29 ( $CH_3$ , c); 8,83 (NH, c);  $I_{1,3}=1,8$ ;  $I_{2,3}=3,0$ ;  $I_{4,6}=1,5$ ;  $I_{6,7}=7,4$  Гц. Найдено, %: C 76,9; H 6,7; N 16,4.  $C_{16}H_{15}N_3$ . Вычислено, %: C 77,1; H 6,2; N 16,8.

2,5'-Бис-ИН-индол (V). Смесь 0,5 г 2 ммоль гидразона IV и 5 г этиловых эфиров полифосфорной кислоты медленно нагревают при перемешивании до 115—120° и выдерживают 1 ч. Охлаждают и выливают в холодную воду. Осадок отфильтровывают, промывают водой до нейтральной реакции и сушат. Выход 0,45 г (98%). Очищают на колонке. Элюент—бензол: гексан 2:1. Фракцию с  $R_f$  0,4 (бензол: эфир 4:1) упаривают и получают 0,12 г (28%). Т. пл. 209—210°. ИК-спектр,  $cm^{-1}$ : 3390 (NH). УФ-спектр,  $\lambda_{max}$  нм ( $lg \epsilon$ ): 209 (4,28), 242 (4,66), 284 (4,13), 320 (4,32). ПМР-спектр, м. д. (в ацетоне- $D_6$ ): 10,5 (1—H, c); 10,3 (1'—H, c); 7,3 (2'—H, д.); 6,73 (3—H, д. д.); 6,48 (3'—H, окт); 7,53 (4—H); 8,00 (4'—H); 6,9—7,04 (5—H, 6—H, м); 7,60 (6'—H, д. д.); 7,37 (7—H, д); 7,43 (7—H, д. д.);  $I_{13}=I_{13'}=2,0$ ;  $I_{2,3'}=3,1$ ;  $I_{3,7}=I_{3,7'}=0,5$ ;  $I_{4,6'}=2,2$ ;  $I_{4,7'}=1,0$ ;  $I_{6,7'}=8,5$  Гц. Масс-спектр, m/z %:  $M^+$  232 (100); 204 (16); 116 (19); 89 (12). Найдено, %: C 82,4; H 5,4; N 11,7.  $M^+$  232.  $C_{16}H_{12}N_2$ . Вычислено, %: C 82,7; H 5,2; N 12,0.  $M$  232.

ი. მუმლაძე, ი. ჩიკვაიძე, შ. სამსონია, ნ. სუვოროვი

### 2,5'-ბის-1H-ინდოლის ახალი სინთეზი

რეზიუმე

შემუშავებულია 2,5'-ბის-1H-ინდოლის სინთეზის ახალი მეთოდი, რომლის მიხედვითაც 2-ეთოქსიკარბონილის ჯგუფის მოხსნა წარმოებს უფრო ადრეულ სტადიაზე.

ახალი სინთეზი დამყარებულია ფიშერის რეაქციის ორჯერად გამოყენებაზე.

5-აცეტილინდოლის ფენილჰიდრაზონის ინდოლიზაციის საუკეთესო კატალიზატორია პოლიფოსფორის მყავას ეთილის ეთერები.

### ORGANIC CHEMISTRY

E. A. MUMLADZE, I. Sh. CHIKVAIDZE, Sh. A. SAMSONIA, N. N. SUVOROV

### NEW SYNTHESIS OF 2,5'-BIS-1H-INDOLE

Summary

A new method of synthesis of 2,5'-bis-1H-indole has been developed, according to which the splitting of 2-ethoxycarbonyl group takes place at an earlier stage. The proposed method is based on the double application of Fisher's reaction. Ethyl esters of polyphosphorous acid are the best catalysts of indolization of phenylhydrazone of 5-acetylindole.

### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Ш. А. Самсония, Э. А. Мумладзе, И. Ш. Чикваидзе, Н. Н. Суворов. ХГС, № 3, 1984, 349—351.

Т. П. ДГЕБУАДЗЕ, Д. А. ДАУШВИЛИ, З. В. ГЛУРДЖИДЗЕ

## ОБ ИЗМЕНЕНИИ БЛИЖНЕГО ПОРЯДКА В СТЕКЛЕ СОСТАВА $29\text{Li}_2\text{O} \cdot 71\text{SiO}_2$ ПОСЛЕ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. В. Цинцадзе 2.12.1985)

Согласно кристаллохимическим представлениям о строении стекол [1], а также некоторым распространенным взглядам о микронеоднородном строении стекол [2], в структуре стекла сохраняется ближний порядок во взаимном расположении атомов, характерный для структуры кристалла.

Для иона кремния и его кислородного окружения (кремнекислородный тетраэдр) это положение еще со времен рентгенографических исследований Б. Е. Уоррена не вызывает сомнений [3]. Что же касается кислородного окружения «модифицирующих» ионов, то тут вопрос представляется не совсем ясным. Так, согласно анализу физико-химических процессов, определяющих структурообразование силикатных стекол, и полученным на этой основе выводам об их структуре, предполагается изменение состояния щелочного иона и, следовательно, ближнего порядка в стеклах при их кристаллизации [4].

Ввиду того что вопрос о ближнем порядке в стеклах важен для понимания их структурных особенностей, нами было проведено исследование образцов стекла состава  $29\text{Li}_2\text{O} \cdot 71\text{SiO}_2$  до и после кристаллизации с целью выяснения возможности существования в них идентичного ближнего порядка. Электронно-микроскопическое исследование было проведено на электронном микроскопе ЭМВ-100Л с ис-



Рис. 1. Электронно-микроскопический снимок стекла состава  $29\text{Li}_2\text{O} \cdot 71\text{SiO}_2$  (по синтезу) ( $\times 10\,000$ )

пользованием метода угольных реплик. ИК-спектры снимались на спектрофотометре «Specord 75 JR», образцы для которого готовились методом осадочных пленок. Варка исследуемого стекла проводилась в платиновом тигле при температуре  $1500^\circ\text{C}$ .



Стекло состава  $29\text{Li}_2\text{O} \cdot 71\text{SiO}_2$  было выбрано для исследования в связи с тем, что структура этого стекла хорошо изучена [5]. Состав этого стекла лежит в области метастабильной ликвации, весьма близко от ее границы. Фаза, богатая оксидом лития, состав которой приближается к  $\text{Li}_2\text{O} \cdot 2\text{SiO}_2$ , занимает больший объем (матрица), а фаза, богатая диоксидом кремния, распределена в виде замкнутых включений (рис. 1). При кристаллизации такого стекла выделяется дисиликат лития ( $\text{Li}_2\text{O} \cdot 2\text{SiO}_2$ ) [5].

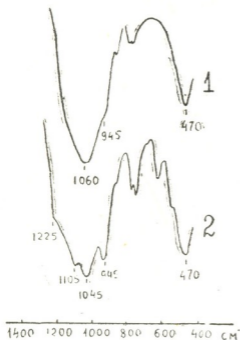


Рис. 2. ИК-спектры поглощения стекла  $29\text{Li}_2\text{O} \cdot 71\text{SiO}_2$ : 1 — до тепловой обработки; 2 — после тепловой обработки при  $850^\circ\text{C}$  в течение 8 часов

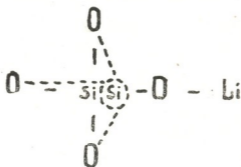
На рис. 2 представлены ИК-спектры поглощения изучаемого состава стекла до и после тепловой обработки. Как видно из этого рисунка, спектр стекла, не подвергшегося тепловой обработке (рис. 2, кривая 1), заметно отличается от спектра стекла после тепловой обработки (рис. 2, кривая 2).

Спектр стекла до тепловой обработки обнаруживает характерный для силикатных стекол пик поглощения, отвечающий валентным колебаниям кремнекислородных связей. Он проявляется при частоте  $1060\text{ см}^{-1}$ , т. е. несколько смещен в сторону низких частот по сравнению с положением пика, отвечающего «конденсированным» тетраэдрам в кварцевом стекле. Полоса при  $945\text{ см}^{-1}$ , обычно связываемая в щелочносиликатных стеклах с образованием «немостиковых» кислородов [6, 7], проявляется весьма слабо.

В спектре закристаллизованного стекла (рис. 2, кривая 2) содержится широкий набор полос, отвечающих валентным колебаниям кремнекислородных связей, как усилившихся, так и ослабленных дисиликатов [8].

Присутствие в образце стекла (рис. 2, кривая 1) одной четко выраженной полосы ( $1060\text{ см}^{-1}$ ), отвечающей кремнекислородным связям, и почти полное отсутствие других полос, характерных для кремнекислородных связей в закристаллизованном стекле (рис. 2, кри-

вая 2), должно, очевидно, свидетельствовать об отсутствии (или весьма малом количестве) в стекле структурных фрагментов.



Действительно, если бы в исследуемом стекле имелись такие фрагменты, то ион кремния, имеющий значительно больший, чем у иона лития, ионный потенциал, воздействуя на «немостиковый» кислород, упрочнил бы кремнекислородную связь Si—O—(Li). Образование более прочной связи иона кремния с «немостиковым» кислородом, по сравнению со связью ион кремния — «мостиковый» кислород, привело бы к смещению иона кремния внутри тетраэдрической ячейки в сторону этой связи и ослаблению остальных трех связей кремния с кислородными атомами. Ослабленные связи в приведенном структурном фрагменте обозначены штриховыми линиями.

Существование в исследуемом стекле усилившихся и ослабленных кремнекислородных связей из-за образования «немостиковых» кислородов обязательно должно было бы отразиться на спектре хотя бы в виде диффузных полос, как это проявляется в спектрах стеклообразных метасиликатов [8], тем более что состав исследуемого стекла таков, что подавляющую часть объема стекла составляет матрица (рис. 1), богатая оксидом лития, что с методической точки зрения весьма удобно для выявления возможности существования интересных связей с помощью ИК-спектроскопии.

Итак, можно утверждать, что в матрице стекла  $29\text{Li}_2\text{O} \cdot 71\text{SiO}_2$ , состав которой близок к дисиликату, расположение щелочных ионов относительно атомов кислорода кремнекислородного каркаса отличается от взаимного расположения ионов лития с кислородом в выделяющихся при кристаллизации силикатах лития. Другими словами, ближний порядок в сфере взаимодействия щелочных ионов в стекле и кристалле различен.

Следует отметить, что изменение ближнего порядка в стеклах можно также, по-видимому, связать с резким возрастанием сопротивления в стеклах при их кристаллизации [9].

Изменение ближнего порядка в стеклах при кристаллизации хорошо согласуется с кинетической теорией стеклообразного состояния, согласно которой образование стекла является тем более вероятным, чем больше отличается структура расплава от структуры выделяющегося при кристаллизации вещества [10]. Полное согласие полученного результата наблюдается также с представлениями о структурообразовании силикатных стекол, развитыми в работе [4].



თ. ღებუაძე, დ. დაუშვილი, ზ. გლურჯიძე

 ახლომოწესრიგებულობის ცვლილების შესახებ კრისტალიზაციის შემდეგ  $29\text{Li}_2\text{O} \cdot 71\text{SiO}_2$  შემადგენლობის მინაში

## რეზიუმე

ჩატარებულია  $29\text{Li}_2\text{O} \cdot 71\text{SiO}_2$  შედგენილობის მინის ელექტრონომიკროსკოპული და ინფრაწითელი სპექტრული გამოკვლევა.

ნაჩვენებია, რომ ინფრაწითელი სხივების შთანთქმის სპექტრი საკვლევი მინის თერმულ დამუშავებამდე და მის შემდეგ განსხვავებულია, რაც მეტყველებს მათში სხვადასხვა სიძლიერის კაუბალუანგბადოვანი კავშირების არსებობაზე.

ეს მიუთითებს იმაზე, რომ ახლომოწესრიგებულობა გამოკვლეული მინაში და ლითიუმის დისილიკატში, რომელიც გამოიყოფა ამ მინის კრისტალიზაციის დროს, ერთმანეთისაგან განსხვავებულია.

## PHYSICAL CHEMISTRY

T. P. DGEBUADZE, D. A. DAUSHVILI, Z. V. GLURJIDZE

 ON THE CHANGE OF SHORT-RANGE ORDER IN THE GLASS OF  $29\text{Li}_2\text{O} \cdot 71\text{SiO}_2$  COMPOSITION FOLLOWING CRYSTALLIZATION

## Summary

The glass of  $29\text{Li}_2\text{O} \cdot 71\text{SiO}_2$  composition was subjected to electron-microscopic and infra-red study. It is shown that the glass spectrum before heat treatment differs from the spectrum of the same glass after heat treatment. This is connected with the change of glass short-range order in the sphere of alkali ion-oxygen interaction.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

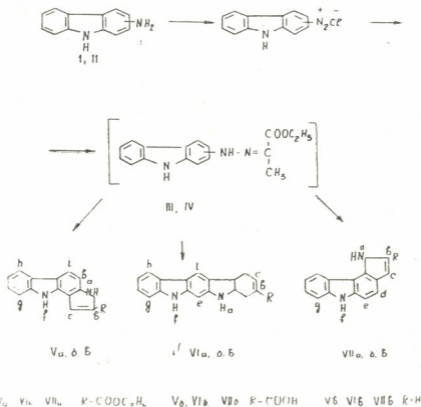
1. W. H. Zachariasen. J. Amer. Chem. Soc., 1932, 54, № 10, 3841-3851.
2. Р. Л. Мюллер. Химия твердого тела. Л., 1965, 9—63.
3. Е. А. Порай-Кошиц. Стеклообразное состояние. Л., 1983, 5—10.
4. Т. П. Дгебуაძე. Сб. научных трудов «ГрузНИИстром». Тбилиси, 1984, 3—12.
5. В. И. Аверьянов, Е. А. Порай-Кошиц. Стеклообразное состояние. М.—Л., 1965, 98—100.
6. P. E. Jellyman, J. P. Procter. J. Soc. Glass Techn., 1955, 39, № 189, 173-192.
7. В. А. Колесова. Стеклообразное состояние. М.—Л., 1960, 203—206.
8. А. Н. Лазарев. Колебательные спектры и строение силикатов. Л., 1968, 347.
9. Т. П. Дгебуაძე, Д. А. Даушвили. Сообщения АН ГССР, 108, № 1, 1982, 89—92.
10. Г. Роусон. Неорганические стеклообразующие системы. М., 1970, 312.

Т. Е. ХОШТАРИЯ, М. И. СИХАРУЛИДZE, Л. Н. КУРКОВСКАЯ,  
 Н. Н. СУВОРОВ

ПИРРОЛОКАРБАЗОЛЫ.  
 СИНТЕЗ ИЗОМЕРНЫХ ПИРРОЛОКАРБАЗОЛОВ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Э. П. Кемертелидзе 3.9.1984)

В связи с изучением свойств (в том числе и физиологического действия) в ряду изомерных пирролокарбазолов с целью выяснения взаимосвязи биологической активности и структуры соединения нами осуществлен синтез ранее не описанных в литературе незамещенных 1Н-пирроло [2, 3-б]-, 1Н-пирроло [3,2-с]- и 3Н-пирроло [3,2-а] карбазолов с использованием реакции Джэппа—Клингемана [2] по нижеприводимой схеме:



Данные ПМР-, УФ- и ИК-спектроскопии и масс-спектрометрии подтверждают строение синтезированных соединений.

2-Аминокарбазол (I). К раствору 5 г (5 ммоль) 2-нитрокарбазола в 100 мл этилового спирта прибавляют каталитическое количество Ni-Ренея, нагревают смесь и при слабом кипении прибавляют 8 мл (1,6 ммоль) гидразингидрата. Смесь кипятят при перемешивании 1 ч. Горячий раствор фильтруют, фильтрат упаривают до 1,5 объема и охлаждают. Выпавшие кристаллы отфильтровывают, промывают водой и высушивают. Выход 3,5 г (81%), т. пл. 239—241° (по [3], 238—239°). ИК-спектр: 3405 (NH<sub>2</sub>), 3325 см<sup>-1</sup> (NH). УФ-спектр, λ<sub>max</sub>(lg ε):

Данные ПМР-спектров соединений V—VII а, б, в (в ацетоне-d<sub>6</sub>)

Соединение	δ, м. д.											I. Гц.
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	l	CH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>	
Va	11,1 (с)	—	7,51 (ах)	—	—	10,8 (с)	~7,5 (ах)	8,02 (ах)	7,97 (ах)	7,33 (ах)	4,35 (кх) 1,38 (г)	I <sub>CH<sub>2</sub>CH<sub>3</sub></sub> = 7,1; I <sub>ac</sub> = 2,4; I <sub>fi</sub> = 0,3; I <sub>el</sub> = 0,7; I <sub>il</sub> = 8,8.
VIa	10,9 (с)	—	~7,3 (а)	—	7,5 (а)	10,8 (с)	7,59 (ах)	8,1 (ах)	8,33 (г)	—	4,34 (кх) 1,37 (г)	I <sub>CH<sub>2</sub>CH<sub>3</sub></sub> = 7,8; I <sub>ac</sub> = 2; I <sub>ai</sub> = I <sub>ei</sub> < 1
VIIa*	11,7 (с)	—	7,31 (а)	7,69 (а)	7,27 (а)	11,2 (с)	7,47 (ах)	8,63 (ах)	—	—	4,31 (кх) 1,37 (г)	I <sub>CH<sub>2</sub>CH<sub>3</sub></sub> = 7,1; I <sub>ac</sub> = 2,5; I <sub>ed</sub> = 8,6
Vб*	**	***	~7,4	—	—	**	7,5 (ах)	7,95 (ах)	7,88 (а)	7,42 (а)	—	I <sub>il</sub> = 8,5
VIIб*	**	***	~7,25	7,51 (а)	7,28 (а)	**	7,51 (ах)	8,59 (ах)	—	—	—	I <sub>ed</sub> = 8,5
Vв	10,5 (с)	~7,3	6,77 (ах)	—	—	10,4 (с)	7,47 (ах)	7,97 (ах)	7,77 (а)	7,25 (а)	—	I <sub>ac</sub> = 2,2; I <sub>bc</sub> = 2,9; I <sub>il</sub> = 8,5
VIв	10,0 (с)	~7,3	6,54 (а)	—	7,37 (г)	9,8 (с)	7,38 (ах)	8,04 (ах)	8,12 (а)	—	—	I <sub>ac</sub> = 1,9; I <sub>bc</sub> = 3,2; I <sub>ce</sub> = I <sub>ie</sub> = 0,5
VIIв	10,6 (с)	7,20	6,53 (ах)	7,53 (ах)	7,23 (а)	10,3 (с)	7,5 (ах)	8,36 (ах)	—	—	—	I <sub>ad</sub> = 0,5; I <sub>ab</sub> = 2,5; I <sub>ac</sub> = 2,1; I <sub>bc</sub> = 3,2; I <sub>cd</sub> = 8,3

\* Спектры в DMSO-d<sub>6</sub>.

\*\* NH — ND (полностью или частично).

\*\*\* Сигнал COOH не наблюдается, так как уширен в результате межмолекулярного обмена.

215 (4,67), 241 (4,98), 256 (4,68), 312 (4,47), 322 нм (4,45). ПМР-спектр (ацетон- $d_6$ ): 6,68 (1H), 5,2 (2H), 6,54 (3H), 7,8 (4H), 6,4—7,9 (5H, 6H, 7H, 8H), 9,7 м. д. (9H);  $I_{1,3}=2,2$ ;  $I_{3,4}=8,8$  Гц.

4-Аминокарбазол (II) получают аналогично из 4-нитрокарбазола с выходом 69%, т. пл. 190—192. ИК-спектр: 3415 (NH<sub>2</sub>), 3345 см<sup>-1</sup> (NH). УФ-спектр,  $\lambda_{\max}$  (lg  $\epsilon$ ): 230 (4,60), 250 (4,66), 278 (3,94), 291 (4,06), 323 (3,71), 343 нм (4,02). ПМР-спектр (Ацетон- $d_6$ ): 6,67 (1H), 7,03 (2H), 6,37 (3H), 5,2 (4H), 8,07 (5H), 7,1—7,4 (6H, 7H, 8H), 10,7 (9H);  $I_{1,2}=7,9$ ;  $I_{1,3}=1,0$ ;  $I_{2,3}=7,7$  Гц. Найдено: С 79,4; Н 5,7; N 15,5%.  $C_{12}H_{10}N_2$ . Вычислено: С 79,1; Н 5,5; N 15,4 %.

Этиловые эфиры 3H-пирроло[3,2-а]- (Va) и 1H-пирроло[2,3-б]карбазол-2-карбоновой кислоты (VIa). К охлажденной до 0° смеси 2 г (11 ммоль) амина I, 100 мл воды и 10 мл конц. HCl приливают в один прием 0,8 г NaNO<sub>2</sub> в 35 мл воды. Diazораствор выдерживают 1 ч при 0°, после чего ацетатом натрия доводят pH среды до 5 и быстро вливают в охлажденную до 0° смесь 20 мл изопропилового спирта, 200 мл воды, 0,7 г (12 ммоль) KOH, в которую перед самым добавлением diaзораствора вносят лед и 1,75 мл (22 ммоль) метилацетоуксусного эфира. После прибавления всего diaзораствора реакционную смесь перемешивают при ~0° 5 ч, выдерживают на холоду и экстрагируют бензолом. Бензольный раствор высушивают над Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> и упаривают. Получают гидразон III в виде темно-красного масла с выходом 53%. Неочищенный продукт циклизируют 17% спиртовым раствором HCl.

К 17 мл спиртового раствора HCl, нагретого до 70°, добавляют раствор 1,7 г гидразона III в спирте. Реакционную смесь перемешивают 2 ч. Растворитель упаривают, смесь разделяют на колонке (силикагель 100/250 мк, элюент—эфир-гексан 1:1). Выход эфира Va 0,11 г (7%), т. пл. 271—274°. ИК-спектр: 3405, 3320 (NH), 1690 см<sup>-1</sup> (C=O). УФ-спектр,  $\lambda_{\max}$  (lg  $\epsilon$ ): 213 (4,10), 228 (4,26), 251 (4,56), 290 (4,55), 307 (4,33), 325 нм (4,14). Найдено: С 73,6; Н 5,3; N 9,9%.  $C_{17}H_{14}N_2O_2$ . Вычислено: С 73,4; Н 5,0; N 10,1 %. Выход эфира VIa 0,03 г (1,8%), т. пл. 264—268°. ИК-спектр: 3410, 3340 (NH), 1690 см<sup>-1</sup> (C=O). УФ-спектр,  $\lambda_{\max}$  (lg  $\epsilon$ ): 214 (4,32), 232 (4,30), 243 (4,31), 255 (4,30), 305 нм (4,52). Найдено: С 73,1; Н 4,9; N 10,1%.  $C_{17}H_{14}N_2O_2$ . Вычислено: С 73,4; Н 5,0; N 10,1%.

Этиловый эфир 1H-пирроло[3,2-с]карбазол-2-карбоновой кислоты (VIIa) синтезируют аналогично соединениям Va и VIa из гидразона IV, полученного diaзотированием 4-аминокарбазола II с последующим сочетанием соли diaзония с метилацетоуксусным эфиром. После хроматографической очистки продукта циклизации на колонке (силикагель 100/250 мк, элюент—эфир-гексан 1:1), выделяют 0,16 г (11%) эфира VIIa с т. пл. 167—169°. ИК-спектр: 3440, 3390 (NH), 1710 см<sup>-1</sup> (C=O). УФ-спектр,  $\lambda_{\max}$  (lg  $\epsilon$ ): 210 (4,52), 230 (4,19), 257 (4,34), 280 (4,31), 290 (4,42), 322 (4,05), 340 нм (4,19). Найдено: С 73,6; Н 5,3; N 10,2%.  $C_{17}H_{14}N_2O_2$ . Вычислено: С 73,4; Н 5,0; N 10,1%.

3H-пирроло[3,2-а]карбазол-2-карбоновая кислота (Vб). Смесь 0,3 г (10 ммоль) эфира Va, 0,12 г (2 ммоль) KOH, 20 мл этанола и 20 мл воды кипятят 2 ч. Реакционную массу охлаждают, фильтруют и фильтрат подкисляют. Выпавший осадок отфильтровывают, тщательно промывают холодной водой и высушивают в эксикаторе на P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> под вакуумом. Выход кислоты Vб 0,18 г (68%), т. пл. 280—282°. ИК-спектр 3420, 3350 (NH), 1700 см<sup>-1</sup> (C=O).



УФ-спектр,  $\lambda_{\max}$  (lg  $\epsilon$ ): 209 (4,73), 229 (4,72), 253 (4,92), 285 (4,90), 304 (4,70), 342 нм (4,20). Найдено: С 72,3; Н 4,3; N 11,4%.  $C_{15}H_{10}N_2O_2$  Вычислено: С 72,0; Н 4,0; N 11,2%.

1Н-пирроло [2, 3-б]карбазол-2-карбоновую кислоту (VIб) получают аналогично кислоте Vб из эфира VIа.

1Н-пирроло [3,2-с]карбазол-2-карбоновую кислоту (VIIб) получают аналогично кислоте Vб из эфира VIIа с количественным выходом, т. пл. 277—279°. ИК-спектр: 3410, 3350 (NH), 1700  $cm^{-1}$  (C=O). УФ-спектр,  $\lambda_{\max}$  (lg  $\epsilon$ ): 204 (4,41), 248 (4,32), 258 (4,70), 275 (4,74), 333 нм (4,27). Найдено: С 71,8; Н 4,1; N 11,1%.  $C_{15}H_{10}N_2O_2$ . Вычислено: С 72,0; Н 4,0; N 11,2%.

3Н-пирроло [3,2-а]карбазол (Vв). Выдерживают 0,16 г кислоты Vб при температуре 270—300° в токе инертного газа 20 мин. Продукт декарбоксилирования очищают на колонке, заполненной силикагелем 100/250 мк. Элюент—эфир-гексан 1:2. Выход 0,08 г (61%), т. пл. 148—150°. ИК-спектр: 3400  $cm^{-1}$  (NH). УФ-спектр,  $\lambda_{\max}$  (lg  $\epsilon$ ): 203 (4,06), 246 (4,27), 251 (4,35), 264 (4,09), 282 (4,00), 305 (3,66), 344 нм (3,27). Найдено: С 81,2; Н 5,2; N 13,6%.  $M^+$  206.  $C_{17}H_{10}N_2$ . Вычислено: С 81,5; Н 4,9; N 13,6%.

1Н-пирроло [2,3-б]карбазол (VIв) получают аналогично соединению Vв из кислоты VIб с выходом 55%, т. пл. 268—270°. ИК-спектр: 3405  $cm^{-1}$  (NH). УФ-спектр,  $\lambda_{\max}$  (lg  $\epsilon$ ): 202 (4,47), 215 (4,47), 236 (4,55), 260 (4,45), 285 (4,48), 320 нм (4,21). Найдено: С 81,7; Н 4,8; N 13,8%.  $M^+$  206.  $C_{14}H_{10}N_2$ . Вычислено: С 81,5; Н 4,9; N 13,6%.

1Н-пирроло [3,2-с]карбазол (VII в) получают аналогично соединению Vв из кислоты VIIб с выходом 62%, т. пл. 217—219°. ИК-спектр: 3420, 3455  $cm^{-1}$  (NH). УФ-спектр,  $\lambda_{\max}$  (lg  $\epsilon$ ): 203 (4,46), 235 (4,54), 248 (4,60), 255 (4,64), 297 (4,09), 310 (4,28), 336 нм (3,86). Найдено: С 81,4; Н 5,0; N 13,5%.  $M^+$  206.  $C_{14}H_{10}N_2$ . Вычислено: С 81,5; Н 4,9; N 13,6%.

Академия наук Грузинской ССР

Институт фармакохимии  
им. И. Г. Кутателадзе

Московский химико-  
технологический институт  
им. Д. И. Менделеева

(Поступило 6.9.1984)

ფარმაცოქიმიის

თ. ხოშტარია, მ. სიხარულიძე, ლ. კურკოვსკაია, ნ. სუვოროვი

პიროლოკარბაზოლები.

იზომერული პიროლოკარბაზოლების სინთეზი

რეზიუმე

ჯეპი — კლინგემანის რეაქციის გამოყენებით სინთეზირებულია 3Н-პიროლო [3,2-ა]-, 1Н-პიროლო [2,3-ბ]- და 1Н-პიროლო-[3,2-ც] კარბაზოლები. განხილულია სინთეზირებული ნაერთების ფიზიკურ-ქიმიური მახასიათებლები.

PHARMACEUTICAL CHEMISTRY

T. E. KHOSHTARIA, M. J. SIKHARULIDZE, L. N. KURKOVSKAYA,  
N. N. SUVOROV

PYRROCARBAZOLES.

SYNTHESIS OF ISOMERIC PYRROCARBAZOLES

Summary

3H-pyrroles [3,2-a]-, 1H-pyrrolo [2,3-b]- and 1H-pyrrolo-[3,2-c] carbazoles have been synthesized with the help of Japp-Klingeman reaction.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Т. Е. Хоштария, М. И. Сихарулидзе, Л. Г. Третьякова, Т. К. Ефимова, Н. Н. Суворов. ХГХ, № 6, 1979, 790.
2. G. Anderson, N. Campbell. J. Chem. Soc., 1950, 2904.

Г. Н. КУТАТЕЛАДЗЕ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОМЕНТА НАЧАЛА И  
 ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ПЕРЕСЫХАНИЯ ГИДРОЛОГИЧЕСКИ  
 МАЛОИЗУЧЕННЫХ РЕК В ПЕРИОД МЕЖЕНИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. Г. Сванидзе 27.11.1985)

Известно, что в меженный период при отсутствии поверхностного стока начинается падение уровня воды в реках. В некоторых малых реках по истечении определенного интервала времени глубина воды в русле становится настолько малой, что реку практически можно считать пересохшей.

Целью данной работы является определение периода времени, к концу которого река пересыхает, что имеет важное водохозяйственное значение.

Напишем уравнение баланса расхода для воды в реке между двумя створами при отсутствии инфильтрации осадков и поверхностного стока, т. е. при падении расхода воды в реке в период межени, когда река работает как дрена [1]:

$$\frac{dW}{dt} = Q_n + 2 Q_\phi - Q_k, \quad (1)$$

где  $W$  — объем воды в рассматриваемом участке реки длиной  $L$ , равный  $\bar{B} \bar{h} L$  (черточки сверху означают средние для участка реки значения ширины и глубины реки);  $Q_n$  и  $Q_k$  — расходы в начальном и конечном створах;  $Q_\phi$  — расход фильтрационного потока, поступающего в реку после начала спада воды в реке вследствие прекращения поверхностного стока.

Для определения величины расхода  $Q_\phi$  рассмотрим уравнение безнапорной фильтрации Буссинеска:

$$m \frac{\partial H}{\partial t} = K \frac{\partial}{\partial y} \left( H \frac{\partial H}{\partial y} \right), \quad (2)$$

где  $m$  и  $k$  — соответственно пористость и коэффициент фильтрации грунта берегового откоса русла.

Интегрируя уравнение (2) по  $y$  (ось  $y$  предполагается нормальной к речному руслу), будем иметь

$$m \frac{\partial}{\partial t} \int_{\xi_1}^{\xi_2} H dy = m \left( H_{\xi_2} \frac{\partial \xi_2}{\partial t} - H_{\xi_1} \frac{\partial \xi_1}{\partial t} \right) + \frac{K}{2} \frac{\partial H^2}{\partial y} \Big|_{\xi_1}^{\xi_2} \quad (3)$$

Если считать, что створ  $y = \xi_1$  закреплен ( $\xi_1 = \text{const}$ ) и совпадает с бортом русла, а  $y = \xi_2$  есть абсцисса перемещающейся невозмущенной средней для участка реки глубины грунтового потока  $H_{\xi_2} = H = \text{const}$  от реки



в сторону грунтового массива, в котором глубина грунтовых вод в невозмущенном состоянии постоянно и равна превышению ее над отметкой дна русла реки  $H$ , то тогда выражение (3) переходит в уравнение

$$m \frac{\partial}{\partial t} \int_{\xi_1}^{\xi_2} H dy = m \frac{\partial}{\partial t} \left( \frac{W_r}{L} \right) = mH \frac{\partial \xi_2}{\partial t} - \frac{K}{2} \frac{\partial H^2}{\partial y} \Big|_{\xi_1}, \quad (4)$$

где  $W_r$  — объем грунтовой воды в области  $\xi_2 - \xi_1$

Последнее слагаемое уравнения (4) есть удельный расход грунтового потока, поступающего в реку. Представляя это слагаемое приближенно в конечно-разностном виде, получаем

$$m \frac{\partial W_r}{\partial t} = mHL \frac{\partial \xi_2}{\partial t} - \frac{K(H^2 - \bar{h}^2)L}{2(\xi_2 - \xi_1)} = mHL \frac{\partial \xi_2}{\partial t} - Q_\Phi. \quad (5)$$

Если теперь принять профиль депрессионной кривой отвечающим стационарному режиму грунтового потока, а для  $W_r$  аппроксимацию в виде квадратичной параболы  $W_r = \frac{2}{3} H \xi_2 L$  и  $\xi_1 = 0$ , то из уравнения (5) получаем выражение

$$\xi_2 = \sqrt{\frac{3Kt}{mH} (H^2 - \bar{h}^2)}. \quad (6)$$

Подставляя в уравнение (1) значение  $Q_\Phi$ , определенное из соотношения (5) и учитывая выражение для  $W_r$ , будем иметь, при условии представления  $W$  в виде  $L\bar{h}\bar{B}$ ,

$$L\bar{B} \frac{d\bar{h}}{dt} = Q_n - Q_k + \frac{2}{3} mLH \frac{d\xi_2}{dt}. \quad (7)$$

Если далее расход в конечном створе выразить в форме закона Шези, в котором глубину в конечном створе  $h_k$  приближенно представить соотношением  $\alpha \bar{h}$  ( $\alpha > 1$ ), то можно написать

$$L\bar{B} \frac{d\bar{h}}{dt} = Q_n - \bar{\alpha} B_k \bar{h}^2 \bar{C}_m \sqrt{i} + \frac{2}{3} mLH \frac{d\xi_2}{dt}, \quad (8)$$

где  $\bar{\alpha} = 0,53 \alpha^{3/2}$ ;  $\bar{C}_m$  — коэффициент Шези;  $B_k$  — ширина реки в конечном створе;  $i$  — уклон реки.

Полученное уравнение при учете соотношения (6) представляет собой нелинейное уравнение, содержащее только одну основную переменную, и его интегрирование дает искомую зависимость  $h = f(t)$ . Однако это уравнение относится к классу точно не интегрируемых, в связи с чем приходится прибегать к какому-нибудь приближенному способу интегрирования. Учитывая желательность получения удобноразличимых результатов, представляется целесообразным следующее упрощение уравнения (8).

Второе слагаемое уравнения (8) представив в виде

$$Q_k = \bar{\alpha} B_k \bar{C}_m \bar{h}^2 \sqrt{\frac{i}{h}}. \quad (9)$$

и заменив под корнем в выражении (9) значение глубины  $\bar{h}$  постоянной глубиной, равной половине средней для участка реки глубины потока в начале межени  $\bar{h}_0$ , будем иметь

$$Q_k = \bar{\alpha} B_k \bar{C}_w \bar{h}^2 \sqrt{\frac{2i}{\bar{h}_0}}. \quad (9)$$

Учитывая теперь, что соотношение (6) есть интеграл уравнения

$$\frac{mH}{3} \frac{d\xi_2}{dt} = \frac{K(H^2 - \bar{h}^2)}{2\xi_2}$$

и определяя из него  $\bar{h}^2$ , имеем

$$\bar{h}^2 = H^2 - \frac{2}{3} \frac{mH}{K} \xi_2 \frac{d\xi_2}{dt}. \quad (10)$$

Подставляя значение  $\bar{h}^2$  во второе слагаемое уравнения (8), при условии принятия упомянутой выше упрощающей стилизации, получаем уравнение

$$L\bar{B} \frac{d\bar{h}}{dt} = Q_w - \bar{\alpha} B_k \bar{C}_w \sqrt{\frac{2i}{\bar{h}_0}} \left( H^2 - \frac{2mH}{3K} \xi_2 \frac{d\xi_2}{dt} \right) + \frac{2}{3} mLH \frac{d\xi_2}{dt}. \quad (11)$$

Уравнение (11) легко интегрируется и дает (при определении постоянной интегрирования из условия  $\bar{h} = \bar{h}_0$  при  $t = 0$ )

$$\bar{h} = \bar{h}_0 - \frac{\bar{\alpha} \bar{C}_w}{L} \sqrt{\frac{2i}{\bar{h}_0}} \bar{h}^2 t + \frac{2mH}{3\bar{B}} \sqrt{\frac{3Kt}{mH} (H^2 - \bar{h}^2)}. \quad (12)$$

Решая полученное уравнение относительно  $t$ , получаем

$$t = \left[ \frac{\frac{2mH}{3\bar{B}} \sqrt{\frac{3K(H^2 - \bar{h}^2)}{mH}} + \sqrt{\frac{4mHK}{3\bar{B}^2} (H^2 - \bar{h}^2) - \frac{4\bar{\alpha} \bar{C}_w}{L} \sqrt{\frac{2i}{\bar{h}_0}} \bar{h}^2 (\bar{h} - \bar{h}_0)}}{\frac{2\bar{\alpha} \bar{C}_w}{L} \sqrt{\frac{2i}{\bar{h}_0}} \bar{h}^2} \right]^2. \quad (13)$$

При уменьшении глубины воды в реке до уровня слоя речных донных наносов ( $\bar{h} = \Delta$ ) реку можно считать практически пересохшей. Так как высота слоя донных наносов мала по сравнению с величинами  $H$  и  $\bar{h}_0$ , ею в зависимости (13) можно пренебречь и тогда для  $t$  получается следующее выражение:

$$t^* = \left[ \frac{1,15 \frac{\sqrt{mK\bar{h}_0}}{\bar{B}} H^{3/2} + \sqrt{\frac{1,33mH^3K\bar{h}_0}{\bar{B}^2} + 2N\bar{h}_0^{3/2}}}{N} \right]^2, \quad (14)$$

где принято обозначение

$$N = \frac{2,83\bar{\alpha} \bar{C}_w \Delta^2 \sqrt{i}}{L}. \quad (15)$$

Выражение (15), представленное через расход реки  $\bar{Q}_\Delta$ , имеет следующий вид [2]

$$N = 6,51 \frac{\bar{\alpha} \bar{C}_w i^{0,14}}{L} \left( \frac{n}{A} \right)^{1,2} \bar{Q}_\Delta^{0,6}, \quad (16)$$





где  $n$  — коэффициент шероховатости русла реки;  $A$  — переменный параметр, изменяющийся от 0,75 до 1,1.

Зависимость (14) является расчетной для определения времени пересыхания реки. Проведенные по этой формуле вычисления для некоторых малых рек показали соответствие с достаточной практической точностью расчетных данных с данными гидрологических наблюдений.

Наконец, если общее время продолжительности межени  $T$  больше расчетного интервала времени пересыхания ( $T > t^*$ ), то продолжительность отсутствия стока реки  $t'$  будет равна

$$t' = T - t^*. \quad (17)$$

Тбилисский отдел водного хозяйства  
ВНИИ водоснабжения, канализации,  
гидротехнических сооружений и  
инженерной гидрогеологии

(Поступило 20.12.1985)

ჰიდროლოგია

ბ. ჭუბთაძე

ჰიდროლოგიურად უზუსტავლელი მდინარეების დაშრობის დაწყების მომენტისა და მისი ხანგრძლივობის განსაზღვრა წყალმცირობის პერიოდში

რეზიუმე

მოყვანილია დამოკიდებულება წყლის სიღრმის დასადგენად მდინარეში დროის ნებისმიერი მომენტისათვის წყალმცირობის პერიოდში.

ამ დამოკიდებულების ანალიზის შედეგად მიღებულია საანგარიშო თანაფარდობა, რომელიც საშუალებას იძლევა განისაზღვროს მცირე მდინარეებისათვის დაშრობის დაწყების მომენტი და მისი ხანგრძლივობა.

HYDROLOGY

G. N. KUTATELADZE

DETERMINATION OF THE STARTING POINT AND DURATION OF THE DRYING UP OF HYDROLOGICALLY INSUFFICIENTLY EXPLORED RIVERS DURING THE LOW WATER-LEVEL PERIOD

Summary

A dependence is given for determining the water-level in a river at any time during the low water-level period. A calculation formula enabling determination of the starting point and duration of the drying up of small rivers has been derived through the analysis of the above dependence.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Т. Г. Войнич-Сяноженцкий, Г. Н. Кутателадзе. Сб. научных трудов ВНИИ «ВОДГЕО», М., 1982.
2. Н. П. Розанов и др. Гидротехнические сооружения. М., 1978.

Г. И. САНАДЗЕ

## САХАРЕТБИЙСКАЯ АНТИКЛИНАЛЬ — ПЕРСПЕКТИВНЫЙ ОБЪЕКТ ДЛЯ ПОИСКОВ НЕФТИ И ГАЗА В КАХЕТИИ

(Представлено академиком Г. А. Твалчрелидзе 4.2.1985)

Сахаретбийская (Тауртапинская) антиклиналь — одна из крайних СЗ складок регионального Прииорского поднятия Куринской межгорной впадины, выявленная в конце прошлого столетия, была закартирована в 30-х гг. в процессе детальной геологической съемки и бурения. В 1976 г. в сводовой части складки была пробурена параметрическая скважина с целью изучения разреза и возможной нефтегазоносности вулканогенно-осадочной свиты среднего эоцена. В последней на СЗ сопредельного Притбилисского района в начале 70-х гг. трестом «Грузнефть» были открыты Самгорское и Телетское нефтяные месторождения. Однако параметрическая скважина не достигла палеогеновых отложений и была ликвидирована при глубине забоя 1123 м и, следовательно, не решила поставленной задачи.

Наши наблюдения с учетом литературных источников [1—10] устанавливают совпадение Сахаретбийской антиклинали с между-речьем Иори и Куры и, следовательно, морфоструктурный характер структуры. Складка прослеживается в общекавказском направлении на протяжении около 20 км от Сатибской (Гатанлийской) котловины на ЮВ до северного склона горы Демурдаг. В своде антиклинали обнажаются отложения верхней части майкопской серии (олигоцен-нижний миоцен) и среднего миоцена, а на ее крыльях — сармата и низов ширакской свиты мэотис-понта, выше которых на далеких крыльях антиклинали с угловым несогласием до 30° трансгрессивно залегают породы ачкагыльского яруса. Последние вместе с континентальными отложениями апшеронского яруса и постплиоцена выполняют также смежные синклинали. Вскрытая эрозией и параметрической скважиной верхняя часть (до 1500 м) майкопской серии представлена характерными для Кавказа [5] некарбонатными глинами с линзовидными прослоями кварцевых песчаников. Средний миоцен (до 500 м) и нижний сармат (до 400 м) сложены серыми и голубоватыми карбонатными глинами с пропластками алевролитов и белесоватых плотных мергелей. Средний сармат (700 м) складывается среднеслонистыми песчаниками и песчанистыми оолитовыми известняками, а верхний сармат представлен регрессивной эльдарской свитой (до 400 м) пестроцветных (красных и зеленоватых) глин и суглинков с прослоями рыхлых песчаников. Нижний отдел ширакской свиты (до 500 м), имея явно выраженный регрессивный характер, сложен пресноводными песчано-глинистыми осадками, а верхний ее отдел, равно как аналоги широко развитых в Западном Азербайджане отложений мощной продуктивной толщи киммерийского яруса и нижней части куяльника, отсутствует вследствие доачкагыльского размыва.

Трансгрессивный ачкагыльский ярус (450 м) выражен прибрежной литофацией морских мергелистых глинисто-песчанистых и конгломератовых пород, охарактеризованных фауной. Вышележащие грубо-обломочные породы (100 м), отражая послеачкагыльскую регрессию,



лишены остатков руководящей морской фауны и поэтому условно могут быть отнесены к апшеронскому ярусу. Постплиоценовые аллювиально-делювиальные отложения (до 50 м) представлены практически недислоцированными или очень слабо дислоцированными галечниками, суглинками и песками. Они развиты на отдельных участках антиклинали, где резко несогласно перекрывают различные слои неогена.

Анализ данных геолого-геофизических исследований и бурения, проведенных на территории Притбилисского района и смежных частей Картли и Кахетии, не оставляет сомнений, что ниже вскрытой параметрической скважиной верхней части майкопской серии присутствуют непрерывные отложения палеогена. При этом олигоцен (до 1300 м) и верхний эоцен (до 1000 м) сложены здесь преимущественно глинистыми осадками с частыми пропластками алевролитов и мелкозернистых песчаников. Средний эоцен (до 500 м), вероятно, представлен вулканогенно-осадочной толщей, сложенной трещиноватыми аргиллитами, туфами и туфопесчаниками с покровами андезито-базальтов. Ниже следует палеоцен-нижнеэоценовая боржомская свита (до 1000 м) в основном терригенных флишевых образований, постепенно переходящих в пелитоморфные слоистые светло-серые известняки верхнего мела.

Изучение морфологии Сахаретбийской антиклинали по молассовой толще олигоцен-постплиоценового возраста показывает, что она на СВ и ЮЗ ограничивается соответственно Аклемской и Удабинской пологими синклиналями, а ширина сводовой части антиклинали, считая по контуру подошвы сармата, достигает 2 км. Антиклиналь в неогеновых отложениях сильно сжата и слегка наклонена на ЮЗ в сторону Удабинской синклинали. При этом ЮЗ ее крыло опрокинута и падает на СВ под углами 70—85°. У высоты Сахаретба породы миоцена присводовой части СВ крыла стоят вертикально, восточнее — опрокинуты и падают на ЮЗ, в связи с чем антиклиналь здесь приобретает веерообразную форму. Юго-восточнее горы Сахаретба антиклиналь под крутым углом перекинуто погружается и диагонально отсекается Сатибским (Гатанлийским) надвигом, являющимся южным ответвлением регионального Алачыгского надвига, падающего на север и имеющего амплитуду смещения до 700 м.

Менее отчетливо выражено СВ окончание Сахаретбийской антиклинали, поскольку на горе Демурдаг трансгрессивный акчагыльский ярус маскирует доакчагыльскую дислокацию более древних отложений неогена. Однако детальная геологическая съемка с учетом данных колонкового бурения показала, что здесь антиклиналь, погружаясь в доакчагыльские отложения, разветвляется на две узкие антиклинальные ветви, между которыми возникла Антристойская синклиналь. СЗ ветвь прослеживается по акчагыльским слоям через вершину Демурдаг и, поворачивая на запад, сливается с широтной Рустави-Надвалцкальской антиклиналью, сложенной в своде майкопской серий. Северная ветвь, осложненная продольным разрывом, испытывает в начале погружение и покрывается трансгрессивным акчагылом, а затем, воздымаясь в миоценовых слоях в северном направлении, соединяется с Азамбургской антиклиналью Красногорского тектонического узла Притбилисского района [2].

Изложенное с учетом данных ряда авторов [1—10] о строении и истории геологического развития Притбилисского района и Приорского поднятия позволяет прийти к выводу, что Сахаретбийская антиклиналь возникла в результате среднеплиоценовой (доакчагыльской) орофазы, которая проявилась на всей территории Куринской межгорной впадины и смежных районов Закавказья и тем самым обусловила последующее разделение по степени складчатости допостплиоценового комплекса моллюсовой формации на два структурных этажа.

Степень расхождения между ними указывает на сравнительно позднее строение антиклинали ачкагыла с углами падения крыльев 30—40°. Позже она испытала воздымание, глубокий размыв, после чего была погребена под толщей ачкагыльского и апшеронского ярусов. Последние образуют верхний структурный этаж антиклинали. В конце плиоцена антиклиналь была нарушена позднеплиоценовой (валахской) фазой складчатости, придавшей ей современное строение, как и рельефу на участке ее развития.

Антиклиналь более интенсивно сжата в миоценовых слоях нижнего структурного этажа, чем в верхнем этаже, сложенном верхним плиоценом. Вместе с тем, антиклиналь, разделяющая пологие синклинали, на глубине ниже майкопской серии, по-видимому, выполаживается, однако при крупных размерах и глубоком заложении должна сохранять структурную независимость, если не в меловых отложениях, то по крайней мере в разрезе палеогена. Это следует учитывать при оценке перспектив нефтегазоносности среднего эоцена данной структуры. В 20—25 км к СЗ от последней с вулканогенно-осадочной свитой среднего эоцена связано Самгорское нефтяное месторождение. В той же свите г. Тбилиси залегают Телетское нефтяное месторождение, а из скв. 9, пробуренной в боржомской свите у ж.-д. ст. Соганлуги, в 1967 г. произошел мощный выброс газа. Эффективные нефтегазопроявления наблюдались в обеих этих свитах палеогена в глубоких поисковых скважинах, пробуренных в 30—40 км западнее Сахаретба, в окрестностях г. Рустави, а в скв. 2, пробуренной в 100 км к ЮВ от Сахаретба, у с. Тасдаляр Кировобадского района АзССР, из трещиноватых мергелистых аргиллитов получен мощный фонтанный приток нефти.

Приведенные данные, показывающие региональную нефтегазоносность среднего эоцена в пределах Триалетского хребта и Куринской впадины, одновременно имеют важное значение для обоснования перспектив на нефть и газ среднего эоцена Сахаретбийской антиклинали. Надо полагать, что эти прогнозируемые залежи, вероятно, обязаны своим формированием вертикальной миграции (в процессе среднеплиоценовой орофазы) флюидов в порово-трещинные коллекторы вулканогенно-осадочной свиты среднего эоцена из нефтематеринских образований боржомской свиты, верхнего эоцена (навтлугская свита), майкопской серии. При этом глинистые отложения верхнего эоцена и олигоцена одновременно следует рассматривать в качестве надежной покрывки, предохраняющей эти залежи от дегазации и истощения.

В заключение следует рекомендовать бурение поисковой скважины глубиной 6 км на наиболее приподнятой части свода Сахаретбийской антиклинали с целью изучения разреза и нефтегазоносности среднего эоцена. В случае положительных результатов бурения и опробования рекомендуемой скважины следует провести поисково-разведочные работы на этой антиклинали. Помимо этого, откроются широкие перспективы поисков нефти и газа на других структурах СЗ части Приорского поднятия.

Трест «Грузнефтегеофизика»

(Поступило 8.2.1985)

გეოლოგია

ბ. სანაძე

სახარებტბის ანტიკლინი პერსპექტიული ობიექტის ნავთობისა და  
გაზის ძიებისათვის კახეთში

რეზიუმე

სახარებტბის მორფოსტრუქტურული ანტიკლინი, რომელიც მტკვრის დეპრესიის ივრისპირა ამოწყვეის ჩრდილო-დასავლეთ ნაწილში მდებარეობს, ჩა-



მოყალიბებულია მძლავრ კაინოძიურ ნალექებში. ანტიკლინი ინტენსიურად არის შეკუმშული მიოცენურ შრეებში, ხოლო ოლიგოცენური ნალექების ქვევით სიღრმის მატებასთან ერთად თანდათან დამრეცფრთებიანი ხდება, მაგრამ არ კარგავს სტრუქტურულ დამოკიდებულებას პალეოგენურ წარმონაქმნებში, რომლებიც ამიერკავკასიაში გამოირჩევიან რეგიონალური ნეთობგაზიანობით. რეკომენდებულია ღრმა ჰაბურდილის გაყვანა სახარტბის ანტიკლინის თაღში შუაეოცენური ვულკანოგენურ-დანალექი წყების ჰრილისა და ნეთობგაზიანობის შესწავლის მიზნით.

## GEOLOGY

G. I. SANADZE

## SAKHARETBI ANTICLINE: A PROMISING SITE FOR OIL AND GAS PROSPECTING IN KAKHETI

## Summary

The Sakharetbi morphostructural anticline, located in the north-west of the Iori uplift of the Kura depression is formed in thick Cenozoic deposits as a result of pre-Akchagilian Late Pliocene (Wallachian) and Post Pliocene folding stages of neotectonic movements. The anticline is intensively compressed in Miocene layers and flattens out gradually with depth below the Oligocene; however, it does not lose its structural dependence in Paleogene formations which, in the Transcaucasus, are characterized by regional oil-gas-bearing. To study the section and the oil-and-gasbearing capacity of the volcanic-sedimentary suite of the Middle Eocene deep hole drilling in the arch of Sakharetbi anticline is recommended.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Д. А. Булейшвили. Геология и нефтегазоносность межгорной впадины Восточной Грузии. Л., 1960.
2. Е. К. Вахания. Труды ВНИГНИ, вып. 207. Тбилиси, 1976.
3. Геология СССР, т. X, ГССР, ч. I. М., 1964.
4. Н. А. Кудрявцев. Труды НГРИ, сер. 5, вып. 32. Л., 1932.
5. А. Г. Лалиев. Майкопская серия Грузии. М., 1964.
6. В. Е. Орел, Г. П. Ованесов, А. Н. Шарданов и др. Геология нефти и газа, 4, 1984.
7. Д. Ю. Папава. Труды ВНИГНИ, вып. 205. Тбилиси, 1976.
8. Г. И. Санадзе. Сообщения АН ГССР, 105, № 3, 1982.
9. О. А. Сепашвили. Автореферат канд. дисс. Тбилиси, 1958.
10. В. Е. Хаин, А. Н. Шарданов. Геологическая история и строение Куринской впадины. Баку, 1952.

Д. П. ЗАКАРАЯ

## ХАРАКТЕР И МЕХАНИЗМ ФОРМИРОВАНИЯ СКЛАДЧАТОЙ СТРУКТУРЫ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО КАВКАЗА

(Представлено членом-корреспондентом Академии И. П. Гамкрелидзе 18.6.1986)

Особенности складчатой структуры Северо-Западного Кавказа рассмотрены в ряде работ [1—3]. Однако некоторые важные закономерности ее внутреннего строения до сих пор остаются малоизученными.

В строении Северо-Западного Кавказа принимают участие в основном нижне-среднеюрский и мальм-эоценовый структурные этажи. Первый слагает Гойтхский антиклинорий и сложен нижне-среднеюрскими вулканогенно-терригенной и терригенно-глинистой формациями общей мощностью около 7 км. Второй в плане обрамляет антиклинорий и представлен двумя синклинориями: Абино-Гунайским на северо-востоке и Новороссийско-Лазаревским на юго-западе. В его строении принимают участие флишевые и субфлишевые терригенные, карбонатно-терригенные и карбонатные формации, общая мощность которых составляет около 10 км. Более молодые структурные этажи — олигоцен-раннемиоценовый, средне-позднемиоценовый, позднемиоцен-раннеплиоценовый и средне-позднеплиоценовый развиты только в крайней северо-западной и северо-восточной частях региона.

В Гойтхском антиклинории выделяются северо-западного направления линейные складки трех порядков. Ширина складок первого порядка достигает 4—7 км. Осложнены они складками второго порядка, размер которых колеблется в пределах 0,5—1 км. Последние, в свою очередь, состоят из складок третьего порядка, шириной 50—300 м. Это в основном асимметричные интенсивно сжатые складки с узкими замками, осевые плоскости которых круто (65—80°) наклонены к северо-востоку.

В юго-западной части Гойтхского антиклинория между нижне-среднеюрскими и мальм-эоценовыми этажами наблюдается угловое несогласие, а в северо-восточной — параллельное несогласие, связанное с проявлением батской (адыгейской) фазы складчатости. Эти факты дают основание предположить, что в поперечном сечении антиклинория происходит уменьшение интенсивности складчатости с юго-запада на северо-восток [4].

Складчатая структура мальм-эоценового этажа состоит из чрезвычайно разнообразных по размеру, морфологии и ориентировке складок. Господствующими являются линейные структуры, вытянутые в северо-западном направлении. Здесь происходит изменение морфологических особенностей складок как вкрест простираения структур, так и в продольном направлении. В северо-западной части региона (ущелья рр. Мезыб и Хабль) развиты два морфологических типа складчатых структур: на юго-западе наблюдается гребневидная складчатость с развитием узких сжатых антиклиналей, разделенных широкими, пологими синклиналями. Антиклинали асимметричные, наклонены или опрокинуты к юго-западу. Размеры их меняются в пределах 3—5 км. Синклинали имеют ширину 5—10 км. К северо-востоку гребневидные структуры сменяются пологими, слабосжатыми,



почти симметричными складками, имеющими в плане брахиморфное очертание. Размеры их достигают 4—7 км. Юго-восточнее, до ущелий рр. Вулан и Афипис, гребневидные складки к юго-западу сменяются сильносжатыми, асимметричными складками, наклоненными или опрокинутыми к юго-западу. Ширина складок — 1—3 км. Далее до ущелий рр. Нечепсуго и Чепси морфология складчатой структуры вновь меняется. Слабосжатые брахиморфные складки в северном направлении переходят в полого наклоненную на северо-восток моноклинали. На крайнем юго-востоке региона, до ущелий рр. Пезсуансе и Пшеха, наблюдается несколько морфологических типов складчатости. В южной его части развиты сильносжатые, асимметричные складки, наклоненные или опрокинутые к юго-западу. В средней части структуры обнажен ниже-среднеюрский этаж. В северной части распространены слабосжатые брахискладки, за которыми наблюдается полого наклоненная на северо-восток моноклинали.

Таким образом, в пределах мальм-эоценового этажа Северо-Западного Кавказа развиты самые разнообразные типы складчатости. Однако складки определенного морфологического типа и степени сжатия вполне закономерно располагаются в складчатой структуре, образуя зоны, вытянутые в северо-западном направлении. В поперечном сечении региона с юго-запада на северо-восток выделяются четыре зоны: сильносжатой, среднесжатой, слабосжатой складчатости и зона моноклинали [5]. Следовательно, одной из характерных особенностей мальм-эоценового этажа является зональность его складчатой структуры в поперечном сечении, выразившаяся в последовательной смене к северо-востоку интенсивной складчатости умеренной, а затем слабой.

Разрывные нарушения, осложняющие складчатую структуру Северо-Западного Кавказа, имеют в большинстве случаев северо-западное направление. Они в основном представляют собой круто ( $65-85^\circ$ ) наклоненные на северо-восток, редко на юго-запад взбросы, реже сбросы.

Наряду с этим, в пределах складчатой системы Большого Кавказа здесь устанавливается существование нескольких поперечных долгоживущих разломов, которые, по данным геофизики [6], проникают и в пределы Черноморско-Закавказского срединного массива, вызывая образование в нем крупных обособленных блоков.

Детальный анализ складчатости Северо-Западного Кавказа показывает, что северо-западные простирания и линейный характер складчатых структур не везде выдерживаются в пределах этого региона. На южном склоне между рр. Туапсе и Мезыб, в полосе развития мел-палеогеновых отложений, складчатая структура имеет в общем аномальное близширотное простирание. Эта полоса характеризуется чрезвычайно сложным внутренним строением. Здесь, наряду с изменением простираний структур, существенно меняется морфология складчатости. Характерными особенностями этих структур являются: изгибание шарниров складок как в плане, так и в разрезе; разветвление складок и фестончатые формы их периклиналей; необычные клинообразные формы складок; изометричные или овальные куполообразные формы антиклиналей и чашеобразные или корытообразные — синклиналей. Вышеотмеченные особенности складчатой структуры рассматриваемой полосы присущи интерференционной складчатости [7, 8].

Северо-западные простирания и линейный характер складчатых структур всех порядков ниже-среднеюрского и мальм-эоценового структурных этажей Северо-Западного Кавказа, а также характерная их зональность и юго-западная вергентность дают основание предполагать, что в их формировании ведущая роль принадлежит тангенциальным силам, направленным с юго-запада на северо-восток. Они

были связаны, видимо, с процессом пододвигания жесткого Черноморско-Закавказского срединного массива под складчатую систему Большого Кавказа [5], начавшегося уже в батскую фазу складчатости. Асимметричный характер зональности складчатой структуры Большого Кавказа свидетельствует об относительной неподвижности Скифской плиты в процессе альпийского складкообразования.

На основании регионального структурного анализа Кавказского сегмента Средиземноморского складчатого пояса ранее было показано, что на ранне-среднеальпийском этапе, вплоть до аттической фазы складчатости, Большой Кавказ, имеющий в общем северо-западное простирание, испытывал поперечное сжатие, ориентированное вкрест простирания его структур. На позднеальпийском этапе план деформации резко меняется. В результате продвижения Аравийского выступа к северу волна деформации начинает распространяться с юга на север в субмеридиональном направлении [7]. Начиная с роданской фазы складчатости крупные блоки Черноморско-Закавказского срединного массива, ограниченные глубинными долгоживущими поперечными разломами, начали продвигаться в субмеридиональном направлении на север и внедрились в складчатую структуру южного склона Северо-Западного Кавказа. В результате этого процесса, первичные линейные складчатые структуры, имеющие до этого северо-западные простирания, были преобразованы (переориентированы) и вследствие этого здесь возникла типичная интерференционная складчатость [7, 8]. Субмеридиональное движение блоков срединного массива продолжалось и в период валахской и более молодых фаз складчатости, которые завершили длительное формирование современной складчатой структуры Северо-Западного Кавказа.

Академия наук Грузинской ССР  
Геологический институт  
им. А. И. Джанелидзе

(Поступило 20.6.1986)

გეოლოგია

დ. ზაკარაია

ჩრდილო-დასავლეთ კავკასიონის ნაოჭა სტრუქტურის ხასიათი  
და წარმოშობის მექანიზმი

რეზიუმე

ჩრდილო-დასავლეთ კავკასიონის ნაოჭა სტრუქტურების დეტალური შესწავლის საფუძველზე გამოთქმულია მოსაზრება, რომ მათი წარმოშობა დაკავშირებულია შავი ზღვა — ამიერკავკასიის მყარი შუა მასივის მოძრაობასთან და მის ქვეტოცებასთან კავკასიონის ნაოჭა სისტემის ქვეშ.

GEOLOGY

D. P. ZAKARIAI

THE NATURE OF THE NORTH-WESTERN CAUCASIAN FOLDED  
STRUCTURE AND ITS ORIGIN

Summary

A detailed study of the folded structures of the north-western Caucasus allows to conclude that their origin is connected with the movement of the hard middle massif of the Black Sea-Southern Caucasus and its underthrusting under the folding system of the Caucasus.



## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. М. Ефремов. Труды Новочеркасского политех. ин-та, т. 17 (31), 1948.
2. А. Н. Шарданов. Труды КФ ВНИИНефть, вып. 3. М., 1960.
3. Е. Е. Милановский, В. Е. Хаин. Геологическое строение Кавказа. М., 1963.
4. Д. П. Закарая. Тез. докл. конф. молодых ученых г. Тбилиси. Тбилиси, 1981.
5. Т. В. Гиоргобиани, Д. П. Закарая. Сообщения АН ГССР, 100, № 2, 1980.
6. А. А. Терехов, К. Н. Маюшина, Э. П. Москаленко. Геотектоника, № 1, 1973.
7. И. П. Гамкрелидзе, Т. В. Гиоргобиани. Сообщения АН ГССР, 120, № 1, 1985.
8. И. П. Гамкрелидзе, Т. В. Гиоргобиани, Л. В. Башелешвили, Д. П. Закарая. Сообщения АН ГССР, 120, № 2, 1985.



Р. Г. КАХАДЗЕ, Н. Г. ПОПОРАДЗЕ

## МИНЕРАЛЬНЫЕ РАВНОВЕСИЯ СТАВРОЛИТОВОЙ ФАЦИИ БОГАТЫХ СаО МЕТАМОРФИТОВ БОЛЬШОГО КАВКАЗА

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. М. Заридзе 24.3.1985)

В условиях ставролитовой<sup>(1)</sup> фации в зоне Главного хребта Большого Кавказа метаморфизованы богатые СаО породы клычской свиты буульгенской серии Софийского поднятия [2], дамхурцевской и лаштракской свит лабинской серии [2], в зоне Передового хребта — богатые СаО породы IV пластины Ацгаринского покрова [3], лабарданской свиты и ядра Блыбского антиклинария [4, 5]. В них развиты следующие минеральные парагенезисы:  $Рог+Пл$ ,  $Рог+Пл+Эп$ ,  $Рог+Пл+Эп+Би$ ,  $Рог+Пл+Эп+Би+Кв$ ,  $Рог+Пл+Хл+Гр+Ст+Ки+Кв+Эп$ ,  $Рог+Гр+Пл$ ,  $Рог+Гр+Эп+Пл+Кв$ ,  $Рог+Гр+Эп+Пл+Кв+Грф$ ,  $Рог+Гр+Би+Му+Пл+Кв$ ,  $Рог+Эп+Му+Пл+Кв+Би$  (См. таблицу).

По геолого-петрологическим данным, богатые СаО породы ставролитовой фации Большого Кавказа относятся к различным барическим типам метаморфизма. Так, клычская и дамхурцевская свиты относятся к андалузит-силлиманитовому типу (3—5 кбар), лаштракская свита и IV пластина Ацгаринского покрова — к кианит-силлиманитовому (5—6,5 кбар), а лабарданская свита и породы ядра Блыбского антиклинария — к кианитовому (7—8,5 кбар).

Во всех барических типах амфиболы представлены в основном сине-зеленой роговой обманкой, а минеральные ассоциации амфибол-содержащих метаморфитов значительно отличаются друг от друга и поэтому рассматриваются отдельно.

Андалузит-силлиманитовый тип. В богатых СаО породах клычской свиты наиболее характерна  $Рог+Пл+Эп$  ассоциация. Иногда встречаются их биотитовые и гранатовые разновидности. По сравнению с предыдущей зоной количество роговых обманок растет в основном за счет хлорита и кальцита, содержание которых заметно убывает.

Состав роговых обманок и их железистость по сравнению с гранатовой зоной [7] практически не меняются. Минеральные равновесия богатых СаО пород ставролитовой фации андалузит-силлиманитового типа показаны на рис. 1,а.

Кианит-силлиманитовый тип. В условиях ставролитовой зоны данного типа по сравнению с андалузит-силлиманитовым типом принципиальных изменений в равновесиях богатых СаО пород не происходит, но увеличивается магнезиальность граната и снижается до 80% его железистость. Понижается также предельная железистость хлорита (до 34%). Состав роговых обманок изменяется незначительно. Их железистость достигает 67%.

Из более редких, но петрологически очень важных ассоциаций необходимо отметить равновесные минералы ставролит ( $F=71\%$ ) и кианит

<sup>(1)</sup> Фаціальное расчленение метаморфитов произведено по С. П. Кориковскому [1].

Минеральные парагенезисы ставролитовой фации богатых SiO<sub>2</sub> метаморфитов Большого Кавказа

Тектоническая зона	Поднятие, покров, серия	Свита	Парагенезис	Барический тип метаморфизма	Субфация метаморфизма
Главного хребта	Софийское	Буульгеская	Кличская $Рор_{37-33} + Пл; Рор_{37-40} + Пл + Эн; Рор_{30-35} + Би_{42} + Пл$	Лид-Сил 3-5 кбар	Ставролит-хлоритовая
		Дамхурцевская	$Рор_{45} + Пл + Эн; Рор_{49} + Би + Пл + Кв$		
	Лабинская	Лаштражская $Рор_{51} + Хл_{51} + Гр_{50} + Эн \pm Кв; \pm Рор_{42} + Хл_{50} + Пл;$ $Рор_{55} + Хл + Пл \pm Гр \pm Ки \pm Ст \pm Кв$ $Рор_{57} + Хл_{51} + Ст_{71} + Гр + Ки \pm Эн \pm Кв$	Ки-Сил 5-6,5 кбар	Ставролит-хлоритовая	
Передового хребта	Андгаринский покров	Кяфарская (IV пластинка)	$Рор_{47} + Би_{66} + Пл + Кв; Рор_{30} + Гр_{57} + Пл;$ $Рор_{43} + Би_{42} + Пл + Кв$	Ки-Сил 5-6,5 кбар	
	Ядро Блыбского антиклинория		$Рор_{47-51} + Гр_{55} + Эн + Пл + Кв$ $Рор_{40-46} + Гр + Би + Пл \pm Эн \pm Кв \pm Киш$ $Рор_{22-35} + Эн_{35-33} + Би_{23} + Му + Аб + Кв \pm Гр$	Ки 7-8,5 кбар	Ставролит-кванцит-биотитовая
	Лабарданская свита		$Рор_{43-55} + Гр_{78-84} + Эн + Пл + Кв$ $Рор_{42-57} + Гр_{77-81} + Эн + Би_{51} + Пл + Кв \pm Грф$ $Рор_{31-35} + Гр_{69-84} + Эн + Би \pm Му \pm Кв \pm Аб$ $Рор_{21-24} + Эн + Му + Аб + Кв$	Ки 7-8,5 кбар	

в парагенезисе— $\text{Pog}_{47} + \text{Ст}_{71} + \text{Хл}_{34} + \text{Ки} + \text{Эп} + \text{Кв} + \text{Гр}$ . Встречается и биотит. Минеральные равновесия богатых СаО пород ставролитовой фации кианит-силлиманитового типа показаны на рис. 1, б.

Кианитовый тип. В богатых СаО породах лабарданской свиты и ядра Блыбского антиклинория наблюдаются три различные минеральные ассоциации: 1) гранат-эпидот-роговообманковая, 2) гранат-мусковит-эпидот-роговообманковая и 3) мусковит-эпидот-роговообман-

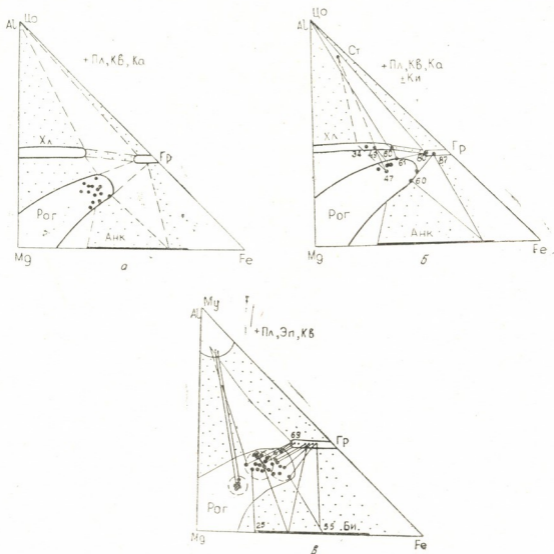


Рис. 1. Минеральные парагенезисы ставролитовой фации богатых СаО метаморфитов Большого Кавказа. Барические типы метаморфизма: а — андалузит-силлиманитовый, б — кианит-силлиманитовый, в — кианитовый

ковая. Амфибол во всех трех ассоциациях представлен синне-зеленой роговой обманкой. Первая ассоциация, по Д. М. Шенгелиа [4] и по нашим данным, является первоначальной, образовавшейся при максимуме метаморфизма прогрессивного этапа. В стадии регрессивного изменения она превращается сначала в гранат-мусковитовую, а затем в мусковитовую разновидности.

Минеральные равновесия в богатых СаО породах ставролитовой фации кианитового типа метаморфизма показаны на рис. 1, в. В богатых СаО породах этой зоны образуются еще более магниезные гранаты, предельная железистость которых понижается до 69% при почти полном исчезновении хлоритов. Парагенезис  $\text{Гр} + \text{Хл}$  (см. рис. 1, б) распадается и вместо него возникает парагенезис  $\text{Pog} + \text{Эп} + \text{Гр}$  для верхней части ставролитовой фации. Железистость амфиболов



варьирует от 40 до 57%. В этих породах встречается среднежелезистый биотит ( $F=41-55\%$ ).

В начальной стадии регрессивного изменения пород первой ассоциации в них появляется биотит (в значительном количестве), а затем и мусковит. Амфиболы становятся менее железистыми ( $F=31-46\%$ ). Гранаты имеют зональное строение. Они более магнезиальны в центре ( $F=69\%$ ) и более железисты в периферийной части ( $F=84\%$ ).

В конечной стадии регрессивного метаморфизма гранат полностью исчезает, железистость роговых обманок падает до 21% ( $F=21-36\%$ ), а ассоциирующие с ними мусковиты заметно обогащаются железом и магнием и содержание алюминия уменьшается. Плагноклазы альбитизируются.

Суммируя данные по ставролитовой фации, можно отметить, что породы андалузит-силлиманитового типа отвечают низкой ступени ставролитовой фации (или ставролит-хлоритоидной субфации), кьянит-силлиманитового типа — средней ступени той же фации (или ставролит-хлоритовой субфации), а кьянитового типа — ее высокой ступени (или ставролит-биотит-кьянитовой субфации).

Грузинский политехнический институт  
им. В. И. Ленина

(Поступило 26.3.1985)

გეოლოგია

რ. კახაძე, ნ. ფოპორაძე

კავკასიონის კალციუმით მდიდარ მეტამორფიტებში სტავროლიტური ფაციესის მინერალური წონასწორობანი

რეზიუმე

დეტალური პარაგენეტიკული ანალიზის საფუძველზე განხილულია კავკასიონის კალციუმით მდიდარი მეტამორფიტების მინერალური წონასწორობანი რეგიონალური მეტამორფიზმის სტავროლიტური ფაციესის ფარგლებში. დადგენილია რომ სტავროლიტური ფაციესის კალციუმით მდიდარი ქანები მიეკუთვნებიან მეტამორფიზმის ანდალუზიტ-სილიმანიტურ, კიანიტ-სილიმანიტურ და კიანიტურ ბარულ ტიპებს.

PETROLOGY

R. G. KAKHADZE, N. G. POPORADZE

## MINERAL EQUILIBRIA OF THE STAUROLITE FACIES IN THE CaO-RICH METAMORPHITES OF THE GREATER CAUCASUS

Summary

The mineral equilibria in the staurolite facies of regional metamorphism are considered on the basis of a detailed paragenetic analysis of the CaO-rich metamorphites of the Greater Caucasus. The CaO-rich metamorphites of staurolite facies were found to belong to the andalusite-sillimanite, kyanite-sillimanite, and kyanite-baric types of metamorphism.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. С. П. Кориковский. Фации метаморфизма метapelитов. М., 1979.
2. Г. Л. Чичинадзе. Автореферат канд. дисс. Тбилиси 1978.
3. Д. М. Шенгелия, Д. Н. Кецохвели. Региональный метаморфизм низких и умеренных давлений в Абхазии. Тбилиси, 1982.
4. Д. М. Шенгелия и др. ДАН СССР, 274, № 6, 1984.
5. Д. М. Шенгелия. ДАН СССР, 210, № 1, 1973.
6. Н. Ф. Тагришвили. Труды Геол. ин-та АН ГССР, вып. 59. Тбилиси, 1978.
7. Р. Г. Кахадзе, Н. Г. Попорядзе. Сообщения АН ГССР, 123, № 3, 1986.

А. В. ОКРОСИВАРИДЗЕ

## ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ВИДЫ ПАЛЕОЗОЙСКИХ ГРАНИТОИДОВ И МИГМАТИТОВ АБХАЗИИ

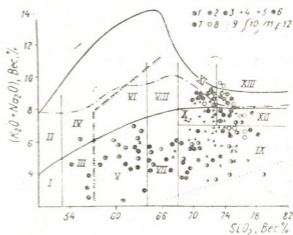
(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. М. Заридзе 10.10.1985)

На основании современной классификации магматических горных пород [1—3] в палеозойских гранитоидах и мигматитах Абхазии по геологическим, петрологическим и геохимическим признакам нами выделяются следующие генетические виды: I — мигматиты; II — кварцевые диориты, гранодиориты и адамеллиты; III — хлоритизированные и эпидотизированные плагиогнейсы; IV — двуслюдяные плагиограниты; V — микроклинизированные граниты; VI — порфиробластовые граниты; VII — лейкократовые гранатовые плагиогранитогнейсы и гранитогнейсы; VIII — аляскиты и пегматоиды.

Рис. 1. Составы палеозойских гранитоидов и мигматитов Абхазии на классификационной диаграмме  $SiO_2 - (Na_2O + K_2O)$  для средних и кремнекислых магматических пород

Условные обозначения: 1 — мигматиты, 2 — кварцевые диориты, гранодиориты и адамеллиты, 3 — хлоритизированные и эпидотизированные плагиограниты, 4 — двуслюдяные плагиограниты, 5 — микроклинизированные граниты, 6 — порфиробластовые граниты, 7 — лейкократовые гранитовые плагиогранитогнейсы и гранитогнейсы, 8 — аляскиты и пегматы.

Поля составов: I — габброиды, II — субщелочные габброиды, III — диориты, IV — субщелочные диориты, монзониты, монцоидиориты, V — кварцевые диориты, VI — субщелочные кварцевые диориты, кварцевые монзониты, монцоидиориты; VII — гранодиориты-тоналиты; VIII — кварцевые сиениты, IX — низкощелочные граниты; X — граниты; XI — субщелочные граниты, XII — лейкограниты, XIII — субщелочные лейкограниты



При классификации рассматриваемых гранитоидов и мигматитов комбинированно использовались химические и количественно-минералогические признаки. При химической классификации была применена диаграмма  $SiO_2 - (Na_2O + K_2O)$  для средних и кислых магматических пород (рис. 1). Количественно-минералогическая характеристика палеозойских гранитоидов и мигматитов Абхазии (рис. 2) основана на классификации Штрека и зена с дополнениями терминологической комиссии МПК [1]. Сравнение этих диаграмм показывает идентичную классификационную картину. Только фигуративные точки мигматитов рассеяны по всему полю диаграммы.



Магматический тип палеозойских гранитоидов охарактеризован на диаграмме AFM (рис. 3), фигуративные точки которых почти целиком занимают поле известково-щелочной серии магмы, лишь небольшая часть образцов кварцевых диоритов, гранодиоритов, адамеллитов и хлоритизированных и эпидотизированных плагиогнейсов попадают в поле толентовой серии, которое, видимо, указывает на гетерогенность первичной магмы. Остальные виды образуют единую магматическую серию от двуслюдяных плагиогранитов до аляскинтов и пегматитов.

Диаграмма AFM здесь рассматривается методом вариационного анализа [4]. Каждый генетический тип разделяется по группам кислотности — А, Б, В и Г, где А —  $\text{SiO}_2 = 57,00\text{—}61,99\%$ ; Б —  $\text{SiO}_2 = 62,00\text{—}$

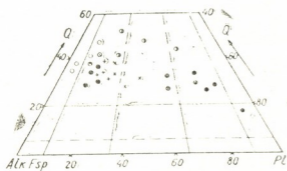


Рис. 2. Состав палеозойских гранитоидов и мигматитов на классификационной диаграмме для гранитоидных пород по Штрекайзену. Условные обозначения см. на рис. 1.

Поля составов: I—алясикит, II—гранит, III—адамеллит, IV—гранодиорит, V—тоналит, VI—кварцевый снитит, VII—кварцевый монцонит, VIII—кварцевый монцодиорит, IX—кварцевый диорит

$67,99\%$ ; В— $\text{SiO}_2 = 68,00\text{—}74,99\%$  и Г— $\text{SiO}_2 \geq 75\%$ . По каждой группе рассчитываются средние составы по окислам. В таблице даны средние химические анализы и AFM параметры палеозойских гранитоидов и мигматитов Абхазии, по кислотным А, Б, В, Г группам (в вес. %).

Рис. 3. Диаграмма AFM для палеозойских гранитоидов и мигматитов Абхазии ( $\text{F} = \text{FeO} + 0,9 \text{Fe}_2\text{O}_3$ ;  $\text{M} = \text{MgO}$  вес. %). Линией разделены толентовая (наверху) и известково-щелочная (внизу) серии. Условные обозначения: 1—мигматиты, 2—кварцевые диориты, гранодиориты и адамеллиты, 3—хлоритизированные и эпидотизированные плагиограниты, 4—двуслюдяные плагиограниты, 5—микроклинизированные граниты, 6—порфиобластовые граниты, 7—лейкократовые гранитоиды. (При петрохимическом изучении VII и VIII виды ведут себя одинаково, поэтому они объединены в одной группе под названием лейкократовых гранитоидов)



Как известно, известково-щелочной тип магмы формируется в процессе регионального ультраметаморфизма в результате выплавления вещества из материала верхней коры [4—6], а мигматизация кристаллического субстрата горной Абхазии протекала в условиях регионального метаморфизма низких давлений [7]. Исходя из вышеприведенного, можно предполагать, что палеозойские гранитоиды и

Средние химические анализы и AFM параметры палеозойских гранитоидов и мигматитов Абхазии по кислотным А, Б, В, Г группам (в вес. %)

Гру- ппа	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	A	F	M
Мигматиты													
А	58,6	0,39	18,22	1,38	5,91	0,35	2,70	1,93	2,32	4,07	38,9	44,9	16,2
Б	64,55	0,41	15,53	0,89	6,68	0,21	2,31	2,45	2,76	3,01	39,0	45,0	16,0
В	71,60	0,32	13,69	0,93	3,21	0,14	1,45	2,05	2,63	2,95	49,5	34,9	15,6
Г	78,80	0,32	10,00	0,10	3,50	0,08	1,00	1,60	3,13	2,55	63,7	27,4	8,8

Кварцевые диориты, гранодиориты, адамеллиты

А	58,79	0,66	16,92	2,49	4,76	—	3,09	6,67	2,07	1,91	32,7	47,4	19,9
Б	64,28	0,48	15,80	1,66	4,00	—	1,99	5,37	3,10	2,40	41,0	42,6	16,4
В	69,13	0,39	14,64	1,03	3,06	—	0,80	2,82	2,33	3,45	54,2	37,7	7,4

Хлоритизированные и эпидотизированные плагиогнейсы

А	58,23	0,37	16,24	2,41	5,20	0,18	3,64	5,10	2,90	0,50	15,5	55,5	28,9
Б	64,60	0,30	15,26	2,23	3,19	0,12	2,19	5,27	2,82	0,59	32,0	47,8	20,1
В	71,03	0,23	13,68	0,89	2,55	0,06	1,08	2,96	3,60	1,04	48,0	38,8	13,2
Г	77,80	0,11	11,82	0,08	1,18	0,03	0,11	0,85	5,03	0,90	72,0	25,9	2,0

Двуслюдяные плагиограниты

Б	65,20	0,53	14,70	0,93	4,28	0,12	2,17	3,72	3,30	2,29	4,04	43,5	16,1
В	73,26	0,42	14,07	0,38	1,83	0,09	0,90	2,41	3,91	1,73	66,7	22,5	10,7
Г	76,60	—	13,00	0,20	1,20	0,05	0,50	2,80	3,40	1,55	71,0	19,0	10,0

Микроклинизированные граниты

В	71,88	0,21	13,98	0,70	1,96	0,05	0,84	2,11	3,42	3,42	70,2	21,3	8,5
Г	75,26	—	13,77	0,83	0,45	—	0,33	0,70	4,38	3,74	84,3	12,4	3,3

Порфиробластовые граниты

В	73,50	0,09	13,24	0,48	1,02	0,04	0,50	1,34	3,05	5,09	77,3	15,6	7,1
Г	78,40	0,05	10,90	0,18	0,57	0,01	0,01	0,16	1,32	6,45	84,9	8,0	7,1

Лейкократовые гранитоиды

В	73,45	—	13,51	0,68	1,00	0,09	0,50	1,47	3,37	3,93	80,5	13,3	6,2
Г	75,81	—	12,65	0,64	0,82	0,07	0,28	1,74	3,77	3,09	78,2	19,2	2,6

мигматиты Абхазии формировались в процессе регионального ультраметаморфизма низких давлений, а выделенные генетические виды являются закономерными образованиями выборочного плавления матернала верхней коры.

Академия наук Грузинской ССР

Геологический институт  
им. А. И. Джанелидзе

(Поступило 10.10.1985)

კატეგორია

ა. ოქროსკვარიძე

აფხაზეთის პალეოზოური გრანიტოიდებისა და მიგმატიტების  
გენეტიკური სახეები

რეზიუმე

აფხაზეთის პალეოზოურ მიგმატიტებსა და გრანიტოიდებში გამოყოფილია რვა გენეტიკური სახე. განსაზღვრულია მათგან ტიპი, რომელიც შეესაბამება კირ-ტუტე რიგს.



A. V. OKROSTSVARIDZE

GENETIC TYPES OF PALEOZOIC GRANITOIDS AND MIGMATITES  
OF ABKHAZIA

## Summary

Eight genetic types have been distinguished in the Paleozoic migmatites and granitoids of Abkhazia. The magmatitic type is defined corresponding to calc-alkalic order.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. A. Strekeisen. Geotimes, October, 1973.
2. Г. М. Заридзе. Бюллетень Моск. испыт. природы, отдел геол., № 5, 1976.
3. Классификация и номенклатура магматических горных пород. М., 1981.
4. Д. А. Великославинский, Э. Н. Елиеев, К. О. Кратц. Вариационный анализ эволюции магматических систем. Л., 1984.
5. Мигматизация и гранитообразования в различных термодинамических режимах. Л., 1982.
6. Н. Ф. Шинкарев, В. В. Иванников. Физико-химическая петрология изверженных пород. Л., 1982.
7. Д. М. Шенгелиа, Д. А. Кецховели. Региональный метаморфизм низких и умеренных давлений в Абхазии. Тбилиси, 1982.

М. Г. ТВАЛЧРЕЛИДZE

## О МИНЕРАЛОГИИ СОВРЕМЕННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ЮГО-ВОСТОЧНОГО ПОБЕРЕЖЬЯ ЧЕРНОГО МОРЯ

(междуречье Супса-Чорохи)

(Представлено членом-корреспондентом Академии Н. И. Схиртладзе 22.12.1985)

В настоящей статье кратко излагаются результаты изучения минералогического состава пляжевых отложений юго-восточного побережья Черного моря. В строении пляжевых отложений значительное место занимают пески и галечники. Вдоль равнинных участков (между устьями рр. Супса и Натанеби) пески слагают весь пляж, а у подошвы горных массивов (между устьями рр. Натанеби и Чорохи) в основном развиты галечные отложения, пески же встречаются в виде отдельных полос, линз и пятен.

Для определения гранулометрического и минералогического состава пляжевых отложений нами были отобраны образцы с разных участков пляжа и подводного берегового склона. Материал был разделен по крупности на девять фракций.

Гранулометрический анализ песков (табл. 1) показал, что в них преобладают средне-мелкозернистые (0,4—0,10 мм) фракций. Они состоят из двух генетических типов обломочного материала — биогенного и терригенного происхождения. Биогенная часть представлена в основном крупно-среднезернистым раковинным детритом. Терригенная часть состоит из разнообразных зерен и обломков горных пород и минералов.

Анализ данных табл. 1 показывает, что в береговой зоне моря от уреза воды как в сторону суши, так и в сторону моря крупность пляжевых отложений уменьшается, что естественно обусловлено гидродинамическим режимом.

Эта картина нарушается лишь у устьев рек, где обычно наблюдается более крупнозернистый песок.

Для изучения минералогического состава пески были разделены на тяжелую и легкую фракции с жидкостью с удельным весом 2,9 (табл. 2). Количество тяжелой фракции варьирует от 72 до 95,4%, а легких — от 4,6 до 28%. Ниже дается краткая характеристика пляжеобразующих минералов.

Больше половины (в среднем 57,7%) тяжелой фракции представлено магнетитом.

Магнитная часть тяжелой фракции в основном состоит из октаэдрических и пентагондодокаэдрических кристаллов магнетита. Некоторые зерна слабо окатаны. Отдельные кристаллы часто замещены гематитом.

Другой компонент тяжелой фракции — пироксен (диопсид-авгит) составляет 29—35% и представлен коротко- (соотношение длины и ширины 1:1,3) и длиннопризматическими (1:3), бесцветными или зеленоватого цвета кристаллами, характеризующимся слабым плеохроизмом, от зеленовато-бурого по  $N_q$  до зеленого по  $N_p$ .

В малом количестве встречаются игольчатые (1:8) кристаллы, которые иногда замещаются кальцитом. В тяжелой фракции присутствует пирит в виде кубических кристаллов светло-желтого цвета с



характерной параллельной штриховкой. Циркон встречается в виде правильных кристаллов призматического (1:2,2) габитуса.

Наряду с этим, в незначительном количестве встречаются апатит, эпидот, роговая обманка, биотит, гранат и лимонит, имеющие большое значение для установления источников терригенного материала.

Таблица 1

№	Место взятия образца	Фракция, %								Содержание магнетита в образцах		
		1,6—1,0	1,0—0,63	0,63—0,4	0,4—0,315	0,315—0,20	0,20—0,16	0,16—0,10	0,10—0,063		0,063—0,05	
1	с. Шекветили	1,5	Подводный пляж (гл. 5 м)	4,1*	3,5	44,8— 5,0**	22,1 7,9	19,0 37,8	5,6 23,2	0,9 20,7	11,5	
2			Подводный пляж (гл. 3 м)	9,9	18,2	45,4 1,9	15,2 9,5	5,2 36,1	4,8 21,2	1,3 33,3	5,5	
3			Подводный пляж (гл. 1 м)	11,0	29,7	53,5 7,3	3,8 20,0	2,0 32,6			4,8	
4			Урез воды	36,8	24,0	31,3	3,6 17,2	2,4 43,8	0,4 53,6			1,8
5			Нижний пляж	25,4	17,2	35,6	20,1 9,2	1,1 28,6	0,6 42,8			2,4
6			Средний пляж	16,0	22,2	23,4	32,6 5,1	4,0 28,0	1,9 25,0			3,9
7			Верхний пляж		7,3	32,1	50,9 6,8	3,8 20,0	3,8 35,7	1,3 26,3	0,8 27,3	6,2
8	с. Чакви	7,3	Подводный пляж (гл. 3 м)	26,4	34,1	19,8	6,6 9,8	3,1 31,6	2,7 47,1		3,1	
9			Средний пляж	11,9	19,0	35,2	16,1 8,9	9,9 4,9	5,3 5,5	2,7 9,6		2,5
10			Верхний пляж		7,3	29,8	48,5 0,8	3,6 24,6	5,5 29,6	3,8 16,2	1,5 18,5	3,8

\* Содержание отдельных фракций в образцах.

\*\* Содержание магнетита в отдельных фракциях.

Здесь и в табл. 2. «—» означает, что минерал не обнаружен, а «+» обнаружен в единичных зернах и в подсчет не включен.

Легкая фракция состоит из угловатых обломков (1:1,8), иногда зональных кристаллов кислого и основного плагиоклаза (большинство которых частично или полностью замещено серицитом, альбитом, кальцитом, минералами группы эпидот-цоизита), калишпата, кварца и др. Встречаются также зерна пелитоморфных известняков, чешуйчатые минералы группы хлорита, которые представлены в виде пластинок, плеохроирующих от зеленовато-желтых до бесцветных, относящихся скорее всего к хризотилу.

Как видно из вышензложенного, пески юго-восточного побережья Черного моря обогащены магнетитом (табл. 1,2), который в основном сконцентрирован в мелких (0,20—0,05 мм) фракциях.

Повышенное содержание магнетита наблюдается между устьями рр. Супса и Натанеби (табл. 1, с. Шекветили), где пляж сложен исключительно песками. Макроскопически отчетливо прослеживаются скопления магнетита в виде естественных шлихов, тонких прослоев и

пятен. К югу от р. Натанеби до р. Чорохи содержание магнетита в пляжеобразующих материалах уменьшается (табл. 1, с. Чакви).

Наблюдается изменение процентного содержания магнетита по поперечному профилю пляжа — вблизи уреза воды, где пляж сложен более крупнозернистыми разностями, здесь содержание магнетита меньше, чем в верхней части пляжа, сложенной более тонкозернистым материалом. Наряду с этим, в сторону моря в песках содержание магнетита повышается от уреза воды до глубины, где пески переходят в алевриты, а дальше их доля в строении подводного пляжа резко уменьшается.

Таблица 2

Место взятия образца	Поро- да	Легкая фракция, %					Тяжелая фракция, %											
		Обломки гор- ных пород	Кварц	Полевые шпаты	Хризотил	Кальцит	Магнетит	Гематит	Циркон	Пироксен	Лимонит	Пирит	Апатит	Блотит	Роговая об- манка	Гранат	Эпидот	Выход тяжелой фракции
с. Шек- ветили	Песок	+	17,3	66,7	0,5	15,5	57,4	1,4	0,7	36,3	+	1,4	-0,7	2,1	+	+	95,4	
Кобулет	"	+	16,9	70,4	-	12,7	58,6	+	1,9	31,8	-	3,2	1,2	0,6	3,1	-	0,6	72,0
с. Цихис- дзир	"	+	10,4	78,6	1,7	9,3	54,0	+	-	33,2	+	9,0	-1,6	3,0	-	+	88,2	
с. Чаква	"	+	17,4	69,3	1,5	11,8	41,4	-	2,1	34,1	1,1	16,1	0,6	1,1	2,9	0,6	-	92,0
Батуми	"	+	23,2	64,6	2,2	10,0	32,8	0,7	1,4	29,6	-	32,3	+	1,4	2,0	+	-	90,0

Пляжеобразующий галечный материал, как показали наши исследования, представлен роговообманковыми, роговообманково-авгитовыми, авгитовыми, оливинными базальтами, андезито-базальтами, делленитами, диабазами, габбро-диоритами, трахибазальтами и их пирокластолитами (пемзовыми и пепловыми туфами). Этот материал выносятся в береговую зону моря реками, дренирующими палеогеновый вулканогенный комплекс Аджаро-Имеретинского хребта. Породы этого комплекса в основном сложены щелочными и субщелочными базальтоидами, которые, как известно [1, 2], характеризуются повышенным содержанием магнетита и диоксид-авгита. Следовательно, они и слагают питающую провинцию.

Вместе с тем на участке Чорохи-Батуми в пляжеобразующих процессах большую роль играют породы палеозойского гранит-метаморфического комплекса Анатолийского плоскогорья, размываемого р. Чорохи.

Таким образом, концентрация магнетита происходит вначале на водосборных площадях, затем при транспортировке реками и далее шлихованием прибрежных осадков волнениями. В тяжелой фракции вместе с магнетитом содержится значительное количество диоксид-авгита, зерна которого обычно более крупные, чем магнетита, что связано с различиями в их удельных весах. Присутствие незначительного количества породообразующих минералов в легкой фракции (кварц, калишпат, плагиоклаз и др.) обусловлено отмучиванием терригенного материала и транспортировкой этих минералов в глубь моря.

Академия наук Грузинской ССР  
Геологический институт  
им. А. И. Джанелидзе

(Поступило 27.12.1985)

## მ. თვალჭრელიძე

შავი ზღვის სამხრეთ-აღმოსავლეთ სანაპიროს თანამედროვე ნალექების მინერალოგიის შესახებ (სუფსა-ჰოროხის მდინარეთაშუეთში)

## რეზიუმე

დადგენილია, რომ შავი ზღვის სამხრეთ-აღმოსავლეთ სანაპიროს პლაჟის ქვიშები ძირითადად ავგიტ-მაგნეტიტის ტერიგენულ-მინერალოგიურ პროვინციას წარმოადგენს, მასალის წყაროს კი — აჭარა-იმერეთის ქედის პალეოგენური ვულკანური წყება, ანატოლიის ზეგნის პალეოზოური გრანოტიოიდები და მეზოზოური დანალექი ქანები. ქვიშის წვრილი ფრაქციები გამდიდრებულია მაგნეტიტით და გავრცელებულია ძირითადად მდ. სუფსასა და ნატანებს შორის.

## LITHOLOGY

M. G. TVALCHRELIDZE

ON THE MINERALOGY OF THE RECENT DEPOSITS OF THE  
SOUTH-EASTERN COAST OF THE BLACK SEA  
(Supsa-Chorokhi Interfluve)

## Summary

The sands of the Achara Black Sea beaches have been found to form an augite-magnetite terrigenous mineralogical province. The sources of material are the Paleogene volcanic suite of the Achara-Imereti Range, and the Paleozoic granitoids and Mesozoic deposits of the Anatolian upland. The fine sand fractions that occur mainly between the rivers Supsa and Natanebi are enriched with magnetite.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. Ш. Надарейшвили. Сб. «Проблемы геологии Аджаро-Триалетии». Тбилиси, 1974.
2. Ш. А. Адамия, Г. С. Закарнадзе, М. Б. Лорткипанидзе, Н. Ш. Салуквадзе. Там же.

Т. Г. ДЖАВАХИШВИЛИ

О РАСЧЕТЕ МНОВОВОЛНОВОГО ПОКРЫТИЯ,  
 СОСТАВЛЕННОГО ИЗ НЕКРУГОВЫХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ  
 ОБОЛОЧЕК

(Представлено членом-корреспондентом Академии Ш. Г. Напетваридзе 7.6.1984)

Рассмотрим покрытие, состоящее из овальных цилиндрических оболочек со свободно опертыми криволинейными краями (рис. 1).

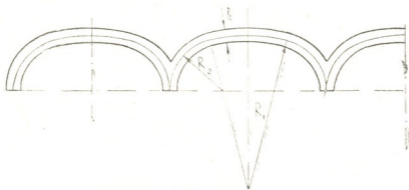


Рис. 1

Конструкция состоит из более чем двух оболочек, каждая из которых подвергается действию одинаковой вертикальной нагрузки интенсивности  $q$ . При расчете такой конструкции можно ограничиться рассмотрением лишь двух оболочек, из коих одна является промежуточной, а вторая — крайней.

Дифференциальное уравнение упругих прогибов оболочки (в рамках применимости полумоментной теории), после разделения переменных, как известно, имеет вид [1—3]

$$\frac{d^8 W}{ds^8} + T \cdot W = f(s), \quad (1)$$

где

$$T = \frac{12 \cdot \pi^4}{h^2 L^4 \cdot R^2}; \quad f(s) = - \frac{24}{E h^3 \cdot R^4} \cdot q \cdot \cos \frac{s}{R};$$

$R$  — кусочно-постоянный радиус кривизны;  $h$  — толщина оболочки;  $L$  — ее длина, а  $E$  — модуль упругости.

Будем искать разрывное решение дифференциального уравнения (1) с помощью обобщенного Ш. Е. Микеладзе формулы Маклорена без остаточного члена [4]:

$$W(s) = \sum_{k=1}^n \frac{s^{k-1}}{(k-1)!} \cdot W^{(k-1)}(0) + \sum_{k=1}^n \sum_{\eta=1,2,\dots}^r \frac{(s-s_\eta)^{k-1}}{(k-1)!} \delta_{\eta}^{k-1}, \quad (2)$$

где  $s_{\eta} < s$  и  $\delta_{\eta}^{k-1}$  ( $\eta=1, 2, \dots$ ) обозначают соответственно точки разрывов и значения скачков функций  $W^{(k-1)}(0)$  в промежутках:  $s \in [-s; s]$  — для крайней оболочки,  $s \in [0, s]$  — для промежуточной.

Попутно заметим, что  $W(s)$  и ее производные до третьего порядка включительно определяются из условий непрерывности тангенциальных составляющих вектора перемещения, нормальных кольцевых усилий и перерезывающих сил в точках  $s_{\eta}$ . Что касается производных более высокого порядка  $W^{(k-1)}(s)$  ( $k \geq 9$ ) и их скачков, то они определяются посредством производных более низкого порядка и их скачков на основе дифференциального уравнения (1) и тех соотношений, которые получаются путем дифференцирования (1) соответствующее число раз.

Соответственно для крайней оболочки будем иметь

$$W^{(t)}(0) = f^{(t-s)}(0) - T \cdot W^{(t-s)}(0) \quad (t=8, 9, \dots) \quad (3)$$

и

$$\delta^{t+s} = f_{(+)}^{(t)}(s_{\eta}) - f_{(-)}^{(t)}(s_{\eta}) - (T_{(+)} - T_{(-)}) \cdot W_{(-)}^{(t)}(s_{\eta}) - T_{(+)} \cdot \delta_{\eta}^{(t)}, \quad (t=0, 1, 2, \dots) \quad (4)$$

Для промежуточной оболочки вместо (3) имеем

$$W^{(2t)}(0) = f^{(2t-s)}(0) - T \cdot W^{(2t-s)}(0). \quad (t=4, 5, \dots).$$

При этом (4) остается в силе.

Знаки (+) и (−) в формуле (4) соответствуют значениям функции в точке разрыва справа и слева.

Относительно граничных условий задачи заметим, что продольный край крайней оболочки либо свободен, либо оперт шарнирно-подвижно. Граничные условия вдоль линии сопряжения в случае жестко скрепленных краев имеет вид [2]

$$W^{(1)}(s) = 0,$$

$$W^{(5)}(s) = \frac{24}{Eh^3} \frac{q}{R} \sin \frac{s}{R},$$

$$W^{(3)}(s) \cdot \cos \frac{s}{R} - R \cdot W^{(4)}(s) \cdot \sin \frac{s}{R} = \frac{6R}{Eh^3} q \sin \frac{2s}{R}, \quad (5)$$

$$\left(\frac{\pi}{L}\right)^4 W(s) \sin \frac{s}{R} + \frac{Rh^2}{12} W^{(7)}(s) \cdot \cos \frac{s}{R} = -\frac{q}{EhR^2} \sin \frac{2s}{R}.$$

Если вдоль линии сопряжения имеется цилиндрический шарнир, то граничные условия примут вид [2, 5]:

$$W^{(2)}(s) = 0,$$

$$W^{(6)}(s) = \frac{24}{Eh^3} \frac{q}{R} \sin \frac{s}{R},$$

$$W^{(3)}(s) \cos \frac{s}{R} - R \cdot W^{(4)}(s) \cdot \sin \frac{s}{R} = \frac{6R}{Eh^3} q \sin \frac{2s}{R}, \quad (6)$$

$$\left(\frac{\pi}{L}\right)^4 W(s) \cdot \sin \frac{s}{R} + \frac{R \cdot h^2}{12} W^{(7)}(s) \cos \frac{s}{R} = -\frac{q}{Eh \cdot R^2} \sin \frac{2s}{R}.$$

В среднем сечении промежуточной оболочки нулю равняются перерезывающая сила, сдвигающая сила, поперечный компонент перемещения и угол поворота.

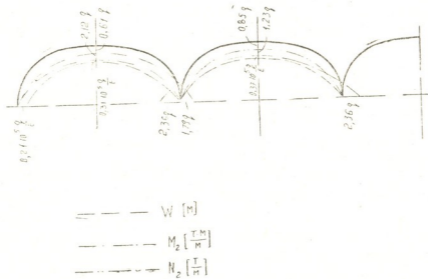


Рис. 2а

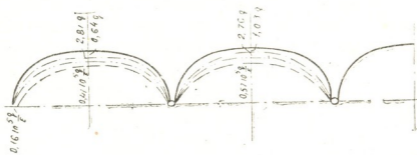


Рис. 2б

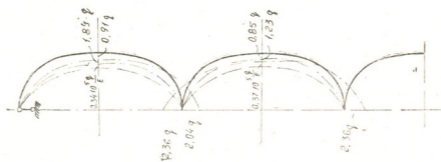


Рис. 2в

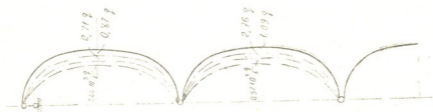


Рис. 2г



В качестве примера было рассмотрено многоволновое покрытие, со следующими размерами каждой из оболочек:  $R=3,0$  м;  $R_2=1,5$  м;  $L=20$  м,  $h=0,1$  м (рис. 1).

Построены эпюры прогибов и усилий (рис. 2,а,б,в,г).

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

(Поступило 7.6.1984)

საშენიანო მექანიკა

თ. ჯავახიშვილი

არაწრიული ცილინდრული ბარსებისგან შედგენილი  
 მრავალბაიანი გადახურვის განაბარიშება

რეზიუმე

შესწავლილია მრავალბაიანი თხელკედლიანი გადახურვა, რომელიც მიიღება ოვალური ცილინდრული გარსების მსახველთა გასწვრივ ერთმანეთთან შეუღლებების გზით.

ამოცანა დაიყვანება განაპირა და ერთ-ერთი შუალედური გარსის განაგარიშებაზე. თითოეული მათგანის დრეკადი წონასწორობის გადამწყვეტი დიფერენციალური განტოლების წყვეტილი ამონახსენი აგებულია შ. მიქელაძის მიერ განზოგადებული მაკლორენის ფორმულის დახმარებით [4].

აგებულია დრეკადი ჩაღუნვებისა და შიგა ძალების ეპიურები.

STRUCTURAL MECHANICS

T. G. JAVAKHISHVILI

## ON THE ANALYSIS OF MULTICYLINDRICAL SHELL ROOFS CONSISTING OF NONCIRCULAR BAYS

Summary

A multicylindrical thin shell roof, consisting of oval cylindrical shells joined along the generators, is studied. The problem is reduced to the analysis of the outer and one of the intermediate bays. A discontinuous solution of the corresponding resolving differential equation of elastic equilibrium is constructed by means of Maclaurin's formula, generalized by Sh. E. Mikeladze [4]. The diagrams of elastic deflections and internal forces are given.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. T. E. Gibson. Linear Elastic Theory of Thin Shells. Pergamon Press, London 1975.
2. შ. მიქელაძე. თხელკედლიანი სივრცული სისტემების განაგარიშების საფუძვლები. თბილისი, 1980.
3. Т. Г. Джавахишвили. Сообщения АН ГССР, 111, № 2, 1983.
4. Ш. Е. Микеладзе. Некоторые задачи строительной механики. М.—Л., 1948.
5. В. З. Власов. Избранные труды, т. I. М., 1962.



А. А. ЭСАКИЯ

## ВЛИЯНИЕ ИНТЕРВАЛА ЗАМЕДЛЕНИЯ НА ИНТЕНСИВНОСТЬ И СПЕКТРАЛЬНЫЙ СОСТАВ СЕЙСМОВЗРЫВНЫХ КОЛЕБАНИЙ

(Представлено членом-корреспондентом Академии И. И. Зурабишвили 6.12.1985)

Взрывные работы при строительстве Тбилисского метрополитена ведутся методом КЗВ. Ввиду того что суммарная масса заряда ВВ, расходуемая на каждый цикл взрывания, а также трасса и глубина заложения перегонных тоннелей заданы, одним из основных регулирующих факторов сейсмического воздействия промышленных взрывов на подземные сооружения является интервал замедления между группами зарядов.

С целью установления степени влияния этого параметра на интенсивность колебания грунта и зданий в процессе строительства тоннелей шахт №№ 32 и 34 Управления «Тбилтоннельстрой» были выполнены сейсмометрические наблюдения.

Расстояние между очагами взрыва и точками наблюдения изменялось в пределах  $r=50-90$  м, суммарная масса заряда ВВ  $Q=36-45$  кг, интервал замедления между группами зарядов  $\tau=15-60$  мс, а максимальная масса заряда ВВ в группе  $q_{\max}=14-20$  кг.

Основным параметром, определяющим интенсивность сейсмических колебаний, является скорость смещения частиц среды [1]:

$$v = K \left( \frac{\sqrt[3]{Q}}{r} \right)^{\nu} = K \rho^{\nu}, \quad (1)$$

где  $Q$  — масса заряда ВВ;  $r$  — расстояние;  $K$  — коэффициент пропорциональности и  $\nu$  — показатель затухания сейсмических волн зависят от свойств среды и технологических параметров взрывания.

При постоянных значениях  $\tau=30$  мс,  $q_{\max}=16$  кг уравнение (1) для условий Тбилисского метрополитена имеет вид

$$v_0 = 3970 \rho^{2.43}. \quad (2)$$

Исследования показали, что изменение интенсивности сейсмических колебаний от интервала замедления между взрывами врубовых и отбойных шпуров аппроксимируется уравнением

$$K_{\tau} = 9,2 \tau^{-0.85}, \quad (3)$$

где  $K_{\tau} = \frac{v_{\tau}}{v_0}$ ;  $v_0$  — скорость смещения при интервале замедления 30 мс;

$v_{\tau}$  — скорость смещения при произвольном интервале замедления.

По полученным сейсмограммам построены амплитудные (по скорости) и энергетические спектральные графики колебаний грунта и зданий в диапазоне частот 1—50 гц [2].

Анализ спектральных графиков вертикальных колебаний грунта (рис. 1) показал, что при замедлениях между взрывами зарядов вру-

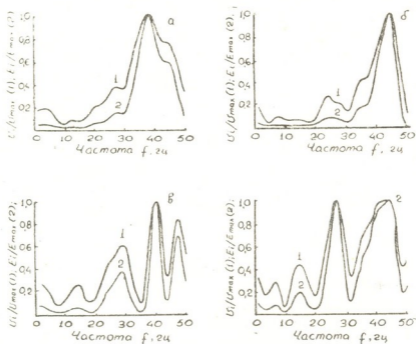


Рис. 1. Спектральные графики вертикальных колебаний грунта при различных интервалах замедления ( $\tau$ ) между взрывами врубовых и отбойных шпуров: а)  $\tau=15$  мс; б)  $\tau=30$  мс; в)  $\tau=45$  мс; г)  $\tau=60$  мс. 1—амплитудный (по скорости) спектр; 2—энергетический спектр

бовых и отбойных шпуров  $\tau=15$  и 30 мс, 95% всей энергии колебаний выделяется на частоте 30—50 гц. При увеличении интервала замедления до 45—60 мс в энергетическом спектре появляются допол-

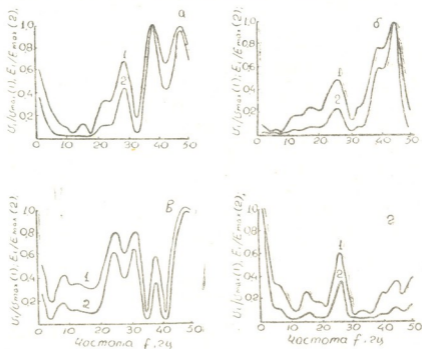


Рис. 2. Спектральные графики вертикальных колебаний фундамента здания при различных интервалах замедления ( $\tau$ ) между взрывами врубовых и отбойных шпуров: а)  $\tau=15$  мс; б)  $\tau=30$  мс; в)  $\tau=45$  мс; г)  $\tau=60$  мс. 1—амплитудный (по скорости) спектр; 2—энергетический спектр

нительно несколько пиковых значений в области более низких частот, причем по мере увеличения интервала замедления уменьшается энергонасыщенность главного максимума и соответственно растет доля энергии инзочастотных гармоник.

При значении интервала замедления  $\tau=60$  мс пик в диапазоне частот 23... 32 гц достигает величины главного максимума, а в области частот 1—20 гц появляются энергетические пики ненаблюдаемые при интервале замедлений  $\tau=15$  мс. Гармоники в области частот 32—50 гц переносят около 50% всей энергии колебаний.

Что касается спектральных графиков колебаний здания, то они в большинстве случаев подобны вышерассмотренным спектральным графикам колебаний грунта. Такая закономерность хорошо прослеживается на спектральных графиках вертикальных колебаний фундамента 8-этажного здания (рис. 2). При интервалах замедления 15, 30 и 45 мс большая часть всей сейсмической энергии приходится на диапазон частот 20—50 гц.

Увеличение интервала замедления до 60 мс ведет к резкому изменению конфигурации спектрального графика с выделением около 50% всей сейсмической энергии в диапазоне частот 1—10 гц.

Таким образом можно заключить, что при малых значениях интервала замедления между взрывами зарядов врубовых и отбойных шпуров ( $\tau=15$  мс) растет интенсивность колебания частиц грунта, а при  $\tau=60$  мс увеличивается доля энергии, выделяемая на частоте собственных колебаний здания, что повышает вероятность возникновения в нем резонансных явлений.

Указанное изменение интенсивности и спектрального состава сейсмических колебаний грунта и здания связано с изменением условий формирования врубовой полости в очаге взрыва.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт горной механики  
им. Г. А. Цулукидзе

(Поступило 6.12.1985)

საშენობლო მეცნიერება

ა. მსახიბაძე

დაყოვნების ინტერვალის ზეგავლენა ავითქმების სეისმური რხევების ინტენსივობასა და სპექტრულ შემადგენლობაზე

რეზიუმე

ნაშრომში განხილულია მეტროპოლიტენის გვირაბების გაყვანისას ავითქმებითი სამუშაოებით გამოწვეული სეისმური რხევების ინტენსივობისა და სპექტრული შემადგენლობის დამოკიდებულება დაყოვნების ინტერვალზე გამყვება და მომგრევე მუხტებს შორის.

A. A. ESAKIA

THE EFFECT OF THE INTERVAL OF DECELERATION ON THE  
INTENSITY AND SPECTRAL COMPOSITION OF SEISMIC AND  
BLAST OSCILLATIONS

## Summary

The paper discusses the dependence of the seismic effects on the interval of deceleration between cutting and breaking charges when tunnels of an underground are being driven by means of short-delay blasting.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. М. А. Садовский. Простейшие приемы определения сейсмической опасности массовых взрывов. М., 1946.
2. В. И. Терентьев, Л. В. Сафонов, А. Г. Гончаров. Системный метод анализа эффективности промышленных взрывов. М., 1975.



Ш. Д. РАМИШВИЛИ, Ф. Н. ТАВАДЗЕ (академик АН ГССР),  
М. Я. БРОВМАН, Н. Д. ТХЕЛИДЗЕ, И. Д. КАДЖАЯ

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ УСИЛИЯ ВЫТЯГИВАНИЯ ПОЛОЙ ЗАГОТОВКИ ИЗ КРИСТАЛЛИЗАТОРА

Усилие вытягивания заготовки из кристаллизатора является одним из основных параметров процесса литья, знание которого позволяет наиболее рационально использовать энергопрочностные возможности МНЛЗ, не перегружая их и гарантируя тем самым надежность их работы.

В отечественной и зарубежной литературе в основном освещаются вопросы, связанные с исследованиями силовых параметров процесса полунепрерывного и непрерывного литья сплошных заготовок. Значительно в меньшей степени рассматриваются вопросы, касающиеся исследований энергосиловых параметров процесса литья полых заготовок. Введением в технологический процесс непрерывного литья полых заготовок профилированного внутреннего кристаллизатора значительно усложняется как экспериментальное, так и аналитическое исследование процесса.

В данном случае величина усилия вытягивания заготовки зависит не только от наружного кристаллизатора, но и от конструктивных параметров внутреннего кристаллизатора, от его профилировки и степени усадки заготовки по высоте кристаллизатора. В зависимости от

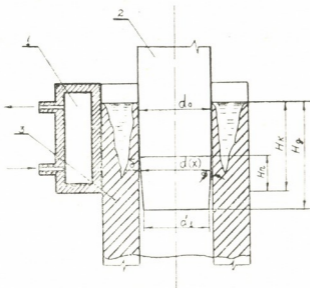


Рис. 1. Схема непрерывного литья полый заготовки: 1 — кристаллизатор, 2 — дорн, 3 — заготовка

соотношения длин цилиндрического и конического участков внутреннего кристаллизатора значительно меняется усилие вытягивания заготовки из кристаллизатора.



С целью разработки методики расчета усилия вытягивания полой заготовки из кристаллизатора с учетом вышеупомянутых факторов рассмотрим процесс непрерывного литья по схеме, изображенной на рис. 1.

Полая заготовка стремится иметь длину

$$l_0 = \pi d_0(1 - \alpha t_0 + \alpha t), \quad (1)$$

а фактически ее длина равна

$$l = \pi d(x), \quad (2)$$

где  $l_0$  — длина по диаметру заготовки;  $d_0$  — диаметр заготовки у мениска;  $\alpha$  — коэффициент линейного расширения;  $t_0$  — температура затвердевания;  $t$  — текущая температура корки заготовки;  $d(x)$  — текущий диаметр заготовки.

Удлинение равно

$$\Delta l = \pi [d(x) - d_0 + d_0 \alpha (t_0 - t)]; \quad (3)$$

$$\mathcal{E} = \frac{\Delta l}{l_0} \approx \frac{d(x) - d_0 + \alpha (t_0 - t) d_0}{d_0}. \quad (4)$$

Напряжение при упругой деформации

$$\sigma = E \mathcal{E} = \frac{E}{d_0} [d(x) - d_0 + \alpha (t_0 - t) d_0], \quad (5)$$

где  $E$  — средний модуль упругости корки слитка.

С другой стороны [1],

$$P = \frac{\sigma \delta}{R_0}, \quad (6)$$

где  $R_0$  — внутренний радиус заготовки;  $\delta$  — толщина корки заготовки. Вставляя значение  $\sigma$  в уравнение (6), получаем формулу, определяющую удельное давление заготовки на внутренний кристаллизатор

$$P = \frac{E \delta}{R_0 d_0} [d(x) - d_0 + \alpha (t_0 - t) d_0]. \quad (7)$$

Профилировку внутреннего кристаллизатора можно представить в виде

$$d(x) = d_0 [1 - \varphi(X)]. \quad (8)$$

После подстановки значения  $d(x)$  в уравнение (7) получим

$$P(x) = \frac{EK_2 \sqrt{X}}{R \sqrt{V}} [-\varphi(X) + \alpha (t_0 - t)], \quad (9)$$

где  $K_2$  — коэффициент затвердевания заготовки со стороны внутреннего кристаллизатора;  $V$  — скорость литья;  $X$  — координата;  $\delta = K_2 \sqrt{\frac{X}{V}}$  — толщина корки.

Внутренний кристаллизатор имеет идеальную профилировку в том случае, если  $P=0$ , т. е. когда  $\varphi(X) = \alpha(t_0 - t)$ . Примем функцию  $t(x)$  в виде

$$t = t_0 - mx. \quad (10)$$

При  $x = H_g$   $t = t_1$  и  $t_1 = t_0 - mH_g$ , а постоянная равна

$$m = \frac{t_0 - t_1}{H_g}.$$



После подстановки значения  $m$  в уравнение (10) получим

$$t = t_0 - \frac{(t_0 - t_1)}{H_g} x, \quad (11)$$

где  $t_1$  — температура корки заготовки в конце внутреннего кристаллизатора.

Вставляя значение  $t$  в уравнение (9), получаем

$$P(x) = \frac{EK_2 \sqrt{X}}{R \sqrt{V}} \left[ -\varphi(x) + \frac{\alpha(t_0 - t_1)x}{H_g} \right]. \quad (12)$$

Определим значение  $\varphi(x)$ . Для прямого внутреннего кристаллизатора

$$d(x) = d_0 - cx. \quad (13)$$

Когда  $x = H_g$   $d = d_1$  и  $d_1 = d_0 - cH_g$ , отсюда постоянная  $c = \frac{d_0 - d_1}{H_g}$ .

Вставляя значение  $c$  в выражение (13), получаем

$$d(x) = d_0 \left[ 1 - \frac{(d_0 - d_1)x}{d_0 H_g} \right]. \quad (14)$$

Приравнявая  $d(x)$ , согласно формулам (8) и (14), получаем

$$\varphi x = \frac{(d_0 - d_1)x}{d_0 H_g}. \quad (15)$$

Из рис. 1 видно, что  $d_0 - d_1 = 2H_g \operatorname{tg} \beta$ . Подставляя полученное значение  $d_0 - d_1$  в выражение  $\varphi x$ , получаем.

$$\varphi x = 2 \operatorname{tg} \beta \frac{x}{d_0}. \quad (16)$$

Уравнение для изменения удельного давления заготовки на внутренний кристаллизатор

$$P(x) = \frac{2EK_2 X^{1.5}}{d_0 \sqrt{V}} \left[ \frac{\alpha(t_0 - t_1)}{H_g} - \frac{2 \operatorname{tg} \beta}{d_0} \right]. \quad (17)$$

А в сечении, где  $x = H_g$ ,

$$P(H_g) = P_1 = \frac{2EK_2 \sqrt{H_g}}{d_0 \sqrt{V}} \left[ \alpha(t_0 - t_1) - 2 \operatorname{tg} \beta \frac{H_g}{d_0} \right]. \quad (18)$$

Напряжение сил трения в данном сечении равно

$$\tau_n = \mu P(x) = \frac{2\mu EK_2 X^{1.5}}{d_0 \sqrt{V}} \left[ \frac{\alpha \Delta t}{H_g} - \frac{2 \operatorname{tg} \beta}{d_0} \right].$$

Сила трения

$$dT = 2\pi \tau_n \frac{d_0}{2} dx = \pi d_0 \tau_n dx.$$

А полная сила трения  $T = \int_0^{H_g} \pi d_0 \tau_n dx$

$$T = 2,52 \frac{\mu EK_2 H_g^{1.5}}{\sqrt{V}} \left( \alpha \Delta t - 2 \frac{H_g}{d_0} \operatorname{tg} \beta \right). \quad (19)$$

Это основная расчетная формула. Если еще учесть ферростатическое давление ( $\gamma x$ ), создающее в слое толщиной ( $dx$ ) трение

$$2\pi \gamma x \frac{d_0}{2} \mu dx = \pi \gamma \mu x d_0 dx,$$



тогда составляющая сил трения возрастает на

$$T_1 = \int_0^{H_g} \mu \pi \gamma d_0 x dx = 1,57 \mu \gamma d_0 H_g^2.$$

При разливке полой заготовки полная сила трения о внутренний кристаллизатор равна

$$T = 1,57 \mu H_g^2 \left[ \gamma d_0 + \frac{1,6EK_0}{\sqrt{H_g V}} \left( \alpha \Delta t - 2 \frac{H_g}{d_0} \operatorname{tg} \beta \right) \right]. \quad (20)$$

Академия наук Грузинской ССР  
 Институт металлургии  
 им. 50-летия СССР

(Поступило 28.9.1984)

მეტალურგია

შ. რამიშვილი, ფ. თავაძე (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი),  
 მ. ბროვმანი, ნ. თხელიძე, ი. ქაჯაია

კრისტალიზატორიდან ღრუ ნამზადის გამოწევის ძალის განსაზღვრა

რ ე ზ ი მ ე

მოცემულია კრისტალიზატორიდან ღრუ ნამზადის გამოწევის ძალის საანგარიშო მეთოდი.

მიღებულია საინჟინრო ფორმულები გამოწევის ძალის განსასაზღვრავად შიგა კრისტალიზატორის კონსტრუქციული პარამეტრების და ნამზადის ჩაჭდომის გათვალისწინებით.

METALLURGY

Sh. D. RAMISHVILI, F. N. TAVADZE, M. Ya. BROVMAN, N. D. TKHELIDZE,  
 I. D. KAJAIA

## DETERMINATION OF THE FORCE OF EXTRACTION OF HOLLOW BILLETS FROM THE CRYSTALLIZER

Summary

A method is proposed for calculating the force of extraction of hollow billets from the crystallizer. Engineering formulas are derived determining the force of extraction of hollow billets regarding the design parameter of the inside crystallizer and the rate of billet shrinkage.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. М. Беляев. Соппротивление материалов. М., 1954.



С. С. МЕСАРҚИШВИЛИ, Ю. Ш. КЕИНАШВИЛИ

## К ВОПРОСУ ДРОБЛЕНИЯ ВЫСОКОВЛАЖНЫХ МАТЕРИАЛОВ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. Я. Шхвацабая 12.6.1985)

Современная методика расчета производительности горизонтальных парных валковых дробилок, предложенная для твердых низко-влажных материалов, непригодна для высоковлажных материалов, дробление которых сопровождается обильным выделением жидкости. Например, для винограда погрешность в расчетах достигает (в зависимости от рабочего профиля валка) 50—70% [1].

В результате теоретических исследований процесса дробления винограда первоначально была высказана гипотеза, заключающаяся в следующем [2] — виноград, находящийся в межвалковом рабочем пространстве дробилки и испытывающий нарастающее во времени сжимающее воздействие выделяет сок, который опережает основную массу винограда и формируется в виде самостоятельного потока. На основании этой гипотезы была откорректирована общеизвестная формула производительности валковых пробилок путем введения в нее двух дополнительных коэффициентов:  $K_1$  — учитывающего рабочий профиль валка (гладкий, рифленый, лопастной) и  $K_2$  — учитывающего опережающий поток жидкости. Такая корректировка формулы позволила заметно снизить погрешность в расчетах.

Дальнейшее исследование процесса дробления винограда, включая экспериментальное исследование методом скоростной киносъемки, позволили более подробно вскрыть механизм процесса и установить ряд новых положений, не упоминавшихся в технической литературе. Правда, выявленные факты не вносят сколько-нибудь заметные изменения в результаты расчета (структура формулы остается неизменной), однако дают более ясную картину происходящего процесса и раскрывают суть коэффициента  $K_2$ .

Установлено, что с момента выделения жидкости из винограда и по мере ее накопления, часть последней, преодолевая сопротивление виноградной массы, движущейся к выходу из межвалкового пространства, опережает ее и формируется в виде самостоятельного потока, одновременно создавая и противоток, скорость которых пропорциональна гидродинамическому напору жидкости в массе, создаваемому сжимающим усилием валков. Этот факт позволяет уточнить математическое выражение для определения коэффициента  $K_2$  [3]

$$K_2 = \frac{100}{100 - q_0} = \frac{1}{1 - m \frac{V_{св}}{100}}, \quad (1)$$



где  $q_0$  — количество опережающего потока жидкости, % (по мас.);  $m$  — числовой коэффициент, учитывающий долю сусла, образующего опережающий поток;  $V_{св}$  — количество свободного сусла, образующегося в межвалковом рабочем пространстве, % (по мас.).

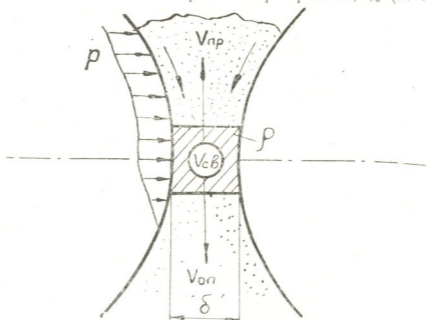


Рис. 1. Схематическое изображение опережающего потока и противотока жидкости в межвалковом рабочем пространстве

Корректировка первоначального выражения (1) заключается в раздельном учете опережающего потока  $V_{оп}$  и противотока  $V_{пр}$  при условии  $V_{св} = V_{оп} + V_{пр}$  (рис. 1).

Таблица 1  
Количество свободного сусла и плотность сжатой виноградной массы в зависимости от ширины рабочего зазора

$\delta$ , мм	3	4	5	6	7	8	9
$V_{св}$ , %	31,67	30,71	28,76	24,90	20,50	15,22	8,50
$\rho$ кг/м <sup>3</sup>	2206	1638	1342	1202	1098	1034	984

Таблица 2  
Соотношение потоков сусла в межвалковом рабочем пространстве в зависимости от типа вала

Тип цилиндрических валков	$V_{св}(q_0)$ % (по массе)	$V_{оп}$ % (по массе)	$m$	$V_{пр}$ % (по массе)	$V_{оп}/V_{пр}$
Рифленные ( $\delta=6$ мм, $n=69-75$ об/мин)	24,90	17,43	0,70	7,47	2,34
Четырехлопастные ( $\delta=5-6$ мм, $n=39-52$ об/мин)	26,85	18,26	0,68	8,59	2,12
Восьмилопастные ( $\delta=5-9$ мм, $n=63-80$ об/мин)	19,58	12,33	0,63	7,25	1,70

В результате проведенных исследований установлено следующее:

— независимо от рабочего профиля и частоты вращения дробильных валков, с уменьшением межвалкового рабочего зазора, т. е. увеличением степени сжатия (дробления) винограда, количество свободного сусла, создающего фракцию самотека, увеличивается, соответственно увеличивая опережающий поток и противоток сусла, сохраняя при этом количественное преимущество за опережающим потоком.

— при прочих одинаковых условиях дробления, с увеличением частоты вращения валков опережающий поток сусла уменьшается, соответственно увеличивая противоток.

— соотношение между опережающим потоком и противотоком сусла зависит, преимущественно, от рабочего профиля вала. Оставаясь всегда больше противотока, доля опережающего потока возрастает тем заметнее, чем больше приближается траектория движения виноградной массы к вертикали, т. е. чем меньше длина пути виноградной массы в межвалковом пространстве.

Согласно допущению  $V_{св} = V_{оп} + V_{пр}$  в зоне минимального межвалкового зазора  $\delta$ , где виноградная масса сжата в максимальной степени (рис. 1), она не будет содержать свободную жидкость  $V_{св}$ . Следовательно, плотность сжатой массы будет значительно больше плотности жирной мезги ( $\rho = 1150 \text{ кг/м}^3$ ), поскольку твердые частицы винограда (гребни, кожица, семена) плотнее сусла. Следовательно, при прочих одинаковых условиях, плотность сжатой мезги будет зависеть от величины межвалкового рабочего зазора. По экспериментальным данным десяти основных промышленных сортов винограда Грузии, эта зависимость имеет вид (табл. 1)

$$\rho = 653 \cdot e^{\frac{3.66}{\delta}} \text{ кг/м}^3, \quad (2)$$

где  $e$  — основа натуральных логарифмов.

Таким образом, с учетом уточнений, приведенных в настоящей статье, формулы, рекомендуемые нами для расчета производительности и конструктивных параметров виноградных валковых дробилок [2, 4], могут найти применение, независимо от рабочего профиля дробильных валков и степени влажности обрабатываемого насыпного материала.

Грузинский сельскохозяйственный институт

(Поступило 14.6.1985)

განმანათლებლო დეპარტამენტი

ს. მესაჩოვშილი, ი. ჟინაუშილი

მალატენიანი მასალების დამუშავების საკითხისათვის

რეზიუმე

დადგენილია, რომ ლილვაკებიან საჭყლეტ მანქანებში მალატენიანი მასალიდან, მაგალითად, ყურძნიდან, სითხის (წვენის) გამოყოფისთანავე მისი ნაწილი უსწრებლად ძირითად მასას და ფორმირდება თანმთხვეული მიმართულე-



ბის დამოუკიდებელ ნაკადად, ხოლო მეორე ნაწილი ქმნის ნაკადს, მიმართულს ამ უკანასკნელის საწინააღმდეგოდ, რაც მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს შეკუმშული მასის სიმკვრივეზე და ატვირთვას უნდა იყოს მიღებული მხედველობაში საწყლტების მწარმოებლურობის გაანგარიშებისას. მოცემულია საანგარიშო ფორმულები ყურძნის შემთხვევისათვის.

MACHINE BUILDING SCIENCE

S. S. MESARKISHVILI, I. Sh. KEINASHVILI

ON SHREDDING MATERIALS WITH HIGH MOISTURE

Summary

It is established that in roll crushers just after the segregation of liquid (juice) from materials with high moisture (e. g. from grapes) a part of the liquid goes before the main part and forms an independent flux in the same direction, and the other part forms a flux in the opposite direction, which significantly affects the density of the compressed mass. This situation must be taken into account when calculating the productivity of roll crushers. The formulae are given for the case of grapes.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. С. С. Месаркишвили. НИИ НТИ, Техн. информация, машиноведения, № 1. Тбилиси, 1971.
2. С. С. Месаркишвили. Сообщения АН ГССР, 87, № 1, 1977, 145—148.
3. С. С. Месаркишвили. НИИ НТИ, Техн. информация, машиноведения, № 23. Тбилиси, 1984.
4. С. С. Месаркишвили. Сообщения АН ГССР, 110, № 3, 1983, 569—572.



О. А. СИЧИНАВА, А. Р. СИАМАШВИЛИ

## К ВОПРОСУ ОБЕСПЕЧЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ НЕОБЛИЦОВАННЫХ ЗЕМЛЯНЫХ КАНАЛОВ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Ш. Г. Напетваридзе 29.9.1984)

Для обеспечения устойчивости поперечных сечений каналов, предназначенных для территориального перераспределения речного стока, большое значение имеет выбор формы русла и расчетной скорости. Под воздействием этих факторов в поперечном сечении канала формируется кинематическая структура потока, которая определяет стабильность или деформируемость русла [1].

Исследования фактического распределения осредненных скоростей по ширине русла дают возможность назначать оптимальные скорости течения в русле, прогнозировать зоны размыва при заданных скоростях потока, проводить соответствующие инженерные мероприятия по предотвращению водной эрозии, устанавливать оптимальные размеры динамически устойчивых русел и т. д.

Экспериментальные исследования последних лет [2—4] внесли значительный вклад в раскрытие механизма переформирования заданных поперечных сечений каналов при допустимых скоростях течения, в описание процесса начального руслоформирования и в установление некоторых факторов, обуславливающих формирование кинематической структуры потока в искусственных земляных руслах. Но в основном они были проведены для так называемых «узких» сечений (диапазон изменения  $\beta = B/H = 4,0 \div 6,5$ ) и не позволяют обобщить результаты исследований в более широком диапазоне изменения параметра формы русла, присущем большим каналам, предназначенным для переброски и распределения водных ресурсов страны.

Для изучения закономерности распределения осредненных скоростей по живому сечению трапецидального канала в зависимости от параметра формы русла  $\beta$  и коэффициента заложения откоса  $m$  в гидротехнической лаборатории ГрузНИИГиМ были осуществлены экспериментальные исследования. Опыты проводились на лотке трапецидального поперечного сечения, конструкция которого позволяла менять заложение откосов канала в требуемых пределах, что позволило изучить формирование кинематической структуры потока в широком диапазоне изменения влияющих на него факторов. Параметр формы русла изменялся в пределах  $\beta = 5,9—13,8$ , коэффициент заложения откоса  $m = 0,84—5,60$ .

Сложность формирования кинематической структуры потока в трапецидальном русле в зависимости от влияющих на него факторов затрудняет количественную оценку этого явления и выделение с определенной точностью всех основных факторов, влияющих на его формирование.

Одним из объективных методов, позволяющих оценить влияние совокупности различных факторов и каждого в отдельности, является метод множественной корреляции.

Для определения множественной криволинейной регрессии распределения осредненных скоростей по ширине трапецидального русла и влияющих на него факторов при обработке экспериментального

материала нами был использован метод выравнивания и нормализации корреляционных связей [5], который дал возможность рассмотреть указанное искомое как функцию всех аргументов, влияющих на его величину, и выделить из этих аргументов эффективные.

В качестве аргументов, влияющих на величину осредненной придонной скорости в произвольной точке смоченного периметра и средней скорости на произвольной вертикали трапецидального канала, были выбраны следующие:

$$\bar{U}_{\Delta i} = f(V_0, H, B, m, R_e, C_m), \quad (1)$$

$$V_{\Delta i} = f(V_0, H, B, m, R_e, C_m), \quad (2)$$

где  $\bar{U}_{\Delta i}$  — придонная осредненная скорость в произвольной точке смоченного периметра;  $V_0$  — средняя скорость потока в русле;  $H$  — глубина потока на оси русла;  $B$  — ширина потока по урезу;  $m$  — коэффициент заложения откоса;  $R_e$  — число Рейнольдса  $R_e = \frac{V_0 R}{\nu}$ ;  $C_m$  — коэффициент Шези;  $V_{\Delta i}$  — средняя скорость на произвольной вертикали.

Метод выравнивания и нормализации корреляционных связей желательно применять тогда, когда исследуемая функция возрастает или убывает в интервале изменения аргументов, поэтому все аргументы, вызывающие монотонность функции, необходимо представить в убывающем или в возрастающем виде. Вследствие этого, а также учитывая, что

$m = \frac{B_i}{h_i}$ , указанные функции можно представить в следующем безразмерном виде:

$$\frac{\bar{U}_{\Delta i}}{V_0} = f\left(\frac{h_i}{H}, \frac{B_i}{B}, R_e, C_m\right), \quad (3)$$

$$\frac{V_{\Delta i}}{V_0} = f\left(\frac{h_i}{H}, \frac{B_i}{B}, R_e, C_m\right). \quad (4)$$

Для автоматизации расчетов была составлена соответствующая программа на ЭВМ. После обработки экспериментального материала были получены уравнения регрессии вида

$$U_0 \left(\frac{\bar{U}_{\Delta i}}{V_0}\right) = 0,80 U_1 \left(\frac{h_i}{H}\right) + 0,12 U_2 \left(\frac{B_i}{B}\right), \quad (5)$$

$$U_0 \left(\frac{V_{\Delta i}}{V_0}\right) = 0,47 U_1 \left(\frac{B_i}{B}\right) + 0,46 U_2 \left(\frac{h_i}{H}\right), \quad (6)$$

где  $\frac{\bar{U}_{\Delta i}}{V_0}$  и  $\frac{V_{\Delta i}}{V_0}$  — относительные скорости соответственно в произвольной точке смоченного периметра и на произвольной вертикали;  $\frac{h_i}{H}$  — относительная глубина на рассматриваемой произвольной вертикали;  $\frac{B_i}{B}$  — относительное расстояние произвольной вертикали от уреза.

Полный коэффициент корреляции соответственно равен 0,91 и 0,92, а средняя квадратическая ошибка — соответственно 0,05 и 0,04.

С помощью уравнения регрессии были получены эмпирические зависимости распределения осредненных скоростей по ширине трапецеидального канала:

$$\frac{U_{xi}}{V_0} = \left( 0,534 \frac{h_i}{H} + 0,411 \frac{B_i}{B} - 0,018 \right)^{0,243}, \quad (7)$$

$$\frac{V_{xi}}{V_0} = \left( 3,15 \frac{B_i}{B} + 0,60 \frac{h_i}{H} + 0,03 \right)^{0,285}. \quad (8)$$

Полученные эмпирические зависимости описывают первоначальное распределение относительных скоростей по ширине трапецеидального канала в зависимости от  $B$ ,  $H$ ,  $h_i$  и  $B_i$ . В целом по ширине русла применение зависимостей (7) и (8) ограничено значением  $B_i/B=0,3$ .

Пользуясь полученными зависимостями, можно устанавливать оптимальные сечения динамически устойчивых русел, с помощью построения плана течения прогнозировать зоны размыва при заданных геометрических и гидравлических параметрах русла и т. д.

Грузинский научно-исследовательский  
институт гидротехники  
и мелиорации

(Поступило 6.10.1984)

ჰიდროტექნიკა

ო. სიჩინავა, ა. სიამაშვილი

მიწის მოუპირკეთებელი არხების მდგრადობის უზრუნველყოფის  
საკითხისათვის

რ ე ზ ი მ ე

ლაბორატორიული გამოკვლევების საფუძველზე მიღებულია ტრაპეციე-  
დალური კვეთის არხების ცოცხალ კვეთებში ფარდობითი სიჩქარეების განა-  
წილების კანონზომიერებანი ფერდის დახრის კოეფიციენტისა და კალაბრის  
პარამეტრის გავალისწინებით.

HYDRAULIC ENGINEERING

O. A. SICHINAVA, A. R. SIAMASHVILI

TOWARDS ENSURING THE STABILITY OF NONFACED  
EARTH CANALS

Summary

Regularities of distribution of relative velocities in trapezoidal cross-  
section canals, with account of the slope coefficient and bed form parameter,  
have been obtained on the basis of laboratory investigations.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Ц. Е. Мирхулава. О надежности крупных каналов. М., 1981.
2. М. И. Богданович, А. А. Осипович, Ф. Д. Шнипов. Сб. «Водное хозяйство и гидротехническое строительство». М., 1984.
3. Е. К. Рабкова, В. Ш. Ельфимов. Гидротехническое строительство, № 3, 1984.
4. И. А. Шеренков. Прикладные плановые задачи гидравлики спокойных потоков. М., 1978.
5. Г. А. Алексеев. Объективные методы выравнивания и нормализации корреляционных связей. Л., 1971.



М. Ш. СУРГУЛАДЗЕ, Ю. М. КЛИМЕНКО,  
О. В. КОРОБЕЙНИКОВ, В. И. НИКИШИН, Г. И. ФУРСИН

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СУБНАНОСЕКУНДНЫХ ВЕНТИЛЕЙ

(Представлено членом-корреспондентом Академии И. В. Прангишвили 11.6.1985)

Одной из основных задач, решаемых разработчиками ЭВМ, является выбор оптимальной элементной базы. К элементной базе вычислительной техники, в зависимости от области использования, предъявляют различные и зачастую противоречивые требования. Главным критерием при выборе элементной базы сверхвысокопроизводительных ЭВМ (супер-ЭВМ) является максимально достижимое быстродействие вентилей при сохранении высокой нагрузочной способности как по входу, так и по выходу и достаточной помехоустойчивости. При этом важную роль играют такие характеристики, как степень интеграции и мощность потребления.

Повышение быстродействия ИС обычно достигается двумя способами — при заданной схмотехнике совершенствуется технология, либо при заданной технологии изменяется схмотехника. Варьирование схмотехники часто позволяет в короткие сроки получить достаточно эффективные решения задачи повышения быстродействия.

В данной статье мы ограничимся кратким рассмотрением биполярных вентилей, выполненных на кремнии. В качестве базовой технологии, для которой проводилось сравнение вентилей с целью выбора наиболее перспективных схмотехнических решений для применения в супер-ЭВМ, нами была выбрана стандартная биполярная технология с боковой диэлектрической изоляцией, по которой в настоящее время изготавливаются наиболее быстродействующие из серийно выпускаемых схем, и, в частности, матричные БИС. Необходимость выполнения такой работы обусловлена тем, что имеющиеся в настоящее время в литературе данные по быстродействию вентилей не дают адекватного представления о качестве схмотехнического проектирования.

При сравнении были использованы расчеты на ЭВМ БЭСМ-6 по программе САМРИС [1]. Быстродействие вентилей рассчитывалось при некотором заданном значении помехоустойчивости 150 мВ для всех вентилей, кроме непороговой логики (НПЛ) и аналогичных им схем и при заданном токе 1 мА, протекающем через эмиттер переключающего транзистора (соответственно мощность для различных вентилей будет различной).

Отличительной особенностью сверхбыстродействующих вентилей является отсутствие насыщения переключающих транзисторов. Исключить режим насыщения переключающих транзисторов можно двумя способами — ограничением перепада напряжения в коллекторе транзистора путем ограничения тока, протекающего через его эмиттер, либо введением нелинейной обратной связи.

Первый способ используется в схемах типа ЭСЛ (рис. 1,а). ЭСЛ-схемы с момента своего появления и до настоящего времени являются самыми быстродействующими из серийно выпускаемых ИС, поэтому в качестве элементной базы большинства высокопроизводительных „მომბე“, ტ. 124, № 1, 1986

тельных ЭВМ используются схемы именно такого типа (при нашем расчете задержка ЭСЛ-вентилей  $\tau_{cp} = 0,57$  нс).

В настоящее время у ЭСЛ-схем появилось много конкурирующих типов схем, в которых при сохранении высокого быстродействия удалось избавиться от многих недостатков, присущих стандартным ЭСЛ-

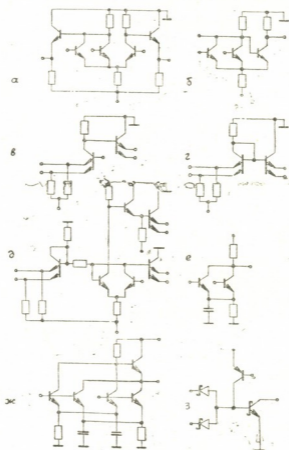


Рис 1

схемам. Одним из направлений модернизации ЭСЛ-вентилей является их упрощение и уменьшение логического перепада. В малосигнальном ЭСЛ-вентиле (МЭСЛ-вентиле) отсутствуют эмиттерные повторители [2], а расчетное значение  $\tau_{cp}$  уменьшается до 0,53 нс.

В малосигнальном гисторезисном ЭСЛ-вентиле (МГЭСЛ-вентиле) по сравнению с МЭСЛ-вентилем отсутствует источник опорного напряжения (рис. 1,б). Такой вентиль при том же логическом перепаде имеет более высокую помехоустойчивость [2]. При одинаковой помехоустойчивости для МГЭСЛ-вентилей расчетное значение  $\tau_{cp} = 1,05$  нс, то есть задержка существенно возрастает по сравнению с ЭСЛ- и МЭСЛ-вентилем.

Для расширения функциональных возможностей МЭСЛ- и МГЭСЛ-вентилей они выполняются многоуровневыми [2, 3]. Проведенный нами расчет двухуровневого МЭСЛ-вентилей показал, что быстродействие схем верхнего уровня совпадает с быстродействием МЭСЛ-вентилей, а для схем нижнего уровня  $\tau_{cp} = 0,65$  нс. Дополнительная задержка при переходе с одного уровня на другой составляет 0,12 нс.

Другим направлением модернизации ЭСЛ-вентилей является удаление инвертирующего выхода. Отсутствие операции инверсии в вентиле эмиттерно-управляемой логики (ЭУЛ-вентиле) [4], показанном на рис. 1,в, позволяет уменьшить  $\tau_{cp}$ . В ЭУЛ-вентиле расчетное значение  $\tau_{cp} = 0,40$  нс на 25% меньше, чем в МЭСЛ-вентиле.

Разновидностью неинвертирующей логики является также логика на эмиттерных повторителях (ЭПЛ) и различные варианты схем, с точки зрения схемотехники занимающие своеобразное промежуточное положение (рис. 1,г) между ЭУЛ-схемами и ЭПЛ-схемами [4]. В их наиболее перспективных вариантах расчетное значение  $\tau_{cp} = 0,20$  нс оказывается наименьшим для исследуемых нами схем. По литературным данным [2] для классического ЭПЛ-вентилля величина  $\tau_{cp}$  в настоящее время составляет 1...2 нс. Такое большое значение  $\tau_{cp}$  для ЭПЛ-вентилля, выпускаемых серийно, объясняется тем, что для их изготовления используется технология тройной диффузии. Однако проведенный нами анализ указывает на возможность использования ЭПЛ-вентилля в ССИС.

Показанный на рис. 1,д вентиль эмиттерно-диодной логики (ЭДЛ-вентиль) [5] имеет расчетное значение  $\tau_{cp} = 0,80$  нс для прямого выхода и  $\tau_{cp} = 1,30$  нс для инверсного выхода. При устранении инверсного выхода задержка существенно уменьшается  $\tau_{cp} = 0,53$  нс. ЭДЛ-вентили реализуются, как правило, без инверсного выхода и работают совместно с ЭСЛ-вентиллями, которые восстанавливают логические уровни и осуществляют операцию инверсии. Измеренная задержка ЭДЛ-вентилля составляет в этом случае 0,45 нс. ЭСЛ-вентили, работающие совместно с ЭДЛ-вентиллями и изготовленные с ними на одном кристалле, имеют задержку 0,35 нс. Как показывает проведенный нами расчет, ЭДЛ-вентили не дают существенного увеличения быстродействия по сравнению с ЭСЛ-вентиллями.

Третье направление модернизации ЭСЛ-вентилля заключается в применении ускоряющих емкостей (в таких вентиллях обычно используется только инверсный выход). На рис. 1,е,ж показаны соответственно НПЛ-вентиль и вентиль логики на низковольтных инверторах НВИЛ-вентиль, являющийся разновидностью непороговой логики. Расчетное значение  $\tau_{cp}$  для НПЛ-вентилля составляет 0,30 нс, для НВИЛ-вентилля — 0,26 нс. По литературным данным НПЛ-вентили имеют задержку  $\tau_{cp} = 0,10$  нс [2], а НВИЛ-вентили  $\tau_{cp} = 0,16$  нс [6].

В вентиллях непороговой логики, а также в ЭПЛ-вентиллях практически отсутствует помехоустойчивость, что является существенным недостатком таких вентиллях.

Рассмотрим один из нескольких возможных типов вентилля, в которых режим насыщения переключающего транзистора устраняется за счет введения нелинейной обратной связи. Для анализа мы выбрали вентиль комплементарной логики с переключением постоянного тока (КПТЛ-вентиль), показанный на рис. 1,з, который переключается быстрее, чем другие типы вентилля с нелинейной обратной связью. Расчетная задержка КПТЛ-вентилля [4]  $\tau_{cp} = 0,46$  нс. Экспериментальные данные показывают, что наименьшая задержка КПТЛ-вентилля составляет  $\tau_{cp} = 0,3...0,5$  нс.

Исходя из проведенного нами анализа, можно выделить следующие перспективные вентили для построения МБИС: ЭСЛ-, КПТЛ- и ЭУЛ-вентили. Однако, как показывает расчет, наибольшее быстродействие удастся достигнуть в схемах, не обладающих помехоустойчивостью, либо в аналоговых схемах. Цепочка аналоговых схем без обратной связи, на входе и (или) на выходе которой находится цифровая схема, рассматриваемая как единое целое, обладает необходимой помехоустойчивостью. Поэтому наиболее радикальным методом повышения быстродействия цифровых схем является использование не одного, а двух или более типов вентилля на одном кристалле МБИС.

Дальнейшее и в ряде случаев значительное повышение быстродействия достигается применением оптимальной для конкретного типа вентилля технологии. Создание биполярных вентилля с величиной



$\tau_{\text{р}} = 10 \dots 100$  нс невозможно, на наш взгляд, без использования полной диэлектрической изоляции [7] и применения методов функциональной интеграции, включая реализацию функционально-интегрированных элементов и схем на их основе с торцевой структурой. Повышение быстродействия достигается также при использовании многоуровневых вентилях и функциональных узлов и блоков с ассоциативной обработкой информации, которые наиболее просто реализуются на основе вентилях типа КПТЛ.

Изложенные выше соображения и результаты расчета указывают некоторые вероятные направления создания следующих поколений матричных БИС для высокопроизводительных вычислительных систем.

Академия наук СССР  
Институт проблем кибернетики

(Поступило 14.6.1985)

ელექტროტექნიკა

მ. სურგულაძე, ი. კლიმენკო, თ. კორობეინიკოვი, ვ. ნიკიშინი,  
გ. ფურსინი

სუბნანოსეკუნდიანი ვენტილები დინამიური მახასიათებლების  
შედარებითი ანალიზი

რეზიუმე

ყველაზე პერსპექტიულ სქემოტექნიკურ გადაწყვეტილებებია ემიტერულკავშირიანი ლოგიკური, კომპლემენტარული ლოგიკური და ემიტერულ-მართვიანი ლოგიკური ვენტილები.

ერთ კრისტალზე ასეთი ტიპის სწრაფმოქმედი ვენტილების რეალიზაცია, სხვა ტიპის მდგრად ვენტილებთან ერთად საშუალებას მოგვცემს დავაყაფოთ ფილოთ კომპრომისული მოთხოვნები სქემების მდგრადობასა და მაღალ სწრაფმოქმედებას შორის.

ELECTROTECHNICS

M. Sh. SURGULADZE, U. M. KLIMENKO,  
O. V. KOROBENIKOV, V. I. NIKISHIN, G. I. FURSIN  
COMPARATIVE ANALYSIS OF THE DYNAMIC CHARACTERISTICS  
OF SUBNANOSECOND RECTIFIERS

Summary

Rectifiers of emitter connecting logic, complementary logic, and emitter controlled logic belong to the most prospective solutions of technical circuit used as an element base of the highspeed matrix of major integrated circuits.

Realization on one crystal of high-speed rectifiers of unthreshold logic and of emitter follower logic types, not possessing noise immunity, together with other types of noise immune rectifiers, permits to meet the trade-off requirements to noise immunity and high-speed response of circuits.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Ю. Н. Беляков, Ю. З. Горбунов, Ю. Е. Егоров, А. Д. Федьинский. Сб. «Микроэлектроника и полупроводниковые приборы», вып. 6. М., 1981, 110—121.
2. В. Г. Немудров, В. И. Лебедев, В. Н. Гладков, Ю. П. Иванов. Быстродействующие БИС на переключателях тока. М., 1982.
3. Л. Н. Преснухин, Н. В. Воробьев, А. А. Шишкевич. Расчет элементов цифровых устройств. М., 1982.
4. Б. А. Безбородников, Б. В. Орлов, Г. И. Фурсин, Ю. И. Щетинин. Электронная промышленность, № 3, 1978, 23—43.
5. Патент США № 4400632.
6. Р. Р. Кониэл. Электроника, 55, № 7, 1982, 57—61.
7. В. И. Никишин, В. Ф. Сынов, Л. П. Тарасов. Биполярные интегральные схемы с диэлектрической изоляцией. Воронеж, 1980.

АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ И ВЫЧИСЛИТ. ТЕХНИКА

В. Н. БУРКОВ, И. А. ГОРГИДЗЕ, А. Д. КВЕСЕЛАВА, А. Г. ПОПОВ,  
 Б. Б. СИЧИНАВА

АДДИТИВНОЕ ПРИБЛИЖЕНИЕ МАТРИЧНОЙ СВЕРТКИ  
 С МИНИМАЛЬНОЙ ОШИБКОЙ

(Представлено академиком И. В. Прангишвили 11.11.1985)

Способ формирования комплексных оценок на основе матричных сверток локальных оценок обладает большой гибкостью и практически позволяет настраивать оценку на широкий набор целей Центра. Однако эта гибкость обеспечивается за счет большого числа настраиваемых элементов. Так, для свертки двух критериев необходимо задать  $m \times n$  чисел (элементов матрицы свертки), где  $m$  и  $n$  — число градаций шкал локальных оценок. Поэтому на практике часто применяются более простые свертки (аддитивные, мультипликативные и т. д.), обладающие меньшей гибкостью, но задаваемые и меньшим числом параметров. Наиболее распространенной является аддитивная свертка  $(u_i + v_j)$ , где  $u_i(v_j)$  — вес  $i$ -й ( $j$ -й) оценки первого критерия ( $j$ -й оценки второго). Задачи приближения матричной свертки  $\|c_{ij}\|$  в виде (1) с минимальной абсолютной и относительной ошибкой была рассмотрена в [1].

В практических приложениях, как правило, сформированная матричная свертка определяется некоторой погрешностью, зависящей от возможностей формализованного описания Центром проводимой политики. Если эта погрешность для элемента  $c_{ij}$  равна  $\eta_{ij}$ , то нет смысла искать оптимальное приближение матричной свертки в виде аддитивной с ошибками меньше, чем  $\eta_{ij}$ . В таких случаях представляет интерес задача оптимального приближения сверху по критерию минимума суммарной взвешенной ошибки приближения при ограничении на допустимую величину ошибки. Дадим формальную постановку задачи: определить  $\{u_i\}$ ,  $i=1, 2, \dots, n$ ,  $\{v_j\}$ ,  $j=1, 2, \dots, m$ , минимизирующие

$$\sum_{i,j} k_{ij}(u_i + v_j - c_{ij}) = \sum_{i=1}^n a_i u_i + \sum_{j=1}^m b_j v_j - \sum_{ij} c_{ij} k_{ij}, \quad (1)$$

$$a_i = \sum_{j=1}^m k_{ij}, \quad b_j = \sum_{i=1}^n k_{ij}$$

при ограничении

$$c_{ij} \leq u_i + v_j \leq c_{ij} + \eta_{ij}, \quad (2)$$

$$i=1, 2, \dots, n, \quad j=1, 2, \dots, m,$$

где  $k_{ij}$  — вес ошибки по элементу  $(i, j)$  матрицы  $(c_{ij})$ . Введем двойственные переменные  $x_{ij} \geq 0$ ,  $y_{ij} \geq 0$  и сформулируем двойственную задачу:

$$\sum_{ij} c_{ij}(x_{ij} - y_{ij}) - \eta_{ij} \sum_{ij} y_{ij} \rightarrow \max,$$

$$\sum_j (x_{ij} - y_{ij}) = a_i,$$

$$\sum_i (x_{ij} - y_{ij}) = b_j.$$

Обозначив  $z_{ij} = x_{ij} - y_{ij}$ , приведем задачу к виду

$$\sum_{ij} c_{ij} z_{ij} - \eta_{ij} \sum_{ij} y_{ij} \rightarrow \max,$$

$$\sum_j z_{ij} = a_i,$$

$$\sum_i z_{ij} = b_j.$$

Из условий  $y_{ij} \geq 0$ ,  $x_{ij} = z_{ij} + y_{ij} \geq 0$  и вида целевой функции следует, что  $y_{ij}$  необходимо взять как можно меньше. Поскольку  $y_{ij} \geq 0$  и  $y_{ij} \geq -z_{ij}$ , то берем

$$y_{ij} = \max(0; -z_{ij}).$$

Окончательно получаем задачу определений  $\{z_{ij}\}$ ,  $i = 1, 2, \dots, n$ ,  $j = 1, 2, \dots, m$ , максимизирующих

$$\sum_{ij} c_{ij} z_{ij} - \eta_{ij} \sum_{ij} \max(0; -z_{ij}) \quad (5)$$

при ограничениях (3), (4).

Это нестандартная задача транспортного типа. Нестандартность определяется, во-первых, отсутствием ограничений неотрицательности  $z_{ij}$ , а, во-вторых, нелинейной добавкой в целевой функции задачи. Для ее решения воспользуемся теоремой об отсутствии в графе контуров положительной длины.

**Теорема 1.** Пусть  $G$  — произвольный орграф с длинами дуг  $l_{ij}$ , не имеющий контуров положительной длины,  $\mu_k$  — путь максимальной длины между вершинами  $k, s$ . Изменим направления и знаки длин дуг  $u$  некоторого подмножества  $\mu^0$  пути  $\mu$ . Тогда новый граф  $G'$  также не будет иметь контуров положительной длины.

На основе этой теоремы опишем алгоритм решения задачи. Сначала получим необходимые и достаточные условия оптимальности.

Пусть  $\{z_{ij}^*\}$  — оптимальное решение задачи. Определим двудольный граф  $G(z^*)$  с длинами дуг  $l_{ij}$ ,  $i = 1, 2, \dots, n$ ,  $j = 1, 2, \dots, m$

$$l_{ij} = \begin{cases} c_{ij}, & \text{если } i \in I, j \in J, z_{ij}^* \geq 0, \\ c_{ij} + \eta, & \text{если } i \in I, j \in J, z_{ij}^* < 0, \\ -c_{ij}, & \text{если } i \in J, j \in I, z_{ij}^* > 0, \\ -c_{ij} - \eta, & \text{если } i \in J, j \in I, z_{ij}^* \leq 0. \end{cases} \quad (6)$$

**Теорема 2.** *Необходимыми и достаточными условиями оптимальности решения  $z^*$  являются отсутствие в графе  $G(z^*)$  контуров положительной длины.*

На основе доказанных теорем опишем алгоритм решения задачи.

Пусть  $z^{k-1}$  — решение, полученное на  $(k-1)$ -м шаге ( $z^0=0$ ),  $k$  — шаг. Определяем длины дуг графа  $G(z^{k-1})$  согласно (6) и находим путь  $\mu(k)$  максимальной длины из ненасыщенных вершин множества  $I$  в ненасыщенные вершины множества  $J$ . Пусть  $\mu^+(k)$  — множество дуг этого пути, идущих из  $I$  в  $J$ ,  $\mu^-(k)$  — множество дуг пути, идущих из  $J$  в  $I$ ,  $i_k$  — начальная,  $j_k$  — конечная вершины пути. Полагаем

$$z_{ij}^k = \begin{cases} z_{ij}^{k-1}, & \text{если } (i, j) \wedge (j, i) \notin \mu(k), \\ z_{ij}^{k-1} + \delta_k, & \text{если } (i, j) \in \mu^+(k), \\ z_{ij}^{k-1} - \delta_k, & \text{если } (j, i) \in \mu^-(k), \end{cases}$$

где

$$\delta_k = \min \left[ a_{i_k} - \sum_{j=1}^m z_{i_k j}^{k-1}; \quad b_{j_k} - \sum_{i=1}^n z_{i j_k}^{k-1}; \quad \min_{(j, i) \in \mu(k)} z_{ij}^{k-1} \right].$$

Затем процедуру повторяем, пока не получим допустимого решения, то есть, пока на очередном шаге не будут выполнены ограничения (3), (4). Это решение и будет оптимальным.

Обоснование алгоритма опирается на теорему 2. Действительно, граф  $G(z^0)$ , очевидно, не имеет контуров положительной длины. На каждом дальнейшем шаге алгоритма, согласно теореме 1, 2, мы будем получать графы  $G(z^k)$ , также не имеющие контуров положительной длины.

Тбилисский филиал  
СНПО «Алгоритм»

Академия наук СССР  
Институт проблем управления

(Поступило 12.12.1985)

ავტობიოგრაფიის მართვა და გამომცემლობის ტექნიკა

მ. ბურკოვი, ი. გორბიძე, ა. კვიციანი, ა. კოკოვი, ზ. სიონიანი

მატრიცული ნახვევის ადითიური მიახლოება მინიმალური ცდომილებით

რეზიუმე

განხილულია ამოცანა ნებისმიერი მატრიცული ნახვევის მიახლოებით წარმოდგენისა მინიმალური ჯამური ცდომილების ადითიური მიახლოებით. მოცემულია მისი ამოხსნის მეთოდი, რომელიც ემყარება თეორემას გრაფში დადებითი სიგრძის კონტურის არარსებობის შესახებ.

AUTOMATIC CONTROL AND COMPUTER ENGINEERING

V. N. BURKOV, I. A. GORGIDZE, A. D. KVESELAVA, A. G. POPOV,  
B. B. SICHINAVA

ADDITIVE APPROXIMATION OF MATRIX CONVOLUTION WITH  
MINIMAL ERROR

Summary

The problem of approximate representation of an arbitrary matrix convolution as an additive with a minimal summary error of approximation is considered. The proposed method of its solution is based on the theorem on the absence of positive length in the contour columns.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. Н. Бурков, В. В. Кондратьев, В. В. Цыганов, А. М. Черкашин.  
Теория активных систем и совершенствование хозяйственного механизма. М.,  
1984.



И. А. ДЖАВАХИШВИЛИ

## ВЛИЯНИЕ СКОРОСТИ НАГРУЖЕНИЯ НА ПРОЧНОСТЬ И ДЕФОРМАТИВНОСТЬ СТАЛЕФИБРОБЕТОНА ПРИ РАСТЯЖЕНИИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Ш. Г. Напетваридзе 15.10.1984)

Важнейшей проблемой, стоящей перед строителями и учеными, является снижение материалоемкости, трудоемкости и энергоемкости изготовления изделий. Один из путей ее решения — использование сталефибробетона. При наличии перспективы промышленного применения изделий из сталефибробетона особое значение приобретает вопрос разработки теории бетона с фибровой арматурой.

Конструкции из бетона и железобетона в эксплуатационных условиях могут быть загружены временной нагрузкой с той или иной скоростью, которая может меняться в больших пределах. Поэтому влияние скорости нагружения на прочностные и деформативные характеристики бетона является одним из актуальных вопросов бетоноведения [1]. Сказанное в полной мере относится и к бетонам с сталефибровым армированием.

Многочисленные исследования, выполненные в нашей стране и за рубежом, показывают, что бетоны с фибровой арматурой обладают рядом ценных свойств, одним из которых является более высокая прочность на растяжение. Благодаря этому бетоны с фибровой арматурой целесообразно использовать в растянутых элементах или в растянутой зоне конструкций, работающих на изгиб [2].

Испытания на растяжение проводились на универсальном прессе «Инстрон-1115» при пяти, различных на порядок, скоростях деформаций  $2,13 \cdot 10^{-7} \div 2,13 \cdot 10^{-3}$  1/с. Испытывались плоские «восьмерки» толщиной 50 мм, шириной рабочей части 70 мм. База измерения 200 мм при общей длине образца 530 мм.

На каждую скорость нагружения параллельно испытывалось по 12 образцов из сталефибробетона и 12 из неармированной матрицы. Для обоих видов применялся мелкозернистый бетон состава 1:2 (по массе) при В/Ц=0,45. Песок кварцевый — речной Даркветского месторождения, крупностью до 5 мм. Цемент портландский (Каспского завода) марки 450. Для армирования применялись стальные фибры диаметром  $d=0,4$  мм и длиной  $l=40$  мм. Объемный процент армирования составлял  $\mu=2,0\%$ . Для перемешивания как неармированной, так и фиброармированной бетонных смесей применялась стандартная растворомешалка (принудительного перемешивания) емкостью 10 л. Стальные волокна вводились в готовый бетонный раствор вручную.

После формирования образцы в течение 28 суток вызревали в камере нормального твердения — «влажные» образцы (относительная влажность среды не менее 98% при  $t=20 \pm 1^\circ\text{C}$ ). Часть образцов перед испытанием высушивалась до постоянного веса при  $t=105^\circ\text{C}$  в сушильном шкафу — «сухие образцы».



В проведенных четырех сериях эксперимента было испытано 120 «влажных образцов» и 120 «сухих образцов» сталефиброармированной и неармированной матрицы. Результаты эксперимента приведены в таблице.

Анализ полученных данных показал следующее:

- сталефибровое армирование увеличивает прочность бетонной матрицы (при центральном растяжении) в 2—2,5 раза;
- предел прочности образцов обоих видов увеличивается с ростом скорости нагружения;
- относительные деформации с увеличением скорости нагружения на 4 порядка отличаются друг от друга незначительно;

Вид образцов	Скорость деформации $4,2 \cdot 10^{-7} \div 4,2 \cdot 10^{-3} \frac{1}{с}$			
	Прочность образцов, МПа	Относительная деформация, $10^{-6}$	Модуль упругости, $E \cdot 10^4$ МПа	Коэффициент Пуассона $\nu$
«Влажный бетон»	2,8 ÷ 3,55	130 ÷ 120	2,45 ÷ 2,98	0,22
«Сухой бетон»	3,0 ÷ 3,55	128 ÷ 123	2,6 ÷ 3,0	0,22
«Влажный сталефибро-бетон»	6,5 ÷ 8,24	260 ÷ 253	2,7 ÷ 3,26	0,21
«Сухой сталефибробетон»	6,5 ÷ 8,0	256 ÷ 247	2,71 ÷ 3,24	0,21

— влажность образцов при высоких скоростях нагружения не влияет на пределы прочности и деформативность;

— сталефибробетон характеризуется в 1,15 раза большим модулем упругости, значение которого возрастает с увеличением скорости нагружения.

Применение сталефибрового армирования позволяет достигнуть существенного улучшения прочностных и деформативных характеристик бетона.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт строительной механики  
и сейсмостойкости  
им. К. С. Завриева

(Поступило 18.10.1984)

განსაზრტავთა ტექნოლოგია

ი. ჯავახიშვილი

დატვირთვის სიჩქარის გავლენა ფოლადფიბრობეტონის  
სიმტკიცეზე და დეფორმაციაზე გამოცდისას

რეზიუმე

განხილულია ფოლადის ბოქკოებით არმირებული ბეტონის ფიზიკურ-მექანიკური თვისებები. მოყვანილია ჩვეულებრივი ბეტონისა და ფიბრობეტონის ნიმუშების ცენტრალურ გაჭიმვაზე გამოცდის შედეგების ანალიზი. აღნიშნულია ფიბროარმირების გავლენა ბეტონის სიმტკიცის მნიშვნელოვან ზრდაზე და ფარდობითი დეფორმაციების შემცირებაზე.

I. A. JAVAKHISHVILI

THE INFLUENCE OF THE LOADING RATE ON THE STRENGTH  
AND DEFORMABILITY OF STEEL FIBER-REINFORCED CONCRETE  
AT TENSIONING

## Summary

The influence of the deformation rate at tensioning on the parameters of strength and deformability of fiber concrete is investigated. The obtained numerical values of mechanical characteristics are given in table form and the analysis is presented.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. О. П. Квирикадзе. Сб. «Методика определения прочностных и деформативных характеристик легкого бетона и цементно-песчаного раствора». Тбилиси, 1971.
2. Б. А. Крылов. Сб. «Фибробетон и его применение в строительстве». М., 1979, 4—12.



УДК 612.826

## ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

Л. И. МЕСТВИРИШВИЛИ

### ВНУТРИГИППОКАМПАЛЬНЫЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ СВЯЗИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии А. Н. Бакурадзе 24.7.1984)

Известно, что гиппокамп — ламинированная структура [1]. Сегменты гиппокампа простираются от передне-медиального полюса до задне-височного и подразделяются на дорсальный и вентральный отделы. На деятельность ЦНС эти отделы часто оказывают противоположное влияние [2—9].

Было показано, что дорсальный и вентральный гиппокамп образуют функциональные связи с различными неспецифическими системами ствола головного мозга, а именно: дорсальный гиппокамп преимущественно связан с неспецифической диффузной таламической системой, а вентральный гиппокамп — с активирующей РФ среднего мозга [10, 11].

Взаимодействие сегментов дорсального и вентрального гиппокампа между собой мало изучено. Это важный вопрос для понимания интегративной деятельности гиппокампа.

В настоящей работе представлены данные относительно функциональных связей отдаленных сегментов дорсального и вентрального гиппокампа, полученные методом вызванных потенциалов. Исследовались соответствующие поля CA<sub>1</sub>.

Острые опыты проводились на кошках, обездвиженных лиственном. Операция проводилась под эфирным наркозом с небольшой дозой нембутала (15 мг/кг). После операции животные переводились на искусственное дыхание. Крайя ран обезболивались 2% новокаином. В подкорковые структуры вживлялись константановые уни- и биполярные электроды с межэлектродным расстоянием 1 мм, диаметр проволоки 300—400 мкм. Индифферентный электрод помещался над лобной пазухой, на затылке или в мышце. Усилители переменного тока — УБП2—03, с постоянной времени 0,3 с. Регистрация электрических эффектов осуществлялась катодным осциллографом CA<sub>1</sub>-18. Раздражающие стимулы наносились от генератора с радиочастотным выходом. После окончания опытов мозг помещался в 10%-ный раствор формалина с целью определения локализации кончиков электродов.

В ответ на раздражение вентрального гиппокампа на уровне А4 по координатам Джаспера и Аймоне-Марсана [12] в ипсилатеральном гиппокампе вызванные потенциалы появлялись с более коротким скрытым периодом, чем в симметричной точке контралатерального гиппокампа ВП возникает со скрытым периодом 16 мс (нижний луч), в ипсилатеральном вентральном гиппокампе на уровне А8 — со скрытым периодом 6 мс (верхний луч). ВП контралатерального гиппокампа двухфазный, положительно-отрицательный. Длительность положительной фазы — около 30 мс, отрицательной — 80 мс (рис. 1, А, Б). При усилении раздражения от 2 до 10 В скрытый период и продолжительность ВП не меняются, увеличивается амплитуда колебаний (рис. 1, 1—3, А, Б).

Еще короче скрытый период ВП в ипсилатеральном дорсальном гиппокампе — менее 2 мс (рис. 2, верхний луч, А, Б). ВП дорсально-го гиппокампа представляет собой ряд колебаний. Первые два колебания положительно-отрицательные. Второе колебание возникает со скрытым периодом 7 мс, и через 2 мс на него накладывается следующая

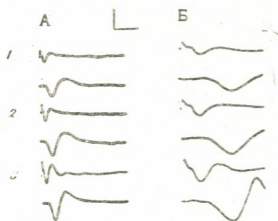


Рис. 1. Вызванные ответы различных участков вентральных гиппокампов. Верхний луч — вентр. гиппокамп пр., на уровне  $A_8$ ; нижний луч — вентр. гиппокамп л., на уровне  $A_4$ . Раздражение одиночными стимулами пр. вентр. гиппокампа на уровне  $A_4$ : 1—2В, 2—5В, 3—10В. Длительность стимула 0,2 мс. Калибровка: 100 мкВ, 50 мс (А) и 10 мс (В)

щий отрицательный компонент. Общая длительность этой волны, состоящей из двух компонентов, — около 10 мс. За ними следует медленный отрицательный потенциал.

С усилением раздражения (рис. 2, 1—3, А, Б) значительно увеличивается амплитуда отрицательной волны, возникающей со скрытым периодом около 17—18 мс (рис. 2, 3, А, Б). Эта волна иногда переходит в пиковый потенциал высокой амплитуды (рис. 2, 3, усиление вдвое уменьшено). Следовательно, происходит разряд гиппокампальных нейронов  $Set_1$ .

При ритмическом раздражении вентрального гиппокампа на уровне  $A_4$  частотой 3 гц сильно возрастает ВП контралатерального гиппокампа (рис. 3, 1, А, Б, нижний луч).

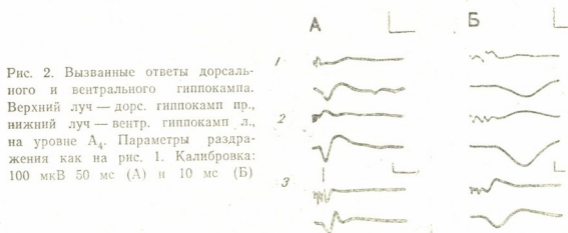


Рис. 2. Вызванные ответы дорсального и вентрального гиппокампа. Верхний луч — дорс. гиппокамп пр., нижний луч — вентр. гиппокамп л., на уровне  $A_4$ . Параметры раздражения как на рис. 1. Калибровка: 100 мкВ 50 мс (А) и 10 мс (Б)

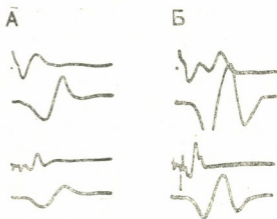
В ипсилатеральном вентральном гиппокампе на уровне  $A_8$  (верхний луч) на нисходящей фазе отрицательного потенциала в результате суммации возникает новая отрицательная волна большей амплитуды. Общая длительность ВП возрастает от 45 до 60 мс. Следовательно, в каудальном направлении (от  $A_4$  к  $A_8$ ) возбуждение распространяется и по коротким, и по более длинным путям.

В краниальном направлении в дорсальном гиппокампе (на уровне  $A_3$  по координатам Джаспера и Аймоне-Марсана) при ритмическом

раздражении также наблюдается суммация ВП (рис. 3, А, Б, верхний луч). В пиковый потенциал перерастает второй положительно-отрицательный потенциал, и сильно увеличивается медленная отрицательная волна, возникающая со скрытым периодом 20 мс. На ее нисходящем колене появляется новый компонент — результат суммации.

Полученные результаты свидетельствуют о тесных функциональных связях между ипсилатеральными гиппокампальными полями CA<sub>1</sub>, расположенными в отдаленных сегментах. В ростральном направле-

Рис. 3. Эффекты раздражения вентрального гиппокампа одиночными и ритмическими стимулами. 1 — Верхний луч — вентр. гиппокамп пр., на уровне А<sub>8</sub>; нижний луч — вентр. гиппокамп л., на уровне А<sub>4</sub>. 2 — Верхний луч — дорс. гиппокамп пр.; нижний луч как на оси. 1. Раздражение пр. вентр. гиппокампа на уровне А<sub>4</sub> — 10В. Длительность импульса 0,2 мс. А — одиночными стимулами, Б — ритмическими стимулами 3/с. Калибровка: 100 мкВ, 20 мс



нии возбуждение распространяется по более короткому пути, чем в каудальном направлении. Скрытые периоды ВП показывают, что в ростральном направлении возбуждение передается моносинаптически (возможно, по альвеарному тракту), тогда как в каудальном направлении в крайние сегменты гиппокампа импульсация распространяется через дисинаптический путь. Кроме того, в обоих направлениях импульсация передается также по полисинаптическим связям.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт физиологии  
им. И. С. Бериташвили

(Поступило 12.10.1984)

აღმავანისა და ცხოველთა ფიზიოლოგია

ლ. მისტიჩიშვილი

ზიდა ჰიპოკამპური ფუნქციური კავშირები

რეზიუმე

მწვავე ცდებში სუსტად დანარკოზებულ იმობილიზებულ კატებზე შევესწავლეთ ჰიპოკამპის სეგმენტების ფუნქციური კავშირები გამოწვეული პოტენციალების მეთოდის გამოყენებით.

ვენტრალური ჰიპოკამპის CA<sub>1</sub> ველის ელექტრული გაღიზიანება იწვევს აღზნების გავრცელებას იპსილატერალურ სეგმენტებში როგორც კრანიალურ, ისე კაუდალურ მიმართულებით. კრანიალურად — დორსალურ ჰიპოკამპში გამოწვეული პასუხი წარმოიქმნება მონოსინაფსური და პოლისინაფსური გზებით, ხოლო კაუდალურად — ვენტრალური ჰიპოკამპის განაპირა სეგმენტებში — დისინაფსური და პოლისინაფსური გზებით.

L. I. MESTVIRISHVILI

## INTRAHIPPOCAMPAL FUNCTIONAL CONNECTIONS

## Summary

In acute experiments on lightly anaesthetized immobilized cats functional connections of different hippocampal segments were studied using the method of evoked potentials.

It is shown that electrical stimulation of the ventral hippocampus (field CA<sub>1</sub>) involves in excitation ipsilateral segments of the structure in both directions—cranially and caudally. In cranial segments of the dorsal hippocampus evoked responses appear through the monosynaptic and polysynaptic pathways, whereas caudally, in distal segments of the ventral hippocampus, excitatory impulses propagate through the disynaptic and polysynaptic pathways.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. P. Andersen, T. V. P. Bliss, K. K. Skrede. *Exp. Brain Res.*, 13, 1971, 222.
2. L. D. Grant, L. E. T. Jarrard. *Brain Res.*, 10, 1973, 392.
3. L. Nadel. *Physiol. Behav.*, 3, 1968, 891.
4. О. К. Ахметелашвили, Т. К. Иоселиани. *Сообщения АН ГССР*, 72, № 1, 1973.
5. Л. А. Бегеладзе. *Сообщения АН ГССР*, 72, № 3, 1973, 649.
6. Н. Н. Дзидзишвили, А. А. Унгиадзе. *ЖВНД*, 24, 1974, 260.
7. Н. Н. Дзидзишвили, А. А. Унгиадзе, Д. Ш. Давитулиани. *ЖВНД*, 25, 1975, 70.
8. А. А. Унгиадзе. *Физиол. ж. СССР*, 41, 1970, 1531.
9. А. А. Унгиадзе, Д. Ш. Давитулиани. *Физиол. ж. СССР*, 62, 1976, 38.
10. Л. Р. Квирквелия, Л. И. Мествиришвили, Г. П. Гурцкая. *Физиол. ж. СССР*, 69, № 12, 1983, 1549.
11. Л. Р. Квирквелия. *Электрическая активность гиппокампа и поведение*. Тбилиси, 1984.
12. H. H. Jasper, C. A. Ajmone-Marsan. *Stereotaxic Atlas of the Cat*. Ottawa, 1954.

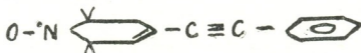
Н. Г. КОТРИКАДZE, Л. П. АСАТИАНИ, М. А. ЦАРЦИДZE,  
 Б. А. ЛОМСАДZE

РАЗЛИЧИЕ В ДЕЙСТВИИ ПРОИЗВОДНЫХ ФЕРРОЦЕНА  
 НА СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА  
 ЭРИТРОЦИТОВ

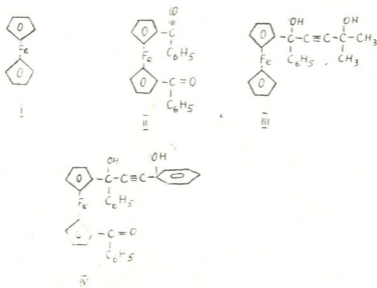
(Представлено членом-корреспондентом Академии Н. Н. Нуцубидзе 22.10.1985)

Ранее нами было показано изменение некоторых физико-химических характеристик клеток куриных эмбрионов под влиянием ферроценсодержащих гликолей [1]. В данной работе мы попытались изучить действие ряда производных ферроцена на изменение текучести и ферментативной активности биологических мембран и сравнить эти данные с целью выявления влияния структуры действующего фактора на вышеуказанные параметры мембран.

Объектом исследования служили эритроциты крови человека, выделенные по методу [2]. Активность 5<sup>1</sup>-нуклеотидазы определяли по методу [3]. О текучести мембран эритроцитов судили по определению времени вращательной корреляции спин-зонда типа



В опытах использовали ферроцен (I) и три его производных: 1,1'-дибензоилферроцен (II); 1-бензоил-1'-[1-фенил-1-окси-3-(1-оксициклогексил)-2-пропинил]ферроцен (III); 1-ферроценил-1-фенил-1,3-ди-окси-4-метил-2-пентин (IV), синтезированных на кафедре органической хи-



мин Тбилисского государственного университета (конечная концентрация веществ 10<sup>-4</sup>M).

В таблице приведены данные об изменении времени вращательной корреляции спин-зонда и активности 5<sup>1</sup>-нуклеотидазы в эритроцитах при действии некоторых производных ферроцена. Как видно из



таблицы, ферроцен вызывает уменьшение активности 5<sup>1</sup>-нуклеотидазы. Производные ферроцена еще больше увеличивают эффект, полученный ферроценом. При этом усложнение химической структуры молекул вызывает увеличение ингибирования активности фермента.

С изменением активности фермента в хорошей связи находится и изменение текучести мембран эритроцитов (см. таблицу). С уменьшением активности фермента текучесть мембран эритроцитов уменьшается.

Изменение времени вращательной корреляции ( $\tau_c$ ) спин-зонда и активности 5<sup>1</sup>-нуклеотидазы в мембранах эритроцитов при действии ферроценсодержащих органических веществ (активность фермента Р/мМ/мин/мг белка)

Вещества	Коэффициент распределения между октаном и водой	$\tau_c$	Активность 5 <sup>1</sup> -нуклеотидазы
Контроль	—	0,08 ± 0,01	0,030 ± 0,002
Ферроцен	0,6 ± 0,01	0,16 ± 0,01	0,023 ± 0,001
1,1 <sup>1</sup> -Дибензоилферроцен	0,67 ± 0,02	0,20 ± 0,01	0,018 ± 0,002
1-Бензоил-1 <sup>1</sup> -[1-фенил-1-окси-3-(1-оксидициклогексил)-2-пропинил]-ферроцен	0,76 ± 0,01	0,26 ± 0,02	0,012 ± 0,003
1-Ферроценил-1-фенил-1,3-диокси-4-метил-2-пентин	1,116 ± 0,06	0,33 ± 0,03	0,006 ± 0,001

Этот феномен, возможно, обусловлен физико-химическими особенностями действующих на эритроциты веществ. На это указывают данные о распределении использованных нами в опытах веществ между двумя фазами: октан — вода (см. таблицу). Оказалось, что чем большей гидрофобностью обладает использованная молекула, тем больше уменьшение текучести эритроцитов, т. е. чем больше вещества переходит в липиды эритроцитов, тем больше структурно-функциональных изменений вызывают они в эритроцитах.

Таким образом, использование ряда производных ферроцена при изучении структурно-функциональных характеристик эритроцитов показывает, что даже незначительное изменение структуры действующего фактора вызывает различие в изменениях исследуемых параметров мембран.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 24.10.1985)

აქოქიზია

ბ. კოტრიკაძე, ლ. ასათიანი, მ. ცაგვიძე, ბ. ლომსაძე

ფეროცენის წარმოებულების სხვადასხვანაირი მოქმედება  
 ერითროციტების მემბრანების სტრუქტურულ-ფუნქციონალურ  
 თავისებურებებზე

რეზიუმე

შესწავლილია ფეროცენის სხვადასხვა წარმოებულების მოქმედება ერითროციტების მემბრანული ლიპიდების დენადობაზე, 5-ნუკლეოტიდაზას აქტივობაზე.

აღმოჩნდა, რომ ჩვენს მიერ გამოყენებული ნივთიერებების ჰიდროფობურობის გაზრდას მცირდება ერითროციტების მემბრანული ლიპიდების დენადობა და 5-ნუკლეოტიდაზას აქტივობა.

N. G. KOTRIKADZE, L. P. ASATIANI, M. A. TSARTSIDZE,  
B. A. LOMSADZE

THE DIFFERING EFFECT OF PHEROCENE DERIVATIVES ON THE  
STRUCTURAL AND FUNCTIONAL CHARACTERISTICS OF  
ERYTHROCYTE MEMBRANE

S u m m a r y

The effect of different derivatives of pherocene on the structural and functional characteristics of erythrocyte membranes has been studied. Pherocene proved to decrease 5-nucleotidase activity, the effect of its derivatives being even higher. The mobility of erythrocyte membrane was also decreased.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Дж. Миндиашвили, А. П. Асатиани, Б. А. Ломсадзе, М. А. Царцидзе. Сообщения АН ГССР, 99, № 2, 1980, 465.
2. T. L. Steck. *Methods in Membrane Biology*, v. 2, 1974, 245.
3. H. Robert, Mitchell and J. N. Hawthorne. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, v. 21, № 4, November 22, 1965, 333.

МИКРОБИОЛОГИЯ И ВИРУСОЛОГИЯ

Л. Г. ЦИРЕКИДZE, Д. Т. ПАТАРАЯ,  
Н. Н. НУЦУБИДZE (член-корреспондент АН ГССР)

**АКТИНОМИЦЕТЫ НЕКОТОРЫХ ТЕРМАЛЬНЫХ ИСТОЧНИКОВ  
ГРУЗИИ И ИХ ЛИТИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ**

Термофильные бактерии широко распространены в природе. Их можно выделить из почвы, ила, воды и навоза. Естественными очагами обитания термофильных микроорганизмов являются горячие источники. В настоящее время их все шире стали применять в народном хозяйстве. Помимо производства пищевых продуктов, их начинают использовать для получения ферментов, которые находят применение в разных отраслях народного хозяйства. В практическом отношении отдельные виды термофильных актиномицетов явились перспективными продуцентами ферментов разного спектра действия [1].

Под влиянием литических ферментов растворяются либо собственные клетки, либо клетки других видов микробов.

Изменение формы спор актиномицетов при их созревании, освобождение спор из цепочек — все эти и многие другие процессы осуществляются с помощью литических ферментов [2]. По данным Н. А. Тигуновой [3], актиномицеты можно рассматривать как активные продуценты многих гидролитических ферментов. Способность некоторых микроорганизмов осуществлять индуцированный синтез лизоферментов открывает широкие возможности для их исследования. Следовательно, необходимо постоянно производить поиск продуцентов, изучать условия их культивирования, обеспечивающие синтез нужного комплекса литических ферментов.

Для выявления активных штаммов продуцентов литических ферментов нами были исследованы образцы воды горячих источников Хоби, Новой Хорги, Цаиси, Мацесты и Хосты. Температура воды колебалась в пределах 80—105°. Посев и выделение микроорганизмов производились на мясо-пептонной среде, сусло-агаре, крахмало-аммиачной, пептонно-кукурузной и различных модифицированных нами средах [4].

Культуры выращивались в чашках Петри в термостате при температуре 27—55°.

Микрофлора горячих источников бедна микроорганизмами. Количество бактерий в 1 мл воды колеблется от 60 до 2400, актиномицетов — от 10 до 540, а грибов — от 20 до 120. Выделено около 150 культур актиномицетов и бактерий, исследованы их морфолого-культуральные свойства, изучен состав клеточной стенки, выявлена их литическая активность. Наблюдения за морфологией и циклом развития культур производились по методу Оками и Сузуки [5].

Состав клеточных стенок актиномицетов исследовался по методу Лешевалье [6].



На основании изучения морфолого-культуральных свойств и состава клеточной стенки выявлены актиномицеты, принадлежащие к следующим родам: *Streptomyces*, *Streptosporangium*, *Amorphosporangium*, *Micromonospora*, *Nocardia*, *Nocardioides* и *Promicromonospora*.

Изучен рост культур при разных температурах — от 27 до 60°. Выявлены термотолерантные штаммы. Выделены также бактерии с разной пигментацией: бесцветные, пурпурно-красные, розовые, желтые, бледно-желтые, розовато-зеленые.

Исследована литическая активность 90 культур актиномицетов, выделенных из горячих источников Грузии. Изученные культуры представлены в таблице по группам, описанным Н. А. Красильниковым [7], согласно их пигментации. Актиномицеты выращивались на агаризованной синтетической среде в чашках Петри при 27°C в течение 7—10 суток. Состав среды (%):  $\text{NaNO}_3$  — 0,4;  $\text{K}_2\text{HPO}_4$  — 0,2;  $\text{MgSO}_4$  — 0,05;  $\text{CaCl}_2$  — 0,1; белково-витаминный комплекс — 0,5;  $\text{FeSO}_4$  — следы; дрожжевой автолизат — 10 мл;  $\text{H}_2\text{O}$  — 1000.

Активность литических ферментов, образуемых в культурах актиномицетов, определялась методом агаровых блоков. По ширине зоны осветления судили об активности выделяемых ферментов. На 7-е сутки роста из чашки Петри вырезались агаровые блоки и накладывались на голодный агар, в который добавлялся препарат клеточных стенок бактерий, дрожжей, коллоидный хитин и ил. Все вышеупомянутые вещества были получены из Института ВНИИ биотехники АН СССР.

Количество актиномицетов, способных образовывать литические ферменты

Представители порядка <i>Actinomycetales</i>	К-во исследуемых культур	Количество штаммов, разрушающих			
		клеточные стенки бактерий	коллоидный хитин	клеточные стенки дрожжей	ил
Группы рода <i>Streptomyces</i>					
Серая <i>Griseus</i>	23	19	15	8	3
Глобиспориновая <i>Globisporus</i>	9	6	6	7	1
Розовая <i>Fradia</i>	1	1	1	1	—
Бурая <i>Chromogenes</i>	4	1	1	1	1
Оранжевая <i>Aurantiacus</i>	3	1	—	—	—
Род <i>Promicromonospora</i>	34	13	14	14	7
Род <i>Nocardia</i>	4	2	—	2	—
Неидентифицированные термофильные бактерии	12	8	4	3	3
В с е г о	90	57	40	36	15

В таблице приведены данные о литической активности различных представителей порядка *Actinomycetales*. Из исследуемых 90 культур, выделенных из горячих источников, 54 штаммов лизировали клеточные стенки бактерий. Наиболее активными оказались культуры, относящиеся к роду *Promicromonospora* и группам *Griseus*, *Globisporus*. Изученные куль-

туры разрушали хитин. Представители групп Griseus, Globisporus и рода Promicromonospora явились активными по отношению к хитину. Не разрушали хитин штаммы группы Aurantiacus и рода Nocardia. Исследована также способность актиномицетов разрушать клеточные стенки дрожжей.

Среди лучистых грибов выявлены культуры, лизирующие ил. Актиномицеты групп Griseus, Globisporus, Chromogenes, рода Promicromonospora и неидентифицированные термофильные бактерии разрушали ил.

Не обладали активностью представители групп Fradia, Aurantiacus и рода Nocardia.

На основании проведенной работы обнаружено, что актиномицеты рода Streptomyces, групп Griseus, Globisporus и рода Promicromonospora являются активными продуцентами литических ферментов. Наиболее активно актиномицеты образуют вещества, разрушающие клеточные стенки бактерий, дрожжей и хитин. Штаммы, разрушающие ил, выявляются в сравнительно малом количестве.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт биохимии растений

(Поступило 21.9.1984)

მიკრობიოლოგია და ვირუსოლოგია

ლ. ცირეკიძე, დ. პატარაია, ნ. ნუტსუბიძე (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის  
წევრ-კორესპონდენტი)

საქართველოს ზოგიერთი თერმული წყლის აქტივომიციტები და  
მათი ლიზისური აქტივობა

რეზიუმე

ლიზისური ფერმენტების აქტიური პროდუცენტების გამოვლენის მიზნით გამოკვლეულია საქართველოს თერმული წყლების ნიმუშები. გამოყოფილია აქტივომიციტების და ბაქტერიების 150-მდე კულტურა. მორფოლოგიურ-კულტურალური თვისებებისა და უჯრედის კედლის შედგენილობის შესწავლის საფუძველზე გამოვლენილია აქტივომიციტები, რომლებიც მიეკუთვნებიან Streptomyces, Streptosporangium, Amorphosporangium, Micromonospora, Nocardia, Nocardioidea და Promicromonospora გვარს.

დადგენილია, რომ Streptomyces-ის და Promicromonospora-ს გვარის აქტივომიციტები წარმოადგენენ ლიზისური ფერმენტების აქტიურ პროდუცენტებს. აქტივომიციტები წარმოქმნიან ფერმენტულ კომპლექსს, რომლებიც შლიან ბაქტერიების და საფუერების უჯრედის კედლს და ხიტანს. შტამები, რომლებიც შლიან ლამს, შედარებით ნაკლები რაოდენობითაა წარმოდგენილი.

MICROBIOLOGY AND VIROLOGY

L. G. TSIREKIDZE, D. T. PATARIAIA, N. N. NUTSUBIDZE

ACTINOMYCETES OF SOME HOT SPRINGS OF GEORGIA AND THEIR  
LYTIC ACTIVITY

Summary

Samples of hot water springs of Georgia were examined with a view to identifying active producers of lytic enzymes. About 150 actinomycete



cultures and bacteria were isolated. A study of the morphological-cultural characteristics and composition of the cell wall has revealed actinomycetes of the genera: *Streptomyces*, *Streptosporangium*, *Amorphosporangium*, *Micromonospora*, *Nocardia*, *Nocardioides*, and *Promicromonospora*. Actinomycetes of the genera sp: *Streptomyces* and *Promicromonospora* were found to be active producers of lytic enzymes. Most actively, actinomycetes produce substances destroying the cell walls of bacteria, yeasts and chitin. Strains destroying silt are relatively fewer in number.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Л. Г. Логинова, Р. С. Головачева, Л. А. Егорова. Жизнь микроорганизмов при высоких температурах. М., 1966.
2. Л. В. Калакуцкий, Н. С. Агре. Развитие актиномицетов. М., 1977.
3. Н. А. Тиунова, Н. Я. Кобзева, И. В. Заикина, Л. Я. Елякова, Н. И. Назарова. Микробиология, т. 52, вып. 4, 1983, 586—590.
4. Н. А. Красильников. Сб. «Биология отдельных групп актиномицетов-продуцентов антибиотиков». М., 1960, 57—69.
5. I. Okami, M. Suzuki. J. Antibiot. Ser. A. 11. 1958.
6. P. Mary and Hubert Leschevalier. Institute of Microbiology, New Brunswick, N. J. 08903, 1972, 78-92.
7. Н. А. Красильников. Лучистые грибки. М., 1970.

М. С. ЦИКЛАУРИ, Е. С. ГВРИТИШВИЛИ

## ВЛИЯНИЕ ГРИБА *Phoma tracheiphila* НА СОДЕРЖАНИЕ ОБЩЕГО САХАРА В ЦИТРУСОВЫХ

(Представлено академиком Л. А. Канчавели 19.6.1984)

Для выявления сортов цитрусовых, устойчивых к грибу *Phoma tracheiphila*, и установления показателей устойчивости к ней важное значение имеет динамика накопления пластических веществ.

В этой связи особая роль принадлежит растворимым сахарам, относящимся к группе подвижных соединений. В определенных условиях они перемещаются из одного органа в другой и используются в синтезе органических соединений [1, 2]

Известно, что в больном растении нарушается физиологическое и биохимическое состояние, вследствие чего происходят значительные изменения и в накоплении углеводов.

Разносторонними исследованиями ряда авторов [3—5] обнаружено, что болезнь вызывает усиление дыхательных и окислительных процессов, приводящее к интенсивному разрушению углеводов, употреблению их как паразитом, так и растением-хозяином.

Распад углеводов и образование простых растворимых форм обусловлены также гидролитическими процессами, вызванными болезнью.

По данным [3, 4], в больных растениях резко увеличивается содержание растворимых сахаров по сравнению с контрольными.

Содержание общего сахара в здоровых и больных листьях цитрусовых, мг %

Культуры	Годы	До начала вегетации		Конец первой вегетации		Конец второй вегетации		Перед началом зимы	
		Здоровые	Больные	Здоровые	Больные	Здоровые	Больные	Здоровые	Больные
Лимон Ново-грузинский	1979	5,30	6,60	4,50	6,07	5,37	5,91	5,05	8,0
	1980	4,89	5,66	5,0	5,15	5,75	8,41	4,28	5,6
	1981	4,64	8,85	3,91	6,28	8,99	9,66	10,57	10,86
Лимон Мейер	1979	2,20	3,07	3,50	3,96	3,56	4,06	4,95	3,0
	1980	2,39	3,92	5,60	3,96	5,60	5,21	3,81	2,97
	1981	2,85	3,81	4,25	5,43	13,01	13,95	9,46	9,88
Мандарин	1979	3,07	3,02	2,36	2,89	6,56	6,06	5,96	4,88
	1980	4,82	3,64	3,50	4,0	7,30	7,01	3,85	4,0
	1981	3,80	3,43	3,83	3,96	1,15	0,95	1,78	1,65
Апельсин	1979	4,0	6,85	4,91	4,81	3,58	4,80	5,85	6,38
	1980	3,91	7,68	4,91	3,60	6,48	6,51	3,12	3,19
	1981	4,65	5,85	6,31	6,65	6,62	7,21	7,41	7,58
Грейпфрут	1979	3,52	6,31	3,31	3,04	8,04	6,99	6,71	7,76
	1980	3,17	6,04	3,15	5,70	5,75	8,95	4,29	4,87
	1981	5,87	5,87	3,53	4,66	7,39	7,41	6,87	7,50



Однако существует и противоположное мнение об уменьшении содержания сахаров в случае заболевания [6—8] и др.

Целью нашей работы было изучение изменения биохимических процессов под влиянием гриба *Phoma tracheiphila* в восприимчивых и сравнительно устойчивых сортах цитрусовых.

По нашим данным [9], гриб *Phoma tracheiphila* хорошо развивается на средах, содержащих источник углерода. Поэтому можно предположить, что благоприятными для его развития являются сорта и культуры цитрусовых с высокой концентрацией сахаров в клеточном соке.

Исходя из этого, одним из факторов восприимчивости лимона Новогрузинского, апельсина и грейпфрута может быть большая концентрация сахаров в клеточном соке.

Результаты наших исследований по данному вопросу приведены в таблице.

Как видно из таблицы, содержание углеводов в течение года во всех вариантах опыта, как в здоровых, так и в больных растениях, меняется в связи с усыханием заболевания. Установлено, что в цитрусовых в результате заболевания увеличивается содержание сахаров.

На основании проведенных исследований можно сделать выводы: в культурах и сортах, устойчивых к мальсекко, отмечается меньшее количество растворимых сахаров; большое количество растворимых сахаров обуславливает восприимчивость цитрусовых к мальсекко.

НИИ защиты растений  
МСХ ГССР

(Поступило 21.6.1984)

ფიტოპათოლოგია

მ. წიკლაური, ე. გვრიტიშვილი

### ციტრუსოვან კულტურებში სოკო *PHOMA TRACHEIPHILA*-ს გავლენით სავარტო შაქრების ცვლილებობა

რეზიუმე

ანალიზებით დადგინდა, რომ ციტრუსოვანი კულტურების მალსეკოსადმი შედარებით გამძლე ჯიშებში (ლიმონი მეიერი, მანდარინი) შაქრების რაოდენობრივი შემცველობა ნაკლებია, ვიდრე მიმღებიან ჯიშებში (ლიმონი ახალი ქართული, ფორთოხალი, გრეიფუტი).

ამგვარად, მცენარის მალსეკოსადმი გამძლეობისა და შაქრების ცვლილებობას შორის არის კორელაციური დამოკიდებულება.

PHYTOPATHOLOGY

M. S. TSIKLAURI, E. S. GVRITISHVILI

### VARIATION OF TOTAL SUGARS IN CITRUS CULTURES UNDER THE INFLUENCE OF *PHOMA TRACHEIPHILA*

Summary

Analyses have demonstrated that the sugar content in malsecco resistant citrus varieties (lemon Meyer, mandarin) is less than in susceptible ones (lemon "Akhali Kartuli", orange, grapefruit), pointing to a correlation between malsecco resistance of plants and sugar variation.



## ՆՈՒՆԵՐԵՐԸ — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Э. Э. Беккер. Физиология грибов и их практическое исследование. М., 1963.
2. Б. А. Рубин, Е. В. Арциховская. Биохимия и физиология иммунитета растений. М., 1968, 99—155.
3. А. Я. Кокин. Физиологические и анатомические исследования больного растения. Петрозаводск, 1948.
4. В. А. Купревия. Сб. «Физиология больного растения в связи с общими вопросами паразитизма». М.—Л., 1947, 101—264.
5. К. Т. Сухоруков, О. Б. Наталина. ДАН СССР, 17, № 1—2, 1937, 73—76.
6. Л. А. Бенковская. Микология и фитопатология, вып. 3, № 4, 1970, 65.
7. Н. Назаров, Е. Г. Запрудер. Биол. ж., № 1, 1961, 45.
8. А. Х. Таги-Заде, Х. А. Исмаилова. Уч. зап. Азерб. ун-та, сер. биол. наук, № 6, 1960, 45—47.
9. М. С. Циклаури. Автореферат канд. дисс. Тбилиси, 1975.



6. კინუზრავნილი

სასქესო უჯრედების დიფერენცირების გამოკვლევა შინაურ იხვში

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ბ. ყურაშვილმა 22.11.1984)

სასქესო უჯრედების ბირთვული სტრუქტურები ფრინველთა შორის განსაკუთრებით კარგადაა შესწავლილი ქათმებში [1, 2 — 3, 4]. ნაჩვენებია, რომ პირველადი მეიოზური გარდაქმნები მათში ინკუბაციის მე-14 დღეს იწყება. ემბრიოგენეზის ბოლოს (ინკუბაციის 20—21. დღე) ოოციტების განვითარება პაქინების სტადიამდეა მისული, ხოლო 1-დღიან წიწილებში იწყება ადრეული დიპლონემის წარმოქმნა.

ინტერესს იწვევს სასქესო უჯრედების ბირთვული სტრუქტურების გამოკვლევა ფრინველთა სხვა სისტემატიკური ჯგუფის წარმომადგენლებში, რომელთაც ქათმისაგან განსხვავებული ხანგრძლივობის საინკუბაციო პერიოდი აქვთ. ამ მიზნით შევისწავლეთ შინაური იხვის (ბატისნაირთა რიგი) სასქესო უჯრედების დიფერენცირება ემბრიონულ და ადრეულ პოსტემბრიონულ პერიოდში (საინკუბაციო პერიოდი — 27 დღე).

ჰისტოლოგიურად დავამუშავეთ შინაური იხვის 12—27 დღის ემბრიონების და 1—11-დღიანი ქუქების გონადები. მასალა დაფიქსირდა ბიქრომატ-ფორმალინ-ჰმარშეავას ნარევეში. პარაფინის ბლოკები დაიჭრა 8 მკ სისქის ანათლებად და შეიღება ჰემატოქსილინში ჰაიდენჰაინის წესით.

იხვის საკვერცხეების განვითარების თანამიმდევრულმა გამოკვლევამ ცხადყო, რომ იხვის 12-დღიანი ემბრიონის მარცხენა საკვერცხე ჰისტომორფოლოგიურად ჩამოყალიბებულია. იგი შედგება ჩანასახოვანი ეპითელიუმის და მის ქვეშ მდებარე სტრომისაგან, რომელთა შორის ოვოგონიებია განლაგებული. ოვოგონიები სხვადასხვა ზომისაა. შედარებით პატარა ზომის ოვოგონიები საკვერცხის ანათლის ცენტრალურ მიდამოშია, დიდი ზომისა — ლატერალურ ნაწილებში.

ემბრიონული განვითარების მე-12 დღიდან იხვის საკვერცხეში ოვოგონიები ინტენსიურად მრავლდებიან. ისინი ლოკალიზდებიან ბუდეებად, რომელთაც შემაერთებელქსოვილოვანი გარსი აკრავთ. ბუდეები თავდაპირველად საკვერცხის ცენტრალურ ნაწილში წარმოიშობიან. ისინი სხვადასხვა ზომისაა იმის მიხედვით, თუ რამდენი ოვოგონია მათში მოთავსებული.

იხვის 16-დღიანი ემბრიონის საკვერცხეს კარგად განვითარებული ქერქი აქვს. ამ ასაკის ემბრიონებში პირველად შეინიშნება ერთეული მეიოზური პროფაზის პრელეპტონემის სტადიის ოოციტები. მათ ქერქის ცენტრში ოვოგონიებს შორის ვნახულობთ.

18-დღიანი ემბრიონის საკვერცხეში გაზრდილია პრელეპტონემის ოოციტების რაოდენობა. ისინი ძირითადად ქერქის ლატერალურ უბნებშია განლაგებული. საკვერცხის ცენტრალურ ნაწილში კი ვნახულობთ მეიოზური პროფაზის წინწასულ სტადიებს — ზიგონემას და ლეპტონემას. სასქესო უჯრედების უმრავლესობა კვლავ ოვოგონიების სახითაა. მათში გრძელდება მიტოზი. ემბრიონული განვითარების მე-19 დღეს საკვერცხის ქერქის ცენტრში წარ-

მოიშობა პაქინემის, ხოლო გამოჩეკის წინ — 26-ე დღეს ადრეული დიპლონემის სტადიის ოოციტები. ამ დროს საკვერცხე შეიცავს ოოგონიებსაც და ადრეული მეიოზური პროფაზის საწყისი სტადიის ოოციტებსაც.

იხვის 1-დღიანი ჭუკის საკვერცხე ჰისტომორფოლოგიურად არ განსხვავდება ინკუბაციის ბოლო დღის ემბრიონის საკვერცხისაგან. აღინიშნება მხოლოდ ადრეული დიპლონემის ოოციტების რაოდენობის მომატება. ამ სტადიის ოოციტების ირგვლივ უკვე იწყება ეპითელური უჯრედების გაჩენა, რომლებიც შემდეგში ოოციტის ფოლიკულურ ეპითელს წარმოქმნიან.

იხვის 2—3-დღიან ჭუკში ოოგონიების და მეიოზური პროფაზის საწყისი სტადიის ოოციტების რაოდენობა შემცირებულია. მათი ლოკალიზაციის ადგილი საკვერცხეში ანათლის ლატერალური უბნებია. ოოციტების უმრავლესობა ადრეული დიპლონემის სტადიაზეა. საკვერცხის ცენტრში მოთავსებულია რამდენიმე ახლადწარმოშობილი პრიმორდიალური ფოლიკული. 4-დღიანი ჭუკის საკვერცხეში ერთეულ ოოგონიებს და მეიოზური პროფაზის საწყისი სტადიების ოოციტებს ვნახულობთ. საკვერცხის ანათლის ცენტრში განლაგებულია რამდენიმე დიდი ზომის პრიმორდიალური ფოლიკული.

5—9-დღიანი ჭუკის საკვერცხის ქერქის ლატერალურ უბნებში მხოლოდ ადრეული დიპლონემის ოოციტებია. ოოგონიებს და მეიოზური პროფაზის — პრელეპტონემის, ლეპტონემის, ზიგონემის და პაქინემის ოოციტებს საკვერცხეში ვერ ვნახულობთ. ქერქის ცენტრალურ ნაწილში ფოლიკულებია, რომელთა რაოდენობა წინა დღეებთან შედარებით გაზრდილია.

11-დღიანი ჭუკის საკვერცხის ქერქის ყველა უბანში ოოციტები ფოლიკულურ ეპითელშია მოქცეული.

იხვისა და ქათმის საკვერცხეების განვითარების შედარებითი გამოკვლევით დადგინდა, რომ სასქესო უჯრედების ბირთვული ცვლილებები ამ ფრინველებში ერთნაირი კანონზომიერებით მიმდინარეობს. ორივეში ადრეული მეიოზური პროფაზის საწყისი სტადიის — პრელეპტონემის წარმოქმნას წინ უსწრებს ოოგონიების ინტენსიური მიტოზური გამრავლება. ოოგონიების გამრავლების შედეგად შექმნილი სასქესო უჯრედების მარაგი უზრუნველყოფს მეიოზური პროფაზის სხვადასხვა სტადიის ოოციტების განვითარებას. ნაჩვენებია, რომ ოოგონიების გამრავლება იხეში, ისე როგორც ქათამში გამოჩეკის შემდეგაც გრძელდება. ამასთან დაკავშირებით საეჭვოდ მიგვაჩნია აზრი იმის შესახებ, რომ ქათმის ახლამოჩეკილი წიწილების საკვერცხეში შენიშნული მიტოზები გამოჩეკის შემთხვევას წარმოადგენს და რომ ოოგონიების გამრავლება მათში ამ დროისათვის უკვე დამთავრებულია [5].

ოოციტების დიფერენციაცია როგორც ქათმის, ისე იხვის საკვერცხის ქერქში ერთგვარად მოწესრიგებულად მიმდინარეობს. ორივე ფრინველისათვის დამახასიათებელია ცალკეული სტადიის სასქესო უჯრედების ბუდეებად განლაგება ქერქში. ოოციტების დიფერენციაციის პროცესი ქერქის ცენტრალურ ნაწილში იწყება და იგი თანდათან ლატერალური უბნებისაკენ ვრცელდება. სასქესო უჯრედების ასეთი ასინქრონული განვითარების შედეგად ქერქის ცენტრში ყოველთვის გვიანი სტადიის ოოციტებია. ცენტრიდან ლატერალური მიმართულებით თანმიმდევრულად განლაგებულია მეიოზური პროფაზის შედარებით ადრეული სტადიის ოოციტები, ისე რომ ქერქის პერიფერიულ უბნებში ოოგონიებია ლოკალიზებული. დასადგენია რა განაპირობებს ფრინველთა საკვერცხის ქერქის სხვადასხვა უბანში სასქესო უჯრედების ასეთ ასინქრონულ განვითარებას.

განვითარების დღეების მიხედვით იხვის და ქათმის სასქესო უჯრედების დიფერენციაციის შედარებითა გამოკვლევამ ცხადყო, რომ მეიოზურ პროფა-

ზასთან დაკავშირებული ოოგონიების ბირთვული ცვლილებები მათში იხვუბაციის სხვადასხვა დღეს იწყება — იხვში მე-16, ქათამში მე-14 დღეს. განსხვავება შემდეგშიც აღინიშნება. გამოჩეკის მომენტში იხვის საკვერცხე შეიცავს მეიოზური პროფაზის ოოციტებს ადრეული დიპლონემის ჩათვლით, მაშინ როდესაც ქათამში ამ დროს ოოციტები პაქინემის სტადიამდეა მისული. იხვის 5-დღიან ქუტკში ყველა ოოციტი ადრეული დიპლონემის სტადიაზეა. ქათამში ასეთი სურათი გაცილებით გვიან — 14-დღიან წიწილებში აღინიშნება.

განსხვავებული სურათია იხვისა და ქათამში პრიმორდიალური ფოლიკულების განვითარების მხრივაც. პრიმორდიალური ფოლიკულები იხვში ფორმირებას იწყებენ გამოჩეკის შემდეგ მე-2, ქათამში მე-4 დღეს. იხვის 11-დღიან ქუტკში ყველა ოოციტი ფოლიკულურ ეპითელიუმშია მოქცეული. ქათამში ასეთი სურათი 22-დღიან წიწილებში აღინიშნება. ამ ფრინველებს შორის განსხვავებაა ფოლიკულების ჩამოყალიბების პროცესის ხანგრძლივობაშიც. დრო, რომელიც ყველა ოოციტის ფოლიკულის სახით ჩამოყალიბებას სჭირდება, იხვში დაახლოებით 9 დღეს შეადგენს, ქათამში — 18—19 დღეს.

განსხვავება, რომელიც გამოვლინდა იხვისა და ქათამს შორის სასქესო უჯრედების დიფერენცირების მხრივ უდავოდ ამ ფრინველთა სახეობრივ თავისებურებას წარმოადგენს და მას საფუძვლად მათი განსხვავებული იხვუბაციის ხანგრძლივობა უდევს.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია  
 ზოოლოგიის ინსტიტუტი

(შემოვიდა 23.11.1984)

ГИСТОЛОГИЯ

Н. Т. КИНЦУРАШВИЛИ

## ИЗУЧЕНИЕ ДИФФЕРЕНЦИАЦИИ ПОЛОВЫХ КЛЕТОК У ДОМАШНЕЙ УТКИ

Резюме

Приведены данные гистологического исследования женских половых клеток домашней утки в эмбриогенезе и начальных стадиях постнатального развития. Показано, что в половых клетках утки, как и у кур, ядерные изменения, связанные с мейотической профазой, начинаются в эмбриогенезе, но они у уток появляются позднее, на 16-й день развития.

Различие в дифференциации половых клеток изученных видов несомненно связано с различным инкубационным периодом развития зародыша.

HISTOLOGY

N. T. KINTSURASHVILI

## STUDY OF THE DIFFERENTIATION OF THE SEX CELLS IN THE DOMESTIC DUCK

Summary

Data are presented on a histologic study of the sex cells of the female domestic duck in embryogeny and in the early stages of postnatal development. It is shown that in the duck sex cells nuclear changes connected with the meiotic prophase occur in embryogeny, later than in hens—on the 16th day of development.

In contrast to hens, in ducks differentiation of female sex cells at hatching reaches the stage of early diplonema. In five-day ducklings all the oocytes are at this stage. Such a picture is observable in the ovary of 14-day-old chicks.

In ducklings on the 11th day and in hens on the 22nd day of postnatal development all oocytes are covered with follicular epithelium. The difference revealed in the differentiation of sex cells is connected with different incubation periods of embryonic development of these species of birds.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. F. Hollander. Arch. d'anat. micr., 7, 1904.
2. G. C. Hughes. J. Embryolog. Exp. Morph., 11, 1963.
3. X. Равен. Оогенез. М., 1964.
4. Н. Т. Кинцурашвили. Изв. АН ГССР, сер. биол., т. 2, № 2, 1976.
5. X. Чинь суан, Е. Р. Гагинская, Е. И. Калинина. Онтогенез, т. 10, № 4, 1979.



Г. Г. САМСОНИДЗЕ, К. Н. БАРАБАДЗЕ

## РЕАКЦИЯ ЭНДОКРИННОЙ ЧАСТИ ПОДЖЕЛУДОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ НА РЕНТГЕНОВСКОЕ ОБЛУЧЕНИЕ

(Представлено академиком Н. А. Джавахишвили 5.11.1985)

Ранее была исследована [1] реакция поджелудочной железы (ПЖ) после облучения на тканевом уровне. В настоящей работе эта реакция эндокринной части ПЖ изучена на клеточном уровне.

Вид и число использованных подопытных и контрольных животных, условия облучения и гистологическая обработка материала те же, что и в предыдущей работе [1]. На гистологических препаратах ПЖ методом зарисовки и взвешивания [2] определялись истинная величина средней площади островковых клеток, их цитоплазмы, ядра и ядрышка, а также число ядер и ядрышек в ядре. В островках высчитывались митотический индекс (МИ) и индекс отмирания ядер (ИО). Параметры определялись по 50—100 измерениям и подсчетам. Нижеприведенные данные статистически достоверны.

На рентгеновское облучение (напряжение 200 кV, сила тока 15 mA, фильтр 1 мм Al, 0,5 мм Cu, мощность дозы 250:4,5=5,5 ч/мин, дистанция 50 см) островковая клетка крыс реагирует в течение первого месяца (см. таблицу). При этом наиболее важна эта реакция на 1—15-е сутки опыта. Уменьшение величины клетки (на 22—34%) происходит при соответствующем уменьшении площади как цитоплазмы (на 15—32%), так и ядра (на 39—56%) в течение первых 15 дней после облучения. Одновременно наблюдается увеличение величины ядрышка на 31%, которое максимально выражено в 1-й день опыта. Число ядер в клетке и ядрышек в ядре увеличивается на 27—60% и на 6—67% соответственно в течение 1-го месяца после облучения с наибольшим выражением в 1-е сутки опыта. Одновременно с этим увеличиваются МИ (на 100—300%) и ИО (на 200—700%). Максимального значения эти индексы достигают на 5-е сутки опыта. В конце опыта, т. е. спустя месяц, наступает нормализация всех изученных параметров клетки.

Анализ полученных данных показывает, что островковая клетка ПЖ реагирует на облучение с самого начала. Наблюдаемое уменьшение ее величины, цитоплазмы и ядра носит обратимый характер. С самого начала облучения резко увеличиваются площадь ядрышка, число ядер в клетке и ядрышек в ядре. Это указывает на усиление процесса метаболизма [3—5]. Резкое возрастание как размножения, так и особенно гибели клеток необходимо рассматривать как определенную взаимосвязь между процессами пролиферации и деструкции, что отмечали и другие авторы [6—8]. Гибнут устаревшие клетки [8, 9]. Сопоставление МИ и ИО выявляет увеличение числа новых

клеток [10]. В целом наблюдаемую реакцию островковых клеток можно квалифицировать как компенсаторно-приспособительную.

Следовательно, инсулоцит крысы реагирует на рентгеновское облучение обратимыми изменениями компенсаторно-приспособительного характера.

Академия наук Грузинской ССР  
 Институт экспериментальной морфологии  
 им. А. Н. Натишвили

(Поступило 21.11.1985)

ჰისტოლოგია

ბ. სამსონიძე, ძ. ბარაბაძე

პანკრეასის ენდოკრინული ნაწილის რეაქცია რენტგენის დასხივებაზე

რეზიუმე

ვირთაგვების ინსულოციტების კომპენსატორულ-შეგუებითი რეაქცია რენტგენის დასხივებიდან 1, 5, 15, 30 და 90-დღე-ღამის შემდეგ გამოიხატება უჯრედების სტრუქტურული ელემენტების სიდიდისა და რიცხვის შექცევად ცვლილებაში: შემცირება პირველი 15 დღის განმავლობაში და საწყის ოდენობამდე დაბრუნება 30 დღის შემდეგ.

HISTOLOGY

G. G. SAMSONIDZE, K. N. BARABADZE

## REACTION OF THE ENDOCRINE PART OF THE PANCREAS TO IRRADIATION

Summary

The compensatory-adaptational reaction on the 1st, 5th, 15th, 30th and 90th days to irradiation of rats has been studied. This reaction causes changes in the size and number of structural details of cells.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. Г. Самсонидзе, К. Н. Барабадзе. Сообщения АН ГССР, 111, № 3, 1983, 637.
2. Г. Г. Самсонидзе. Сообщения АН ГССР, 67, № 1, 1972, 221.
3. T. Caspersson. Cell Growth and Cell Function. New York, 1950, 280.
4. Ж. Браше. Биохимическая цитология. М., 1960.
5. А. Н. Сызганов, Е. Л. Зумеров. Сб. «Раны». Алма-Ата, 1968, 20.
6. A. A. Glückemann. Z. Anat. und Entwicklungsgesch, 93, 1930, 35.
7. A. A. Glückemann. Biol. Revs. 26, № 1, 1951, 59.
8. С. С. Лагучев. Вестник АМН СССР, № 7, 1963, 62.
9. Г. Д. Бердышев. Успехи совр. биол., № 66, 1968, 226.
10. Г. Г. Самсонидзе. Сб. «Проблема регенерации патологически измененных органов и обратимости патологических изменений», вып. 66. Горький, 1975, 37.

Изменения величины, числа структурных элементов, МИ и ИО в островковых клетках поджелудочной железы в условиях облучения у крыс ( $M \pm m$ )

Сроки наблюдения и группа животных (О—опытные, К—контрольные)	П л о щ а д ь, $\mu\text{m}^2$				Ч и с л о		МИ %	ИО %
	клеток	цитоплазмы	ядра	ядрышка	ядер в клетке	ядрышек в ядре		
1 сутки О К	$\frac{65 \pm 0,0}{98 \pm 0,0} +$	$\frac{54 \pm 0,0}{80 \pm 0,0} +$	$\frac{11 \pm 0,0}{18 \pm 0,0} +$	$\frac{2,1 \pm 0,0}{1,6 \pm 0,0} +$	$\frac{2,4 \pm 0,0}{1,5 \pm 0,0} +$	$\frac{3,0 \pm 0,0}{1,8 \pm 0,0} +$	$\frac{0,2 \pm 0,0}{0,1 \pm 0,0} +$	$\frac{0,4 \pm 0,0}{0,1 \pm 0,0} +$
5 суток О К	$\frac{72 \pm 0,0}{98 \pm 0,1} +$	$\frac{61 \pm 0,0}{80 \pm 0,2} +$	$\frac{11 \pm 0,0}{18 \pm 0,1} +$	$\frac{1,9 \pm 0,1}{1,6 \pm 0,1} +$	$\frac{2,2 \pm 0,0}{1,5 \pm 0,1} +$	$\frac{2,4 \pm 0,0}{1,8 \pm 0,1} +$	$\frac{0,4 \pm 0,0}{0,1 \pm 0,0} +$	$\frac{0,8 \pm 0,1}{0,1 \pm 0,0} +$
15 суток О К	$\frac{76 \pm 0,0}{98 \pm 0,0} +$	$\frac{68 \pm 0,0}{80 \pm 0,1} +$	$\frac{8 \pm 0,0}{18 \pm 0,0} +$	$\frac{1,9 \pm 0,1}{1,6 \pm 0,0} +$	$\frac{2,1 \pm 0,0}{1,5 \pm 0,1} +$	$\frac{2,2 \pm 0,0}{1,8 \pm 0,0} +$	$\frac{0,2 \pm 0,0}{0,1 \pm 0,0} +$	$\frac{0,4 \pm 0,1}{0,1 \pm 0,0} +$
30 суток О К	$\frac{96 \pm 0,0}{98 \pm 0,0}$	$\frac{77 \pm 0,0}{80 \pm 0,1}$	$\frac{19 \pm 0,0}{18 \pm 0,1}$	$\frac{1,7 \pm 0,0}{1,6 \pm 0,0}$	$\frac{1,9 \pm 0,0}{1,5 \pm 0,0} +$	$\frac{1,9 \pm 0,0}{1,8 \pm 0,0} +$	$\frac{0,2 \pm 0,0}{0,1 \pm 0,0} +$	$\frac{0,3 \pm 0,1}{0,1 \pm 0,0} +$
90 суток О К	$\frac{98 \pm 0,0}{98 \pm 0,0}$	$\frac{80 \pm 0,0}{80 \pm 0,0}$	$\frac{18 \pm 0,0}{18 \pm 0,0}$	$\frac{1,6 \pm 0,0}{1,6 \pm 0,0}$	$\frac{1,5 \pm 0,0}{1,5 \pm 0,0}$	$\frac{1,8 \pm 0,0}{1,8 \pm 0,0}$	$\frac{0,1 \pm 0,0}{0,1 \pm 0,0}$	$\frac{0,1 \pm 0,0}{0,1 \pm 0,0}$

+ Различия между опытом и контролем статистически достоверно.



А. И. ГУГЕШАШВИЛИ, Р. В. КАПАНАДЗЕ, Л. Д. ЧЕИШВИЛИ

## ПРИМЕНЕНИЕ АНТИАТЕРОГЕННОГО ПРЕПАРАТА БЕЗАФИБРАТА С ЛЕЧЕБНО-ПРОФИЛАКТИЧЕСКОЙ ЦЕЛЮ И ЕГО МОРФО-ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ОБОСНОВАНИЕ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. И. Деканосидзе 21.11.1984)

Атеросклероз относится к числу самых распространенных заболеваний сердечно-сосудистой системы, а его осложнения являются частыми причинами смертности и нетрудоспособности во всех развитых странах мира. На современном этапе наших знаний о механизмах развития атеросклероза ведущее значение, наряду с другими способствующими факторами, придается липопротеидам плазмы крови, транспортирующим частицы холестерина и другие липиды [1—4]. В связи с этим профилактика и лечение атеросклероза должны быть направлены на коррекцию липопротеидного обмена как важнейшего фактора в сложной цепи патогенеза этого заболевания, а также на урегулирование обменных процессов в самой стенке артериальных сосудов [1—3, 5—8]. Поэтому весьма интересным является противоллипидное средство — безафибрат, или безалип, который в последние годы стали применять в клинической практике для лечения атеросклероза [9, 10].

Учитывая вышеизложенное, для материального обоснования применения безафибрата с лечебной и профилактической целью при атеросклерозе нами с помощью методов гисто-энзимохимических исследований, электронной, а также растровой электронной микроскопии изучались состояние микрорельефа аорты, а также биохимические сдвиги крови в динамике: 1) при прогрессировании экспериментального атеросклероза; 2) в условиях одновременной дачи холестерина и безафибрата с целью выяснения его профилактического эффекта; 3) после прекращения холестериновой нагрузки для установления возможности регрессии атеросклероза и роли изучаемого препарата в лечении атеросклероза.

Исследования проводились на 96 кроликах-самцах. Подопытные животные разделены на три серии: в I — «контрольной» серии опытов кролики (24) ежедневно в течение 3 месяцев получали 0,25 г/кг 10% раствора холестерина и забивались в сроки 15, 30, 45, 60, 75 и 90 дней; во II — «профилактической» серии животные (24) одновременно получали холестерин из того же расчета и безафибрат 135 мг/кг; III — «лечебная» серия была разбита на две группы: в I группе («спонтанная регрессия атеросклероза») кролики (24) после прекращения 3-месячного скормливания им холестерина переводились на обычный пищевой рацион и забивались через 15, 30, 45, 60, 75 и 90 дней; во II группе 24 кролика после прекращения 3-месячного скормливания им холестерина получали безафибрат в дозе 135 мг/кг и забивались в те же сроки.

До забоя в динамике эксперимента у всех животных в плазме крови определялось содержание общего холестерина и липопротеидов. Поверхность аорты подопытных и контрольных животных окрашива-

лась смесью судана III с последующим планиметрическим определением площади атеросклеротических поражений по методу Г. Г. Автандилова [11]. Применялись современные методы гистологического, гисто-энзимохимического, электронно- и растровозлектронно-микроскопического исследований, изучались реоморфологические свойства крови в динамике развития и регрессии атеросклероза.

На основании изучения экспериментального материала выяснилось, что в «контрольной» серии опытов наблюдается прогрессивное нарастание холестерина и бета-липопротеидов в сыворотке крови, достигающее своего максимума на 90-й день опыта. В «профилактической» серии эксперимента при одновременной даче холестерина и безафибрата уровень холестерина и бета-липопротеидов во все сроки ниже, чем в контрольной группе, что указывает на то, что безафибрат препятствует повышению их содержания в крови. В «лечебной» серии опытов начиная с 30—60-го дня применения безафибрата он оказывает выраженное гипохолестеринемическое и гипобеталипопротеинемическое действие, иногда приводящее к их нормализации в крови, что не имеет места при «спонтанной» регрессии.

При экспериментальной гиперхолестеринемии в «контрольной» серии опытов значительно изменяются морфогемореологические свойства крови, в частности вязкость, гематокритная величина, фибриноген, форма и рельеф эритроцитов, что довольно редко отмечается в «профилактической» серии. В условиях воздействия безафибрата морфогемореологические параметры крови быстро возвращаются к норме.

Определение степени поражения поверхности интимы аорты с помощью прямой планиметрии показало, что поражение поверхности аорты при одновременной даче животным холестерина и безафибрата наступает гораздо позже и заметно отстает от такового в «контрольной» серии. В «леченых» случаях темп регрессии атеросклероза аорты ускоряется, поражение площади аорты вдвое меньше исходного.

Наблюдения в растровом электронном микроскопе (РЭМ) позволяют выявить изменения поверхности интимы аорты уже с 15-го дня опыта. Спустя 60, особенно 75 и 90 дней, наблюдаются сглаживание микрорельефа интимы аорты, изменение структуры эндотелиоцитов с последующей дезэндотелизацией интимы и образованием микроворсинок. При одновременной даче холестерина и безафибрата РЭМ изменения поверхности аорты отмечаются в более поздние сроки опытов. В лечебных безафибратом случаях начиная с 15-го дня опыта на поверхности интимы аорты значительно уменьшаются явления дезорганизации микрорельефа, подвергающейся обратному развитию на 45-й, 60-й и 75-й дни эксперимента.

Благоприятное влияние безафибрата на регрессию атеросклероза подтверждается электронно-микроскопическими исследованиями.

Довольно интересные сведения получены на основе гисто-энзимохимического исследования стенки аорты. Выяснилось, что в «контрольной» серии эксперимента на 15-й, 30-й и особенно на 45-й день в стенке аорты происходит накопление большого количества кислых мукополисахаридов (КМПС), утолщение аргирофильных мембран, уменьшение количества зерен гликогена в гладкомышечных волокнах, понижение активности липолитических (липазы и неспецифической эстеразы), окислительно-восстановительных (СДГ, НАД и НАДФ диафораз, ЦХОазы) и гидролитических (АТФаза, щелочная и кислая фосфатаза) ферментов. В связи с изменением указанных обменных процессов в стенке аорты создаются благоприятные условия для прогрессирования и бурного развития атеросклероза.

В «профилактической» серии констатированные выше изменения начинаются в более поздние сроки (60-й и 75-й дни) эксперимента и выражены умеренно по сравнению с контрольной серией. Очевидно, рассасывание холестерина в кишечном тракте под влиянием безафибрата происходит менее интенсивно, нежели в I серии, и уровень холестерина не достигает высоких цифр.

В «лечебной» серии опытов темп восстановительных процессов в стенке аорты и вообще регрессия атеросклероза под воздействием безафибрата ускоряется по сравнению со спонтанным обратным развитием процесса. Однако для получения положительного терапевтического эффекта следует рекомендовать увеличение срока лечения безафибратом свыше 60 дней.

Таким образом, проведенные морфо-функциональные исследования крови и стенки аорты, действительно, указывают на то, что безафибрат является положительным антиатерогенным средством, действующим особенно эффективно с профилактической целью.

НИИ клинической и  
экспериментальной кардиологии  
им. М. Д. Цинцадзе-Вришвили  
МЗ ГССР

(Поступило 1.11.1984)

ციტოლოგია

ა. გუგუშაშვილი, რ. კაპანაძე, ლ. ჭეიშვილი

ანტიატეროგენული პრეპარატის — გეზაფიბრატის — სამკურნალო-პროფილაქტიკური მიზნით გამოყენება და მისი მორფო-ფუნქციური დასაბუთება

რეზიუმე

ექსპერიმენტული გამოკვლევა ჩატარებულია 96 შინაურ კურდღელზე სამ სერიად. სისხლის ბიოქიმიური ანალიზისა და აორტის კედლის მაკროსკოპული, ჰისტოლოგიური, ჰისტოენზიმოქიმიური, ელექტრონომიკროსკოპული და მსკენირებელი ელექტრონომიკროსკოპული გამოკვლევების დინამიკაში დადგენილია გეზაფიბრატის დადებითი სამკურნალო და პროფილაქტიკური ეფექტი, განსაკუთრებით მიზანშეწონილია მისი პროფილაქტიკური მიზნით გამოყენება.

CYTOLOGY

A. I. GUGESHASHVILI, R. V. KAPANADZE, L. D. CHEISHVILI

EXPERIMENTAL SUBSTANTIATION OF THE THERAPEUTIC AND  
PROPHYLACTIC USE OF THE ANTISCLEROTIC DRUG  
BEZAFIBRAT

Summary

Experiments were carried out on 3 groups of 96 domestic rabbits: I—controls, II—“prophylactic”, III—“therapeutic”. The “prophylactic” animals simultaneously received cholesterol (25 g/kg) and bezafibrat (135 mg/kg); the “therapeutic” group was treated with bezafibrat for 90 days after the induction of experimental atherosclerosis. Biochemical analysis of blood samples as well as histochemical, electron microscopic and scan electron-microscopic study of the aorta indicates good therapeutic, and especially prophylactic, action of bezafibrat.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. Н. Климов, Т. А. Синицына, В. А. Нагорнев. Арх. пат., 11, 1975, 3—16.
2. А. Н. Климов. Кардиология, 2, 1976, 12—17.
3. А. Н. Климов. Кардиология, 8, 1980, 5—12.
4. Б. В. Шехонин, С. П. Домогатский, А. В. Рудин, В. С. Рукосуев. Арх. пат., 3, 1984, 18—24.
5. В. Х. Анестиади, В. А. Нагорнев. Арх. пат., 3, 1984, 10—16.
6. А. Н. Климов, А. Г. Виноградов, В. А. Нагорнев. Арх. пат., 7, 1979, 61—68.
7. А. Н. Климов, Н. Г. Никульчева. Липопротеиды, дислипидемия и атеросклероз. Л., 1984.
8. Э. М. Тарарак, Г. О. Хмельницкая. Арх. пат., 11, 1975, 80—86.
9. K. Stegmeier, S. Stork. Intern. Conf. on Atherosclerosis. Raven Press, New York, 1978.
10. K. Stegmeier *et al.* Lipoproteins and Coronary Heart Disease. Witzstrock Publishing House, New York, 1980.
11. Г. Г. Автандилов, И. С. Круглова. Бюлл. эксп. биол. и мед., 10, 1970, 15—18.

А. М. ГАГУА, Л. Л. ГУГУШВИЛИ

## НОВАЯ КОНЦЕПЦИЯ ПАТОГЕНЕЗА ОСТРОЙ ПЕЧЕНОЧНОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТИ И РАЗРАБОТКА РАДИКАЛЬНОГО МЕТОДА ЛЕЧЕНИЯ — ОРТОТОПИЧЕСКОЙ ПЕРЕСАДКИ ПЕЧЕНИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии И. К. Пагава 27.4.1984)

С целью изучения возможности возникновения острой печеночной недостаточности (ОПН) и разработки патогенетически обоснованных методов ее лечения нами было поставлено 10 серий опытов на 340 собаках и 5 свиньях, проведено ангиологическое исследование печени 30 собак, погибших после пересадки печени от печеночной комы, топографо-анатомическое и рентгено-вазографическое исследование печени 80 трупов людей, среди которых 40 умерли от ОПН.

Кроме того, был проанализирован клиничко-секционный материал 150 лиц, погибших за 1969—1979 гг. в НИИ СП им. Н. В. Склифосовского МЗ РСФСР от печеночной и печеночно-почечной комы, на основании которого были выявлены наиболее часто встречающиеся в клинике причины развития ОПН. Для раскрытия патогенеза ОПН, кроме клиничко-секционного материала, был использован также метод распознавания образцов, состоящих из совокупности множества факторов. Исходным материалом служили история болезни и информационная карта оценки эффективности хирургического лечения ОПН. Метод лечения вписывался в первоначальные варианты карт с несколькими десятками характеристик (параметров) — данными динамики биохимических анализов экспериментально-клинического материала, параметрами гистоморфологических исследований и т. д. [1—3].

Анализ клиничко-секционного материала показывает, что в развитии ОПН основное место занимают нарушения портального кровообращения. Острое нарушение гемодинамики и развитие ОПН в большинстве случаев не приводят к необратимым изменениям структуры внутриорганных сосудов и паренхимы печени. При хроническом течении процесса (цирроз печени) выраженность нарушений гемодинамики достигает крайней степени. Однако и в том, и в другом случае выявленные нарушения циркуляции в сосудистых терминалях неизбежно зависят от пред- и посторганной сосудистой системы. Ввиду того что характер таких изменений окончательно не выяснен, нами была предпринята попытка изучить ангиоархитектонику магистральных сосудов печеночной системы.

В результате анализа данных рентгено-вазографического исследования печени был выявлен ряд закономерных изменений в экстра- и интраорганных сосудистых системах и желчевыведительных путях. Так, например, характерно, что при инъекции в портальную систему в начальной стадии патологии контрастная взвесь не переходит из нее в систему других вен (в нижнюю и печеночную), что имеет место при далеко зашедших формах заболевания.



При выраженной и терминальной стадиях ОПН из артериального кровообращения оказывается выключенной большая часть ветвей печеночной артерии. При далеко зашедших формах ОПН печеночные вены и их ветви в огромной массе и очень густо покрывают гепатограмму, затрудняя определение их количества и формы. Расширение печеночных вен начинается в начальной стадии развития ОПН и достигает максимальной степени при терминальной стадии процесса. Желчный пузырь увеличен, переполнен желчью, напряжен и отечен. Внутриорганные желчные протоки резко расширены и содержат большое количество желчи [4—6].

Таким образом, выявленные закономерности анатомо-морфологических изменений структуры печеночной ткани и ее сосудистых систем убедительно доказывают важное значение нарушения гемодинамики в развитии ОПН, однако не раскрывают динамики процесса и не дают представления о характере функциональных нарушений печени.

Результаты экспериментов позволяют заключить, что ретроградное введение  $\text{CCl}_4$  в желчные пути после перевязки печеночной артерии и общего желчного и пузырного протоков способствует развитию повреждения структуры печени при относительной сохранности других органов, т. е. практически исключает выявление внепеченочных факторов [7].

В опытах на собаках доказано, что перевязка воротной вены обуславливает быстрое нарастание давления до 500 и более мм вод. ст., и разность венозного давления в кавальной системе в тех же условиях равна  $49,361 \pm 1,297$  мм вод. ст. Анализ цифровых данных показывает, что в ответ на перевязку воротной вены наблюдаются определенные закономерности, указывающие на приспособляемость венозной системы. Определенный интерес представляет динамика венозного давления в системе печеночных вен. В норме венозное давление в печеночных венах выше, чем в системе воротной вены. Разница давления в системе печеночных и воротной вен колеблется от 10 до 40 мм вод. ст. Эти соотношения существенно нарушаются после перевязки воротной вены и характеризуются значительным падением венозного давления в печеночных венах (до 0—1 мм вод. ст.). Высокие адаптационные возможности как портальной, так кавальной системы, в особенности печеночных вен, оказываются небезграничными. При истощении компенсаторных возможностей в процессе перераспределения крови наступает фаза декомпенсации и необратимых гемодинамических расстройств [8—10].

На основании комплексных исследований было выявлено, что ведущим фактором в патогенезе ОПН является нарушение портального кровообращения, развивающееся на почве различной интоксикации с определенной последовательностью. Попадание токсинов в портальную систему вызывает раздражение, отек и пролиферацию купферовских клеток, выстилающих синусоиды; просвет последних суживается и даже закрывается. Одновременно с этим рефлекторно замыкаются шлюзовые аппараты естественных порто-кавальных анастомозов. В результате возникает острая портальная гипертензия, резко повышается внутрипеченочное давление, вызывая нарастающую компрессию внутриорганных сосудов, желчных протоков и паренхимы печени. Нарушаются приток и отток артериальной крови, что способствует развитию отека печени. Наступает полная блокада портального кровообращения как в печени, так и в желудочно-кишечном тракте. Скопление большого количества крови в портальной системе влияет на общее кровообращение, вызывая развитие сердечной недостаточности, быстро ведущей к летальному исходу.

С целью изыскания эффективных методов лечения ОПН на зараженные смоделированных собаках исследовались артериализация печени, дренирование грудного лимфатического протока, экстракорпоральная подсадка алло- и ксеногенной печени. Кроме того, разрабатывались различные методы пересадки печени. С этой целью были осуществлены специальные исследования на трупах людей (80) и собак (30). По полученным данным, для получения положительных результатов каждый метод пересадки должен иметь анатомо-физиологическое обоснование, это неперемное условие [11, 12]. В этой связи нами вместе с сотрудниками НИИ СП им. Н. В. Склифосовского (Л. Л. Гугушвили, В. П. Демихов, В. М. Горайнов) были проведены исследования по гетеротопической аллотрансплантации печени (пересадка второй, дополнительной печени), задачами которых явились: а) топографо-анатомическое обоснование данной методики на трупах людей; б) отработка операционной техники в условиях эксперимента на собаках и в) определение целесообразности ее применения в клинике. Кроме того, были проведены опыты по частичной и комплексной пересадке печени (вместе с двенадцатиперстной кишкой и поджелудочной железой) и определена целесообразность их применения [13].

Операция ортотопической пересадки печени производилась по нашему методу: донорская печень подключалась к бедренно-подключичным артерио-венозным шунтам реципиента через печеночную артерию и воротную вену трансплантата, затем производилось удаление печени реципиента и на ее место помещался трансплантат, его сосуды соединялись с соответствующими сосудами реципиента. Предлагаемая техника пересадки печени исключает деструктивное действие циркуляторной ишемии на трансплантат и необходимость консервации трансплантата печени [14].

НИИ экспериментальной  
и клинической хирургии  
МЗ ГССР

(Поступило 28.9.1984)

ქვეყნიერების მდივანი

ა. ზაბუა, ლ. ზუზუშვილი

ლვიძლის მწვანე უკვანისობის კათოღანეზის ახალი კონცეფცია და რადიკალური მეთოდის დამუშავება — ლვიძლის ორთოტოპიული გადაწერვა

რეზიუმე

ლვიძლის მწვანე უკვანისობის მკურნალობის მიზნით ჩვენ დავამუშავეთ ლვიძლის ორთოტოპიული გადაწერვის ახალი ოპერაცია, რომლის უპირატესობა შემდეგში მდგომარეობს: ტრანსპლანტატის სიცოცხლისუნარიანობის შენარჩუნება ოპერაციის დროს, მისი ტროფიკის დარღვევის კორეგირება, ტრანსპლანტატის დღემდე მოწოდებული ნაკლებეფექტური საკონსერვაციო საშუალებების გამოყენების თავიდან აცილება. ოპერაციის ტექნიკის გამართლება (სავტორო მოწმობა № 706070).



A. M. GAGUA, L. L. GUGUSHVILI

## A NEW CONCEPTION OF ACUTE PATHOGENESIS OF HEPATIC INSUFFICIENCY AND THE DEVELOPMENT OF A RADICAL METHOD OF TREATMENT: ORTHOTOPIC TRANSPLANTATION OF THE LIVER

### Summary

On the basis of extensive clinical, experimental and morphological investigations the authors have come to the conclusion that the main factor in acute liver insufficiency is an acute disturbance of portal blood circulation and retrograde flow of blood to the liver through the hepatic veins owing to compression of the intrahepatic vein branches.

The available techniques of orthotopic transplantation of the liver are very complex. This is due to the considerable difficulties involved in the temporary conservation of the transplant (before grafting), which hinders its wide implementation in clinical practice.

The authors have developed a method of orthotopic transplantation involving the use of extra- and intra-corporal shunts, which permits the transfer of the graft from donor to recipient without disturbance of circulation in the recipient's circulation system. As a result the functional viability of the transplant is preserved and the technical side of the operation is simplified. (The authors' certificate of invention №706070).

### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА -- REFERENCES

1. Л. Л. Гугушвили, А. М. Гагуа. Сообщения АН ГССР, 78, № 1, 1975, 205.
2. А. М. Гагуа. Изв. АН ГССР, сер. биол., 7, № 3, 1981, 197—203.
3. А. М. Гагуа, Л. Л. Гугушвили. Сообщения АН ГССР, 108, № 2, 1982, 421—424.
4. А. М. Гагуа. Сообщения АН ГССР, 107, № 1, 1982, 173—176.
5. ა. გ ა გ უ ა. საბჭოთა მედიცინა, № 2, 1977, 36—38.
6. А. М. Гагуа, Труды НИИЭиКХ МЗ ГССР, 17, 1978, 158—162.
7. А. М. Гагуа, Л. Л. Гугушвили, В. П. Демихов и др. Материалы научной сессии Ин-та эксп. и клин. хирургии МЗ ГССР, посв. памяти акад. К. Д. Эристави. Тбилиси, 1977, 488—493.
8. А. М. Гагуа. Сообщения АН ГССР, 97, № 2, 1980, 477—480.
9. А. М. Гагуа, Л. Л. Гугушвили, В. П. Демихов, В. М. Горяйнов. Сообщения АН ГССР, 97, № 2, 1980, 469—472.
10. А. М. Гагуа. Сообщения АН ГССР, 84, № 1, 1976, 205—208.
11. А. М. Гагуа. Сообщения АН ГССР, 87, № 2, 1977, 481—484.
12. В. П. Демихов, Л. Л. Гугушвили, А. М. Гагуа, В. М. Горяйнов. Сообщения АН ГССР, 97, № 1, 1980, 205—208.
13. А. М. Гагуа, Л. Л. Гугушвили, В. И. Демихов, В. М. Горяйнов. Сообщения АН ГССР, 107, № 3, 1982, 621—624.
14. В. П. Демихов, Л. Л. Гугушвили, А. М. Гагуа, В. М. Горяйнов. Бюлл. откр. изобр., пром. обр. и тов. зн., 48, 1979.





ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

Л. П. ДИДМАИШВИЛИ

УЛЬТРАСТРУКТУРНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ В ЦНС ЖИВОТНЫХ  
ПРИ ОСТРОЙ КАННАБИНОЛОВОЙ ИНТОКСИКАЦИИ

(Представлено академиком А. Д. Зурабшвили 20.9.1984)

Целью работы является изучение ультраструктурных изменений в ЦНС животных при острой каннабиноловой интоксикации. Материал разбит на три группы. Первую группу составили случаи, когда кроликам вводился 5% раствор каннабинола в количестве 0,08 мл/кг веса животного. Вторая группа опытов представлена случаями, когда животным вводился 5% раствор каннабинола в количестве 0,8 мл/кг веса животного. В третью группу вошли случаи, когда кроликам вводился 5% раствор каннабинола в количестве 2 мл/кг веса животного. Кролики забивались через 3 часа от начала эксперимента путем введения 0,5 мл наркотозного эфира в полость сердца, затем вскрывалась черепная коробка. Электронно-микроскопическому изучению были подвергнуты кусочки мозга из затылочной и лобной областей коры больших полушарий и медиальной области зрительных бугров. Материал фиксировался в 2% растворе осмия на С-коллидиновом буфере по Беннету и Лафт и заливался в эпон. Срезы контрастировались и просматривались в электронном микроскопе типа УЭМВ-100 Л.

Изучение материала показало, что матрице цитоплазмы с ростом дозы каннабинола усиливает свою электронную плотность. Поэтому органеллы интенсивнее выявляются в случаях, когда доза каннабинола небольшая. С ростом дозы отмечается повышение извитости канальцев эндоплазматического ретикулама, при этом увеличивается площадь гладкого эндоплазматического ретикулама. При большой дозе каннабинола резко возрастает число цистерн эндоплазматического ретикулама, цистерны бесформенные. Одновременно от первой группы к третьей снижается количество связанных рибосом и возрастает число свободных. Особенно в третьей группе увеличивается количество агглютинированных рибосом.

Митохондрии разрушены в третьей группе, тогда как в первой они лишь слабо набухшие, отмечаются частичная дезинтеграция крист, неоднородная осмиофильность, изменение электронной плотности листов мембраны митохондрий (особенно наружного). Матрице митохондрий в первой группе опытов низкой электронной плотности, тогда как в третьей — высокой. Особенно интенсивные изменения выявляются со стороны митохондрий в коре головного мозга по сравнению с изменениями в зрительном бугре.

Аппарат Гольджи претерпевает наиболее интенсивные изменения в третьей группе опытов по сравнению с первой: лизосомы крупные,



число их большое, особенно в третьей группе опытов, содержимое их темное, часто встречаются цитолисомы.

С ростом дозы растет величина перинуклеарного ореола. Что касается ядра, то по форме оно приобретает пилообразный характер (особенно четко это выражено в третьей группе опытов). Около ядра отмечается большое количество митохондрий, последние имеют вытянутую форму, по величине небольшие. Глыбки хроматина распределены неравномерно, наблюдается большое количество крупноглыбчатого хроматина, они часто образуют большие скопления по краю ядра. Перечисленные изменения наиболее интенсивно выражены в третьей группе. Величина нуклеосом изменяется с ростом дозы каннабинола. Что касается ядрышка, то при малой дозе каннабинола оно светлое, некомпактное, тогда как при большой равномерно осмиофильное, компактное. Изменения обнаруживаются также со стороны мембраны ядра. Если в первой группе опытов преимущественно осмиофильность имеет место во внутреннем листке мембраны, а извитость сильнее представлена в наружном листке, между листками небольшие полости, то в третьей группе опытов листки мембраны часто не контурируются, склеены. В местах, где они склеены, отмечается высокая электронная плотность. На электронограммах единичные, большие по величине полости между интенсивно осмиофильными листками.

Миелоновые волокна в третьей группе опытов резко осмиофильны, слабо контурированы, аксоплазма богата фибриллярными элементами.

Изучение синаптических терминалей показало, что матрикс цитоплазмы в первой группе опытов обнаруживает плотность высокой осмиофильности. В терминалях преимущественно наблюдаются мелкие пузырьки с однородным диаметром. Край пузырьков хорошо контурирован, содержимое их светлое, пузырьки распределены по терминали довольно равномерно. Около синаптических щелей выявляются лишь небольшие скопления синаптических пузырьков. В терминале митохондрии слабо набухшие, кристы частично разрушены. Пресинаптическая мембрана осмиофильнее, чем постсинаптическая. Синаптическая щель низкой электронной плотности. Что касается третьей группы опытов, то здесь синаптические пузырьки единичны, по величине крупные, местами не контурируются, расположены по центру. Синаптическая щель вследствие высокой осмиофильности пре- и постсинаптической мембраны не контурируется. Митохондрии в терминалях разрушены.

Таким образом, изменения в коре головного мозга представлены интенсивнее, чем в медиальной области зрительного бугра. Результаты наблюдения говорят о том, что каннабинол сильнее влияет на структуры нейронов в третьей группе опытов по сравнению с первой. Особенно интенсивны изменения со стороны коры головного мозга. Сдвиги указывают на снижение обмена от первой группы опытов к третьей. В цитологическом отношении наиболее интенсивные изменения выявляются со стороны структур, расположенных в цитоплазме нейронов (митохондрии, лизосомы, рибосомы, эндоплазматический ретикулум, аппарат Гольджи).

НИИ психиатрии  
им. М. М. Асатиани  
МЗ СССР

(Поступило 12.10.1984)

ლ. დიდამიშვილი

ცხოველთა ცენტრალური ნერვული სისტემის ულტრასტრუქტურული ცვლილებები კანაბინოლით გწვავი ინტოქსიკაციის დროს

რეზიუმე

ექსპერიმენტულ მასალაზე შესწავლილია კანაბინოლის სხვადასხვა დოზის მოქმედება ცხოველთა ცენტრალურ ნერვულ სისტემაზე. კანაბინოლი სხვადასხვანაირად მოქმედებს ცენტრალური ნერვული სისტემის უბნებზე. ციტოლოგიურ დონეზე ნაჩვენებია ნეირონთა სტრუქტურების სხვადასხვანაირი დამოკიდებულება კანაბინოლის მოქმედებაზე.

EXPERIMENTAL MEDICINE

L. P. DIDMAMISHVILI

## ULTRASTRUCTURAL CHANGES IN THE CNS OF ANIMALS DURING ACUTE CANNABINOL INTOXICATION

Summary

The action of various doses of cannabinal on the CNS of experimental animals was studied. Cannabinal affects variously sections of CNS. The interest of neuronal structures with respect to cannabinal action is shown to differ on the cytological level.



მწარობას არ გამორიცხავს ასევე ფ. ერთელიშვილიც [4, გვ. 155], რომლის მიღების გზა ასეთია: უგუმერს-უგუმირა-გუმირი-გმირი: და მოწყუდნეს გმირნი იგი (დაბ. 14. 5); 3. ფოგტი გუმერას გუმეა მასდარის ფუქსთან აკავშირებს [5, გვ. 49]. ჩვენი აზრით, გმირის სემანტიკა თავდაპირველად ასეთი უნდა ყოფილიყო. გმირი იყო ის, ვინც დაიჭრა და ვინც დაჭრა ე. ი. გმირში იგულისხმება როგორც სუბიექტი, ისე ობიექტი. გმირი — დაჭრილი, დაწყულულებული, ომგადახდილი, შემდეგ მიუღია მას გოლიათის მნიშვნელობა. გმირი-კაცი არს დიდი და საზარელი ტანითა და საქმიანთა მეტი და გარდარეული ძალითა და ბუმბერაზი — უმცირეს მათსა, უდიდეს და უმკნეს ჩვენსა [6] დიდი და საზარელი ტანითა და უფროსდა ძალითა და საქმიანთა [7]. ერთი შეხედვით, თითქმის გმირი კომირიელთა სატომო სახელს უკავშირდება: კომირი, სომხ. გამირქ, მაგრამ გმირ სიტყვის ქართულ წარმომავლობასა და ნაზმწარობაზე მეტყველებს ისეთი სიტყვები, როგორცაა გმირვა — ლახვრის კერა და გმ-ურ-ი „ველშუბა“ [6] ვფიქრობთ, გმირის სულხან-საბასეული განმარტება ამ სიტყვის ძველი მნიშვნელობა არ უნდა იყოს.

გმირის ანალოგიურია მზირ ლექსემაც თავისი აგებულებისა და მიღების გზის თვალსაზრისით. უ-მზ-ერ-ს უ-მზ-ირ-ა-მზ-ირ-ი (შდრ. მზე). პირიანი ფორმა: მამაჩემი გიმზირს შენ მოკლვად (მცხეთ. ხელნ. I მეფე. 69.2). ნაზმწარი სახელი: და მზირნი იგი სხდეს დამალულნი სენაკსა შინა (მცხეთ. ხელნ., მსაჯ. 496. 12. იხ. ასევე: მცხეთ. ხელნ. ისო 431.2; სინ. 245, 14).

ზოგ შემთხვევაში, როცა ზმნა აწმყოში ენ სუფიქსიანია, ხოლო აორისტში შესაბამისად -ინიანი, ნაზმწარი სახელი წარმოდგენილია მხოლოდ -ირ სუფიქსით და არა მოსალოდნელი -ინით. სტვენ-ს — უ-სტვენ-ა — სტვე-ირ-ი: დღესა ერთსა აღიღო სტვერი და იწყო სტვენად მით ერთსა ფოლორცთავანსა (მამ. ცხ. 302, 24—25). ზმნისა და სახელის ფუძე ნ//რ და ნ//ლ მონაცვლეობა სხვა შემთხვევებში შენიშნული აქვს გ. დემეტრეს—ვან (ვარ) [8, გვ. 14—15]. თ. გამყრელიძესა და გ. მაჭავარიანს — ძვ. ქართ. ძვრი „ცული, ავი“ შდრ.: განძენ-დ-ა მ-ძენ-ვ-არ-ე [9 გვ. 312] და ალ. ჭინჭარაულს — ქადინი (-ქადილი), წადინი, სიცინი, ღმინი (ღმილი) [10, გვ. 153]..

ჩვენი აზრით, სტვენს-უსტენა — სტვირი (შდრ.: სტუანვა)ს მსგავსად ინიარ სუფიქსითა აბლაუტური მონაცვლეობა გვაქვს კიდევ ერთ ზმნურ ფუძეში. ესაა ა-რ-ცხ-ვე-ნ-ს — ა-რ-ცხ-ვე-ნ-ა-ცხ-ვე-რ-ი. და საშუამინველი დამცხრალ იყო ცხვრისაგან მისთა (შაბტ. 359. 16). შდრ. სა-რ-ცხ-ვენ-ელ-ი (და უწყალოდ სარცხვინელნი თჳსნი გარდაიკუეთნა მამ ცხ. 84,27) და შე-რ-ცხ-ვენ-ებ-ულ-ი (ამის განსაკრთომელისა მხილველი დედაკაცი და განცხვრებისაგან უღონოქმნილი, ხოლო უმეტესდა შერცხვენებული ეტ. VI. 176. 40).

ცხვირისა და არცხვენს, აგრეთვე მო-რ-ცხვ, უ-რ-ცხვ, სი-რ-ცხვ-ილ, ჰ-რ-ცხვენ-იას ერთმანეთთან დაკავშირება ეკუთვნის ვ. თოფურიას, რომლის აზრით, ამ სიტყვებს სემანტიკური კავშირი აქვს ცხვირთან და ამ უკანასკნელისაგან არის ნაწარმოები [11. გვ. 79]. ჩვენი აზრით კი პირიქით — ზმნა ჩანს ამოსავალი სახელისათვის: არცხვენს — არცხვინა — ცხვირი. არნ. ჩიქობავა ქართ. ცხვირს ერთ შემთხვევაში ჰან. დირინ-დ-უ „დაცხიკვება, ცხვირის დაცხინება“, მეგრ. გო-ჩინ-უ (დაცხიკვება)ს უკავშირებს [12, გვ. 37], მეორე მხრივ, ქართ. ცხვირი შესატყვისია ჰან. ჩხვინ-დ-ი||ჩხ-ინ-დ-ი, მეგრ. ჩხვ-ინ-დ-ი-ჩხვინჯისა, სადაც სიტყვის ძირად გამოიყოფა ცხვ-ცვ, ხოლო ხ განვითარებულია. ირ||იგ-ინჯ||ინდ დეტერმინანტი სუფიქსია [12, გვ. 48].

სხვა შემთხვევაში სტვენს — უსტვინა — სტვირი, არცხვენს არცხვინა — ცხვირი სიტყვებისაგან განსხვავებით, როცა აწმყოში — ენია, -აორისტში — ინ, ნაზმნარ სახელში -ილ გვაქვს: ფ რ ჩ ხ-ენ-ს (||ფ-რცხ-ენ-ს) -უ-ფ-რ ჩ ხ-ინ-ა → ფ რ ჩ ხ-ი-ლი, კ ბ-ენ-ს — უ-კ ბ-ინ-ა → კ ბ-ი-ლი. ზოგი -ილ სუფიქსიანი ნაზმნარი სახელი საინტერესოა ქართველურ ენათათვალსაზრისითაც. კერძოდ, კბილ სახელში -ილ ბოლოსართის ნაცვლად მეგრულ-ქანურში -ირ სუფიქსია: კან. კიბ-ირ-ი||კიბ-ი-ი „კბილი“ („ნისკარტი“) ||კიბ-რ-ი||კიბ-რ-ი||კირბ-ი, მეგრ. კიბ-ირ-ი, ხოლო ქართ. კბ-ენ'ს ქანურში შეესატყვისება კიბ-ინ (გა-კიბ-ინ-უ), მეგრულში კიბ-ირ (დო-კიბ-ირ-უ) [12]. „კბილს“ აღმნიშვნელი სახელი ქართულსა და მეგრულ-ქანურში წარმოშობით \*კებ/\*კაბ — ზმნური ძირისაგან (მდრ. ქართ. უ-კბ-ინ-ა, ქან. ქო-გა-კიბ-ინ-უ „id“) -ელ/-ილ სუფიქსით ნაწარმოებ ადიექტივს წარმოადგენს (მდრ. ტეფ.—აქედან ტფ-ილ-ი, ვემ—აქედან ვმ-ელ-ი). სვანური ამავე მნიშვნელობით პირველადს მდიქ — სახელს ხმარობს. უკვე ეს გარემოება იმის სასარგებლოდ მეტყველებს, რომ ქართ.-ზან. \*კბ-ილ-ი საერთო სიახლეს წარმოადგენს. ამ ვარაუდს მხარს უჭერს ისიც, რომ -ელ||-ილ სუფიქსის ფართო გამოყენება ნაზმნარ ადიექტივთა საწარმოებლად შედარებით გვიანდელი მოვლენაა და ქართულ-ზანურ საერთო ინოვაციად განიხილება. გარკვეული ალბათობით შეიძლება დავუშვათ, რომ სვან. მდიქ „კბილის“ აღმნიშვნელი საერთო ქართველური პირველადი სუბსტანტივის უშუალო რეფლექსს წარმოადგენს, რომელიც ქართულ-ზანური ერთიანობის ეპოქაში ამ დიალექტებში შეიცვალა ნაწარმოები \*კბ-ილ სიტყვით [9, გვ. 15].

მაშასადამე, ზემორე განხილულ მაგალითებში -ინ, -ირ, -ილ სუფიქსები ერთი ტიპის ნაზმნარ სახელებში წარმოშობით აორისტის ფუძის საწარმოებლებია. ასეთი წარმოება უძველესია, იმდროინდელი, როცა ენაში მოქმედებდა ქართული ენისათვის დამახასიათებელი თავისებური აბლაუტი, რაც შეეხება კბილ (კიბირ), ცხვირ (ჩხვინდ) სიტყვებს, რომლებიც საერთო წარმოებისაა ქართულსა და მეგრულ-ქანურში, ისინი ქართულ-ზანურის ერთობის საერთო პროდუქტები ჩანან.

შეიძლება დავასკვნათ: ზემოთ განხილულ ნაზმნარ სახელებში -ინ, -ირ, -ილ სუფიქსებს პირობითად ვუწოდებთ სუფიქსები, რადგან ისინი ფუძის კუთვნილებას წარმოადგენენ, თუმცა აორისტის ფუძისაგან ზოგ შემთხვევაში საკმაოდ დაშორებული ჩანს. მაგ., სტვენს — უსტვინა — სტვირი. როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, აქ შესაძლოა .ნ/რ მონაცვლეობასთან გვექონდეს საქმე, მაგრამ უფრო დასაშვებია ე. წ. „ფართული ფუძის“ არსებობა ენაში, ე. ი. უხდა გვექონოდა ფუძის ორნაირი ვახშოვანება. სტვენს — უსტვინა — \*სტვინი და \*სტვერს — \*უსტვირა — სტვირი ...ენამ ფართული ფუძიდან სტვირ ფორმა აიღო ნაზმნარ სახელად. მაშასადამე, ამჟამინდელი მონაცემი მხოლოდ წინარე ვითარების გადმონაწიში შეიძლება იყოს. ასეთი ფუძეები, ჯერჯერობით გაურკვეველი მიზეზების გამო, მოიშალა, რის შედეგადაც ძველი სისტემა ან ფრაგმენტების სახით შემოგვრჩა, ანდა შემოგვრჩა სრული სახით, მაგრამ ფუნქციური ცვლილებებითა და ნაირსახეობებით [13, გვ. 246]. ამრიგად, ირკვევა, რომ ქართულში დადასტურებულ ნაზმნარ სახელებს ქართული ენის ადრეულ საფეხურზე კავშირი ჰქონიათ აორისტის ფუძესთან, უკეთ რომ ვთქვათ, აორისტის ფუძე და ნაზმნარი სახელი მეტერიალურად ერთი და იგივე ოდენობაა. -ინ, -ირ, -ილ სუფიქსები აორისტის ფუძის შემადგენელი ელემენტებია და არა დამოუკიდებელი მაწარმოებლები.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია  
ენათმეცნიერების ინსტიტუტი

(შემოვიდა 4.10.1984)

Б. А. ЦХАДАДЗЕ

 О ВЗАИМООТНОШЕНИИ АОРИСТА И НЕКОТОРЫХ  
 ОТГЛАГОЛЬНЫХ ИМЕН В ДРЕВНЕГРУЗИНСКОМ ЯЗЫКЕ

Резюме

В древнегрузинском языке ряд отглагольных имен имеет общую с аористом основу, полученную путем аблаута: a-č-en-s «показывает», a-č-in-a — č-in-i «свет глаз, зрение», stv-en-s «свистит», u-čv-in-a «засвистел», stv-ir-i «свирель, дудка», prčx-en-s «шарапает», u-prčx-in-a «шошарапал», prčx-il-i «ноготь». В данных словах суффиксы -in, -ir, -il по происхождению являются элементами производящего основ. Такое образование самое древнее и восходит к тому периоду, когда для грузинского языка характерным был своеобразный аблаут.

LINGUISTICS

B. A. TSKHADADZE

 ON THE RELATIONSHIP OF THE AORIST AND SOME  
 VERBAL NOUNS IN OLD GEORGIAN

Summary

In Old Georgian a number of verbal nouns had a common stem with the aorist, being derived through ablaut: a-č-en-s 'shows', a-č-in-a-č-in-i 'light of the eyes, vision', stv-en-s '(he) whistles', u-stv-in-a '(he)whistled', stv-ir-i 'pipe, reed', prčx-en-s 'is scratching', u-prčx-in-a 'scratched', prčx-il-i 'finger-nail'. In these words the suffixes in, -ir, -il are—in terms of origin—elements of underlying stems. Such formation is ancient, dating from the period when a peculiar ablaut was characteristic of Georgian. However, some verbal nouns, e. g. kbili 'tooth' (Megr-Chan kibiri (kibri)), cxviri 'nose' (Megr. čxvindi, Chan. čxvinč'i), are apparently products of the common Georgian-Zan period.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. ა. შანიძე. ქართული ენის გრამატიკა. ტფილისი, 1930.
2. ა. შანიძე. თხზულებანი, ტ. III. თბილისი, 1980.
3. ი. აბულაძე. ძველი ქართული ენის ლექსიკონი (მასალები). თბილისი, 1973.
4. ფ. ერთელიშვილი. ზმნური ფუძეების ფონემატური სტრუქტურისა და ისტორიის საკითხები ქართულში. თბილისი, 1970.
5. H. Vogt. Suffixes verbaux en géorgien ancien WTS. XIV, 1947.
6. ს.-ს. ორბელიანი. ქართული ლექსიკონი. ტფილისი, 1928.
7. ნ. ჩუბინაშვილი. ქართული ლექსიკონი რუსული თარგმანითურთ. თბილისი, 1961.
8. G. Deeters. Über einen n/r wechsel im Geörgischen. Wiesbaden, 1958.
9. თ. გამყრელიძე, გ. შაჰავარიანი. სონანტთა სისტემა და აბლაუტი ქართველურ ენებში. თბილისი, 1965.
10. ალ. ჭინჭარაული. ხევსურულის თავისებურებანი. თბილისი, 1960.
11. ვ. თოფური. შრომები, III, თბილისი, 1979.
12. არნ. ჩიქობავა. ქანურ-მეგრულ-ქართული შედარებითი ლექსიკონი. ტფილისი, 1938.
13. ბ. ჯორბეანიძე. ქართული ზმნის ფორმოზრევი და ფუნქციური ანალიზის პრინციპები. თბილისი, 1980.

6. ჭეშოქლია

ორწმინდანი  $S_6C$  სტრუქტურის უბუფობი ლაზურში

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა თ. გამყრელიძემ 27.1.1986)

ლაზურში მაქსიმალური სიგრძის კონსონანტურა ჯგუფი ერთი მორფემის ფარგლებში შეიცავს ოთხ ელემენტს. პირველი ელემენტის ადგილს იკავებს ნაზალური სონანტი მ (resp. ნ), მეორე ადგილს ანტიერიორული რიგის თანხმოვნები: ბ-ფ-პ, დ-თ-ტ, ძ-ც-წ, ჯ-ჩ-ჭ, ზ-ს-ჟ-შ, მესამეს — პოსტერიორული (უკანა) რიგის თანხმოვნები: გ-ქ-კ-ღ-ხ-ყ, ბოლო წვერის ადგილს იკავებს მხოლოდ ფონემა ვ [1, 127—128]. აქედან გამოიყვანება უფრო დაბალი რიგის — სამ- და ორწვერიანი კონსონანტური ჯგუფები შესაბამისად ერთი ან ორი წვერის ამოღებით და ელემენტთა თანამიმდევრობის დაცვით — რიგების აღრევა დაუშვებელია. ნებისმიერი სიდიდის კონსონანტური ჯგუფის სონანტურ ელემენტს შეადგენს მ (resp. ნ); მხოლოდ ორწვერიან კონსონანტურ ჯგუფებში თავკიდურ პოზიციაში შეიძლება წარმოდგენილი იყოს ეპირანტული სონანტი რ. სამ- და ოთხწვერიან ჯგუფებში თავკიდურ პოზიციაში რ-ს მონაწილეობა გამორიცხულია. ის თითო-ორილა გამოჩაქვს, მაგ.: მარტგვარი/მარწკვანი „მარჯვენა“ სახით არსებული, მეგრულ ენობრივ არეალთან მჭიდრო კონტაქტის შედეგს უნდა წარმოადგენდეს.

ფონემა რ ლოკალური რიგების ყველა წვერთან ჩქამიერი თანხმოვნის წინა პოზიციაში ქმნის ორწვერიან ჯგუფების სისტემას. გამოჩაქვის შეადგენს ლარინგალური რიგი, რომელ-ც თითქმის არ ფუნქციონირებს ლაზურში — მისი ფონოლოგიური სტატუსი ნიველირებულია.

რბ: ბურბუ (ხოფ. ვიწ. ათინ. არქ.) „ღამურა“; ქორბა (ხოფ. ათინ. ვიწ. არქ.) „მუცელი“, შდრ. მეგრ. ქორა, ქვარა; ობურბალუ (ხოფ. არქ. ვიწ.) „ტრიალი“.

რფ: ფურფუ (ხოფ. ბუღეფა.) „ფილტვი“; ფარფალი (ხოფ. ათინ. ვიწ. არქ.) „პეპელა“; ფურფუ//პურბუ (ხოფ.) „მჩატე“; რდ/რპ მონაცვლეობენ.

რპ: ჯიკაპურპოლი „აჯიკა“; ყურპიჯონი//ყურპირონი (სარფ.), ყურპიჯონი (ხოფ. არქ.) „ორპირა“ — რპ კომპლექსი მორფემათა გასაყარზეა. რპ კომპლექსი შეიძლება ჩაენაცვლოს რფ-ს (იხ. ზემოთ).

რდ: ორდო (ხოფ. ვიწ. არქ.), ორდო, გორდო (ათინ.) „ადრე, ჩქარა, შდრ. მეგრ. ორდო „დილა, ალიონი“; ორდუ (ხოფ.), ომორდუ (ათინ. ვიწ. არქ.) „გაზრდა“; რდერი > დერი (ხოფ. ვიწ. არქ.) [2, 181] „გაზრდილი“, შდრ. მეგრ. რდულა. ანლაუტში რდ > დ- ასეთი გამარტივება პოზიციით აიხსნება —  $S_6C$  სტრუქტურის ჯგუფები ანლაუტში არ რეალიზდებიან.

რთ: ორთუ (ხოფ. ვიწ. არქ.) „გაყოფა, განაწილება“, შდრ. მეგრ. რთულა „გაყოფა“: გორთუ „გაყო“ [3, 309; 4, 85]. ართი//ართ, ან (ხოფ. ვიწ. არქ.), ა, არ (ათინ.) „ერთი“, შდრ. მეგრ. ართი. ლაზურში რთ > რ; რთ > რ > 0 — აუსლაუტის პოზიციით არის გაპირობებული. ართი — კართი (არქ.), ქართი — ქართი//კარტი — კარტი (ხოფ.) „ერთმანეთი“; რთ მონაცვლეობს რტ-სთან.

რტ: ბერტი (არქ.) „იბატაკი“; ოქირტოლუ (ხოფ. არქ. ვიწ.) „შდერტული“; ქარტო (ხოფ.), ქარტო, ქატო (არქ.) „ქერტლი“: რტ > ტ.





**რძ:** ორძო (ხოფ.), ორძო//ორძუ (ვიწ. არქ.), ორძო, ორზო (ათინ.) „სკამი“: რძ<რზ შდრ. ქართ. სავარძელი [5, 93]. ბალარძალი//ბალაძალი//ბალუძალი, ბალაზალი (ხოფ.) „მრავალძარღვა“: რძ>ძ>ზ. ღურძელი (ათინ. ვიწ. არქ.) „ჭირი, შხამი“, ღურძელი, ღურძუა (ხოფ.) „ავი, ცუდი, ღვარძლიანი“, შდრ. ქართ. ღვარძლი, მეგრ. ღურძელი [4, 203].

**რც:** ოფორცუ (ათინ.) „გაფცქენა“, შდრ. ოპროცუ (არქ.): რც>ც რს მეტათეზისის შედეგად; შდრ. ქართ. ფრცქენა; ხორცი (ათინ. ვიწ. ხოფ.), ხორცი//ხორწი (არქ.) „ხორცი“: რც/რწ.

**რწ:** ბერწული, ბერწული (ხოფ.), ბერწული (ვიწ. არქ.) „ბროწული“; ქარწიშალი (არქ. ვიწ.) ქარციშალი (ათინ.) „ნისლი“: რწ/რც. კოლოპურწა>კოლოპურწა (არქ. ვიწ.) ზღვის ჩიტია, ცურავს და ყვინთავს [6]: რწ>წ.

**რჯ:** ჯირჯილი (ათინ.), ღინჯილი//ღენჯილი, ღინჯილი (ხოფ.) „ღრძილი“, შდრ. მეგრ. ჯირჯილი, ქართ. ღრძილი, ლაზურში რჯ>ნჯ>ნჯგ. ზანურ-ქართულისთვის ამოსავლად მიჩნეულია \*ღრძ-, \*ღრძილი. ოხორჯა, ოხორძა, ოხორწა (ვიწ.), ოხორძა, ოხორწა, ოხორზა, ხორძა//ხორზა (ათინ.) „ქალი“: რჯ>რძ>რწ; რჯ//რძ>რზ. ოჯირჯოლუ//ოჯირყოლუ (ხოფ.) „ღრძილებით ჭამა“: რჯ>რუ.

**რჩ:** ფურჩინი (არქ. ვიწ.), ფურჩოლი, ფურჩული (ხოფ.) „ჩურჩული“, შდრ. მეგრ. ფურცქინი და ქართ. ფუჩინი [3, 331]; დორჩელი//გერჩელი (ხოფ.), დორჩელი (ათინ.) — ლეიბის ქვეშაგები.

**რჭ:** ოკირჭოლუ (ხოფ.) „კრაჭუნი“ (კბილებით): კირჭოლუვს „აკრაჭუნებს“; ბურჭული (ათინ. ვიწ. ხოფ.) „წალდი“, შდრ. მეგრ. ბურჭული, ბურჭუი. ჭურჭა (ვიწ. ხოფ.) „ლობემძვრალა, ჭინჭრაქა“, შდრ. მეგრ. ჭინჭა, ქართ. ჭინჭრაქა. ჭურჭი (<ჭურჯი) (ათინ.), ჭუჯი<ჭურჯი (ხოფ. ვიწ. არქ.) „დიდი ქვაბი“, შდრ. ქართ. ჭური.

**რგ:** ბურგილი (ხოფ.), ბურგული (ათინ. ვიწ. არქ.) „მუხლი“, შდრ. მეგრ. ბირგული, ბურგული, დერგი (ვიწ. არქ.), დერგულა, დერგი, დეგი (ხოფ.) „თავსახურიანი ქოთანია, დერგი“. კომპლექსი შეიძლება გამარტივდეს პირველი კომპონენტს დაკარგვით: რგ>გ. ბერგა (ხოფ. არქ. ვიწ.), ბერჯი (ათინ.) „თოხი“: ათინურში რჯ<რგ.

**რქ:** მარქუქი (ვიწ.), მაქოქი (ხოფ. არქ.); მაკოქი (ათინ.) <მაკოკი<მაქოქი „მაქო“: ქურქუტი//ქურკუტი//კურკურტი (ხოფ.) კურკუტი (ათინ.) „სიმინდის ნაქუჩი“ რქ კომპლექსი გამკვეთრებული ვარიანტითაც რეალიზდება და ამავე დროს რქ>ქ; რქ>ქ>კ.

**რყ:** მარკათი, მაკათი (ხოფ. ათინ.) „კვეთი“; ფურკი (ათინ.), ფურქი (ვიწ.) ფუქრი „ფოთოლი, ყვავილი“, რყ>კ; რყ>რქ, შდრ. ფუქური (არქ.), ფუქირი (ხოფ.). ვიწურ-ათინური ფორმები გვიანდელია და ევოლუციის ასეთი გზა უნდა გავვლო: ქურ>ქრ>რქ. ასეთი მაგალითები სხვაც გვაქვს და ვფიქრობ რომ სწორედ ისინი უნდა ხსნიდნენ თოფრი „თაფლი“, წიფრი „წიფელა“, ჭუბრი „წაბლი“ და სხვა მისთ. ფორმების არსებობას ათინურ-ვიწურში ნაცვლად „თოფური“, „წიფური“, „ჭუბური“ ფორმებისა. როგორც ჩანს, დღევანდელ ბრ, ფრ-... გვიანდელია და მომდინარეობს შესაბამისად ბურ- ფურ-ფორმებისაგან.

**რყ:** ღურყუ//ღუყუ. ხოფ.), ღური, ხე-ღური (ვიწ.), ხე-ღული (ართაშ.), დიუ; ხეშ-დიუ (არქ.) „იდაყვი“ შდრ. მეგრ. ღუყი. რყ-ს გამარტივების ორი სახეობაა ამ მაგალითში წარმოდგენილი რყ>ყ, რყ>რ. ეს მაგალითი იმითაც არის საინტერესო, რომ აქ ფონემა ყ-ს რეფლექსად ლაზურში ღ- გამოდის [7, 147—151], არნ. ჩიჭობავა რ-ს განვითარებულად მიიჩნევს: რყ>რ; რყ>ყ.

**რზ:** ოზურზუ (ვიწ. არქ.), „დაბუყება“; კირზა//კორზა (ხოფ.), კორზა

(არქ.), კუზი (ვიწ.) „ხის კოვზი“. ხოფურის სარფულ თქმაში იხმარება ფორმა „კიზი“, შდრ. მეგრ. კიზი, კვზი. არ არის გამორიცხული რომ მოცემულ მაგალითში რ განვითარებული იყოს.

**რს:** მსირსუ (ხოფ.), მსურსუ (ვიწ. არქ.) „სირსველა“; ეს კომპლექსი დაბალი სიხშირით ხასიათდება ლაზურში, მაგრამ შეიძლება განვითარდეს, მაგ. სერსი „ხმა“ (თურქ. ses), ლაზურში რ განვითარებულია.

**რუ:** მყურუი (ვიწ. არქ.) „ქელა“, შდრ. მზუჯი (ათინ. არქ.), ქარყალაკი (ვიწ. არქ.), ქარქალაკი (ხოფ.) — ხის ნაჭერი, რომელსაც ზღვა გამოირიყავს ნაპირზე, ცეცხლის დასანთებლად ხმარობენ ლაზები კვარის ნაცვლად.

**რშ:** ოშირშოლუ (არქ.), ოშიშოლუ < ოშირშოლუ (ხოფ.), „არევე-დარევა“, ხორშა (არქ.), ხოშკა (ათინ.). ხოჩკა//ხოჩ-კეტი (ვიწ.), ხაშარი (ხოფ.) „სარი“ რშ შეიძლება გამარტივდეს რშ>შ. თურქულიდან ნასესხებ სიტყვაში რშ კომპლექსი საინტერესო გარდაქმნებს განიცდის ლაზურში თურქ. turşu „წინილი“ ლაზურში ტურში, ტრუში, ტუში ვარიანტების სახით რეალიზდება. რშ>რჩ ზოგჯერ თურქულიდან ნასესხებ სიტყვაში მაგ., çarşaf „ჩადრი“, ლაზ. ჩარჩაჩა (არქ.), დამკვიდრებულია აგრეთვე ჩარშაჩა//ჩაშაჩა ფორმები.

**რლ:** ბურღი (ხოფ.) „ტყის კომბოსტო“; ღარღა (ხოფ.), მწკარ-ღალა (ვიწ. არქ.), წარი-ღალა (ათინ.) „ყარყატი“; მურღი, მუყი (ხოფ.) „მაყვალი“ ორივე შემთხვევაში ყ-ს რეფლექსად ღ- გამოდის. მურღ-ში რ განვითარებულია.

**რხ:** ხორხომიტი (ხოფ. არქ. ვიწ.) „ხერხემალი“, ხურხხ (არქ.), ხურხხი, ხუხი (ხოფ.) „ყელი, ხორხი“, შდრ. ქართ. ხორხი [4, 261]. ხორხომიტი (ხოფ.) „მსხვილი“. რხ შეიძლება გამარტივდეს: რხ>ხ.

შეგვიძლია დავასკვნათ: S<sub>h</sub>C სტრუქტურის ჯგუფები ლაზურისთვის კანონიკურია და რეალიზდებიან გარკვეული დისტრიბუციული შეზღუდვებით — არ გვხვდება ანლაუტის პოზიციაში. გამონაკლისს შეადგენენ ზმნური ძირები, მაგ. რღერი „გაზრდილი“ ზმნისაგან ორღუ „გაზრდა“, მაგრამ ეს ფორმაც ვერ ძლებს ანლაუტში და წინა კომპონენტს კარგავს: დერი < რღერი [2,181]. ასეთი გამონაკლისები მოსალოდნელი იყო რგ-რდ-რთ-რკ-რჩ... კომპლექსების შემცველ ზმნათა პარადიგმებში, მაგრამ ლაზური აქაც გაურბის თავკიდურ პოზიციაში S<sub>h</sub>C სტრუქტურის ჯგუფებს. ლაზურში გვაქვს: ორგამს (არქ. ვიწ. ათინ.), ორგამს (არქ. ვიწ. ათინ.), ორგაფს (ხოფ.) „რგაფს“ და არა „რგამს“, „რგაფს“ ფორმები ზმნისაგან ორგუ „რგვა“; ორდამს და არა რდამს „ზრდის“ ორთამს (ვიწ. არქ.), ორთაფს (ხოფ.) „პყოფს“ და არა რთამს, რთაფს ზმნისაგან „ორთუ“ — „გაყოფა“ და სხვ. აქ წარმოვადგენთ სქემას, რომელიც ასახავს S<sub>h</sub>C სტრუქტურის კონსონანტური ჯგუფების რეალიზაციას და გარდაქმნებს ლაზურში:

<b>რბ</b>	<b>რფ</b>	<b>რპ</b>	
[რბ]	[რფ; რფ/რბ]	[რპ; რპ/რფ]	
<b>რდ</b>		<b>რთ</b>	<b>რტ</b>
[რდ; რდ>დ]	[რთ; რთ>რ; რთ>ტ; რთ>რ>0]		[რტ; რტ>ტ]
<b>რძ</b>		<b>რც</b>	<b>რწ</b>
[რძ; რძ>რზ; რძ>ძ>ზ]	[რც; რც>ც; რც/რწ]	[რწ; რწ/რც; რწ>წ]	
<b>რჯ</b>		<b>რჩ</b>	<b>რჭ</b>
[რჯ; რჯ>ნჯ>ნჯგ რძ//რძ//რწ; რჯ>რძ>რზ; რჯ>რძ>რწ; რჯ>რტ]		[რჩ]	[რჭ>ჭ]
<b>რგ</b>		<b>რქ</b>	<b>რკ</b>
[რგ; რგ>რგ/ათინ./ რგ>გ;]	[რქ; რქ>რკ; რქ>ქ; რქ>ქ>კ]	[რკ>კ, რკ/რქ]	

$\begin{matrix} \text{რზ} & & \text{რყ} & & \text{რხ} \\ [\text{რზ}; \text{რზ} > \text{ზ ან} & & [\text{რყ}; \text{რყ} > \text{ყ}; \text{რყ} > \text{რ}] & & [\text{რხ}; \text{რხ} > \text{ხ}] \\ \text{რზ} > \text{ზ}] & & & & \end{matrix}$

$\begin{matrix} \text{რჟ} & & \text{რშ} \\ [\text{რჟ}; & & [\text{რშ}; \text{რშ} > \text{შ}; \text{რშ} > \text{რჩ}] \\ \text{რღ} & & \text{რხ} \\ [\text{რღ}, \text{რღ} > \text{ღ}] & & [\text{რხ}; \text{რხ} > \text{ხ}] \end{matrix}$

თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

(შემოვიდა 31.1.1986)

ЯЗЫКОЗНАНИЕ

Н. С. КУТЕЛИА

ДВУХЭЛЕМЕНТНЫЕ S<sub>r</sub>C СТРУКТУРНЫЕ ГРУППЫ В ЛАЗСКОМ

Резюме

Исторически в лазском образовалась система двухэлементных консонантных групп с сонантами *m, n, r* в начальной позиции. Модель S<sub>m</sub>C, S<sub>n</sub>C является результатом сравнительно позднего фонологического преобразования; модель S<sub>r</sub>C более архаична и восходит к периоду мегрело-лазского языкового единства. Фонемные группы структуры S<sub>m</sub>C, S<sub>n</sub>C, S<sub>r</sub>C являются каноническими для лазского.

LINGUISTICS

N. S. KUTELIA

SYSTEM OF PHONEMIC GROUPS OF THE  
STRUCTURE S<sub>r</sub>C IN LAZ

Summary

A system of two-element consonant groups with the sonants *m, n, r* in the initial position developed historically in Laz. The pattern S<sub>m</sub>C and S<sub>n</sub>C is a result of a relatively later phonological modification; the pattern S<sub>r</sub>C is more archaic and goes back to the period of Megrel-Laz language unity. Phonemic groups of the structure S<sub>m</sub>C, S<sub>n</sub>C and S<sub>r</sub>C are canonical in Laz.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. ბ. ქუთელია. მაცნე, ენისა და ლიტერატურის სერია, № 2, 1979.
2. Н. Я. Марр. Грамматика чанского (лазского) языка. СПб., 1910.
3. არნ. ჩიქობავა. ჭანურ-მეგრულ-ქართული შედარებითი ლექსიკონი. თბილისი, 1938.
4. Г. А. Климов. Этимологический словарь картвельских языков. М., 1964.
5. თ. გამყრელიძე, გ. მაჭავარიანი. სონანტთა სისტემა და აბლაუტი ქართველურ ენებში. თბილისი, 1965.
6. ა. თანდილავეა. ლაზურ-ქართული ლექსიკონი (ხელნაწერის უფლებით). თბილისი, 1984.
7. ბ. ქუთელია. მაცნე, ენისა და ლიტერატურის სერია, № 4, 1985.

ზ. კალანდაძე

## რევაზ მარგიანის პატრიოტული ლირიკა

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა გ. ციციშვილმა 23.5.1985)

პატრიოტიზმი ყოველი ერის პროგრესული მწერლობის ერთ-ერთი უმთავრესი მოტივია. ამ მოტივს ქართულ პოეზიაში უდიდესი ტრადიციები აქვს.

პატრიოტიზმის თემა ერთ-ერთ ძირითად ნაკადს ქმნის რევაზ მარგიანის შემოქმედებაში. „მამ მომეც სიტყვა, რომ სათქმელი ავაფერადო, ეს შენეული სიმღერები ჩემი ფრთებია! შენ, ჩემო ტკბილო საქართველოვ — ჩემო ბელადო, ცხადში, გეხილოს — რაც ოდესმე დაგსიზმრებია!“ — ეს ოცნება მუდამ თან სდევს პოეტს შემოქმედების გზაზე.

ყველა ადამიანს აქვს საასპარეზო, სადაც იბრძვის, სადაც შრომობს. რევაზ მარგიანისათვის ეს საასპარეზო სამშობლოა („ვიცი, რომ ბევრი გაფრინდა წელი“). პოეტში მამულის სიყვარული ისე მყარადაა გამჯდარი, თითქოს დბადებიდან დაპყლოდეს და ამ გრძნობის გაქრობა მისთვის გარდაცვალებას ნიშნავს („ცისა ფერს ვეტრფი“). უფრო მეტიც: მისი აზრით, პატრიოტული გრძნობა მარადიულია. „სიკვდილის მერეც საქართველოს ვერ მივატოვებ“, — ამბობს პოეტი ომის დროს დაწერილ ლექსში „მადროვე ტყვიავ“.

ფრონტზე, როდესაც ადამიანი სიკვდილის საშიშროების წინაშე დგება, განსაკუთრებულად შეიგრძნობს სიცოცხლის სიყვარულს. პოეტი ბეწვზე გადარჩენია სიკვდილს და მძაფრად განუცდია „სიცოცხლისადმი ტრფიალება“, მაგრამ რად უნდა ადამიანს სიცოცხლე თუ არა სამშობლოს კეთილდღეობისათვის? „მამულისათვის მინდა დავღამდე“, — ასეთია პოეტის მრწამსი და იგი კვლავ იარაღს აღმართავს საბრძოლველად, სიკვდილის შიში ვერ ანელებს მასში პატრიოტულ გრძნობას („ჰე, წუთიერო სიხარულო“).

რევაზ მარგიანი პოეტის მისიად ხალხის სამსახურს თვლის („ნეტავი ვინ მთვლის სიტყვადარბად“). მისი პოეტური ნატურა ვერ ეგუება პასიურ ჰერმეტას. ომისშემდგომ მშვიდობიან დროშიც იგი მუდამ ცხოვრების შუაგულშია, ეხმაურება ყოველგვარ ახალ მოვლენას ქვეყნის ცხოვრებაში.

რევაზ მარგიანი ხატავს არა მარტო საქართველოს აწმყოს, არამედ მის წარსულსაც. „ჯარივით მიჯრილ სტრიქონებში ბოლავს ხანძარი, კუპრსა და კვამლში ჩაძირულა ძველი ტაძარი... ო, ღმერთო ჩემო, ეს რა ძალამ გადაგარჩინა!“ — ასეთი ასოციაციები აღძვრის პოეტს „ქართლის ცხოვრების“ კითხვისას. იგი ფიქრდება სამშობლოს ბედზე. რამდენი ტრაგედია გადაიტანა საქართველომ, რამდენჯერ შემოსევია მას „ვიდაც ყანი, თემურ ლენგი, ჯალალ ედინი“. მაგრამ პოეტი თავისი ქვეყნის ისტორიაში ქართველთა სიმამაცით განათებულ ფერებსაც ხედავს. რადგან „გვეყვდა გმირთ-გმირი აურაცხელი და უთვალავი, ოფლით ნაშენი მათი ქვეტკირი ყოველთვის იყო შეუბღალავი“. სამშობლოს დამცველებს გმირობას ადენინებდა მამულის სიყვარული, გრძნობა, რომელიც „ორგულს ზარავდა, მტერს ბზარავდა, ჩვენ გვიფარავდა“.

რევაზ მარგიანი ისტორიული ამბების უბრალო აღმწერი როდია. იგი სამშობლოს წარსულში ცდილობს დაინახოს ყველაზე უფრო არსებითი და

ნიშნული; ისტორიულ ამბებს მჭიდროდ აკავშირებს თანამედროვეობასთან და მათ აქტუალურ ხშიერებას ანიჭებს.

მზის ჩასვლისას, როდესაც პოეტი გელათს შეჰყურებს, ეჩვენება თითქოს ტაძარი ცეცხლშია გახვეული. „იქნებ დაეცა შავი ხონთქარი“, — შესძახებს იგი. მაგრამ მოჩვენება უმაღვე ქრება და მის გონებაში ასოცირებული საქართველოს ძველი ყოფის სურათი მის მიერვე განცდილ უახლოეს წარსულს, მეორე მსოფლიო ომის საშინელებას უკავშირებდა. „ო, ღმერთო ჩემო, დარდი მაკმარე და მომაცილე ეს მოჩვენება“, — ამ სტრიქონით პოეტი მიგვანიშნებს, რომ ჩვენს ქვეყანაში დამკვიდრებული მშვიდობა არ უნდა დაირღვეს, აღარასოდეს უნდა განმეორდეს ომი.

პოეტის თვალთახედვა სწვდება სამშობლოს მომავალსაც. განუზომელია მისი კრძალვა ბავშვებისადმი, იმედი, რომ, „ჩვენს უბიწო მამულიშვილებს“ ექნებათ უნარი შექმნან კიდევ უფრო უკეთესი, ნათელი მომავალი („ჩუმად“).

რევაზ მარგიანის პოეზიაში მნიშვნელოვანი ადგილი უჭირავს წინაპართა სახეებს, რომლებიც სიტყვითა და საქმით ემსახურნენ მამულს.

1966 წ. შოთა რუსთაველის დაბადების 800 წლისთავთან დაკავშირებით მრავალმა პოეტმა უძღვნა მას დიდების ჰიმნი, რომელთა შორის უღერს რევაზ მარგიანის ხმაც. ლექსში „უმღერე“ არა მარტო ხოტბაა შესხმული რუსთაველის გენისადმი, არამედ კარგადაცაა დანახული მისი როლი ეროვნული კულტურის განვითარებაში.

რევაზ მარგიანი მოწიწებით ხატავს აკაკი წერეთლისა და ილია ჭავჭავაძის პორტრეტებს. სტრიქონებში — „შენ და ილია რომ არ გეყოლოდით, რა იქნებოდა ჩვენი მამული?“ — თვალნათლივ ჩანს პოეტის შეხედულება იმის შესახებ, რომ სამშობლო მხოლოდ გეოგრაფიული ცნება არ არის. სიტყვა მამული მოიცავს იმ თანამემამულეთაც, რომლებმაც მთელი შეგნებული ცხოვრება სამშობლოს სამსახურს მოახმარეს.

რევაზ მარგიანის შემოქმედებაში მნიშვნელოვანი ადგილი უჭირავს სვანეთის პეიზაჟებს, მაგრამ მისთვის მშობლიური ბუნება ისეთივე ვრცელი ცნებაა, როგორც სამშობლო. იგი ვატაცებით ხატავს ქართლის, კახეთის თუ საქართველოს სხვა კუთხეთა პეიზაჟებს.

ლექსში „გარნა რაიმე შეედრება“ საქართველოს მიქედვარე ნაკადულები ერთ მთლიან პოეტურ სურათშია შერწყმული. მოისწრაფიან ნაკადულები დაბლა, ბარისაკენ, „გუგუნით აცილებენ საქართველოს ლურჯი მთები“; ისინი უერთდებიან ერთმანეთს და „ერთ სიმღერას აგუგუნებს უკვე ასი ნაკადული“. შემდეგ ასე ერთად შეკავშირებულნი ზღვაში ჩაედინებიან. ეს ლექსი საინტერესოა როგორც ბუნების მომხიბლავი, დინამიური სურათის შექმნით, ისე აზრობრივი დატვირთულობითაც. ზღვა პოეტს სამშობლოდ წარმოუდგება, ნაკადულები საქართველოს კუთხეებად. საქართველოს სხვადასხვა კუთხეთა მკვიდრნი, შეხმატბილებულნი ერთ სიმღერას მღერიან. ესაა ზღვის სიმღერაც, რომელიც მარადიული ენერგიით აღსავსე მუდამ სცემს ტალღას ტალღაზე. ბუნების ამ პლასტიურ ნახატში პატრიოტული აზრია ჩადებული.

პოეტისათვის საქართველოს ბუნება შთაგონების ერთ-ერთი წყაროა. ამიტომ მის მიერ დახატული პეიზაჟი გვიჩვენებს ღირიკული გმირის სუ-

ლიერ სამყაროს, პოეტის დამოკიდებულებას ბუნებისადმი და იგი როგორც მოქალაქე ხმას იმადლებს, რომ ბუნებას მოვლა-პატრონობა, დაცვა სჭირდება („რაც შთამაგონა ჩვენმა ბუნებამ“).

საქართველოს დედაქალაქს არაერთმა პოეტმა უმღერა ლექსი. ამ თემის მრავალხმოვან ანსამბლში რევაზ მარგიანის ხმაც მოისმის („თოვს“, „თბილისს“, „ჩითილი“ და სხვა).

როდესაც მომხდურნი შემოესეოდნენ საქართველოს, ცდილობდნენ ხელთ ეგდოთ მისი გული — თბილისი. დედაქალაქის დამცველთათვის „მამული, ხმალი და გორგასალი“ მუდამ ნუგეში იყო. თითქოს გორგასალის აჩრდილი ყოველთვის გვერდით ედგა მათ. დღეს, როდესაც ქვეყანაში შშვილობა სუფევს, თითქოს კვლავ ჩნდება მისი აჩრდილი, „საუკუნეთა გრძელი ხეივანი დედაქალაქში მოდის ჭილაარა“ და როდესაც ქალაქს გახედავს, იტყვის: „დიდებმა! მზეში ლივლივებს უბერებელი მიწა ქართული, ბოლო მოედო შენს ძველ ტყვილებს, ამაყად დგახარ წელგამართული“ („გორგასალი მოდის“).

რომელ მხარეშიც არ უნდა იყოს პოეტი, სამშობლო როგორც სულის ნაწილი მუდამ მასთანაა („საყვარელო ჩემო“). უცხოეთის გზებზე პოეტს ელანდებიან ქართული ოდები, ვენახები, ცად აზიდული ამაყი მთები. აქ იგი განსაკუთრებულად აღიქვამს თანამემამულეებს, წინაპრებს. მას არ ძალუძს მოწყდეს ქართულ ენას, უნდა აქაც ქართულად ილაპარაკოს („მომწყურდა“).

ლექსის „მივაგენ“ ლირიკულ გმირს მისთვის აქამდე უცნობი რაიმესთვის მიუგნია. მას, როგორც მინდიას ესმის მცენარეთა და ცხოველთა ენა. იგი გოცებულია ამ ენის სინაზით, სისპეტაკით. შეიძლება კი გადასცე, სხვას აღუწერო როგორია ეს ენა? დიახ, იგი მას სხვა ენას აგონებს, იგი „დაახლოებით ისეთია, როგორც ქართული“. როგორც ვხედავთ, პოეტს შშობლიური ენა ბუნების ენად აქვს გამოცხადებული.

რევაზ მარგიანის პოეზია თუმცა ხასიათდება თემების მრავალფეროვნებით, მაგრამ რა თემაზედაც არ უნდა წერდეს პოეტი, მისი ფიქრი სამშობლოსადმია მიპყრობილი; სხვა თემაზე შექმნილ ბევრ ნაწარმოებში პატრიოტული მოტივი პარალელური თემის ან ერთ-ერთი მოტივის სახით შემოჰყავს და ნაწარმოების ძირითადი იდეის განუყოფელ ნაწილად აქცევს.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია  
შოთა რუსთაველის სახ. ქართული ლიტერატურის ისტორიის ინსტიტუტი

(შემოვიდა 14.6.1985)

ФИЛОЛОГИЯ

3. Г. КАЛАНДАДЗЕ

## ПАТРИОТИЧЕСКАЯ ЛИРИКА РЕВАЗА МАРГИАНИ

Резюме

Патриотизм — один из основных мотивов в творчестве Реваса Маргиани. Его стихи, касающиеся настоящего, прошлого и будущего его родной страны, ее людей, столицы, природы, родного языка, глубоко пронизаны любовью к Родине.

Патриотическая лирика Реваса Маргиани, которая твердо основывается на почве советского патриотизма, ставит его в ряды певцов родины.

Z. G. KALANDADZE

## PATRIOTIC LYRICS OF REVAZ MARGIANI

## Summary

Patriotism is one of the motifs in the creative work of Revaz Margiani. His verses written during the war, as well as his post-war poetry about the present, the past and the future of his motherland, the distinguished countrymen, the capital, the nature and the mother tongue are inspired with love for his native country.

Patriotic lyrics of Revaz Margiani, firmly based on the ground of Soviet patriotism, ranks him with the singers of the homeland.

ბ. ბრძიბაძე

## ზ ვ ა რ ა ბ ი

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა გ. ჩიტაიამ 22.5.1984)

აღმოსავლეთ საქართველოს მთიანეთის ეთნოგრაფიული მასალების მიხედვით წარმართულ ღვთაებებს, ისეთებსაც კი, რომლებიც ატარებენ გარეული ცხოველის ზომიორფულ სახეს, მსხვერპლად წირავდნენ შინაურ პირუტყვს [1].

რატომაა ზვარაკი შინაური ცხოველი? ნადირიც ეწირებოდა თუ არა ღვთაებებს? ზვარაკად შინაურ პირუტყვს არჩევდნენ, ალბათ, არა მარტო იმიტომ, რომ ამ შესაწირავით უზრუნველყოთ საერთოდ საქონლის, და კერძოდ, შესაწირავის გვარის გამრავლება-მოშენება (მით უფრო, რომ მსხვერპლს სწირავდნენ არა მარტო საქონლის გამრავლების მიზნით, არამედ საერთოდ მიწისა და ყოველგვარი მოსავლის ნაყოფიერება-ბარაქიანობისა და თვით ადამიანის განმრთელობის თუ ოჯახის გამრავლება-სიკეთის უზრუნველსაყოფად და სხვ.). საქმე ისაა, რომ, მსხვერპლშეწირულებას საფუძვლად უდევს ანიმისტური შეხედულება, რომლის მიხედვით, ღვთაებისათვის განკუთვნილია შესაწირის „სული“ [2]. ამდენად, ზვარაკი ცოცხალი უნდა მიიყვანონ საკურთხეველზე. ასეთი კი შინაური ცხოველია; იგი ნებისმიერი შემთხვევისათვის ხელთა ჰყავს შემწირველს.

აღნიშნულთან კავშირში გავიხსენოთ არაერთი ხალხის ისტორიიდან ცნობილი ჩვეულება ადამიანის მსხვერპლად შეწირვისა. ამ შემთხვევაშიც ცოცხალია ზვარაკად შერჩეულ-განწირული ადამიანი და მას საკურთხეველზე კლავენ. მეორე მხრივ, ზოგან ადამიანს ჩაენაცვლა პირუტყვი, მაგრამ არა გარეული, არამედ შინაური, რომელიც ასევე სალ-სალამათია და არც საძებნელ-მოსანადირებელი. რომ სწორედ სულია ღვთაებისათვის შესაწირი, ჩანს ქართული ეთნოგრაფიული მასალიდანაც. სახელობრ, ხეესურთში თუ ვასაყიდად გაიმეტებდნენ შეწირულ ცხოველს, იგი უსულოდ (და, შესატყვისად, ნაკლებ ფასში) უნდა გაეყიდათ [3]. ე. ი. იგულისხმება, რომ ამ შეწირული ცხოველის სული უკვე ღვთაების კუთვნილება იყო.

რაც შეეხება გარეულ პირუტყვს, იგი ვერ შეიწირება, რადგანაც მას ადამიანი უმთავრესად ნანადირევის სახით მოიპოვებს და იგი უკვე მკვდარია. იმ შემთხვევაში კი, თუ საკურთხეველზე მისი ცოცხლად მიყვანა შესაძლებელია, გარეული ცხოველიც გამოდგება ზვარაკად, ანუ არც ნადირი ჩანს ღვთაებისათვის შეუწირავი. გავიხსენოთ თუნდაც საქართველოში საკმაოდ გავრცელებული გადმოცემა იმის შესახებ, რომ წმ. გიორგის სახელობის ეკლესიაში დღესასწაულისათვის ზვარაკად ერთ დროს ხარის ნაცვლად ირემი იწირებოდა, რომელიც თავად „ცხადებოდა“ ეკლესიის გალავანში, ან „მოყავდა“ თვით წმ. გიორგის [4].

მსოფლიოს სხვა ხალხთა ყოფიდანაც ცნობილია მაგალითები, როცა ღვთაებებს მსხვერპლად ეწირებოდა არაერთი გარეული ცხოველი [2,5], რომელთაც წინასწარ დაჰეროთ (ზოგიერთს ადრეულსავე ასაკში დატყვევებულსა და შინ გაზრდილს) სამსხვერპლოდ ამზადებდნენ.





უფრო მეტიც — აღნიშნულს გარდა საყურადღებო და გასათვალისწინებელია ზოგი მასალა კავკასიის ხალხებში გავრცელებული რწმენა-წარმოდგენებიდან და გადმოცემებიდან, რომელთა მიხედვით, ყველა გარეული ცხოველი ნადირთ პატრონისა თუ ღვთაების კუთვნილებაა<sup>1</sup>. და აი, ეს ღვთაებები მას შემდეგ, რაც თავად შექამენ ნადირს, მისსავე ტყავში გახვეულ ძვლებს კვლავ შემოსავენ ხორცით, ვააცოცხლებენ. შემდეგ კი სწორედ ამ ცხოველს აკვლევინებენ მონადირეს (რაც ამოიცინობა რომელიმე ძვლის სანაცვლოდ ჩადებული ხის ნაჭრით) [6]. ზემოთქმულიდან გამომდინარე, ერთი მხრივ, შეიძლება ვიფიქროთ, რომ რამდენადაც ნანადირევი, ხალხის რწმენით, ღვთაებისაგან უკვე შექმულ-შერგებული (გამოდის, მისდამი უკვე შეწირული) და შემდეგ აღდგენილ-გაცოცხლებული ცხოველია, მონადირისაგან აღარ ეგების ამ ცხოველის შეწირვა. თანაც ეს შეუძლებელი ჩანს იმის გამოც, რომ ცხოველის მარტოდენ ხორცს აძლევს მონადირეს ღვთაება — ნანადირევი უ ს უ ლ ო ა. ამიტომაც მონადირეს ნადირთ პატრონისა თუ ღვთაებისაგან უკვე შექმული ცხოველის მხოლოდ-და რქები მიაქვს ჯვარ-ხატების სამსხვერპლოზე, (იქნებ „უბრუნებს“ ღვთაებას მისი კუთვნილი ნადირის ნაწილებს?). გასათვალისწინებელია ის მოსაზრებაც, რომ საქართველოს მთიანეთში მონადირე, გარკვეული რიტუალების დაცვით, უთანაბრდება კულტის მსახურს და, ამდენად, ნადირობა შეიძლება გააზრებულ იქნას მსხვერპლშეწირვად [7]. ორივე შემთხვევაში (ჩაეთვლით მსხვერპლშეწირვას ნადირობამდე მომხდარ ფაქტად თუ ნადირობას გავუთანაბრებთ მსხვერპლშეწირვას) გამოდის, რომ ყველა ნანადირევი ზვარაკია. აღნიშნულის დასტური უნდა იყოს ის ჩვეულება, რომლის მიხედვით იკრძალება ნანადირევის ძვლის გადაგდება-დაკარგვა. ნანადირევიდან სხვისთვის მიერთმეული ნაწილის ძვლიც კი უნდა დაუბრუნდეს მონადირეს, რათა დანარჩენ ძვლებთან ერთად დაიმარხოს ან სათანადო ადგილი მიეჩინოს [6,8]. ე. ი., რომ აღარა ვთქვათ რა ცოცხალი გარეული ცხოველის მსხვერპლად შეწირვის შესაძლებლობაზე, ხალხის შეხედულებით, ყველა ნანადირევიც კი ზვარაკად გაიზრება, მაშინ როცა შინაურ პირუტყვთაგან ყველა არაა სამსხვერპლო.

მაშასადამე, ზვარაკის შერჩევა ემყარება ანიმისტურ შეხედულებას, ღვთაებისათვის მსხვერპლის სულის შეწირვის აუცილებლობის რწმენას და შესატყვის მატერიალურ ბაზას — ცოცხალ შესაწირს, სულდგმულს. ამიტომაცაა, რომ ზვარაკად, უპირატესად, ირჩევენ არა გარეულ (რომელსაც, უმეტესად, მოკლული ნანადირევის სახით მოიპოვებენ), არამედ შინაურ პირუტყვს.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია  
ივ. ჯავახიშვილის სახ. ისტორიის, არქეოლოგიისა  
და ეთნოგრაფიის ინსტიტუტი

(შემოვიდა 20.9.1984)

ЭТНОГРАФИЯ

## Н. А. БРЕГАДЗЕ ЖЕРТВЕННОЕ ЖИВОТНОЕ

Резюме

По древним обычаям горцев Восточной Грузии языческим богам, в том числе и тем, чья зооморфная природа проявлялась в образе ди-

(1 სხვა ხალხებშიც ტყის ნადირი ტყის ღვთაების ჯოგადაა მიჩნეული [5].

კიხ ჯივოთნჲ, პრინოსილსჲ ვ ჯერტუ დომასნიე ჯივოთნჲ. პრინოიე ჲოთუ დოლჲო ბილჲოსლჲ ანიმისტინესოე პრედსტავლენიე, პო კოტოროუ ბოგჲმ პრედნაზნაჩაესჲ «დუშა» ჯერტუე, ჲო პოდტვერჲდაესჲ ი გრუზინსკიმ ეთნოგრაფინესკიმ მატერიალჲმ. ა თაკ კაკ დიკოე ჯივოთნოე დობჲვაესჲ, ვ ოსოვნოჲმ, ვო ვრეჲა ოხოტჲ ი ვ ბოლჲინსტვე სლუჩაევ უბიტჲმ, თო ჲეგჲე ი უდობნე ჯერტოვოთჲ იმეშოიუსჲ პოდ რუკოჲ სკოტინუ. ოდნაკო, პო დანნჲმ ეთნოგრაფინიე რაზლიჩნჲმ ნაროდოვ, ვ თოჲ ჩისლე ი გრუზინი, ბოგჲმ პრინოსჲსჲ ვ ჯერტუე ი დიკიე ჯივოთნჲე ვ სლუჩაე, ესლი იჲ მოჲო პრინევისტჲ კ ალტაროჲ ჯივოთნჲე. ბოლეე თოგო, ანალიზ ეთნოგრაფინესკო მატერიალჲ ვჲჲვლჲეს, ჲო პო ნაროდნჲმ პონჲთიჲმ, კადოე უბიტოე ვო ვრეჲა ოხოტჲ ჯივოთნოე ოსმჲსლჲვაესჲ კაკ ჯერტოვო, თოგჲ კაკ ნე კადოე სკოტინოე პრედნაზნაჩაესჲ დღე ჯერტოვპრინოშენიჲ.

სლედოვოტელნო, ვჲბორ ჯერტუე ოპრედელჲესჲ ანიმისტინესკიმ პრედსტავლენიემ, ვეროი ვ ნეობჲდიმოსტჲ პოჲერტოვოთჲ დუში. პოეზოთუ ვ კაჩესტვე ჯერტუე ვჲბირაიოთ გლავნჲმ ობრაზოჲ ნე დიკიე (დობჲვაემჲე ვ ბოლჲინსტვე სლუჩაევ უბიტჲმი), ა დომასნიე ჯივოთნჲე.

ETHNOGRAPHY

N. A. BREGADZE

## SACRIFICIAL ANIMAL

Summary

On the basis of ethnographic material it is shown that gods were offered as sacrifice mainly domestic animals because, according to the animistic belief underlying this rite the object of sacrifice is the soul of the latter. Therefore wild animals are fit for this purpose only in those rare cases when they are caught alive. Consequently, it is more convenient to use domestic animals as sacrifice.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. გ. შაკალაიძე. მესაქონლეობა აღმოსავლეთ საქართველოს მთიანეთში, თბილისი, 1985.
2. Л. Я. Штернберг. Первобытная религия в свете этнографии. Л., 1936.
3. ვ. ბარდაველიძე. ქართული (სვანური) საწესო გრაფიკული ხელოვნების ნიმუშები. თბილისი, 1953.
4. Г. С. Читая. «Вопросы этнографии Кавказа», Тбилиси, 1952.
5. Дж. Фрэзер. Золотая ветвь. М., 1980.
6. თ. ოჩიაური. კრებ. „მასალები საქართველოს ეთნოგრაფიისათვის“, VII. თბილისი, 1955.
7. З. Г. Кикнадзе. «Кавказско-ближневосточный сборник», VII. Тбилиси, 1984.
8. ა. რობაქიძე. კოლექტიური ნაღრობის გადმონაშთები რაჭაში. თბილისი, 1941.

## საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიაში В АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР

აკადემიის პრეზიდიუმში  
В ПРЕЗИДИУМЕ АКАДЕМИИ

21 აგვისტოს საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის პრეზიდიუმის სხდომათა დარბაზში არაორგანული ქიმიისა და ელექტროქიმიის ინსტიტუტმა ჩაატარა სსრკ — იაპონიის VI ელექტროქიმიური სემინარი. სემინარის თემა იყო ფაზათა გამყოფი საზღვრისა და ელექტროქიმიური კინეტიკის ფუნდამენტური პრობლემები. მოხსენებით გამოვიდნენ პროფ. მ. ენო და მეცნიერებათა დოქტორი რ. ნოტოია (ხოკაიდოს უნივერსიტეტი — საპორო), ს. ხარუიამა (ტოკიოს ტექნოლოგიური ინსტიტუტი), დოქტორი ი. ტომიძე (ლითონთა ნაციონალური ინსტიტუტი — ტოკიო), პროფ. ი. ჰაიაკავა (კოლეჯი სევა — ტოკიო), საქ. სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი რ. აგლაძე, საქ. სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი ლ. ჯაფარიძე, პროფ. ჯ. ჯაფარიძე, ქიმიურ მეცნიერებათა კანდიდატები გ. აგლაძე და თ. ლეყავა.

21 августа в зале заседаний президиума АН ГССР состоялся организованный Институтом неорганической химии и электрохимии АН ГССР VI Советско-Японский семинар по электрохимии. Тема семинара: «Фундаментальные проблемы строения межфазных границ и электрохимической кинетики. С докладами выступили проф. М. Эно, д-р Р. Нотоя (университет Хоккайдо—Саппоро), проф. С. Харуяма (Токийский технологический институт), д-р И. Томидзука (Национальный исследовательский институт металлов, Токио), проф. Я. Хаякава (Колледж Сова—Токио), акад. АН ГССР Р. И. Агладзе, чл.-корр. АН ГССР Л. Н. Джапаридзе, проф. Дж. И. Джапаридзе, к. х. н. Г. Р. Агладзе и к. х. н. Т. Лежава.

23—28 სექტემბერს ქ. თბილისში, საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მათემატიკისა და ფიზიკის განყოფილების ბაზაზე ჩატარდა თეორიულ და გამოყენებით ფიზიკაში საერთაშორისო კავშირის (ИЮПАП) მორიგი სხდომა. ამ კავშირის უმნიშვნელოვანესი ამოცანებია: ფიზიკის დარგში საერთაშორისო თანამშრომლობის სტიმულირება, ყველაზე აქტუალურ გამოკვლევათა კოორდინაცია, საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენციების ორგანიზაცია და ფინანსური მხარდაჭერა და სხვ. თათბირის მუშაობაში მონაწილეობა მიიღო 13 მეცნიერმა, რომელთაგან ცხრა უცხოელი იყო (აშშ, საფრანგეთი, ნორვეგია, იაპონია, გერმანია, ინგლისი, შვეიცარია, ჩეხოსლოვაკია). ახლანდელი სხდომის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი საკითხი იყო 1987 წ. ჩასატარებელი ფიზიკოსთა კონფერენციების სიის განხილვა.



25 სექტემბერს საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის პრეზიდიუმში ჩატარდა სამეცნიერო სესია. საინტერესო მოხსენებები, რომლებიც თანამედროვე ფიზიკის ზოგიერთ აქტუალურ საკითხს მიეძღვნა, წაიკითხეს აკად. ვ. გოლდანსკიმ, აკად. წევრ-კორ. ა. ანდრეევმა, საქ. სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორ. ჯ. ლომინაძემ.

23—28 сентября в г. Тбилиси на базе Отделения математики и физики АН ГССР проходило очередное заседание исполкома ИЮПАП (Международный союз по теоретической и прикладной физике). Важнейшие задачи ИЮПАП — это стимулирование международного сотрудничества в области физики, координация наиболее актуальных исследований, организация и финансовая поддержка международных научных конференций и др. В работе совещания участвовали 13 ученых, из них девять представляли зарубежные страны (США, Франция, Норвегия, Япония, ФРГ, Англия, Швеция, ЧССР). Один из важных вопросов нынешнего заседания — обсуждение списка конференций физиков, намеченных провести в 1987 г.

25 сентября в президиуме АН ГССР состоялась научная сессия. С интересными докладами по некоторым актуальным вопросам современной физики выступили акад. В. И. Гольданский, чл.-корр. АН СССР А. Ф. Андреев, чл.-корр. АН ГССР Дж. Г. Ломинадзе.



სესიები, კონფერენციები, თათბირები  
 СЕССИИ, КОНФЕРЕНЦИИ, СОВЕЩАНИЯ

19—20 სექტემბერს ბორჯომში შედგა რესპუბლიკის მეცნიერ-ისტორიკოსთა ტრადიციული VIII შეხვედრა. შეხვედრა შესავალი სიტყვით გახსნა საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის პრეზიდენტმა აკად. ე. ხარაძემ.

შეხვედრის მთავარი თემა იყო სკკპ XXVII ყრილობის გადაწყვეტილებები და ისტორიის დარგში სამეცნიერო კვლევა-ძიების პერსპექტივები. ამ საკითხზე მოხსენებით პლენარულ სხდომაზე გამოვიდა ივ. ჯავახიშვილის სახელობის ისტორიის, არქეოლოგიისა და ეთნოგრაფიის ინსტიტუტის დირექტორი, საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი გ. მელიქიშვილი. მოხსენებაში ხაზი გაესვა იმ დიდ მნიშვნელობას, რომელიც აქვს სკკპ XXVII ყრილობის და საქართველოს კპ XVII ყრილობის გადაწყვეტილებებს ჩვენი საზოგადოებრივ ცოდნის მუშაკთა, კერძოდ, ისტორიკოსთა მუშაობის გარდაქმნისათვის, მეცნიერული კვლევა-ძიების დონისა და ხარისხის ამაღლებისათვის. გაანალიზებულ იქნა პირველ რიგში საბჭოთა საზოგადოების ისტორიის კვლევის დარგში არსებული მდგომარეობა, რომელსაც დიდი წვლილის შეტანა მართებს საბჭოთა საზოგადოების შემდგომი წინსვლის გზების დასახებაში. აღინიშნა, რომ ამ მხრივ ჩვენი ისტორიკოსების მუშაობას ბევრი ნაკლი აქვს. მიუხედავად რესპუბლიკაში საზოგადოებრივ მეცნიერებათა დარგში 1981—1985 წლებში საკოორდინაციო გეგმით ისტორიის დარგში გათვალისწინებული სამუშაოების ძირითადად შესრულებისა, ამ გეგმების განხორციელებაში არაერთი ხარვეზი შეიმჩნევა. როგორც ეს, ისე მომდევნო XII

ხუთწლედის (1986—1990 წწ.) საკოორდინაციო გეგმები მოკლებულია საჭირო კონკრეტულობას და აქტუალური საკითხების ჩამოთვლას წარმოადგენს. ჩვენი გეგმების ნაკლია აგრეთვე საბჭოთა საქართველოს ისტორიის საკითხების დამუშავება დროის მცირე მონაკვეთების, ჩვეულებრივ ხუთწლედების ფარგლებში. გეგმებში სათანადო ადგილს ვერ იკავებს ახალი პრიორიტეტული მიმართულებები, ახალი პერსპექტიული სამუშაოები, ხოლო ზოგიერთი ამგვარი სამუშაო არასაკმაოდ არის დაკომპლექტებული შემსრულებლებით. კვლავ არსებით გაუმჯობესებას მოითხოვს კოორდინაციის საქმე. დღენიდავ საზრუნავი უნდა გახდეს ჩვენი კადრების კვალიფიკაციის ზრდა, მეცნიერული ხელმძღვანელობის გაუმჯობესება. უფრო ფართოდ უნდა მივმართოთ ჩვენი სპეციალისტების სტაჟირებას სსრკ დიდ სამეცნიერო ცენტრებში, ცოცხალი და სისტემატიური კონტაქტების დამყარებას დაწესებულებათა და მის ქვედანაყოფთა შორის.

მიუხედავად იმისა, რომ ზოგი რამ გაკეთდა უმადლესი და საშუალო სკოლისადმი დახმარების ხაზით, ეს საქმეც გაძლიერებულ მოითხოვს. საჭიროა გამოქვეყნდეს უკვე შედგენილი სახელმძღვანელოები და ქრესტომათიები; შედგეს ახალი ამგვარი ნაშრომები. მკვეთრ გაუმჯობესებას მოითხოვს საქართველოს ისტორიის წყაროების გამოსაცემად მომზადებისა და გამოქვეყნების საქმე. მეტი სიფრთხილეა საჭირო ხალხური ტრადიციების შესწავლის შედეგად რეკომენდაციების მიღებისას. დაბოლოს არსებით გაუმჯობესებას მოითხოვს სამეცნიერო მუშაობის ორგანიზაციის არაერთი მხარე.

პლენარულ სხდომაზე მოსმენილ იქნა რესპუბლიკის უმადლესი და საშუალო სპეციალური განათლების სამინისტროს საზოგადოებრივ მეცნიერებათა სამმართველოს უფროსის პროფ. ნ. კირვალიძის, პარტიის ისტორიის ინსტიტუტის დირექტორის პროფ. დ. სტურუას, თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ისტორიის ფაკულტეტის დეკანის დოც. ნ. ასათიანის, აფხაზეთის, ბათუმის და სამხრეთ ოსეთის სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტების ხელმძღვანელების (ისტორიის მეცნიერებათა დოქტორი შ. ინალ-იფა, აკად. წ/კ. დ. ხახუტაიშვილი, პროფ. ბ. ტეხოვი), საქართველოს ისტორიის წყაროების კომისიის თავმჯდომარის აკად. შ. ძიძიგურის გამოსვლები.

პლენარული სხდომის შემდეგ ჩატარდა სექციების სხდომები, რომელთა მუშაობის შედეგების შესახებ „შეხვედრის“ დასკვნით სხდომას მოახსენეს სექციების ხელმძღვანელებმა: აკად. წ/კ. მ. ლორთქიფანიძემ (ისტორიის პრობლემების სექცია), პროფ. დ. სტურუამ (მეცნიერული კომუნიზმისა და სკკპ ისტორიის სექცია), აკად. ა. აფაქიძემ (არქეოლოგიის სექცია), აკად. წ/კ ა. რობაქიძემ (ეთნოგრაფიის სექცია).

სხდომაზე შემაჯამებელი სიტყვით გამოვიდა საქართველოს კპ ცკ მდივანი გ. ენუქიძე.

შეხვედრის მონაწილეებმა, შეაჯამეს რა ჩატარებული მუშაობის შედეგები, მოიწონეს სექციათა და პლენარულ სხდომებზე წამოყენებული წინადადებები და რეკომენდაციები.

19—20 сентября в г. Боржоми состоялась традиционная VIII встреча ученых-историков Грузии. Встречу со вступительным словом открыл президент АН ГССР акад. Е. К. Харадзе.

Основная тема встречи: «Решения XXVII съезда КПСС и перспективы научных исследований в области истории». С докладом по



этому вопросу выступил директор Института истории, археологии и этнографии АН СССР им. И. А. Джавахишвили, акад. АН ГССР Г. А. Меликишвили. В докладе было показано то огромное значение, которое имеют решения XXVII съезда КПСС и XXVII съезда КП Грузии для перестройки и повышения уровня и качества научной работы наших работников по общественным наукам, в частности историков. Подверглась анализу в первую очередь обстановка в сфере изучения истории советского общества, которому подлежит играть большую роль в определении путей дальнейшего продвижения советского общества. Было отмечено, что в этом отношении в работе наших историков, имеется немало недостатков. Несмотря на то, что в основном выполнен республиканский координационный план 1981—1985 гг. по общественным наукам, при выполнении плана имеется немало пробелов. Как этот, так и новый координационный план 1986—1990 гг. лишены нужной конкретности и представляют перечень актуальных вопросов. Недостатком наших планов является также наличие в них заданий по изучению вопросов истории Советской Грузии в пределах довольно ограниченных отрезков времени, как правило, в пределах тех или иных пятилеток. В планах не нашли соответствующего отражения приоритетные направления, новые перспективные работы, а некоторые такие работы не в полной мере укомплектованы исполнителями. По-прежнему существенного улучшения требует дело координации научно-исследовательских работ. Необходимы постоянный рост квалификации наших работников, улучшение научного руководства над ними. Следует более интенсивно внедрять в практику работы стажировку наших специалистов в крупных научных центрах СССР, установить непосредственный и постоянный контакт между научными учреждениями и их подразделениями.

Несмотря на то что было сделано немало по линии помощи средней и высшей школе, и в этой области работа нуждается в улучшении. Следует создать новые и опубликовать уже составленные учебники и хрестоматии по истории, археологии и этнографии. Требуется улучшения также дело изучения и публикации источников по истории Грузии. Более осторожный подход нужен в принятии разного рода рекомендаций в результате изучения народных традиций. Наконец, следует существенно улучшить дело организации научной работы.

На пленарном заседании были заслушаны выступления начальника управления общественных наук Министерства высшего и среднего специального образования проф. Н. И. Кирвалидзе, директора Института истории партии при ЦК КП Грузии проф. Д. Г. Стуруа, декана исторического факультета Тбилисского гос. университета доц. Н. Ш. Асатиани, руководителей научно-исследовательских институтов Абхазии, Батуми и Юго-Осетии (докт. ист. наук Ш. Д. Инал-ипа, чл.-корр. АН ГССР Д. А. Хахутайшвили, проф. Б. В. Техов), председателя Комиссии по изучению источников истории Грузии акад. Ш. В. Дзидзигури.

После пленарного заседания состоялись секционные заседания, об итогах которых было доложено на заключительном пленарном за-

седании руководителями секций: чл.-корр. АН ГССР М. Д. Лордкипанидзе (секция проблем истории), проф. Д. Г. Стуруа (секция научного коммунизма и истории КПСС), акад. А. М. Апакидзе (секция археологии), чл.-корр. АН ГССР А. И. Робакидзе (секция этнографии).

На заседании с речью выступил секретарь ЦК КП Грузии Г. Н. Енукидзе.

Участники встречи одобрили высказанные на пленарных и секционных заседаниях предложения и рекомендации.





გიორგი სპირიდონის ძე ჩიტაია  
 ГЕОРГИЙ СПИРИДОНОВИЧ ЧИТАЯ

ქართულმა საბჭოთა მეცნიერებამ დიდი დანაკლისი განიცადა. გარდაიცვალა ქართული საბჭოთა ეთნოგრაფიული სკოლის ფუძემდებელი, საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი, მეცნიერების დამსახურებული მოღვაწე, ივანე ჯავახიშვილის სახელობის ისტორიის, არქეოლოგიისა და ეთნოგრაფიის ინსტიტუტის განყოფილების გამგე, საისტორიო საზოგადოების თავმჯდომარე, პროფესორი გიორგი სპირიდონის ძე ჩიტაია.

გ. ჩიტაია დაიბადა 1890 წელს ფოთში. 1911 წელს დაამთავრა თბილისის მეორე გიმნაზია. ამავე წელს სწავლა განაგრძო პეტერბურგის უნივერსიტეტის აღმოსავლური ენების ფაკულტეტზე ქართულ-სომხური ფილოლოგიის სპეციალობით. 1912 წელს უნივერსიტეტის სწავლულთა რეკომენდაციით კვალიფიკაციის ასამაღლებლად იგზავნება ქ. კენიგსბერგში, საიდანაც კვლავ ბრუნდება პეტერბურგში სწავლისა და სამეცნიერო მუშაობისათვის. 1917 წელს გ. ჩიტაია საქართველოში დაბრუნდა და შეუდგა მეცნიერულ მოღვაწეობას.

გ. ჩიტაიას სახელთან დაკავშირებულია ქართული საბჭოთა ეთნოგრაფიის მეცნიერების ჩამოყალიბება და განვითარება. ანიჭებდა რა უდიდეს მნიშვნელობას საველე ეთნოგრაფიული მასალის შეკრებას, გ. ჩიტაიამ თავის შრომებში თანდათანობით გამოკვეთა და ეთნოგრაფიულ კვლევა-ძიებაში დანერგა მარქსისტულ-ლენინურ მოძღვრებაზე დაფუძნებული საველე მუშაობის კომპლექსურ-ინტენსიური მეთოდი, რომლის მიხედვითაც ეთნოგრაფიული ყოფა შეისწავლება ინტენსიურად, კომპლექსურად, ბაზისური და ზედნაშენური მოვლენების ერთიანობის, ისტორიული განვითარების ასპექტით. გ. ჩიტაიამ თავისი გამოკვლევებით პირველმა ნათელყო აღნიშნული მეთოდის უპირატესობა.



მისი მრავალრიცხოვანი შრომები, რომელთა რიცხვი ორასს აღწევს, ძირითადად საველე მასალების საფუძველზეა შედგენილი. იგი დაჯილდოებული იყო ფაქტობრივი მონაცემების მიკვლევის, ფიქსაციის, კლასიფიკაციისა და მეცნიერული ანალიზის დიდი უნარით.

გ. ჩიტაიამ მალალ მეცნიერულ დონეზე შეისწავლა მემინდვრობის სისტემები საქართველოსა და კავკასიაში, სახვნელებისა და შრომის სხვა იარაღების სახეობანი, ხორბლეულის ენდემური ჯიშები, მემინდვრობასთან დაკავშირებული შრომის ორგანიზაციის ფორმები, სამეურნეო დანიშნულების ნაგებობანი, სოციალურ ურთიერთობათა თავისებურებანი, რწმენა-წარმოდგენები და რიტუალები. ხანგრძლივი, ნაყოფიერი კვლევა-ძიების შედეგად მან დაადგინა, რომ საქართველო ერთ-ერთი დიდად განვითარებული სამიწათმოქმედო კულტურის ქვეყანაა. მემინდვრობის სისტემებისა და სახვნელი იარაღების განვითარების ისტორიის მეცნიერული კვლევის შედეგები მნიშვნელოვან მონაპოვრად იქნა აღიარებული აგროეთნოგრაფიის დარგში და ცნობილი გახდა ეთნოგრაფიის მეცნიერებისათვის როგორც საბჭოთა კავშირში, ისე მის ფარგლებს გარეთაც. რისთვისაც მეცნიერი არჩეული იყო აგრარული ეთნოგრაფიის საერთაშორისო კომიტეტის წევრად.

განსაკუთრებით აღსანიშნავია გ. ჩიტაიას ღვაწლი ახალგაზრდობის აღზრდაში. იგი ათეული წლების მანძილზე ხელმძღვანელობდა თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტში მის მიერვე დაარსებულ ეთნოგრაფიის კათედრას.

მეცნიერი განსაკუთრებული გულსყურობით ეკიდებოდა სამუზეუმო, ეროვნული საუნჯის დაცვის გაუმჯობესების საქმეს. საკუთარი ინიციატივით შეძლო მან საქართველოს ეთნოგრაფიულ ფონდებში მოეყარა თავი სხვადასხვა მუზეუმებში გაბნეული კოლექციებისათვის, გაემდიდრებინა ისინი ახალი მონაპოვრებით და მოეხდინა მათი პუბლიკაცია ექსპოზიციის მოწყობის გზით. მისი ხელმძღვანელობით მოეწყო სახელმწიფო მუზეუმში არაერთი რეგიონალური, თემატური და ბოლოს საქართველოს ერთიანი ეთნოგრაფიული გამოფენა, რომელიც დღესაც მოქმედებს. მისი ინიციატივით 1960 წელს დაარსდა ქართული ხალხური ხუროთმოძღვრებისა და ყოფის მუზეუმი ღია ცის ქვეშ.

სამუზეუმო საქმის ცნობილი ორგანიზატორი გ. ჩიტაია იყო სასოფლო-სამეურნეო იარაღების ისტორიის საერთაშორისო კომიტეტის, ხალხური მევენახეობა-მეღვინეობის შემსწავლელი საერთაშორისო კომისიის, ეთნოგრაფიული ატლასის საერთაშორისო საორგანიზაციო კომისიის, მრავალი სამეცნიერო საბჭოსა და სარედაქციო კოლეგიის წევრი, ქართული საბჭოთა ენციკლოპედიის სამეცნიერო-საგამომცემლო საბჭოს თავმჯდომარე ეთნოგრაფიის დარგში, აკადემიის პრეზიდიუმის ეთნოგრაფიული კომისიის თავმჯდომარის მოადგილე, ფაზისის სახალხო აკადემიის პრეზიდენტი.

წელთა სიმრავლის მიუხედავად, გ. ჩიტაია ჩვეული ენერგიით ხელმძღვანელობდა ეთნოგრაფიის მეცნიერების განვითარებას. 1936 წელს ენის, ისტორიისა და მატერიალური კულტურის ინსტიტუტში ჩამოყალიბდა ეთნოგრაფიის განყოფილება, რომელსაც სათავეში ჩაუდგა მეცნიერი. ამავე განყოფილებას ხელმძღვანელობდა იგი ისტორიის ინსტიტუტში მისი შექმნის დღიდან, ხოლო 1961 წლიდან იგი განაგებდა ივანე ჯავახიშვილის სახელობის ისტორიის, არქეოლოგიისა და ეთნოგრაფიის ინსტიტუტის ეთნოგრაფიის სექტორს. მისი სიცოცხლის მიზანი იყო ქართული საბჭოთა მეცნიერებისა და კულტურის სამსახური.



პარტიამ და მთავრობამ დიდად დააფასეს მეცნიერის ღვაწლი. გ. ჩიტაია დაჯილდოებული იყო შრომის წითელი დროშისა და ხალხთა მეგობრობის ორდენებით, აგრეთვე მრავალი მედლით.

აკადემიკოს გიორგი ჩიტაიას ნათელი სახელი წარუშლელი იქნება ქართული მეცნიერების ისტორიაში.

Грузинская советская наука понесла тяжелую потерю. Скончался основоположник грузинской советской этнографической науки, академик Академии наук СССР, заслуженный деятель науки, заведующий отделом института истории, археологии и этнографии имени И. А. Джавахишвили, председатель Исторического общества республики, профессор Георгий Спиридонович Читая.

Г. С. Читая родился в 1890 г. в г. Поти. В 1911 г. он окончил Тбилисскую вторую гимназию. В том же году продолжил учебу в Петербургском университете на факультете восточных языков по специальности грузинско-армянской филологии. В 1912 г. по рекомендации ученых университета был послан в г. Кёнигсберг для повышения квалификации, откуда он вновь возвращается в Петербург для продолжения учебы и научной деятельности. В 1917 г. Г. С. Читая вернулся в Грузию и приступил к научной деятельности.

С именем Г. С. Читая связано формирование и развитие грузинской советской этнографической науки. Он придавал огромное значение сбору материалов по полевой этнографии. В работах Г. С. Читая постепенно выделился и внедрился в этнографические исследования основанный на учении марксизма-ленинизма комплексно-интенсивный метод полевых работ, вследствие чего этнографический быт изучается интенсивно, комплексно, на единстве явлений базиса и надстройки, в аспекте исторического развития. Г. С. Читая своими исследованиями первым выявил преимущества отмеченного метода. Многочисленные труды Г. С. Читая в основном составлены на полевых материалах. Он умел находить, фиксировать, классифицировать и научно анализировать найденное.

Г. С. Читая на высоком научном уровне изучил полеводческие системы Грузии и Кавказа, виды орудий земледелия, эндемные виды пшеницы, формы организации труда, связанные с полеводством, постройки хозяйственного типа, особенности социальных отношений, вероисповедания и обрядов. В результате долгой и плодотворной работы ему удалось установить, что Грузия является одним из регионов с высокоразвитой земледельческой культурой. Результаты научного исследования истории развития систем полеводства и орудий земледелия явились открытием в агроэтнографической области и стали известны этнографической науке как в нашей стране, так и за ее пределами. За этот вклад ученый был избран членом Всемирного комитета аграрной этнографии.

Особо нужно отметить заслуги Г. Читая в воспитании молодых научных кадров. Он на протяжении десятков лет руководил основанной им кафедрой этнографии Тбилисского государственного университета.

Ученый с особенным вниманием относился к охране национально-богатства. По собственной инициативе он объединил в этнографический фонд Грузии находящиеся в различных музеях коллекции, обогатил их новыми данными, создав единую экспозицию. Под его руководством было организовано много региональных, тематических, а также единая этнографическая выставка, действующая и сегодня в Государственном музее Грузии. Г. С. Читая был одним из инициаторов создания в 1960 г. Музея грузинского народного зодчества и быта под открытым небом.

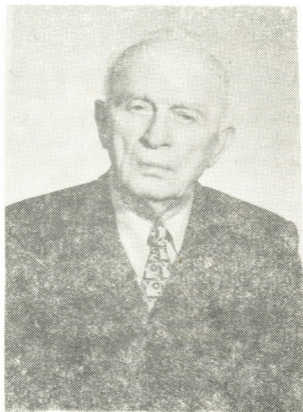
Известный организатор музейного дела, Г. С. Читая являлся членом Всемирного комитета истории сельскохозяйственных орудий, Всемирной комиссии по изучению виноградарства и виноделия, Всемирной организационной комиссии этнографического атласа, а также множества научных советов и редакционных коллегий. Г. С. Читая был председателем научно-исследовательского совета Грузинской Советской Энциклопедии в области этнографии, заместителем председателя этнографической комиссии президиума Академии наук республики, президентом народной академии Фазиса.

Даже в преклонные годы Г. С. Читая с неиссякаемой энергией руководил развитием этнографической науки в республике. В 1936 г. ученый возглавил отделение этнографии Института языка, истории и материальной культуры. Этим же отделением он руководил в институте истории со дня его основания, а с 1961 г. — сектором Института истории, археологии и этнографии. Целью его жизни было служение грузинской советской науке и культуре.

Партия и правительство по достоинству оценили заслуги ученого. Г. С. Читая был награжден орденами Трудового Красного Знамени и Дружбы народов, многими медалями.

Светлое имя академика Георгия Читая навсегда останется в истории грузинской науки.





შალვა თომას ძე ჭანიშვილი  
 ШАЛВА ФОМИЧ ЧАНИШВИЛИ

ქართველმა საზოგადოებამ დიდი დანაკლისი განიცადა — 1986 წ. 13 აგვისტოს 86 წლისა გარდაიცვალა რესპუბლიკის სოფლის მეურნეობის ერთ-ერთი გამოჩენილი სპეციალისტი, საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი, საქართველოს მეცნიერების დამსახურებული მოღვაწე პროფესორი შალვა თომას ძე ჭანიშვილი.

შ. თ. ჭანიშვილი დაიბადა ქ. ქუთაისში 1900 წ. 20 მარტს. რეალური სასწავლებლის დამთავრების შემდეგ განათლება მიიღო იტალიაში, მილანის სასოფლო-სამეურნეო ინსტიტუტში. სამშობლოში დაბრუნების შემდეგ მუშაობდა მაშინდელი ბორჩალოს მაზრის აგრონომად, შემდეგ საქართველოს სსრ მიწათმოქმედების სახალხო კომისარიატში სამეცნიერო-კვლევითი განყოფილების სპეციალისტი-ინსპექტორად, 1930 წლიდან სასუქებისა და აგრონომიის დამთავრების საკავშირო ინსტიტუტის საქართველოს ფილიალში იკვლევდა სუბტროპიკულ და სხვა სასოფლო-სამეურნეო კულტურებში სასუქების რაციონალური გამოყენების საკითხებს. 1937-1942 წ. იგი გარდაბნის მემინდვრობის საცდელი სადგურის დირექტორის მოადგილეა სამეცნიერო ნაწილში. 1942—1952 წ. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის სოფლის მეურნეობის განყოფილების სწავლული მდივანია, ამავე დროს განაგრძობდა მუშაობას სანაწევრალ მიწათმოქმედების საკითხებზე, რომლებზეც სადოქტორო დისერტაცია დაიცვა 1951 წ. 1953 წ. მიენიჭა პროფესორის წოდება აგროქიმიისა და მემინდვრობის სპეციალობებში. 1955 წ. შ. ჭანიშვილს ირჩევენ საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტად, 1957 წ. საქართველოს სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოს-მდივნის მოვალეობას ასრულებდა.

1946 წლიდან გარდაცვალებამდე შ. ჭანიშვილი სამეცნიერო-პედაგოგიურ მუშაობას ეწეოდა საქართველოს სასოფლო-სამეურნეო ინსტიტუტში მიწათმოქმედების კათედრაზე, კითხულობდა ლექციებს. გარდა ამისა, მონაწილეობდა ნიადაგთმცოდნეობის, აგროქიმიისა და მელიორაციის, მიწათმოქმედების ინსტიტუტების სამეცნიერო-კვლევით მუშაობაში.

გამოკვეყნებული აქვს 100-მდე სამეცნიერო შრომა, მათ შორის რამდენიმე მონოგრაფია და სახელმძღვანელო. მოამზადა 30 ასპირანტი. იყო საქართველოს სასოფლო-სამეურნეო, მიწათმოქმედებისა და ნიადაგთმცოდნეობის, აგროქიმიისა და მელიორაციის ინსტიტუტების სამეცნიერო საბჭოების წევრი, საქართველოს სოფლის მეურნეობის სამინისტროს სამეცნიერო საბჭოს მიწათმოქმედების სექციის თავმჯდომარე, საზოგადოება „სოდნის“ წევრი.

პროფესორი შ. ჭანიშვილი საქართველოს აგროქიმიის მეცნიერების ერთ-ერთი ფუძემდებელია. რესპუბლიკის საზოგადოებრიობა იცნობდა მას როგორც საქართველოს მეცნიერების საუკეთესო ტრადიციების გამგრძელებელს, სპეტაკ, კაცთმოყვარე ადამიანს, მისთვის განუყოფელი იყო სამსახურებრივი მოვალეობა და საზოგადოებრივი საქმე, დაუშრეტელმა შემოქმედებითა ენერჯიამ, დიდმა უნარმა, პრინციპულობამ სამეცნიერო პრობლემების გადაჭრისას და პირადმა თავმდაბლობამ მოუტანეს მას აღიარება და პატივი.

კომუნისტურმა პარტიამ და საბჭოთა სახელმწიფომ დააფასა შ. ჭანიშვილის დამსახურება. იგი დაჯილდოებული იყო ოქტომბრის რევოლუციის, შრომის წითელი დროშის და „საპატიო ნიშნის“ ორდენებით, საქართველოს სსრ უმაღლესი საბჭოს პრეზიდიუმის სიგელით და მედლებით, მინიჭებული ჰქონდა საქართველოს სსრ მეცნიერების დამსახურებული მოღვაწის წოდება.

შ. ჭანიშვილის — მეცნიერის, მოქალაქისა და პატრიოტის ნათელი ხსოვნა დიდხანს დარჩება ჩვენს მეხსიერებაში.

Общественность Грузии понесла тяжелую утрату. 13 августа 1986 г. на 86-м году жизни скончался один из видных специалистов сельского хозяйства республики, член-корреспондент Академии наук Грузии, заслуженный деятель науки Грузинской ССР, профессор Шалва Фомич Чанишвили.

Ш. Ф. Чанишвили родился в Кутаиси 20 марта 1900 г. После окончания реального училища продолжил образование в Италии, в Миланском сельскохозяйственном институте. По возвращении на родину работал агрономом в тогдашнем Борчалинском уезде, затем — специалистом-инспектором научно-исследовательского отдела в Народном Комиссариате земледелия Грузинской ССР. С 1930 г. в Грузинском филиале Всесоюзного института удобрений и агропочвоведения изучал вопросы рационального применения удобрений при возделывании субтропических и других сельскохозяйственных культур. В 1937—1942 гг. он на посту заместителя директора по научной части Гардабанской опытной станции полеводства. В 1942—1952 гг. работает ученым секретарем Отделения сельского хозяйства Академии наук Грузии и в то же время исследует вопросы пожнивного земледелия в научных учреждениях Академии. В 1951 г. успешно защитил докторскую диссертацию, а в 1963 г. ему было присвоено звание профессора по специальностям агрохимия и полеводство. В 1955 г. Ш. Ф. Чанишвили избирают членом-корреспондентом Академии наук

Грузинской ССР. В 1957 г. он исполнял обязанности академика-секретаря Академии сельскохозяйственных наук Грузии.

С 1946 г. до последних дней жизни профессор Ш. Ф. Чанишвили вел научно-педагогическую работу на кафедре земледелия Грузинского сельскохозяйственного института, читал лекции. Кроме того, он принимал активное участие в научных исследованиях институтов почвоведения, агрохимии и мелиорации, земледелия.

Им было опубликовано около ста научных трудов, в том числе несколько монографий и учебников. Ш. Ф. Чанишвили подготовил к защите диссертации 30 аспирантов. Он являлся членом ученых советов институтов — Грузинского сельскохозяйственного, земледелия и почвоведения, агрохимии и мелиорации, председателем секции земледелия Научного совета Министерства сельского хозяйства республики, членом общества «Знание» Грузинской ССР.

Профессор Ш. Ф. Чанишвили — один из основоположников грузинской агрономической науки. Общественность республики знала его как продолжателя лучших традиций грузинских ученых, честного и благородного человека, для которого служебные обязанности и дела общественные были неотделимы друг от друга. Неиссякаемая энергия, незаурядные творческие способности, принципиальность при решении научных проблем и личная скромность принесли ему почет и признание.

Коммунистическая партия и правительство по достоинству оценили заслуги Ш. Ф. Чанишвили. Он был награжден орденами Октябрьской Революции, Трудового Красного Знамени и «Знак Почета», медалями и Почетными грамотами Президиума Верховного Совета Грузинской ССР. Ему было присвоено почетное звание заслуженного деятеля науки Грузинской ССР.

Светлая память о Ш. Ф. Чанишвили — ученом, гражданине и патриоте — надолго останется в наших сердцах.



## К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ

1. В журнале «Сообщения АН ГССР» публикуются статьи академиков, членов-корреспондентов, научных работников системы Академии и других ученых, содержащие еще не опубликованные новые значительные результаты исследований. Печатаются статьи лишь из тех областей науки, номенклатурный список которых утвержден Президиумом АН ГССР.

2. В «Сообщениях» не могут публиковаться полемические статьи, а также статьи обзорного или описательного характера по систематике животных, растений и т. п., если в них не представлены особенно интересные научные результаты.

3. Статьи академиков и членов-корреспондентов АН ГССР принимаются непосредственно в редакции «Сообщений», статьи же других авторов представляются академиком или членом-корреспондентом АН ГССР. Как правило, академик или член-корреспондент может представить для опубликования в «Сообщениях» не более 12 статей разных авторов (только по своей специальности) в течение года, т. е. по одной статье в каждый номер, собственные статьи—без ограничения, а с соавторами—не более трех. В исключительных случаях, когда академик или член-корреспондент требует представления более 12 статей, вопрос решает главный редактор. Статьи, поступившие без представления, передаются редакции академику или члену-корреспонденту для представления. Один и тот же автор (за исключением академиков и членов-корреспондентов) может опубликовать в «Сообщениях» не более трех статей (независимо от того, с соавторами она или нет) в течение года.

4. Статья должна быть представлена автором в двух экземплярах, в готовом для печати виде, на грузинском или на русском языке, по желанию автора. К ней должны быть приложены резюме—к грузинскому тексту на русском языке, а к русскому на грузинском, а также краткое резюме на английском языке. Объем статьи, включая иллюстрации, резюме и список цитированной литературы, приводимой в конце статьи, не должен превышать четырех страниц журнала (8000 типографских знаков), или шести стандартных страниц машинописного текста, отпечатанного через два интервала (статьи же с формулами—пяти страниц). Представление статьи по частям (для опубликования в разных номерах) не допускается. Редакция принимает от автора в месяц только одну статью.

5. Представление академика или члена-корреспондента на имя редакции должно быть написано на отдельном листе с указанием даты представления. В нем необходимо указать: новое, что содержится в статье, научную ценность результатов, насколько статья отвечает требованиям пункта 1 настоящего положения.

6. Статья не должна быть перегружена введением, обзором, таблицами, иллюстрациями и цитированной литературой. Основное место в ней должно быть отведено результатам собственных исследований. Если по ходу изложения в статье сформулированы выводы, не следует повторять их в конце статьи.

7. Статья оформляется следующим образом: сверху страницы в середине пишутся инициалы и фамилия автора, затем—название статьи; справа сверху представляющий статью указывает, к какой области науки относится она. В конце основного текста статьи с левой стороны автор указывает полное название и местонахождение учреждения, где выполнена данная работа.

8. Иллюстрации и чертежи должны быть представлены по одному экземпляру в конверте; чертежи должны быть выполнены черной тушью на кальке. Надписи на чертежах должны быть исполнены каллиграфически в таких размерах, чтобы даже в случае уменьшения они оставались отчетливыми. Подписи, сделанные на языке основного текста, должны быть представлены на отдельном листе. Не следует приклеивать фото и чертежи к листам оригинала. На полях оригинала автор отмечает карандашом, в каком месте должна быть помещена та или иная иллюстрация. Не должны представляться таблицы, которые не могут уме-



ститься на одной странице журнала. Формулы должны быть четко вписаны чернилами в оба экземпляра текста; под греческими буквами проводится одна черта красным карандашом, под прописными — две черты черным карандашом снизу, над строчными — также две черты черным карандашом сверху. Карандашом должны быть обведены полукругом индексы и показатели степени. Резюме представляются на отдельных листах. В статье не должно быть исправлений и дополнений карандашом или чернилами.

9. Список цитированной литературы должен быть отпечатан на отдельном листе в следующем порядке. Вначале пишутся инициалы, а затем — фамилия автора. Если цитирована журнальная работа, указываются сокращенное название журнала, том, номер, год издания. Если автор считает необходимым, он может в конце указать и соответствующие страницы. Список цитированной литературы приводится не по алфавиту, а в порядке цитирования в статье. При ссылке на литературу в тексте или в сносках номер цитируемой работы помещается в квадратные скобки. Не допускается вносить в список цитированной литературы работы, не упомянутые в тексте. Не допускается также цитирование неопубликованных работ. В конце статьи, после списка цитированной литературы, автор должен подписаться и указать место работы, занимаемую должность, точный домашний адрес и номер телефона.

10. Краткое содержание всех опубликованных в «Сообщениях» статей печатается в реферативных журналах. Поэтому автор обязан представить вместе со статьей ее реферат на русском языке (в двух экземплярах).

11. Автору направляется корректура статьи в сверстанном виде на строго ограниченный срок (не более двух дней). В случае невозвращения корректуры к сроку редакции вправе приостановить печатание статьи или печатать ее без визы автора.

12. Автору выдается бесплатно 25 оттисков статьи.

(Утверждено Президиумом Академии наук Грузинской ССР 10.10.1968; внесены изменения 6.2.1969)

Адрес редакции: Тбилиси 60, ул. Кутузова, 19, телефоны: 37-22-16, 37-86-46.

Почтовый индекс 380060

Условия подписки: на год — 22 руб. 80 коп.



## ავტორთა საყურადღებოდ

1. ჟურნალ „საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბეში“ ქვეყნდება აკადემიკოსთა და წევრ-კორესპონდენტთა, აკადემიის სისტემაში მომუშავე და სხვა მეცნიერთა მოკლე წერილები, რომლებიც შეიცავს ახალ მნიშვნელოვან გამოკვლევათა ჭარ გამოთქვეყნებულ შედეგებს. წერილები ქვეყნდება მხოლოდ იმ სამეცნიერო დარგებიდან, რომელთა ნომენკლატურული სია დამტკიცებულია აკადემიის პრეზიდიუმის მიერ.

2. „მოამბეში“ არ შეიძლება გამოქვეყნდეს პოლემიკური წერილი, აგრეთვე მიმოხილვითი ან აღწერითი ხასიათის წერილი ცხოველთა, მცენარეთა ან სხვათა სისტემატიკაზე, თუ მასში მოცემული არაა მეცნიერებისათვის განსაკუთრებით საინტერესო შედეგები.

3. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსთა და წევრ-კორესპონდენტთა წერილები უშუალოდ გადაეცემა გამოსაქვეყნებლად „მოამბის“ რედაქციას, ხოლო სხვა ავტორთა წერილები ქვეყნდება აკადემიკოსთა ან წევრ-კორესპონდენტთა წარდგინებით. როგორც წესი, აკადემიკოსს ან წევრ-კორესპონდენტს „მოამბეში“ დასაბეჭდად წელიწადში შეუძლია წარმოადგინოს სხვა ავტორთა არა უმეტეს 12 წერილისა (მხოლოდ თავისი სპეციალობის მიხედვით), ე. ი. თითოეულ ნომერში თითო წერილი. საკუთარი წერილი — რამდენიც სურს, ხოლო თანავტორებთან ერთად — არა უმეტეს სამი წერილისა. გამონაკლის შემთხვევაში როცა აკადემიკოსი ან წევრ-კორესპონდენტი მოითხოვს 12-ზე მეტი წერილის წარდგენას, საკითხს წყვეტს მთავარი რედაქტორი. წარდგინების ვარჯშე შემოსულ წერილს „მოამბის“ რედაქცია წარმოსადგენად გადასცემს აკადემიკოსს ან წევრ-კორესპონდენტს. ერთსა და იმავე ავტორს (გარდა აკადემიკოსისა და წევრ-კორესპონდენტისა) წელიწადში შეუძლია „მოამბეში“ გამოაქვეყნოს არა უმეტეს სამი წერილისა (სულ ერთია, თანავტორებთან იქნება იგი, თუ ცალკე).

4. წერილი წარმოდგენილი უნდა იყოს ორ ცალად, დასაბეჭდად საცეცხით მზა სახით, ავტორის სურვილისამებრ ქართულ ან რუსულ ენაზე. ქართულ ტექსტს თან უნდა ახლდეს რუსული და მოკლე ინგლისური რეზიუმე, ხოლო რუსულ ტექსტს — ქართული და მოკლე ინგლისური რეზიუმე. წერილის მოცულობა ილუსტრაციებითურთ, რეზიუმეებითა და დამოწმებული ლიტერატურის ნუსხითურთ, რომელიც მის ბოლოში ერთვის, არ უნდა აღემატებოდეს ჟურნალის 4 გვერდს (8000 სასტამბო ნიშანი), ანუ საწერ მანქანაზე ორი ინტერვალით გადაწერილ 6 სტანდარტულ გვერდს (ფორმულებიანი წერილი კი 5 გვერდს). არ შეიძლება წერილების ნაწილებად დაყოფა სხვადასხვა ნომერში გამოსაქვეყნებლად. ავტორისაგან რედაქცია დებულობს თვეში მხოლოდ ერთ წერილს.

5. აკადემიკოსთა ან აკადემიის წევრ-კორესპონდენტთა წარდგინება რედაქციის სახელზე დაწერილი უნდა იყოს ცალკე ფურცელზე წარდგინების თარიღის აღნიშვნით. მასში უეცრად უნდა აღინიშნოს, თუ რა არის ახალი წერილში, რა მეცნიერული ღირებულება აქვს მას და რამდენად უპასუხებს ამ წესების 1 მუხლის მოთხოვნას.

6. წერილი არ უნდა იყოს გადატვირთული შესავლით, მიმოხილვით, ცხრილებით, ილუსტრაციებითა და დამოწმებული ლიტერატურით. მასში მთავარი ადგილი უნდა ჰქონდეს დათმობილი საკუთარი გამოკვლევების შედეგებს. თუ წერილში გზადაგზა, ქვეთავების მიხედვით დამოცემულია დასკვნები, მაშინ საჭირო არაა მათი გამეორებე წერილის ბოლოს.

7. წერილი ასე ფორმდება: თავში ზემოთ უნდა დაიწეროს ავტორის ინიციალები და გვარი, ქვემოთ — წერილის სათაური. ზემოთ მარჯვენა მხარეს, წარმოდგენმა უნდა წააწეროს, თუ მეცნიერების რომელ დარგს განეკუთვნება წერილი. წერილის ძირითადი ტექსტის ბოლოს, მარცხენა მხარეს, ავტორმა უნდა აღნიშნოს იმ დაწესებულების სრული სახელწოდება და ადგილმდებარეობა, სადაც შესრულებულია შრომა.

8. ილუსტრაციები და ნახაზები წარმოდგენილ უნდა იქნეს თითო ცალად კონვერტით. ამასთან, ნახაზები შესრულებული უნდა იყოს კალკაზე შავი ტუშით. წარწერები ნახაზებს უნდა გაუკეთდეს კალიგრაფიულად და ისეთი ზომისა, რომ შემცირების შემთხვევაშიც კარგად იკითხებოდეს. ილუსტრაციების ქვემოწარწერების ტექსტი წერილის ძირითადი ტექსტის ენაზე წარმოდგენილ უნდა იქნეს ცალკე ფურცელზე. არ შეიძლება ფორმებისა და ნახაზების დაწებება დედნის გვერდებზე. ავტორმა დედნის კიდელზე დანერგო უნდა აღნიშნოს, რა ადგილას მოთავსდეს ესა თუ ის ილუსტრაცია. არ შეიძლება წარმოდგენილ იქნეს ისეთი ცხრილი, რომელიც ჟურნალის ერთ გვერდზე ვერ მოთავსდება. ფორმულები მელნით მკა-



ფიოდ უნდა იყოს ჩაწერილი ტექსტის ორივე ეგზემპლარში, ბერძნულ ასოებს ქვემოთ უნდა გან უნდა გაესვას თითო ხაზი წითელი ფანქრით, მთავრულ ასოებს — ქვემოთ ორ-ორი ხაზი ხაზი შავი ფანქრით, ხოლო არამთავრულ ასოებს — ზემოთ ორ-ორი პატარა ხაზი შავი ფანქრით. ფანქრითვე უნდა შემოიფარგლოს ნახევარწრით ნიშნაკებიც (ინდექსები და ხარისხის მანკენებლები). რეზიუმეები წარმოდგენილ უნდა იქნეს ცალ-ცალკე ფურცლებზე. წერილში არ უნდა იყოს ჩასწორებები და ჩამატებები ფანქრით ან მელნით.

9. დამოწმებული ლიტერატურა უნდა დაიბეჭდოს ცალკე ფურცელზე. საჭიროა დაცულ იქნეს ასეთი თანმიმდევრობა: ავტორის ინიციალები, გვარი. თუ დამოწმებულია საყურნალო შრომა, ვუჩვენოთ ავტორის შემოკლებული სახელწოდება, ტომი, ნომერი, გამოცემის წელი. თუ დამოწმებულია წიგნი, აუცილებელია ვუჩვენოთ მისი სრული სახელწოდება, გამოცემის ადგილი და წელი. თუ ავტორი საჭიროდ მიიჩნევს, ბოლოს შეუძლია გვერდების ნუმერაციაც უჩვენოს. დამოწმებული ლიტერატურა უნდა დალაგდეს არა ანბანური წესით, არამედ დამოწმების თანმიმდევრობით. ლიტერატურის მისათითებლად ტექსტსა თუ შენიშვნებში კვადრატულ ფრჩხილებში ნაჩვენები უნდა იყოს შესაბამისი ნომერი დამოწმებული შრომისა. არ შეიძლება დამოწმებული ლიტერატურის ნუსხაში შევიტანოთ ისეთი შრომა, რომელიც ტექსტში მითითებული არ არის. ასევე არ შეიძლება გამოუქვეყნებელი შრომის დამოწმება. დამოწმებული ლიტერატურის ბოლოს ავტორმა უნდა მოაწეროს ხელი, აღნიშნოს სად მუშაობს და რა თანამდებობაზე, უჩვენოს თავისი ზუსტი მისამართი და ტელეფონის ნომერი.

10. „მომბეში“ გამოქვეყნებული ყველა წერილის მოკლე შინაარსი იბეჭდება რეფერატულ ფურცელში. ამიტომ ავტორმა წერილთან ერთად აუცილებლად უნდა წარმოადგინოს მისი რეფერატი რუსულ ენაზე (ორ ცალად).

11. ავტორს წასაკითხად ეძლევა თავისი წერილის გვერდებდ შეკრული კორექტურა მკაცრად განსაზღვრული ვადით (არაუმეტეს ორი დღისა). თუ დადგენილი ვადისათვის კორექტურა არ იქნა დაბრუნებული, რედაქციას უფლება აქვს შეაჩეროს წერილის დაბეჭდვა ან დაბეჭდოს იგი ავტორის ვიზის გარეშე.

12. ავტორს უფასოდ ეძლევა თავისი წერილის 25 ამონაბეჭდი.

(დამტკიცებულია საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის პრეზიდიუმის მიერ 10.10.1968; შეტანილია ცვლილებები 6.2.1969)

რედაქციის მისამართი: თბილისი 60, კუტუშოვის ქ. № 19; ტელ. 37-22-16, 37-86-42

საფოსტო ინდექსი 380060

ხ ე ლ მ ო წ ე რ ი ს პ ი რ ო ბ ე ბ ი: ერთი წლით 22 მან. 80 კაპ.

6133/209



ԳՅՆՈ 1 ԶՆՆ. 90 ԺՆՆ.  
ЦЕНА 1 РУБ. 90 КОП.