

988



ISSN—0132—1447

საქართველოს სსრ
მეცნიერებათა აკადემიის

მოაზგა

СООБЩЕНИЯ

АКАДЕМИИ НАУК
ГРУЗИНСКОЙ ССР

BULLETIN

OF THE ACADEMY OF SCIENCES
OF THE GEORGIAN SSR

ტომი 130 ტომ

№ 1

აპრილი 1988 აპრელ

თბილისი • ТБИЛИСИ • TBILISI



524
1988
№1
პ. 130
IV

საქართველოს სსრ
მეცნიერებათა აკადემიის

გზაგაზაფხუ

СООБЩЕНИЯ

АКАДЕМИИ НАУК
ГРУЗИНСКОЙ ССР

BULLETIN

OF THE ACADEMY OF SCIENCES
OF THE GEORGIAN SSR

115

ტომი 130 ტომ

1988

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

გზაგაზა

СООБЩЕНИЯ

АКАДЕМИИ НАУК
ГРУЗИНСКОЙ ССР

BULLETIN

OF THE ACADEMY OF SCIENCES
OF THE GEORGIAN SSR

ტომი 130 ტომ

№ 1

აპრილი 1988 АПРЕЛЬ

ს ა რ მ დ ა ქ ც ი ო კ ო ლ ე გ ი ა

ე. ანდრონიკაშვილი, ა. აფაქიძე, ბ. ბალაგაძე, ა. ბიწაძე, ლ. ვაბუნია (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. სეხნიაშვილი, ა. ფრანგიშვილი, ი. ფრანგიშვილი, ა. ცაგარელი, გ. ციციშვილი, ა. ძიძიგური, შ. ძიძიგური, გ. ხარატიშვილი, ე. ხარაძე (მთავარი რედაქტორი), ნ. ჭავჭავაძე, გ. ჯიბლაძე

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Э. Л. Андроникашвили, А. М. Апакидзе, Б. К. Балавадзе, А. В. Бицадзе, Л. К. Габуния (заместитель главного редактора), Т. В. Гамкрелидзе, В. И. Гомелаури, А. Л. Гуния (заместитель главного редактора), Н. А. Джавахишвили, Г. Н. Джибладзе, А. А. Дзидзигури, Ш. В. Дзидзигури, С. В. Дурмишидзе, 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. Харაдзе (главный редактор), Г. В. Харатишвили, А. Л. Цагарели, Г. В. Цицишвили

პასუხისმგებელი მდივანი ა. იაკობაშვილი
Ответственный секретарь А. Б. Якобашвили

გადაეცა ასაწყობად 15.3.1988; ხელმოწერილია დასაბეჭდად 25.5.1988; შვეკ. № 871; ანაწყობის ზომა 7×12³/₄; ქაღალდის ზომა 70×108¹/₁₆; ფიზიკური ფურცელი 14; სააღრიცხვო-საგამომცემლო ფურცელი 18,5; ნაბეჭდი ფურცელი 19,6; უე 01610; ტირაჟი 1350; ფასი 1 მან. 90 კაბ.

Сдано в набор 15.3.1988; подписано к печати 25.5.1988; зак. № 871; размер набора 7×12³/₄; размер бумаги 70×108¹/₁₆; физический лист 14; уч. издательский лист 18,5; печатный лист 19,6; УЭ 01610; тираж 1350; цена 1 руб. 90 коп.

* * *

საქართველოს სსრ მეცნ. აკადემიის სტამბა, თბილისი 380060, კუტუზოვის ქ., 19
Типография АН Грузинской ССР, Тбилиси, 380060, ул. Кутузова, 19
გამომცემლობა „მეცნიერება“, თბილისი, 380060, კუტუზოვის ქ., 19
Издательство «Мецниереба», Тбилиси, 380060, ул. Кутузова, 19

5081

შინაარსი

მათემატიკა

- * გ. მაზია, ა. სოლოვიოვი. საზღვარზე უკუქცევის მქონე არისთავის ნეიმანის ამოცანის ინტეგრალური განტოლების ამოხსნის ასიმპტოტიკა 20
- * გუგუნ სუან ტუენი. ნიშანცვლად ჯგუფთა კოჰომოლოგიური ალგებრები მო-
დულით 2 23
- * ცაგარეიშვილი. V კლასის ფუნქციების ფურიეს მწკრივების აბსოლუტურად
კრებადობის შესახებ ზოგადი ორთონორმირებული სისტემების მიმართ 26
- * ხარაზიშვილი. მოძრაობათა ჯგუფები და ლებეგის ზომის ერთადერთობა 32
- * კვერნაძე. ფურიე — ლეჟანდრის მწკრივების აბსოლუტური კრებადობის შესახებ 34
- * ლაშვი. PI-პროექციული გეომეტრიის აქსიომატიკა 40

დრეკადობის თეორია

- * ზონენაშვილი. წინასწარ დაძაბული სიხისტის წიბოთი გამაგრებული წრიული
ხერგლის მქონე ზოლის (ძელის) ღუნვის შებრუნებული ამოცანა 43
- * ბულია. ხერგებიანი დამრეცი სფერული გარსის ღუნვის ერთი ამოცანის შესახებ
კირხოფ — ლიავის ჰიპოთეზის გამოყენების გარეშე 48

კიბარნეტიკა

- * ბოკუჩავა, გ. მამასახლისოვი. დინამიური სისტემების ოპტიმალური
პარტის მათემატიკური მოდელები 52

ფიზიკა

- * გაჩეჩილაძე, ვ. ოსვენსკი, ა. მირცხულავა, მ. კვერნაძე,
ნ. მირცხულავა. დისლოკაციური სტრუქტურის გავლენა დონორების გა-
ნაწილების პროფილზე ნახევრადიზოლირებული გალიუმის არსენიდის n-არხში
- * რჩელიშვილი. ატომურ-ფლუორესცენციული სპექტრომეტრი ხმაურისაგან
სასარგებლო სიგნალის გაუმჯობესებული ფილტრაციით 60
- * გოგორიშვილი, ნ. ქურდიანი, ვ. თუმანიშვილი, ნ. ჩიქოვა-
ნი, ლ. ხავეთასი. კომპენსირებული გალიუმის არსენიდის ფოტოგამტარებლობა 64
- * ტრახბროტი. მდებავი მეტალის გავლენა KCl-ის კრისტალის ზედაპირზე ად-
სორირებული ნახშირბადის ორქანგის მდგომარეობაზე 67
- * დოლბაია, თ. ქამუშაძე, ნ. ქურდიანი, რ. მაისურაძე, ნ. მე-
ტრეველი. კომპენსაციის მეთოდის გავლენა თერმოდამუშავებული i-GaAs-ის
ფენოვან არაერთგვაროვნებაზე 72
- * ბოგდანოვი, გ. ქევანიშვილი, ო. კეთილაძე, მ. ჩიხლაძე.
E₀₁ ტალღის გაბნევა სასრულო ზომის მრავალფეროვან დიფექტრიულ
ცილინდრზე

* ვარსკვლავით აღნიშნული სათაური ეკუთვნის წერილის რეზიუმეს.

საქ. სსრკ. მარქსის
ზახ. სახ. რესპუბ.
ბიბლიოთეკა

ბიოფიზიკა

- *ვ. აბაშიძე, ი. მეღვინაძე. ენგურპეისის რაიონში მიმოქცევილი დახრების პარ-
მონიული ანალიზი 79
- *ი. შენგელია. დასავლეთ საქართველოს ტერიტორიაზე სპექტრული რადიაციული
ველის მოდელირება 84

ანალიზური ქიმია

- *ვ. ოკუჯავა (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი), ბ. ჭანკვეტაძე, მ. რუ-
ხაძე, მ. როგავა. ბენზოდიანთენის რეგის სამკურნალო პრეპარატების გან-
საზღვრა მაღალეფექტური თხევადფაზური ქრომატოგრაფიის მეთოდით 88

ზოგადი და არამორგანული ქიმია

- *ა. შველაშვილი, ლ. ქარელიშვილი, თ. ვარდოსანიძე, ა. სო-
ბოლევნი. სინთეზი და კრისტალური სტრუქტურა სხვადასხვა აციდოლიგანდი-
ნი კობალტის (II) $Co(DM)I_{1,5}(NO_3)_{0,5} \cdot 4H_2O$ კომპლექსისა 92
- *ლ. ქარელიშვილი, ა. შველაშვილი, თ. ვარდოსანიძე, ა. სობო-
ლევნი. სხვადასხვა აციდოლიგანდიანი კობალტის (II) კომპლექსის $Co(DM)(NO_3)_{1,5}$
 $(ClO_4)_{0,5} \cdot 3H_2O$ სინთეზი და კრისტალური სტრუქტურა 96

ფიზიკური ქიმია

- *ე. ბენაშვილი, ო. ბაიდოშვილი. ტრიმეთილბენზოლების კატალიზური
გარდაქმნა მოდიფიცირებულ კლინობტილოლით- და მორდენიტმემცველი ტუფე-
ბის თანდასწრებით 99

ელექტროქიმია

- ქ. ქებაძე, ლ. ჯაფარიძე (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი),
ე. კალინოვსკი, თ. ჩახუნაშვილი, ლ. კაკურია, რ. დანე-
ლია. ტიტან-მანგანუმდიოქსიდის ანოდის გამოყენება მანგანუმის ელექტროლი-
ზური დიოქსიდის მისაღებად 104

ჰიდროლოგია

- *ლ. შავლიაშვილი, ლ. ინწკირველი, მ. ხატიაშვილი, ყ. მესხი-
შვილი. მდინარე ნატანების გამაჭუჭყიანებელი ნივთიერებების ჩამონადენი
შავ ზღვაში 107

ბეოლოგია

- *ბ. ალიბეგაშვილი, გ. ასტახოვი, ნ. იაშვილი, ვ. მინდინი. მდ-
ნეულის საბადოს გეოქიმიური ზონალობა და მისი საძიებო მნიშვნელობა 112
- *მ. თოფჩიშვილი. მდ. ასის ხეობის ქვედა- და შუაიურული ნალექების სტრუქტი-
გრაფიისათვის 115

პეტროლოგია

- *თ. წუწუნავა. ახალი მონაცემები დარიალის მასივის მეტამორფიტების შესახებ 120

ლითოლოგია

- *მ. ბერიძე. საქართველოს ბაიოსური პორფირიტული სერიის ფაციალური თავისე-
ბურებების შესახებ 123

სამშენებლო მიქანიკა

*მ. სალუაშვილი, გ. მსხილაძე, ბ. სალუქვაძე. ახალი, ვასაშლელი თა-
ლური გადახურვის კონსტრუქციის სტატიკური და კინემატიკური ანალიზი 128

საბადოთა დამუშავება და ბამფიდრება

*გ. გოგრიჭიანი. ვიბროდამცავი მოწყობილობით აღჭურვილი რგოლურფრეზებიანი
ქვისმკრელი მანქანის მუშაობის ანალიზი 131

მანქანათმშენებლობა

*ზ. ნაცვლიშვილი, ჯ. უფლისაშვილი, გ. ცერცვაძე. მაღალი კლა-
სის ექსპრგოლიანი ბერკეტული მექანიზმის ანალიზის და სინთეზის საკითხები 136

*ნ. ბურდილაძე. არაწრფივი დრეკად-ფრეკციული მახასიათებლიანი მექანიკური
რჩევების დიდფრენციალური განტოლების რიცხვითი ამოხსნა 140

*ს. მესარიშვილი, ი. ყვინაშვილი. მომრგვალებულფრთებიანი სამსხე-
რევი ლილვავების ბრუნთა ოპტიმალური რიცხვი 143

ჰიდროტექნიკა

*ლ. დოღელიანი. ორი სხვადასხვა სიმკვრივის ნაკადის კონტაქტური წყვეტის საზ-
ღერის მდგრადობა-არამდგრადობის კრიტერიული პირობის შესახებ თავისუფალი
ზედაპირის არსებობისას 147

ელექტრონიკა

*ა. აბურჯანია, თ. მუსელიანი. ტრანსფორმატორული გამზომი ბოვირების
კლასიფიკაცია 151

ავტომატური მართვა და გამოთვლითი ტექნიკა

*ზ. შანიძე. ავტომატური მართვის ერთი ამოცანის შესახებ 156

*რ. გოგსაძე, ვ. გოგოჩიაშვილი. ელექტრული ველის სამგანზომილებიანი
მოდელის განსაზღვრის ერთი მიახლოებითი მეთოდისა და მისი გამოყენების შე-
სახებ ტრანზისტორის ტვეადური მახასიათებლების გამოსათვლელად 159

მასალათა ტექნოლოგია

*ა. ბეთანელი, თ. აგლაძე, ი. შავოშვილი, ნ. ფხალაძე. შეწიბოე-
ბული ბრუნვითი გარსების შექმნის კომპლექსური ოპტიმიზაციის შესახებ 163

ნიდაგომთმშენებლობა

*თ. ურუშაძე, შ. შუბლაძე, კ. მინდელი, ლ. ბურჭულაძე. ჰუმუსის
შემადგენლობის შესახებ ცენტრალური კავკასიონის მაღალმთიან ნიადაგებში 167

ბოტანიკა

*ქ. ჩოჩია. ლოტოსის ემბრიოლოგიისათვის 169

ადამიანისა და ცხოველთა ფიზიოლოგია

*ა. მძინარიშვილი, გ. მოლოდავიანი. პარადოქსული ძილის დებრივა-
ციის გავლენა დებრეისის მსგავსი მდგომარეობისადმი განსხვავებულად მიდრე-
კილი ვირთავების მიერ ეთანოლის ნებაყოფლობით მიღებაზე 175

*ა. უნგიაძე. შიშის პირობითი ემოციონალური რეაქცია სარტყელის ხვეულის
გალიზიანების ნიადაგზე 179

ბიოფიზიკა

- *გ. დავითაია, ს. მეცხვარიშვილი, ი. ართმელაძე, ქ. ჭავჭავაძე, ბ. ლომსაძე. პოლიენილიპროლიდონის კლასის ნივთიერებათა ბიოლოგიური აქტივობის შესწავლა 183

მასპერიმენტული მედიცინა

- *ი. ნადირაძე, გ. ორჯონიკიძე. კოაგულაციურ-ლიზისური სისტემა კანის მელანომით დაავადებულ ავადმყოფებში 187
- *თ. ზედგინიძე. ჰორმონალური დისბალანსის მნიშვნელობა კურდღლების თირკმლების ტრანსპლაცენტური სიმსივნეების ინდუქციაში 191

პალეობიოლოგია

- *ნ. ხიმშიაშვილი, რ. რატიაანი. არაგვის ხეობის კალციური 195

ეკონომიკა

- *რ. სარჩიშელია. რესურსთა რეზერვების მაქსიმიზაცია წარმოების ოპტიმალური დაგეგმვის ამოცანაში 199

ენათმეცნიერება

- ტ. სიხარულიძე. მ-ის შემცველი ზოგი სახელური ფუძის ისტორიისათვის უდიურში 204

ფილოლოგია

- ნ. სიხარულიძე. ნომინაციური მექანიზმის პროდუქტიულობის ხარისხი და ახალ სიტყვათა მდგრადობა 206

არქეოლოგია

- გ. ფხაკაძე. დასავლეთ ამიერკავკასიის ენეოლითის ზოგიერთი საკითხი 121

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიაში

- სესიები, კონფერენციები, თათბირები 213

- მეცნიერთა იუბილეები 219

СОДЕРЖАНИЕ

МАТЕМАТИКА

В. Г. Мазья, А. А. Соловьев. Асимптотика решения интегрального уравнения задачи Неймана в плоской области с острями на границе	17
Нгуен Суан Туен. Когомологические по модулю 2 алгебры знакопеременных групп	21
В. Ш. Цагарейшвили. Абсолютная сходимость рядов Фурье функций класса V относительно общих ортонормированных систем	25
А. Б. Харазишвили. Группы движений и единственность меры Лебега	29
Г. А. Квернадзе. Об абсолютной сходимости рядов Фурье—Лежандра	33
А. А. Лашхи. Аксиоматика P1-проективной геометрии	37

ТЕОРИЯ УПРУГОСТИ

И. А. Зоненашвили. Обратная задача об изгибе полосы (балки) с круговым отверстием, подкрепленным предварительно напряженным ребром жесткости	41
Н. П. Булия. Об одной задаче изгиба пологих сферических оболочек с отверстиями без наличия гипотезы Кирхгофа—Лява	45

КИБЕРНЕТИКА

Н. В. Бокучава, Г. В. Мамасахлисов. Математические модели оптимального управления динамических систем	49
---	----

ФИЗИКА

О. О. Гачечиладзе, В. Б. Освенский, А. А. Мирцхулава, М. С. Квернадзе, Н. И. Мирцхулава. Влияние дислокационной структуры на профили распределения доноров в <i>n</i> -канале полупроводящего арсенида галлия	53
А. Н. Рчеулишвили. Атомно-флуоресцентный спектрометр с улучшенной фильтрацией полезного сигнала от шумов	57
Л. В. Гогоришвили, Н. И. Курдиани, Э. П. Туманишвили, Н. Н. Чиковани, Л. Г. Хавтаси. Фотопроводимость компенсированного арсенида галлия	61
Б. М. Трахброт. Влияние окрашивающего металла на состояние адсорбированной двуокиси углерода у поверхности кристалла KCl	65
А. Ш. Долбая, Т. Д. Камушадзе, Н. И. Курдиани, Р. М. Майсурадзе, Н. К. Метревели. Влияние метода компенсации на слобую неоднородность отожженного <i>i-GaAs</i>	69
Ф. Г. Богданов, Г. Ш. Кеванишвили, О. Г. Кетиладзе, М. Н. Чихладзе. Рассеяние волны E_{01} на многослойном диэлектрическом цилиндре конечной длины	73

* Заглавие, отмеченное звездочкой, относится к резюме статьи.

ГЕОФИЗИКА

- В. Г. Абашидзе, И. А. Мелкадзе. Гармонический анализ приливных наклонов в районе ИнгуриГЭС 77
- И. А. Шенгелия. Моделирование спектрального радиационного поля на территории Западной Грузии 81

АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- В. М. Окуджава (академик АН ГССР), Б. Г. Чанкветадзе, М. Д. Рухадзе, М. М. Рогава. Количественное определение лекарственных средств бензодиазепинового ряда методом высокоэффективной жидкостной хроматографии 85

ОБЩАЯ И НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- А. Е. Швелашвили, Л. Ш. Чарелишвили, Т. О. Вардосанидзе, А. Н. Соболев. Синтез и кристаллическая структура комплекса кобальта (II) с разноименными ацидוליгандами состава $\text{Co}(\text{DM})\text{I}_{1,5}(\text{NO}_3)_{0,5} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 89
- Л. Ш. Чарелишвили, А. Е. Швелашвили, Т. О. Вардосанидзе, А. Н. Соболев. Синтез и кристаллическая структура комплекса кобальта (II) с разноименными ацидוליгандами состава $\text{Co}(\text{DM})(\text{NO}_3)_{1,5} \cdot (\text{ClO}_4)_{0,5} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 93

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- Е. М. Бенашвили, О. С. Бандошвили. Каталитические превращения триметилбензолов на модифицированных клинфитолит- и морденит-содержащих туфах 97

ЭЛЕКТРОХИМИЯ

- Ж. М. Кебадзе, Л. Н. Джапаридзе (член-корреспондент АН ГССР), Е. А. Калиновский, Т. А. Чахунашвили, Л. Ш. Какурия, Р. Г. Данелия. Применение титан-диоксидомарганцевого анода для получения электролитического диоксида марганца 101

ГИДРОЛОГИЯ

- Л. У. Шавлиашвили, Л. Н. Инцкирвели, М. Г. Хатиашвили, Ж. И. Месхишвили. Сток загрязняющих веществ р. Натанеби в Черное море 105

ГЕОЛОГИЯ

- Б. А. Алибегашвили, Г. Н. Астахов, Н. Г. Иашвили, В. Ю. Миндин. Геохимическая зональность Маднеульского месторождения и ее поисковое значение 109
- М. В. Топчишвили. К стратиграфии ниже- и среднеюрских отложений долины р. Ассы 113

ПЕТРОЛОГИЯ

- Т. Н. Цуцунава. Новые данные о метаморфитах Дарьяльского массива 117

ЛИТОЛОГИЯ

- М. А. Беридзе. О фациальных особенностях байосской порфиритовой серии Грузии 121

СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА

- М. Э. Салуашвили, Г. Г. Мсхиладзе, Б. А. Салуквадзе. Статический и кинематический анализ новой раскрывающейся арочной конструкции покрытия 125

РАЗРАБОТКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ И ОБОГАЩЕНИЕ

- Г. Д. Гогричнани. Анализ работы камнерезной машины с кольцевыми фрезами, оснащенный виброзащитным устройством 129

МАШИНОВЕДЕНИЕ

- З. С. Нацвлишвили, Дж. М. Уплисашвили, Г. В. Церквадзе. Вопросы анализа и синтеза шестизвенного рычажного механизма высокого класса 133
- Н. А. Бурдиладзе. Численное решение дифференциальных уравнений механических колебаний с нелинейной упруго-фрикционной характеристикой 137
- С. С. Месаркишвили, Ю. Ш. Кеиашвили. Оптимальная частота вращения дробильных валков с округлыми лопастями 141

ГИДРОТЕХНИКА

- Л. Д. Гогелиани. О критериальном условии устойчивости-неустойчивости границы контактного разрыва двух разноплотностных потоков при наличии свободной поверхности 145

ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

- А. Н. Абурджания, Т. Г. Муселнани. Классификация трансформаторных измерительных мостов 149

АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ И ВЫЧИСЛИТ. ТЕХНИКА

- З. Г. Шанидзе. Об одной задаче автоматического управления 153
- Р. Ш. Гогсадзе, В. К. Гогичаишвили. Об одном приближенном методе определения трехмерной модели электрического поля и его применении в расчете емкостных характеристик транзистора 157

ТЕХНОЛОГИЯ МАТЕРИАЛОВ

- А. И. Бетанели, Т. Р. Агладзе, И. Г. Шавошвили, Н. В. Пхаладзе. О комплексной оптимизации создания оребренных оболочек вращения 161

ПОЧВОВЕДЕНИЕ

- Т. Ф. Урушадзе, Ш. К. Шубладзе, К. В. Миндели, Л. Л. Бурчуладзе. О составе гумуса почв высокогорий Центрального Кавказа 165

БОТАНИКА

- * К. А. Чочия. К эмбриологии лотоса 172

ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

- А. Л. Мдзинаришвили, Г. М. Молодавкин. Влияние депривации парадоксального сна на добровольное потребление этанола у крыс с различной степенью предрасположенности к развитию депрессивноподобного состояния 173
- А. А. Унгиадзе. Условная эмоциональная реакция страха на базе электрического раздражения поясной извилины 177

БИОФИЗИКА

- Г. Ш. Давитая, С. Ш. Мецхваришвили, И. Г. Артмеладзе, К. Г. Чавчанидзе, Б. А. Ломсадзе. Изучение биологической активности веществ класса поливинилпирролидонов 181

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

- И. Ш. Надирадзе, Г. К. Орджоникидзе. Коагуляционнолигитическая система у больных меланомой кожи 185
- Т. Г. Зедгинидзе. Значение гормонального дисбаланса в индукции трансплацентарных опухолей почек у кроликов 189

ПАЛЕОБИОЛОГИЯ

- Н. Г. Химшиашвили, Р. В. Ратиани. Келловой долины реки Арагви 193

ЭКОНОМИКА

- Р. А. Сарчимелия. Максимизация резервов ресурсов в задаче оптимального планирования производства 197

ЯЗЫКОЗНАНИЕ

- * Т. Т. Сихарулидзе. К вопросу об исходном виде некоторых именных основ удийского языка, содержащих j 203

ФИЛОЛОГИЯ

- Н. Г. Сихарулидзе. Степень продуктивности номинативного механизма и устойчивость новообразований 205

АРХЕОЛОГИЯ

- Г. Г. Пхакадзе. Некоторые вопросы энеолита Западного Закавказья 209

В АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР

- Сессии, конференции, совещания 213

- Юбилей ученых 219

CONTENTS

MATHEMATICS

V. G. M <u>a</u> z'ya, A. A. Solovyev. The asymptotics of solutions to the integral equations of the Neumann problem in a plane domain with cusps at the boundary	20
Nguyen Xuan Tuyen. The mod 2 cohomology algebras of alternating groups	23
V. Sh. Tsagareishvili. On absolute convergence of the Fourier series of functions from class V with respect to general orthonormal systems	27
A. B. Kharazishvili. The groups of motions and the uniqueness property of Lebesgue measure	32
G. A. Kvernadze. On the absolute convergence of Fourier-Legendre series	34
A. A. Lashkhi. Axiomatics of PI -projective geometry	40

THEORY OF ELASTICITY

I. A. Zonenashvili. An inverse problem of the bending of a bar (beam) with a circular hole strengthened with a prestressed stiffening rib	43
N. P. Bulia. On one problem of the curvature of an inclined spherical shell with a hole, disregarding the Kirchhoff—Love hypothesis	48

CYBERNETICS

N. V. Bokuchava, G. V. Mamasakhlisov. Mathematical models of optimal control for dynamic systems	52
--	----

PHYSICS

O. O. Gachechiladze, V. B. Osvensky, A. A. Mirtskhulava, M. S. Kvernadze, N. I. Mirtskhulava. The effect of dislocation structure on donor distribution profiles in n -channel of semi-insulating GaAs	56
A. N. Rcheulishvili. Atomic fluorescent spectrometer with improved filtration of legitimate signal from noises	60
L. V. Gogorishvili, N. I. Kurdiani, E. P. Tumanishvili, N. N. Chikovani, L. G. Khavtasi. Photoconductivity of compensated gallium arsenide	64
B. M. Trakhbrot. The effect of colouring metal on the state of adsorbed carbon dioxide near KCl crystal surface	68
A. Sh. Dolbaia, T. D. Kamushadze, N. I. Kurdiani, R. M. Maisuradze, N. K. Metreveli. Effect of the compensation technique on layer inhomogeneity of annealed i -GaAs	72
F. G. Bogdanov, G. Sh. Kevanishvili, O. G. Ketiladze, M. N. Chikhladze. Scattering of E_{01} wave by a multilayer dielectric puck	76

GEOPHYSICS

- V. G. Abashidze, I. A. Melkadze. Harmonic analysis of tidal tilts in the area of the Enguri hydroelectric station 80
- I. A. Shengelia. Modelling of spectral radiation in the territory of western Georgia 84

ANALYTICAL CHEMISTRY

- V. M. Okujava, B. G. Chankvetadze, M. D. Rukhadze, M. M. Rogava. Quantitative determination of benzodiazepine compounds by means of high performance liquid chromatography 88

GENERAL AND INORGANIC CHEMISTRY

- A. E. Shvelashvili, L. Sh. Charelishvili, T. O. Vardosanidze, A. N. Sobolev. Synthesis and crystal structure of cobalt (II) complex with different acidoligands of $\text{Co}(\text{DM})\text{I}_{1.5}(\text{NO}_3)_{0.5} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ composition 92
- L. Sh. Charelishvili, A. E. Shvelashvili, T. O. Vardosanidze, A. N. Sobolev. Synthesis and crystal structure of cobalt (II) complex with different acidoligands 96

PHYSICAL CHEMISTRY

- E. M. Benashvili, O. S. Baidoshvili. Catalytic transformation of trimethylbenzene over modified clinoptilolite- and mordenite-containing tuffs 100

ELECTROCHEMISTRY

- Zh. M. Kebadze, L. N. Japaridze, E. A. Kalinovsky, T. A. Chakhunashvili, L. Sh. Kakuria, R. G. Danelia. The use of titanium manganese dioxide anode for electrolytic manganese dioxide production 104

HYDROLOGY

- L. U. Shavliashvili, L. N. Intskirveli, M. G. Khatiashvili, Zh. I. Meskhishvili. The flow of the Natanebi river pollution into the Black Sea 108

GEOLOGY

- B. A. Alibegashvili, G. N. Astakhov, N. G. Iashvili, V. Yu. Mindin. Geochemical zonality of the Madneuli deposit and its prospecting significance 112
- M. V. Topchishvili. On stratigraphy of Lower and Middle Jurassic deposits of the Assa river valley 116

PETROLOGY

- T. N. Tsutsunava. New data on metamorphites of the Dariali massif 120

LITHOLOGY

- M. A. Beridze. On facial features within the Bajocian porphyritic series of Georgia 124

STRUCTURAL MECHANICS

- M. E. Saluashvili, G. G. Mskhidadze, B. A. Salukvadze. Static and kinematic analysis of a new opening arched roof construction 128

EXPLOITATION AND CONCENTRATION OF DEPOSITS

- G. D. Gogrichiani. Performance analysis of rock-cutting machine with ring cutters equipped with a vibrosafety device 131

MACHINE BUILDING SCIENCE

- Z. S. Natsvlishvili, J. M. Uplisashvili, G. V. Tseret'svadze. Problems of analysis and synthesis of a high-class six-bar leverage 136
 N. A. Burdiladze. Numerical solution of mechanical oscillations differential equations with non-linear elastic-frictional characteristics 140
 S. S. Mesarkishvili, Yu. Sh. Keinashvili. Optimal rotational speed of crushing rolls with rounded blades 144

HYDRAULIC ENGINEERING

- L. D. Gogeliani. About the criterion condition of stability-instability in the boundary of contact failure of two different density streams with free surface 147

ELECTROTECHNICS

- A. N. Aburjania, T. G. Museliani. Classification of transformer bridges 152

AUTOMATIC CONTROL AND COMPUTER ENGINEERING

- Z. G. Shanidze. On one problem of automatic control 156
 R. Sh. Gogsadze, V. K. Gogichaishvili. On one approximate method of estimating a three-dimensional model of electric field and its application in calculation of transistor capacitance characteristics 159

TECHNOLOGY OF MATERIALS

- A. I. Betaneli, T. R. Agladze, I. G. Shavoshvili, N. V. Pkhaldze. On complex optimization of developing finned rotated shells 163

SOIL SCIENCE

- T. F. Urushadze, Sh. K. Shubladze, K. V. Mindeli, L. L. Burchuladze. The humus composition in high-mountain soils of the Central Caucasus 167

BOTANY

- K. A. Chochia. Towards embryology of the Lotus 172

HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY

- A. L. Mdzinarishvili, G. M. Molodavkin. Effect of paradoxical sleep deprivation on ethanol consumption in rats with different degree of predisposition to depression-like state 176
 A. A. Ungiadze. Conditioned emotional fear reaction on the basis of cingulate gyrus stimulation 179

BIOPHYSICS

- G. Sh. Davitaya, S. Sh. Metskhvarishvili, I. G. Artmeladze, K. G. Chavchanidze, B. A. Lomsadze. Investigation of the biological activity of polyvinylpyrrolidone class substances 183

EXPERIMENTAL MEDICINE

- I. Sh. Nadiradze, G. K. Orjonikidze. Coagulative lytic system in skin melanoma patients 187
- T. G. Zedginidze. The significance of hormonal disbalance in the induction of transplacental tumors in rabbits 191

PALAEOBIOLOGY

- N. G. Khimshiashvili, R. V. Ratiani. The Callovian of the Aragvi river valley 196

ECONOMICS

- R. A. Sarchimelia. Maximization of the resource reserves in the optimal production planning problem 200

LINGUISTICS

- T. T. Sikharulidze. To the question of initial forms of some noun roots containing *j* in Udi 204

PHILOLOGY

- N. G. Sikharulidze. Productivity degree of a word formation mechanism and stability of new words 207

ARCHAEOLOGY

- G. G. Pkhakadze. Some problems of the Eneolithic [culture] of western Transcaucasia 212



В. Г. МАЗЬЯ, А. А. СОЛОВЬЕВ

АСИМПТОТИКА РЕШЕНИЯ ИНТЕГРАЛЬНОГО УРАВНЕНИЯ
 ЗАДАЧИ НЕЙМАНА В ПЛОСКОЙ ОБЛАСТИ С ОСТРИЯМИ
 НА ГРАНИЦЕ

(Представлено академиком Б. В. Хведелидзе 26.1.1987)

В настоящей работе рассматривается интегральное уравнение внешней задачи Неймана для уравнения Лапласа в плоской области, граница которой имеет пики. Приведены теоремы об однозначной разрешимости и асимптотике решений вблизи пика. Как и в [1—3], информация об интегральном уравнении выводится из свойств вспомогательных внешних и внутренних задач Дирихле и Неймана.

Пусть Ω — плоская односвязная область, ограниченная кусочно-гладкой кривой с единственной точкой пика в начале координат. Вблизи точки O область Ω или дополнительная к ней область Ω^c заданы в декартовых координатах (x, y) неравенствами $x_-(x) < y < x_+(x)$, $0 < x < \delta$, где $x_{\pm} \in C^1$ удовлетворяют условиям $x_{\pm}(0) = x'_{\pm}(0) = 0$, $x'_+(0) > x'_-(0)$. В первом случае будем говорить о внешнем пике, во втором — о внутреннем.

Представляя решение v внешней задачи Неймана с граничной функцией ψ в виде потенциала простого слоя, приходим, как обычно, к интегральному уравнению

$$\sigma(p) = -\frac{1}{\pi} \int_{\Gamma} \sigma(q) \frac{\partial}{\partial N} \log \frac{1}{r} ds_q = -\frac{1}{\pi} \psi(p), \quad p \in \Gamma \setminus \{0\}, \quad (1)$$

где $\partial/\partial N$ — производная по внешней нормали в точке $q \neq 0$, $r = |p - q|$.

Относительно функции ψ будем предполагать, что она непрерывна на Γ , непрерывно дифференцируема на $\Gamma_{\pm} = \{(x, x_{\pm}(x)) : x \in [0, \delta]\}$ и имеет следующее представление: $\psi_{\pm}(x) = x^{\mu} \varphi_{\pm}(x)$, $x \in \Gamma_{\pm}$, $|\varphi_+(0)| + |\varphi_-(0)| \neq 0$, где $0 \leq \mu < 1$ и $\varphi_{\pm} \in C^3([0, \delta])$. Более того, будем считать выполненным необ-

ходимое условие разрешимости внешней задачи Неймана $\int_{\Gamma} \psi(q) ds_q = 0$.

Через \mathfrak{M} обозначим класс функций σ на Γ таких, что $\sigma(x) = O(x_1^{-\beta})$ и $\sigma'(x) = O(x_1^{-\beta-1})$ ($x_1 \rightarrow +0$) при некотором β , $\beta < 1$.

Теорема 1. *Предположим, что Ω — область с внешним пиком и обозначим через ζ конформное отображение области Ω^c на верхнюю полуплоскость, обратное отображение ω к которому имеет представление:*

$$\omega(\eta + i0) = a_{\omega}^2 \eta^2 + O(\eta^4 \log |\eta|) \quad (\eta \rightarrow 0).$$

1) *Допустим, что $\varphi_+(0) - \varphi_-(0) \neq 0$. Тогда для каждой функции ψ , удовлетворяющей дополнительному условию $\int_{\Gamma} \psi(q) \operatorname{Re} \frac{1}{\zeta(q)} ds_q = 0$, интегральное уравнение внешней задачи Неймана в классе \mathfrak{M} имеет единственное решение σ с асимптотикой:*



а) при $0 < \mu < 1/2$

$$\sigma(x) = \mp \frac{1}{\pi} \frac{\varphi_+(0) - \varphi_-(0) \operatorname{tg} \pi \mu}{x_+''(0) - x_-''(0) \mu + 1} x^{\mu+1} + O(x^{-1/2});$$

б) при $\mu = 1/2$

$$\sigma(x) = \pm \frac{2}{\pi^2} \frac{\varphi_+(0) - \varphi_-(0)}{x_+''(0) - x_-''(0)} \frac{\log x}{3 x^{1/2}} + O(x^{-1/2});$$

в) при $1/2 < \mu < 1$

$$\sigma(x) = \mp \frac{2}{3\pi^2} \frac{a_\omega^{-3} x^{-1/2}}{x_+''(0) - x_-''(0)} \int_{\Gamma} \psi(q) \left(\operatorname{Re} \frac{1}{\zeta(q)} \right)^3 ds_q \mp \\ \mp \frac{1}{\pi} \frac{\varphi_+(0) - \varphi_-(0) \operatorname{tg} \pi \mu}{x_+''(0) - x_-''(0) \mu + 1} x^{\mu-1} + O(x^{1/2} |\log x|).$$

2) Допустим, что $\varphi_+(0) - \varphi_-(0) = 0$. Тогда интегральное уравнение внешней задачи Неймана для всякой функции ψ , удовлетворяющей дополнительному условию $\int_{\Gamma} \psi(q) \operatorname{Re} \frac{1}{\zeta(q)} ds_q = 0$, имеет в классе \mathfrak{M} единствен-

ное решение σ с асимптотикой

а) при $\mu = 0$

$$\sigma(x) = \mp \frac{2}{3\pi^2} \frac{a_\omega^{-3} x^{-1/2}}{x_+''(0) - x_-''(0)} \int_{\Gamma} \psi(q) \left(\operatorname{Re} \frac{1}{\zeta(q)} \right)^3 ds_q - \\ - \frac{\varphi_+(0) + \varphi_-(0)}{4\pi} + O(x^\varepsilon) \quad (0 < \varepsilon < 1/2);$$

б) при $0 < \mu < 1/2$

$$\sigma(x) = \mp \frac{2}{3\pi^2} \frac{a_\omega^{-3} x^{-1/2}}{x_+''(0) - x_-''(0)} \int_{\Gamma} \psi(q) \left(\operatorname{Re} \frac{1}{\zeta(q)} \right)^3 ds_q - \\ - \left(\frac{\varphi_+(0) + \varphi_-(0)}{4\pi} \pm \frac{1}{\pi} \frac{\varphi_+'(0) - \varphi_-'(0) \operatorname{tg} \pi \mu}{x_+''(0) - x_-''(0) \mu + 2} \right) x^\mu + O(x^{1/2} |\log x|);$$

в) при $\mu = 1/2$

$$\sigma(x) = \mp \frac{2}{3\pi^2} \frac{a_\omega^{-3} x^{-1/2}}{x_+''(0) - x_-''(0)} \int_{\Gamma} \psi(q) \left(\operatorname{Re} \frac{1}{\zeta(q)} \right)^3 ds_q + O(\sqrt{x} |\log x|),$$

если $\int_{\Gamma} \psi(q) \left(\operatorname{Re} \frac{1}{\zeta(q)} \right)^3 ds_q \neq 0$,

$$\sigma(x) = \pm \left(\frac{x''' + (0) - x''' - (0)}{x_+''(0) - x_-''(0)} \frac{a_\omega^{-2}}{12\pi} \int_{\Gamma} \psi(q) \left(\operatorname{Re} \frac{1}{\zeta(q)} \right)^2 ds_q + \right. \\ \left. + \frac{2}{5\pi^2} \frac{\varphi_+'(0) - \varphi_-'(0)}{x_+''(0) - x_-''(0)} \right) \sqrt{x} \log x + O(\sqrt{x}), \text{ если } \int_{\Gamma} \psi(q) \left(\operatorname{Re} \frac{1}{\zeta(q)} \right)^3 ds_q = 0,$$

$$\sigma(x) = \left(\mp \frac{2}{5\pi^2} \frac{a_\omega^{-5}}{x_+''(0) - x_-''(0)} \int_{\Gamma} \psi(q) \left(\operatorname{Re} \frac{1}{\zeta(q)} \right)^5 ds_q - \right. \\ \left. - \frac{\varphi_+(0) + \varphi_-(0)}{4\pi} \right) \sqrt{x} + O(x^{1/2+\varepsilon}) \quad (0 < \varepsilon < 1/2),$$

если $\int_{\Gamma} \psi(q) \left(\operatorname{Re} \frac{1}{\zeta(q)} \right)^3 ds_q = \int_{\Gamma} \psi(q) \left(\operatorname{Re} \frac{1}{\zeta(q)} \right)^2 ds_q = \varphi_+'(0) - \varphi_-'(0) = 0$.



г) при $1/2 < \mu < 1$

$$\sigma(x) = -\frac{2}{3\pi^2} \frac{a_0^{-3} x^{-1/2}}{x_+''(0) - x_-''(0)} \int_{\Gamma} \psi(q) \left(\operatorname{Re} \frac{1}{\zeta(q)} \right)^2 ds_q + O(\sqrt{x} |\log x|),$$

если $\int_{\Gamma} \psi(q) \left(\operatorname{Re} \frac{1}{\zeta(q)} \right)^3 ds_q \neq 0$.

$$\sigma(x) = \pm \frac{x_+''(0) - x_-''(0)}{x_+''(0) - x_-''(0)} \frac{a_0^{-2}}{12\pi} \int_{\Gamma} \psi(q) \left(\operatorname{Re} \frac{1}{\zeta(q)} \right)^2 ds_q \sqrt{x} \log x + O(\sqrt{x}),$$

если $\int_{\Gamma} \psi(q) \left(\operatorname{Re} \frac{1}{\zeta(q)} \right)^3 ds_q = 0$,

$$\sigma(x) = \mp \frac{2}{5\pi^2} \frac{a_0^{-5} x^{1/2}}{x_+''(0) - x_-''(0)} \int_{\Gamma} \psi(q) \left(\operatorname{Re} \frac{1}{\zeta(q)} \right)^5 ds_q -$$

$$- \left(\frac{\varphi_+(0) + \varphi_-(0)}{4\pi} \pm \frac{1}{\pi} \frac{\varphi_+'(0) - \varphi_-'(0)}{x_+''(0) - x_-''(0)} \frac{\operatorname{tg} \pi \mu}{\mu + 2} \right) x^\mu + O(x),$$

если $\int_{\Gamma} \psi(q) \left(\operatorname{Re} \frac{1}{\zeta(q)} \right)^3 ds_q = \int_{\Gamma} \psi(q) \left(\operatorname{Re} \frac{1}{\zeta(q)} \right)^2 ds_q = 0$.

Теорема 2. Предположим, что Ω — область с внутренним пиком $\{\mu$ обозначим через Θ конформное отображение верхней полуплоскости $(\tau, \nu) : \nu \geq 0\}$ на область Ω , имеющее следующее асимптотическое представление: $\Theta(\tau + i0) = a_0^2 \tau^2 + O(\tau^4 \log |\tau|)$ ($\tau \rightarrow 0$).

1) Допустим, что $\varphi_+(0) + \varphi_-(0) \neq 0$. Тогда для любой описанной во введении функции ψ интегральное уравнение внешней задачи Неймана имеет в классе \mathfrak{M} единственное решение σ с асимптотикой

а) при $0 < \mu < 1/2$

$$\sigma(x) = -\frac{1}{\pi} \frac{\varphi_+(0) + \varphi_-(0)}{x_+''(0) - x_-''(0)} \frac{\operatorname{tg} \pi \mu}{\mu + 1} x^{\mu-1} + O(x^{-1/2});$$

б) при $\mu = 1/2$

$$\sigma(x) = -\frac{2}{3\pi^2} \frac{\varphi_+(0) + \varphi_-(0)}{x_+''(0) - x_-''(0)} x^{-1/2} \log \frac{1}{x} + O(x^{-1/2});$$

в) при $1/2 < \mu < 1$

$$\sigma(x) = -\frac{a_0^{-1/2} x^{-1/2}}{4\pi^2} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{d}{d\tau} (v\theta)(\tau + i0) \frac{d\tau}{\tau} - \frac{1}{\pi} \frac{\varphi_+(0) + \varphi_-(0)}{x_+''(0) - x_-''(0)} \frac{\operatorname{tg} \pi \mu}{\mu + 1} x^{\mu-1} + O(1).$$

2) Пусть $\varphi_+(0) + \varphi_-(0) = 0$. Тогда интегральное уравнение внешней задачи Неймана для любой описанной во введении функции ψ имеет в классе \mathfrak{M} единственное решение σ с асимптотикой;

а) при $0 < \mu < 1/2$

$$\sigma(x) = -\frac{a_0^{-1} x^{-1/2}}{4\pi^2} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{d}{d\tau} (v\theta)(\tau + i0) \frac{d\tau}{\tau} \mp \frac{a_0^{-2}}{4\pi^2} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{d}{d\tau} (v\theta)(\tau + i0) \frac{d\tau}{\tau^2} -$$

$$- \frac{1}{\pi} \left(\frac{\varphi_+'(0) + \varphi_-'(0)}{x_+''(0) - x_-''(0)} \frac{\operatorname{tg} \pi \mu}{\mu + 2} \pm \frac{\varphi_+(0) - \varphi_-(0)}{4\pi} \right) x^\mu +$$

0. (1/2) $\mu < 1/2$ $\mu < 1/2$ $\mu < 1/2$



б) при $\mu = 1/2$

$$\begin{aligned} \sigma(x) = & -\frac{a_0^{-1} x^{-1/2}}{4\pi^2} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{d}{d\tau} (v_0\theta)(\tau+i0) \frac{d\tau}{\tau} \mp \frac{1}{4\pi^2 a_0^2} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{d}{d\tau} (v_0\theta)(\tau+i0) \frac{d\tau}{\tau^2} - \\ & -\frac{2}{5\pi^2} \frac{\varphi'_+(0) + \varphi'_-(0)}{z''_+(0) - z''_-(0)} x^{1/2} \log \frac{1}{x} - \left(\frac{1}{4\pi^2 a_0^2} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{d}{d\tau} (v_0\theta)(\tau+i0) \frac{d\tau}{\tau} \pm \right. \\ & \left. \pm \frac{\varphi_+(0) - \varphi_-(0)}{4\pi} \right) x^{1/2} + O(x^{1/2+\varepsilon}) \quad (0 < \varepsilon < 1/2); \end{aligned}$$

в) при $1/2 < \mu < 1$

$$\begin{aligned} \sigma(x) = & -\frac{a_0^{-1} x^{-1/2}}{4\pi^2} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{d}{d\tau} (v_0\theta)(\tau+i0) \frac{d\tau}{\tau} \mp \frac{a_0^{-2}}{4\pi^2} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{d}{d\tau} (v_0\theta)(\tau+i0) \frac{d\tau}{\tau^2} - \\ & -\frac{x^{1/2}}{4\pi^2 a_0^2} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{d}{d\tau} (v_0\theta)(\tau+i0) \frac{d\tau}{\tau^3} - \\ & - \left(\frac{1}{\pi} \frac{\varphi'_+(0) + \varphi'_-(0)}{z''_+(0) - z''_-(0)} \operatorname{tg} \pi\mu \pm \frac{\varphi_+(0) - \varphi_-(0)}{4\pi} \right) x^\mu + O(x). \end{aligned}$$

Академия наук СССР

Ленинградский институт надежности
машин и конструкций

(Поступило 29.1.1987)

მათემატიკა

3. მაზია, ა. სოლოვიოვი

სახელმწიფო უკუშქვევის მკონე არისათვის ნეიმანის ამოცანის
ინტეგრალური განტოლების ამოხსნის ასიმპტოტიკა
რეზიუმე

განხილულია ლაპლასის ოპერატორისათვის ნეიმანის ამოცანის ინტეგრალური განტოლება ისეთი ბრტყელი არეებისათვის, რომელთა საზღვარს აქვს როგორც შიდა, ისე გარე უკუშქვევის წერტილები. დადგენილია ამოხსნის ერთადერთობა და მისი ასიმპტოტიკა უკუშქვევის წერტილების მახლობლად.

MATHEMATICS

V. G. MAZ'YA, A. A. SOLOVYEV

THE ASYMPTOTICS OF SOLUTIONS TO THE INTEGRAL
EQUATIONS OF THE NEUMANN PROBLEM IN A PLANE
DOMAIN WITH CUSPS AT THE BOUNDARY

Summary

The integral equation of the exterior plane Neumann problem for the Laplace operator is considered. The boundary has inward or outward cusps. Theorems on the unique solvability and asymptotic behaviour of solutions near cusps are deduced.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. Г. Мазья. УМН, 1981, 36, вып. 4, 229—230.
2. В. Г. Мазья. Дифф. уравнения и их приложения. Труды Всес. симпозиума. Тбилиси 21—27 апреля 1982 г. Тбилиси, 1986, 123—129.
3. С. С. Заргарян, В. Г. Мазья. Прикл. матем. и мех., 1984, 48, № 1, 169—174.



НГУЕН СУАН ТУЕН

КОГОМОЛОГИЧЕСКИЕ ПО МОДУЛЮ 2 АЛГЕБРЫ ЗНАКОПЕРЕМЕННЫХ ГРУПП

(Представлено членом-корреспондентом Академии Х. Н. Инасаридзе 8.1.1987)

Когомология знакопеременных групп

$$H^*A_m = H^*(A_m, \mathbb{Z}_p)$$

при простом числе p была рассмотрена нами [1—3] для нечетных простых чисел. Настоящая статья посвящена вычислениям когомологических по модулю 2 алгебр знакопеременных групп с помощью теории модульных инвариантов и гомоморфизма Куиллена [4]

$$\text{Res} : H^*G \Rightarrow \prod_{\Gamma \in \mathbf{G}} (H^*\Gamma)^{W_G(\Gamma)},$$

индуцированного отображениями ограничения

$$\text{Res}(\Gamma, G) : H^*G \rightarrow H^*\Gamma$$

для каждого $\Gamma \in \mathbf{G}$. Здесь \mathbf{G} — множество представителей сопряженных классов максимальных элементарных абелевых p -подгрупп группы G и $W_G(\Gamma)$ — группа Вейла подгруппы Γ в группе G . В случае групп $G = S_n$, A_n (или их силовских подгрупп) Res является мономорфизмом.

Пусть $V = \mathbb{Z}_2^n$ — n -мерное векторное пространство над \mathbb{Z}_2 с каноническим базисом e_1, \dots, e_n ; A_{2^n} и S_{2^n} — симметрическая и знакопеременная группы точечного множества V ; $E^n = E(V)$ — группа всех параллельных переносов пространства V . Тогда имеем

$$E^{n+1} \cong \Delta E^n \times E_{n+1}^*,$$

где ΔE^n — диагональ группы E^n и

$$E_{n+1}^* = \langle (1, 2^n + 1)(2, 2^n + 2) \dots (2^n, 2^{n+1}) \rangle.$$

Лемма 1. Пусть $GL_n = GL(n, \mathbb{Z}_2)$ — полная линейная группа над V^n . Тогда справедливо следующее включение:

$$GL_n \subset A_{2^n} \quad (n \neq 2).$$

Для $n = 2$ $GL_2 \subseteq A_4$, кроме того, имеем $W_{A_4}(E^2) = SL_2$.

Пусть $Q_{n,0}, Q_{n,1}, \dots, Q_{n,n-1}$ фундаментальная система инвариантов группы GL_n [5, 6].

Теорема 1. *Имеет место*

$$\text{im Res}(E^n, A_{2^n}) = \mathbb{Z}_2[Q_{n,0}, Q_{n,1}, \dots, Q_{n,n-1}].$$

Лемма 2. Пусть Γ — максимальная элементарная абелева 2-подгруппа группы A_m и $A_{m,2}$ — силовская 2-подгруппа группы A_m , включающая Γ . Тогда будем иметь

$$\text{Im Res}(\Gamma, A_m) = \text{Im Res}(\Gamma, A_{m,2}) \cap (H^* \Gamma)^{W_{A_m}(\Gamma)}.$$

Пусть $\mathcal{E}_2(m)$ — множество всех последовательностей (m_1, \dots, m_t) отрицательных целых чисел, удовлетворяющих соотношениям

$$m = m_0 + m_1 2 + \dots + m_t 2^t \quad (0 \leq m_0 < 2, m_1 \neq 2, 2^t \leq m < 2^{t+1}).$$

Лемма 3. Для каждой последовательности $M = (m_1, \dots, m_t) \in \mathcal{E}_2(m)$ существует следующая элементарная абелева 2-подгруппа $\Gamma(M)$ группы A_m :

$$\Gamma(M) \cong (E')^{m_1-1} \times \prod_{s=2}^t (E^s)^{m_s},$$

где $E' = \langle (1, 2) (2^{s-1} + 1, 2^{s-1} + 2) \rangle$ при $s > 1$.

Лемма 4. Для каждой последовательности $M = (m_1, \dots, m_t) \in \mathcal{E}_2(m)$ имеет место

$$W_{A_m}(\Gamma(M)) = \left[\left(A_{2m_1} \cap \prod_{j=1}^{m_1} GL(V_j^1) \right) \tilde{x} A_{m_1} \right] \times \\ [(A_4/E^2)^{m_2} \tilde{x} A_{m_2}] \times \prod_{s=3}^t GL(V^s)^{m_s} \tilde{x} A_{m_s},$$

где \tilde{x} — знак полупрямого произведения.

Теорема 2. Если $[N_{A_m}(\Gamma(M)) : N_{A_{m,p}}(\Gamma(M))] \neq 0$, то справедливо соотношение

$$\text{Im Res}(\Gamma(M), A_m) = \bigotimes_{s=2}^t (\tau_2 [Q_{s,0}, \dots, Q_{s,s-1}]^{m_s}) A_{m_s},$$

где $M = (m_1, \dots, m_t) \in \mathcal{E}_2(m)$.

Лемма 5. Если $m \leq n$ ($n - m$ четно), то гомоморфизм

$$I_m^n : H_* A_m \rightarrow H_* A_n,$$

индуцированный вложением $I_m^n : A_m \rightarrow A_n$, является мономорфизмом.

Здесь вложение I_m^n и группа A_∞ определены аналогично [2].

Лемма 6. Алгебра $H_* A_\infty$ порождается образами гомоморфизмов

$$H_* E^n \rightarrow H_* A_\infty \quad (n \geq 0),$$

где E^1 взято вместо E' .

Заметим, что лемма 6 справедлива также для $H_* S_\infty = H_*(S_\infty, \mathbb{Z}_2)$.

Пусть D_k — элементы Диксона [7] для каждого

$$K \in J^+ = \{(k_0, \dots, k_{n-1}) \mid n > 0; k_0, \dots, k_{n-1} \in \mathbb{Z}_+\}.$$

Теорема 3. Структура алгебры $H_* A_\infty$ как алгебра Хопфа описана алгеброй полиномов

$$H_* A_\infty = \mathbb{Z}_2 [D_k \mid K \in J^+]$$

и ее коумножение

$$\Delta : H_* A_\infty \rightarrow H_* A_\infty \otimes H_* A_\infty$$

задается формулой

$$\Delta D_{k_0, \dots, k_{n-1}} = \sum_{l_i + m_i = k_i} D_{l_0, \dots, l_{n-1}} \otimes D_{m_0, \dots, m_{n-1}} \quad (0 \leq i < n).$$

Дуальный перевод этой теоремы дает описание алгебры H^*A_∞ .

Тбилисский государственный университет

(Поступило 8.1.1987)

მათემატიკა

ნაშრომის სტრუქტურა

ნაშრომის მიზანია სასრულო ალტერნირებულ ჯგუფთა მოდულით 2

რეზიუმე

ნაშრომის ძირითადი მიზანია სასრულო ალტერნირებულ ჯგუფთა მოდულით 2 კოჰომოლოგიურ ალგებრათა გამოთვლა ქვილენის ჰომომორფიზმითა და კარგად ცნობილი მოდულარული ინვარიანტული თეორიის ტერმინებში. გარდა ამისა, განიხილება H^*A_∞ -ის ალგებრული სტრუქტურა.

MATHEMATICS

NGUYEN XUAN TUYEN

THE MOD 2 COHOMOLOGY ALGEBRAS OF ALTERNATING GROUPS

Summary

The purpose of the present paper is to perform computations of the mod 2 cohomology algebras of finite alternating groups via Quillen's homomorphism and in terms of the well-known modular invariant theory. Further, the algebra structure of H^*A_∞ is determined.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Нгуен Суан Туен. Тезисы докладов Третьей всевьетнамской математической конференции. Ханой, 1985.
2. Нгуен Суан Туен. Сообщения АН ГССР, 126, № 1, 1987.
3. Нгуен Суан Туен. Труды Гуэского пединститута, 5, 1986.
4. D. Quillen. Topology, 10 (1971), 67—80.
5. L. Dickson. Trans. Amer. Math. Soc. 12 (1911). 75—98.
6. Huynh Mui. J. Fac. Sci. Univ. Tokyo, sec. IA, 22 (1975), 319—369.
7. Nguyen H. V. Hung. Acta Math. Vietnamica, 6 (1981), 41—48.



В. Ш. ЦАГАРЕИШВИЛИ

АБСОЛЮТНАЯ СХОДИМОСТЬ РЯДОВ ФУРЬЕ ФУНКЦИИ
 КЛАССА V ОТНОСИТЕЛЬНО ОБЩИХ ОРТОНОРМИРОВАННЫХ
 СИСТЕМ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Л. В. Жижиашвили 9.2.1987)

Пусть V — класс функций с конечным изменением на $[0, 1]$ и $A(p, \varphi)$

— класс функций, для которых сходится ряд $\sum_{n=1}^{\infty} |c_n|^p$, где $c_n =$

$$= \int_0^1 f(x) \varphi_n(x) dx \text{ и } p > 1.$$

Предположим, что $(a_k) \in l_q$ и $P_n(x) = \sum_{k=1}^n a_k \varphi_k(x)$, где (φ_k) — орто-

нормированная система на $(0, 1)$.

Наконец

$$K_n = \max_{x \in [0, 1]} \left| \int_0^x P_n(t) dt \right|.$$

Теорема 1. Для того чтобы из условия $f \in V$ следовало $f \in A(p, \varphi)$, для некоторого $p \in (1, 2)$, необходимо и достаточно чтобы для любой последовательности $(a_k) \in l_q$ выполнялось условие $K_n = O(1)$, где $\frac{1}{p} + \frac{1}{q} = 1$, при условии $1 \in A(p, \varphi)$.

Теорема 2. Из любой системы (φ_n) , ортонормированной на $(0, 1)$, можно выделить подсистему $\varphi_{n_k} = \Psi_k$, для которой $V \subset A(p, \Psi)$, где $p \in [1, 2)$ — заданное число.

Теорема 3. Для любого $p \in [1, 2)$ существует ортонормированная система (φ_n) , для которой выполняются условия:

а) $\sum_{n=1}^{\infty} |c_n|^{p+\epsilon} < \infty$, для любой $f \in V$ и для любого $\epsilon > 0$;

$$b) \sum_{n=1}^{\infty} |c_n(f_0)|^p = \infty, \text{ для некоторой } f_0 \in V.$$

Теорема 4. Пусть (φ_n) — ортонормированная система на $(0, 1)$ и $f \in A$, где f — абсолютно непрерывная функция и $f \in L_p$. Тогда для того, чтобы из условия $f \in A$ следовало $f \in A(1, \varphi)$, необходимо и достаточно, чтобы

$$\int_0^1 \left| \int_0^x \sum_{k=1}^n \varphi_k(u) r_k(t) du \right|^{\frac{p}{p-1}} dx = O_1(x).$$

(где (r_k) — система Радемахера) при условии $1 \in A(p, \varphi)$.

Замечание. Теорема 1 для $p=1$ была доказана Бозанке и Кастельманом [1], только для абсолютно непрерывных функции.

Теорема 4 была доказана Дж. Маклаfliном [2] при условии, что

$$\int_0^x \varphi_n(t) dt \text{ сохраняет знак на интервале ортогональности.}$$

Следует заметить, что если для любой абсолютной непрерывной функции выполняется условие $f \in A(p, \varphi)$, тогда такое условие выполняется и для любой функции из V .

Тбилисский государственный университет

(Поступило 26.3.1987)

მათემატიკა

3. ვაზარეუშვილი

V კლასის ფუნქციების ფურიეს მწკრივების აბსოლუტურად კრებადობის შესახებ ზოგადი ორთონორმირებული სისტემების მიმართ

რეზიუმე

ნაშრომში მოყვანილია თეორემები, სასრული ვარიაციის ფუნქციების ფურიეს მწკრივების აბსოლუტურად კრებადობის საკითხების შესახებ.

V. Sh. TSAGAREISHVILI

ON ABSOLUTE CONVERGENCE OF THE FOURIER SERIES OF
FUNCTIONS FROM CLASS V WITH RESPECT TO GENERAL
ORTHONORMAL SYSTEMS

Summary

Some theorems are formulated concerning the absolute convergence of the Fourier series of functions with bounded variation.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. L. Bosanquet, H. Kestelman. Proc. London Math. Soc., 45, №1, 1938, 88—97.
2. J. R. McLaughlin. Pac. Journ. of. Math. №2 1972, 469—475.

А. Б. ХАРАЗИШВИЛИ

ГРУППЫ ДВИЖЕНИЙ И ЕДИНСТВЕННОСТЬ МЕРЫ ЛЕБЕГА

(Представлено членом-корреспондентом Академии Н. А. Берикашвили 1.4.1987)

В настоящей статье мы будем пользоваться следующими обозначениями: R^n — евклидово пространство размерности n ($n \geq 1$); D_n — группа всех движений пространства R^n ; l_n — классическая лебеговская мера в R^n ; L_n — область определения меры l_n , т. е. σ -алгебра всех измеримых по Лебегу частей пространства R^n ; b_n — классическая борелевская мера в R^n (сужение меры l_n на борелевскую σ -алгебру пространства R^n ; фактически b_n совпадает с нормированной мерой Хаара в R^n).

Пусть G — произвольная подгруппа группы D_n . Естественно возникает вопрос: при каких необходимых и достаточных условиях, налагаемых на группу G , лебеговская мера l_n , рассматриваемая как G -инвариантная мера, обладает свойством единственности? Напомним, во избежание неясностей, что σ -конечная G -инвариантная мера λ , заданная на некоторой σ -алгебре S частей пространства R^n , обладает свойством единственности, если для любой σ -конечной G -инвариантной меры μ , заданной на той же σ -алгебре S , найдется числовой коэффициент $q \geq 0$ такой, что $\mu = q \cdot \lambda$.

Для получения ответа на поставленный выше вопрос нам понадобится следующее определение. Пусть G — подгруппа группы D_n . Говорят, что группа G действует почти транзитивно в пространстве R^n , если, каковы бы ни были точки $x \in R^n$, $y \in R^n$ и каковы бы ни были окрестности $U(x)$, $U(y)$ этих точек, всегда существует движение $g \in G$, удовлетворяющее соотношению

$$g(U(x)) \cap U(y) \neq \emptyset.$$

Имеет место следующее утверждение.

Теорема 1. Для того чтобы G -инвариантная лебеговская мера l_n обладала свойством единственности, необходимо и достаточно, чтобы выполнялась конъюнкция двух приводимых ниже соотношений: 1) какова бы ни была точка $x \in R^n$, орбита $G(x)$ является несчетным множеством; 2) группа G действует почти транзитивно в пространстве R^n .

Нетрудно проверить необходимость условий 1) и 2) для свойства единственности меры Лебега. Доказательство достаточности этих условий основывается на ряде вспомогательных утверждений, носящих геометрический характер.

Лемма 1. Пусть группа $G \subset D_n$ удовлетворяет соотношению 1), P — любое аффинное линейное многообразие в R^n с размерностью $\dim(P) < n$, X — любое подмножество многообразия P и μ — произвольная σ -конечная G -квазиинвариантная мера в R^n , заданная на σ -алгебре L_n . Тогда справедливо равенство $\mu(X) = 0$.



При доказательстве леммы 1 используются индукция по размерности $\dim(P)$ и известный результат Улама о неизмеримости (в широком смысле) первого несчетного кардинального числа \aleph_1 .

Лемма 2. Пусть снова группа $G \subset D_n$ удовлетворяет соотношению 1), а μ — произвольная σ -конечная G -квазинвариантная мера в R^n , заданная на σ -алгебре L_n . Тогда мера μ абсолютно непрерывна относительно лебеговской меры l_n .

В процессе доказательства сформулированного утверждения используются результат леммы 1 и уже упомянутый результат Улама о неизмеримости кардинального числа \aleph_1 .

Лемма 3. Пусть G — подгруппа группы D_n , удовлетворяющая соотношению 2). Тогда лебеговская мера l_n обладает свойством исчерпывания относительно группы G , т. е. каково бы ни было l_n -измеримое множество Y с $l_n(Y) > 0$, найдется счетное семейство $(g_i)_{i \in I}$ преобразований из группы G такое, что

$$l_n(R^n \setminus \bigcup_{i \in I} g_i(Y)) = 0.$$

Эта лемма без особого труда выводится из классической теоремы о точках плотности измеримых по Лебегу подмножеств пространства R^n .

С помощью приведенных лемм уже легко получается и доказательство самой теоремы 1. Отметим здесь же, что аналогичный вопрос для борелевской меры b_n остается открытым. Другими словами, неизвестно, при каких необходимых и достаточных условиях, налагаемых на группу $G \subset D_n$, борелевская мера b_n , рассматриваемая как G -инвариантная мера, обладает свойством единственности.

Заметим теперь, что если группа G движений пространства R^n действует транзитивно в R^n , то для нее условия 1) и 2) выполняются автоматически и, таким образом, относительно этой группы лебеговская мера l_n обладает свойством единственности. В общем случае неизвестно описание всех транзитивных групп движений пространства R^n . При $n \geq 3$ можно привести пример даже свободной группы движений пространства R^n , действующей транзитивно в R^n (см. [1]).

Вместо евклидова пространства R^n возьмем теперь единичную евклидову сферу $S^n \subset R^{n+1}$, а вместо группы D_n возьмем группу O_{n+1}^+ всех собственных вращений пространства R^{n+1} , отображающих S^n на S^n . Наконец, вместо лебеговской меры l_n рассмотрим вероятностную лебеговскую меру l'_n на сфере S^n . Тогда для l'_n имеется результат, аналогичный результату теоремы 1.

Теорема 2. Пусть G — подгруппа группы O_{n+1}^+ . Лебеговская мера l'_n на сфере S^n , рассматриваемая как G -инвариантная мера, обладает свойством единственности в том и только в том случае, если выполняется конъюнкция следующих двух соотношений: 1) G -орбиты всех точек сферы S^n несчетны; 2) группа G действует почти транзитивно на сфере S^n .

Доказательство этой теоремы аналогично доказательству теоремы 1. Заметим здесь же, что если группа $G \subset O_{n+1}^+$ действует транзитивно в S^n , то для нее соотношения 1) и 2) справедливы и, следовательно, относительно такой группы мера l'_n обладает свойством единственности. При опре-



деленных значениях n можно привести примеры подгрупп группы O_{n+1}^* отличных от O_{n+1}^* и действующих транзитивно на сфере S^n .

Пример. Пусть $n=4$. В этом случае евклидово четырехмерное пространство R^4 мы можем отождествить с классическим телом кватернионов, обозначаемым обычно символом H . Ясно, что единичная евклидова сфера $S^3 \subset H$ представляет собой некоторую подгруппу мультипликативной группы $H \setminus \{0\}$. Для каждой точки $z \in S^3$ рассмотрим отображение

$$g_z : x \rightarrow x \cdot z \quad (x \in H).$$

Нетрудно проверить, что отображение g_z является собственным вращением пространства H вокруг его начала координат. Таким образом, сфера S^3 переходит в себя при отображении g_z . Обозначим через Γ множество всех вращений пространства H , имеющих вид g_z ($z \in S^3$). Множество Γ представляет собой группу относительно композиции отображений. Очевидно, что группа Γ действует транзитивно на сфере S^3 . В то же время Γ отлична от O_4^* , поскольку

$$\dim(\Gamma)=3, \quad \dim(O_4^*)=6.$$

Замечание 1. Для сфер S^1 и S^2 в пространствах R^2 и R^3 соответственно нельзя привести аналогичных примеров. В самом деле, совершенно ясно, что если группа $G \subset O_2^*$ действует транзитивно на единичной окружности S^1 , то G совпадает с O_2^* . Точно так же, если группа $G \subset O_3^*$ действует транзитивно на единичной двумерной сфере S^2 , то G совпадает с O_3^* . Однако доказательство второго факта уже далеко не тривиально. Оно разбивается на несколько шагов и проводится по следующей схеме:

а) группа G содержит некоторое вращение $g^*=(p, \theta)$, где p — направленная ось вращения g^* , а θ — угол вращения g^* , причем $0 < \theta < 2\pi$ и вращение g^* осуществляется против часовой стрелки, если смотреть вдоль направления оси p ;

б) какова бы ни была направленная прямая Δ , проходящая через начало координат пространства R^3 , группа G содержит вращение вида $g=(\Delta, \theta)$;

в) для произвольного угла θ' , где $0 < \theta' \leq 2\theta$, группа G содержит вращение вида $g=(\Delta', \theta')$, где Δ' — некоторая направленная прямая, проходящая через начало координат пространства R^3 ;

г) группа G содержит в себе любое вращение пространства R^3 вокруг его начала координат.

Замечание 2. Пусть G — подгруппа группы D_n . Легко видеть, что G почти транзитивно действует в евклидовом пространстве R^n тогда и только тогда, когда G -орбита некоторой (а следовательно, и всякой) точки пространства R^n всюду плотна в R^n . Если $n=1$, то нетрудно проверить, что каждая несчетная группа $G \subset D_1$ почти транзитивно действует на вещественной прямой R^1 . Таким образом, при $n=1$ в формулировке теоремы 1 для свойства единственности G -инвариантной лебеговской меры I_1 достаточно потребовать выполнения лишь одного условия 1). Однако же при $n \geq 2$ в формулировке указанной теоремы для свойства един-



ственности лебеговской меры l_n , рассматриваемой как G -инвариантная мера, нужно требовать выполнение обоих условий.

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

(Поступило 9.4.1987)

მათემატიკა

ბ. ხარაზიშვილი

ამოძრაობათა ჯგუფები და ლებეგის ზომის ერთადერთობა

რეზიუმე

ნაშრომში განხილულია ევკლიდური n -განზომილებიანი სივრცის მოძრაობათა ჯგუფების ზოგიერთი გეომეტრიული თვისება და დადგენილია ამ თვისებების კავშირი ლებეგის კლასიკური ზომის ერთადერთობის თვისებასთან.

MATHEMATICS

A. B. KHARAZISHVILI

THE GROUPS OF MOTIONS AND THE UNIQUENESS PROPERTY
OF LEBESGUE MEASURE

Summary

Some geometric properties of the groups of motions of the n -dimensional Euclidean space are considered and the connection of these properties with the uniqueness property of the classical Lebesgue measure is established.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. Б. Харазишвили. Сообщения АН ГССР, 115, № 3, 1984.

Г. А. КВЕРНАДЗЕ

ОБ АБСОЛЮТНОЙ СХОДИМОСТИ РЯДОВ ФУРЬЕ—ЛЕЖАНДРА

(Представлено членом-корреспондентом Академии Л. В. Жижнашвили 26.6.1987)

Условия абсолютной сходимости всюду рядов Фурье по тригонометрической, а также по общим ортогональным системам изучались многими авторами: С. Н. Берштейном [1], А. Зигмундом [2], С. Б. Стечкиным [1], С. В. Бочкаревым [3] и др.

Мы изучаем условия абсолютной сходимости всюду рядов Фурье—Лежандра в терминах модуля непрерывности и модуля изменения (определение см. в [4]).

Пусть функция f непрерывна на $[-1, 1]$ и ряд

$$\sum_{k=0}^{\infty} a_k(f) P_k(x) \quad (1)$$

есть ее ряд Фурье по многочленам Лежандра.

Оказалось, что не существует ограничения, налагаемого на модуль непрерывности функций, которое обеспечивало бы абсолютную сходимую всюду на $[-1, 1]$ ряд (1). Более того, справедлива

Теорема 1. Существует непрерывно дифференцируемая функция, ряд Фурье—Лежандра которой не сходится всюду абсолютно.

Тем не менее, существуют условия, обеспечивающие принадлежность функций к классу A , т. е. ряд (1) функций f сходится абсолютно всюду на $[-1, 1]$.

Теорема 2. Пусть $f \in C^1$ и $f' \in V[v]$. Тогда, если

$$\sum_{k=2}^{\infty} \frac{v(k)}{k^2 [\log_2 k]^{1/2}} < \infty,$$

то $f \in A$.



Теорема 3. Пусть $f \in C^1$ и $f' \in V_\Phi$, где Φ строго возрастает, непрерывна, выпукла и $\Phi(0)=0$. Тогда, если

$$\sum_{k=2}^{\infty} \frac{1}{k [\log_2 k]^{1/2}} \Phi^{-1}\left(\frac{1}{k}\right) < \infty,$$

то $f \in A$.

Теорема 4. Пусть $N(y, f)$ — индикатриса Банаха функций f . Если $f \in C^1$ и

$$\int_{\min f'}^{\max f'} [\log_2 (N(y, f'))]^{1/2} dy < \infty,$$

то $f \in A$.

Грузинский политехнический институт
им. В. И. Ленина

(Поступило 26.6.1987)

მათემატიკა

ბ. კვერნაძე

ფურცელი—ლეჟანდრის მწკრივების აბსოლუტური კრებადობის შესახებ

რეზიუმე

განხილულია ფურიე — ლეჟანდრის მწკრივების აბსოლუტური კრებადობის პირობები ფუნქციის უწყვეტობის მოდულის და ცვლილების მოდულის ტერმინებში.

MATHEMATICS

G. A. KVERNADZE

ON THE ABSOLUTE CONVERGENCE OF FOURIER-LEGENDRE SERIES

Summary

The absolute convergence of Fourier-Legendre series has been studied in terms of the modulus of continuity and the modulus of variation of a function.

ՋՈՒՐՆԱԼ — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. К. Бари. Тригонометрические ряды. М., 1961.
2. А. Зигмунд. Тригонометрические ряды, т. 1. М., 1965.
3. С. В. Бочкарев. Труды МИАН, CXIVI, 1978.
4. З. А. Чантурия. ДАН СССР, 214, № 1, 1974.



А. А. ЛАШКИ

АКСИОМАТИКА P_1 -ПРОЕКТИВНОЙ ГЕОМЕТРИИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Х. Н. Инасаридзе 3.6.1987)

Наблюдая, что большинство геометрических фактов, особенно с проективной точки зрения (теоремы Дезарга, Паппа, Паскаля и др.), выполняются не только в классических случаях (R^3 , C^3 или F^n , $n \geq 3$ и F -тело), но почти всегда имеют хорошие геометрические интерпретации и для модулей над общими кольцами, Дж. фон Нейман предложил развить проективную геометрию как синтез линейной алгебры над кольцами и теории решеток (систем подмодулей) [1, 2].

Естественно, в этой деятельности одной из основных задач была задача: дать аксиоматическое описание проективной геометрии $\mathfrak{M}_R(X)$ — решетки подмодулей K -модуля X (координатизационная теорема проективной геометрии).

Свою идею Дж. фон Нейман воспроизвел на примере регулярных колец. После этого были координатизированы и другие кольца (см. [3—6] и др.). Для более современного представления картины укажем на работы [7—9] и обширный список цитируемой там литературы.

Цель работы — дать аксиоматическое описание решеток, которые изморфны решеткам подмодулей модуля ранга ≥ 3 над кольцом главных идеалов, при этом аксиомы (теоретико-решеточные условия) наиболее простые, независимые и имеют геометрические содержания. Первоначальной задачей, прежде чем задать систему аксиом, является выделение системы точек проективной геометрии. Так как свободные циклические модули — это те и только те модули, над кольцом главных идеалов решетки подмодулей которых дистрибутивны с условием максимальной [10], то это условие и будет наложено на систему точек.

В дальнейшем \mathfrak{M} — полная решетка с 0 и 1; для $a \leq b$ интервал $|a, b| := \{\bar{x} \in \mathfrak{M}, a \leq x \leq b\}$. Подмножество $A \leq \mathfrak{M}$ независимо, если $0 \notin A$ и для каждого $a \in A$ справедливо $a \cap (\cup \{A \setminus a\}) = 0$; $\text{rank } \mathfrak{M} = n$, если существует независимое подмножество из n элементов и не существует из большего числа элементов; элемент $x \in \mathfrak{M}$ называется компактным, если из $x \leq \cup M$ следует существование такого конечного подмножества $E \subseteq M$, что $x \leq \cup E$. Полная решетка называется алгебраической, если любой ее элемент — решеточное объединение компактных. Элементы $x_\alpha \in \mathfrak{M}$, $\alpha \in I$ называются строго коллинеарными, если для всех $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3 \in I$

$$x_{\alpha_1} \cup x_{\alpha_2} = x_{\alpha_1} \cup x_{\alpha_3} = x_{\alpha_2} \cup x_{\alpha_3}, \quad x_{\alpha_i} \cap x_{\alpha_j} = 0 \quad (i, j = 1, 2, 3).$$

Для строго коллинеарных точек примем обозначение $[x_{\alpha_1}, x_{\alpha_2}, \dots]$.

Пусть в \mathfrak{M} выделено некоторое подмножество $P(\mathfrak{M})$ всех таких элементов $x \in \mathfrak{M}$, что интервалы $|0, x|$ — дистрибутивные решетки с условием



максимальности. Допустим, что в \mathfrak{M} с выделенным подмножеством $P(\mathfrak{M})$ справедлива система аксиом:

a_1 . \mathfrak{M} — модулярная решетка;

a_2 . \mathfrak{M} — алгебраическая решетка без кручения, т. е. не один элемент не покрывает 0;

a_3 . компактные элементы — объединения конечного числа элементов из $P(\mathfrak{M})$ и только они;

a_4 . для всех $p \in P(\mathfrak{M})$ $\text{rank } p = 1$;

a_5 . $\text{rank } \mathfrak{M} \geq 3$;

a_6 . для всех $p \in P(\mathfrak{M})$, $a \in \mathfrak{M}$ справедливо $\text{rank}(p \cup a) + \text{rank}(p \cap a) = 1 + \text{rank } a$.

a_7 . если $p, q \in P(\mathfrak{M})$, $p \cap q = 0$, то существует $a \in \mathfrak{M}$ такой, что $[p, q, a]$;

a_8 . в \mathfrak{M} справедлива аксиома Паппа, т. е. если

$$p, q_1, q_2, q_3, \bar{q}_1, \bar{q}_2, \bar{q}_3 \in P(\mathfrak{M}), \bar{q}_1 \cap (q_1 \cup q_2) = 0,$$

$$[p, q_1, q_2], [p, \bar{q}_1, \bar{q}_2], q_3 \in p \cup q_1, \bar{q}_3 \in p \cup \bar{q}_1 \Rightarrow (q_3 \cup \bar{q}_1) \cap (\bar{q}_3 \cup q_1) \leq \\ \leq [(\bar{q}_3 \cup q_1) \cap (q_1 \cup \bar{q}_3)] \cup [(q_1 \cup \bar{q}_1) \cap (\bar{q}_1 \cup q_1)] \quad (i, j = 1, 2).$$

Напомним, что проективное пространство $P(X)$ K -модуля X — это множество всех свободных K -подмодулей ранга 1. Модуль X назовем чистым, если для любого $x \in X$ решетка $\mathfrak{M}_k(x)$ бесконечна.

Определение. Решетку с выделенным подмножеством $P(\mathfrak{M})$ и с системой аксиом $a_1 - a_8$ назовем $P1$ -геометрической.

Теорема (координатизационная теорема $P1$ -проективной геометрии). Решетка \mathfrak{M} с выделенным подмножеством $P(\mathfrak{M})$ тогда и только тогда является $P1$ -геометрической, когда существуют кольцо главных идеалов K , чистый модуль X над K , $\text{rank } X \geq 3$ и решеточный изоморфизм

$$f: \mathfrak{M} \rightarrow \mathfrak{M}_k(X), \quad f(P(\mathfrak{M})) = P(X).$$

Таким образом, выделенное подмножество $P(\mathfrak{M})$ играет роль точек проективной геометрии. Заметим, что для точек $p, q \in P(\mathfrak{M})$ существенно различить, независимы они или нет, т. е. $p \cap q = 0$, или $p \cap q \neq 0$. Аксиома a_2 гарантирует чистоту модуля X .

Аксиома a_6 гарантирует, что на \mathfrak{M} имелась некая конгруенция, при том такая, что при переходе от \mathfrak{M} к решетке K -подмодулей $\mathfrak{M}_k(X)$ имели бы $M_1 \sim M_2 \langle \equiv \rangle \langle FM_1 \rangle \sim \langle FM_2 \rangle$ для всех $M_1, M_2 \in \mathfrak{M}_k(X)$, где F — поле частных K . Аксиомы a_2, a_3, a_4 — существенное ослабление того, что точками в проективной геометрии должны быть атомы и только они. Аксиома a_7 соответствует тому требованию из проективной геометрии, что на двух точках проективного пространства можно провести прямую, содержащую третью точку проективного пространства.

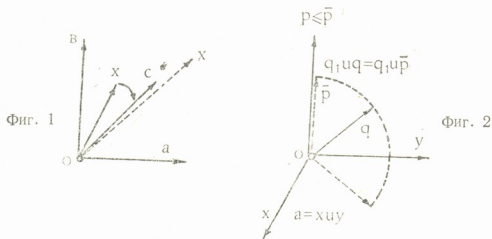
Аксиома a_8 точно соответствует постулату Паппа из проективной геометрии и гарантирует коммутативность основного кольца.

Из аксиом a_4 и a_6 следует следующий факт: если

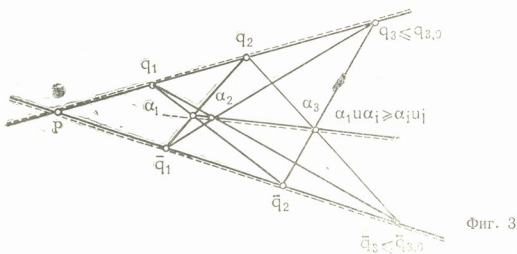
$$a, b, c \in \mathfrak{M}, \quad a \cap b = 0, \quad a \cap (b \cup c) \neq 0,$$

то существует такой $x \in \mathfrak{M}$, что $x \cap b = 0$, $x \cap c \neq 0$, что геометрически можно интерпретировать так: точка x «стягивается» к точке c , однако с

точкой c может и не совпадать (фиг. 1). На фиг. 1 и 2 точки проективного пространства изображены в виде прямых, проходящих через начало координат. Пунктиром на фиг. 1 обозначается точка проективного пространства, имеющая нетривиальное пересечение с точкой c ; в



классическом случае $x \equiv c$. Фиг. 2 изображает содержание следующего факта: если точки p, q ($p \cap q = 0$) лежат в n -мерной плоскости ($n \geq 2$) A , то всегда можно найти такую точку $q_1 \in A$, что $p \in q_1 \cup q$.



На фиг. 3 изображено содержание аксиомы Паппа (a_9). Пунктирами обозначаются прямые, содержащиеся в прямых без пунктиров. Ясно, что

$$[p, q_1, q_2, q_{3,0}], [p, \bar{q}_1, \bar{q}_2, \bar{q}_{3,0}]$$

$$\alpha_1 = (q_1 \cup \bar{q}_1) \cap (\bar{q}_1 \cup q_2), \alpha_2 = (q_2 \cup \bar{q}_2) \cap (\bar{q}_2 \cup q_3), \alpha_3 = (q_3 \cup \bar{q}_3) \cap (\bar{q}_3 \cup q_{3,0}),$$

$$\alpha_1 \cup \alpha_i \geq \alpha_i \cup \alpha_j \quad (i = 2, 3, j = 2, 3).$$

В заключение отметим, что система аксиом $a_1 - a_9$ независима и что в P1-геометрической решетке выполняется дезаргово тождество (опр. см в [11]).

ა. ლაშხი

PI-პროექციული გეომეტრიის აქსიომატიკა

რეზიუმე

მოცემულია აქსიომატური დახასიათება იმ მესერებისა, რომლებიც იზომორფული არიან მთავარ იდეალთა რგოლზე განსაზღვრული ორზე მეტი განზომილებიანი მოდულის ქვემოდულთა მესერისა. აქსიომები არიან დამოუკიდებელნი და აქვთ გეომეტრიული შინაარსი.

MATHEMATICS

A. A. LASHKHI

AXIOMATICS OF *PI*-PROJECTIVE GEOMETRY

Summary

The paper characterizes the lattices which are isomorphic to submodule lattices of proper modules of rank ≥ 3 over principal ideal domains. The axioms (lattice--theoretic properties) are natural, independent and have geometric flavour.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. J. von Neumann. Proc. Nat. Ac. Sci. USA, 23 1937, 16—22.
2. J. von Neumann. Continuous geometry. New York, 1060.
3. R. Baer. Trans. Amer. Math. Soc., 52, 1942, 283—343.
4. O. Frink. Trans. Amer. Math. Soc., 60, 1946, 452—467.
5. E. Inaba. J. Fac. Sci. Hokaido Univ., 11, 1948, 39—107.
6. R. Freese. Trans. Amer. Math. Soc., 251, 1979, 329—342.
7. Л. А. Скорняков. Дедекиндовы структуры с дополнениями и регулярные кольца. М., 1960.
8. A. Day. Lecture notes in Math., v. 1004. 1983. 111—141.
9. U. Brehm. Untermodulverbände Torsionsfreier moduln. Freiburg im Breisgau, 1983.
10. А. А. Ла́шхи. Труды Тбилисского мат. ин-та АН ГССР, 46, 1975, 5—21.
11. Г. Гретцер. Общая теория решеток. М., 1982.

И. А. ЗОНЕНАШВИЛИ

ОБРАТНАЯ ЗАДАЧА ОБ ИЗГИБЕ ПОЛОСЫ (БАЛКИ)
С КРУГОВЫМ ОТВЕРСТИЕМ, ПОДКРЕПЛЕННЫМ
ПРЕДВАРИТЕЛЬНО НАПРЯЖЕННЫМ РЕБРОМ ЖЕСТКОСТИ

(Представлено академиком Н. П. Векуа 1.2.1987)

Рассматривается полоса (балка), ограниченная прямыми $y = \pm a$ с круговым отверстием. Балка испытывает чистый изгиб парой сил, момент которой $M = \frac{2}{3} Aa^3$.

Комплексные потенциалы Колосова—Мухелишвили, соответствующие задаче об изгибе сплошной полосы (балки) парами сил, приложенных на концах, имеют вид [1, § 82a]

$$\varphi_0(z) = \frac{Aiz^2}{8}, \quad \psi_0(z) = -\frac{Aiz^2}{8}. \quad (1)$$

Предположим, что в полосе вырезано круглое отверстие с центром в начале координат. Следуя Н. И. Мухелишвили [1], решенные задачи в этом случае можно представить в виде

$$\begin{aligned} \varphi(z) &= \varphi_0(z) + \varphi_1(z), \\ \psi(z) &= \psi_0(z) + \psi_1(z), \end{aligned} \quad (2)$$

где

$$\varphi_1(z) = -\frac{AiR^2}{8z^2} \quad \text{и} \quad \psi_1(z) = \frac{AiR^2}{8z^2} - \frac{AiR^2}{4z^4} \quad (3)$$

— функции, голоморфные вне круга, включая бесконечно удаленную точку.

С целью оптимального проектирования конструкции контур отверстия подкрепляем предварительно продеформированным ребром жесткости и ставим следующую обратную задачу [2]:

Для тонкого ребра, подкрепляющего край отверстия, требуется определить начальные (порядка упругих перемещений) нормальные смещения v_n , точек его оси и приведенную жесткость на растяжение δ_1 , которые при заданной нагрузке обеспечивают в пластинке заданное поле напряжений.

Величина v_n определяет отклонение начальной формы оси ребра от формы подкрепляемого им края отверстия. Назовем эквивалентным такое подкрепление пластинки с отверстием, при котором напряженно-деформированное состояние подкрепленной конструкции и такой же пластинки без отверстия совпадают. В случае, когда при данной нагрузке невозможно осуществить эквивалентное подкрепление, ищем подкрепление, максимально близкое к эквивалентному.



С этой целью функции $\varphi(z)$ и $\psi(z)$ представим следующим образом:

$$\varphi(z) = \varphi_0(z) + k\varphi_1(z), \quad \psi(z) = \psi_0(z) + k\psi_1(z), \quad (4)$$

где $|k| \leq 1$ — постоянная, подлежащая определению. (Очевидно, что при $k=0$ или $k=1$ соответственно имеем задачи для сплошной полосы или полосы с неподкрепленным отверстием. Все остальные значения k соответствуют задаче с подкрепленным отверстием.) Значение k определяется из следующих условий: 1) $\delta_1(\theta) \geq 0$ ($0 \leq \theta \leq 2\pi$) и 2) наибольшие напряжения в полосе должны быть минимальными.

Функции U, V, F_1, F_2, Φ , соответствующие выражениям (3), (4) имеют вид [2]

$$U(\theta) = \frac{AR^2}{4} [(zk+1) \sin 3\theta - (z+k) \sin \theta], \quad (5)$$

$$V(\theta) = \frac{AR^2}{4} [(zk+1) \cos 3\theta + (z+k) \cos \theta], \quad (6)$$

$$F_1(\theta) = \frac{AR^2}{8} [(k+1) \cos \theta + (k-1) \cos 3\theta], \quad (7)$$

$$F_2(\theta) = \frac{AR^2}{8} [(k-3) \sin \theta - (k-1) \sin 3\theta], \quad (8)$$

$$\Phi(\theta) = \frac{AR^2(k-1)}{4} \left[\sin \theta - \frac{1}{3} \sin 3\theta \right]. \quad (9)$$

Здесь κ — постоянная Мусхелишвили.

Учитывая, что $\Phi(0) = U(0) = 0$, известным образом [2] находим искомую жесткость на растяжение $\delta_1(\theta)$:

$$\delta_1(\theta) = \frac{4(1-k)}{3} \cdot \frac{\sin^2 \theta}{4(2k+1) \sin^2 \theta - (5k+1)}. \quad (10)$$

Легко проверить, что при $k = -\frac{1}{5}$ из (10) получаем $\delta_1(\theta) = \frac{2}{3}$. Кроме того, наибольшие напряжения в полосе принимают минимальные значения.

Для определения функции v_n служит дифференциальное уравнение [2]

$$2\mu \left(\frac{d^2 v_n}{d\theta^2} + v_n \right) = a \sin \theta + b \sin 3\theta - \frac{c_3}{\delta_2}, \quad (11)$$

где

$$a = -\frac{AR^2}{4} \left[2(z+k) + \frac{k+1}{2\delta_2} \right], \quad (12)$$

$$b = \frac{AR^2}{4} \left[\frac{1-k}{6\delta_2} - 2(zk+1) \right].$$

Решая уравнение (11), с учетом симметрии задачи относительно оси oy и периодичности функции v_n и ее производной, а также легко доказываемого равенства $C_3 = 0$, получаем

$$2\mu v_n = -\frac{a}{2} \theta \cos \theta - \frac{b}{8} \sin 3\theta. \quad (13)$$

Напряжения на контуре отверстия вычисляются по известным формулам [3]:

$$\begin{aligned}\sigma_{\theta} &= \frac{AR^2}{4} [(3k+1) \sin 3\theta - (3+k) \sin \theta], \\ \sigma_r &= \frac{AR^2(k-1)}{4} [\sin 3\theta + \sin \theta], \\ \sigma_{r\theta} &= \frac{AR^2(k-1)}{4} [\cos \theta - \cos 3\theta].\end{aligned}\quad (14)$$

Легко проверить, что максимальные значения $|\sigma_{\theta}|$ при $k=0; 1; -\frac{1}{5}$ соответственно равны $AR^2, 2AR^2$ и $4/5AR^2$ (при $\theta = \pm \pi/2$). Таким образом получается, что $|\sigma_{\theta}|_{\max}$ в полосе с подкрепленным отверстием меньше, чем в сплошной полосе на 20 %. Аналогично получается, что $|\sigma_r|_{\max}$ и $|\sigma_{r\theta}|_{\max}$ в полосе с подкрепленным отверстием всего на 20 % превышают соответствующих напряжений в сплошной полосе.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 13.2.1987)

დრეკადობის თეორია

ი. ზონენაშვილი

წინასწარ დაძაბული სიხისტის წიგოთი გამაგრებული წრიული ხვრელის მქონე ზოლის (ძელის) ღუნვის უმჯობესებული ამოცანა

რეზიუმე

წრიული ხვრელის მქონე ზოლის სუფთა ღუნვის უმჯობესებაში დაძაბულობის ველის ოპტიმიზაციის მიზნით შევისწავლეთ უმჯობესებული ამოცანა, როცა ხვრელის საზღვარი გამაგრებულია წინასწარ დაძაბული სიხისტის წიბოთი.

THEORY OF ELASTICITY

I. A. ZONENASHVILI

AN INVERSE PROBLEM OF THE BENDING OF A BAR (BEAM)
 WITH A CIRCULAR HOLE STRENGTHENED WITH A
 PRESTRESSED STIFFENING RIB

Summary

With a view to optimal designing of thin-walled constructions, an inverse problem is considered for a bar (beam) with a circular hole at pure bending, the contour of the hole being strengthened with a prestressed stiffening rib.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. И. Muskhelishvili. Некоторые основные задачи математической теории упругости. М., 1966.
2. Н. П. Флейшман, И. А. Зоненшвили, А. Г. Зиневич. Сообщения АН ГССР, 113, № 2, 1984.
3. И. А. Зоненшвили. Труды Тбил. гос. ун-та, Математика, механика, астрономия, т. 218, № 11, 1981.



Н. П. БУЛИЯ

ОБ ОДНОЙ ЗАДАЧЕ ИЗГИБА ПОЛОГИХ СФЕРИЧЕСКИХ
 ОБОЛОЧЕК С ОТВЕРСТИЯМИ БЕЗ НАЛИЧИЯ ГИПОТЕЗЫ
 КИРХГОФА—ЛЯВА

(Представлено членом-корреспондентом Академии Ш. Г. Напетваридзе 20.5.1987)

Рассматривается трехсвязная область D срединной поверхности оболочки, ограниченная наружным контуром Γ и контурами с круговыми и эллиптическими отверстиями L_1 и L_2 . Пусть срединная поверхность оболочки представляет собой сферический сегмент $0 \leq \theta \leq \theta_0$, где $\theta_0 < \pi$; θ — географический координат точки. К оболочке приложена (кроме контуров L_1 и L_2) внешняя нагрузка P . Отверстия заполняются пространственными оболочечными элементами. Такая система названа «фиктивной» оболочкой [1, 2, 3].

Задача. Найти деформированное состояние оболочки с отверстиями с закрепленным краем, срединная поверхность которой совпадает со сферическим сегментом $0 \leq \theta \leq \theta_0$, $\theta_0 < \pi$.

Эта задача сводится к граничной задаче: требуется определить компоненты вектора смещения точек оболочки при соблюдении условий

$$U=V=W=\frac{dW}{d\theta}=0, \text{ когда } \theta=\theta_0. \quad (1)$$

Граничные условия отверстия имеют вид [1, 3]

$$Q_r + \frac{1}{B} \frac{\partial H_{r\theta}}{\partial \theta} = 0; \quad M_r = 0; \quad S_r + \frac{H_{r\theta}}{R_1} = 0; \quad N_r = 0. \quad (2)$$

где Q_r — поперечная сила; $H_{r\theta}$ — крутящий момент; M_r — изгибающий момент; N_r — нормальная сила; S_r — сдвигающая сила; R_1 — радиус кривизны; B — коэффициент первой квадратичной формы.

Коэффициент B для кругового отверстия будет иметь вид

$$B^{кр.} = \sqrt{(r \sin \theta)^2 + (r \cos \theta)^2} = \sqrt{r^2 (\sin^2 \theta + \cos^2 \theta)} = r;$$

для эллиптического отверстия

$$B^{эл.} = \sqrt{(b \sin \theta)^2 + (a \cos \theta)^2} = \sqrt{b^2 \sin^2 \theta + a^2 \cos^2 \theta}.$$

Граничные условия (2) для кругового отверстия в развернутом виде имеют вид [1—3]

$$\begin{aligned} \frac{\partial^3 W}{\partial r^3} + \frac{2-\nu}{r^2} \frac{\partial^3 W}{\partial r \partial \theta^2} + \frac{1}{r} \left[\frac{\partial^2 W}{\partial r^2} - \frac{3-\nu}{r^2} \frac{\partial^2 W}{\partial \theta^2} - \frac{1}{r} \frac{\partial W}{\partial r} \right] &= 0; \\ \frac{\partial^2 W}{\partial r^2} + \frac{\nu}{r} \left[\frac{\partial W}{\partial r} + \frac{1}{r} \frac{\partial^2 W}{\partial \theta^2} \right] &= 0; \quad \frac{\partial \varphi}{\partial r} + \frac{1}{r} \frac{\partial^2 \varphi}{\partial \theta^2} = 0; \\ \frac{\partial^2 \varphi}{\partial r \partial \theta} - \frac{D(1-\nu)}{R} \left[\frac{\partial^2 W}{\partial r \partial \theta} - \frac{\partial W}{\partial \theta} \right] &= 0. \end{aligned} \quad (3)$$

где φ — функция напряжения; r, θ — полярные координаты.



Граничные условия для эллиптического отверстия записываются аналогично формулам (3).

К контурам отверстий L_1 и L_2 приложим компенсирующие нагрузки [1—4].

$$\begin{aligned}
 Q_k^{\text{кр.}} &= \sum_{k=1}^{\infty} Q_k^{(1,1)} \sin \left(k \operatorname{arctg} \frac{y}{x} \right) + \sum_{k=0}^{\infty} Q_k^{(1,2)} \cos \left(k \operatorname{arctg} \frac{y}{x} \right); \\
 M_k^{\text{кр.}} &= \sum_{k=1}^{\infty} M_k^{(1,1)} \sin \left(k \operatorname{arctg} \frac{y}{x} \right) + \sum_{k=0}^{\infty} M_k^{(1,2)} \cos \left(k \operatorname{arctg} \frac{y}{x} \right); \\
 N_k^{\text{кр.}} &= \sum_{k=1}^{\infty} N_k^{(1,1)} \sin \left(k \operatorname{arctg} \frac{y}{x} \right) + \sum_{k=0}^{\infty} N_k^{(1,2)} \cos \left(k \operatorname{arctg} \frac{y}{x} \right); \\
 S_k^{\text{кр.}} &= \sum_{k=1}^{\infty} S_k^{(1,1)} \sin \left(k \operatorname{arctg} \frac{y}{x} \right) + \sum_{k=0}^{\infty} S_k^{(1,2)} \cos \left(k \operatorname{arctg} \frac{y}{x} \right); \quad (4) \\
 Q_k^{\text{эл.}} &= \sum_{k=1}^{\infty} Q_k^{(2,1)} \sin \left(k \operatorname{arctg} \frac{ly}{x} \right) + \sum_{k=0}^{\infty} Q_k^{(2,2)} \cos \left(k \operatorname{arctg} \frac{ly}{x} \right); \\
 M_k^{\text{эл.}} &= \sum_{k=1}^{\infty} M_k^{(2,1)} \sin \left(k \operatorname{arctg} \frac{ly}{x} \right) + \sum_{k=0}^{\infty} M_k^{(2,2)} \cos \left(k \operatorname{arctg} \frac{ly}{x} \right); \\
 N_k^{\text{эл.}} &= \sum_{k=1}^{\infty} N_k^{(2,1)} \sin \left(k \operatorname{arctg} \frac{ly}{x} \right) + \sum_{k=0}^{\infty} N_k^{(2,2)} \cos \left(k \operatorname{arctg} \frac{ly}{x} \right); \\
 S_k^{\text{эл.}} &= \sum_{k=1}^{\infty} S_k^{(2,1)} \sin \left(k \operatorname{arctg} \frac{ly}{x} \right) + \sum_{k=0}^{\infty} S_k^{(2,2)} \cos \left(k \operatorname{arctg} \frac{ly}{x} \right).
 \end{aligned}$$

Для полой сферической оболочки уравнения равновесия имеют следующий вид [5, 6].

$$\begin{aligned}
 \mu \left(\frac{\partial^2 U_1}{\partial \alpha^2} + \frac{\partial^2 U_1}{\partial \beta^2} \right) + (\lambda' + \mu) \left(\frac{\partial^2 U_1}{\partial \alpha^2} + \frac{\partial^2 U_1}{\partial \alpha \partial \beta} \right) - (2\lambda' H + 3\mu k) \frac{\partial U_3}{\partial \beta} - \mu k V_1 &= 0; \\
 \mu \left(\frac{\partial^2 U_2}{\partial \alpha^2} + \frac{\partial^2 U_2}{\partial \beta^2} \right) + (\lambda' + \mu) \left(\frac{\partial^2 U_2}{\partial \alpha \partial \beta} + \frac{\partial^2 U_2}{\partial \beta^2} \right) - (2\lambda' H + 3\mu k) \frac{\partial U_3}{\partial \beta} - \mu k V_2 &= 0; \\
 \mu \left(\frac{\partial^2 U_3}{\partial \alpha^2} + \frac{\partial^2 U_3}{\partial \beta^2} \right) + \mu \left(\frac{\partial V_1}{\partial \alpha} + \frac{\partial V_2}{\partial \beta} \right) + 2\lambda' H \left(\frac{\partial U_1}{\partial \alpha} + \frac{\partial U_2}{\partial \beta} \right) + \\
 + 3\mu k \left(\frac{\partial U_1}{\partial \alpha} + \frac{\partial U_2}{\partial \beta} \right) + q &= 0; \quad (5) \\
 \mu \left(\frac{\partial^2 V_1}{\partial \alpha^2} + \frac{\partial^2 V_2}{\partial \beta^2} \right) + (\lambda' + \mu) \left(\frac{\partial^2 V_1}{\partial \alpha^2} + \frac{\partial^2 V_2}{\partial \alpha \partial \beta} \right) - \frac{3\mu}{h^2} \left(\frac{\partial U_3}{\partial \alpha} + kU_1 + V_1 \right) &= 0; \\
 \mu \left(\frac{\partial^2 V_1}{\partial \alpha^2} + \frac{\partial^2 V_2}{\partial \beta^2} \right) + (\lambda' + \mu) \left(\frac{\partial^2 V_1}{\partial \alpha \partial \beta} + \frac{\partial^2 V_2}{\partial \beta^2} \right) - \frac{3\mu}{h^2} \left(\frac{\partial U_3}{\partial \beta} + kU_2 + V_2 \right) &= 0,
 \end{aligned}$$

где U_1, U_2, U_3 — перемещения в направлениях координатных линий α и β нормально к срединной поверхности соответственно точки срединной



поверхности; V_1, V_2 — относительные перемещения t ($-h \leq t \leq h$) от срединной, соответственно вдоль координатных линий и нормали к срединной поверхности, λ' и μ — коэффициенты Ляме.

Рассчитаем оболочку с отверстиями путем наложения прогибов, обозначим прогиб через W_p , вызванный нагрузкой P ; прогибы, вызванные силами $Q_k^{кр.}, Q_k^{эл.}, N_k^{кр.}, N_k^{эл.}, S_k^{кр.}, S_k^{эл.}$ и моментами $M_k^{кр.}, M_k^{эл.}$, обозначим соответственно $W_{Q_k^{кр.}}, W_{Q_k^{эл.}}, W_{N_k^{кр.}}, W_{N_k^{эл.}}, W_{S_k^{кр.}}, W_{S_k^{эл.}}, W_{M_k^{кр.}}, W_{M_k^{эл.}}$. Общее решение дифференциальных уравнений (5) обозначим через W_0 . Прогиб оболочки (для рассмотренной трехсвязной области) будет иметь вид

$$W = W_0 + W_p + W_{Q_k^{кр.}} + W_{Q_k^{эл.}} + W_{M_k^{кр.}} + W_{M_k^{эл.}} + W_{N_k^{кр.}} + W_{N_k^{эл.}} + W_{S_k^{кр.}} + W_{S_k^{эл.}} \quad (6)$$

Общий интеграл основной системы уравнений равновесия сферической оболочки постоянной толщины в случае приближения $N=1$ выражается по формулам [5, 6]

$$(W_0)_j = \alpha_j P_{n_j}(\cos \theta) + \int_0^1 [z \Phi_j(zt) + \bar{z} \overline{\Phi_j^*(zt)}] P_{n_j}[\cos \theta + (1 - \cos \theta)t] dt, \quad (7)$$

где α_j — произвольные постоянные; Φ_j и Φ_j^* — произвольные аналитические функции от Z , а P_{n_j} — функция Лежандра 1-го порядка.

$$P_n(x) = 1 - \frac{k^2}{1!} \frac{1-x}{2} + \sum_{n=2}^{\infty} (-1)^n \frac{k^2(k^2-1 \cdot 2) \dots (k^2-(n-1)m)}{(m!)^2} \left(\frac{1-x}{2}\right)^m. \quad (8)$$

Так как рассматривается пологая оболочка, поэтому $\delta = \frac{R}{h}$ — достаточно большая, а угол θ мало отклоняется от нуля и можем принять

$$Z = \operatorname{tg} \frac{\theta}{2} e^{i\varphi} \cong \frac{1}{2} \theta e^{i\varphi} = \xi + i\eta; \quad \xi = \frac{1}{2} \theta \cos \varphi; \quad \eta = \frac{1}{2} \theta \sin \varphi. \quad (9)$$

Учитывая (9), формула (7) принимает вид

$$(W_0)_j = \alpha_j J_0(k_j |\zeta|) + \int_0^1 [\zeta \Phi_j(\zeta t) + \bar{\zeta} \overline{\Phi_j^*(\zeta t)}] J_0(k_j |\zeta| \sqrt{1-t}) dt, \quad (10)$$

где α_j — постоянные; Φ_j и Φ_j^* — произвольные аналитические функции от $\zeta = \xi + i\eta = \frac{1}{2} \theta e^{i\varphi}$, а J_0 — функция Бесселя первого рода нулевого порядка.

Для вычисления частных интегралов применим метод Бубнова—Галлеркина. В этом случае аппроксимируют U_1, U_2, U_3, V_1 и V_2 :

$$\begin{aligned} U_1 &= \sum_{m=1}^{\infty} \sum_{n=1}^{\infty} A_{mn}^{(j)} U_{mn}(r, \theta); & U_2 &= \sum_{m=1}^{\infty} \sum_{n=1}^{\infty} B_{mn}^{(j)} V_{mn}(r, \theta); \\ U_3 &= \sum_{m=1}^{\infty} \sum_{n=1}^{\infty} C_{mn}^{(j)} W_{mn}(r, \theta); & V_1 &= \sum_{m=1}^{\infty} \sum_{n=1}^{\infty} D_{mn}^{(j)} \varphi_{mn}(r, \theta); \\ V_2 &= \sum_{m=1}^{\infty} \sum_{n=1}^{\infty} E_{mn}^{(j)} \Psi_{mn}(r, \theta); & & (j = P^*, Q_k^*, M_k^*, N_k^*, S_k^*). \end{aligned} \quad (11)$$



Функции $U_{mn}(r, \theta)$, $V_{mn}(r, \theta)$, $W_{mn}(r, \theta)$, $\Phi_{mn}(r, \theta)$ и $\Psi_{mn}(r, \theta)$ выбираются так, чтобы каждая из них удовлетворяла всем граничным условиям [5, 6].

Постоянные $A_{mn}^{(j)}$, $B_{mn}^{(j)}$, $C_{mn}^{(j)}$, $D_{mn}^{(j)}$ и $E_{mn}^{(j)}$, где $j=P^*$, Q_k^* , M_k^* , N_k^* , S_k^* , определяются из системы уравнений (5).

Здесь $j=P^*$, $q^{(P^*)} = p\delta(x-c)\delta(y-d)$;

Неизвестные коэффициенты $Q_k^{(1,1)}$, $Q_k^{(1,2)}$, $M_k^{(1,1)}$, $M_k^{(1,2)}$, $N_k^{(1,1)}$, $N_k^{(1,2)}$, $S_k^{(1,1)}$, $S_k^{(1,2)}$ определяются граничными условиями оболочки (1) и граничными условиями отверстия (3).

НИПИ Трансаутоматика

(Поступило 3.9.1987)

დრეკადობის თეორია

ბ. ბულია

სფერებზე განთავსებული ღრმის სფერული გარსის ღუნვის ერთი ამოცანის შესახებ ძირისებრი — ლინარის ჰიპოთეზის გამოყენების გარეშე

რეზიუმე

განხილულია სფერებზე განთავსებული ღრმის სფერული გარსის ღუნვის ერთი ამოცანა. გამოყენებულია ი. ვეკუას მეთოდი.

THEORY OF ELASTICITY

N. P. BULIA

ON ONE PROBLEM OF THE CURVATURE OF AN INCLINED SPHERICAL SHELL WITH A HOLE, DISREGARDING THE KIRCHHOFF-LOVE HYPOTHESIS

Summary

The paper presents one problem of the curvature of inclined spherical shells, with the method of I. N. Vekua used in calculations.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. П. Булия. ДАН СССР, 239, № 3, 1978.
2. Н. П. Булия. ДАН СССР, 242, № 4, 1978.
3. Н. П. Булия. Сообщения АН ГССР, 123, № 1, 1986.
4. Н. П. Булия, Т. С. Хутидзе. Сообщения АН ГССР, 112, № 3, 1983.
5. И. Н. Векуа. Некоторые общие методы построения различных вариантов теории оболочек. М., 1982.
6. И. Н. Векуа. Теория тонких пологих оболочек переменной толщины. Тбилиси, 1965.



Н. В. БОКУЧАВА, Г. В. МАМАСАХЛИСОВ

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ
 ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ

(Представлено академиком В. К. Чичинадзе 20.2.1987)

Пусть $x(t)$ — n -мерный вектор пространства X динамической системы (объекта); $u(t)$ — r -мерный вектор управления множества возможных управлений U ; $f(x, u, t)$ —вектор-функция этих переменных с координатами $\langle f_1, f_2, \dots, f_n \rangle$, которые связаны между собой соотношением

$$\frac{dx(t)}{dt} = f(x, u, t). \quad (1)$$

Управление в (1) выбирается из условия достижения некоторой цели выбором критерия «качества» $J = \varphi(u)$, именуемое в теории оптимального управления целевой функцией.

Поскольку решение уравнения (1) $x(t)$ определяется через обобщенные координаты состояния $\langle x_1, \dots, x_n \rangle$ в пространстве состояний X , а функционал J должен зависеть от решения $x(t)$ и управления $u(t)$, то $J = J(x, u, t)$.

В теории оптимального управления лучшим решением (1) считается решение, для которого функционал J принимает минимальное значение при переходе системы из состояния $x(t_0) = x_0$ в состояние $x(t_1) = x_1$; иначе говоря, оптимальная модель управления динамических систем такова:

$$\left. \begin{aligned} \frac{dx(t)}{dt} &= f(x, u, t) \\ J(x, u, t) &\rightarrow \min \\ x(t_0) &= x_0, \quad x(t_1) = x_1, \quad (t_0 \leq t \leq t_1) \end{aligned} \right\} \quad (\text{МУ } 1)$$

Если в модели (МУ 1) мы в качестве функционала, $J(x, u, t)$ возьмем кульбаковский функционал различающей информации или меру информационного расхождения [1], то представится возможность связать модели оптимальных динамических систем с оптимальными информационными моделями [2], т. е. связать траектории управления динамических систем с вероятностями состояния этих систем в фазовом пространстве.

Предположим теперь, что задана еще одна функция $f_0(x, u, t)$, определенная и непрерывная вместе с частными производными $\frac{\partial f_0}{\partial x_i}$, $i = \overline{1, n}$ на всем пространстве $X \times U$, для которой справедливы соотношения

$$J(x, u, t) = \int_{t_0}^{t_1} f_0(x, u, t) dt, \quad (2)$$

$$x_0(t) = \int_{t_0}^t f_0(x, u, t) dt, \quad (t_0 \leq t \leq t_1). \quad (3)$$

Тогда, для $(n+1)$ -мерного фазового пространства X с координатами $x(t) = \langle x_0(t), x_1(t), \dots, x_n(t) \rangle$ модель (МУ 1) перейдет в модель (МУ 2):

$$\left. \begin{aligned} \frac{dx(t)}{dt} &= f(x, u, t) \\ x_0(t) &= \int_{t_0}^t f_0(x, u, t) dt \rightarrow \min \\ x(t_0) &= x_0, \quad x(t_0) = x_0 \quad (t_0 \leq t \leq t_1) \end{aligned} \right\} \quad (\text{МУ } 2)$$

где

$$\begin{aligned} x_0 &= x(t_0) = \langle 0, x_1(t_0), \dots, x_n(t_0) \rangle, \\ f &= \langle f_0, f_1, \dots, f_n \rangle. \end{aligned}$$

Покажем теперь, каким образом модель (МУ 2) переходит в Понтрягинскую оптимальную модель.

Для этого, кроме основной системы дифференциального уравнения модели (МУ 2)

$$\frac{dx(t)}{dt} = f(x, u, t) \quad (4)$$

с начальными условиями $x_0(t_0) = 0$ и $x(t_0) = x_0$, рассмотрим еще одну систему дифференциальных уравнений относительно вспомогательных переменных $\langle \Psi_0, \Psi_1, \dots, \Psi_n \rangle$:

$$\frac{d\Psi_i(t)}{dt} = - \sum_{j=0}^n \frac{\partial f_j(x, u, t)}{\partial x_i} \Psi_j(t), \quad (i = \overline{0, n}), \quad (5)$$

при условии $\Psi_0(t) = \text{const} \leq 0, \quad (t_0 \leq t \leq t_1)$.

Тогда, вводя функцию H переменных $\langle x_0, \dots, x_n, \Psi_0, \dots, \Psi_n, U_1, \dots, U_r \rangle$

$$H(\Psi, x, u, t) = \langle \Psi, f(x, u, t) \rangle = \sum_{j=0}^n \Psi_j f_j(x, u, t), \quad (6)$$

непосредственной проверкой легко показать, что (4) и (5) могут быть с помощью этой функции H записаны в виде следующей гамильтоновской системы:

$$\left. \begin{aligned} \frac{dx_i(t)}{dt} &= \frac{\partial H}{\partial \Psi_i} \\ \frac{d\Psi_i(t)}{dt} &= - \frac{\partial H}{\partial x_i} \end{aligned} \right\} \quad (i = \overline{0, n}). \quad (7)$$

Для того чтобы найденная из (7) фазовая траектория $x(t) = \langle x_0(t), x_1(t), \dots, x_n(t) \rangle$ соответствовала оптимальной модели Понтрягина [3], необходимо модель (МУ 2) заменить моделью (МУ 3):

$$\left. \begin{aligned}
 \frac{dx(t)}{dt} &= f(x, u, t) \\
 \frac{d\Psi_i(t)}{dt} &= - \sum_{j=0}^n \frac{\partial f_j(x, u, t)}{\partial x_i} \Psi_j(t) \\
 \Psi_0(t) &= \text{const} \leq 0, \quad (t_0 \leq t \leq t_1) \\
 x_0(t) &= \int_{t_0}^t f_0(x, u, t) dt \rightarrow \min \\
 x_0(t_0) &= 0, \quad x(t_0) = x_0 \\
 H(\Psi, x, u, t) &= \sum_{j=0}^n \Psi_j f_j(x, u, t) \rightarrow \max \\
 \sup_{u \in U} H(\Psi(t_1), x(t_1), u(t_1)) &= 0.
 \end{aligned} \right\} \text{ (МУ 3)}$$

Теперь покажем, что обобщенная модель (МУ 3) для динамических систем в фазовом пространстве обобщенных координат и импульсов (скоростей) переходит в модель Гамильтона.

Для этого перепишем гамильтониан (6) в следующей форме:

$$H(\Psi, x, u, t) = \sum_{j=1}^n \Psi_j f_j(x, u, t) + \Psi_0 f_0(x, u, t) \quad (8)$$

и положим, что $\Psi_j \equiv p_j$, ($j = \overline{1, n}$), $-\Psi_0 f_0(x, u, t) \equiv L(x, p, u, t)$. Тогда с учетом (4) для (5) и (6) соответственно получим

$$\frac{dp_i(t)}{dt} = - \sum_{j=1}^n \frac{\partial f_j(x, u, t)}{\partial x_i} p_j(t), \quad (9)$$

$$H(x, p, u, t) = \sum_{j=1}^n p_j \dot{x}_j - L(x, p, u, t). \quad (10)$$

Далее рассмотрим интеграл

$$S = \int_{t_0}^{t_1} L(x, p, u, t) dt$$

и по аналогии [4] предположим, что наша система движется в фазовом пространстве таким образом, что $S \rightarrow \min$, т. е.

$$\delta S = \delta \int_{t_0}^{t_1} L(x, p, u, t) dt = 0. \quad (11)$$

Тогда согласно [4] из (11) для уравнений движения системы получим:

$$\frac{d}{dt} \frac{\partial L}{\partial \dot{x}_j} - \frac{\partial L}{\partial x_j} = 0, \quad (12)$$



из которой, при допущении $\frac{dL}{dx_j} \equiv p_j$, с учетом (10) следует, что

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial H}{\partial p_j} &= \dot{x}_j \\ -\frac{\partial H}{\partial x_j} &= \dot{p}_j \end{aligned} \right\} (j = \overline{1, n}) \quad (13)$$

Из аналогий (7) и (13) следует, что в фазовом пространстве обобщенных координат и импульсов модель (МУ 3) переходит в модель (МУ 4):

$$\left. \begin{aligned} \frac{dx(t)}{dt} &= f(x, u, t) \\ \frac{dp_i(t)}{dt} &= -\sum_{j=1}^n \frac{\partial f_j(x, u, t)}{\partial x_i} p_j(t), \quad (j = \overline{1, n}) \\ S(t) &= \int_{t_0}^{t_1} L(x, p, u, t) dt \rightarrow \min, \quad (t_0 \leq t \leq t_1) \\ \delta x(t_0) &= \delta x(t_1) = 0, \quad L(x, p, u, t) \geq 0 \\ H(x, p, u, t) &= \left(\sum_{j=1}^n p_j \dot{x}_j - L(x, p, u, t) \right) \rightarrow \max \\ &\sup_{u \in U} (x(t_1), p(t_1), u(t_1), t_1) = 0 \end{aligned} \right\} \quad (\text{МУ } 4)$$

т. е. принцип максимума Понтрягина переходит в принцип наименьшего действия Гамильтона.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 26.2.1987)

კიბერნეტიკა

ბ. ბოკუჩავა, გ. მამასახლისოვი

დინამიკური სისტემების ოპტიმალური მართვის მათემატიკური მოდელები

რეზიუმე

დადგენილია კავშირი პონტრიაგინის ოპტიმალური მართვის მაქსიმუმისა და ჰამილტონის უმცირესი ქმედების პრინციპებს შორის.

CYBERNETICS

N. V. BOKUCHAVA, G. V. MAMASAKHLISOV

MATHEMATICAL MODELS OF OPTIMAL CONTROL FOR DYNAMIC SYSTEMS

Summary

Relationship between the maximum of Pontryagin's optimal control and Hamilton's principle of the least effort is established.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. С. Кульбак. Теория информации и статистика. М., 1967.
2. Н. Бокучава. Труды ТГУ, серия киберн. прикл. матем., 258, 1985.
3. А. Ландау, Е. Лифшиц. Механика. М., 1965.
4. Л. Понтрягин, В. Болтянский, Р. Гамкрелидзе, Б. Мищенко. Математическая теория оптимальных процессов. М., 1983.

О. О. ГАЧЧИЛАДЗЕ, В. Б. ОСВЕНСКИЙ, А. А. МИРЦХУЛАВА,
М. С. КВЕРНАДЗЕ, Н. И. МИРЦХУЛАВА

ВЛИЯНИЕ ДИСЛОКАЦИОННОЙ СТРУКТУРЫ НА ПРОФИЛИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ДОНОРОВ В n -КАНАЛЕ ПОЛУИЗОЛИРУЮЩЕГО АРСЕНИДА ГАЛЛИЯ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. И. Санадзе 10.3.1986)

С точки зрения применения полуизолирующего (ПИ) арсенида галлия ($GaAs$) как подложечного материала для интегральных схем одним из основных параметров является запирающее (пороговое) напряжение (V_p) n канала как приборов FET (полевые транзисторы) класса, так и для диодов Шоттки.

Как известно,

$$V_p = \frac{q}{\epsilon} \int_0^{W_s} N_d(x) dx - V_{bi}, \quad (1)$$

где N_d — концентрация доноров и имплантированной области (n — канал); x — расстояние от поверхности; W_s — эффективная глубина профиля; V_{bi} — потенциал барьера Шоттки; q — заряд электрона; ϵ — диэлектрическая постоянная $GaAs$. Колебания V_p являются результатом изменения профиля распределения концентрации доноров $N_d(x)$ в разных участках пластинки:

$$N_d = N_{имп} - N_{SA} - N_{DA} + N_{SD}, \quad (2)$$

где $N_{имп}$ — уровень легирования, вводимый имплантированными донорами; N_{SA} , N_{DA} и N_{SD} соответствуют вкладам мелких акцепторов, глубоких акцепторов и мелких доноров в канале. Глубокие доноры N_{DD} в канале n -типа являются нейтральными [1]. ВИМС (вторичная ионная масс-спектрометрия) установлено, что в образцах нелегированного (НЛ) ПИ $GaAs$ после имплантационного отжига не наблюдаются эффекты обратной диффузии таких элементов как B , Si , Fe и Mn [2]. Поэтому основным источником колебания V_p может являться неоднородность профилей имплантации, т. е. $N_{имп}$.

В данной работе сделана попытка выяснения причин изменения профилей $N_{имп}$. Исследуемые образцы представляли собой пластины, вырезанные из кристалла ПИ НЛ $GaAs$ диаметром 60 мм, выращенного методом Чохральского с жидкостной герметизацией расплава по направлению $\langle 100 \rangle$. В пластине проводили двойную имплантацию ионов Se^+ с энергиями и дозами соответственно $E_1 = 85$ КэВ, $N_1 = 10^{13}$ см $^{-2}$ и $E_2 = 200$ КэВ, $N_2 = 1,7 \times 10^{12}$ см $^{-2}$ при комнатной температуре. После этого из трех разных областей пластин размером 0,8 мм определяли методом ВИМС определяли профили распределения Se^+ . Плазменным осаждением наносили на пластины защитные



покрытия из Si_3N_4 толщиной 900—1000 Å и, после чего, отжигали их при 860°C в течение 40 мин. Химическим травлением снимали Si_3N_4 и, нанося вакуумным распылением Al, изготавливали барьер Шоттки, после чего измеряли C—V методом профиль концентрации электронов.

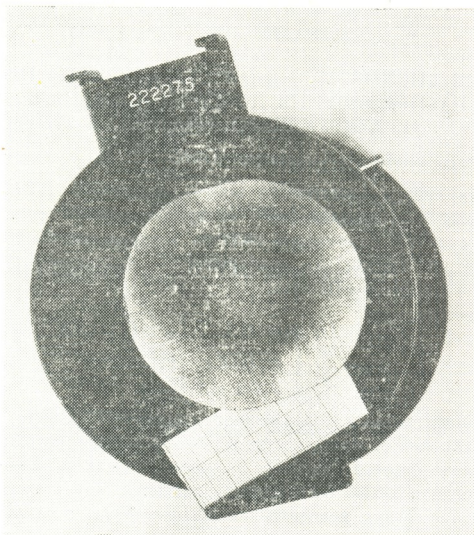


Рис. 1. Дислокационная картина после травления в KOH.

Дислокационную структуру пластин определяли с помощью травления в расплаве KOH при 300°C.

На рис. 1 показана картина поверхности пластины после травления. Как видно из рисунка, профиль макро распределения плотности дислокаций имеет W-образную форму. По величине N_D можно различить три участка пластины 1—центр с $N_D \approx 4 \times 10^4 \text{ см}^{-2}$, 2—промежуточную область с $N_D \approx 1 \times 10^4 \text{ см}^{-2}$ и 3—край с $N_D \approx 8 \times 10^5 \text{ см}^{-2}$.

На рис. 2 приведены профили распределения Se^+ в разных участках пластины, соответствующих центру, краю и промежуточной области (рис. 2,а), а также C—V характеристики этих же областей (рис. 2,б).

Как видно из рис. 2,а, имплантационные профили Se^+ для разных участков пластины различаются протяженностью так называемых глубинных «хвостов» (кривые 1, 2, 3) и все они резко отличаются от теоретического гауссового распределения ЛШШ (кривая Т). Наблюдаемые «хвосты» можно приписать каналированию ионов вглубь пластины (несмотря на малый угол падения пучка ионов к поверхности пластины). Этот эффект более выражен в области 2, где плотность дислокаций в 3—8 раза меньше, чем в области 1 и 3.

При сравнении кривых на рис. 2,а и 2,б можно обнаружить обратную корреляцию более крутыми концентрационными профилями после отжига обладает участок 2. При этом после отжига «хвосты» профилей доноров сдвинуты в сторону больших глубин, а пики в сторону меньших концентраций.

Для объяснения указанной корреляции профилей концентрации электронов с локальной плотностью дислокаций в соответствующей

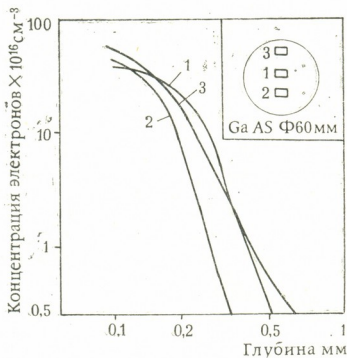


Рис. 2.а. Профили распределения Se^+ .

области пластины следует учитывать, что измеренная концентрация носителей заряда определяется разностью концентраций мелких доноров и акцепторов в кристалле. Концентрация остаточных доноров и акцепторов зависит не только от примесного состава кристалла, но и от отклонения состава от стехиометрии, т. е. концентрации электрически активных собственных точечных дефектов. Известно, что области повышенной плотности дислокации в кристалле $GaAs$ обогащены

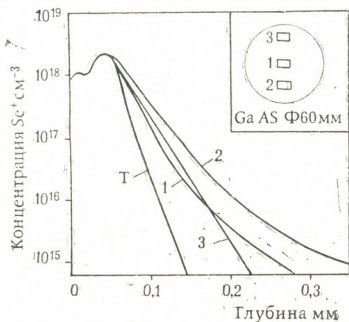


Рис. 2.б. Профили распределения Nd .

мышьяком. В то же время при изменении состава кристалла в сторону возрастания содержания мышьяка концентрация акцепторов уменьшается. Следовательно, в относительно малодислокационной области кристалла (2 на рис. 2б) условия компенсации таковы, что разност-



ная концентрация доноров и акцепторов спадает более резко, чем в областях 1 и 3. Нельзя при этом полностью исключить и возможность ускоренной диффузии ионов Se^+ при отжиге по дислокационным трубкам.

Полученные результаты позволяют сделать вывод, что вариации плотности дислокаций по площади пластины приводят к различию профилей концентрации электронов в n канале, что, в свою очередь может обуславливать разброс пороговых напряжений полевых транзисторов, на основе полуизолирующего $GaAs$.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 24.03.1987)

ფიზიკა

ო. გაჩეჩილაძე, ვ. ოსვენსკი, ა. მირცხულავა, მ. კვერნაძე,
ბ. მირცხულავა

დისლოკაციური სტრუქტურის გავლენა დონორების განაწილების პროფილზე ნახევრადიზოლირებული გალიუმის ანსენიდის n -არხში

რეზიუმე

შესწავლილია დისლოკაციური სტრუქტურის გავლენა დონორების განაწილების პროფილზე. ნაჩვენებია, რომ შეუსაბამობა იმპლანტირებული Se^+ -ის იონების განაწილებასა და N_d -ს შორის დამოკიდებულია დისლოკაციების სიმკვრივის ცვლილებაზე კრისტალის სხვადასხვა უბანში.

PHYSICS

O. O. GACHECHILADZE, V. B. OSVENSKY, A. A. MIRTSKHULAVA,
M. S. KVERNADZE, N. I. MIRTSKHULAVA

THE EFFECT OF DISLOCATION STRUCTURE ON DONOR
DISTRIBUTION PROFILES IN n -CHANNEL OF SEMI-INSULATING
 $GaAs$

Summary

The effect of dislocation structure on donor distribution profiles in n -channel has been investigated.

As is shown, the discrepancy between Se^+ and N_d implanted ions is associated with dislocation density variations in different parts of semi-insulating gallium arsenide.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. R. N. Thomas *et al.* Semiconductors and Semimetals. Ed. R. K. Willardson. A. C. Beer. New York, Acad. Press, 19, 20, 1984, 1—88.
2. C. G. Kirkpatrick *et al.* Semiconductors and Semimetals. Ed. R. K. Willardson, A. C. Beer. New York. Acad Press, 19, 20, 1984, 159—228.

А. Н. РЧЕУЛИШВИЛИ

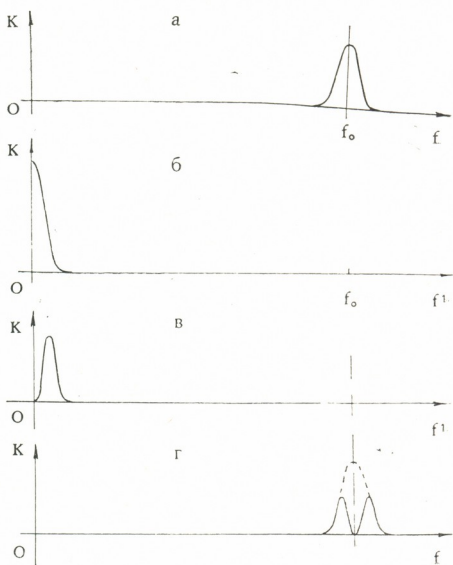
АТОМНО-ФЛУОРЕСЦЕНТНЫЙ СПЕКТРОМЕТР С УЛУЧШЕННОЙ ФИЛЬТРАЦИЕЙ ПОЛЕЗНОГО СИГНАЛА ОТ ШУМОВ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Л. Л. Буишвили 1.4.1986)

В атомно-флуоресцентной спектроскопии широко распространена схема, где флуоресцентный свет модулируется, а фотоприемник соединен с избирательным усилителем, настроенным на частоту модуляции [1]. Мощность шумов P , пропускаемых такой системой зависит от ширины полосы пропускания усилителя Δf [2], $P \sim \Delta f$.

Чтобы уменьшить мощность пропускаемых шумов, уменьшают ширину полосы пропускания усилителя применением синхронного детектора (СД) [3]. С уменьшением полосы пропускания увеличивается инерционность системы, т. е. растут время и количество анализируемого раствора, нужные для одного измерения. Ясно, что чрезмерное

Рис. 1. Амплитудно-частотная характеристика (АЧХ) синхронного детектора (СД) а) АЧХ СД на новой шкале частот, б) АЧХ предложенной системы после подавления низкочастотных шумов на новой (в) и на старой (г) шкале частот, K — коэффициент передачи сигнала, f — частота поступающих сигналов, f_0 — частота управляющего сигнала, f' — частота выходного из СД сигнала



уменьшение полосы пропускания системы является непрактичным. Из амплитудно-частотной характеристики синхронного детектора (рис. 1, а) видно, что вклад шумов в измеряемый сигнал тем больше, чем ближе их частота к частоте модуляции флуоресцентного сигнала f_0 , т. е. к частоте управляющего сигнала.



Привлекательной является задача устранить вклад шумов, частота которых совпадает или близка к частоте измеряемого сигнала, и тем самым увеличить отношение сигнал/шум и, следовательно, увеличить чувствительность метода.

Для достижения поставленной цели используют свойство синхронного детектора выдавать сигнал, частота которого f^1 равна разнице между частотой поступающего сигнала f , и частотой управляющего сигнала f^0 , $f^1 = f - f^0$. Амплитудно-частотная характеристика СД на новой шкале частот будет иметь вид, представленный на рис. 1,б. При сравнении приведенных характеристик видно, что шумы с частотой f_0 , пропускаемые синхронным детектором, на выходе СД дадут шумы с частотой, равной нулю. Чем сильнее отличается частота шумов от f_0 на входе СД, тем выше их частота на выходе и меньше амплитуды, т. е. после СД получаются в основном низкочастотные шумы.

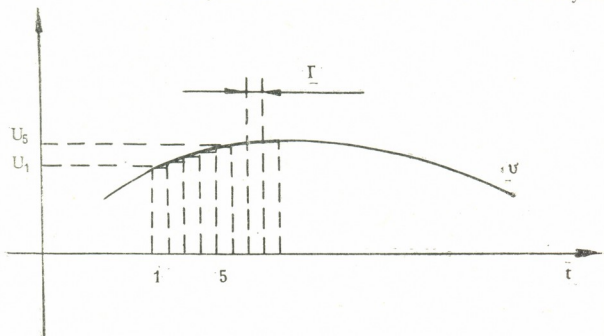


Рис. 2. Схема дискретизации непрерывного сигнала u , u — величина сигнала, t — время, τ — интервал деления, u_1 и u_5 — величины сигнала в первом и пятом интервале, соответственно

Для подавления полученных низкочастотных шумов разделим время измерения непрерывного сигнала на маленькие интервалы τ с номерами 1, 2, 3, ..., n (рис. 2). Произведем измерения сигнала в каждом интервале в отдельности и вычтем из каждого дискретного сигнала, измеренного, например, в четных интервалах, величину сигнала, полученного в предыдущем, ближайшем нечетном интервале. При условии, что длительность интервалов τ мала по сравнению с наименьшим периодом низкочастотных шумов T_m ($\tau \ll T_m$), разница между соседними дискретными сигналами получится гораздо меньше, чем сам сигнал в этих же интервалах. Эта разница уменьшается при уменьшении длительности τ . Если прибор будет непрерывно регистрировать разницы между ближайшими дискретными сигналами, то получится выходной сигнал, который уже не содержит низкочастотные шумы. Флуоресцентный сигнал должен содержаться, например, только в четных интервалах, тогда после вычитания флуоресцентный сигнал останется без изменения. Длительность цуга флуоресцентного сигнала равна интервалу времени деления τ и гораздо больше периода модуляции флуоресцентного сигнала.

После вышеописанных операций, амплитудно-частотная характеристика, представленная на рис. 1,б, примет вид рис. 1,в, со спадом на нулевой частоте. Как видно, компенсация происходит тем хуже, чем выше частота шумов f^1 . Если вернемся на старую шкалу частот, то получится амплитудно-частотная характеристика, представленная на

рис. 1,г. Спад характеристики на нулевой частоте из рис. 1,в соответствует спаду на частоте f_0 из рис. 1,г, означающее что такая система не пропускает шумы с частотой f_0 , т. е. на частоте полезного сигнала.

На рис. 3 представлена блок-схема предложенного атомно-флуоресцентного спектрометра.

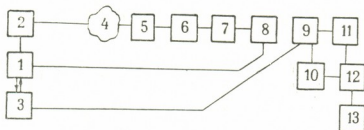


Рис. 3. Блок-схема предложенного атомно-флуоресцентного спектрометра

Блок питания 1 вырабатывает питающие источник света 2 импульсы с частотой f_0 , т. е. периодом $T_0=1/f_0$; импульсы от блока 1 подаются на делитель частоты 3, который, в свою очередь, вырабатывает импульсы управления с длительностью $\tau=nT_0$ и периодом повторения 2τ . Управляющие импульсы подаются опять на блок 1, заставляя его выдавать питающие импульсы только в период nT_0 и не выдавать во время отсутствия управляющего импульса. В период nT_0 источник возбуждающего света вырабатывает n световых импульсов, возбуждающих в атомизаторе 4, n световых импульсов флуоресценции с частотой f_0 . Флуоресцентный свет через монохроматор 5 падает на фотодетектор 6, а полученный от него электрический сигнал подается на полосовой усилитель 7, пропускающий полученный сложный сигнал, но не пропускающий шумы с частотой $f_0/2\pi$. Сигнал от усилителя подается на синхронный детектор 8, управляющий сигнал к которому непрерывно поступает от блока 1. Сигнал от СД поступает на коммутатор 9, работа которого управляется делителем частоты 3. Частота переключения коммутатора равна $f_{\text{пер}}=1/2\tau=1/2nT_0$. Коммутатор в период $\tau=nT_0$ посылает сигнал в фильтр низких частот 10, а в следующий такой период — в фильтр 11. Коммутатор синхронизирован так, что электрический сигнал флуоресценции целиком попадает в фильтр 10. В блоке вычитания 12 из сигнала от фильтра 10 вычитывается сигнал от фильтра 11 и результат измеряется блоком 13.

Низкочастотные шумы, эффективно подавляемые предлагаемой системой должны удовлетворять условию $f' \ll f_{\text{пер}} = \frac{1}{2\tau}$ т. е. $f - f_0 \ll f_{\text{пер}}$.

Если полоса пропускания СД гораздо больше чем величина $f - f_0$, то тогда доля подавляемых шумов по отношению к пропускаемым шума будет мала и система становится малоэффективной.

Такая система исключает шумы от центрального участка полосы пропускания СД, а общая ширина полосы не меняется, поэтому не будет происходить увеличения инерционности системы, т. е. не увеличится время, нужное для одного измерения. При уменьшении общей ширины полосы пропускания мощность проходящих шумов будет стремиться к нулю быстрее, чем в случае обычного СД.

ა. რჩეულიშვილი

ატომურ-ფლუორესცენციული სპექტრომეტრი ხმაურისაგან
 სასარგებლო სიგნალის გაუმჯობესებელი ფილტრაციით

რეზიუმე

დამუშავებულია ატომურ-ფლუორესცენციული სპექტრომეტრის სისტე-
 მა, სადაც გაუმჯობესებულია ხმაურისაგან სასარგებლო სიგნალის ფილტრა-
 ცია. შემცირებულია ხმაური, რომელსაც იწვევს ალის გამოსხივება, ფოტო-
 მიმღებისა და გამაძლიერებლის მგრძობიარობის არასტაბილურობა, სინათ-
 ლისა და ელექტრობის დისკრეტულობა ფოტომიმღებში.

PHYSICS

A. N. RCHEULISHVILI

ATOMIC FLUORESCENT SPECTROMETER WITH IMPROVED
 FILTRATION OF LEGITIMATE SIGNAL FROM NOISES

Summary

A system of atomic fluorescent spectrometer for suppressing shot and
 dark noises, as well as noises caused by the instability of flame radiation,
 and photodetector and amplifier oscillations has been developed.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Ю. Б. Атнашев, В. Е. Корепанов, В. Н. Музгин. ЖПС, т. 39, № 5, 1983, 724—734.
2. А. Н. Зайдель. Атомно-флуоресцентный анализ. М., 1980, 92.
3. Т. К. Аидаров, Ю. А. Илин. ЖПС, т. 17, вып. 5, 1972, 924—930.



Л. В. ГОГОРИШВИЛИ, Н. И. КҰРДИАНИ, Э. П. ТУМАНИШВИЛИ,
 Н. Н. ЧИКОВАНИ, Л. Г. ХАВТАСИ

ФОТОПРОВОДИМОСТЬ КОМПЕНСИРОВАННОГО АРСЕНИДА ГАЛЛИЯ

(Представлено академиком Г. А. Харадзе 4.12.1986)

Ряд свойств высокоомного арсенида галлия — высокая подвижность электронов и их малая концентрация при комнатной температуре обеспечивают перспективность применения этого материала в качестве приемников фотосигналов.

Нами исследовались образцы полупроводящего арсенида галлия, полученные методом компенсации материала окисью хрома (Cr_2O_3), с исходной концентрацией электронов $n = 5 \cdot 10^{15} \text{ см}^{-3}$ и подвижностью $\mu = 4 \cdot 10^3 \text{ см}^2/\text{в.сек.}$ при $T = 300^\circ\text{K}$. Этот метод компенсации приводит к нейтрализации исходных активных доноров (Si) и, ввиду этого, к сохранению высокой исходной подвижности носителей тока [1]. Параметры исследуемых образцов таковы: $n \sim 1,4 \cdot 10^{17} \text{ см}^{-3}$, $\mu = 3800 \text{ см}^2/\text{в.сек.}$ при 300°K и вне освещения.

Фотопроводимость исследовалась нами методом непосредственно измерения фототока. За меру фоточувствительности бралось отношение фототока ΔJ к темновому току J_T и мощности падающего на

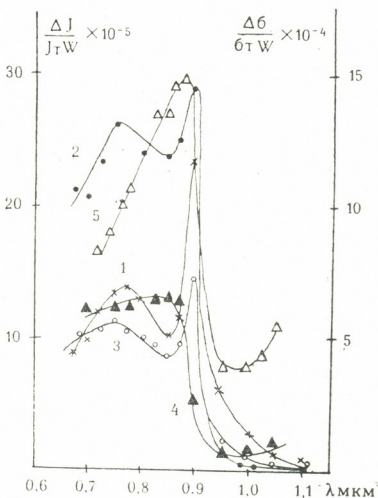


Рис. 1. Спектральное распределение фоточувствительности кристаллов: кривые 1,4 — неотожженные кристаллы $\text{GaAs}(\text{Cr}_2\text{O}_3)$ (левая ось) и $\text{GaAs}(\text{Cr})$ (правая ось), соответственно, кривые 2,5 — отожженные при 700°C кристаллы $\text{GaAs}(\text{Cr}_2\text{O}_3)$ и $\text{GaAs}(\text{Cr})$, соответственно, кривая 3 — отожженный при 800°C кристалл $\text{GaAs}(\text{Cr}_2\text{O}_3)$

образец излучения источника света W ($\Delta J/J_T W$). Последняя величина измерялась с помощью фотодиода из арсенида галлия, специально отградуированного в области спектра $0,5 \div 1,1 \text{ мкм}$. Измерения прово-



дильсь в указанной области спектра с помощью спектрометров ИКСО-21 и ИСП-51, при комнатной температуре.

На рис. 1 (кривая 1) представлено типичное спектральное распределение фоточувствительности образцов $\text{GaAs} \langle \text{Cr}_2\text{O}_3 \rangle$. Наиболее интересным результатом нам представляется значительная фоточувствительность при энергиях падающих квантов света, превышающих значение ширины запрещенной зоны арсенида галлия ($\lambda = 0,75 \div 0,85$ мкм) и наблюдавшаяся в этой области структура в спектральном распределении фоточувствительности.

Значительная фоточувствительность нами связывается с особенною компенсацией GaAs окисью хрома. Введение избыточного кислорода с помощью Cr_2O_3 приводит к образованию связей $\text{Si}-\text{O}$ и тем самым к нейтрализации положительно заряженных примесей кремния [1]. Возможно, это приводит и к «залечиванию» рекомбинационных центров и тем самым к повышению фоточувствительности при $h\nu > E_g$. Эти соображения подкрепляются контрольными экспериментами, проведенными нами с образцами GaAs , компенсированными только хромом. При компенсации Cr происходит образование отрицательно заряженных центров, компенсирующих действие положительно заряженных доноров [2]. Таким образом, в кристалле после компенсации Cr , в отличие от компенсации Cr_2O_3 , присутствуют как положительно, так и отрицательно заряженные центры, которые возможно способствуют уменьшению фоточувствительности.

На рис. 1 приведена зависимость фоточувствительности $\text{GaAs} \langle \text{Cr} \rangle$, снятой при тех же условиях, что и для $\text{GaAs} \langle \text{Cr}_2\text{O}_3 \rangle$ (кривые 4, 5). Как видно из кривых для образцов $\text{GaAs} \langle \text{Cr} \rangle$, в области $0,9 \div 0,7$ мкм наблюдается спад фоточувствительности без проявления какой-либо структуры в спектральном распределении, к тому же фоточувствительность образцов $\text{GaAs} \langle \text{Cr} \rangle$ на порядок меньше, чем у образцов $\text{GaAs} \langle \text{Cr}_2\text{O}_3 \rangle$. Измерения подвижности электронов показали, что в первых она всего в 1,6 раз меньше, чем в $\text{GaAs} \langle \text{Cr}_2\text{O}_3 \rangle$, так что можно предположить, что за повышенную фоточувствительность в этих образцах, по-видимому, ответственно время жизни неравновесных носителей тока.

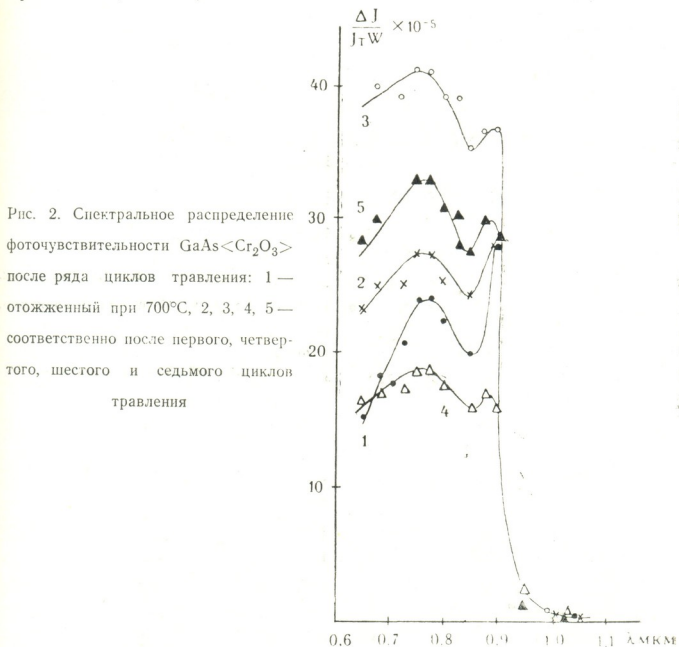
Наблюдаемая структура в спектральном распределении фоточувствительности в области $0,85-0,75$ мкм видимо связана с зонной структурой арсенида галлия. Исходя из того, что энергетический зазор между долинами зоны проводимости в направлении (100) и величина спин-орбитального расщепления валентной зоны примерно одинаковы и равны $0,3$ эв, максимум фоточувствительности при $0,75$ мкм можно связать либо с прямыми переходами между потолком валентной зоны при $K=0$ и X минимумом тяжелых электронов в зоне проводимости, либо с прямыми переходами из отщепленной спин-орбитальным взаимодействием валентной зоны в Γ минимум при $K=0$ зоны проводимости. По материалу данной работы этот вопрос однозначно решить не представляется возможным, хотя последнее предположение кажется более вероятным ввиду вертикального характера перехода. Следует отметить, что наличие коротковолнового максимума фоточувствительности отмечается и в других работах [3].

Целью данной работы являлось также изучение влияния различных внешних воздействий на фоточувствительность $\text{GaAs} \langle \text{Cr}_2\text{O}_3 \rangle$. Одним из таких факторов является воздействие высоких температур, изменяемых при различных технологических процессах изготовления полупроводниковых приборов. Отжиг нами проводился в атмосфере водсрота в течение одного часа. На рис. 1 приведены результаты этих измерений (кривые 2, 3, 5). Как видно, воздействие высоких температур не изменяет спектральное распределение фоточувствительности, как для кристаллов $\text{GaAs} \langle \text{Cr}_2\text{O}_3 \rangle$, так и для образцов $\text{GaAs} \langle \text{Cr} \rangle$. Необходимо подчеркнуть, что в обоих случаях отжиг при 700°C при-

водит к повышению значения фоточувствительности, отжиг при 800°C понижает, а при 900°C еще более понижает фоточувствительность. Как показали исследования кинетических параметров отожженных образцов арсенида галлия, результаты фотопроводимости не удается связать с изменением подвижности этих образцов.

В свете сказанного данные фоточувствительности вероятно следует объяснить возможным изменением времени жизни неравновесных носителей тока при отжиге образцов.

Представляет несомненный интерес определить, носит ли наблюдаемое влияние отжига на фоточувствительность объемный или поверхностный характер. С этой целью нами было предпринято послойное травление отожженного при 700°C GaAs<Cr₂O₃> и снятие спектров фотопроводимости после каждого цикла травления. Травление проводилось в смеси 1NH₄OH:40 H₂O:2 кап. H₂O₂ в течение 25 сек. Скорость травления 0,004 мкм/сек.



Результаты представлены на рис. 2. Анализ полученных результатов показывает, что в исследуемых кристаллах наблюдается резко выраженная слоистая неоднородность. Фоточувствительность после снятия 0,1 и 0,4 мкм значительно повышается (кривые 2, 3), а снятие 0,6 мкм резко понижает фоточувствительность (кривая 4), добавочное травление еще 0,1 мкм вновь вызывает повышение фоточувствительности (кривая 5). Аналогичная закономерность наблюдается и для максимума фотосигнала в примесной области. Слоистая неоднородность проявляется также при исследовании кинетических параметров отожженных образцов по мере удаления поверхностных слоев.



Однако и здесь не удается установить корреляцию между поведением фотопроводимости и кинетических параметров. Можно лишь утверждать, что отжиг образцов приводит к появлению слоевой неоднородности, проявляющей себя и в фотопроводимости и в электрических свойствах образцов вне освещения.

Полученные результаты позволяют заключить, что в полуизолирующем $\text{GaAs} < \text{Cr}_2\text{O}_3 >$ наблюдается значительная фоточувствительность в области энергии квантов света, превышающей ширину запрещенной зоны, что позволяет рекомендовать полуизолирующий $\text{GaAs} < \text{Cr}_2\text{O}_3 >$ как эффективный материал для фоторезисторов, имеющих более расширенную область спектральной фоточувствительности, причем для повышения последней следует материал отжечь при 700°C в потоке водорода, с последующим травлением. Обнаруженная слоистая неоднородность в отожженных образцах $\text{GaAs} < \text{Cr}_2\text{O}_3 >$ требует дополнительного изучения.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 19.12.1986)

ფიზიკა

ლ. გოგორიშვილი, ნ. კურდიანი, ე. თუმანიშვილი, ნ. ჩიკოვანი,
ლ. ხავთასი

კომპენსირებული გალიუმის არსენიდის ფოტოგამტარუნარიანობა

რეზიუმე

შესწავლილი იყო კომპენსირებული (Cr_2O_3) GaAs -ის ნიმუშების ფოტომგობობიარობის სპექტრალური განაწილება $0,6-1,1$ მკმ სპექტრალურ უბანში. მნიშვნელოვანი ფოტომგობობიარობა მიიღება იმ ენერგიებისათვის, რომლებიც აღემატება აკრძალული ზონის სიგანეს. შესწავლილი იყო აგრეთვე გამოწვევის გავლენა ამ ნიმუშების ფოტომგობობიარობაზე. გამომწვარ ნიმუშებში შეიმჩნევა არაერთგვაროვანი ფოტომგობობიარობა სხვადასხვა სიღრმეზე.

PHYSICS

L. V. GOGORISHVILI, N. I. KURDIANI, E. P. TUMANISHVILI, N. N. CHIKOVANI,
L. G. KHAVTASI

PHOTOCONDUCTIVITY OF COMPENSATED GALLIUM ARSENIDE
Summary

The spectral distribution of photosensitivity of (Cr_2O_3) compensated GaAs samples within the spectral region of $0,6-1,1$ mkm has been investigated. Significant photosensitivity has been found in the region beyond the energy gap. The effect of annealing upon the photosensitivity of these samples has also been studied. Lamellar heterogeneity of photosensitivity in the annealed samples has been revealed.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. А. Картушина, В. А. Савельев. Изв. АН СССР, неорг. материалы, 12, 1984.
2. М. Г. Мильвидский, В. Б. Освенский, И. Н. Шершак ова. Изв. вузов, сер. «Физика», 10, 1983.
3. Н. М. Воронков, Д. Н. Наследов, ФТТ, 6, 1964.

Б. М. ТРАХБРОТ

ВЛИЯНИЕ ОКРАШИВАЮЩЕГО МЕТАЛЛА НА СОСТОЯНИЕ АДСОРБИРОВАННОЙ ДВУОКСИ УГЛЕРОДА У ПОВЕРХНОСТИ КРИСТАЛЛА КСІ

(Представлено академиком Г. А. Харадзе 15.12.1986)

Исследование методом ИК-спектromетрии реакций, протекающих у поверхности щелочно-галогидных кристаллов при высоких температурах позволяет изучить условия образования и стабилизации различных примесных центров вблизи поверхности и влияние этих реакций на стабилизацию дефектов в объеме. Адсорбция молекул CO_2 на поверхности окрашенного в парах К кристалла КСІ и состояния адсорбированных молекул исследовались в работах [1, 2]. В представленной работе приведены результаты исследований влияния окрашивающего металла на состояние адсорбированной двуокиси углерода.

Кристаллы КСІ окрашивались в герметически закрытом стальном стакане в течении 2,5—3 часов при 660°C в насыщенных парах К или Na. После окрашивания стакан с образцами быстро охлаждался до комнатной температуры в струе проточной воды. Далее образцы подвергались высокотемпературной обработке ($500\text{—}700^\circ\text{C}$) на воздухе или в атмосфере CO_2 , либо в вакууме. Состояния адсорбированной двуокиси углерода исследовались методом ИК-спектromетрии на приборе ИКС-22. Сопоставлялись результаты наблюдений на образцах КСІ, окрашенных в парах К и окрашенных в парах Na.

В спектрах кристаллов КСІ, окрашенных в парах К, поглощение, ответственное за адсорбированные молекулы CO_2 , как правило, не наблюдалось. Известно, что адсорбированные молекулы CO_2 могут находиться в окрашенных в парах К кристаллах КСІ в таком зарядовом состоянии, которое не позволяет проявляться им в ИК-спектрах пропускания [2]. Термическое обесцвечивание образца в вакууме переводит их в ионы замещения CO^- или CO_3^{2-} . В спектрах же кристаллов КСІ после окрашивания в парах натрия в аналогичных условиях наблюдается интенсивное поглощение при 1430 см^{-1} , а также поглощение при 880 см^{-1} (рис. 1). Эти полосы обусловлены колебаниями ν_3 и ν_2 , соответственно, молекулярных ионов CO_3^{2-} локальной симметрии D_{3h} [2—4]. Известно, что молекулярный ион замещения CO_3^{2-} в регулярной решетке КСІ имеет такую же симметрию [3, 4]. При этом колебаниям ν_3 соответствует поглощение при 1420 см^{-1} , ν_2 —при 880 см^{-1} [2]. Несмотря на то, что симметрия ионов одинакова, а частоты внутримолекулярных колебаний почти совпадают, эти ионы по-разному располагаются относительно решетки КСІ. Ионы CO_3^{2-} , образующиеся за счет адсорбции молекул CO_2 в присутствии насыщенных паров Na, связаны с избыточным содержанием Na у поверхности кристалла КСІ. Следует допустить образование в этих условиях молекул карбоната (Na_2CO_3). Значение ν_3 (1430 см^{-1}) превышает величину, характерную для изолированной молекулы Na_2CO_3 — 1415 см^{-1} [4], что может быть обусловлено влиянием ионов хлора, которые, как известно, выходят на поверхность в процессе аддитивного окрашивания кристалла [5]. Отжиг при $500\text{—}550^\circ\text{C}$ приводит к тому, что поло-

5. „მეცნიერება“, ტ. 130, № 1, 1988

са поглощения, соответствующая колебаниям ν_3 , смещается от 1430 см^{-1} к 1460 см^{-1} (рис. 1, кривая 2). При этом интенсивность в максимуме практически не меняется, хотя в процессе отжига кристалл обесцвечивается.

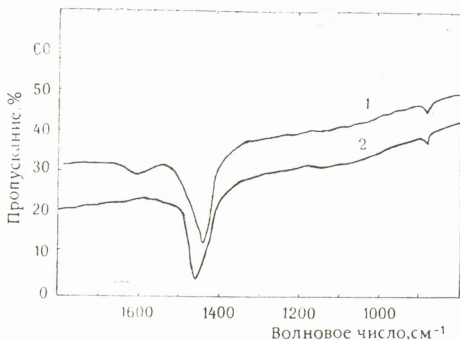


Рис. 1. ИК-спектры пропускания кристалла KCl, температура измерения — 300 К: 1 — образец окрашен в парах натрия, 2 — после окрашивания и последующего отжига на воздухе в открытой атмосфере при 550°C .

Известно, что ионам CO_3^{2-} , замещающим ионы Cl в кристалле NaCl, соответствует локальное колебание при 1460 см^{-1} , создаваемое внутримолекулярными колебаниями ν_3 [6]. Образование центров CO_3^{2-} , аналогичных тем, которые формируются в процессе отжига аддитивно окрашенных кристаллов NaCl, свидетельствует об образовании регулярной структуры NaCl, содержащей молекулярные ионы замещения.

Центры обоих типов, т. е. наблюдаемые после окрашивания кристалла KCl в парах Na и после отжига окрашенных кристаллов в атмосфере CO_2 или на воздухе, со временем при хранении образцов при комнатной температуре претерпевают превращения, что сопровождается изменением ИК-спектров пропускания, аналогичных тем, которые наблюдались на кристаллах NaCl, окрашиваемых в парах Na и содержащих после термического обесцвечивания в атмосфере CO_2 молекулярные ионы CO_3^{2-} у поверхности [6]. Таким образом, и в случае, представленном в данной работе, симметрия молекулярных ионов CO_3^{2-} у поверхности кристалла зависит от температуры, что, надо полагать, обусловлено зависимостью деформации ионного кристалла от температуры у поверхности [7].

Различия состояний хемосорбированной двуокиси углерода у поверхности кристалла KCl, окрашенного в парах Na от состояний в кристалле KCl, окрашенном в парах K, обусловлены тем, что атом Na обладает более высоким ионизационным потенциалом (5,09 эВ) относительно атома K (4,34 эВ) и химически более активен. При отжиге аддитивно окрашенного в парах Na образца регулярная структура NaCl на всей поверхности не может образоваться вследствие различия постоянных решеток (KCl—3,14 Å, NaCl—2,81 Å [5]). Зародышами образования могут служить дефекты структуры у поверхности кристалла — подложки. Наблюдалось значительное различие между зависимостями коэффициентов экстинкции от длины волны электромагнитного излучения, обусловленных рассеянием, между

кристаллами KCl, окрашенными в парах K и окрашенными в парах Na (рис. 2). После отжига образцов, окрашенных в парах Na, рассеяние возрастает и растет с ростом температуры отжига. Надо полагать,

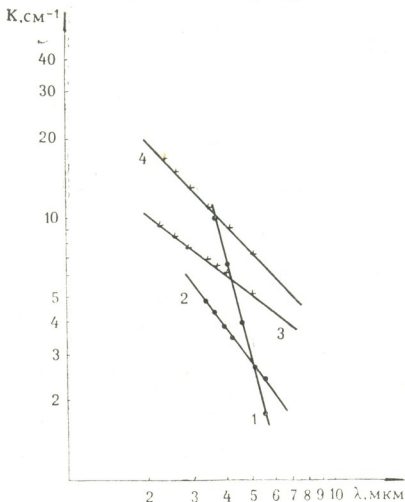


Рис. 2. Зависимость коэффициента экстинкции, обусловленного рассеянием, от длины волны электромагнитного излучения: 1 — кристалл KCl после окрашивания в парах калия, 2 — тот же образец после частичного термического обесцвечивания при 600°C, 3 — кристалл KCl, окрашенный в парах натрия, 4 — тот же образец после термического обесцвечивания при 550°C

что уменьшение интенсивности электромагнитного излучения при прохождении через образец в основном обусловлено его диффузным рассеянием вследствие отражения от ребер хаотически ориентированных микрокристаллов хлористого натрия, формирующихся у поверхности кристалла KCl.

Академия наук Грузинской ССР
Институт физики

(Поступило 19.12.1986)

ფიზიკა

ბ. ტრაზბროტი

მდებარე მეთალის გავლენა KCl-ის კრისტალის ზედაპირზე
აღსორბირებული ნახშირბადის ორჟანგის მდებარეობაზე

რეზიუმე

იწ-სპექტროსკოპიის მეთოდით გამოკვლეულია მდებარე ტუტე მეთალის გავლენა KCl-ის კრისტალის ზედაპირზე აღსორბირებული CO₂-ის მოლე-



კულის მდგომარეობაზე. შედარებულია დაკვირვებათა შედეგები, რომლებიც მიღებულა მეტალად გამოიყენებოდა K ან Na. გამოვლენილია მნიშვნელოვანი განსხვავება სხვადასხვა მეტალების გამოყენებისას ადსორბირებული მოლეკულების მდგომარეობათა შორის და შესაბამისად, შედარებით მნიშვნელოვანი ფენის სტრუქტურაში.

PHYSICS

B. M. TRAKHBROT

THE EFFECT OF COLOURING METAL ON THE STATE OF ADSORBED CARBON DIOXIDE NEAR KCl CRYSTAL SURFACE

Summary

The effect of colouring alkali metal on the state of adsorbed CO_2 molecules at high temperature near KCl crystal surface has been studied by IR-spectrometry method. Results of observations have been compared, with either K or Na used as metals. With the use of various alkali metals a number of essential differences in the state of adsorbed molecules, as well as in the structure of the surface layer have been found.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. B. M. Трахброт. Сб. «Электронные и ионные процессы в твердых телах», т. 3. Тбилиси, 1975.
2. B. M. Трахброт. ФТТ, 24, № 10, 1982.
3. Т. I. Максимова. Phys. Status solidi, 1969, v. 33, № 2.
4. П. Уитли. Определение молекулярной структуры. М., 1970.
5. Н. Мотт, Р. Герни. Электронные процессы в ионных кристаллах. Л., 1948.
6. B. M. Трахброт. ФТТ, 28, № 3, 1986.
7. В. Е. Зильберберг, Н. А. Труфанов. ФТТ, 27, № 10, 1985.



А. Ш. ДОЛБАЯ, Т. Д. КАМУШАДЗЕ, Н. И. КУРДИАНИ,
Р. М. МАИСУРАДЗЕ, Н. К. МЕТРЕВЕЛИ

ВЛИЯНИЕ МЕТОДА КОМПЕНСАЦИИ НА СЛОЕВУЮ НЕОДНОРОДНОСТЬ ОТОЖЖЕННОГО *i-GaAs*

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. И. Санадзе 19.2.1987)

Наиболее применяемым в качестве подложки материалом для интегральных схем является высокоомный ($\rho \sim 10^8$ ом·см) арсенид галлия *n*-типа, компенсированный хромом или окисью хрома. Термостабильность этих материалов исследовалась в работе [1]. Нами исследовались электрические параметры поверхности высокоомных, компенсированных соответственно хромом и окисью хрома образцов арсенида галлия (*i-GaAs*), а также профиль распределения этих параметров по глубине кристаллов. До компенсации кристаллы были *n*-типа, $n \sim 3 \cdot 10^{15}$ см⁻³, $\mu \sim 4 \cdot 10^3$ см²/в·сек. Образцы отжигались при температуре 800°C в потоке водорода в течение 1 часа. Этот режим был выбран как соответствующий жидкостной эпитаксии. Измерения электрических параметров прямоугольных пластин *i-GaAs* проводились нами методом Ван-дер-Пау [2]. Материалом омических точечных контактов служило олово, которое вжигалось в арсенид галлия в течение 5 минут в прочном водороде при температуре 520°C.

Параметры материала до отжига при $T = 293^\circ \text{K}$: *GaAs*(Cr) — удельное сопротивление $\rho \sim 3 \cdot 10^8$ ом·см, концентрация электронов $n \sim 1 \cdot 10^7$ см⁻³, их подвижность $\mu = 2500$ см²/в·сек; *CaAs*(Cr₂O₃) — удельное сопротивление $\rho \sim 8 \cdot 10^8$ ом·см, концентрация электронов $n \sim 2 \cdot 10^6$ см⁻³, их подвижность $\mu = 3600$ см²/в·сек. До отжига контакты удалялись, кристаллы подвергались термообработке в указанном выше режиме, затем контакты наносились вновь. Непосредственно после отжига регистрировалось уменьшение удельного сопротивления. Так, для образцов *GaAs*(Cr₂O₃) $\rho \sim 4 \times 10^{-3}$ ом·см, а для образцов *GaAs*(Cr) $\rho \sim 3,8 \cdot 10^{-1}$ ом·см при $T = 293^\circ \text{K}$. Методом термозонда на поверхности обоих типов образцов был измерен дырочный тип проводимости.

Нами производилось послойное травление отожженных образцов. После каждого цикла травления проводились измерения проводимости и электрических параметров. По мере стравливания слоев удельное сопротивление значительно повышалось (см. рис. 1,а), так что под слоем с более низким сопротивлением находился более высокоомный слой. Это позволило применять формулы Ван-дер-Пау. После каждого этапа измерения контакты покрывались химическим стойким лаком и образец травился до повышения удельного сопротивления. За толщину измеряемого слоя бралась толщина сравненного низкоомного слоя.

Как видно из рис. 1,а, б, для образцов *GaAs*(Cr₂O₃) в слое толщиной 0,1 мкм от поверхности наблюдается монотонное убывание концентрации дырок и их подвижности. Далее следует слой толщиной порядка 0,15 мкм, в котором не удалось измерить электрические параметры материала ввиду их нестабильности. После удаления этого

слоя отмечаются резкое повышение удельного сопротивления до 10^8 ом·см и $p \rightarrow n$ -конверсия типа проводимости. Концентрация электронов $\sim 2 \cdot 10^8$ см $^{-3}$, а подвижность ~ 300 см 2 /в·сек. Дальнейшее травление слоя толщиной 1,25 мкм приводит к монотонному повышению концентрации электронов до значения перед отжигом и соответствен-

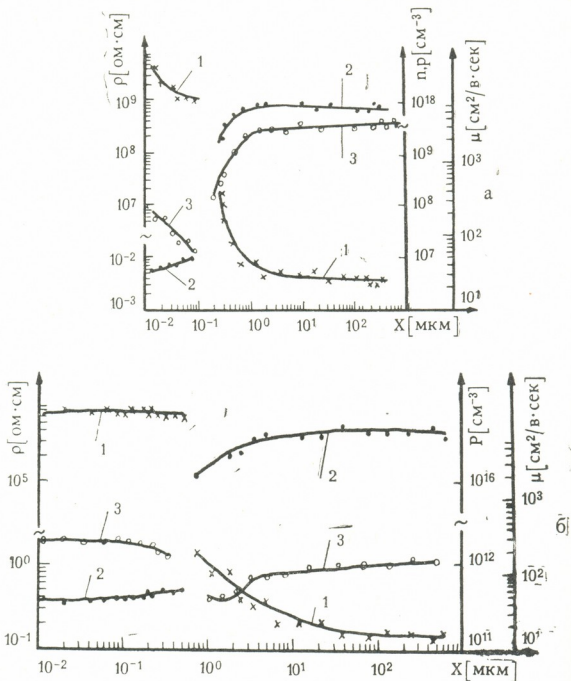


Рис. 1.а — Профиль распределения кинетических параметров кристаллов $GaAs < Cr_2O_3 >$ после отжига при $800^\circ C$: 1 — концентрация носителей тока, 2 — удельное сопротивление, 3 — подвижность носителей тока; б — то же для $GaAs < Cr >$ (обозначения те же)

ному повышению подвижности. По всей вероятности, данная область характеризуется уменьшением степени компенсации в результате отжига образца $GaAs < Cr_2O_3 >$, обусловленным, как нам представляется, появлением термодиффузионных дефектов с большим сечением рассеяния, о чем свидетельствуют низкие значения подвижности. Концентрация таких дефектов убывает в глубь образца.

Полученные данные сопоставлялись с результатами исследования методом вторичных ионов элементного состава околоповерхностных слоев кристаллов $i = GaAs$, отожженных в этих же режимах, которые были выполнены одним из авторов данной работы в составе авторского коллектива (см. рис. 2,а). Из рисунка видно, что после отжига имеет место обогащение околоповерхностных слоев арсенида галлия Cr и Si . Причем для

$GaAs\langle Cr_2O_3 \rangle$ поверхностная концентрация кремния более чем на порядок превосходит концентрацию хрома. Сопоставление рис. 1 и 2 позволяет установить корреляцию между уменьшением концентрации кремния в области до 0,1 мкм и уменьшением концентрации дырок. С учетом того, что междуузельный кремний может представлять собой акцептор [3], сопоставление данных по отжигу позволяет нам предположить, что за образование поверхностного слоя дырочной проводимости в отожженном при 800°C в проточном водороде $GaAs\langle Cr_2O_3 \rangle$ ответствен кремний, концентрирующийся на поверхности.

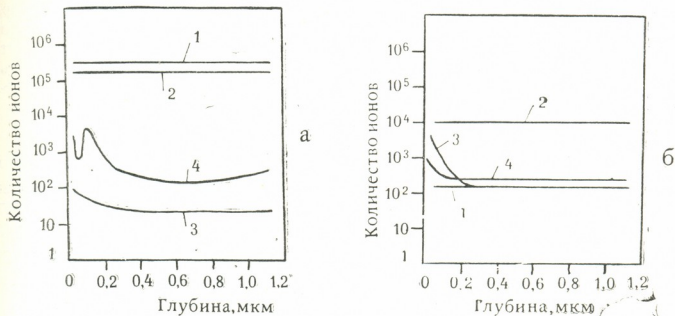


Рис. 2 а Профиль распределения по глубине Cr и Si для кристаллов $GaAs\langle Cr_2O_3 \rangle$ после отжига при 800°C: 1,3— Cr , 2,4— Si соответственно до и после отжига; б — то же для $GaAs\langle Cr \rangle$ (обозначения те же)

Сопоставление зависимостей концентрации дырок и их подвижности от глубины травления не позволяет приписать измеряемую подвижность доминирующему рассеянию на акцепторах (оба параметра уменьшаются с глубиной). Вероятно, в p -слое присутствуют и другие центры, с большим, чем акцепторы, сечением рассеяния, возможно, те же термодфекты, концентрация которых растет по мере углубления в образец.

То обстоятельство, что повышение концентрации кремния в области (0,1—0,2) мкм не повлекло за собой увеличение концентрации дырок, следует, на наш взгляд, приписать действию упомянутых выше термодфектов в области нестабильности параметров.

Для $GaAs\langle Cr \rangle$ после термообработки на поверхности регистрируется дырочный тип проводимости, удельное сопротивление $\sim 4 \cdot 10^{-1}$ ом·см. Это значение удельного сопротивления сохраняется для околоповерхностного слоя толщиной 0,5 мкм. Кинетические параметры для данного слоя приведены на рис. 1, б. Затем регистрируется область толщиной $\sim 0,2$ мкм, характеризующаяся нестабильностью электрических параметров. Удаление этого слоя приводит к резкому повышению удельного сопротивления. Следует отметить, что образец сохраняет дырочную проводимость до значения толщины сравнительного слоя 600 мкм. Величина подвижности дырок коррелирует с концентрацией акцепторов [4].

Таким образом, можно предположить, что, в отличие от $GaAs\langle Cr_2O_3 \rangle$, в $GaAs\langle Cr \rangle$ в слое с дырочной проводимостью до 0,5 мкм нет термодфектов. Однако после удаления слоя 0,7 мкм подвижность дырок и их концентрация значительно уменьшаются. Здесь, так же как в случае $GaAs\langle Cr_2O_3 \rangle$, нет соответствия между значениями



концентрацией акцепторов и подвижности дырок, как и в зависимости этих параметров от глубины травления. По-видимому, в области $(0,7 \div 600)$ мкм рассеяние дырок происходит преимущественно на термодфектах, концентрация которых, судя по зависимости подвижности от глубины травления, немонокотнно распределена в данной области. Концентрация термодфектов максимальна в области 2 мкм, уменьшаясь далее до значения насыщения при 7 мкм. Концентрация дырок после упомянутого скачка монотонно убывает с глубиной до значения насыщения при 7 мкм.

Концентрация хрома на поверхности отожженного при 800°C образца $\text{GaAs} \langle \text{Cr} \rangle$ на порядок превосходит концентрацию Si (рис. 2,6). Учитывая, что хром, как и Si, может предстать в качестве акцепторной примеси, дырочный тип проводимости можно было бы предположительно связать с этим элементом. Однако количественного соответствия между данными рис. 1,6 и 2,6 нет, что не позволяет высказать ся относительно природы акцепторных примесей в случае $\text{GaAs} \langle \text{Cr} \rangle$.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 27.2.1987)

ფიზიკა

ა. დოლბაია, თ. კამუშადი, ნ. კურდიანი, რ. მაისურადი, ნ. მეტრეველი

კომპენსაციის მეთოდის გავლენა თერმოდაფუზავებულ $i\text{-GaAs}$ -ის ფენოვან არაერთგვაროვნებაზე

რეზიუმე

თერმულად დამუშავებულ მაღალომიან GaAs -ში გამოკვლეულია ელემენტარფიზიკური პარამეტრების განაწილების პროფილი კრისტალის სიღრმის მიხედვით. გამოვლენილია პარამეტრების განაწილების საკმაოდ ძლიერი ფენოვანი არაერთგვაროვნება. დენის მატარებლების კონცენტრაციის და მათი ძვრადობის ზედაპირული მნიშვნელობები დაკავშირებულია ზედაპირული ფენების ელემენტურ და დეფექტურ შემადგენლობასთან.

PHYSICS

A. Sh. DOLBAIA, T. D. KAMUSHADZE, N. I. KURDIANI, R. M. MAISURADZE,
N. K. METREVELI

EFFECT OF THE COMPENSATION TECHNIQUE ON LAYER INHOMOGENEITY OF ANNEALED $i\text{-GaAs}$

Summary

The profile of annealed high-ohmic GaAs electrical parameter distribution has been investigated. Considerable layer inhomogeneity of parameters and their mobility in subsurface layers are connected with elementary and defect composition of these ranges.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. А. Картушина, В. А. Савельев. Изв. АН СССР, Неорганические материалы, т. 12, 1984, 2069.
2. Е. В. Кучис. Методы исследования эффекта Холла. М., 1978, 86.
3. W. G. Rado *et al.* Effect of Aluminium of the Amphoteric Behavior of Silicon in $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$. J. Appl. Phys., 43, 1972.
4. О. Маделунг. Физика полупроводниковых соединений элементов III и V групп. М., 1967, 168.



Ф. Г. БОГДАНОВ, Г. Ш. КЕВАНИШВИЛИ, О. Г. КЕТИЛАДЗЕ,
 М. Н. ЧИХЛАДЗЕ

РАССЕЯНИЕ ВОЛНЫ E_{01} НА МНОГОСЛОЙНОМ
 ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОМ ЦИЛИНДРЕ КОНЕЧНОЙ ДЛИНЫ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. И. Санадзе 30.3.1987)

В волноводной технике широко применяются круглые волноводы с многослойными диэлектрическими неоднородностями [1].

В настоящей работе на основе работы [2] предложена новая методика исследования круглых нерегулярных волноводов, позволяющая определять (с любой степенью точности) рассеянное поле, возникающее в волноводе в результате дифракции симметричных волн на многослойных диэлектрических структурах конечной длины.

Пусть имеем круглый волновод с многослойным диэлектрическим цилиндром конечной длины (рис. 1). Здесь a — радиус волновода, l — длина цилиндра, b_1 и b_2 — радиусы диэлектрических заполнений, ϵ_1 и ϵ_2 — их диэлектрические проницаемости.

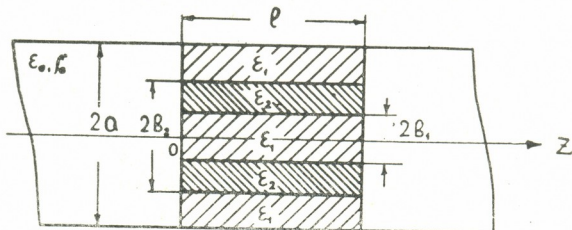


Рис. 1

Предположим, что на диэлектрический цилиндр падает основная электрическая волна E_{01} с составляющей

$$H_{\varphi} = F_1(r) e^{-ih_{01}z} \quad (\text{Im } h_{01} < 0) \quad (1)$$

(зависимость от времени $\sim e^{i\omega t}$).

Составляющие рассеянного поля в различных областях волновода можно записать в виде

$$H_{\varphi 1} = \sum_{m=1}^{\infty} A_m F_m(r) e^{ih_{0m}z} \quad (z \leq 0), \quad (2)$$

$$H_{\varphi 2} = \sum_{m=1}^{\infty} [C_m e^{-ih'_{0m}z} + D_m e^{ih'_{0m}(z-l)}] \cdot \Phi_m(r) \quad (0 \leq z \leq l), \quad (3)$$



$$H_{\varphi 3} = \sum_{m=1}^{\infty} B_m F_m(r) e^{-ih_{0m}(z-l)} \quad (z \geq l), \quad (4)$$

$$(\text{Im } h_{0m} < 0, \quad \text{Im } h'_{0m} < 0),$$

$$h_{0m} = (k_0^2 - p_{0m}^2)^{1/2}, \quad h'_{0m} = (k_1^2 - p_{0m}'^2)^{1/2} = (k_2^2 - q_{0m}^2)^{1/2}, \quad (k_0 = \omega \sqrt{\varepsilon_0 \mu_0},$$

$k_1 = \omega \sqrt{\varepsilon_1 \mu_0}, \quad k_2 = \omega \sqrt{\varepsilon_2 \mu_0}$) — продольные волновые числа, являющиеся решениями дисперсионных трансцендентных уравнений

$$J_0(p_{0m} a) = 0, \quad (5)$$

$$\frac{p_{0m}' [J_0(p_{0m}' b_2) N_0(p_{0m}' a) - N_0(p_{0m}' b_2) J_0(p_{0m}' a)]}{J_1(p_{0m}' b_2) N_0(p_{0m}' a) - N_1(p_{0m}' b_2) J_0(p_{0m}' a)} =$$

$$= \frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_2} q_{0m} \frac{J_0(q_{0m} b_2) + \eta_m N_0(q_{0m} b_1)}{J_1(q_{0m} b_2) + \eta_m N_1(q_{0m} b_1)} \quad p_{0m}' = [q_{0m}^2 - (k_2^2 - k_1^2)]^{1/2}, \quad (6)$$

$F_m(r), \Phi_m(r)$ — поперечные собственные функции волн E_{01} в полном и частично заполненном волноводах:

$$F_m(r) = J_1(p_{0m} r) / p_{0m} \quad (0 \leq r \leq a), \quad (7)$$

$$\Phi_m(r) = \begin{cases} \frac{\zeta_m}{p_{0m}'} J_1(p_{0m}' r) & (0 \leq r \leq b_1), \\ [J_1(q_{0m} r) + \eta_m N_1(q_{0m} r)] / q_{0m} & (b_1 \leq r \leq b_2), \\ \frac{\xi_m}{p_{0m}'} [J_1(p_{0m}' r) N_0(p_{0m}' a) - N_1(p_{0m}' r) J_0(p_{0m}' a)] & (b_2 \leq r \leq a), \end{cases} \quad (8)$$

причем

$$\zeta_m = [J_0(q_{0m} b_1) + \eta_m N_0(q_{0m} b_1)] / J_0(p_{0m}' b_1),$$

$$\xi_m = \frac{J_0(q_{0m} b_2) + \eta_m N_0(q_{0m} b_2)}{J_0(p_{0m}' b_2) N_0(p_{0m}' a) - N_0(p_{0m}' b_2) J_0(p_{0m}' a)},$$

$$\eta_m = \frac{\varepsilon_2 q_{0m} J_0(p_{0m}' b_1) J_1(q_{0m} b_1) - \varepsilon_1 p_{0m}' J_1(p_{0m}' b_1) J_0(q_{0m} b_1)}{\varepsilon_1 p_{0m}' J_1(p_{0m}' b_1) N_0(q_{0m} b_1) - \varepsilon_2 q_{0m} J_0(p_{0m}' b_1) N_1(q_{0m} b_1)},$$

$J_m(x), N_m(x)$ — функции Бесселя и Неймана. Последовательность A_m, B_m, C_m и D_m комплексных амплитуд дифракционного спектра рассеянной волны подлежит определению.

Для нахождения неизвестных коэффициентов используем условия сшивания в граничных плоскостях $z=0$ и $z=l$. В результате приходим к системе четырех функциональных уравнений относительно искомым коэффициентов. Для ее решения применим условия ортогональности поперечных собственных функций электрического и магнитного полей соответствующих областей. Вводя также новые неизвестные x_m и y_m по формулам

$$x_m = A_m + B_m, \quad y_m = A_m - B_m, \quad (9)$$

приходим окончательно к двум бесконечным системам линейных алгебраических уравнений относительно новых неизвестных:

$$\sum_{m=1}^{\infty} x_m (h_{0m} \hat{T}_{nm} + ih'_{0m} \text{tg } h'_{0m} l / 2 T_{nm}) = h_{01} \hat{T}_{n1} - ih'_{0n} \text{tg } h'_{0n} l / 2 T_{n1}, \quad (10)$$

$$\sum_{m=1}^{\infty} y_m (ih'_{0m} \operatorname{tg} h'_{0n} l/2 \hat{T}_{nm} + h'_{0n} T_{nm}) = ih'_{01} \operatorname{tg} h'_{0n} l/2 \hat{T}_{n1} - h'_{0n} T_{n1} \quad (11)$$

$$(n=1, 2, 3, \dots),$$

где

$$T_{nm} = \int_{-a}^a r \Phi_n(r) F_m(r) dr, \quad \hat{T}_{nm} = \int_{-a}^a r \hat{\Phi}_n(r) F_m(r) dr,$$

причем $\hat{\Phi}_n(r)$ — система собственных функций магнитного поля, ортогональная к $\Phi_n(r)$.

Системы уравнений (10) и (11) численно исследовались на ЭВМ БЭСМ-6 при различных параметрах задачи. При этом наблюдалась достаточно быстрая сходимость алгоритма с ростом порядка редукции. Так, при параметрах $\epsilon_{r1} = \epsilon_1/\epsilon_0$ и $\epsilon_{r2} = \epsilon_2/\epsilon_0 \leq 5,0$, $q = 2a/\lambda \leq 1,8$, $l/a \leq 0,25$ для получения графической точности порядок редукции $N = 5-7$.

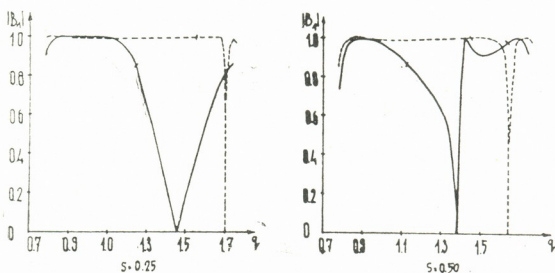


Рис. 2

На рис. 2 по результатам численного счета построена зависимость модуля коэффициента прохождения $|B_1|$ от частотного параметра $q=2a/\lambda$ (λ — длина волны), вычисленная при $l/a=0,25$, $b_2/a=1,0$, $\epsilon_{r1}=1,0$, $\epsilon_{r2}=5,4$ (сплошные кривые), $\epsilon_{r2}=2,1$ (пунктир), для различных заполнений волновода $S=(b_2-b_1/a)$. Черточками на графиках обозначены начала новых волновых диапазонов.

Анализ графиков показывает, что исследуемая структура проявляет резонансные свойства по отношению к изменению длины волны и геометрии структуры. Наиболее существенными ее свойствами являются эффекты полного прохождения и отражения падающей волны. Характерно, что полное отражение наблюдается лишь в многоволновой области, что указывает на интерференционный характер этого явления.

ფ. ზოგდანოვი, გ. კევანიშვილი, ო. კეთილაძე, მ. ჩიხლაძე

E_{01} ტალღის გაბნევა სასრულო ზონის მრავალფენოვან
 დიელექტრიკულ ცილინდრზე

რეზიუმე

მოცემულია წრიული არარეგულარული ტალღამტარის კვლევის ახალი მეთოდიკა, რომელიც საშუალებას იძლევა სასრული სიგრძის მრავალფენიან დიელექტრიკულ სტრუქტურაზე სიმეტრიულ ტალღათა დიფრაქციის შედეგად მიღებული გაბნეული ველის შესწავლისა.

გამოკვლეული სტრუქტურა ავლენს რეზონანსულ თვისებებს ტალღის სიგრძისა და გეომეტრიული სტრუქტურის ცვლილებასთან დაკავშირებით. დამახასიათებელია დაცემული ტალღის სრული არეკვლისა და გატარების ეფექტები, ამასთანავე სრული არეკვლა დიამზირება მხოლოდ მრავალტალღიან არეში.

PHYSICS

F. G. BOGDANOV, G. Sh. KEVANISHVILI, O. G. KETILADZE,
 M. N. CHIKHLADZE

SCATTERING OF E_{01} WAVE BY A MULTILAYER DIELECTRIC PUCK

Summary

The paper suggests a new method for studying circular waveguides which allows the assessment of the scattering field arising from diffraction of symmetrical waves on multilayer dielectric structures of finite length. The system under study displays resonance properties.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Ю. А. Илларионов, С. Б. Раевский, В. Я. Сморгонский. Расчет гофрированных и частично заполненных волноводов. М., 1980.
2. ფ. გ. Богданов, გ. შ. Кевანიშვილი. Труды Тбилисского университета, 1983, № 15 (242), 85.



В. Г. АБАШИДЗЕ, И. А. МЕЛКАДЗЕ

ГАРМОНИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПРИЛИВНЫХ НАКЛОНОВ В РАЙОНЕ ИНГУРИГЭС

(Представлено академиком Б. К. Балавадзе 10.5.1987)

Исследования приливных наклонов земной коры, вызываемых лунно-солнечным притяжением, дают возможность определения упругих констант Земли γ и $\Delta\varphi$. Амплитудный фактор γ представляет собой отношение наблюдаемой амплитуды приливных наклонов исследуемой волны $A_{\text{набл.}}$ к теоретически вычисленной амплитуде $A_{\text{теор.}}$ и характеризует податливость верхней части Земли к приливообразующим силам Луны и Солнца. Величина $\Delta\varphi = \varphi_{\text{набл.}} - \varphi_{\text{теор.}}$ представляет собой разность фаз между наблюдаемым и теоретическим приливными волнами и может использоваться для изучения вязкости Земли.

Кроме того, в последнее время многие авторы [1—4] отмечают влияние на величину γ и $\Delta\varphi$ локальных неоднородностей верхних слоев земной коры. Имея ввиду эту возможность, нами для прослеживания разлома по изменениям γ и $\Delta\varphi$ был подвергнут гармоническому анализу по методу А. П. Венедикова наблюдаемый наклономерный материал, полученный в правобережной штольне № 183 за 1972—1980 гг. Данная штольня пересекает разлом, проходящий в основании плотины ИнгуриГЭС и пункты наблюдения в ней располагаются на блоках А и Б, разделенных разломом.

За указанный период для обработки по всем четырем приборам №№ 34, 14, 101, 107, установленным в данной штольне, оказались пригодными наблюдения общей продолжительностью 3504 суток. Всего проделано 95 независимых месячных анализов. Были получены величины γ и $\Delta\varphi$ для пяти основных приливных волн: суточных O_1 и K_1 и полусуточных M_2 , S_2 и N_2 , которые имеют максимальные теоретические амплитуды на станции ИнгуриГЭС (табл. 1).

Таблица 1

Теоретические амплитуды (в мс) основных приливных волн, вычисленных для станции Ингури ГЭС

Направление	M_2	S_2	N_2	K_1	O_1
В — З	11,58	5,39	2,22	6,21	4,41
С — Ю	7,83	3,65	1,50	0,78	0,55

Результаты обработки представлены в табл. 2. Заметим, что несмотря на глубокое заложение штольни, близость ее к строительным работам все же обусловила в наблюдаемом материале высокий фон техногенных помех.

Таблица 2

Значения γ и $\Delta\varphi$ основных приливных волн по наблюдениям в районе ИнгуриГЭС, в штольне № 183

Место наблюдения	Эпоха наблюдений, количество суток и серий	Фотоэлектр. наклонометры	M_2	N_2	S_2	O_1	K_1
			$\gamma, \Delta\varphi^\circ$	$\gamma, \Delta\varphi^\circ$	$\gamma, \Delta\varphi^\circ$	$\gamma, \Delta\varphi^\circ$	$\gamma, \Delta\varphi^\circ$
Пункт I до разлома, геострук. блок Б	1972—1979 гг. 758 суток, 19 серий	№ 34 В — З	0,7447 ± 190 -6,5644 $\pm 1,4642$	0,7673 ± 586 1,1662 $\pm 4,3558$	0,7246 ± 281 -2,4233 $\pm 2,2208$	0,4624 ± 526 -16,7101 $\pm 6,5162$	0,4210 ± 409 -11,8854 $\pm 5,5625$
	1972—1979 гг. 534 суток, 15 серий	№ 14 С — Ю	0,7546 ± 232 3,7472 $\pm 1,5428$	0,8221 ± 849 -1,1566 $\pm 5,9148$	0,7312 ± 466 -4,4883 $\pm 3,6550$		
Пункт II за разломом, геострук. блок А	1973—1980 гг. 1376 суток, 36 серий	№ 101 В — З	0,7514 ± 104 4,6620 $\pm 0,7956$	0,7445 ± 403 5,6606 $\pm 3,0991$	0,5940 ± 152 1,2087 $\pm 1,4654$	0,3452 ± 354 -6,8424 $\pm 5,8711$	0,4023 ± 408 -6,0346 $\pm 5,8137$
	1972—1980 гг. 836 суток, 25 серий	№ 107 С — Ю	0,7236 ± 144 2,0474 $\pm 1,1379$	0,7936 ± 538 1,3698 $\pm 3,8812$	0,7029 ± 307 -16,1387 $\pm 2,4989$		



Поэтому для анализа будем пользоваться значениями γ и $\Delta\varphi$ по главной лунной полусуточной волне M_2 . Сравнивая численные значения γ_{M_2} по всем четырем приборам, полученным на основе векторного осреднения по указанным в табл. 2 сериям, убеждаемся, что в них не обнаруживаются какие-либо аномальные значения, указывающие на влияние разлома, как это отмечено в литературе [3, 4]. Это, возможно, объясняется двумя причинами. Во-первых, пункты наблюдения не располагаются непосредственно у разлома, а отстают от него на 10—15 м. Во-вторых, как установлено [6], этот разлом не является активным усилителем приливных деформаций и между блоками не происходят заметные дифференцированные тектонические движения. В значениях γ_{M_2} в пределах ошибок их определения не обнаруживается также неравенство амплитудного фактора в направлении С-Ю и В-З (табл. 2).

Как видно из этой таблицы, значения сдвига фаз $\Delta\varphi$ по волне M_2 в основном имеют знак плюс, что свидетельствует об опережении наблюдаемого прилива по отношению к теоретически вычисленному. Знак минус в $\Delta\varphi$ у прибора 34 (В-З), стоящего на переднем постаменте в штольне, возможно, объясняется тем, что горный массив, в котором проложена штольня, расположен так, что температурными деформациями может возмущаться лишь составляющая В-З.

При сопоставлении значений параметра γ до и после начала заполнения водохранилища прослежено его изменение: значение γ после заполнения меньше, чем до его начала. Этому факту дать объяснение пока не представляется возможным. В настоящее время анализируются материалы наблюдений и по другим штольням. Надеемся, что совместное рассмотрение этих данных даст возможность глубже проанализировать материалы гармонического анализа.

Академия наук Грузинской ССР
Институт геофизики

(Поступило 14.5.1987)

გეოფიზიკა

3. აბაშიძე, ი. ხილაძე

ენგურჰესის რაიონში მიმოქცევილი დახრების ჰარმონიული ანალიზი

რეზიუმე

ენგურჰესის კახალის რაიონში დედამიწის ქერქის მიმოქცევილი დახრების ჰარმონიულმა ანალიზმა არ გამოავლინა ამპლიტუდური γ ფაქტორის ანომალური მნიშვნელობები, რაც რღვევის აქტიურობაზე მიუთითებდა. γ -ს მნიშვნელობები წყალსაცავის ავსების შემდეგ შედარებით ნაკლებია, ვიდრე ავსებამდე.

V. G. ABASHIDZE, I. A. MELKADZE

 HARMONIC ANALYSIS OF TIDAL TILTS IN THE AREA OF THE
 ENGURI HYDROELECTRIC STATION

Summary

Harmonic analysis of tidal tilts of the earth's crust in the area of the Enguri Hydro failed to reveal any anomalous values of the amplitude factor V that would indicate activity of the fault. The values of V were found to be smaller following the filling of the reservoir than prior to it.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. П. С. Матвеев. Сб. «Вращение и приливные деформации Земли», вып. I. Киев, 1970, 72—86.
2. В. Бухгейм. Сб. «Симпозиум по обмену опытом наклономерных наблюдений». Л., 1968, 132—155.
3. В. И. Старков, Е. Я. Старкова. Сб. «Вращение и приливные деформации Земли», вып. I. Киев, 1970, 241—249.
4. А. Е. Островский, В. И. Старков, Е. Я. Старкова. Сб. «Изучение земных приливов», М., 1980, 182—188.
5. А. П. Венедиков. Сб. «Симпозиум по обмену опытом наклономерных наблюдений». Л., 1968, 66—92.
6. Б. К. Балавадзе, В. Г. Абашидзе и др. Сообщения АН ГССР, 98, № 3, 1980, 573—576.

И. А. ШЕНГЕЛИЯ

МОДЕЛИРОВАНИЕ СПЕКТРАЛЬНОГО РАДИАЦИОННОГО ПОЛЯ НА ТЕРРИТОРИИ ЗАПАДНОЙ ГРУЗИИ

(Представлено академиком Б. К. Балавадзе 1.7.1987)

Радиационное поле на земной поверхности формируется после прохождения лучистой энергии Солнца через атмосферу. Прежде чем попасть на поверхность Земли, лучистая энергия претерпевает сложные превращения в результате рассеяния и поглощения.

Изучению спектрального радиационного поля на поверхность Земли в условиях Западной Грузии посвящен ряд исследований [1, 2] как теоретического, так и экспериментального характера. Однако результаты этих работ не дают возможности построения непрерывной модели радиационного поля.

Целью настоящей работы является создание схемы для вычисления спектрального радиационного поля в ультрафиолетовой (УФ), видимой (ВД) и близкой инфракрасной (БИК) областях излучения Солнца на территории Западной Грузии, с использованием некоторых известных теоретических и эмпирических методов, и ее обоснование путем сопоставления полученных результатов с некоторыми измеренными данными.

Как известно, уравнение переноса лучистой энергии для безоблачного неба имеет вид [3]

$$\frac{\cos \theta}{\rho} \frac{\partial S_{\lambda}}{\partial z} = -(K_{\lambda} + \sigma_{\lambda}) S_{\lambda}, \quad (1)$$

где z — вертикальная координата; λ — длина волны; S_{λ} — интенсивность прямой монохроматической солнечной радиации; θ — зенитный угол Солнца; ρ — плотность среды на высоте z ; K_{λ} и σ_{λ} — коэффициенты поглощения и рассеяния, соответственно.

Обозначим через $S_{0,\lambda}$ спектральную солнечную постоянную за пределами атмосферы. Решив уравнение (1), получим

$$S_{\lambda} = S_{0,\lambda} \exp \{-m \tau_{\lambda}(z)\}, \quad (2)$$

где m — оптическая масса атмосферы, а $\tau_{\lambda}(z)$ — оптическая плотность атмосферы на высотах, превышающих z .

Представим τ_{λ} в виде следующей суммы:

$$\tau_{\lambda} = \tau_o(\lambda) + \tau_m(\lambda) + \tau_a(\lambda) + \tau_w(\lambda), \quad (3)$$

где τ_o , τ_m , τ_a и τ_w — оптические плотности озона, идеально чистой атмосферы (молекулярное рассеяние), аэрозолей и водяного пара, соответственно. Тогда формула (2) примет следующий вид:

$$S(\lambda, m, z) = S_{0,\lambda} \exp \{-(\tau_o + \tau_m + \tau_a + \tau_w) m\}. \quad (4)$$



Перепишем последнюю формулу в следующем виде:

$$S(\lambda, m, z) = \left(\frac{R_0}{R}\right)^2 S_{0,\lambda} P_z(\lambda, m) P_a(\lambda, m) P_u(\lambda, m) P_w(\lambda, m), \quad (5)$$

где R_0 и R — соответственно среднее расстояние между Землей и Солнцем, и расстояние между ними в данный момент времени, а $P_z(\lambda, m)$, $P_a(\lambda, m)$, $P_u(\lambda, m)$ и $P_w(\lambda, m)$ являются функциями пропускания для идеальной чистой атмосферы, аэрозолей, озона и водяного пара, соответственно. Первые три из приведенных выше функций определяются следующими соотношениями:

$$P_z(\lambda, m) = \exp(-0,00879 \lambda^{-4,09} e^{-z/8} m), \quad (6)$$

$$P_a(\lambda, m) = \exp(-a\lambda^{-n} e^{-z/11,2} m), \quad (7)$$

$$P_u(\lambda, m) = \exp(-K_u(\lambda) um). \quad (8)$$

Для определения нужных значений $P_w(\lambda, m)$ используют специальные таблицы (напр. [4]).

На основе исследований [5] выведена формула для расчета спектральной рассеянной радиации на участках спектра, в которых поглощения отсутствуют:

$$D_\lambda = \left[\frac{2\pi R(\tau_{0,\lambda}, \vartheta) \cos \vartheta}{4 + (1 - A_\lambda)(3 - \aleph_1) \tau_{0,\lambda}} - \pi \exp\{-\tau_{0,\lambda} m\} \cos \vartheta \right] \frac{S_{0,\lambda} \exp\{-K_\lambda \omega m\}}{\pi}, \quad (9)$$

где A_λ — спектральное альbedo земной поверхности,

$$R(\tau_{0,\lambda}, \vartheta) = 1 + \frac{3}{2} \cos \vartheta \left(1 - \frac{3}{2} \cos \vartheta\right) \exp\{-\tau_{0,\lambda} m\}, \quad (10)$$

$$\aleph_1 = \frac{3}{2} \int_0^\pi \aleph(\gamma) \cos \gamma \sin \gamma d\gamma, \quad (11)$$

а $\aleph(\gamma)$ — индикатриса рассеяния.

На участках спектра, где имеет место и рассеяние и поглощение радиации, К. С. Шифрин, О. Аваста и Х. Молдау [6, 7] для вычисления спектральной рассеянной радиации на земной поверхности создали метод, который подобно методу вычисления прямой спектральной радиации опирается на принцип разделения атмосферы на слои.

Когда альbedo отлично от нуля, формула принимает вид

$$D_\lambda(\tilde{\lambda}, A_\lambda) = D_\lambda^0 + (D_\lambda^0 + S_\lambda) \frac{\tilde{\lambda} A_\lambda a \tau_{0,\lambda}}{4 + a \tau_{0,\lambda} (1 - A_\lambda)}, \quad (12)$$

где $a = 3 - \aleph_1$, $S_\lambda^i = S_\lambda \cos \vartheta$, а D_λ^0 (спектральная рассеянная радиация при $A_\lambda = 0$) и $\tilde{\lambda}$ (характеризующая поглощение радиации) даются следующими формулами, соответственно:

$$D^0(z, i) = \frac{S_0}{4\pi} \sum_k \exp\{-\tau_k m\} P_w \Delta \tau_k \int_0^{2\pi} \int_0^{\pi/2} \aleph(\gamma) \exp\{-(\tau_z - \tau_k) \sec \vartheta\} \times \\ \times P_w \sin \vartheta d\vartheta d\varphi. \quad (13)$$

$$\tilde{\lambda} = \frac{\tau_{\lambda}(\sigma_{\lambda}, \overline{\sec \vartheta})}{\tau_{\lambda}(\sigma_{\lambda} \sec \vartheta) - \ln(P(w \sqrt{\overline{\sec \vartheta}}))}. \quad (14)$$

Если определить прямую и рассеянную радиацию для одних и тех же длин волн по формулам (5), (9) и (12) и сложить соответствующие значения, ясно, что получим поток суммарной монохроматической радиации:

$$Q_{\lambda} = S_{\lambda} \cos \vartheta + D_{\lambda}. \quad (15)$$

С интегрированием S_{λ} , D_{λ} и Q_{λ} по всему спектру или по его определенному участку (напр. УФ, ВД и БИК) можно вычислить значения прямой, рассеянной, суммарной интегральной радиации, а также радиации для определенного участка.

С целью проверки точности радиационного поля, моделируемого по формулам (5), (9) и (12) для Западной Грузии в Сухуми, в Цхакая и в Анасеули для января и июля, по временам, совпадающим со временем наблюдений в актинометрической сети, вычислили значения прямой, рассеянной и суммарной спектральной радиации.

Значения спектральных солнечных постоянных взяты из работы [8]. Коэффициент a аэрозольного ослабления вычислен методом определения аэрозольного помутнения с помощью прямой радиации [9]. Для определения количества водяного пара в атмосфере использован эмпирический метод [10], а коэффициенты пропускания водяного пара определены с помощью работы [4]. Значения коэффициента поглощения озона взяты из работы [11].

В атмосфере на высоте z монохроматическую индикатрису рассеяния можно представить в виде

$$\mathfrak{N}(z, \lambda, \gamma) = 0,00879 \lambda^{-4,69} e^{-z/18} \mathfrak{N}_p(\gamma) + \frac{a}{\lambda} e^{-z/1,2} \mathfrak{N}_a(\lambda, \gamma), \quad (16)$$

где $\mathfrak{N}_p(\gamma)$ и $\mathfrak{N}_a(\lambda, \gamma)$ — индикатрисы на поверхности земли для молекулярного и аэрозольного рассеяний. Первая из них определяется формулой

$$\mathfrak{N}_p(\gamma) = \frac{3}{4} (1 + \cos^2 \gamma), \quad (17)$$

а для вычисления $\mathfrak{N}_a(\lambda, \gamma)$ использованы данные работы [12].

Определенные сложности возникли при выборе спектрального альбедо для различных пунктов и в различные моменты времени. Ввиду того что наша цель состояла в создании радиационной модели на основе средних значений метеорологических элементов, приближенно были использованы средние значения альбедо. При определении соответствующих численных значений в основном были использованы работы [13, 14].

Вычисленные значения прямой, рассеянной и суммарной интегральной радиации в предлагаемой нами схеме определения спектральной радиации сопоставлены с соответствующими измеренными значениями радиации. Результаты сопоставления показывают, что среднее значение процента отклонения между вычисленными и измеренными значениями меняются в пределах 10%.



Таким образом, можно заключить, что точность предложенной нами схемы для моделирования поля спектральной радиации на территории Западной Грузии в условиях ясного неба, которая в качестве эмпирического материала использует только данные, приведенные в справочной литературе, в среднем 90%.

Академия наук Грузинской ССР
Институт географии
им. Вахушти

(Поступило 10.9.1986)

გეოფიზიკა

ი. შენგელია

დასავლეთ საქართველოს ტერიტორიაზე სპექტრული რადიაციული
პოლის მოდელირება

რეზიუმე

თეორიულ და ნახევრადემპირიულ მეთოდებზე დაყრდნობით აგებულია სქემა დასავლეთ საქართველოს ტერიტორიაზე გამოსხივების ულტრაიისფერ ხილულ და ახლო ინფრაწითელ არეებში სპექტრული რადიაციული ველის მოდელირებისათვის. განსაზღვრულია სქემის სიზუსტე ფაქტიურ მონაცემებზე დაყრდნობით და დადგენილია, რომ იგი საშუალოდ 90%-ია.

GEOPHYSICS

I. A. SHENGELIA

MODELLING OF SPECTRAL RADIATION IN THE TERRITORY OF WESTERN GEORGIA

Summary

Based on theoretical and theoretico-empirical methods, a scheme for modelling the spectral radiation field in ultraviolet, visible and infrared areas in the territory of western Georgia is presented. The trueness of the scheme is determined on the basis of the factual data, and is 90% on the average.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Д. Ш. Долидзе. Субтропические культуры, № 15 (133), 1974.
2. В. П. Гагуа. Тр. ЗаКНИГМИ, вып. 54 (60), 1977.
3. К. Я. Кондратьев. Актиметрия. Л., 1965.
4. P. I. Wuat *et al.* Applied Optics, vol. 3, №2, 1964.
5. К. С. Шифрин, И. А. Минин. Труды ГГО, вып. 68, 1967.
6. К. С. Шифрин, О. Авасте. Исследования по физике атмосферы, ИФА АН ЭССР, № 2, 1960.
7. О. Авасте, Х. Молдау, К. С. Шифрин. Исследования по физике атмосферы, ИФА АН ЭССР, № 3, 1962.
8. К. Я. Кондратьев. Метеорология и гидрология, № 3, 1971.
9. К. А. Таварткиладзе, Э. В. Саджая. Сб. «Оптика моря и атмосферы». Л., 1984.
10. К. А. Таварткиладзе, И. А. Шенгелия. Сообщения АН ГССР, т. III, № 3, 1983.
11. E. Vigroux. Annals de Physique, 8, 1953.
12. В. С. Антюфеев и др. Изв. АН СССР, ФАО, 16, № 2, 1980.
13. I. Dirnhirn. Wetter u Lebenm Bd. 9, 1957.
14. К. Я. Кондратьев, П. П. Федченко. Спектральная отражательная способность и распознавание растительности. Л., 1982.

АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

В. М. ОКУДЖАВА (академик АН ГССР), Б. Г. ЧАНКВЕТАДЗЕ,
М. Д. РУХАДЗЕ, М. М. РОГАВА

КОЛИЧЕСТВЕННОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЛЕКАРСТВЕННЫХ
СРЕДСТВ БЕНЗОДИАЗЕПИНОВОГО РЯДА МЕТОДОМ
ВЫСОКОЭФФЕКТИВНОЙ ЖИДКОСТНОЙ ХРОМАТОГРАФИИ

Производные бензодиазепина все шире внедряются в терапевтическую практику в качестве лекарственных средств различного действия. Препараты этой группы являются основными представителями транквилизаторов (хлосепид, сибазон, феназепам и др.), а также применяются в качестве противосудорожных (сибазон, клоназепам и др.) и снотворных (нитразепам) средств [1]. Широкое внедрение в клиническую практику лекарственных средств — производных диазепина ставит задачу более подробного изучения их метаболизма, фармакокинетики и фармакодинамики. С другой стороны, адекватное лечение этими препаратами требует установления их эффективных терапевтических диапазонов, режима дозирования и совместимости с другими препаратами. Для решения поставленных выше задач необходима разработка достаточно быстрого, доступного и высокочувствительного метода количественного определения этих препаратов и их метаболитов в различных биологических объектах. Ранее нами была

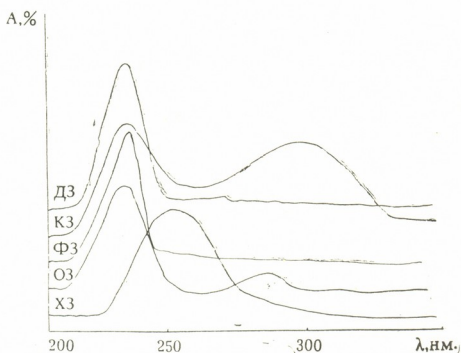


Рис. 1. УФ-спектры ДЗ, ФЗ, НЗ, КЗ, ХЗ и ОЗ в интервале длин волн 190—360 нм

предложена методика одновременного количественного определения основных противосудорожных средств и некоторых транквилизаторов бензодиазепинового ряда методом газо-жидкостной хроматографии [2].



Настоящая работа является расширением возможностей предложенного нами ранее ГЖХ метода, что делает возможным одновременное количественное определение пяти соединений диазепинового ряда. Предложенная методика реализуется с применением высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) в варианте с нормальной фазой. Приготовление образцов производили следующим образом: 1 мл сыворотки донорской крови, содержащей диазепам (ДЗ), феназепам (ФЗ), нитразепам (НЗ), клоназепам (КЗ) (или оксазепам — ОЗ) и хлосепид (ХЛЗ) помещали в 10-миллиметровую центрифужную пробирку, подкисляли 0,3 мл 0,25 N HCl, добавляли 0,2 мл раствора феназепама (0,1 мкг/мл) и 2 мл хлороформа, встряхивали со скоростью 150 цикл/мин в течение 15 мин и центрифугировали со скоростью 3000 об/мин. Продолжительность центрифугирования 15 мин. Нижний органический слой переносили в другую пробирку и высушивали под потоком воздуха при 50°C. Сухой остаток растворяли в 20 мкл элюента и 5—10 мкл вводили в хроматограф.

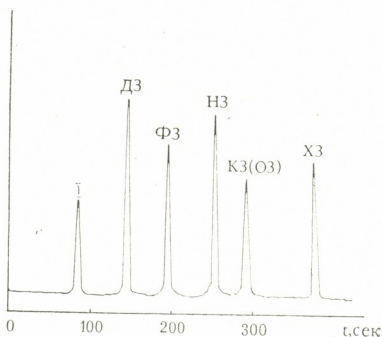


Рис. 2. Хроматограмма донорской крови, содержащей ДЗ (100 нг/мл), ФЗ (100 нг/мл), НЗ (80 нг/мл), КЗ (10 нг/мл), ХЗ (50 нг/мл) и ОЗ (50 нг/мл)

Хроматографический анализ проводили на микроколоночном жидкостном хроматографе «Милихром» (п/о «Научприбор», г. Орел). Разделение вышеуказанных соединений осуществляли на металлической колонке размером 2 мм×64 мм, наполненной адсорбентом силасорб-600 («Хемапол», ЧССР) размером частиц 5 мк. В качестве элюента применяли смесь: 70% гексана, 22% хлороформа, 8% изопропилового спирта. Элюент подавали со скоростью 100 мкл/мин. Детектирование проводили с помощью ультрафиолетового детектора. С целью установления оптимальной длины волны детектирования производных бензодиазепина предварительно на том же приборе снимали УФ-спектры всех анализируемых соединений в интервале длин волн 190—360 нм. Как видно из рис. 1, оптимальной длиной волны является 240 нм. При этой длине волны и проводили дальнейший анализ сложных многокомпонентных смесей.

На рис. 2 приведена хроматограмма донорской крови, содержащей все перечисленные выше препараты. Как видно из этого рисунка, все соединения разделяются удовлетворительно и компонент плазмы (I пик) не мешает анализу лекарственных веществ.

Лекарственный препарат	Время удержания, сек	Интервал концентрации при калибровке, нг/мл
ДЗ	145	10 — 1000
ФЗ	195	100
НЗ	250	10 — 1000
НЗ	280	0,1 — 100
ОЗ	280	0,1 — 100
ХЗ	375	0,1 — 100

С целью количественного определения этих соединений строили калибровочные кривые, меняя концентрации ДЗ, НЗ, КЗ и ХЗ в указанных в таблице интервалах, а концентрацию ФЗ оставляли постоянной. Приведенные на рис. 3 калибровочные кривые остаются линейными в широком диапазоне концентраций. Чувствительность анализа соответствует ожидаемым в биологических объектах концентрациям этих препаратов, воспроизводимость результатов колеблется в пределах 98—101%.

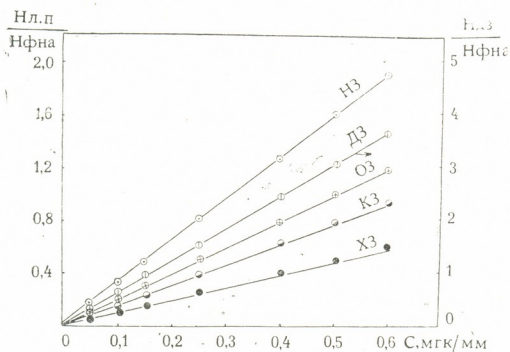


Рис. 3. Калибровочные кривые для количественного определения ДЗ (1), НЗ (2), КЗ (3) и ХЗ (4)

Предложенный метод характеризуется доступностью, экономичностью и экспрессностью. Он хорошо удовлетворяет требования рутинного анализа и может быть применен как в клинической практике, так и в тонких фармакологических (в частности, фармакокинетических) исследованиях.

3. ოპუჯავა (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი), ბ. ზანკვეთაძე,
მ. რუხაძე, მ. როგავა

ბენზოდიაზეპინის რიგის სამკურნალო პრეპარატების განსაზღვრა
მაღალეფექტური თხევადფაზური ქრომატოგრაფიის მეთოდით

რეზიუმე

მოწოდებულია ბენზოდიაზეპინის რიგის ტრანკვილიზატორებს, ანტიკონ-
ვულსანტების და ანესთეზიოლოგიური საშუალებების რადენობრივი ანალი-
ზის მეთოდი მაღალეფექტური თხევადფაზური ქრომატოგრაფიის გამოყენე-
ბით. აღწერილი მეთოდი ხასიათდება მაღალი მგრძობიარობით, შედეგების
კარგი განმეორებადობით და შეიძლება გამოყენებულ იქნეს კლინიკურ პრაქ-
ტიკაში და ფარმაცოლოგიური კვლევების დროს.

ANALYTICAL CHEMISTRY

V. M. OKUJAVA, B. G. CHANKVETADZE, M. D. RUKHADZE, M. M. ROGAVA

QUANTITATIVE DETERMINATION OF BENZODIAZEPINE COMPOUNDS BY MEANS OF HIGH PERFORMANCE LIQUID CHROMATOGRAPHY

Summary

A quantitative HPLC method is proposed for determination of diazepam
tranquilizing and anticonvulsant drugs. This technique is characterized
with high sensitivity and good reproducibility of results, and may be used
in clinical practice and pharmacology.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. М. Д. Машковский. Лекарственные средства, т. I. М., 1985.
2. В. М. Окуджава, Б. Г. Чанкветадзе, М. Д. Рухадзе. Изв. АН ГССР,
сер. биол., т. 12, № 6, 1986, 396.



ОБЩАЯ И НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

А. Е. ШВЕЛАШВИЛИ, Л. Ш. ЧАРЕЛИШВИЛИ, Т. О. ВАРДОСАНИДЗЕ,
 А. Н. СОБОЛЕВ

СИНТЕЗ И КРИСТАЛЛИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА КОМПЛЕКСА
 КОБАЛЬТА (II) С РАЗНОИМЕННЫМИ АЦИДОЛИГАНДАМИ
 СОСТАВА $Co(DM)I_{1,5}(NO_3)_{0,5} \cdot 4H_2O$

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. Г. Андрионикашвили 13.3.1987)

С целью выяснения вопроса о взаимном влиянии разных ацидолигандов нами продолжены работы по синтезу и исследованию строения комплексов типа $ML_nXY \cdot nH_2O$, где L — циклообразующие аминоклиганды; X , Y — одинаковые или разные ацидолиганды.

Данная работа посвящена синтезу и рентгеноструктурному исследованию комплексного соединения кобальта (II) состава $Co(DM)I_{1,5}(NO_3)_{0,5} \cdot 4H_2O$, где DM — дигидразид малоновой кислоты.

Синтез проводили по видоизмененной методике, примененной авторами в работе [1, 2].

Таблица 1
 Координаты атомов в структуре $Co(DM)I_{1,5}(NO_3)_{0,5} \cdot 4H_2O$

Атом	X	Y	Z
I	0,20625(3)	0,67445(2)	0,52951(7)
Co(1)	0,50	0,25	0,6243(2)
Co(2)	0,25	0,0	0,25
I(1)	-0,07027(6)	0,54082(4)	0,7525(1)
O(1)	0,3518(2)	0,0787(2)	0,2233(6)
O(2)	0,4606(3)	0,1861(2)	0,4158(6)
N(1)	0,3450(3)	-0,0330(2)	0,2889(9)
N(2)	0,4188(3)	0,0152(5)	0,2697(9)
N(3)	0,5803(3)	0,1768(2)	0,4545(7)
N(4)	0,5968(3)	0,2176(2)	0,6028(8)
C(1)	0,4148(4)	0,0699(3)	0,2363(9)
C(2)	0,4957(4)	0,1194(3)	0,2194(9)
C(3)	0,5105(4)	0,1633(3)	0,3737(8)
O _ш (1)	0,4436(4)	0,1875(2)	0,8174(7)
O _ш (2)	0,2472(3)	0,0177(3)	0,5216(7)
O _ш (3)	0,7025(3)	0,1253(2)	0,4247(7)
O _ш (4)	0,8501(4)	0,1987(3)	0,5899(8)
N(5)	-0,07027(6)	0,54082(4)	0,7525(1)
O(3)	-0,1166(6)	0,5071(4)	0,744(2)
O(4)	-0,0020(8)	0,5760(5)	0,771(2)
O(5)	-0,0880(7)	0,4895(6)	0,765(2)

Рентгеноструктурный эксперимент был проведен на монокристаллическом образце размером $0,30 \times 0,25 \times 0,25$ мм³. Параметры моноклинной ячейки: $a = 17,831(3) \text{ \AA}$, $b = 23,851(4) \text{ \AA}$, $c = 7,453(1) \text{ \AA}$, $\gamma = 110,90(1)^\circ$. Пр. гр. $B 2_1/c$, $Z = 8$, $V = 2961,4(\epsilon) \text{ \AA}^3$, $d_{\text{выч}} = 2,17 \text{ г/см}^3$, $\mu = 42,8 \text{ см}^{-1}$. Структура решена прямым методом и уточнена по 1863 $I \geq 3$ независимым отражениям полноматричным МНК (в анизотропном приближении для не-

водородных атомов, кроме $N(5)$). Атомы водородов рассчитывались по программам расчета и не уточнены [3]. Окончательное значение фактора недостоверности $R=0,034$. Координаты базисных атомов в структуре приведены в табл. 1.

Структура построена из полимерных волнистых металл-дигидразидных цепей с цис-октаэдрическими (для $Co(1)$) и транс-октаэдрическими (для $Co(2)$) узлами в максимумах «волн», анионов Γ и $(NO_3)^-$ и молекул кристаллизационной воды. В структуре анионы $\Gamma(1)$ и $(NO_3)^-$ статистически замещаются и имеют заселенность 0,5, а анион I имеет заселенность 1,0. Таким образом, структурная формула соединения имеет вид $\{[Co_2(DM)_2(OH_2)_4]\} \cdot I_3(NO_3) \cdot 4H_2O$.

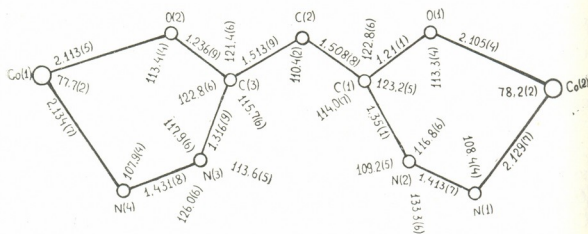


Рис. 1. Линейные (Å) и угловые (град) параметры координированной молекулы DM в структуре $Co(DM)_{1,5}(NO_3)_{0,5} \cdot 4H_2O$

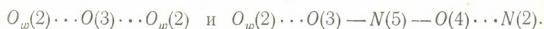
В структуре DM выполняет бис-бидентатную хелатную функцию. Координационный полиэдр $Co(1)$ — октаэдр. Молекулы воды, дополняющие полиэдр до октаэдра в цис-положении друг к другу. Координационный полиэдр $Co(2)$ до октаэдра также дополняется двумя молекулами воды, расположенными в транс-положении друг к другу. Расстояния $Co-O$ несколько меньше расстояний $Co-O_{\text{дигрид}}$.

$(Co(1)-O_w(1)=2,058 \text{ \AA}, Co(2)-O_w(2)=2,072(6) \text{ \AA},$ а $Co(1)-O(2)=2,113(7) \text{ \AA}$
и $Co(2)-O(1)=2,105(4) \text{ \AA}.$

В структуре два независимых металлоцикла, линейные и угловые параметры которых приводятся на рис. 1. Из плоскости $O(2)N(4)-N(3)C(3)$ атом $Co(1)$ выходит на $0,12 \text{ \AA}$. Перегиб этого цикла по линии $O \dots NH_2 = 4,5^\circ$. Второй металлоцикл $Co(2)O(1)N(1)-N(1)C(1)$ почти плоский (из плоскости $O(1)N(1)N(2)C(1)$ атом $Co(2)$ выходит на $0,04 \text{ \AA}$). Угол перегиба второго цикла $1,6^\circ$. Угол между плоскостями металлоциклов в дигидразидной молекуле 60° .

Как видно из рис. 2, расстояния $N-O$ в анионе NO_3^- неравноценны, что, по-видимому, объясняется разным участием атомов O в создании водородных связей.

В структуре между соседними полимерами наблюдается сильное Ван-дер-ваальсовое взаимодействие через анион NO_3^- типа



Молекулы кристаллизационной воды $O_w(3)$ и $O_w(4)$ также на расстоянии сильного Ван-дер-ваальсового взаимодействия от атомов $N(1)$ и $O_w(1)$, соответственно. Таким образом, при описании структуры справедливее

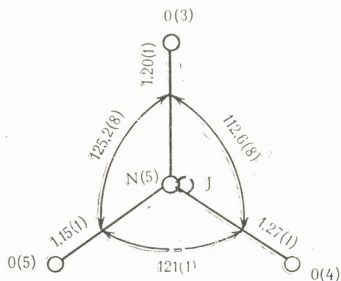


Рис. 2. Линейные параметры аниона в структуре $Co(DM)I_{1.5}(NO_3)_{0.5} \cdot 4H_2O$

было бы говорить о полимерно-сеточном строении комплекса (рис. 3), так как вышеописанное Ван-дер-ваальсовое взаимодействие объединяет

Таблица 2

Линейные ($\overset{\circ}{A}$) и угловые (град.) параметры, характеризующие водородные связи в структуре $Co(DM)I_{1.5}(NO_3)_{0.5} \cdot 4H_2O$

Связь $A \cdots HB$	Расстояния $A \cdots B$	Расстояния $A \cdots H$	Угол $A \cdots H - B$
$O_w(4) \cdots O(1)$	2,700(7)	1,92	176
$O_w(3) \cdots (1)$	2,964(6)	2,45	151
$O(3) \cdots O(2)$	2,986(7)	2,11	148
$O(4) \cdots (2)$	2,98(1)	2,40	118
$O(3) \cdots O(2)$	2,876(8)	2,09	176

полимерные цепи в сетки. Хотя из-за присутствия в структуре статистически замещенных групп атомы водородов не уточнялись, нами рассчита-

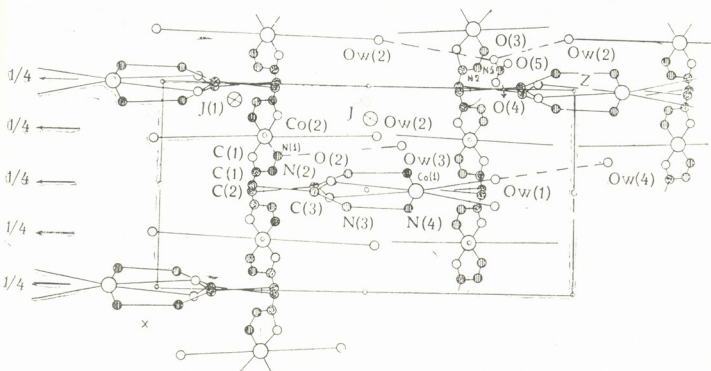


Рис. 3. Фрагмент проекции структуры $Co(DM)I_{1.5}(NO_3)_{0.5} \cdot 4H_2O$ на плоскость XZT

ნის ხარისხის და სტრუქტურის მონაცემები, რომლებიც მიიღოთ კრისტალური სტრუქტურის დასადგინად. ესევე მოცემულია კომპლექსის სინთეზის და მისი მონოკლინური სისტემის დასადგინად. დადგინდა, რომ კრისტალური სტრუქტურის მონოკლინური სისტემის და სტრუქტურის პოლიმერული-იონური.

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

(Потупило 2.4.1987)

ზოგადი და არაორგანული ქიმია

ა. შველავილი, ლ. შარელიშვილი, თ. ვარდოსანიძე, ა. სობოლევი

სინთეზი და კრისტალური სტრუქტურის დასადგინად კობალტის (II) $\text{Co}(\text{DM})\text{I}_{1.5}(\text{NO}_3)_{0.5} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ კომპლექსის

რეზიუმე

აღწერილია $\text{Co}(\text{DM})\text{I}_{1.5}(\text{NO}_3)_{0.5} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ შედგენილობის ნაერთის სინთეზი და მისი მონოკლინური სისტემის დასადგინად. დადგინდა, რომ კრისტალური სტრუქტურის მონოკლინური სისტემის და სტრუქტურის პოლიმერული-იონური.

GENERAL AND INORGANIC CHEMISTRY

A. E. SHVELASHVILI, L. Sh. CHARELISHVILI, T. O. VARDOSANIDZE,
 A. N. SOBOLEV

SYNTHESIS AND CRYSTAL STRUCTURE OF COBALT (II) COMPLEX
 WITH DIFFERENT ACIDOLIGANDS OF $\text{Co}(\text{DM})\text{I}_{1.5}(\text{NO}_3)_{0.5} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$
 COMPOSITION

Summary

Synthesis of $\text{Co}(\text{DM})\text{I}_{1.5}(\text{NO}_3)_{0.5} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ compound is described and the results of its X-ray analysis presented. The crystals appear to have monoclinic system and the complex is characterized with polymeric structure.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. A. E. Швелашвили, Е. Н. Зеделашвили, Л. Ш. Чарелишвили. ЖХХ, т. 29, вып. № 4, 1984.
2. A. E. Швелашвили. Автореферат докт дисс. Тбилиси, 1974.
3. G. M. Sheldrick. SHELXTL—integrated system for performing crystallographic calculations, —User manual, revision 2, 1976—Nicolet XRD Corporation, USA.



ОБЩАЯ И НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Л. Ш. ЧАРЕЛИШВИЛИ, А. Е. ШВЕЛАШВИЛИ, Т. О. ВАРДОСАНИДЗЕ,
 А. Н. СОБОЛЕВ

СИНТЕЗ И КРИСТАЛЛИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА КОМПЛЕКСА
 КОБАЛЬТА (II) С РАЗНОИМЕННЫМИ АЦИДОЛИГАНДАМИ
 СОСТАВА $\text{Co}(\text{DM})(\text{NO}_3)_{1.5}(\text{ClO}_4)_{0.5} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. Г. Андроникашвили 3.3.1987)

В данной статье с целью выяснения вопроса о возможности статистического взаимного замещения ионов NO_3^- и ClO_4^- проведен синтез и рентгеноструктурное исследование кристаллов предполагаемого состава — $\text{CoDM} \text{NO}_3\text{ClO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$, где DM — дигидразид малоновой кислоты.

Синтез проводили по видоизмененной методике, принятой авторами в работе [1, 2].

Рентгеноструктурный эксперимент был проведен на монокристаллическом образце размером $0,25 \times 0,25 \times 0,35 \text{ мм}^3$. Параметры решетки: $a = 10,519(2) \text{ \AA}$, $b = 9,786(2) \text{ \AA}$, $c = 7,803(2) \text{ \AA}$, $\alpha = 102,04(2)^\circ$, $\beta = 100,17(2)^\circ$, $\gamma = 114,63(2)^\circ$. Пр. гр. $P\bar{1}$, $Z=2$. Структура решена прямым методом и уточнена по $1700 I \geq 3\sigma(I)$ независимым отражением полноматричным

Таблица 1

Координаты атомов в структуре $\text{Co}(\text{DM})(\text{NO}_3)_{1.5}(\text{ClO}_4)_{0.5} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$

Атом	X	Y	Z
Co	0,22508(8)	0,14398(8)	0,3947(1)
Cl	0,7278(3)	0,3067(3)	0,6000(3)
O(1)	0,0564(3)	-0,0822(4)	0,2122(4)
O(2)	-0,1651(5)	-0,2268(5)	0,1859(6)
O(3)	0,6375(6)	0,1575(5)	0,5109(8)
O(4)	0,8697(5)	0,3452(6)	0,6199(9)
O(5)	0,675(1)	0,400(1)	0,526(2)
O(6)	0,708(2)	0,359(2)	0,776(3)
N(7)	0,7278(3)	0,3067(3)	0,6000(3)
O(56)	0,696(1)	0,404(1)	0,664(1)
O _w (1)	0,4076(4)	0,3484(4)	0,5528(5)
O _w (2)	0,2258(4)	0,0271(4)	0,5848(4)
O _w (3)	0,2978(6)	0,2173(8)	-0,0906(6)
N(1)	0,3445(6)	0,0556(6)	0,2497(7)
N(2)	0,2429(6)	-0,0911(6)	0,1153(7)
N(3)	-0,0241(6)	-0,2781(5)	-0,3452(7)
N(4)	-0,0856(4)	-0,2373(4)	-0,4899(5)
C(1)	0,1035(5)	-0,1490(5)	0,1093(6)
C(2)	0,0006(5)	-0,3054(5)	-0,0420(6)
Є(3)	-0,0704(5)	-0,2700(4)	-0,1983(6)
N(5)	0,6564(5)	0,3558(5)	0,1518(7)
O(7A)	0,618(4)	0,202(4)	0,097(4)
O(8A)	0,788(3)	0,457(3)	0,194(3)
O(9A)	0,566(2)	0,380(2)	0,222(2)
O(7B)	0,595(4)	0,220(4)	0,050(4)
O(8B)	0,791(3)	0,423(3)	0,251(3)
O(9B)	0,575(1)	0,424(1)	0,153(1)



МНК. Неводородные атомы, кроме разупорядоченной группы NO_3^- (атомы N(5), O(7A), O(8A), O(9A), O(7B), O(8B), O(9B)) и статистически замещенной с группой $(\text{ClO}_4)^-$ $(\text{NO}_3)^-$ группы (атомы N(7), O(5), O(6), O(56)), уточнялись в анизотропном приближении. Положения водородов рассчитывались по программам расчета и не уточнены. В табл. 1 приводятся координаты неводородных атомов в структуре. Окончательное значение фактора недостоверности $R=0,045$.

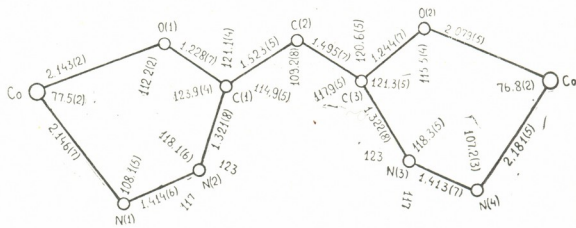
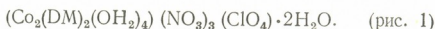


Рис. 1. Линейные (Å) и угловые (град.) параметры координированной молекулы DM в структуре $\text{Co}(\text{DM})(\text{NO}_3)_{1,5}(\text{ClO}_4)_{0,5} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$

Структура димерно-ионного типа и построена из димерных комплексных катионов состава $(\text{Co}_2(\text{DM})_2(\text{OH}_2)_4)^{++}$, разупорядоченного аниона $(\text{NO}_3)^-$, статистически замещенных анионных групп $(\text{ClO}_4)^-$ и $(\text{NO}_3)^-$ и молекул кристаллизационной воды. Структурная формула соединения имеет вид



DM в структуре выполняет бис-бидентатно хелатную функцию. В структуре два независимых, неплоских металлоцикла, которые имеют перегибы по линии $\text{O}-\text{NH}_2$ и описываются как конверты. Из плоскости

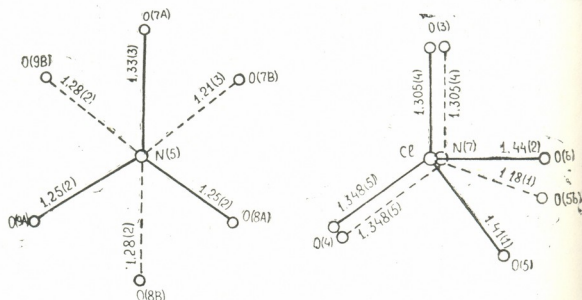


Рис. 2. Линейные (Å) параметры анионов в структуре $\text{Co}(\text{DM})(\text{NO}_3)_{1,5}(\text{ClO}_4)_{0,5} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$

O(1) N(1) N(2) C(1) атом кобальта выходит на 0,11 Å. Угол перегиба этого цикла 4°. Из плоскости O(2) N(4) N(3) C(3) атом кобальта выходит на 0,24 Å. Угол перегиба этого цикла 8°. Перегиб дигидразидной молекулы



74°. Линейные и угловые параметры, характеризующие металлоциклы в структуре, приводятся на рис. 1.

Координационный полиэдр Co(II) дополняется до октаэдра расположенными в цис-положении друг к другу молекулами воды. Расстояния $\text{Co}-\text{O}_w(1) = 2,035(3) \text{ \AA}$ и $\text{Co}-\text{O}_w(2) = 2,054(4) \text{ \AA}$ меньше расстояний $(\text{Co}-\text{O}_{\text{дигидр.}})_{\text{ср.}} = 2,111 \text{ \AA}$ и $(\text{Co}-\text{N}_{\text{дигидр.}})_{\text{ср.}} = 2,163 \text{ \AA}$.

В разупорядоченном анионе NO_3^- (рис. 2) (5) $\text{O}(7\text{B})$ $\text{O}(8\text{B})$ $\text{O}(9\text{B})$ группа плоская, а из плоскости $\text{O}(7\text{A})$ $\text{O}(8\text{A})$ $\text{O}(9\text{A})$ атом (5) выходит на $0,11 \text{ \AA}$. Угол между этими плоскостями 35° (рис. 2).

В статистически замещенных анионах $(\text{ClO}_4)^-$ и $(\text{NO}_3)^-$ два атома кислорода $\text{O}(3)$ и $\text{O}(4)$ общие, а два других $\text{O}(5)$ и $\text{O}(6)$ замещаются атомом $\text{O}(56)$ при переходе от $(\text{ClO}_4)^-$ группы к $(\text{NO}_3)^-$ группе. $(\text{NO}_3)^-$ группа плоская, а $(\text{ClO}_4)^-$ группа существенно искажена (рис. 2).

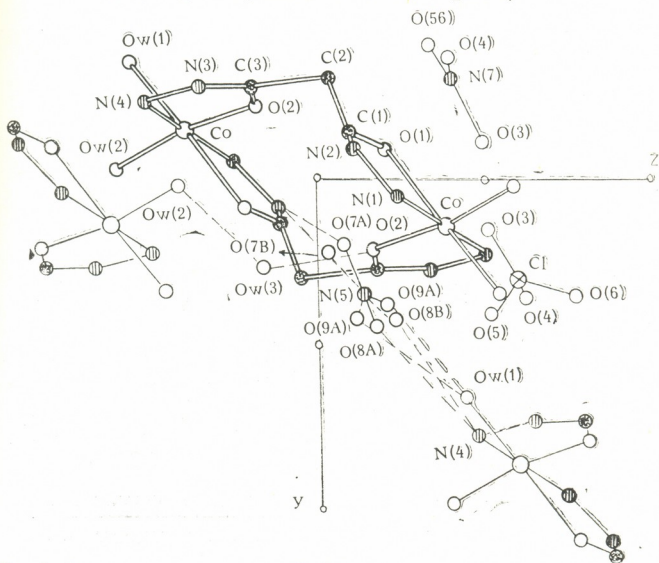
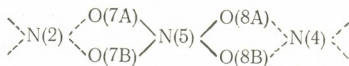


Рис. 3. Фрагмент проекции структуры $\text{Co}(\text{DM})(\text{NO}_3)_{1,5}(\text{ClO}_4)_{0,5} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ на плоскость XZ

В структуре димеры контактируют через разупорядоченный анион $(\text{NO}_3)^-$ (рис. 3) в направлении оси



и в направлении оси Y, через молекулы кристаллизационной воды $\text{O}_w(3) \dots \text{O}_w(2) \dots \text{O}_w(3) \dots \text{O}(2)$ и, таким образом, соединяя димеры в сетки (так как в направлении оси X контакты не наблюдаются). Рассчитанные нами

Линейные (А) и угловые параметры, характеризующие водородные связи в структуре $\text{Co}(\text{DM})(\text{NO}_3)_{1.5}(\text{ClO}_4)_{0.5} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$

Связь А ... ВВ	Расстояния А ... В	Расстояния А ... Н	Угол А...Н—В
ON(3)...O(2)	2,575(5)	1,83	164
O(8A)... (4)	3,04(2)	2,15	160
O(8B)... (4)	3,08(2)	2,27	145
O(9A)...O(1)	2,73(1)	2,22	128
O(3) ...O(2)	2,805(7)	1,93	164
O(7A)... (2)	2,73(4)	1,85	167
O(7B)... (2)	2,84(4)	1,96	163
O(2) ...O(3)	2,774(7)	2,12	145

геометрические параметры, которые характеризуют водородные связи (хотя атомы водородов не уточнены), приводятся в табл. 2.

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

(Поступило 3.4.1987)

ზოგადი და არაორგანული ქიმია

ლ. შარელიშვილი, ა. შველასვილი, თ. ვარდოსანიძე, ა. სობოლევი

სხვადასხვა აციდოლიგანდის კობალტის (II) კომპლექსის
 $\text{Co}(\text{DM})(\text{NO}_3)_{1.5}(\text{ClO}_4)_{0.5} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ სინთეზი და კრისტალური სტრუქტურა
 რეზიუმე

აღწერილია $\text{Co}(\text{DM})(\text{NO}_3)_{1.5}(\text{ClO}_4)_{0.5} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ შედგენილობის ნაერთის სინთეზი და მოცემულია მისი რენტგენოსტრუქტურული ანალიზის შედეგები. დადგენილია, რომ კრისტალები მიეკუთვნება ტრიკლინურ სინგონიას. სტრუქტურა აგებულია დიმერული კომპლექსური კათიონებისაგან. სტრუქტურულ ფორმულას აქვს შემდეგი სახე: $[\text{Co}(\text{DM})_2(\text{OH}_2)_4](\text{NO}_3)_3(\text{ClO}_4) \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.

GENERAL AND INORGANIC CHEMISTRY

L. Sh. CHARELISHVILI, A. E. SHVELASHVILI, T. O. VARDOSANIDZE,
 A. N. SOBOLEV

SYNTHESIS AND CRYSTAL STRUCTURE OF COBALT (II) COMPLEX WITH DIFFERENT ACIDOLIGANDS

Summary

Synthesis of $\text{Co}(\text{DM})(\text{NO}_3)_{1.5}(\text{ClO}_4)_{0.5} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ compound is described and the data of its roentgenostructural analysis are presented. Crystals appear to have a tri-wedged system built of complex dimer cations and characterized by the following formula: $[(\text{Co}_2(\text{DM})_2(\text{OH}_2)_4)(\text{NO}_3)_3(\text{ClO}_4) \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. Е. Швелашвили, Е. Н. Зеделашвили, Л. Ш. Чарелишвили. ЖНХ, 29, вып. № 4, 1984.
2. А. Е. Швелашвили. Автореферат докт дисс. Тбилиси, 1974.



ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Е. М. БЕНАШВИЛИ, О. С. БАИДОШВИЛИ

КАТАЛИТИЧЕСКИЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ ТРИМЕТИЛБЕНЗОЛОВ
 НА МОДИФИЦИРОВАННЫХ КЛИНОПТИЛОЛИТ- И
 МОРДЕНИТСОДЕРЖАЩИХ ТУФАХ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. Г. Андроникашвили 15.1.1986)

В наших предыдущих работах [1, 2] были изучены каталитические превращения мезитилена и псевдокумола в присутствии водородно-декатиионированных форм клиноптилолит- и морденитсодержащих туфов (ДкКлХ и ДкМТ), которые получались путем обработки соответствующих цеолитсодержащих туфов 10% соляной кислотой при комнатной температуре и весовом соотношении твердой и жидкой фаз 1:10 в течение 3 часов.

В отличие от [1, 2], в настоящей работе исследованы изомерирующие свойства водородно-декатиионированных форм клиноптилолит- и морденитсодержащих туфов месторождения Хекордзула (КаХ) и Болниси (МТ) Грузинской ССР, полученных через соответствующие аммониевые формы.

Аммониевые формы готовились методом ионного обмена с 1 н. раствором хлористого аммония в течение 1 часа трехкратно с последующей промывкой, сушкой. Перевод в водородные и декатиионированные формы проводился прокаливанием до температуры 350 и 550°C.

Результаты химического анализа исходных образцов и полученных после прокалывания соответствующих аммониевых форм (НКлХ, НМТ) представлены в табл. 1. Жидкие продукты катализа анализировались методом газо-жидкостной хроматографии [3]. Каталитические превращения проводились в проточной атмосферной установке в

Таблица 1
 Химический состав природных и модифицированных цеолитов после дегидратации

Образцы	Оксидные компоненты, масс. %						SiO ₂ /Al ₂ O ₃ (мол.)
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O+ K ₂ O	
КлХ НКлХ	72,95	13,92	1,39	3,24	1,94	6,56	8,9
МТ НМТ	78,88	12,86	1,19	2,35	1,18	3,54	10,4
	77,0	13,80	1,28	3,12	1,02	3,78	9,5
	78,66	13,40	1,01	2,99	1,01	2,93	10,0

интервале 400—600°C при объемной скорости 0,6 час⁻¹ в течение 1 часа, регенерация катализаторов — путем выжигания кокса в токе воздуха при 500—550° в течение 3—4 часов. Результаты эксперимента представлены в табл. 2, 3.



Из полученных экспериментальных данных видно, что НКЛХ является более активным катализатором изомеризации мезитилена и псевдокумола, чем НМТ. Конверсия указанных углеводородов начинается в присутствии НКЛХ при более низкой температуре (400°C) и значительно увеличивается (до 72—75%) с повышением температуры до 550—600° (табл. 2, 3). При превращении мезитилена оптимальный

Таблица 2
Результаты каталитических превращений мезитилена и псевдокумола на НКЛХ

Температура, °C	Углеводородный состав жидкого катализата, масс. %							Конверсия, масс. %	Выход на пропущенный углеводород, масс. %			
	Толуол	<i>o</i> -, <i>m</i> -, <i>p</i> -Ксилолы	Мезитилен	Псевдокумол	Гемимеллитол	Дурол	Изодуrol		Жидкий катализат	Продукты изомеризации	Селективность изомеризации, масс. %	
Превращение мезитилена												
400	—	1,1	86,6	12,3	—	—	—	16,0	97,0	11,9	74,6	
450	—	2,5	73,4	23,9	0,2	—	—	30,0	95,3	23,0	76,7	
500	—	13,2	51,1	31,9	3,0	0,8	—	52,0	94,0	32,8	63,1	
550	1,9	25,4	30,7	36,7	4,1	1,2	—	72,1	90,8	37,0	51,4	
600	4,0	23,7	28,0	38,0	4,3	2,0	—	75,3	88,4	37,4	49,7	
Превращение псевдокумола												
400	—	3,6	8,3	88,1	—	—	—	15,9	95,5	7,9	49,7	
450	—	6,4	14,5	68,8	6,8	3,5	—	35,8	93,3	19,9	55,5	
500	0,5	11,0	15,4	59,0	6,5	7,4	0,2	45,1	93,0	20,4	45,2	
550	1,3	17,2	15,0	46,2	7,6	11,5	1,2	57,6	91,8	20,8	36,0	
600	2,2	18,6	10,4	45,0	8,2	10,5	5,1	59,3	90,4	16,8	28,4	

выход продуктов изомеризации как на НКЛХ, так и на НМТ, равный 36—38%, получен в условиях 550—600°, но при более высокой селективности в случае НМТ (62—65%).

Таблица 3
Результаты каталитических превращений мезитилена и псевдокумола на НМТ

Температура, °C	Углеводородный состав жидкого катализата, масс. %							Конверсия, масс. %	Выход на пропущенный углеводород, масс. %		Селективность по изомеризации, масс. %
	Толуол	<i>o</i> -, <i>m</i> -, <i>p</i> -Ксилолы	Мезитилен	Псевдокумол	Гемимеллитол	Дурол	Изодуrol		Жидкий катализат	Продукты изомеризации	
Превращение мезитилена											
450	—	2,1	88,8	9,1	—	—	—	12,1	99,0	9,0	74,4
500	—	14,5	52,9	29,8	2,8	—	—	17,9	98,5	32,1	67,0
550	1,5	15,6	45,9	35,5	1,5	—	—	55,3	97,3	36,0	65,1
600	4,9	18,2	32,3	37,3	4,3	3,0	—	68,7	97,0	40,4	58,8
Превращение псевдокумола											
450	—	4,2	6,1	89,7	—	—	—	11,0	99,2	6,1	55,5
500	1,5	12,8	15,1	61,8	8,8	—	—	39,3	98,3	23,5	59,8
550	1,8	14,9	17,5	54,9	9,1	1,8	—	46,7	97,0	25,8	55,1
600	3,5	16,8	18,8	46,4	9,5	5,0	—	55,7	95,5	27,0	48,5

В отличие от мезитилена, изомеризация псевдокумола на указанных катализаторах протекает при более низких значениях конверсии.

Но и в этом случае НКлХ проявляет более высокую активность, чем НМТ. При превращении псевдокумола более интенсивно протекает реакция диспропорционирования метильных групп с образованием ксилолов и тетраметилбензолов.

Оптимальный выход продуктов изомеризации псевдокумола получен при 500—550°C, он равен 20,8 и 23,9% для НКлХ и НМТ соответственно.

Если сравнить вышеприведенные экспериментальные данные с полученными при превращении мезитилена и псевдокумола на водородно-декатенированных формах клиноптилолит- и морденитсодержащих туфов, модифицированных 10% соляной кислотой, — ДкКлХ и ДкМТ соответственно, можно сделать следующее заключение. Водородно-декатенированная форма, полученная через аммониевую форму, — НКлХ является более активным, но менее селективным катализатором изомеризации мезитилена и псевдокумола, чем ДкКлХ [1].

В присутствии кислотномодифицированного морденитсодержащего туфа [2] изомеризация мезитилена и псевдокумола протекает с более высокой селективностью при относительно низких значениях конверсии, чем на НМТ.

Высокую активность НКлХ в реакции превращения мезитилена и псевдокумола по сравнению с кислотномодифицированной формой ДкКлХ можно объяснить его общей высокой кислотностью, определенной методом термодесорбции аммиака, и особенно высокой концентрацией сильнокислотных центров, удерживающих аммиак при 350—550°C [3].

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

(Поступило 31.1.1986)

ფიზიკური ქიმია

მ. ბანაშვილი, ო. ბაიდოშვილი

ტრიმეთილბენზოლის კატალიზური გარდაქმნა მოდიფიცირებულ
 კლინოპტილოლით- და მორდენიტზემცველი ტუფების
 თანდასწრებით

რეზიუმე

შესწავლილია მეზიტილენისა და ფსევდოკუმოლის კატალიზური იზომერების რეაქცია კლინოპტილოლით- და მორდენიტზემცველი ტუფების წყალბადურ-დეკათონირებული ფორმების თანდასწრებით, რომლებიც მიღებულია შესაბამისად მათი ამონიუმის ფორმების გახურებით.

E. M. BENASHVILI, O. S. BAIDOSHVILI

CATALYTIC TRANSFORMATION OF TRIMETHYLBENZENE
OVER MODIFIED CLINOPTILOLITE- AND MORDENITE-
CONTAINING TUFFS

Summary

A study has been made of catalytic transformation of mesitylene and pseudocumene over clinoptilolite-and mordenite-containing hydrogen-decated forms of tuffs obtained by heating of their corresponding ammonium forms.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. E. M. Бенашвили, О. С. Баидошвили. Сообщения АН ГССР, 104, № 3, 1981, 617—620.
2. E. M. Бенашвили, О. С. Баидошвили. Сообщения АН ГССР, 108, № 2, 1982, 353—356.
3. E. M. Бенашвили, О. С. Баидошвили. Сообщения АН ГССР, 127, № 3, 1987, 545—548.



Ж. М. КЕБАДЗЕ, Л. Н. ДЖАПАРИДZE (член-корреспондент АН ГССР),
 Е. А. КАЛИНОВСКИЙ, Т. А. ЧАХУНАШВИЛИ, Л. Ш. КАКУРИЯ,
 Р. Г. ДАНЕЛИЯ

ПРИМЕНЕНИЕ ТИТАН-ДИОКСИДНОМАРГАНЦЕВОГО АНОДА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКОГО ДИОКСИДА МАРГАНЦА

Создание малоизнашивающихся анодов с высокими технико-экономическими показателями остается актуальной задачей прикладной электрохимии. Важность этого вопроса в производстве электролитического диоксида марганца (ЭДМ) возрастает в связи с намечающимся увеличением выпуска этого продукта. Широко применяемые до настоящего времени свинцовые и графитовые аноды имеют малый срок службы (1—6 месяцев) и загрязняют целевой продукт электродным материалом. Этих недостатков лишены механически и электрохимически активируемые титановые аноды [1], но для предотвращения пассивации они требуют тщательного соблюдения режима электролиза.

Цель настоящей работы — установление эффективности применения титан-диоксидномарганцевых анодов (ТДМА) при получении ЭДМ из растворов сульфата марганца как в нормальных, так и в экстремальных условиях электролиза.

Таблица 1

Показатели электролиза по получению ЭДМ на ТДМА

№ цикла	C _{MnSO₄} г/л		C _{H₂SO₄} г/л		t °C	i _a А/м ²	Напряже- ность, В		Продол- житель- ность опыта, ч
	Пределы изменения	Среднее	Пределы изменения	Среднее			U _{нач}	U _{кон}	
1	50—60	58,0	45—60	51,7	90±2	83	2,4	2,9	129
2	20—60	49,2	55—75	60,3	90±2	83	2,5	3,0	127
3	20—40	30,7	55—75	64,2	90±2	83	2,6	3,0	100
4	40—50	44,9	45—55	51,3	90±2	83	2,5	3,1	108
5	30—40	36,3	50—75	61,2	90±2	83	2,7	3,5	144
6	1—25	9,3	65—85	73,6	85±5	83	2,9	3,2	102
7	15—35	24,4	50—70	56,6	79±2	80	2,4	2,7	144
8	120±5		40±3		93±2	100	2,5	3,0	203
9	70±3		20±2		93±2	100	2,6	3,0	201
10	75±5		40±3		93±2	100	2,7	3,4	96
11	75±5		40±3		93±2	100	3,3	3,5	96

Предварительная подготовка электродов для нанесения активно-го слоя β-MnO₂ проводилась различными способами. Прутки из серийного титанового сплава ВТИ-О диаметром 20 мм вначале подвергались механической обработке (наносились кольцевые бороздки шириной 1,5 мм и глубиной 2 мм или лунки диаметром 5 мм и глубиной 2—3 мм). Применялись также титановые прутки без механической обработки. Для очистки поверхности электродов и увеличения ее шероховатости применялись пескоструйная обработка, катодная поляризация и травление в плавиковой кислоте. Всего было изготовлено девять различных анодов. Нанесение активного слоя β-MnO₂ на титано-



вую основу путем термического разложения обезвоженного нитрата марганца проводилось по известной методике [2].

В табл. 1 представлены результаты электролиза для ТДМА с гладкой поверхностью, подвергнутого предварительной пескоструйной обработке и содержащего 10 слоев β - MnO_2 . В качестве начального напряжения принято его значение, установившееся после 1 часа включения тока. Как видно из таблицы, достаточно длительная—1450-часовая работа электрода (при одиннадцатикратной отбивке продукта) в условиях электролиза, значительно жестких, чем принято для электрохимически активируемых титановых анодов (20—30 г/л H_2SO_4 , 90—100 г/л $MnSO_4$, i_a —60—80 A/m^2 , 90—95°C), показала высокую стойкость ТДМА против пассивации. Особенно жесткими были условия 6-го и 7-го циклов электролиза, в которых содержание сульфата марганца в растворе было в 5—10 раз меньше, концентрация серной кислоты—в 2—3 раза больше, а температура—на 10—15 градусов меньше, чем принято для титана без активного слоя. Несмотря на такие экстремальные условия, напряжение в этих опытах было довольно низкое—2,4—3,2 В. Некоторое возрастание напряжения в 10-м и 11-м циклах электролиза до 3,4—3,5 В (что вполне допустимо с точки зрения расхода электроэнергии) связано главным образом с увеличением омического сопротивления оксидной пленки титановой основы вследствие ее анодирования. Факторами, способствующими увеличению напряжения на ванне, являются повышение кислотности электролита (увеличиваются равновесный потенциал анода и перенапряжение анодной реакции $Mn^{+2} + 2H_2O - 2e \rightarrow MnO_2 + 4H^+$), снижение концентрации сульфата марганца (возникают диффузионные ограничения), снижение температуры (увеличивается сопротивление раствора).

Таблица 2

Показатели электролиза с применением ТДМА, изготовленного термическим разложением необезвоженного расплава нитрата марганца

№ цикла	C_{MnSO_4} г/л		$C_{H_2SO_4}$ г/л		t °C	i_a A/m^2	Напряжение, В		Продолжительность опыта, ч
	Пределы изменения	Среднее	Пределы изменения	Среднее			$U_{нач}$	$U_{кон}$	
1	25—110	61,9	5—65	34,2	91±2	63	2,0	2,8	113
2	20—60	32,0	30—60	45,5	91±2	63	2,1	2,9	143
3	10—110	48,1	5—85	48,6	92±2	80	2,1	3,9	120
4	15—55	38,3	45—80	56,8	90±2	80	2,4	3,4	113
5	20—45	27,2	55—85	69,1	92±2	80	2,5	7,0	185
6	50—75	61,0	45—60	54,2	90±2	80	5,0	5,4	93
7	15—70	46,9	30—60	48,4	75—95	80	6,0	12,5	145

С целью определения эффективности обезвоживания нитрата марганца перед нанесением на электроды активного слоя несколько образцов анодов было изготовлено без проведения этого процесса. В табл. 2 приведены показатели электролиза с применением одного из таких анодов (режим изготовления: параллельные бороздки, пескоструйная обработка, 10 слоев из β - MnO_2). Анод поляризовался в течение 912 часов в жестких условиях электролиза (семь непрерывных



циклов). Как видно из таблицы, анод запассивировался уже на 5-м цикле электролиза. Аналогичные результаты были получены и при испытании других анодов, изготовленных с применением обезвоженного нитрата марганца: они запассивировались на 5—7 циклах электролиза. Причиной меньшей стойкости этих анодов против пассивации является большая пористость активного слоя из $\beta\text{-MnO}_2$, образованного в этих условиях. Это вызвано неполным закрытием пор покрытия вследствие интенсивного выделения паров воды в процессе разложения нитрата марганца при образовании защитного слоя.

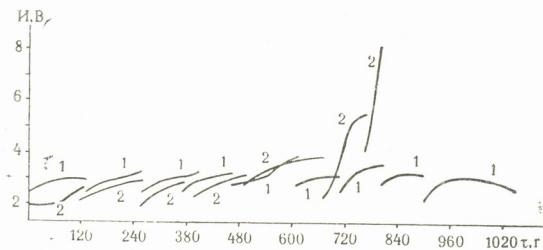


Рис. 1. Изменение напряжения на ваннах с ТДМА, изготовленных с применением обезвоженного (1) и необезвоженного (2) расплавов нитрата марганца

Положительное влияние обезвоживания нитрата марганца видно из рис. 1, где приведены кривые зависимости напряжения на ваннах от продолжительности электролиза с применением ТДМА, отличных от рассмотренных выше электродов, или способом подготовки к нанесению активного слоя, или количеством их. Один из них (гладкий, катодная поляризация, 10 слоев из $\beta\text{-MnO}_2$) был изготовлен на обезвоженном расплаве (кривая 1), а второй (кольцевые бороздки, пескоструйная обработка, 12 слоев из $\beta\text{-MnO}_2$) — на необезвоженном расплаве $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$. Различия в ходе кривых в разных циклах вызваны различием (иногда очень сильным) в условиях этих циклов. Обращает на себя внимание ход кривой 1 в последнем — 205-часовом цикле, когда степень нарушений параметров электролиза была наименьшей — за увеличением начального напряжения следуют стабилизация и некоторое уменьшение его. Такой ход кривой характерен для ТДМА в нормальных и близких к нему условиях.

Представленный экспериментальный материал показывает, что применение ТДМА для получения ЭДМ расширяет пределы допустимых значений параметров электролиза (концентрация MnSO_4 — 60—110 г/л, кислотность — 20—60 г/л, плотность анодного тока — 80—120 A/m^2) с сохранением высоких значений выхода по току и исключает пассивацию анодов в довольно жестких условиях процесса.

Академия наук Грузинской ССР
Институт неорганической
химии и электрохимии

(Поступило 30.1.1987)

შ. ჭიჭინაძე, ლ. ჯაფარიძე (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი),
 ე. კალინოვსკი, თ. ჩახუნაშვილი, ლ. კაკურია, რ. დანელია

ტიტან-მანგანუმდიოქსიდის ანოდის გამოყენება მანგანუმის
 ელექტროლიზური დიოქსიდის მისაღებად

რეზიუმე

შესწავლილია ტიტან-მანგანუმდიოქსიდის ანოდის გამოყენება მანგანუმის ელექტროლიზური დიოქსიდის მისაღებად შემეჯავებული სულფატური ხსნარებიდან. დადგენილია ამ ანოდის მაღალი მდგრადობა პასივაციის წინააღმდეგ ელექტროლიზის ყველა პარამეტრის მიხედვით მკაცრ პირობებში ჩატარებისას.

ELECTROCHEMISTRY

Zh. M. KEBADZE, L. N. JAPARIDZE, E. A. KALINOVSKY,
 T. A. CHAKHUNASHVILI, L. Sh. KAKURIA, R. G. DANELIA

THE USE OF TITANIUM MANGANESE DIOXIDE ANODE FOR
 ELECTROLYTIC MANGANESE DIOXIDE PRODUCTION

Summary

The application of titanium manganese dioxide anode for electrolytic manganese dioxide production from acidified sulphate solutions has been studied. High resistance of the anode under discussion to passivation on prolonged electrolysis under severe conditions covering all parameters of the process has been found.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Т. А. Чахунашвили. Автореферат канд. дисс. М., 1972.
2. М. Б. Коновалов, Е. А. Калиновский, А. Ф. Никифоров, В. В. Стендер. Хим. технол. (Харьков), вып. 17, 1970.

Л. У. ШАВЛИАШВИЛИ, Л. Н. ИНЦКИРВЕЛИ, М. Г. ХАТИАШВИЛИ,
Ж. И. МЕСХИШВИЛИ

СТОК ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ р. НАТАНЕБИ В ЧЕРНОЕ МОРЕ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. Г. Сванидзе 7.5.1987)

В последние годы быстрыми темпами развиваются все отрасли народного хозяйства Грузии. Естественно, рост объема народного хозяйства требует увеличения потребления воды для промышленных целей и сельского хозяйства. Соответственно увеличивается объем сточных вод, вызывающий загрязненные воды рек и морей.

Определение стока загрязняющих веществ и связанные с ним вопросы нагрузки биогенных веществ и евтрофирования Черного моря достаточно актуальны. Определенный вклад в загрязнение Черного моря вносит и р. Натанеби.

Река Натанеби берет начало на северном склоне Аджаро-Имеретинского хребта, на высоте 2560 м, впадает в Черное море у с. Шекветила. Длина реки 60 км, площадь водосбора у с. Натанеби 469 км², средняя высота бассейна 830 м [1].

На р. Натанеби расположены город Махарадзе и ряд деревень — значительные источники сброса сточных вод. В этом районе основными источниками загрязнения являются разные промышленные предприятия, чайное и цитрусовое хозяйства, а также население.

Как показывают анализы данных современного состояния р. Натанеби, приоритетные загрязняющие вещества — это минеральные формы азота, фенолы, нефтепродукты.

Сделана попытка выяснить причину данного загрязнения.

Как было отмечено, р. Натанеби ниже Натанебской котловины протекает по Колхидской низменности, где расположены малоплодородные кислые красноземные и подзолистые почвы.

Минеральные удобрения — азотные, фосфорные и калийные являются основными источниками пополнения запасов питательных веществ в почве. Особое требование чай предъявляет к азоту. В результате многочисленных опытов [2, 3] была установлена необходимость применения высокой дозы азота, которая в зависимости от возраста растений и урожайности доходит до 150—300 кг чистого азота на 1 га.

Субтропики Западной Грузии характеризуются сочетанием высоких температур воздуха и обильных осадков (в Махарадзе годовая сумма осадков составляет 2000 мм). При этом осадки носят в основном ливневой характер. Так, дожди в отдельных случаях достигают 100—150 мм за сутки, а их интенсивность доходит до 2—3 мм в минуту, приближаясь к тропической.

Таким образом, создаются благоприятные условия для процессов, приводящих к большим потерям азота путем вымывания в подпахотные горизонты и дальнейшего вымывания из почвы.

На чайных плантациях минеральные удобрения (N, P, K) применяются с 1933 г., и в течение этого периода чайные плантации удобряются довольно большими дозами физиологически кислых удобрений — сульфата аммония и суперфосфата.

При длительном применении физиологически кислых удобрений почвы чайных плантаций подкисляются до такой степени, что их физико-химические свойства значительно ухудшаются. Благодаря нарастанию обменной кислотности почвы все больше и больше становится подвижного алюминия и марганца, происходит обеднение поглощающего комплекса кальцием и магнием в результате их сильного вымывания, снижается поглощательная способность в отношении катионов. В таких условиях аммиачный азот сульфата аммония поглощается в меньшей степени почвой и более подвергается вымыванию [4].

Несостоятельность старых представлений о том, что вносимый азот на 70—80% используется урожаем, а остальная часть вымывается из почвы атмосферными осадками, теперь уже ни у кого не вызывает сомнений [5].

Внутригодовое распределение стока загрязняющих веществ р. Натанеби у с. Натанеби за 1981—1985 гг.

Ингредиенты, Т	Весна	Лето	Осень	Зима	Г о д	Показатель стока, т/км ² в год
	Март- июнь	Июль- август	Сентябрь- ноябрь	Декабрь- февраль		
Сумма ионов	16733	10854	15717	15677	58981	126
Нефтепродукты	16,8	5,36	15,76	8,16	46,08	0,1
Фенолы	1,67	0,73	1,64	1,05	5,09	0,01
Общий азот	376,94	243,87	350,32	304,05	1275,18	2,72
NH ₄	164	71,8	142,5	162,2	540,5	1,2
NO ₂	2,94	0,87	1,72	3,25	8,78	0,02
NO ₃	210	171,2	206,1	136,6	725,9	1,6
Cu	1,31	0,43	0,62	0,69	3,05	0,007
Mn	1,06	0,32	0,46	0,75	2,59	0,006
Al	5,58	1,27	6,0	4,01	16,86	0,04
Сток воды, м ³ /с	29,2	22,3	25,6	23,3	25,1	—

Кроме вымывания в глубокие слои значительное количество азота теряется путем смыва с поверхностным стоком.

По данным [5], с поверхности каждого гектара плантации на склоне с уклоном 14° в течение года смывается 50—100 т почвы. Поверхностный смыв почвы происходит при уклоне до 1° и с повышением уклона растет. Так, выше 2,5° уклона каждый градус повышения уклона увеличивает смыв на 25%.

В результате вымывания химические элементы попадают в р. Натанеби, что вызывает рост в ней концентраций этих веществ.

Вынос загрязняющих веществ в р. Натанеби был найден как произведение средних за период 1981—1985 гг. концентраций загрязняющих веществ и водного стока для четырех сезонов года. Средний многолетний годовой сток соответствующего вещества получали суммированием значений сезонного стока.

Внутригодовое распределение и полный сток загрязняющих веществ в Черное море рекой Натанеби приведены в таблице. Сток загрязняющих веществ в годовом цикле определяется двумя факторами — водным стоком реки и концентрацией в воде загрязняющих веществ. Закономерность изменения обоих показателей одинакова. В период половодья водный сток наибольший и концентрация загрязняющих веществ в воде максимальная, в летний период эти показатели минимальны. Поэтому наибольший сток изученных загрязняющих веществ приходится на весеннее половодье.

По полученным данным, объем стока воды р. Натанеби в весеннем половодье был довольно высоким и составлял 38% годового. На



июль-август приходилось 15%, сентябрь-ноябрь — 25% и декабрь-февраль — 22% годового значения.

Оценка годового поступления аммиачного азота показала, что с водами р. Натанеби в Черное море поступает 541 т аммиачного азота: по 30% этого количества приходится на март-июнь и декабрь-февраль, 13% — на июль-август, 26% — на сентябрь-ноябрь.

Количество нитратного азота в речной воде, по сравнению с аммиачным, больше и составляет 726 т, сезонное распределение его таково: 29% приходится на март-июнь, 24% — на июль-август, 28% — на сентябрь-ноябрь, 19% — на декабрь-февраль.

Годовой сток общего азота р. Натанеби в Черное море составляет 1275 т. На март-июнь приходится 30% от годового стока, 19% — на июль-август, 27% — на сентябрь-ноябрь и 24% — на декабрь-февраль.

В настоящее время одними из наиболее распространенных загрязняющих веществ, поступающих в водные объекты со сточными водами разных промышленных предприятий, являются нефтепродукты и летучие фенолы. Годовой сток этих веществ соответственно составляет 46, 15 и 5 т.

Наибольший сток из микроэлементов отмечается для алюминия — 16 т/год.

Вышеизложенные процессы являются типичными для влажных субтропиков Грузии. Поскольку изучение выноса веществ с речных бассейнов имеет особое значение для рационального использования и охраны водных ресурсов и рационального использования удобрений, то необходимо рекомендовать следующее:

1. Проводить обработку сельскохозяйственных угодий ядохимикатами и удобрениями в строгом соответствии с нормативами и агрохимическими картограммами.
2. Использовать трудно или медленно растворимые формы, а также новые гранулированные виды азотных удобрений в целях уменьшения их вымывания из почвы.
3. Вносить азотные удобрения в меньших дозах, но в непосредственной близости от корневой системы растений.
4. Обратит внимание на развитие безотходной технологии и улучшение качества работы очистных сооружений в промышленных объектах.

Закавказский региональный научно-исследовательский институт

(Поступило 22.5.1987)

ჰიდროლოგია

ლ. შავლიაშვილი, ლ. ინჰირგაძე, მ. ხატიაშვილი, შ. მესხიშვილი

მდინარე ნატანების გამაზუმყინაბელი ნივთიერებების ჩამონადენი
შავ ჯღვავში

რეზიუმე

განხილულია კოლხეთის დაბლობის წინადაგებიდან მდ. ნატანებში აზოტის მინერალური სასუქების გამორეცხვის სპეციფიკა და მისი ქიმიური შემადგენლობის ფორმირება.



განსაზღვრულია გამაჭუჭყიანებელი ნივთიერებების ჩამონადენის შიდა-წლიური განაწილება და მათი ჩამონადენი შავ ზღვაში.

მოცემულია წყლის რესურსების დაცვისა და სასუქების რაციონალურად გამოყენების ზოგიერთი რეკომენდაცია.

HYDROLOGY

L. U. SHAVLIASHVILI, L. N. INTSKIRVELI, M. G. KHATIASHVILI
Zh. I. MESKHISHVILI

THE FLOW OF THE NATANEBI RIVER POLLUTION INTO THE BLACK SEA

Summary

The specific character of nitrogenous fertilizers washing from the soils of the Colchis lowland into the Natanebi river and its chemical composition formation are considered in the paper. Annual distribution of the pollutants run-off and their flow into the Black Sea are determined.

Some recommendations on water resources control and judicious utilization of fertilizers are presented.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Ресурсы поверхностных вод СССР, т. 9, вып. I, Л., 1974.
2. М. Л. Бзиава. Удобрение субтропических культур. Тбилиси, 1973.
3. М. В. Габисония. Бюлл. ВНИИЧисСК, № 4, 1951, 38—43.
4. М. К. Дараселия. Динамика почвенных растворов красноземных почв Грузии. Тбилиси, 1974.
5. М. А. Бобрицкая, Н. Н. Москаленко, Т. А. Бойко. Агрехимия, № 7, 1975, 12—14.
6. М. К. Дараселия. Красноземные и подзолистые почвы Грузии и их использование под субтропические культуры. Тбилиси, 1949.



Б. А. АЛИБЕГАШВИЛИ, Г. Н. АСТАХОВ, Н. Г. ИАШВИЛИ,
В. Ю. МИНДИН

ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ЗОНАЛЬНОСТЬ МАДНЕУЛЬСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ И ЕЕ ПОИСКОВОЕ ЗНАЧЕНИЕ

(Представлено академиком Г. А. Твалчрелидзе 30.1.1987)

Маднеульское медноколчедано-барит-полиметаллическое месторождение расположено в Болнисском рудном районе [1]. В геологическом строении принимаю участие породы последовательно-дифференцированной вулканогенной формации позднемелового возраста, vyplняющей обширную депрессию между Храмским и Локским выступами древнего кристаллического фундамента Закавказского срединного массива. Мощная рудовмещающая толща сложена покровами лав и пирокластолитов базальт-андезит-дацит-риолитового состава [2]. Она вмещает ряд даек и штоков риолитов и дацитов, выступающих в виде деталей крупных вулкано-тектонических структур.

Структура месторождения представлена комбинированной горст-антиклинальной складкой, приуроченной к крупной кальдере проседания. Последняя осложнена рудоконтролирующими разломами северо-восточного и субширотного простирания. Морфология рудных тел обусловлена комбинацией межпластовых нарушений с крутопадающими разломами.

Оруденение на месторождении имеет зональный характер. На северо-востоке рудного поля выступают кварц-баритовые рудные тела, которые к юго-западу сменяются барит-полиметаллическими, медноколчеданными и серно-колчеданными [3].

Современная структура Маднеульского месторождения представляет собой лишь реликт полного зонального ряда, возникшего в процессе рудоотложения. Если учесть, что современный вскрытый разведочными работами диапазон медноколчеданного оруденения составляет по вертикали 500 м, рудная зона в значительной степени эродирована, а ее выклинивание на глубине пока не установлено, то мы вправе предполагать общий первичный размах оруденения порядка 800—1000 м. Вскрытая горными работами и буровыми скважинами часть месторождения характеризуется обилием крупных рудных залежей, а также участков вкрапленных руд и многочисленных минерализованных зон.

Нами проведено геохимическое опробование вмещающих пород вдоль профилей вкест простирания рудных тел с шагом отбора проб 15—20 м. В результате статистической обработки геохимических данных на ЭВМ СМ-4 по программе M1885 определены фоновые и минимально-аномальные содержания элементов. На этой основе составлены разрезы в изолиниях концентрации наиболее характерных элементов-индикаторов, обладающих значительным диапазоном концентрации и высокой частотой встречаемости. Такими элементами являются Pb, Zn, Cu, Mo, Ni, Co, Ag.

Вокруг пологозалегающих рудных тел установлены мощные ореолы элементов-индикаторов, повторяющие морфологию рудных тел и обладающие значительной эффективной шириной. Ореолы таких элементов, как Cu, Mo, Zn, в несколько десятков раз превышают мощность рудных тел. Ореолы свинца и цинка приурочены к приповерхностным

частям месторождения, вытянуты вдоль узких полос в юго-западном направлении и оккупируют верхние горизонты колчеданных залежей. С глубиной они постепенно затухают и переходят в фоновые и более низкие их содержания.

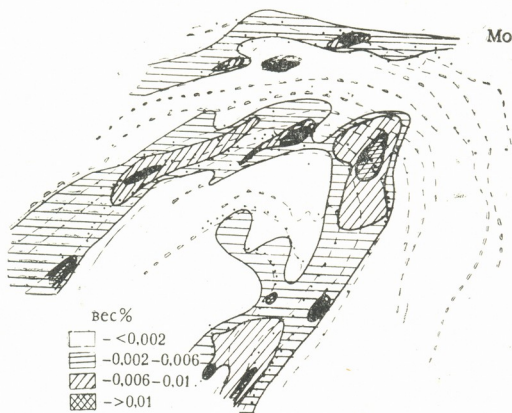


Рис. 1. Эндеогенные ореолы Мо Маднеульского месторождения в изоляциях концентраций

Медь сопровождает весь рудный диапазон. Ее ореолы достигают значительных размеров в центральной части месторождения. Их «эф-

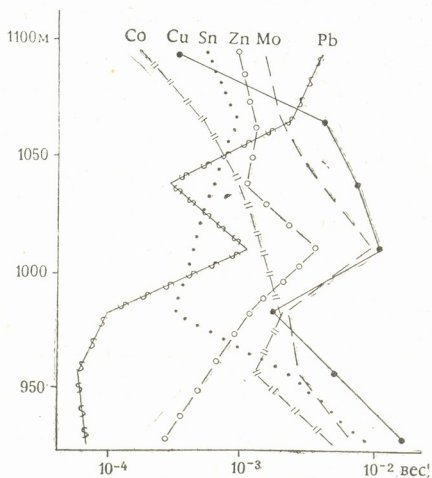


Рис. 2. Изменения средних содержаний элементов-индикаторов в ореолах Маднеульского месторождения



На рис. 3 показано монотонное изменение на несколько порядков коэффициента зональности с глубиной. Столь резкое его изменение по падению рудных тел, а также высокая контрастность позволяют нам рекомендовать коэффициент в качестве поискового критерия для определения глубины подсечения и оценки перспектив установленных геохимических аномалий, что будет способствовать правильному направлению поисков «слепых» рудных тел на глубине.

Академия наук Грузинской ССР
Геологический институт
им. А. И. Джанелидзе

(Поступило 13.2.1987)

გეოლოგია

ბ. ალიბეგაშვილი, გ. ასტახოვი, ნ. იაშვილი, ვ. მინდინი

მადნეულის საბადოს გეოქიმიური ზონალობა და მისი საძიებო მნიშვნელობა

რეზიუმე

წყვილი ელემენტების სტაბილური კორელაციური კავშირების საფუძველზე გამოთვლილია ზონალობის მულტიპლიკატიური კოეფიციენტი. ეს გვაძლევს საბადოზე „ბრმა“ სხეულების პროგნოზირების საშუალებას.

GEOLOGY

B. A. ALIBEGASHVILI, G. N. ASTAKHOV, N. G. IASHVILI, V. Yu. MINDIN

GEOCHEMICAL ZONALITY OF THE MADNEULI DEPOSIT AND ITS PROSPECTING SIGNIFICANCE

Summary

Based on stable correlative relationship of paired elements, the multiplicative coefficient of zonality has been calculated. It allows to predict the occurrence of "blind" bodies on the deposit.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. А. Твалчрелидзе. Эндогенная металлогения Грузии. М., 1961.
2. Д. В. Аревадзе. Автореферат канд. дисс. Тбилиси, 1983.
3. В. Г. Гогишвили, В. Д. Гуниава, И. П. Ратман, Т. Ш. Гогишвили. Изв. АН СССР, сер. геол. № 11, 1976.



УДК 551.762

ГЕОЛОГИЯ

М. В. ТОПЧИШВИЛИ

К СТРАТИГРАФИИ НИЖНЕ- И СРЕДНЕЮРСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ
 ДОЛИНЫ р. АССЫ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Е. П. Гамкрелидзе 14.1.1987)

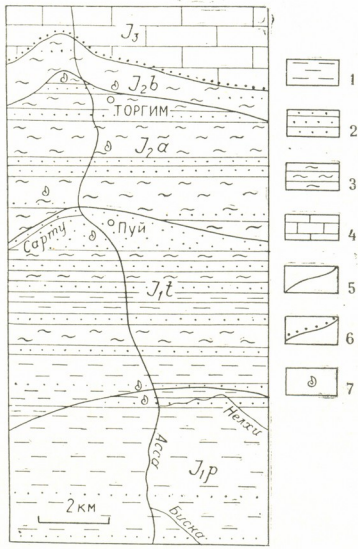
Современные представления о стратиграфии рассматриваемых отложений были разработаны благодаря исследованиям М. М. Мацкевича [1], В. А. Мельникова [2], Б. Ф. Крымова [3], Н. В. Безносова [4] и др.

В результате работ, проведенных нами в ущ. р. Ассы, получен новый палеонтологический материал, позволяющий в определенной степени дополнить биостратиграфическое расчленение данных отложений.

В пределах исследованного района нижне- и среднеюрские отложения выступают лишь частично в интервале от плинсбаха до байоса включительно (рис. 1). По литологическим признакам они подразделяются на четыре свиты: циклаурскую, казбекскую, джерахскую и герцескую [4, 5].

Наиболее древняя — циклаурская свита развита в южной части района, занимая довольно обширную площадь в верховьях р. Ассы. По

Рис. 1. Геологическая схема долины р. Ассы:
 1 — глинистые сланцы;
 2 — песчаники; 3 — аргиллиты; 4 — известняки;
 5 — стратиграфические границы;
 6 — трансгрессивное залегание;
 7 — местонахождение головоногих



соотношению количества глинистых сланцев и песчаников свиту можно подразделить на две подсвиты. Нижняя представляет собой толщу



(мощность 2 км) темно-серых, иногда почти черных глинистых сланцев, преимущественно аспидных, с подчиненными пачками полосчатых глинисто-алевролитистых сланцев с отдельными прослоями и маломощными пакетами мелкозернистых песчаников. Породы содержат несколько даек диабазов мощностью от 1 до 10 м. Верхняя подсвета сложена однородными глинистыми сланцами (мощность 1300—1500 м), в кровле появляются единичные прослои мелкозернистых песчаников. В глинистых сланцах, местами слюдисто-алевролитистых, обнажающихся на левом склоне р. Ассы в 600 м к северу от ее правого притока — р. Нелхи, нами обнаружены *Calliphylloceras* cf. *bicolorae* (Men.) и *Amaltheus* sp. Первый аммонит своим вертикальным распространением ограничен средним лейасом, а второй характерен для верхнего плинсбаха. Следовательно, присутствие в данном разрезе этой формы указывает на принадлежность вмещающих ее слоев к верхнему плинсбаху. Более нижние горизонты, развитые до р. Бисна (правый приток р. Ассы) и южнее, не содержат ископаемых остатков, что, естественно, затрудняет определение их возраста. Однако, судя по тому, что они залегают непосредственно под отложениями верхнего плинсбаха, их следует рассматривать в составе более ранних уровней плинсбахского яруса.

В 100 м выше от слоев с плинсбахской фауной, в глинистых сланцах с редкими прослоями мелкозернистых песчаников встречен аммонит неудовлетворительной сохранности. По нашим определениям, он принадлежит к раннетоарскому роду *Nauroceratoides*. Исходя из этого верхняя подсвета циклаурской свиты должна относиться частично и к нижнему тоару. В составе вышележащей казбекской свиты, наряду с глинистыми разностями, большую роль начинают играть песчаники, число и мощность слоев которых в разрезе и по простиранию чрезвычайно непостоянны. Если в нижней части свиты песчаники встречаются в виде подчиненных прослоев и пачек среди глинистых сланцев и аргиллитов, то в верхней — они группируются в мощную пачку (80—100 м), известную под названием пуйских песчаников. Эти песчаники с разрывом и местным несогласием налегают на подстилающие слои. Они в основном толстослоистые, расслоенные аргиллитами, средне- и крупнозернистые. Для них характерны небольшие линзы конгломератов с гальками аргиллитов, песчаников и реже кварца. На разных уровнях свиты нами собраны *Mytiloceras* *quenstedti* (Pčel.), *M. gryphoides* (Schloth.) и *M. cinctus* (Goldf.). В 300—400 м от развалин с. Пуй в осыпи (на левом склоне р. Ассы), сложенной аргиллитами и песчаниками с конкрециями пелитолита (конкреции встречаются и в более низких уровнях), нами найден хорошо сохранившийся *Pseudogrammoceras fallaciosum* (Bayle). Находка указанного аммонита приурочена к кровле свиты и позволяет отнести ее к верхнему тоару. Возраст подстилающих слоев, не содержащих руководящих видов, определяется по их положению в разрезе и по находкам ископаемых остатков в смежных районах. По-видимому, нижняя возрастная граница казбекской свиты опускается значительно ниже, в пределы раннего тоара. Мощность свиты 3,5 км.

Согласно на казбекской свите залегают джерахская свита, сложенная темными аргиллитами (часто полосчатыми, алевролитистыми или песчанистыми), перемежающимися с тонкими прослоями (1—10 см) алевролитов и песчаников. Последние на отдельных участках группируются в маломощные пачки. Песчаники рыхлые, преимущественно косослоистые, плитчатые, с обугленным растительным детритом на плоскостях наслоения. Аргиллиты плитчатые и скорлуповатые. Среди глинисто-алевролитовых разностей заключены многочисленные мелкие



конкреции глинистого сидерита и линзовидные стяжения (до 20 см) карбонатных пород. Отложения свиты отличаются буроватым оттенком, особенно заметным в делювиальных осыпях.

На левом склоне ущ. р. Сарту, в 300 м от ее слияния с р. Ассой обнажаются прерывистые выходы выветрелых песчано-алевритистых аргиллитов с тонкими прослоями мелкозернистых песчаников и конкрециями и линзами глинистого сидерита. Аргиллиты содержат многочисленные остатки двустворчатых моллюсков, среди которых нами определены *Mytiloceras quenstedti* (Pčel.), *M. amygdaloides* (Goldf.), *M. cinctus* (Goldf.), *M. dubius* (Sow.) и *M. gryphoides* (Schloth.). В аргиллитах, выступающих на левом склоне р. Ассы (в 600 м севернее р. Сарту), нами найден *Holcobelus tschegemensis* (Krim.), приуроченный своим распространением к нижней части ааленского яруса. В отложениях левобережья р. Ассы указывается присутствие раннеааленского вида *Leioceras opalinum* (Rein.) [2]. В аргиллитах с тонкими прослоями алевролитов и мелкозернистых песчаников, развитых на правом склоне р. Ассы, в 850 м южнее развалин с. Торгим нами обнаружены позднеааленский аммонит *Ludwigia murchisonae* (Sow.) и двустворчатые *Mytiloceras gryphoides* (Schloth.), *M. quenstedti* (Pčel.).

Наконец, из рассматриваемых отложений длины р. Ассы М. М. Мацкевичем [1] приведен список фауны, который, по определению В. И. Зещавили, составляют *Huldestonia cf. affinis* (Seeb.), *Leioceras cf. götzendorfensis* (Dorn.), *Ludwigia murchisonae* (Sow.) и *L. cf. bradfordensis* (Buck.).

Большинство аммонитов, указанных выше, являются руководящими и определяют возраст джерахской свиты ааленом в пределах от ее нижней зоны *Leioceras opalinum* до верхней зоны *Ludwigia murchisonae* включительно. Судя по данным Н. В. Безносова [4], подошва свиты охватывает также верхние горизонты тоара, так как в соседнем разрезе (в районе Джерахского моста) она включает позднеаарские аммониты *Dumortiera* sp. (ex gr. *radiosa* Seeb.) и *Pleydellia cf. aalensis* (Ziet.). Мощность джерахской свиты достигает 2000 м.

Венчающая лито-стратиграфическая единица ниже- и среднеюрских отложений выделяется по названию герчечской свиты. Она представлена ломкими скорлуповатыми аргиллитами, иногда переслаивающимися с алевролитами и тонкослонстыми мелкозернистыми песчаниками. Количество песчаников по сравнению с подстилающей свитой заметно уменьшается. Свита содержит обильное количество глинисто-сидеритовых конкреций и глинисто-карбонатных линз, часто распадающихся на конкреционные конгломераты.

Вниз по течению р. Ассы, в 380 м от слияния с р. Тетрицкали (левый приток) встречается небольшой выход (70 м) аргиллитов с пелитовыми конкрециями и ископаемыми остатками фауны. По нашим определениям, данную фауну, наряду с позднеааленскими аммонитами *Graphoceras* (*Ludwigella*) *cornu* (Buck.) и *Gr.* (*Ludwigella*) sp., представляют *Phylloceras* sp., *Mytiloceras quenstedti* (Pčel.), *Posidonia buchi* Roem., *P. daghestanica* Uhlig. На правом склоне р. Торгим (правый приток р. Ассы) эти отложения уже содержат раннебайосские аммониты, определенные нами как *Darellia cf. docilis* Buck., *Darellellia recticostata* Buck., *D. rotabilis* Buck., *Hugia curva* Buck., *Oedonia cf. delicata* Buck., *O. sp. ind.*, *Lopadoceras cf. furcatum* Buck., а также позднеааленско-раннебайосский *Holcobelus*



blainvillei (Voltz) и др. Сложения с прочной раннебайосской палеонтологической основой здесь выделяются и М. М. Мацкевичем [1], который характеризует их аммонитами *Sonninia cf. corrugata* (Sov.), *Witchellia cf. complanata* Buck., *W. cf. propinquans* (Bayle) и *W. sayni* (Haug.).

Очевидно, с верхними горизонтами описанных отложений связаны несколько представителей позднебайосского рода *Parkinsonia*, отмеченных В. А. Мельниковым в 1962 г. по р. Асса. Как видно, возраст отложений герчечской свиты хорошо обосновывается аммонитами, свидетельствующими о принадлежности ее к самой верхней части аалена и байосу. Мощность свиты равна 650 м.

Вверх по разрезу на герчечской свите трансгрессивно залегают отложения с келловейской фауной. Отсутствие батских отложений связано с предверхнеюрским размывом.

Академия наук Грузинской ССР
Геологический институт
им. А. И. Джанелидзе

(Поступило 15.1.1987)

გეოლოგია

ა. თოჭიშვილი

მდ. ასის ხეობის კვება- და უზაიურული ნალექების
სტრატობრაფიისათვის

რეზიუმე

მოცემულია მდ. ასის ხეობის წიკლაურის, ყაზბეგის, ჯერახისა და გერჩეჩის წყებების აღწერა და მათში მოპოვებული ნამარხი ფაუნის ანალიზი. დამახასიათებელი ამონიტების საფუძველზე აქ დადგინდა ზედა პლიენსბახურის, ტოარსულის, აალენურისა და ბაიოსურის არსებობა. დაზუსტდა თითოეული წყების საზღვრები, სისქე და ასაკი.

GEOLOGY

M. V. TOPCHISHVILI

ON STRATIGRAPHY OF LOWER AND MIDDLE JURASSIC DEPOSITS
OF THE ASSA RIVER VALLEY

Summary

The paper presents the description of the Tsiklauri, Kazbegi, Jerakh and Gerchechi suite deposits found along the Assa river valley, and the analysis of collected fossil fauna. The presence of the Upper Pliensbachian, Toarcian, Aalenian and Bajocian has been established on the basis of characteristic ammonites. The boundaries as well as the thickness and age of individual suites have been defined more exactly.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. М. М. Мацкевич. Труды Грозн. нефт. и-и. ин-та, вып. 17. М., 1964, 39—55.
2. В. А. Мельников. Труды по геол. и полезн. ископ. Сев. Кавказа, вып. XII, 1967, 53—63.
3. Б. Ф. Крымов. Труды Сев.-Кавк. нефт. и-и. ин-та, вып. 5. Нальчик, 1968, 49—59.
4. Н. В. Безносков. Объяснительная записка к стратиграфической схеме юрских отложений Северного Кавказа. М., 1973, 32—43.
5. Решение 2-го Межведомственного регионального стратиграфического совещания по мезозою Кавказа (юра). Л., 1984, 47.

Т. Н. ЦУЦУНАВА

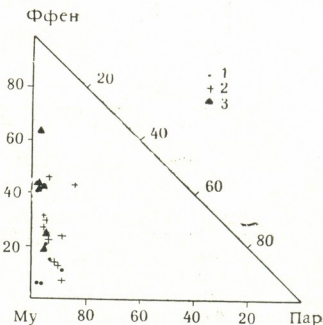
НОВЫЕ ДАННЫЕ О МЕТАМОРФИТАХ ДАРЬЯЛЬСКОГО МАССИВА

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. М. Заридзе 18.12.1986)

Дарьяльский массив, образующий два сравнительно крупных выхода, представляет собой крайний восточный выступ кристаллического ядра Большого Кавказа. Он сложен в основном милонитизированными гранитоидами, подчиненную роль играют метаморфиты зеленосланцевой фации. Нами подробно изучены наиболее крупные выходы метаморфитов на восточной периферии Дарьяльского массива (правобережье р. Хдесцкали), тектонический клин р. Хдесцкали (район горы Гургула) и выходы у южного контакта Гвелетского массива.

Метаморфиты восточной периферии Дарьяльского массива нами впервые обнаружены и закартированы. Они имеют тектонический контакт с гранитоидным массивом и лейасовыми осадками. Метаморфиты представлены исключительно насыщенными K_2O метапелитами, крайне редко встречаются метасаммиты. Наиболее широким распространением пользуются хлоритонд-хлорит-кварц-серицитовые сланцы, затем следуют серицитовые их разновидности; редко встречаются хлоритонд-серицит-кварцевые, эпидот-серицит-графит-кварцевые сланцы. Акцессорные минералы — циркон, турмалин, рудный минерал (нередко ильменит) и графит. В насыщенных K_2O метапелитах серицит образует псевдоморфозы по кислому плагиоклазу. В породах с обильным содержанием турмалина наблюдается собирательная перекристаллизация серицита с образованием чешуек мусковита. Состав белых калиевых слюд свидетельствует, что в них подчиненную роль играют фенгитовые и парагонитовые составляющие (рис. 1). Хлоритонд распространен неравномерно, местами идиоморфные призмочки

Рис. 1. 1 — Метаморфиты хлоритовой зоны восточной периферии Дарьяльского массива; 2 — метаморфиты биотитовой зоны тектонического клина р. Хдесцкали; 3 — метаморфиты южного контакта Гвелетского массива



его занимают более половины пространства между зернами кварца, а единичные кристаллы наблюдаются в серицитовой либо хлоритовой массе. Порфиروبласты хлоритонда не несут следов деформации, не ориентированы по сланцеватости. Электронное исследование



хлоритоидов показывает их довольно постоянный состав. Железистость их в пределах 90—96%. Хлоритоиды, находящиеся в хлоритовой и серицитовой массе, по составу не отличаются друг от друга. Наблюдаются обломочные, кластические зерна кварца с волнистым погасанием и местами зубчатыми контурами и кварц поздней генерации, образующие неправильные скопления, линзы и прожилки. Хлорит, по номенклатуре М. Н. Хейя [1], представлен псевдотюрингитом и обнаруживает постоянную железистость — 83%. Явно выраженная кластическая природа сланцев, наряду с характерным минеральным парагенезисом насыщенных K_2O метапелитов ($X_{л90-96} + X_{л83} + Сер \pm Аб \pm Грф$) и метапсаммитов ($Кв + Сер + Эп \pm Грф$), вполне определяет принадлежность метаморфитов восточной периферии Дарьяльского массива к хлоритовой зоне.

Метаморфиты тектонического клина р. Хдесцкали (р-н горы Гургала) обнажаются на небольшой площади. В этом районе детальные исследования провел Г. А. Чихрадзе [2]. Известковистые кварциты района горы Гургала В. П. Ренгартен [3, 4] описал как базальные образования кистинской свиты, залегающие непосредственно на Дарьяльских гранитоидах. Г. И. Чихрадзе считает, что эти кварциты не являются самой нижней частью кистинской свиты и они чередуются с аспидными сланцами и не залегают непосредственно на гранитоидах. Он предполагает, что толща метаморфизованных осадочных пород с хлоритоидом, залегают под менее метаморфизованной кистинской свитой на гранитоидах и является фрагментом доюрских осадочных образований. По данным Г. А. Чихрадзе, хлоритоид образован после серицитизации глинистой составляющей этих пород на начальной стадии регионального метаморфизма. Д. М. Шенгелиа и И. З. Мгалоблишвили [5] предполагают, что хлоритоидсодержащие метаморфиты района горы Гургала формировались при региональном метаморфизме низкого давления.



Рис. 2. Условные обозначения см. на рис. 1

По нашим наблюдениям, хлоритоидсодержащие метаморфиты района горы Гургала имеют тектонические контакты с вмещающими породами кистинской свиты. Метаморфиты эти представлены насыщенными K_2O метапелитами и исключительно редко метапсаммитами. Распространены графит-хлорит-серицит-кварцевые, графит-кварц-серицитовые и графит-хлорит-хлоритоид-кварц-серицитовые сланцы, менее распространены графит-мусковит-серицитовые, кварц-серицитовые (с мусковитом), хлорит-кварц-хлоритоид-серицитовые, графит-хлоритоид-кварц-серицитовые и графит-биотит-хлорит-кварц-серицитовые сланцы. Очень редко встречаются графит-хлоритоид-кварц-серицитовые и биотит-хлорит-серицитовые и графит-эпидот-биотит-кварц-серицитовые

сланцы. Редко наблюдаются тонкие пропластки кварцитов с примесью серицита, хлорита, биотита и графита. Описание минералов здесь опускается, ибо они не отличаются от таковых из метаморфитов восточной периферии Дарьяльского массива. Минеральные парагенезисы насыщенных K_2O метапелитов ($Сер + Кв + Хлд \pm Аб \pm Би_{73-78} + Хл_{68-83}$) и метапсаммитов ($Хл + Сер + Эп + Кв \pm Аб$) соответствуют условиям биотитовой зоны метаморфизма. Фрагменты метаморфитов южного контакта Гвелетского массива сохранены вдоль южного тектонического контакта Гвелетского массива. Здесь преимущественно развиты метапсаммиты и исключительно редко — насыщенные K_2O метапелиты (хлорит-кварц-серицитовые сланцы). Различаются эпидот-хлорит-серицит-кварцевые и биотит-хлорит-эпидот-серицит-кварцевые сланцы с аксессуарными минералами (апатит, циркон, турмалин и рудный минерал). Железистость хлорита в пределах 57—77%, он представлен псевдотюрингитом и рипидолитом, а биотит имеет железистость 58—64%. Минеральные парагенезисы этих метаморфитов ($Хл + Сер + Би + Эп + Аб + Кв \pm Анк(Ка)$ и $Сер + Кв + Хл_{57-72} \pm Би_{64}$) достаточно четко определяют условия метаморфизма биотитовой зоны.

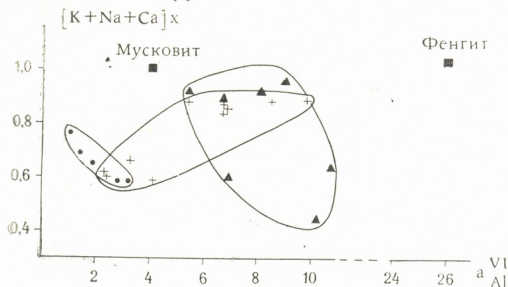


Рис. 3. Условные обозначения см. на рис. 1

Сравнение состава белых калиевых слюд, охарактеризованных выше из трех выходов метаморфитов Дарьяльского ущелья (рис. 1, 2, 3), показывает следующее: все проанализированные слюды характеризуются низким содержанием парагонитовой молекулы; наименее фенгитовыми являются слюды из метаморфитов восточной периферии Дарьяльского массива; на диаграммах $a_{Sl} - a_{Al}^{VI}$ и $[K + Na + Ca] - a_{Al}^{VI}$ фигуративные точки насыщенных K_2O метаморфитов хлоритовой (восточная периферия Дарьяльского массива) и биотитовой (тектонический клин р. Хдесцкали) зон образуют обособленные поля, фигуративные точки биотитовых зон метапелитов тектонического клина р. Хдесцкали и южного контакта Гвелетского массива частично перекрывают друг друга. Хлоритоиды биотитовой зоны обнаруживают более высокую магнезиальность, нежели хлоритовой. Хлорит в хлоритовой зоне представлен псевдотюрингитом, в биотитовой — рипидолитом либо псевдотюрингитом. Наименее железисты хлориты метаморфитов южного контакта Гвелетского массива.

Академия наук Грузинской ССР
Геологический институт
им. А. И. Джанелидзе

(Поступило 19.12.1986)

თ. წუწუნავა

 ახალი მონაცემები დარიალის მასივის მეტამორფიტიზმის შესახებ
 რეზიუმე

ახალი ფაქტიური მასალის გაანალიზებით დახასიათებულია პროგრესული რეგიონალური მეტამორფიზმის ქლორიტისა და ბიოტიტის ზონის ფიზიკო-ქიმიური პირობების შესაბამისი მეტამორფიტების გამოსავლები. ელექტროზონდური მონაცემების ფართე გამოყენებით შესწავლილია მათი მთავარი ქანმშენი მინერალები.

PETROLOGY

T. N. TSUTSUNAVA

NEW DATA ON METAMORPHITES OF THE DARIALI MASSIF

Summary

Metamorphite outcrops corresponding to physico-chemical conditions of chlorite and biotite zones of progressive regional metamorphism are characterized on the basis of new factual material. Microprobing data have been used to study the main rock-forming minerals of the title metamorphites.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. М. Н. Ней. А new review of the chlorites. Mineral. Mag., 30, 277, 1954.
2. Г. А. Чихрадзе. Труды Геол. ин-та АН ГССР, нов. сер., вып. 62. Тбилиси, 1979.
3. В. П. Ренгартен. Труды ВГРО, вып. 148, 1932.
4. В. П. Ренгартен. XVII Междунар. геол. конгресс. Экскурсия по Кавказу. Ростов—Тбилиси. М., 1937.
5. Д. М. Шенгелиа, И. З. Мгалоблишвили. Научные труды ГПИ им. В. И. Ленина. Геология и разведка месторождений полезных ископаемых Грузии, № 11 (281). Тбилиси, 1984.



М. А. БЕРИДЗЕ

О ФАЦИАЛЬНЫХ ОСОБЕННОСТЯХ БАЙОССКОЙ ПОРФИРИТОВОЙ СЕРИИ ГРУЗИИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Н. И. Схиртладзе 22.3.1987)

На территории Грузии широким распространением пользуется байосская вулканогенная порфиритовая серия, аналоги которой характерны для зрелой стадии развития многих геосинклинальных областей. Она приурочена к двум геотектоническим единицам — Гагра-Джавской зоне Южного склона Большого Кавказа и Грузинской глыбе. При анализе внутреннего строения порфиритовой серии (свиты) байоса давно подчеркивалась пестрота ее фациального состава [1—3], хотя для отдельных районов предлагались вполне определенные схемы литостратиграфического подразделения. Так, в северо-западной части Абхазии [4] она была подразделена на три подсвиты: нижнюю, слоистых вулканокластолитов мощностью 1200 м (ацетукская подсвита), среднюю грубообломочных массивных туфобрекчий и лав мощностью 1500 м (рицинская подсвита) и верхнюю, слоистых вулканогенно-осадочных образований мощностью 500—700 м (ригинская подсвита). Вместе с тем, в соседнем с Абхазией районе (басс. р. Мзымта) было замечено, что байосская порфиритовая свита, налегая на фаунистически охарактеризованные ааленские отложения и перекрываясь осадками с батской фауной, целиком сложена стратифицированными вулканогенно-обломочными отложениями андезито-базальтового состава [5]. Предполагалось, что слоистые флишевые вулканокластолиты бассейна р. Мзымта на территории Грузии фациально замещались эффузивами.

За последние годы на основе детального фациального анализа с проведением палеовулканологических реконструкций в пределах развития порфиритовой серии были выявлены обширные площади распространения стратифицированных вулканокластических отложений, сочленяющихся с сравнительно небольшими выходами грубых, собственно эффузивных прижерловых фаций [6—8]. Было установлено, что в байосе в пределах единой Закавказской плиты, маркирующей обширный островодужный вулканический бассейн, происходили извержения преимущественно центрального типа. Беспорядочно расположенные небольшие стратовулканы продуцировали огромное количество пирокластики, которая, транспортируясь по склонам вулканических построек, или осаждалась в межвулканических подводных котловинах, или же разносилась по перифериям вулканической зоны, образуя шлейфы стратифицированных туфо-тефрондных отложений.

Подобный механизм седиментации свежевыброшенного эксплозивного материала устанавливается на основании детального изуче-



ния строения, состава и структурно-текстурных особенностей отложенных. В частности, выявлены: отчетливое ритмическое строение стратифицированных толщ, градация вулканокластического материала, разнообразные текстуры подводных седиментационных деформаций, характерные подошвенные знаки, отвечающие турбидной модели седиментации флишевых бассейнов.

По северной периферии байосской вулканической зоны (район пос. Квайса и Они, хр. Купра-Чутхаро-Самерцхле, ущ. р. Ингури у с. Чери, окрестности с. Чхалта в Горной Абхазии), в пограничной полосе с осевым прогибом геосинклинального бассейна Большого Кавказа развиты исключительно пиллоу-лавовые эффузивы, не сопровождающиеся пирокластическим материалом и, следовательно, являющиеся продуктами трещинных подводных извержений.

Составленные на основании вышеизложенных фактов палеофациальная схема и поперечные профили для зоны распространения порфиритовой серии байоса [8, 9] совершенно определенно диктуют, что используемые на сегодняшний день критерии картирования вулканогенной толщи байоса должны быть в значительной степени откорректированы. Первые попытки последовательного применения фациально-палеогеографического подхода к анализу порфиритовой свиты дали интересные результаты. Так, ацетукская подсвита северо-западной части Абхазии, принимавшаяся по якобы стратиграфическому положению за нижнюю часть порфиритовой свиты, охватила весь байос, что подтверждается находкой в ней позднебайосского аммонита (устное сообщение Ш. А. Адамия). Подобно бассейну р. Мзымта, на юго-западной периферии Дзирульского массива весь байос оказался представленным преимущественно вулканогенно-обломочными отложениями, которые составляют южный шлейф байосского вулканического бассейна. В ущелье р. Ингури от с. Худони до с. Ханши вулканогенная порфиритовая толща на 85—90% сложена стратифицированными тефрогенными вулканокластолитами турбидитового типа, которые соответствуют всему байосу.

Проведенный фациально-палеографический анализ позволяет уточнить также вопрос формирования рудных месторождений в порфиритовых формациях. Учитывая охарактеризованные выше специфические условия образования тефрогенных турбидитовых толщ, можно вполне уверенно предсказать, что последние потенциально стерильны в отношении рудной минерализации, связанной с байосским вулканизмом. Такой выход находит фактические подтверждения в отрицательных результатах поисков сингенетических руд в этих толщах. Большинство известных месторождений и рудопроявлений барита, связь которых очевидна или в той или иной степени вероятна с байосским вулканизмом, пространственно приурочено к собственно эффузивным фациям. В одном случае (Квайса, Чорди, Генцвиши и др.) это зона современного глубинного разлома конседиментационного заложения вдоль северной периферии Гагра-Джавской геотектонической единицы, трассируемая продуктами пиллоу-лавовых трещинных извержений. В другом случае это центры байосских стратовулканов, реконструирующиеся по выходам коротких потоков андезито-базальтовых лав и нагромождению грубых прижерловых вулканокластолитов.



Наглядным примером реликта такого стратовулкана служит Намохванский вулканический центр в Окрибе (рис. 1), лавовые и грубые лавокластические фации которого продолжают как на восток (г. Лукнари), так и в северо-западном направлении (водораздел рр. Риони и Цхенисцкали). Именно к этим центрам приурочены пространственно известные в районе рудопроявления и месторождения барита, в частности же крупное Меквенское месторождение. К северу (до с. Твиши) и к югу (до с. Гелати) от названных вулканических центров развиты мощные шлейфы туфо-тефроидных и вулканотерригенных отложений с тенденцией постепенного уменьшения крупности вулканокластиков в этих направлениях [10]. Последние, как показывают структурный анализ и радиологические измерения, стерильны в отношении сингенетического оруденения [11].

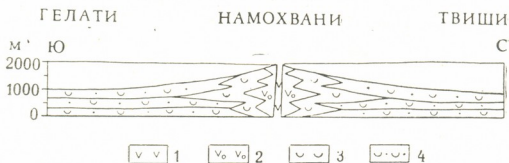


Рис. 1. Схематический палеофациальный профиль байосских вулканотерригенных образований Окрибы по ущелью р. Риони. Фации Намохванского вулканического центра: 1 — лавовые, 2 — лавокластические. Фации южного и северного стратифицированных вулканокластических шлейфов: 3 — туфовые, 4 — тефрогенные

Результаты проведенного палеофациального анализа байосской вулканической зоны показывают, что принятые определения мощности вулканогенной толщи (300—500 м) завышены и их следует откорректировать на основе палеовулканологических реконструкций для каждой конкретной части бассейна.

Академия наук Грузинской ССР
 Геологический институт
 им. А. И. Джанелидзе

(Поступило 2.4.1987)

ლითოლოგია

მ. ბერიძე

საქართველოს ბაიოსური პორფირიტული სერიის ფაციალური
 თავისებურებების შესახებ

რეზიუმე

საქართველოს ბაიოსური პორფირიტული სერიის შიგა აგებულების გაშიფვრის შედეგად გავრა-ჯავის გეოტექტონიკური ზონის ჩრდილო კიდის გასწვრივ დადგინდა ნაპრალური ამონთხევების ზოლი, ხოლო მის დანარჩენ ტერიტორიაზე და საქართველოს ბელტის ფარგლებში გამოვლინდა სტრატო-ვეულკანების რელიქტები და მათი სინქრონული ტუფურ-ტეფროიდული სტრატოფიცირებული ვულკანოკლასტოლითები. ჩატარებული ფაციალური ანალიზი გვიჩვენებს, რომ ბაიოსური პორფირიტული სერიის კარტირების მეთოდში კორექტივებია შესატანი.

M. A. BERIDZE

ON FACIAL FEATURES WITHIN THE BAJOCIAN PORPHYRITIC SERIES OF GEORGIA

Summary

Analysis of the inner structure of the Bajocian porphyritic formation indicated a belt of fissural eruptions along the northern margin of the Gagra-Djava geotectonic zone, whereas in the part of this zone as well as on the Georgian block relics of several stratovolcanoes and their coeval tufftephroidal stratified volcanoclastic deposits are found. The performed facial analysis indicates that certain corrections should be introduced into the mapping technique adopted for the Bajocian porphyritic suite.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. И. Джanelидзе. Геологические наблюдения в Окрибе. Тбилиси, 1940.
2. Г. А. Дзoценидзе. Домиоценовый эффузивный вулканизм Грузии. Тбилиси, 1948.
3. Геология СССР, т. 10. М., 1964.
4. Вопросы геологии северо-западной части Абхазии. Тбилиси, 1972.
5. Ю. Я. Потапенко, А. Г. Гурбанов. Изв. АН СССР, сер. геол., № 11, 1970.
6. თ. ჯანელიძე. კავკასიონის სამხრეთი ფერდის გეოსინკლინის შეაქვრული ვულკანიზმი (მდ. ნეგურისა და მდ. ცხენისწყლის აუზებში). თბილისი, 1969.
7. М. А. Беридзе. Сообщения Геол. о-ва Грузии, т. VII, вып. I, 2, 1970.
8. М. А. Беридзе. Литология и полезные ископаемые, № 1, 1982.
9. М. А. Беридзе. Геосинклинальный вулканогенно-осадочный литогенез. Тбилиси, 1983.
10. З. А. Паилodze, Т. В. Джanelидзе, Г. И. Девдариани. Сообщения АН ГССР, 82, № 3, 1976.
11. М. Н. Джапаридзе, Р. Е. Кахадзе, Н. А. Каджая, М. Р. Гагნიдзе, М. М. Джапаридзе. Сб. «Крупномасштабное количественное прогнозирование эндогенного оруденения». Ташкент, 1976.



М. Э. САЛУАШВИЛИ, Г. Г. МСХИЛАДЗЕ, Б. А. САЛУКВАДЗЕ

СТАТИЧЕСКИЙ И КИНЕМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ НОВОЙ РАСКРЫВАЮЩЕЙСЯ АРОЧНОЙ КОНСТРУКЦИИ ПОКРЫТИЯ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Ш. Г. Напетваридзе 24.11.1986)

Предложенная раскрывающаяся арочная конструкция покрытия может быть образована из различных плит, соединенных между собой шарнирно. Шарниры снабжены устройством, позволяющим жестко фиксировать узлы сопряжения и по мере надобности получить бесшарнирную одно-, двух- или трехшарнирные арки. В отверстия плит и соединительные шарниры заложен гибкий тяговой трос, натяжением которого достигается заданная геометрическая форма конструкции [1].

Цель данного исследования — определение величины той минимально требуемой силы, при которой и происходит весь процесс монтажа предлагаемой раскрывающейся арочной конструкции покрытия.

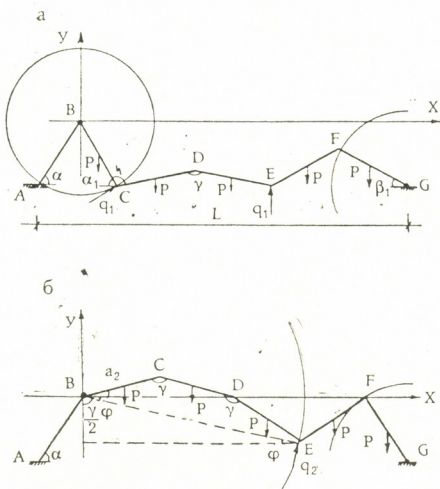


Рис. 1. Схемы монтажа конструкции:
 а) I этап монтажа;
 б) II этап монтажа.

До начала монтажа конструкция находится в положении, представленном на рис. 1,а. В точке А опирание конструкции жесткое, а в

точке G — шарнирное; при этом промежуточные шарниры являются односторонними. Так называемая фигура CDE поэтому представляет собой замкнутую систему и монтаж системы характеризуется передвижением точек C и F . Если силу натяжения троса q разложим и представим ее приложенной в точках C и E , то тогда равновесию системы, которая опирается в точках A и G , будет способствовать сила g_1 (рис. 1,а). Начальную точку координат приложим в шарнире B .

Решив уравнения равновесия $\sum M_B = 0$ (опорные реакции в точках A и G не учитываются) получим, что

$$q_1 = \frac{p}{l} \frac{L + l \left(\frac{5}{2} \cos \alpha + 4 \sin \frac{8}{2} \right)}{1 + \cos \alpha + 2 \sin \frac{8}{2}}, \quad (1)$$

где p, l — вес и длина составной плиты; L — пролет конструкции; $\alpha = \frac{k-1}{k} \Phi_0$ — угол между крайней жестко заземленной плитой и горизонтом; k — число составных плит; Φ_0 — центральный угол; $\gamma = 2 \arccos \left(\sin \frac{\Phi_0}{k} \right)$ — угол между двумя полностью раскрытыми плитами.

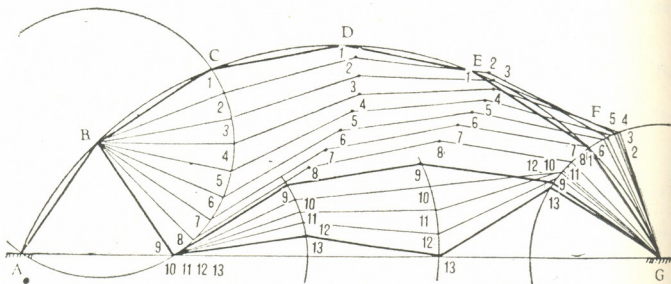


рис. 2 Схема процесса демонтажа, раскрывающейся арочной конструкции покрытия

Надо отметить, что монтаж раскрывающейся арочной конструкции покрытия происходит в два этапа. Начало I этапа было представлено на рис. 1,а, а на рис. 1,б представлена схема I и начало II этапа монтажа системы. Как видно, II этап монтажа характеризуется уже передвижением точки E по окружности круга с радиусом BE (в этом этапе монтажа уже $BCDE$ представляет замкнутую систему).

Составим уравнение равновесия $\sum M_B = 0$ для II этапа монтажа и определим ту величину силы q_2 , при которой система находится в равновесии. После некоторых преобразований получим

$$q_2 = \frac{p}{l} \frac{L - l \left[\frac{3}{2} \cos \alpha - \sin \frac{5}{2} \left(5 - 2 \cos 5 + \sin \frac{3}{2} 5 \right) \right]}{1 - 2 \cos \gamma}. \quad (2)$$

Зная значения, полученные по формулам (1) и (2), можно сказать, что для выведения системы из равновесия (монтаж конструк-

ции) необходимо, чтобы минимальная действующая при этом сила, приложенная к концу тягового троса, была больше чем q , т. е. $Q > q$ (при этом исследования показали, что $q_2 > q_1$).

Как уже отмечалось, монтаж системы характеризуется передвижением точек C , F (I этап монтажа) и E (II этап монтажа), и составляя уравнения движения этих точек, получаем уравнения движения всей системы.

Для точки C :

$$\begin{aligned}x &= l \cos \alpha_1 = l \cos \omega t, \\y &= l \sin \alpha_1 = l \sin \omega t.\end{aligned}\quad (3)$$

Для точки F :

$$\begin{aligned}x &= L - l (\cos \alpha + \cos \beta), \\y &= l (\sin \alpha - \sin \beta).\end{aligned}$$

Для точки E :

$$\begin{aligned}x &= l (1 - 2 \cos \gamma) \cos \varphi, \\y &= l (1 - 2 \cos \gamma) \sin \varphi.\end{aligned}\quad (4)$$

Для определения величины силы, действующей в жестко фиксирующих узлах, построим схему демонтажа рассматриваемой конструкции покрытия (рис. 2).

Демонтаж начинается превращением жестко фиксированных узлов (кроме опорного узла A) опять в шарнирные. Так как система жестко опирается в узле A , то ослабление тягового троса, заложенного внутри составных элементов, будет способствовать передвижению $BCDEFG$ системы в сторону узла G . Малейшее передвижение системы вызывает опускание узла C , при этом $BCDEF$ остается неизменной. После достижения положения 9 (рис. 3) заканчивается первый этап демонтажа конструкции. В дальнейшем начинает опускаться точка E (BCD уже является неизменной) и положением 13 заканчивается весь процесс монтажа.

Как показал процесс демонтажа, первым опускается точка C . Поэтому для сохранения равновесия системы необходимо в точке C приложить силу, противоположную направлению ее опускания. Решив уравнение равновесия $\sum M_B = 0$, после некоторых преобразований получим

$$q_3 = \frac{p}{l} \left[L - l \left(\frac{3}{2} \cos \frac{5}{6} \varphi_0 - 4 \cos \frac{\varphi_0}{2} - 4 \cos \frac{\varphi_0}{6} \right) \right]. \quad (5)$$

Найденная q_3 — та сила, на воздействие которой проверяется жесткая фиксация соответствующих узлов конструкции (в том числе и опорных).

Определим время, в течение которого происходит весь процесс монтажа: $T = t_1 + t_2$. При этом время I этапа монтажа t_1 характеризуется изменением угла α_1 (рис. 1, а) в течение времени: $t_1 = \xi_1 / \omega$, где $\xi_1 = \alpha'_1 + \alpha''_1 = \varphi_0$. А время, в течение которого происходит II этап монтажа, есть $t_2 = \xi_2 / \omega$, где $\xi_2 = \varphi' + \varphi'' = (\varphi_0 + \gamma - \pi) / 2$ (рис. 1, б).

Натяжение тягового троса, заложенного в плитах, с помощью которого осуществляется монтаж раскрывающейся арочной конструкции покрытия, как уже отмечалось, происходит натяжным устройством. Оно устанавливается около фундамента конструкции и является одним из важных компонентов для осуществления всего процесса монтажа. Сам тип натяжного устройства подбирается в зависимости от требуемой величины силы Q [2].

Определим ту величину силы крепления F , приложив которую натяжное устройство сможет осуществить выборку тягового троса требуемой натяжной силы Q .



Решив уравнение равновесия $\Sigma X=0$ и $\Sigma Y=0$, получим выражение, определяющее силу F :

$$F \geq \frac{Q \cos \alpha - f(G + Q \sin \alpha)}{nf} \quad (6)$$

где Q — требуемая монтажная сила; f — коэффициент трения между основанием натяжного устройства и фундаментом; G — вес натяжного устройства; α — угол наклона тягового троса к фундаменту; n — число крепежных болтов.

Найдем ту величину угла α , при которой $F=0$. Это положение, когда натяжное устройство удерживается одной лишь силой трения и собственного веса, т. е. срезывающее усилие в крепежных болтах будет равно нулю. Так как в формуле (6) $nf \neq 0$, то для получения желаемого результата, надо решить уравнение

$$Q \cos \alpha - f(G + Q \sin \alpha) = 0.$$

После некоторых преобразований получим

$$\alpha = \arccos \frac{fG}{Q} \operatorname{arctg} f. \quad (7)$$

С учетом значения α , для разных $f = (1/2 \div 1/10) L$, можно найти, во время монтажа, то место установки натяжного устройства, где не потребуется его закрепление в землю (т. е. $F=0$). Это резко сократит как время установки натяжного устройства, так и процесс всего монтажа.

Грузинский политехнический институт
им. В. И. Ленина

(Поступило 4.12.1986)

საშენებლო მეცნიერება

მ. სალუაშვილი, გ. მსხილაძე, ბ. სალუკვაძე

ახალი, გასაშლელი თაღური გადახურვის კონსტრუქციის სტატიკური და კინემატიკური ანალიზი

რეზიუმე

ჩატარებულია სტატიკური და კინემატიკური ანალიზი ახალი, გასაშლელი თაღური გადახურვის კონსტრუქციისა. განსაზღვრულია კონსტრუქციის მონტაჟისა და კვანძების გასახისტებლად საჭირო ძალების მნიშვნელობანი, აგრეთვე მონტაჟისათვის საჭირო მოსაქაჩი მოწყობილობის ოპტიმალური ადგილმდებარეობა.

STRUCTURAL MECHANICS

M. E. SALUASHVILI, G. G. MSKHILADZE, B. A. SALUKVADZE

STATIC AND KINEMATIC ANALYSIS OF A NEW OPENING ARCHED ROOF CONSTRUCTION

Summary

Static and kinematic analyses of a new opening arched roof construction have been carried out. Values of the forces required for erecting the construction and making it's joints rigid have been determined, as well as the optimal position of the tensioning device required for erection.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. М. Э. Салуашвили, Г. Г. Мехиладзе и др. Сборно-разборное сводчатое сооружение. а. с. № 1308725, Бюл. 17, 1987.
2. Справочник монтажника. М., 1980.



РАЗРАБОТКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ И ОБОГАЩЕНИЕ

Г. Д. ГОГРИЧАНИ

АНАЛИЗ РАБОТЫ КАМНЕРЕЗНОЙ МАШИНЫ С КОЛЬЦЕВЫМИ ФРЕЗАМИ, ОСНАЩЕННЫЙ ВИБРОЗАЩИТНЫМ УСТРОЙСТВОМ

(Представлено академиком А. А. Дзидзигури 16.3.1987)

Для определения рациональных параметров виброзащитных устройств камнерезной машины типа СМ-177А составлена механическая модель системы «валопровод-амортизатор-режущий орган». Расчетная схема указанной системы представлена на рис. 1, где J_1 — момент инерции валопровода, Нм·с²; J_2 — момент инерции режущего органа,

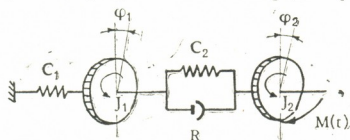


Рис. 1. Расчетная схема системы «валопровод-амортизатор-режущий орган»

Нм·с²; C_1 — крутильная жесткость валопровода, Нм/рад; C_2 — крутильная жесткость амортизатора Нм/рад; R — коэффициент вязкого сопротивления упругих элементов при кручении, Нм·с/рад; $M(t)$ — периодический возмущающий момент, Нм, $M(t) = M_0 \sin \omega t$; M_0 — амплитуда возмущающего момента, Нм; φ_1, φ_2 — обобщенные координаты крутильных деформаций валопровода и режущего органа, соответственно, рад.

Движение системы «валопровод-амортизатор-режущий орган» описывается уравнениями

$$J_1 \ddot{\varphi}_1 = C_1 \varphi_1 + R(\dot{\varphi}_2 - \dot{\varphi}_1) + C_2(\varphi_2 - \varphi_1) \quad (1)$$

$$J_2 \ddot{\varphi}_2 = -R(\dot{\varphi}_2 - \dot{\varphi}_1) - C_2(\varphi_2 - \varphi_1) + M_0 \sin \omega t.$$

Частное решение системы (1), которое определяет вынужденные колебания валопровода, имеет вид

$$\varphi_1 = B_1 \cos \omega t + B_2 \sin \omega t = B \sin(\omega t + \alpha),$$

где

$$B_1 = (C_2 F_0 \Theta_1 - R F_0 \omega \Theta_2) \cdot (\Theta_1^2 + \Theta_2^2)^{-1},$$

$$B_2 = (C_2 F_0 \Theta_2 + R F_0 \omega \Theta_1) \cdot (\Theta_1^2 + \Theta_2^2)^{-1},$$

$$F_0 = M_0 (J_1 J_2)^{-1},$$

$$B = \frac{F_0 \sqrt{(C_2 \Theta_1 - R \omega \Theta_2)^2 + (C_2 \Theta_2 + R \omega \Theta_1)^2}}{\Theta_1^2 + \Theta_2^2} \quad \text{— амплитуда кручения валопровода}$$



провода; $\Theta_1 = \omega^4 - b\omega^2 + d$, $\Theta_2 = a\omega^3 - c\omega$. a, b, c, d — известные постоянные; $\alpha = \arctg \frac{B_2}{B_1}$ — сдвиг по фазе между составляющими колебаниями валопровода и возмущающего момента.

Целью исследований является уменьшение коэффициента динамичности валопровода η за счет подбора рациональных параметров (R, C_2) виброзащитных устройств.

$$\eta = \frac{1}{\sqrt{\frac{J_1^2 J_2^2 (\Theta_1^2 + \Theta_2^2)^2}{C_1^2 [(C_2 \Theta_1 + R \omega \Theta_2)^2 (C_2 \Theta_2 + R \omega \Theta_1)^2]}}} \quad (2)$$

Анализ выражения (2) показывает, что с уменьшением жесткости и увеличением коэффициента вязкого сопротивления амортизатора коэффициент динамичности уменьшается. Однако для определения рационального диапазона изменения жесткости и коэффициента вязкого сопротивления амортизатора в пределах заданных грузоподъемностей необходимо проведение количественного анализа выражения (2).

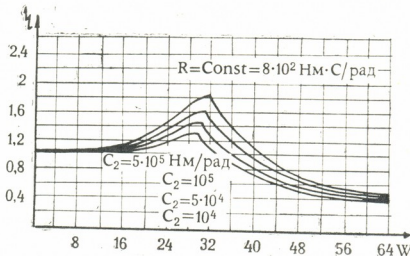


Рис. 2. Зависимость коэффициента динамичности от частоты

Численные значения параметров, входящие в выражение (2), рассчитаны согласно методике [1, 2].

Исходными данными для анализа являются параметры камерезной машины типа СМ-177А и амортизатора МР (металлическая резина);

$$J_1 = 630 \text{ Нм} \cdot \text{с}^2; \quad J_2 = 1,9 \text{ Нм} \cdot \text{с}^2; \quad C_1 = 2 \cdot 10^6 \text{ Нм/рад};$$

$$C_2 = 10^4 \div 5 \cdot 10^5 \text{ Нм/рад}; \quad R = 2 \cdot 10^2 \div 8 \cdot 10^2 \text{ Нм} \cdot \text{с/рад}.$$

С учетом этих значений построены зависимости коэффициента динамичности от частоты (рис. 2).

Анализ кривых, представленный на рис. 2, показывает, что эффективная виброзащита валопровода камерезной машины (СМ—177А) обеспечивает при $C_2 = 10^4 \div 0 \cdot 10^4$ Нм/рад и $R = 6 \cdot 10^2 \div 8 \cdot 10^2$ Нм·с/рад.

Основываясь на полученные результаты в лабораторных условиях, были разработаны виброзащитные устройства, испытаны и внедрены в производстве (карьер Салнети), что дало возможность уменьшить амплитуду крутящего момента на вале ведущей звездочки на



33,4%, амплитуду поперечных колебаний фрезы — на 26%, потребляемую мощность электродвигателей — на 25% и расхода резцов — на 40%.

Экономическая эффективность от внедрения виброзащитных устройств в одной машине составило 5000 руб/год.

Академия наук Грузинской ССР
Институт горной механики
им. Г. А. Цулукидзе

(Поступило 27.3.1987)

საბადოთა დამუშავება და გამდიდრება

ბ. გოგრიჩიანი

მიზროდამცავი მოწყობილობით აღჭურვილი რბოლურფრეზებიანი კვისმპრელი მანქანის მუშაობის ანალიზი

რეზიუმე

ანალიზურად გამოკვლეულია „ტრანსმისია — ამორტიზატორი — მჭრელი ორგანო“ სისტემის დინამიკა. დადგენილია ამორტიზატორის პარამეტრების სიხისტისა და შიდა ხახუნის კოეფიციენტის რაციონალური ინტერვალები ამორტიზატორის საჭირო ტვირთამწეობის გათვალისწინებით.

EXPLOITATION AND CONCENTRATION OF DEPOSITS

G. D. GOGRICHIANI

PERFORMANCE ANALYSIS OF ROCK-CUTTING MACHINE WITH RING CUTTERS EQUIPPED WITH A VIBROSAFETY DEVICE

Summary

The dynamics of the “shafting—shock absorber—cutting device” system has been analytically investigated. The rational range of the rigidity change and the viscous resistance coefficient of the shock absorber has been determined with due regard for load-carrying capacity of the shock absorber.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Б. А. Давидов, Б. А. Скарадумов. Динамика горных машин. М., 1961.
2. Р. С. Кинашвили. Сопротивление материалов. М., 1975.

З. С. НАЦВЛИШВИЛИ, Дж. М. УПЛИСАШВИЛИ, Г. В. ЦЕРЦВАДЗЕ

ВОПРОСЫ АНАЛИЗА И СИНТЕЗА ШЕСТИЗВЕННОГО РЫЧАЖНОГО МЕХАНИЗМА ВЫСОКОГО КЛАССА

(Представлено академиком Д. С. Тавхелидзе 29.10.1986)

Шестизвенный рычажный механизм $OABCDEF$ (рис. 1) по классификации акад. И. И. Артоболевского относится к механизмам IV класса. При определении плана положений механизмов высоких классов требуются дополнительные графические построения, как например вставка звена или использование шаблонов [1]. Чтобы избежать дополнительных построений, определение плана положений механизмов можно произвести иным подходом. Сначала для наглядности

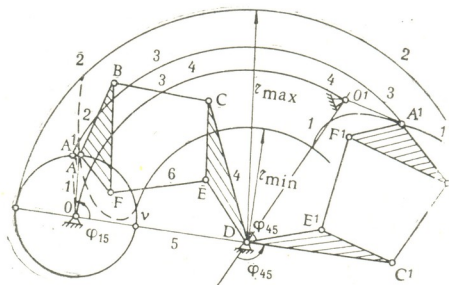


Рис. 1

рассмотрим четырехзвенный шарнирный механизм $OABC$ и воспользуемся обозначениями, показанными на рис. 2. Для построения плана положения механизма фиксируем выходное звено BC в произвольном положении, т. е. представляем в неподвижном виде (например, положение $B'C$). Так как в механизме звено OA является входным, то для его произвольного положения точка A_i будет задана. Из центра B' радиусом b проводим окружность 1—1, а из центра C радиусом CA_i — окружность до пересечения в точке A' . Из точек C и A' проводим соответственно окружности радиусами d и a до пересечения в точке O' . Полученное положение $O'A'B'C$ является искомым положением шарнирного четырехзвенника, повернутым вокруг точки C . Для определения крайних положений механизма из точки B' проводим окружности радиусами $b+a$ и $b-a$ до пересечения окружности, описанной из точки C радиусом d . На рис. 2 крайние положения механизмов показаны пунктиром. Угол $O_1'CO_2'$ представляет собой максимальный угол размаха коромысла BC . Такими же построениями можно определить углы поворота всех звеньев.



Аналогично решается задача построения плана положений для шестизвенного рычажного механизма $OABCDEF$, где, в отличие от построения плана положений шарнирного четырехзвенника, положение точки A_i получается пересечением окружности радиусом DA_i с шатунной кривой 1—1 (рис. 1). В обоих случаях необходимо учитывать вариантность положений звеньев, а также вариантность сборки [2].

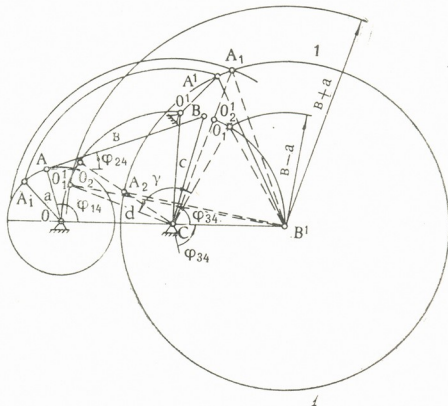


Рис. 2

Для определения функции положения шестизвенного рычажного механизма $OABCDEF$ (рис. 1) аналитическим методом вводим следующие обозначения:

$$l_{OA} = a, \quad l_{AB} = b, \quad l_{BC} = c, \quad l_{CD} = d, \quad l_{CE} = m, \quad l_{ED} = e,$$

$$l_{AF} = p, \quad l_{BF} = k, \quad l_{EF} = p, \quad l_{OD} = h,$$

$$\angle BAF = \alpha, \quad \angle ECD = \beta.$$

Обобщенной координатой механизма будем считать угол поворота φ кривошипа OA . Выбираем координатную систему $XE'Y$, фиксированную со звеном $DE'C'$, где $E'C' \parallel OD$. Предварительно определяем переменное расстояние l_{DA} , угол ODA и координаты точки D :

$$l_{DA} = a^2 + h^2 - 2ah \cos \varphi, \quad (1)$$

$$\angle ODA = \psi = \arcsin \frac{a \sin \varphi}{a^2 + h^2 - 2ah \cos \varphi}, \quad (2)$$

$$X_D = -\sqrt{e^2 - d^2 \sin^2 \beta},$$

$$Y_D = d \sin \beta. \quad (3)$$

Координаты точки A можно получить из системы

$$U^2 + V^2 = W^2,$$

$$(X_A - X_D)^2 + (Y_A - Y_D)^2 = l_{AD}^2, \quad (4)$$

где

$$U = b[(X_A - m) \cos \alpha + Y_A \sin \alpha] \cdot (X_A^2 + Y_A^2 + p^2 - p^2) -$$

$$- pX_A[(X_A - m)^2 + Y_A^2 + b^2 - c^2],$$

$$V = b[(X_A - m) \sin \alpha - Y_A \cos \alpha] \cdot (X_A^2 + Y_A^2 - \rho^2 - p^2) + bY_A[(X_A - m)^2 + Y_A^2 + b^2 - c^2],$$

$$W = 2b\rho \sin \alpha [X_A(X_A - m) + Y_A^2 - mY_A \operatorname{ctg} \alpha].$$

Координаты точки O определяются из следующей системы:

$$(X_O - X_D)^2 + (Y_O - Y_D)^2 = h^2,$$

$$(X_O - X_A)^2 + (Y_O - Y_A)^2 = a^2. \quad (5)$$

Находим координаты точек B и F :

$$(X_B - X_C)^2 + Y_B^2 = c^2,$$

$$(X_B - X_A)^2 + (Y_B - Y_A)^2 = b^2, \quad (6)$$

$$X_F^2 + Y_F^2 = \rho^2,$$

$$(X_F - X_A)^2 + (Y_F - Y_A)^2 = \rho^2. \quad (7)$$

Угол наклона звена ED относительно стойки вычисляется из формулы

$$\mu = \Psi + \Theta = \arcsin \frac{a \sin \varphi}{a^2 + h^2 - 2ah \cos \varphi} + \arccos \frac{l_{AD}^2 + e^2 - l_{AE}^2}{2el_{AD}}, \quad (8)$$

где

$$l_{AE} = \sqrt{(X_A - X_E)^2 + (Y_A - Y_E)^2}.$$

Определение остальных кинематических параметров не представляет сложности.

Соотношение между размерами звеньев шестизвенного рычажного механизма можно выразить как графически, так и аналитически.

Как видно из рис. 2, в четырехзвенном шарнирном механизме $OABC$ кривошип будет существовать только в том случае, если окружность радиусом b , описанная из центра B' , пересекается с окружностями радиусами $d+a$ и $d-a$, описанными из центра C , т. е. получаем известные неравенства:

для одного кривошипа

$$a + d \leq c + b,$$

$$a + b \leq c + d,$$

$$a + c \leq b + d,$$

для двух кривошипов

$$d + a \leq c + b,$$

$$d + b \leq a + c,$$

$$d + c \leq a + b.$$

В противном случае в механизме не будет кривошипа.

Исходя из вышеизложенного очевидно, что при синтезе механизма можно варьировать длинами звеньев OA и OC .

В вышерассмотренном механизме задача о проворачиваемости звеньев сводится к пересечению двух окружностей, а в шестизвенном рычажном механизме высшего класса — к пересечению окружностей с кривой высшего порядка с учетом сборки.

В шестизвенном рычажном механизме $OABCDEF$ (рис. 1) для существования кривошипа необходимо, чтобы окружности радиусами $h+a$ и $h-a$ пересекали шатунную кривую 1—1. Очевидно, что окружность радиуса a должна располагаться в зоне между окружностями с радиусами r_{\max} и r_{\min} с центром D . Следовательно, при решении задачи синтеза необходимо учитывать следующие неравенства:

для одного кривошипа

$$a + h \leq l_{AC \min} + d,$$

$$a + d \leq l_{AC \min} + h,$$

$$a + l_{AC \max} \leq h + d,$$

для двух кривошипов

$$h + a \leq l_{AC \min} + d,$$

$$h + d \leq l_{AC \min} + a,$$

$$h + l_{AC \max} \leq a + d.$$



Таким образом, полученные зависимости могут быть использованы при проектировании как для механизмов, составленных из простых кинематических цепей, так и для механизмов высших классов.

Грузинский политехнический институт
им. В. И. Ленина

(Поступило 28.11.1986)

მანქანათმშენობა

ზ. ნაცვლიშვილი, ჯ. უფლისაშვილი, ზ. ტერტსვაძე

მაღალი კლასის ექვსკვადრიანი ბიკრატული გეგანიზმის ანალიზის და სინთეზის საკითხები

რეზიუმე

ნაშრომში განხილულია მაღალი კლასის ექვსკვადრიანი გეგანიზმის ანალიზის და სინთეზის საკითხები. მოძრაობის შექცევის პრინციპის გამოყენებით მოცემულია გეგანიზმის მდებარეობათა გეგმის აგება. გამოყვანილია რგოლების მდებარეობის განმსაზღვრელი ფორმულები ისეთი სახით, რომ გვერდი ავუაროთ განტოლებათა სისტემის დისკრეტულ ამოხსნას და შესაბამისად გავზარდოთ მიღებული შედეგების სიზუსტე. საკმაოდ მარტივი სახით ჩამოყალიბებულია მრუდმხარობის და ორმრუდმხარობის არსებობის პირობა.

MACHINE BUILDING SCIENCE

Z. S. NATSVLISHVILI, J. M. UPLISASHVILI, G. V. TSERTSVADZE

PROBLEMS OF ANALYSIS AND SYNTHESIS OF A HIGH-CLASS SIX-BAR LEVERAGE

Summary

Problems of the analysis and synthesis of a high-class six-bar leverage are considered. Using the principle of motion reversibility, a plan of mechanism's position is drawn. The formulae of link position determination are derived in such a manner as to avoid a discrete solution of equation systems and, accordingly, to increase the accuracy of the obtained results. Conditions for the existence of cranks and drag-links are formulated in a sufficiently simple way.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. И. Артоболевский, В. З. Добровольский, З. Ш. Блох. Синтез механизмов. М., 1944.
2. И. И. Артоболевский. Теория механизмов и машин. М., 1975.

Н. А. БУРДИЛАДЗЕ

ЧИСЛЕННОЕ РЕШЕНИЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИИ МЕХАНИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ С НЕЛИНЕЙНОЙ УПРУГО- ФРИКЦИОННОЙ ХАРАКТЕРИСТИКОЙ

(Представлено членом-корреспондентом Академии М. В. Хвინгия 12.12.1986)

Колебательный процесс ведомого звена механизма с одной степенью свободы описывается дифференциальным уравнением вида

$$\dot{Y} + f(Y) + f_1(\dot{Y}) + D = F(t), \quad (1)$$

где $f(y)$ и $f_1(\dot{y})$ — некоторые нелинейные функции координаты y и ее производной во времени \dot{y} , обусловленные нелинейностями характеристик упругих звеньев, силами сопротивления, конструкционным демпфированием, силами внутреннего трения и т. п. [1]; $F(t)$ — вынуждающая сила, периодическая функция времени; D — постоянный член уравнения.

Построение общего решения уравнения (1) с использованием современных вычислительных средств в настоящее время приобрело особое значение.

Предлагается схема вычислительного процесса решения уравнения (1), несколько отличающихся от известных методов решений. Область применения предлагаемого способа можно распространить на нелинейные дифференциальные уравнения типа

$$\sum_{i=0}^n f_i(Y_i^{(i)}) = F(t), \quad (2)$$

описывающих колебания механических систем, например, вибрационных машин с нелинейностями, которые встречаются в технических устройствах (переменная жесткость, зазор, натяг, контактная жесткость, конструкционное фемпфирование и др.).

Суть решения задачи основана на следующем подходе. Если каждый нелинейный член уравнения (2) рассмотреть как функцию от $Y, \dot{Y}, \ddot{Y}, \dots, Y^{(n)}$ и каждую из них заменить линейной функцией в интервалах $[Y_i, Y_{i+1}]$, $[\dot{Y}_i, \dot{Y}_{i+1}]$, ... $[Y_i^{(n)}, Y_{i+1}^{(n)}]$, которые выбираются из условия обеспечения наперед заданной точности приближения заменяющей линейной функции по отношению к имеющейся в уравнении, то зависимость (2) заменяется на соответствующих интервалах линейными дифференциальными уравнениями с постоянными действительными коэффициентами A_i и D_i ,

$$\sum_{i=0}^n A_i Y_i^{(i)} + D_i = F(t). \quad (3)$$



Точные аналитические решения уравнения (3) выражаются в квадратурах и последовательным их сшиванием по участкам $[Y_i, Y_{i+1}]$, $[\dot{Y}_i, \dot{Y}_{i+1}]$ и т. д. можно получить численные значения решения в дискретных точках на интервале интегрирования.

Решение уравнения (1) вышеуказанным способом осуществляется следующим образом.

Даны начальные условия задачи:

при $t=t_0$, $Y=Y_0$ и $\dot{Y}=\dot{Y}_0$.

Выбираются модульные значения интервалов $\Delta Y = Y_{i+1} - Y_i$ и $\Delta \dot{Y} = \dot{Y}_{i+1} - \dot{Y}_i$ по принципу наилучшего приближения заменяющей линейной функции к действительной.

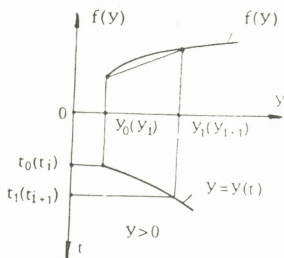


Рис. 1

Выясняется вопрос о том, какие участки (левый или правый) от известной точки Y_i для функции $f(Y)$ и от точки \dot{Y}_0 для функции $f_1(\dot{Y})$ (в общем случае от точки Y_i , рис. 1) примут участие в линейризации уравнения (1) в начальном этапе решения задачи, т. е. какие знаки надо давать отрезкам ΔY и $\Delta \dot{Y}$.

Этот вопрос решается исследованием поведения искомых интегральных кривых $Y=Y(t)$ и $\dot{Y}=\dot{Y}(t)$ в начальной точке решения задачи. Если в начальной точке эти функции возрастают (убывают), то ΔY и $\Delta \dot{Y}$ должны быть положительными (отрицательными) [2].

Процедура установления знаков для ΔY и $\Delta \dot{Y}$ требуется только для начала численного счета. В дальнейшем, в процессе вычислений, эти знаки будут устанавливаться по полученным в ходе решения результатам.

После замены членов $f(Y)$ и $f_1(\dot{Y})$ их линейными приближениями, уравнение (1) принимает вид

$$\dot{Y} + 2B\dot{Y} + CY + A = F(t), \quad (4)$$

где

$$B = \frac{f_1(\dot{Y}_i + \Delta \dot{Y}) - f_1(\dot{Y}_i)}{2\Delta \dot{Y}}, \quad C = \frac{f(Y_i + \Delta Y) - f(Y_i)}{\Delta Y},$$

$$A = f(Y_i) + f_1(\dot{Y}_i) - 2B\dot{Y}_i - CY_i + D.$$

В зависимости от конкретных значений коэффициентов B и C можно получить пять разных аналитических решений:

1. $\ddot{Y} + 2B\dot{Y} + CY + A = F(t), \quad B^2 - C > 0;$
2. $\ddot{Y} + 2B\dot{Y} + A = F(t), \quad C = 0;$
3. $\ddot{Y} + 2B\dot{Y} + CY + A = F(t), \quad B^2 - C = 0;$
4. $\ddot{Y} + A = F(t), \quad B = C = 0;$
5. $\ddot{Y} + 2B\dot{Y} + CY + A = F(t), \quad B^2 - C < 0.$

Выбирая нужное уравнение из (5), рассматриваются его общие решения $Y = Y(t, C_1, C_2)$ и $\dot{Y} = \dot{Y}(t, C_1, C_2)$ на интервале $[(\dot{Y}_i, Y_i), (\dot{Y}_{i+1}, Y_{i+1})]$. По известным параметрам точки (\dot{Y}_i, Y_i) определяются значения C_1 и C_2 постоянных интегрирования и находятся значения $Y_{i+1} = Y(\Delta t)$ и $\dot{Y}_{i+1} = \dot{Y}(\Delta t)$, после чего можно приступить к следующему шагу решения задачи.

Точность полученного результата расчета в точке Y_{i+1} контролируется сравнением двух значений \dot{Y} , первого — полученного по заданному соотношению (1) и второго — по точной формуле решения заменяющего линейного уравнения $\dot{Y} = \dot{Y}(t)$.

Пример решения уравнения (1) при начальных условиях:

$$t_0 = 0, Y_0 = 0, \dot{Y}_0 = 0, D = 0,$$

$$\ddot{Y} + 35600Y^3 - 47040Y^2 + 23500Y + f_1(\dot{Y}) = 4000 \sin \omega t, \quad (6)$$

где при $\dot{Y} > 0$, $f_1(\dot{Y}) = 8(\dot{Y})^2$, а при $\dot{Y} < 0$, $f_1(\dot{Y}) = -8(\dot{Y})^2$.

Подстановкой $\omega t = \tau$ и $Y = A\xi$, где $\omega = 314.2$ 1/с и $A = 1$ см., уравнение (6) приводится к безразмерному виду

$$\ddot{\xi} + 0.36\xi^3 - 0.48\xi^2 + 0.24\xi \pm 8(\dot{\xi})^2 = 0.04 \sin \tau. \quad (7)$$

τ	ξ	$\dot{\xi}$
0.62832	0.0016221	0.007581
0.870223	0.0041832	0.013846
1.080711	0.0077523	0.020114
1.284914	0.0125060	0.026388
1.498543	0.0188647	0.032652
1.753013	0.0279311	0.038891
1.991774	0.0378652	0.043147
2.217969	0.0477982	0.045314
2.434742	0.0577385	0.045645
2.654652	0.0676604	0.044165
2.888513	0.0775871	0.040697
3.150114	0.0874866	0.034617
3.358182	0.0940498	0.0282575

Ниже дана таблица некоторых значений численного решения уравнения (7) предлагаемым алгоритмом.

Расчет был выполнен на машине ЕС 1040; для сравнения эта же задача решалась методом Рунге—Кутта при одинаковой точности. Машинное время при предлагаемом способе уменьшилось в 4—5 раз.

Такое уменьшение машинного времени вызвано тем, что меняя первоначальную нелинейную задачу линейной в разумных интервалах с обеспечением наперед заданной точности, окончательный результат получается точным решением этой новой задачи и тем самым исключается итерационный процесс.

Алгоритм и программа решения для частного случая уравнения (1), когда $f_1(y) = 2By$, описан в программе [3].

Академия наук Грузинской ССР
 Институт механики машин

(Поступило 12.12.1986)

მანქანათმშენობლა

ბ. ბურდილაძე

არაწრფივი დრეკად-ფრიქციული მახსნათმბლიანი მქანაკური რხევის დიფერენციალური განტოლების რიცხვითი ამოხსნა

რეზიუმე

აღწერილია დიფერენციალური განტოლების ციფრული ამოხსნის პროცესი, დამყარებული განტოლების მარცხენა მხარეში შემავალი არაწრფივი წევრების ბიჯური გაწრფივებით მიღებულ განტოლებათა თანმიმდევრული ზუსტი ამოხსნისა და ამ ამოხსნათა შეთავსების პრინციპზე.

MACHINE BUILDING SCIENCE

N. A. BURDILADZE

NUMERICAL SOLUTION OF MECHANICAL OSCILLATIONS
 DIFFERENTIAL EQUATIONS WITH NON-LINEAR ELASTIC-
 FRICTIONAL CHARACTERISTICS

Summary

The process of numerical solution of the title differential equations is described which uses pitch linearization of nonlinear members of the left side of the equation, with consequent exact solution of the equations obtained and their connection to each other.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. И. Вульфсон, М. З. Коловский. Нелинейные задачи динамики машин, Л., 1968.
2. Н. С. Пискунов. Дифференциальное и интегральное исчисление, т. I. М., 1964.
3. М. В. Хвინгия, Н. А. Бурдиладзе. ГосФАП СССР, Алгоритмы и программы, информационный бюллетень, 1986, № 3 (72).

С. С. МЕСАРКИШВИЛИ, Ю. Ш. КЕИНАШВИЛИ

ОПТИМАЛЬНАЯ ЧАСТОТА ВРАЩЕНИЯ ДРОБИЛЬНЫХ ВАЛКОВ С ОКРУГЛЫМИ ЛОПАСТЯМИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. Я. Шхвацабая 8.1.1987)

В настоящее время на практике, например, в винодельческом и соковом производстве, стали применять дробилки с шестью восьмьюлопастными валками [1]. Специфика таких валков заключается в том, что они имеют округлые лопасти, входящие друг в друга, аналогично цилиндрической зубчатой передаче, но без зацепления. Расчет таких валков (основные конструктивные параметры, производительность и др.) имеет свою специфику и более сложен, чем расчет гладких и рифленых валков [2—4].

Известно, что предельная частота вращения горизонтальных парных валковых дробилок зависит от многих факторов — коэффициента трения, модуля упругости и плотности измельчаемой частицы, ее размеров до и после измельчения, а также угла захвата валков и разрушающего частицу механического напряжения [5, 6]. В отличие от гладких валков, оптимальная частота вращения валков с округлыми лопастями не зависит от свойств измельчаемой частицы (коэффициента трения, модуля упругости и разрушающего напряжения) и определяется размерами частицы и валка.

Исследование закономерности движения шарообразной частицы между лопастными валками, выполненное на плоской макетной установке, показало, что основная разница в характере движения частицы в межвалковом рабочем пространстве сводится к следующему: частица, находящаяся над валками движущаяся сверху вниз, может свободно пройти межлопастное пространство до тех пор, пока расстояние между соответствующими лопастями остается больше характерного размера частицы. Попадая в межлопастное пространство и продолжая движение с ускорением сверху вниз, частица достигает зоны гарантированного захвата, где под действием одной из лопастей принудительно меняет направление и начинает перемещаться в сторону соответствующей межлопастной впадины. Таким образом, установленным следует считать факт, что если при гладких валках частица измельченного материала почти постоянно находится в контакте с рабочими поверхностями валков, то при лопастных валках частица может находиться в межвалковом рабочем пространстве и совершать «свободное» падение сверху вниз, не прикасаясь, при этом, к рабочим поверхностям лопастей до попадания в зону гарантированного захвата, т. е. в отличие от гладких (рифленых) валков, зона захвата находится не на поверхности валков, а в некоторой глубине межлопастного пространства. С учетом вышесказанного, предлага-



ется методика определения оптимальной частоты вращения лопастных валковых дробилок, в основу которой положены следующие допущения.

1. Движение измельчаемой частицы в межвалковом рабочем пространстве происходит изолированно от потока обрабатываемого материала и форма частицы шарообразная.

2. Перед началом движения сверху вниз, в худших условиях частица находится в контакте с одной из лопастей, служащей ей кратковременной опорой, т. е. находится на уровне захвата условными наружными поверхностями валков и начальная скорость ее равна нулю.

3. Принудительное изменение направления движения частицы (в сторону соответствующей межлопастной впадины) начинается с момента достижения ею уровня окружности одного из валков с диаметром, равным примерно сумме диаметра основания лопастного валка и половины высоты лопасти [7].

4. Окружная скорость вращения лопастных валков и перемещение частицы сверху вниз со скоростью свободного падения обеспечивают постоянный контакт частицы с опорной лопастью.

Ниже приводится последовательность расчета оптимальной частоты вращения лопастных дробильных валков.

Исходными расчетными данными являются: диаметр валка — D ; межвалковый рабочий зазор — δ ; высота лопасти — h ; характерный размер частицы — d ; средняя ширина лопасти — S .

Расчеты ведутся в следующей последовательности (все линейные размеры в м):

1. Условный угол захвата лопастного валка

$$\cos \alpha = \frac{D + \delta - h}{D + d}.$$

2. Фактический угол захвата

$$\cos \beta = \frac{D + \delta - h}{D + d - 1,5h}.$$

3. Межцентровое расстояние валков

$$L = D + \delta - h.$$

4. Высота свободного падения частицы в межвалковом пространстве

$$h_0 = 0,5L (\operatorname{tg} \alpha - \operatorname{tg} \beta).$$

5. Угол поворота валка, соответствующий свободному падению частицы

$$\Delta \alpha = \alpha - \operatorname{arc} \operatorname{tg} \left(\operatorname{tg} \beta - \frac{d + S}{L} \right).$$

6. Оптимальная частота вращения в минуту

$$n = 0,37 \frac{\Delta \alpha}{\sqrt{h_0}}.$$



В табл. 1 и 2 приведены исходные данные и результаты расчетов для некоторых образцов виноградных дробилок, выполненных Ю. Ш. Кеинашвили.

Таблица 1

Исходные данные для расчета оптимальной частоты вращения некоторых виноградных валковых дробилок

Марка дробилок	Частота вращения в минуту, n	Линейные размеры, мм			
		D	h	S	δ
ВД-20	63	317	50	50	6
2ДДС-3-4	90	235	60	56	9
2ДД-3-8	72	317	50	50	7

Таблица 2

Результаты расчета оптимальной частоты вращения лопастьновалковых виноградных дробилок (линейные размеры в мм)

Марки дробилок	$\cos \alpha$	$\operatorname{tg} \alpha$	$\cos \beta$	$\operatorname{tg} \beta$	L	h_0	$\Delta \alpha^\circ$	n , об/мин
ВД-20	0,743	0,8983	0,9393	0,3650	273	73	41,83	56
2ДДС-3-4	0,6456	1,1826	0,9443	0,3466	184	77	62,70	84
2ДД-3-8	0,7465	0,8873	0,9383	0,3693	274	71	41,58	58

Очевидно, что частота вращения дробильных валков этих машин близка к оптимальной, но несколько завышена. Полученные результаты поверочных расчетов свидетельствуют о более или менее правильных теоретических предположениях, положенных в основу предлагаемой методики расчета.

Грузинский сельскохозяйственный институт

(Поступило 6.2.1987)

განმანათლებლოვნობა

ს. მისარკიშვილი, ი. ყვინაშვილი

მომრგვალებულფრთხიანი სამსხრვევი ლილგაკების ბრუნთა ოპტიმალური რიცხვი

რეზიუმე

მოცემულია ფრთხიანილილგაკების სამსხრვევი (საწყლელი) მანქანების ბრუნთა ოპტიმალური რიცხვების განგარიშების მეთოდიკა, რომელიც დადგენილია ბრტყელ მკეტურ დანადგარზე პროცესის გრაფიანალიტიკური გამოკვლევის საფუძველზე და ამ მეთოდიკით ჩატარებული განგარიშების შედეგები ყურძნის საწყლელი ზოგიერთი ტიპის მანქანისათვის.



S. S. MESARKISHVILI, Y. Sh. KEINASHVILI

OPTIMAL ROTATIONAL SPEED OF CRUSHING ROLLS WITH
ROUNDED BLADES

Summary

The paper presents a design procedure of optimal rotational speed of crushing (pressing) roll machines which is based on a graphoanalytical investigation of the process on a flat dummy set-up. This procedure makes it possible to obtain design data for several types of vine-crushing machines.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Ц. Р. Зайчик, И. Д. Чеботареску. Оборудование для переработки сырья в виноделии. Кишинев, 1976.
2. С. С. Месаркишвили. Сообщения АН ГССР, 87, № 1, 1977, 145—148.
3. С. С. Месаркишвили. Сообщения АН ГССР, 110, № 3, 1983, 569—572.
4. С. С. Месаркишвили, Ю. Ш. Кеинашвили. Сообщения АН ГССР, 124, № 1, 1986, 137—140.
5. А. М. Голдовский. Теоретические основы производства растительных масел. М., 1958.
6. П. М. Сиденко. Измельчение в химической промышленности. М., 1968.
7. С. С. Месаркишвили. Труды Груз. СХИ, т. 110, 1979, 103—108.



Л. Д. ГОГЕЛИАНИ

О КРИТЕРИАЛЬНОМ УСЛОВИИ УСТОЙЧИВОСТИ-
 НЕУСТОЙЧИВОСТИ ГРАНИЦЫ КОНТАКТНОГО РАЗРЫВА
 ДВУХ РАЗНОПЛОТНОСТНЫХ ПОТОКОВ ПРИ НАЛИЧИИ
 СВОБОДНОЙ ПОВЕРХНОСТИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. Г. Сванидзе 13.4.1987)

Задача об установлении критериальных условий устойчивости-неустойчивости границы контактного разрыва двух разноплотностных потоков идеальной жидкости при наличии свободной поверхности у верхнего потока решается до конца только при условии, если глубина верхнего потока много больше длин волновых возмущений [1], т. е. при «бесконечно» большой толщине верхнего потока.

В этом частном случае, при коллинеарности верхнего и нижнего потоков критерий устойчивости (<) и неустойчивости (>) имеет вид

$$(u^* - u) \geq \frac{g}{k} \frac{\rho - \rho^*}{\rho \rho^* \alpha} (\rho^* + \alpha \rho), \quad (1)$$

где u^* и u — скорости невозмущенного движения соответственно верхнего и нижнего потоков, имеющих плотности ρ^* и ρ ; $k = \frac{2\pi}{\lambda}$ — волновое число (λ — длина волн возмущений); $g = 9,81$ м/сек²; $\alpha = \text{cth} kh$ и h — толщина нижнего потока.

При конечной толщине верхнего потока, когда $\alpha = \text{cth} kh^* > 1$ (h^* — толщина верхнего потока, имеющего свободную поверхность), решение линеаризированной системы уравнений гидромеханики типа бегущих волн приводит для частот колебаний σ к уравнению четвертого порядка

$$A_4 \sigma^4 + A_3 \sigma^3 + A_2 \sigma^2 + A_1 \sigma + A_0 = 0, \quad (2)$$

где

$$A_0 = (\rho - \rho^*) g^2 k^2 - \rho g k^2 (\alpha u^2 + \alpha^* u^{*2}) + \rho^* k^4 u^{*4} + \rho \alpha \alpha^* k^4 u^2 u^{*2},$$

$$A_1 = -4k^3 \rho^* u^{*3} - 2k^3 u u^* (u + u^*) \alpha \alpha^* \rho + 2\rho g k^2 (\alpha u + \alpha^* u^*),$$

$$A_2 = 6k^2 \rho^* u^{*2} + \alpha \alpha^* \rho k^2 (u^2 + 4u u^* + u^{*2}) - g k^2 (\alpha + \alpha^*),$$

$$A_3 = -4k \rho^* u^* - 2k \alpha \alpha^* \rho (u + u^*),$$

$$A_4 = \rho \alpha \alpha^* + \rho^*,$$

которое разлагается на два множителя, один из которых и дает неравенство (1), только при $\alpha^* = 1$.

Для случая конечной толщины верхнего потока $\alpha^* > 1$ в работе [2], на основании применения теоремы Декарта, установлен только достаточный критерий устойчивости $I_m \sigma = 0$, в предположении существования на свободной поверхности ограниченных по модулю волн, распространяющихся в обе стороны.

Необходимый и достаточный критерий неустойчивости $I_m \sigma \neq 0$, даже при условии принятия указанного упрощающего предположения (хотя



в практическом отношении и не обременительного, но тем не менее несколько сужающего общность решения), посредством подхода реализованного в [2] получить не удается.

Ниже дается приближенное решение рассматриваемой задачи, основанное на использовании того обстоятельства, что единственным механизмом, способствующим устойчивости невозмущенного движения двух разноплотностных потоков с границей контактного разрыва и наличием свободной поверхности, является стабилизирующее действие силы тяжести при $\rho > \rho^*$.

При соблюдении неравенства $\rho > \rho^*$, но малой разности в плотностях потоков и, наоборот, очень большой разности в плотности верхнего потока с плотностью расположенной над ней воздушной среды с атмосферным давлением над ней, из четырех корней частотного уравнения (2) пара корней, отвечающих условиям распространения волновых возмущений на свободной поверхности, по абсолютной величине должны намного превосходить вторую пару корней, соответствующих распространению волн на поверхности раздела потоков, т. е. внутренним волнам на границе контактного разрыва.

Действительно, как известно [1, 2], в частном случае $\alpha^* = 1$ волнам, распространяющимся по свободной поверхности, соответствует решение (2) в виде

$$\sigma_{1,2} = ku' \pm \sqrt{gk}, \quad (3)$$

а волнам, распространяющимся по поверхности контактного разрыва решение

$$\sigma_{3,4} = k \frac{\rho^* u + \alpha \rho u}{\rho^* + \alpha \rho} \pm \sqrt{\frac{(\rho - \rho^*)}{\alpha \rho + \rho^*} \cdot \frac{g}{k} - \frac{\rho \rho^* \alpha (u^* - u)^2}{(\alpha \rho + \rho^*)^2}}, \quad (4)$$

откуда с очевидностью следует неравенство $\sigma_{1,2} \gg \sigma_{3,4}$.

В силу этого последнего неравенства, наименьший корень уравнения (2) хорошо аппроксимируется [3] корнем уравнения

$$A_2 \sigma^2 + A_1 \sigma + A_0 = 0, \quad (5)$$

откуда следует необходимый и достаточный критерий и устойчивости (<) и неустойчивости (>) поверхности контактного разрыва, а следовательно и существования установившегося продольно однородного движения двух разноплотностных потоков

$$A_1^2 \geq 4A_0 A_2. \quad (6)$$

С учетом коэффициентов A_0 , A_1 и A_2 критериальное условие (6)

с точностью до членов, содержащих квадрат числа Фруда $F_z = \frac{u^2 k}{g}$ и

с учетом малости величины $(\rho - \rho^*)$, запишется в виде

$$\frac{\rho - \rho^*}{\rho} (\alpha + \alpha^*) \geq \alpha \alpha^* \frac{(u^* - u)^2}{g} k + \frac{k^2}{g^2} \{ \alpha \alpha^* (\alpha + \alpha^*) u^2 u^{*2} + 2\alpha u u^* [(2 - \alpha^*) u^{*2} - \alpha \alpha^* u^2] - \alpha^* [2u^{*4} (1 + \alpha \alpha^*) + \alpha^2 u^4] \}. \quad (7)$$

Интересно отметить, что при пренебрежении выражением в фигурных скобках и при $\alpha^* = 1$, условие (7) совпадает с условием (1) при $\alpha^* = 1$, но по-прежнему при отбрасывании выражения в фигурных скобках критериальное условие (7) переходит в критерий устойчивости-неустойчивости для разноплотностных потоков, когда у верхнего потока верхняя граница недеформируема.

Отметим также, что при отсутствии течения либо только в верхнем слое, либо только в нижнем, критерий (7) показывает, что в обо-



их этих случаях условие устойчивости границы контактного разрыва-поверхности раздела облегчается т. е. наличие у верхнего потока свободной деформируемой поверхности требует для возникновения неустойчивости больших скоростей потока.

Установленное критериальное условие (7) представляет существенный интерес для прогнозирования возможности образования промежуточного диффузионного слоя вследствие неустойчивости границы контактного разрыва, например, в пределах распространения галоглина в устьях крупных рек при вторжении морской воды и обусловливаемого им осолонения речных вод.

Грузинский политехнический институт
им. В. И. Ленина

(Поступило 17.4.1987)

ჰიდროტექნიკა

ლ. ლოღლიანი

ორი სხვადასხვა სიმკვრივის ნაკადის კონტაქტური წყვეტის საზღვრის მდგრადობა-არამდგრადობის კრიტერიული პირობის შესახებ თეორიული ზედპირობის არსებობისას

რეზიუმე

შესწავლილია ორი სხვადასხვა სიმკვრივის მქონე იდეალური სითხის ნაკადის კონტაქტური წყვეტის საზღვრის მდგრადობა-არამდგრადობის ამოცანა ზედა ნაკადის „უსასრულოდ“ დიდი და სასრული სიღრმეებისათვის თავისუფალ ზედაპირზე მოდულით შემოსაზღვრული ორი მიმართულების ტალღების არსებობისას. მოცემული ამოცანა გამოკვლეულია იმ გარემოების გამოყენებით, რომ კონტაქტური წყვეტის საზღვრის მდგრადობის ერთადერთ ხელშემწყობ მექანიზმს წარმოადგენს სიმძიმის ძალის მასტაბილიზირებელი მოქმედება. მიღებულია კონტაქტური წყვეტის სიბრტყის როგორც მდგრადობის, ისე არამდგრადობის აუცილებელი და საკმარისი პირობა. მოცემულია კრიტიკული პირობა, რომელიც იძლევა მსხვილი მდინარეების შესართავებში გალოკინის გავრცელების არეში კონტაქტური წყვეტის საზღვრის არამდგრადობით გამოწვეული შუალედური დიფუზიური ფენის წარმოქმნის პროგნოზირების საშუალებას.

HYDRAULIC ENGINEERING

L. D. GOGELIANI

ABOUT THE CRITERION CONDITION OF STABILITY-INSTABILITY
IN THE BOUNDARY OF CONTACT FAILURE OF TWO DIFFERENT
DENSITY STREAMS WITH FREE SURFACE

Summary

The problem of stability-instability in the boundary of contact failure of two different-density streams of ideal liquids with free surface having "infinitely" large and terminal thicknesses of the upper layer has been studied. An approximate solution of this problem is given which is based on



the fact that the only mechanism conducive to the stability of quiet motion is the stabilizing action of the gravity force. The necessary and sufficient condition of stability-instability of the contact failure surface is obtained. The criterion condition obtained make it possible to predict the possibility of interjacent diffusing layer formation.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. Е. Кочин. Собрание сочинений, т. I. М., 1949.
2. Т. Г. Войнич-Сяноженцкий. Труды ЗапНИГМИ, вып. 46 (52). Л., 1972.
3. М. Дж. Сальвадори. Численные методы в технике. М., 1955.



УДК 621.3(075.5)

ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

А. Н. АБУРДЖАНИЯ, Т. Г. МУСЕЛИАНИ

КЛАССИФИКАЦИЯ ТРАНСФОРМАТОРНЫХ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ МОСТОВ

(Представлено членом-корреспондентом Академии З. Е. Круашвили 1.10.1986)

Трансформаторные измерительные мосты (ТИМ) основаны на принципе сравнения измеряемого и эталонного сопротивлений путем вычитания намагничивающих сил или падений напряжений (контурных токов).

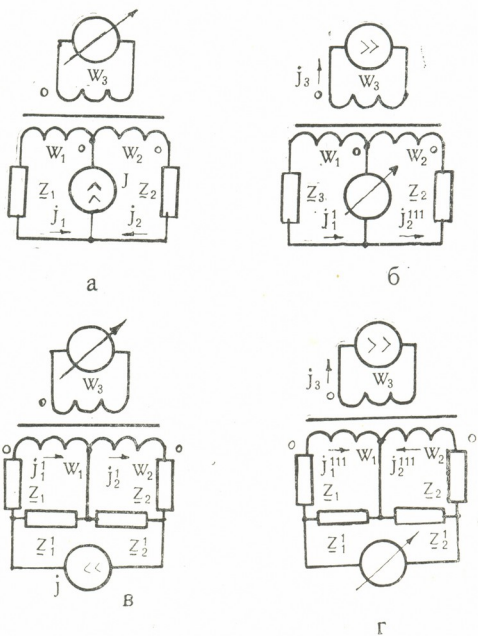


Рис. 1

Минимальное число обмоток трансформатора ТИМ равно трем, из которых одна служит для питания или для контроля равновесия, а две остальные — для создания уравнивающих друг друга намагничивающих сил или падений напряжения (токов), которые зависят от измеряемого и эталонного сопротивления. С целью более плав-



ного уравнивания число обмоток трансформатора ТИМ можно увеличить за счет числа уравнивающих обмоток.

Классификацию ТИМ целесообразно произвести на базе трехмоточных трансформаторных измерительных мостов (ТТИМ).

ТТИМ реализуются с вычитанием намагничивающих сил или падений напряжений (токов) без делителя или с делителем напряжения с питанием от источника тока или от источника напряжения.

В ТТИМ с вычитанием намагничивающих сил (рис. 1, а, б) имеются две первичные W_1 и W_2 и одна вторичная W_3 обмотки. Первичные обмотки включены встречно и осуществляют сравнение $I_1 W_1$ и $I_2 W_2$ ($I'_1 W_1$ и $I'_2 W_2$) намагничивающих сил. Вторичная обмотка предназначена для контроля момента равновесия.

В ТТИМ с вычитанием падения напряжения (токов) имеются одна первичная W_3 и две вторичные W_1 и W_2 обмотки (рис. 1, в, г).

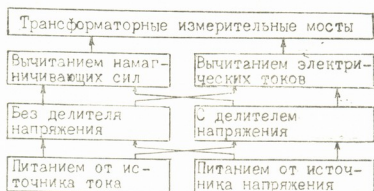


Рис. 2

Исходя из анализа физических явлений, происходящих в ТТИМ, предложена классификационная схема рис. 2, в основу которой положены:

1. Принцип уравнивания.

По избранному принципу уравнивания ТТИМ делятся на две группы:

а) Мосты, уравниваемые вычитанием намагничивающих сил, зависящих от измеряемого и эталонного сопротивлений, условия равновесия которых выражаются как

$$\begin{aligned} I_1 W_1 - I_2 W_2 &= 0, \\ I'_1 W_1 - I'_2 W_2 &= 0 \end{aligned} \quad (1)$$

или же

$$\begin{aligned} \frac{Z_1 + R_{W1}}{Z_2 + R_{W2}} &= \frac{W_1}{W_2}, \\ \frac{Z_1 + Z'_1 + R_{W1}}{Z_2 + Z'_2 + R_{W2}} &= \frac{W_1}{W_2} \frac{Z'_1}{Z'_2}. \end{aligned} \quad (2)$$

б) Мосты, уравниваемые вычитанием падений напряжений, условия равновесия для которых выражаются как

$$\begin{aligned} I''_1 - I''_2 &= 0, \\ Z'_1 I''_1 - Z'_2 I''_2 &= 0 \end{aligned} \quad (3)$$

или же

$$\frac{Z_1 + Z_{W1}}{Z_2 + Z_{W2}} = \frac{W_1}{W_2},$$

$$\frac{Z_1 + Z'_1 + Z_{W1}}{Z_2 + Z'_2 + Z_{W2}} = \frac{W_1}{W_2} \frac{Z'_1}{Z'_2}. \quad (4)$$

2. Способ уравнивания.

По избранному способу уравнивания ТТИМ делятся на две группы:

а) Мосты без делителя напряжения, которые уравниваются подбором Z_2 эталонного сопротивления и W_1 и W_2 числа витков обмоток трансформатора.

б) Мосты с делителем напряжения, которые уравниваются подбором эталонного сопротивления, числа витков обмоток трансформатора и сопротивлений делителя напряжения Z'_1 и Z'_2 .

3. Принцип питания.

Реальный источник питания характеризуется величинами э. д. с. и внутреннего сопротивления. Когда внутреннее сопротивление питания по модулю гораздо больше, чем входное сопротивление моста, принято, что величина первичного тока не зависит от входного сопротивления моста и реальный источник питания заменяется идеальным источником тока. Наоборот, когда внутреннее сопротивление источника питания гораздо меньше, чем входное сопротивление моста, принято, что величина приложенного к первичной обмотке трансформатора стороннего напряжения не зависит от внутреннего сопротивления источника и реальный источник питания заменяется идеализированным источником напряжения. Такая идеализация источника питания практически реализуема и облегчает анализ чувствительности мостовых измерительных схем вообще и ТТИМ, в частности [1—4].

По принципу питания ТТИМ делятся на две группы:

а) Мосты с питанием от источника тока.

б) Мосты с питанием от источника напряжения.

Нам представляется, что все принципиальные отличительные признаки ТТИМ учтены в предложенной схеме классификации.

Грузинский политехнический институт
 им. В. И. Ленина

(Поступило 3.11.1986)

ელექტროტექნიკა

ა. აბურჯანია, თ. მუსალიანი

ტრანსფორმატორული გამომომი ბოგირების კლასიფიკაცია

რეზიუმე

მოცემულია ტრანსფორმატორული გამომომი ბოგირების კლასიფიკაცია, რომელსაც საფუძვლად უდევს გაწონასწორების, წონასწორობის და კვების სათანადო პირობები.

A. N. ABURJANIA, T. G. MUSELIANI

CLASSIFICATION OF TRANSFORMER BRIDGES

Summary

A classificational scheme of transformer bridges is proposed which is based on the balancing principle, balancing method and supply principle.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Трансформаторные измерительные мосты. Под ред. чл.-корр. АН СССР К. Б. Карандеева. М., 1970, 12—51, 247—249.
2. А. Н. Абурджания, Т. Г. Муселиани, К. А. Котия, Г. А. Никурадзе. Метрология, № 6, 1984, 56—63.
3. А. Н. Абурджания. Сообщения АН ГССР, 112, № 1, 1983, 129—132.
4. А. Н. Абурджания, К. А. Котия, Т. Г. Муселиани, Г. А. Никурадзе. Электричество, № 1, 1985, 50—52.

АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ И ВЫЧИСЛИТ. ТЕХНИКА

З. Г. ШАНИДЗЕ

ОБ ОДНОЙ ЗАДАЧЕ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ

(Представлено членом-корреспондентом Академии З. Е. Круашвили 2.10.1986)

В автоматическом управлении все чаще применяют [1] электрические схемы с распределенными параметрами, режим работы которых описывается дифференциальным уравнением

$$y^\alpha \frac{\partial^\gamma U}{\partial x^\gamma} \pm \frac{\partial^\delta U}{\partial y^\delta} = 0, \quad \alpha \in R, \quad \gamma, \delta \in N, \quad \alpha \geq -\delta + 1. \quad (1)$$

Общее решение уравнения (1) дано в [2]. Там же приводятся несколько примеров решения задачи Коши для (1). Способ их решения имеет большое преимущество по сравнению с существующим методом [3]. Так, в [3] под номером 51 приводится задача: «Найти решение уравнения

$$y^m \frac{\partial^2 U}{\partial x^2} - \frac{\partial^2 U}{\partial y^2} = 0, \quad y \geq 0, \quad m > 0, \quad (2)$$

удовлетворяющее данным Коши

$$U(x, 0) = \tau(x), \quad \frac{\partial}{\partial y} U(x, 0) = \nu(x). \quad (3)$$

Ответ этой задачи в [3] имеет вид

$$U(x, y) = \frac{\Gamma(2\beta)}{\Gamma^2(\beta)} \int_0^1 \tau \left[x + \frac{2}{m+2} y^{\frac{m+2}{2}} \cdot (2t-1) \right] t^{\beta-1} (1-t)^{\beta-1} dt + \\ + \frac{\Gamma(2-2\beta)}{\Gamma^2(1-\beta)} y \int_0^1 \nu \left[x + \frac{2}{m+2} y^{\frac{m+2}{2}} (2t-1) \right] t^{-\beta} (1-t)^{-\beta} dt, \quad (4)$$

$$\beta = \frac{m}{2(m+2)}, \quad \Gamma(s) = \int_0^\infty e^{-t} t^{s-1} dt, \quad s > 0.$$

При допущении, что $\gamma = \delta = 2$, из (1) получаем (2), а из общего решения [2] уравнения (1)—общее решение (2):

$$U(x, y) = \sum_{l=0}^{\infty} \sum_{p=0}^{[\alpha+1]} \sum_{k=0}^1 a_{k, (a+2)l+p} \cdot \left[x^k y^{(a+2)l+p} + \right. \\ \left. + \sum_{n=1}^g \prod_{i=1}^n \frac{A_{(a+2)(l+1-i)+p}^2}{A_{2i+k}^2} \cdot x^{2n+k} y^{(a+2)(l-n)+p} \right]. \quad (5)$$

Здесь $[\alpha+1]$ означает целые значения числа $\alpha+1$.

С помощью (5) элементарно решаются все корректно поставленные задачи для (2). Особенно легко решается задача Коши на пря-



мой $y=0$, если $\tau(x)$ и $\nu(x)$ являются произвольными аналитическими функциями. Так, если допустить, что

$$\alpha = m = 0,5, \quad U(x, 0) = \sum_{j=0}^5 b_j x^j, \quad U_\nu(x, 0) = \sum_{j=0}^5 c_j x^j, \quad (6)$$

где b_j, c_j —произвольные числа, решение задачи Коши (2), (6) примет вид

$$\begin{aligned} U(x, y) = & b_0 + c_0 y + b_1 x + c_1 x y + b_2 \left(x^2 + \frac{8}{15} y^{2,5} \right) + c_2 \left(x^2 y + \frac{8}{35} y^{3,5} \right) + \\ & + b_3 \left(x^3 + \frac{8}{5} x y^{2,5} \right) + c_3 \left(x^3 y + \frac{24}{35} x y^{3,5} \right) + b_4 \left(x^4 + \frac{16}{5} x^2 y^{2,5} + \right. \\ & \left. + \frac{8}{25} y^5 \right) + c_4 \left(x^4 y + \frac{48}{35} x^2 y^{3,5} + \frac{16}{175} x y^6 \right) + b_5 \left(x^5 + \frac{16}{3} x^3 y^{2,5} + \right. \\ & \left. + \frac{8}{5} x y^5 \right) + c_5 \left(x^5 y + \frac{16}{7} x^3 y^{3,5} + \frac{16}{35} x y^6 \right). \end{aligned} \quad (7)$$

При любых полиномиальных $\tau(x)$ и $\nu(x)$ решение задачи Коши (2), (3) всегда является многочленом и поэтому существует везде на плоскости (x, y) . Полиномы (7) получены из (5) при $l=0, 1, 2$; $p=0, 1$; $k=0, 1$. Если $\tau(x)$ и $\nu(x)$ являются полиномами больше чем пятой степени, значения l увеличиваются.

Совершенно очевидно преимущество решения (7) по сравнению с (4). Кроме того, не видно, что из (4) можно получить (7), когда $\tau(x)$ и $\nu(x)$ принимают значения (6). Трудно заметить даже, что (4) удовлетворяет условиям (3).

Большой практический и теоретический интерес представляет задача Коши на прямой $x=0$ для уравнения (2), которая в литературе обычно не решается.

Пусть требуется найти решение уравнения (2) при $m = \alpha = 0,5$, удовлетворяющее условиям Коши

$$U(0, y) = T(y), \quad U_x(0, y) = G(y), \quad (8)$$

где $T(y)$ и $G(y)$ — „многочлены“ вида

$$T(y) = \sum_{p=0}^1 \sum_{l=0}^L b_{l,p} y^{2,5l+p}; \quad G(y) = \sum_{p=0}^1 \sum_{l=0}^{L_1} c_{l,p} y^{2,5l+p}. \quad (9)$$

Здесь L и L_1 —любые неотрицательные целые числа, а $b_{l,p}$ и $c_{l,p}$ —любые данные числа.

Пусть для примера имеем

$$\begin{aligned} T(y) = & b_{00} + b_{01} y + b_{10} y^{2,5} + b_{11} y^{3,5} + b_{20} y^5 + b_{21} y^6, \\ G(y) = & c_{00} + c_{01} y + c_{10} y^{2,5} + c_{11} y^{3,5} + c_{20} y^5 + c_{21} y^6. \end{aligned} \quad (10)$$

Тогда с помощью (5) элементарно находим решение задачи (2), (8), (10):

$$\begin{aligned} U(x, y) = & b_{00} + c_{00} x + b_{01} y + c_{01} x y + b_{10} \left(y^{2,5} + \frac{15}{8} x^2 \right) + c_{10} \left(x y^{2,5} + \frac{5}{8} x^3 \right) + \\ & + b_{11} \left(y^{3,5} + \frac{35}{8} x^2 y \right) + c_{11} \left(x y^{3,5} + \frac{35}{24} x^3 y \right) + b_{20} \left(y^5 + 10 x^2 y^{2,5} + \frac{25}{8} x^4 \right) + \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &+ c_{20} \left(xy^5 + \frac{10}{3} x^3 y^{2,5} + \frac{5}{8} x^5 \right) + b_{21} \left(y^6 + 15x^2 y^{3,5} + \frac{175}{16} x^4 y \right) + \\
 &+ c_{21} \left(xy^6 + 5x^3 y^{3,5} + \frac{35}{16} x^5 y \right). \quad (11)
 \end{aligned}$$

При любых ограниченных L и L_1 решение задачи (2), (8), (9) записывается в конечном виде, в виде „многочленов“, подобных (11). Это решение действительное при $y \geq 0$ и комплексное при $y < 0$, но существует везде на плоскости (x, y) . В (2), (7), (9), (10), (11) понимается $\sqrt{y} = +\sqrt{y}$.

Если в данных функциях (9) степени y отличаются от $2,5l+p$, то решение получается в виде ряда, так как $g \neq l$, $g = \infty$ и ряд (5) не обрывается.

Пусть начальные условия Коши имеют вид

$$U(0, y) = by^3, \quad U_x(0, x) = 0. \quad (12)$$

Тогда $2,5l+p=3$, откуда $l=1$; $p=0,5$; $k=0$. Подставляя эти значения в (5), получаем решение задачи (2), (12):

$$U(x, y) = by^3 + \sum_{n=1}^{\infty} \prod_{i=1}^n \frac{(5,5 - 2,5i)(4,5 - 2,5i)}{2i(2i-1)} x^{2n} y^{3-2,5n}. \quad (13)$$

Рассмотрим предел

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \prod_{i=1}^n \frac{(5,5 - 2,5i)(4,5 - 2,5i)}{2i(2i-1)} x^{2n} y^{3-2,5n} = \lim_{n \rightarrow \infty} \left(\frac{6,25 x^2}{4y^{2,5}} \right)^n \cdot y^3. \quad (14)$$

Из (14) видно, что решение (13) может сходиться только в тех точках плоскости (x, y) , где удовлетворяется неравенство

$$\frac{6,25 x^2}{4y^{2,5}} < 1. \quad (15)$$

В остальных точках плоскости (x, y) , в которых (15) не удовлетворяется, решение (13) расходится.

Если в (7) и в производную от него по X подставим значение $x=0$, получим

$$U(0, y) = b_0 + c_0 y + \frac{8}{15} b_2 y^{2,5} + c_2 \frac{8}{35} y^{3,5} + b_4 \cdot \frac{8}{25} y^5 + \frac{16}{175} c_4 y^6, \quad (16)$$

$$U_x(0, y) = b_1 + c_1 y + \frac{8}{5} b_3 y^{2,5} + \frac{24}{35} c_3 y^{3,5} + \frac{8}{5} b_5 y^5 + \frac{16}{35} c_5 y^6.$$

Следовательно, задачи (2), (6) и (2), (16) имеют одно и то же единственное решение (7). Степени y в (10) и (16) совпадают.

Практическое значение имеет естественное продолжение понятия перестановки $P_n = n!$, где число n может принимать не только целые положительные, но и отрицательные и даже дробные значения $P_{-5} = (-5) \times (-6) \cdot (-7) \cdot \dots$, $P_{2,5} = (2,5)! = 2,5 \cdot 1,5 \cdot 0,5$ ($-0,5$), \dots . Практическое значение приобретают и операторы числа размещений A_n^m , A_{-n}^m , A_n^{-m} , где n , m — положительные числа. Естественными продолжениями их численных значений являются выражения

$$A_n^{-m} = \frac{n!}{(n-(-m))!} = \frac{1}{A_{n+m}^m}; \quad A_n^m = \frac{(-n)!}{(-n-m)!} =$$

$$= (-n)(-n-1)\cdots(-n-m+1).$$

$$A_n^{-m} = \frac{(-n)!}{(-n+m)!} = \frac{1}{(-n+m)(-n+m-1)\cdots(-n+1)}.$$

Грузинский политехнический институт
имени В. И. Ленина

(Поступило 12.3.1987)

ავტომატური მართვა და გაგომთვლითი ტექნიკა

ზ. შანიძე

ავტომატური მართვის ერთი ამოცანის შესახებ

რეზიუმე

ორიგინალური მეთოდით ზუსტად არის ამოხსნილი კომის ერთი კორექტული და ორი არაკორექტული ამოცანა $y^{0.5}U_{xx} - U_{yy} = 0$ განტოლებისათვის. კორექტული ამოცანის ამონახსნი, როდესაც მოცემული ფუნქცია ნებისმიერი მრავალწევრია, ხოლო ზუსტი პასუხი — წილად — ხარისხოვანი ფუნქცია, შედარებულია იმავე ამოცანის რიმანის მეთოდით მიღებულ ამონახსნთან.

AUTOMATIC CONTROL AND COMPUTER ENGINEERING

Z. G. SHANIDZE

ON ONE PROBLEM OF AUTOMATIC CONTROL

Summary

One correct and two incorrect Cauchy problems are solved exactly by an original method for the equation $y^{0.5}U_{xx} - U_{yy} = 0$. The solution of the correct problem, when the given function is an arbitrary polynomial and the exact result is a fractional power function, is compared with the solution of the same problem obtained by the Riman method.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. Г. Бутковский. Методы управления системами с распределенными параметрами. М., 1975.
2. З. Г. Шанидзе. Сообщения АН ГССР, 123, № 2, 1986.
3. М. М. Смирнов. Задачи по уравнениям математической физики. М., 1975.



АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ И ВЫЧИСЛИТ. ТЕХНИКА

Р. Ш. ГОГСАДЗЕ, В. К. ГОГИЧАНШВИЛИ

ОБ ОДНОМ ПРИБЛИЖЕННОМ МЕТОДЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ
ТРЕХМЕРНОЙ МОДЕЛИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ И ЕГО
ПРИМЕНЕНИИ В РАСЧЕТЕ ЕМКОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК
ТРАНЗИСТОРА

(Представлено академиком В. К. Чичинадзе 26.11.1986)

Одной из важнейших составных частей системы автоматизированного проектирования изделий электронной техники является проектирование элементов. Последнее включает в себя определение ряда электрофизических параметров этих элементов, в том числе и емкостных характеристик биполярных транзисторов.

Емкостная характеристика представляет собой симметричную матрицу, элементы которой являются собственными ($C_{ээ}$, $C_{кк}$) и взаимными ($C_{эк}$) емкостями эмиттерного и коллекторного $p-n$ переходов.

Для определения указанных величин будем использовать полную энергию электрического поля транзистора.

Рассмотрим трехмерную область V , занимаемую транзистором, с поверхностью S . Пусть $\Phi_э \neq 0$, $\Phi_к \neq 0$ и $\Phi_б = 0$ — значения потенциала электрического поля на эмиттерном, коллекторном и базовом контактах соответственно.

Энергия электрического поля в V будет равна

$$U = \frac{\epsilon}{8\pi} \iiint_V |E|^2 dv, \quad (1)$$

где ϵ — диэлектрическая постоянная материала эпитаксии, а $\vec{E} = -\text{grad } \Phi$ — напряженность электрического поля в V .

Потенциал стационарного электрического поля $\Phi(x, y, z)$ удовлетворяет следующей граничной задаче [1]:

$$\begin{aligned} \Delta\Phi &= -\frac{4\pi\rho}{\epsilon} \text{ в } V, \\ \Phi &= \Phi_э \text{ на } S_э, \quad \Phi = \Phi_к \text{ на } S_к, \quad \Phi = 0 \text{ на } S_б, \\ \frac{\partial\Phi}{\partial\nu} &= 0 \text{ на } S - S_э - S_к - S_б, \end{aligned} \quad (2)$$

где ρ — плотность объемных зарядов в V ; $S_э$, $S_б$ и $S_к$ — площади омических контактов эмиттера, базы и коллектора, соответственно; $\vec{\nu}$ — внешняя нормаль поверхности $S - S_э - S_к - S_б$.

Применив равенство [2]

$$\iiint_V \Phi \Delta\Phi dv = \iint_S \Phi \frac{\partial\Phi}{\partial\nu} ds - \iiint_V |\text{grad } \Phi|^2 dv, \quad (3)$$



с учетом граничных условий задачи (2) выражение для энергии примет вид

$$U(\Phi_3, \Phi_\kappa) = \frac{q}{2} \iiint_V \Phi_\rho dv + \frac{q}{8\pi} \left[\Phi_3 \iint_{S_3} \frac{\partial \Phi}{\partial \nu} ds + \Phi_\kappa \iint_{S_\kappa} \frac{\partial \Phi}{\partial \nu} ds \right]. \quad (4)$$

Подставляя решение граничной задачи (2) в выражение (4), можно определить энергию электрического поля в V .

Граничную задачу (2) решим следующим образом: представим поверхность S в виде совокупности N точек:

$M'_i(x'_i, y'_i, z'_i)$ ($i=1, 2, \dots, n$), $M''_i(x''_i, y''_i, z''_i)$ ($i=n+1, n+2, \dots, m$), $M'''_i(x'''_i, y'''_i, z'''_i)$ ($i=m+1, m+2, \dots, l$) и $M_i(x_i, y_i, z_i)$ ($i=l+1, l+2, \dots, N$), где M'_i — точки поверхности S_3 ; M''_i — точки поверхности S_κ ; M'''_i — точки поверхности S_3 ; а M_i — точки поверхности $S = S_3 \cup S_\kappa \cup S_6$.

Введем также вспомогательное множество точек $M_i^\circ(x_i^\circ, y_i^\circ, z_i^\circ)$ ($i=1, 2, \dots, N$), лежащих вне области V , и систему функции

$$\psi_i(x, y, z) = [(x - x_i^\circ)^2 + (y - y_i^\circ)^2 + (z - z_i^\circ)^2]^{-1/2}, \quad (i=1, 2, \dots, N). \quad (5)$$

Нетрудно убедиться в том, что выражение [3]

$$\Phi(M) = \frac{1}{\delta} \cdot \begin{vmatrix} \psi_0(M), & \psi_1(M), & \psi_2(M), & \dots, & \psi_N(M) \\ \psi_0(M'_1) - \Phi_3, & \psi_1(M'_1), & \psi_2(M'_1), & \dots, & \psi_N(M'_1) \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \psi_0(M'_n) - \Phi_3, & \psi_1(M'_n), & \psi_2(M'_n), & \dots, & \psi_N(M'_n) \\ \psi_0(M''_{n+1}) - \Phi_\kappa, & \psi_1(M''_{n+1}), & \psi_2(M''_{n+1}), & \dots, & \psi_N(M''_{n+1}) \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \psi_0(M''_m) - \Phi_\kappa, & \psi_1(M''_m), & \psi_2(M''_m), & \dots, & \psi_N(M''_m) \\ \psi_0(M'''_{m+1}) - \Phi_6, & \psi_1(M'''_{m+1}), & \psi_2(M'''_{m+1}), & \dots, & \psi_N(M'''_{m+1}) \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \psi_0(M'''_l) - \Phi_6, & \psi_1(M'''_l), & \psi_2(M'''_l), & \dots, & \psi_N(M'''_l) \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \frac{\partial \psi_0}{\partial \nu} \Big|_{M_{l+1}}, & \frac{\partial \psi_1}{\partial \nu} \Big|_{M_{l+1}}, & \frac{\partial \psi_2}{\partial \nu} \Big|_{M_{l+1}}, & \dots, & \frac{\partial \psi_N}{\partial \nu} \Big|_{M_{l+1}} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \frac{\partial \psi_0}{\partial \nu} \Big|_{M_N}, & \frac{\partial \psi_1}{\partial \nu} \Big|_{M_N}, & \frac{\partial \psi_2}{\partial \nu} \Big|_{M_N}, & \dots, & \frac{\partial \psi_N}{\partial \nu} \Big|_{M_N} \end{vmatrix}, \quad (6)$$

где δ — алгебраическое дополнение элемента $\psi_0(M)$, является решением граничной задачи (2), удовлетворяющее граничным условиям этой задачи в указанных выше N дискретных точках поверхности S , а

$$\psi_i(x, y, z) = \frac{q}{\epsilon} \iiint_V \frac{\rho(x', y', z') dx' dy' dz'}{[(x - x')^2 + (y - y')^2 + (z - z')^2]^{3/2}} \quad (7)$$

По мере увеличения количества точек N решение (6) сколь угодно близко подходит к реальному решению.

Используя равенство (4), можно определить значения емкостных характеристик следующими выражениями:

$$C_{33} = \frac{\partial^2 U}{\partial \Phi_3^2}, \quad C_{\kappa\kappa} = \frac{\partial^2 U}{\partial \Phi_\kappa^2}, \quad C_{3\kappa} = \frac{\partial^2 U}{\partial \Phi_3 \partial \Phi_\kappa}, \quad (8)$$

где $C_{ээ}$, $C_{кк}$ и $C_{эк}$ — емкости эмиттерного, коллекторного переходов и взаимная емкость, соответственно.

Дополнительные исследования полученных результатов показали, что из-за быстрой сходимости правой части выражения (6) достаточная точность решения достигается при $N=60 \div 70$.

Осуществлена численная реализация задачи на ЭВМ БЭСМ-6. Программа составлена на алгоритмическом языке ФОРТРАН-4.

(Поступило 9.1.1987)

ავტომატური მართვა და გამოთვლითი ტექნიკა

რ. გოგსაძე, ვ. გოგიჩაიშვილი

ელექტრული ველის სამგანზომილებიანი მოდელის განსაზღვრის ერთი მიახლოებითი მეთოდისა და მისი გამოყენების შესახებ ტრანზისტორის ტიპალური მახასიათებლების გასათვლელად

რ ე ზ ი მ ე

განხილულია ბიპოლარული ტრანზისტორების ტევადური მახასიათებლების განსაზღვრის ორიგინალური მეთოდი. დამუშავებულია ელექტრული ველის პოტენციალისათვის სამგანზომილებიანი სასაზღვრო ამოცანის ამოხსნის ახალი მეთოდიკა. ტევადური მახასიათებლები განისაზღვრება ელექტრული ველის ენერჯიის საშუალებით.

AUTOMATIC CONTROL AND COMPUTER ENGINEERING

R. Sh. GOGSADZE, V. K. GOGICHAISHVILI

ON ONE APPROXIMATE METHOD OF ESTIMATING A THREE-DIMENSIONAL MODEL OF ELECTRIC FIELD AND ITS APPLICATION IN CALCULATION OF TRANSISTOR CAPACITANCE CHARACTERISTICS

Summary

An original method for determining the capacitance characteristics of bipolar transistors is discussed. A new procedure of solving three-dimensional boundary problems with respect to electric field potential is developed. Capacitance characteristics are determined through electric field energy.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Р. Ш. Гогсадзе. Некоторые граничные задачи микроэлектроники. Тбилиси, 1983.
2. Р. Курант, Д. Гильберт. Методы математической физики. М.—Л., 1951.
3. Р. Ш. Гогсадзе, В. К. Гогичаишвили. Тезисы докладов IV респ. конф. по вопросам микроэлектроники и физики полупроводниковых приборов. Тбилиси, 1980.

А. И. БЕТАНЕЛИ, Т. Р. АГЛАДЗЕ, И. Г. ШАВОШВИЛИ, Н. В. ПХАЛАДЗЕ

О КОМПЛЕКСНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ СОЗДАНИЯ ОРЕБРЕННЫХ
 ОБОЛОЧЕК ВРАЩЕНИЯ

(Представлено академиком Т. Н. Лоладзе 29.7.1987)

Важное направление оптимизации технологического процесса изготовления деталей — совмещение выполнения целевых рабочих процессов и концентрация операций [1].

При создании изделий, основным показателем качества которых является ресурс, определяемый ресурсом их важнейших функциональных элементов, целесообразно совмещение задач разработки материалов, конструирования и технологии производства по единым критериям оптимальности. В аппаратах, в которых реализуются высокотемпературные процессы, такими элементами служат теплообменники [2]. Они представляют собой тонкостенные оребренные связанные оболочки вращения с каналами для протока в них криогенного охладителя (рис. 1, где δ_p и h_p — соответственно толщина и высота ребра, $\delta_{ст}$ — толщина огневой стенки, t — шаг оребрения, δ_n — толщина наружной оболочки). При неизменном проходном сечении охлаждающего тракта путем варьирования размерами h_p , δ_p , $\delta_{ст}$, δ_n и t можно найти оптимальное их соотношение, которое будет соответствовать максимальному коэффициенту оребрения ξ_{max} , характеризующему эффективность охлаждения стенки.

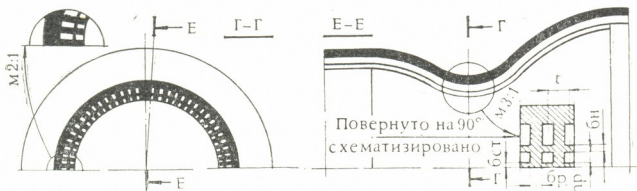


Рис. 1. Связанные оребренные оболочки вращения теплообменника с двухкратным основным и нагруженным резервным охлаждением

По существующей ныне технологии огневая оребренная стенка теплообменника изготавливается резанием на станке с программным управлением, оснащенный ультразвуковым датчиком для оперативного контроля параметров оребрения и подачи команд на выполнение операции. Недостаток — ограниченность возможностей изготовления оболочки произвольного оребрения с тонкими стенками и ребрами.

Комплексным показателем, характеризующим влияние материала и конструкции на тепловое состояние стенки теплообменника, является параметр $\delta_{ст}/\lambda$, где λ — теплопроводность материала стенки [3, 4]. Материал огневой стенки теплообменника должен обладать высокими демпфиру-



щими свойствами для успешной работы при колебаниях скорости и давления потока, тепловыделения, вибрации конструкции, а также малым коэффициентом теплового расширения для обеспечения размерной стабильности теплообменников и предотвращения возникновения термических напряжений. Комплекс таких свойств основному материалу — меди можно придать легированием марганцем и армированием сплава $Cu-Mn$ графитовым волокном, что также повышает значение модуля упругости [5]. Получение композиционного материала системы $Cu-Mn-C$ возможно способом порошковой технологии, однако изготовление точных тонкостенных оребренных связанных оболочек вращения, имеющих габаритные размеры порядка несколько сот миллиметров, а размеры h_p , δ_p , δ_{ct} , δ_n и t — от десятых долей миллиметра до 3,0 миллиметров, способами порошковой технологии пока невозможно. Перспективен способ гальванопластического наращивания композиционного материала $Cu-Mn-C$ на модель, имеющую профиль наружной поверхности, соответствующий профилю внутренней поверхности теплообменника, и удаляемую различными способами после осаждения материала огневой стенки, оформления ребер и наружной оболочки с применением гальванических накладок из кадмия или цинка, также получаемых гальванопластическим способом [6]. Для этого осуществляется предварительное нанесение токопроводящего слоя в виде рисунка каналов на внешней, охлаждаемой стороне огневой стенки теплообменника.

Гальванопластическое осаждение сплава на вращающиеся модели позволяет получать точные тонкостенные оребренные оболочки вращения, осуществлять модуляцию осажденного сплава по глубине, осаждают сплавы с различными заранее заданными свойствами, обеспечивая однородность распределения по объему отдельных компонентов дисперсностью на атомном уровне, а также осаждают материалы и структуры, получение которых другими технологическими способами принципиально невозможно. Кроме того, этот способ характеризуется высоким коэффициентом использования материала (КИМ) и способностью гибкого регулирования содержания элементов в осажденном сплаве, при этом исключается сборка, которая как целевой рабочий процесс совмещается с целевым рабочим процессом формообразования. Применяя принцип групповой технологии [1], при мелкосерийном производстве можно получать изделия минимальной себестоимости.

Задача комплексной оптимизации создания оребренных оболочек вращения представляет собой вариационную задачу поиска экстремума целевой функции в многомерном пространстве возможных значений его аргументов [7], основными из которых для материала являются теплопроводность λ , жаростойкость T , термическая усталость σ_a , жаропрочность σ_B , модуль Юнга E , демпфируемость D , коэффициент термического расширения α . Для эффективной конструкции основными служат показатели теплопередачи, определенные эффективностью оребрения $\xi = f(h_p, \delta_p, t)$ и толщиной огневой стенки δ_{ct} , показатель долговечности N , являющийся функцией коэффициента интенсивности напряжения K_1 и коэффициента концентрации напряжения K_σ . В элементарной ячейке $N = f(K_1, K_\sigma)$. Эффективность технологии зависит от стоимости материала C_m , затрат на зарплату C_z , на энергию C_ϵ , на инструмент $C_{ин}$, на приспособление $C_{пр}$, на оборудование C_K .

Декомпозируя задачу комплексной оптимизации на подзадачи, соответствующие отдельным элементам, можно записать оптимизационные уравнения для материала:

$$W_m = F' \{[\lambda], [T], [\sigma_a], [\sigma_b], [E], [D], [\alpha]\}, \quad (1)$$

конструкции:

$$W_k = F'' \{[\delta_{cr}], [\xi], [N]\}, \quad (2)$$

технологии:

$$W_T = F''' \{[C_m], [C_3], [C_3], [C_{ii}], [C_{np}], [C_{\Delta}]\}. \quad (3)$$

В уравнениях (1), (2), (3) отдельные параметры обладают «взаимопроникающей» способностью. При этом их одни и те же значения могут дать противоположные экстремумы в отдельных подзадачах оптимизации. В связи с этим необходима последующая координация оптимальных решений отдельных подзадач с использованием итерационного метода. В конечном счете для комплексной оптимизации создания оребренных оболочек вращения получим

$$W_{\Pi} = W_m + W_k + W_T. \quad (4)$$

Численное решение конкретной задачи можно найти на основе создания баз данных для отдельных подзадач оптимизации с привлечением средств вычислительной техники.

Грузинский политехнический институт
им. В. И. Мелица

(Поступило 3.9.1987)

მასალათა ტექნოლოგია

აკათანელი, თ. აგლაძე, ი. შავოშვილი, ნ. ფხალაძე

შეწიბობებული ბრუნვითი გარსების შექმნის კომპლექსური
ოპტიმიზაციის შესახებ

რეზიუმე

თბოგადამცემი აპარატების გაცივების სისტემაში გამოყენებული შეწიბოებული ბრუნვითი გარსების მასალის, კონსტრუქციისა და წარმოების ტექნოლოგიის ანალიზის საფუძველზე შემოთავაზებულია ასეთი გარსების შექმნის კომპლექსური ოპტიმიზაციის ვარიანტი.

TECHNOLOGY OF MATERIALS

A. I. BETANELI, T. R. AGLADZE, I. G. SHAVOSHVILI, N. V. PKHALADZE

ON COMPLEX OPTIMIZATION OF DEVELOPING FINNED ROTATED SHELLS

Summary

Based on the analysis of the material, structure and production technology of finned rotated shells used in heat exchange systems, a complex optimization version for developing such shells is proposed.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Т. Н. Лоладзе. Основные вопросы оптимизации технологии машиностроительного производства. Тбилиси, 1987.
2. Г. М. Салахутдинов. Развитие методов теплозащиты жидкостных ракетных двигателей. М., 1984.
3. Основы теории и расчета жидкостных ракетных двигателей. Под ред. В. М. Кудрявцева. М., 1983.
4. I. S. Rogowski. J. Spacecraft. vol. 22, №2, 1985. 181—187.
5. Aerospace America. №12, 1986. 17—89.
6. П. М. Вячеславов, Г. А. Волянюк. Электролитическое формование. Л., 1979.
7. Надежность и эффективность в технике. Справочник, т. I. М., 1986.

Т. Ф. УРУШАДЗЕ, Ш. К. ШУБЛАДЗЕ, К. В. МИНДЕЛИ,
Л. Л. БУРЧУЛАДЗЕ

О СОСТАВЕ ГУМУСА ПОЧВ ВЫСОКОГОРИЙ ЦЕНТРАЛЬНОГО КАВКАЗА

(Представлено членом-корреспондентом Академии М. К. Дараселия 2.3.1987)

Известна особая роль гумуса в почвообразовании и развитии плодородия. Этим определяется диагностическая значимость такого показателя как состав гумуса. Недостаточная изученность почв высокогорий определяется скудностью данных по отдельным показателям. В значительной мере это относится к составу органического вещества. Имеющиеся данные в литературе явно недостаточны и не охватывают основного многообразия почв высокогорий [1—4].

Объектами исследований были основные почвы высокогорий Центрального Кавказа (горно-луговые, горно-луговые торфянистые, горно-торфянистые, вторичные горно-луговые и горно-луговые гумус-иллювиальные) с учетом зональности (альпийский и субальпийский поясы) и различия почвообразующих пород.

Проведенные определения состава гумуса подтвердили фульватную природу этих почв, а также пониженные значения негидролизуемого остатка. Вместе с тем, каждой из рассмотренных почв оказались свойственны специфические особенности. Состав гумуса горно-луговых почв, сформированных на разных породах, отражает влияние этих пород. В почвах, развитых на глинистых сланцах, среди гуминовых кислот резко преобладает I фракция, связанная с подвижными формами полуторных окислов. С этим коррелирует и фракционный состав фульвокислот, где превалируют I (связанная с подвижными полуторными окислами гуминовых кислот) и 3 (связанная с глинистыми минералами и полуторными окислами) фракций. Довольно однороден состав гумуса в горно-луговых почвах на андезито-базальтах: среди гуминовых кислот преобладает 3 фракция, а среди фульвокислот—I, что согласуется с повышенным содержанием в породах и почвах полуторных окислов и щелочноземельных металлов.

В почвах, сформированных на гранитах, в целом прослеживается отличие, характерное для отмеченных выше почв. В почвах на глинистых сланцах содержание фульвокислот с глубиной уменьшается, а в остальных— до средней части профиля. При общих низких показателях нерастворимого остатка особо следует отметить почвы на глинистых сланцах (3,0—10,9).

В горно-луговых торфянистых почвах, сформировавшихся под рододендрониками, также существенно влияние почвообразующих пород. В почвах на андезито-базальтах среди гуминовых кислот в верхней части профиля преобладает I фракция. При этом I фракция этих



почв в субальпийском поясе заметно уступает по содержанию 3 Фракции гуминовых кислот. С этим же связано и малое содержание почвенных гуминов (негидролизуемого остатка) — 3,8—30,1.

Состав гумуса почв высокогорий Центрального Кавказа

Местоположение, №№ разрезов	Глубина, см	С общ. почвы, %	СГК				СФК				СГК+СФК	СГК/СФК	Негидр. остат.	
			1	2	3	Сумма	Ia	1	2	3				Сумма
Горно-луговая на элюво-делювии андезито-базальтов														
97 Рок. пер. 2850 м, эк. В 20°, разнотравье	0—12	2,88	10,8	11,4	10,7	32,4	11,7	8,2	13,5	10,3	43,7	76,1	0,7	19,3
	12—25	2,88	7,4	15,1	17,3	39,8	8,6	8,2	16,7	15,3	48,9	88,7	0,8	11,3
	25—40	1,44	10,8	5,3	15,6	31,7	17,3	8,3	22,1	17,3	64,7	96,4	0,5	3,6
Горно-луговая на элюво-делювии глинистых сланцев														
56 Там же, 2100 м экс. С—3,20°, разнотравье	0—15	2,56	13,8	2,5	5,2	21,5	7,9	19,9	17,2	18,8	63,8	89,1	0,5	10,9
	15—35	2,04	22,7	3,1	5,1	30,9	8,2	17,7	9,8	22,5	58,2	96,9	0,7	3,0
	35—60	1,76	19,5	7,2	12,2	38,9	5,9	27,4	3,3	21,4	58,0	96,1	0,8	3,9
Горно-луговая на элюво-делювии гранитов														
ГВ-6 Дарьял. ущелье, 2100 м экс. 3,15°, разнотравье	0—15	1,81	7,7	6,7	5,4	19,8	11,2	1,6	21,8	18,6	58,2	73,0	0,4	27,0
	15—25	1,63	8,2	8,8	11,0	28,0	7,8	4,9	18,9	13,1	44,7	72,7	0,6	27,1
	25—40	0,81	7,9	7,9	10,1	25,9	10,8	10,1	19,4	20,1	60,4	86,3	0,3	13,7
Горно-луговая торфянистая на элюво-делювии глинистых сланцев														
83 ок. Эрмани, 2700 экс. С— 3,15°, рододендрон	0—9	2,81	17,1	12,6	11,7	41,4	12,6	10,9	22,5	8,7	54,7	96,1	0,8	3,9
	9—30	2,74	13,5	9,8	11,6	34,9	11,2	6,4	18,3	20,5	56,4	91,3	0,6	8,7
	30—60	0,84	8,3	6,1	16,5	30,9	7,6	22,7	7,0	20,0	57,3	88,2	0,5	11,8
Горно-луговая торфянистая на перетолженных продуктах выветривания андезито-базальтов														
Кпр-1 Крест. пер. 2200 м, экс. С—3 Рододендрон	0—7	5,14	12,2	27,5	12,4	53,1	11,4	16,6	5,8	4,6	38,4	91,5	1,4	8,5
	7—15	2,60	9,9	24,1	0,9	34,9	11,2	1,9	22,1	21,0	56,1	91,0	0,6	8,1
	15—40	0,50	16,9	3,2	—	20,1	16,2	27,7	8,0	11,8	78,4	98,5	0,3	13,2
Горно-торфянистая на элюво-делювии глинистых сланцев														
326 Казб. р-н, 2750 м экс. В, 25°, разнотравье	0—11	10,49	10,9	8,32	11,8	25,0	11,8	0,6	13,9	13,0	39,3	64,3	0,6	34,8
	11—22	2,60	7,1	12,0	7,8	26,9	6,0	12,1	16,5	28,6	63,2	90,1	0,4	8,7
	22—45	0,99	7,6	6,5	10,6	24,7	9,4	5,3	22,9	13,5	51,1	75,8	0,5	24,2
	45—65	0,95	4,3	8,5	5,5	18,3	11,0	4,8	28,7	17,7	62,2	80,5	0,3	19,5
Горно-луговая гумус-илливиальная на перетолженных продуктах выветривания глинистых сланцев														
298 Казб. р-н, Самеба, 2250 м, 5° экс. С—3, разнотравье	0—10	3,80	10,2	2,8	12,1	25,1	7,3	11,0	12,8	21,0	52,1	77,2	0,5	22,8
	10—30	2,56	8,4	12,4	10,9	31,7	8,1	2,3	20,6	14,7	45,7	77,4	0,7	22,6
	30—50	1,51	8,1	10,7	14,6	33,4	7,3	1,8	25,8	18,4	53,3	86,7	0,6	13,4
	50—100	0,81	6,5	1,4	5,7	13,6	10,8	1,4	27,4	19,5	59,1	72,7	0,2	27,3
Вторичная горно-луговая на элюво-делювии андезито-базальтов														
41 Крест. пере- вал, 1700 м, экс. В, 12°, разнотравье	0—13	7,74	11,8	2,6	12,5	26,9	9,7	7,0	11,2	17,0	44,9	71,8	0,6	28,2
	13—32	1,77	16,3	3,3	10,5	30,1	6,5	8,9	24,4	21,2	61,0	91,1	0,5	5,6
	32—65	1,05	8,2	16,5	4,9	29,6	9,9	9,4	15,3	16,0	50,6	79,0	0,6	10,4

Вторая же фракция (связанная с Са), по сравнению с первой, у горно-лугово-торфянистых почв, занимает не очень-то большую



часть общего количества гуминовых кислот. Содержание этой фракции в почвах, сформированных на андезито-базальтах, резко увеличивается с глубиной, что связано с интенсивным выщелачиванием оснований из почвенной толщи.

Среди фульвокислот строгой закономерности не прослеживается. В почвах на глинистых сланцах профиль более монотонный. Повышенная подвижность фульвокислот в средней части профиля, возможно, связана с интенсивным боковым транзитом веществ. В этих же почвах, сформированных на сходных породах в альпийском поясе, характерными являются: увеличение подвижности гумуса с глубиной и практическое отсутствие трех фракций гуминовых и фульвокислот.

Для горно-луговых гумус-иллювиальных почв наиболее характерной чертой является отсутствие 1а и 1-й фракции фульвокислот. Близкая закономерность отмечается и для горно-торфянистых почв, сформированных в наиболее увлажненных местах высокогорий. Почвы, сформированные в альпах, характеризуются большими показателями нерастворимого остатка.

Для вторичных горно-луговых почв, сформированных в верхней части лесного пояса, характерно преобладание 2-й и 3-й фракций фульвокислот, что указывает на лесное прошлое этих почв. Об этом же свидетельствует практически равномерное распределение СГК: СФК.

Грузинский сельскохозяйственный институт

(Поступило 6.3.1987)

ნიდაგათმცოდნეობა

თ. ურუშაძე, შ. შუბლაძე, კ. მინდელი, ლ. ბურჯულაძე

ჰუმუსის შემადგენლობის შემსახებ ცენტრალური კავკასიონის მაღალმთიან ნიდაგაგზე

რეზიუმე

შესწავლილია მაღალმთიანეთის ნიდაგების (მთა-მდელოს, მთა-მდელოს ტორფიანი, მთა-ტორფიანი, მეორადი მთა-მდელოსი და მთა-მდელოს ჰუმუს-ილუვიალური ნიდაგების) ჰუმუსის ჯგუფური და ფრაქციული შემადგენლობა. დადგინდა, რომ საერთო თვისებებთან ერთად (ჰუმუსის ფულვატური ტიპი და არაჰიდროლიზებადი ნაშთის დაბალი მაჩვენებლები), ცალკეულ ნიდაგებს აქვთ მათთვის დამახასიათებელი ნიშნები.

SOIL SCIENCE

T. F. URUSHADZE, Sh. K. SHUBLADZE, K. V. MINDELI, L. L. BURCHULADZE

THE HUMUS COMPOSITION IN HIGH-MOUNTAIN SOILS OF THE CENTRAL CAUCASUS

Summary

The paper studies humus composition in high-mountain soils, with the characteristics of five types of high-mountain soils spread in the central part



of the Caucasus adduced. Changes of humus composition in different types of soils are also described.

ՀՈՒՅՆՆԵՐՆԵՐ — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. М. Н. Сабашвили, М. А. Джикаева. Сообщения АН ГССР, 11, № 9, 1950.
2. И. П. Цюрупа. Почвоведение, № 10, 1966.
3. Л. Б. Махатадзе, Т. Ф. Урушадзе. Субальпийские леса Кавказа. М., 1972.
4. Сб. «Почвы Армянской ССР». Ереван, 1976.



ბ. ჩოჩია

ლოტოსის ემბრიოლოგიისათვის

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა გ. ნახტორიშვილმა 20.3.1987)

ბოლო ხანებში დიდი ყურადღება ექცევა ეკოლოგიური ემბრიოლოგიის განვითარებას. ამ მხრივ წყლის მცენარე ლოტოსი ერთ-ერთი საინტერესო ობიექტია. აღსანიშნავია ისიც, რომ ლოტოსის თესლწარმოქმნის პროცესებზე მონაცემები არასრული და ფრაგმენტულია [1, 2].

ჩვენი კვლევის მიზანს შეადგენდა ლოტოსის (*Nelumbo nucifera Gaertn.*) ემბრიოგენეზის თანმიმდევრული ფაზების შესწავლა.

ლოტოსის საკვლევი მასალა ავიღეთ ქ. სოხუმის ბოტანიკურ ბაღსა და ქ. ასტარხანის სახელმწიფო ნაკრძალში. მუდმივ პრეპარატებს ვამზადებდით მიკროტექნიკაში ცნობილი მეთოდით. მასალას, ნასკვის განვითარების სტადიის შესაბამისად, ვჭრიდით 8—12 μ -ზე. მუდმივ პრეპარატებს ვღებავდით საფრანხით, ლიხტგრუნისა და ალციანის ლურჯის დამატებით კარტისის მიხედვით [3].

ლოტოსის ბუტკოს დინგი მჯდომარეა (სურ. 1; 2). დინგის უჯრედების მიერ გამოყოფილი სეკრეტი ხელს უწყობს მტვრის მარცვლის (სურ. 1; 1) გაღივებასა და სამტვრე მილის ზრდას. მტვრის მილის სავალი არხი ასევე სეკრეტორული უჯრედებითაა ამოფენილი (სურ. 1; 3). ნასკვში მოთავსებულია ერთი ანატროპული, კრასინუცელარული თესლკვირტი ორი ინტეგუმენტით (სურ. 1; 4, 5; ფოტო 1). ჩანასახის პარკის ზემოთ, ნუცელუსის მიკროპილურ ნაწილში დიფერენცირდება ჩაჩი (სურ. 1; 7). არქესპორული უჯრედის სტადიაზე ხდება ვიწრო ფუნისულუსის (სურ. 1; 12) დიფერენცირება. ნასკვის განვითარების ადრეულ ეტაპზე ფორმირდება ობტურატორი (სურ. 1; 11), რომლის ლორწოვანი უჯრედები ხელს უწყობს მტვრის მილის ზრდას მიკროპილეს მიმართულებით. მიკროპილეს ქმნის მხოლოდ შიგნითა ინტეგუმენტი (სურ. 1; 5) — ენდოსტომი. ლოტოსის *Polygonum* ტიპის ჩანასახის პარკი წაგრძელებული ფორმისაა (სურ. 1; 9). მისი მიკროპილური ბოლო უფრო ფართოა და მომრგვალებული. ლოტოსის კვერცხუჯრედის აპარატი ე. წ. „მჯდომარე“ ფორმისაა (სურ. 2; 1, 2). ჩანასახის პარკის ცენტრალურ უჯრედში ორი საკმაოდ დიდი პოლარული ბირთვია. პოლარული ბირთვები უჯრედის მიკროპილური ბოლოსკენაა მოთავსებული (სურ. 1; 9, 2; 3). ანტიპოდები ბევრია, ჩვეულებრივ ორბირთვიანი (სურ. 4). ჰიპოსტაზი (სურ. 1; 10, ფოტო 2) წარმოდგენილია მოგრძო ფორმის სქელგარსიანი უჯრედებით.

დამტვერვიდან 4—6 საათის შემდეგ ჩანასახის პარკში კვერცხუჯრედისა და პოლარული ბირთვების ირგვლივ შეიმჩნევა სახამებლის მარცვლები (სურ. 2; 4). სახამებელი გვხვდება ნასკვის კედლებშიც. თესლკვირტის გარსში მისი წარმოქმნა ჯერ კიდევ არ არის დაწყებული.

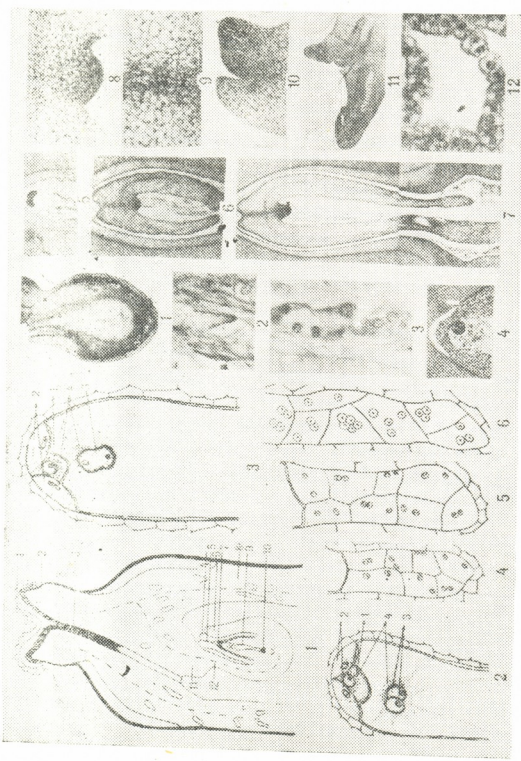
დამტვერვიდან 8 საათის შემდეგ პოლარული ბირთვების შერწყმა იწყება (სურ. 3; 3). ჩანასახის პარკის სიგრძე მატულობს, მატულობს ანტიპოდების სიდიდეც, თუმცა ისინი ისევ ორბირთვიანია (სურ. 5).

ორმაგი განაყოფიერება ასინქრონულად მიმდინარეობს. მამრობითი გა-



მეტა პოლარულ ბირთვებს ერწყმის უფრო ადრე, ვიდრე კვებულ ბირთვებს. ჩვენი მონაცემებით ლიტოსის ორმაგი განაყოფიერება ბუნებრივ პირობებში ხორციელდება დამტვერვიდან 12—13 საათში, ლიტერატურული მონაცემებით კი, ასევე ბუნებრივ პირობებში, დამტვერვიდან 6—7 საათში [2]. როგორც ცნობილია, განაყოფიერების ტემპები, სხვა პროცესების მსგავსად, დიდად დამოკიდებული მეტეობრობებზე. განაყოფიერების ვადებში ზემოაღნიშნული სხვაობა, ვფიქრობთ, ამით უნდა იყოს გაპირობებული.

დამტვერვიდან 14 საათის შემდეგ გარეთა ინტეგუმენტში ჩნდება სახამე-



ფოტო 1 — თესლკვირტი; ფოტო 2 — პოპოსტა-
ზი; ფოტო 3 — მიკრობირთვიანი ანტიპოდები; ფო-
ტო 4 — "მკდომარე" ტიპის გლობულარული ჩანა-
სახი დამტვერვიდან 1—2 დღის შემდეგ; ფოტო 5 —
გულსებრი ჩანასახი დამტვერვიდან 5 დღის შემდეგ;
ფოტო 6 — ჩანასახი დამტვერვიდან 6—7 დღის შემდეგ;
ფოტო 7 — ჩანასახი დამტვერვიდან 8 დღის შემ-
დეგ; ფოტო 8, 9 — აბიკალური მერიტემა; ფოტო
10 — ჩანასახის კვირტი დამტვერვიდან 9—10 დღის
შემდეგ; ფოტო 11 — ჩანასახის კვირტი დამტვერ-
ვიდან 12 დღის შემდეგ; ფოტო 12 — ლიხე-
სურ. 1: 1 — მტერის მარცხა; 2 — ღინგი; 3 —
აბი, რომელზეც ვიხილავთ მტერის მარცხა; 4 —
შეგნთა ინტეგუმენტი; 5 — მიკრობირთვი; 6 — გ-
რეთა ინტეგუმენტი; 7 — ნუკლეარული ჩაი; 8 —
ნასკის აქსელი; 9 — ჩანასახის პარკი; 10 — პი-
პოსტა; 11 — ბიბულოტი; 12 — ფუნგიკულა.
სურ. 2: 1 — კვირტის ბირთვები; 2 — სინერგული-
3 — პოლარული ბირთვები; 4 — სახამელოს მარ-
ცხა; 5 — კვირტის ბირთვები; 6 — სინერ-
გული; 7 — პოლარული ბირთვები; 8 —
სახამელოს მარცხა; 9 — სინერგული; 10 —
პოპოსტა; 11 — ღინგი; 12 — ლიხე-
სურ.

ბელი, რაც ორმაგი განაყოფიერების განხორციელებაზე მიგვანიშნებს. სახამელების წარმოქმნა იწყება თესლკვირტის ქალაქური ნაწილიდან და ვრცელდება, მიკრობირთვი ნაწილისაკენ. ანტიპოდები უკვე მრავალბირთვიანია (სურ. 6, ფოტო 3). ლიტერატურული მონაცემების მიხედვით [2] ეს ფაქტიც ორმაგი განაყოფიერების განხორციელების დამადასტურებელია.
დამტვერვიდან 1—2 დღის შემდეგ გარეთა ინტეგუმენტში გრძელდება სა-



ხამებლის ინტენსიური წარმოქმნა. ამ სტადიაზე ჩანასახის პარკის მიკროპილურ ნაწილში შეინიშნება „მჯდომარე“ ტიპის მრავალუჯრედიანი ჩანასახი (ფოტო 4). ჩანასახის ხალაქურ ნაწილში გამოირჩევა სუსპენზორის დიდი ზომის უჯრედი. ჩანასახი გარშემორტყმულია უჯრედული ენდოსპერმით.

დამტვერვიდან 3—4 დღის შემდეგ იწყება შიგნითა ინტეგუმენტისა და ნუცელარული ჩაჩის დეგენერაცია. მკვეთრად იცვლება ჩანასახის ფორმა, იგი გულისებრი ხდება (ფოტო 5). ამ სტადიიდან იწყება ლებნებისა და კვირტის ჩასახვა, ზრდა და დიფერენცირება. კვირტი თავდაპირველად ერთგვაროვანი უჯრედებისაგან შექმნილ ბორცვას წარმოადგენს. ამ სტადიაზე სუსპენზორი არ არის საბოლოოდ ფორმირებული. ჩაისახება ემბრიოდერმაც, რომელიც მთლიანად ფარავს ჩანასახს. ენდოსპერმი მრავალუჯრედიანია. ეს არის ენდოსპერმის მაქსიმალური განვითარების სტადია. მოგვიანებით უკვე იწყება ენდოსპერმის ინტენსიური შთანთქმა მოზარდი ჩანასახის მიერ.

დამტვერვიდან 6—7 დღის შემდეგ ჩანასახი უფრო გრძელდება ლებნების ზრდის ხარჯზე (ფოტო 6). ამ სტადიაზე დიფერენცირდება ფესვის აპიკალური მერისტემა, რომელიც ენდოგენურად ჩაისახება და უჯრედების 2—3 წყებობითაა წარმოდგენილი. ამ ზონაში უჯრედების მიტოზური გაყოფა უფრო ინტენსიურია (ფოტო 8,9). შალითასა და პერიბლემას შორის საზღვარი არამკვეთარია. ლოტოსის ფესვის აპექსის ჰისტოგენეზი ლიტერატურაში აღწერილი [4] არამოწესრიგებულ ტიპს მიესადაგება. ამავე სტადიაზე ხდება ლებნების გამტარი სისტემის ჩასახვა, გამოიკვეთება პრიმორდიუმიც.

დამტვერვიდან 8 დღის შემდეგ შიგნითა ინტეგუმენტის ზედა ნაწილში სახამებლის მარცვლები ჩნდება. შიგნითა ინტეგუმენტის დეგენერაცია იწყება ქალაქური ნაწილიდან და გრძელდება მიკროპილური ნაწილისაკენ. ლებნების ბოლოზე ჩნდება სახამებლის მარცვლები. ლებნების ამ ნაწილში უჯრედული დაყოფები უფრო ინტენსიურია. ფესვის აპიკალური მერისტემის ზონა იზრდება, იღებს თითისტარისებურ მოყვანილობას. ენდოსპერმი შენარჩუნებულია მხოლოდ ლებნებს შორის ვიწრო ჰიმის სახით (ფოტო 7).

დამტვერვიდან 9—10 დღის შემდეგ შიგნითა ინტეგუმენტი მთლიანადაა დეგენერირებული. მნიშვნელოვანი ცვლილებები შეინიშნება ჩანასახშიც, კერძოდ, კარგად გამოიკვეთება კვირტის მეორე ფოთლის პრიმორდიუმი (ფოტო 10).

დამტვერვიდან 12—13 დღის შემდეგ იწყება გარეთა ინტეგუმენტის დეგენერაცია. ვითარდება და დიფერენცირდება ჩანასახის კვირტის პირველი ფოთლის ფირფიტა. განვითარებას იწყებს მეორე ფოთლის ფირფიტა და დიფერენცირდება მესამე ფოთლის პრიმორდიუმი (ფოტო 11). კვირტის ფუძესთან და პირველი ფოთლის ლეროვან ნაწილში ჩნდება ლიზიგენური ღრუები, რომლებიც კიდევ უფრო კარგად და მკაფიოდ ჩანს მოგვიანებით, კერძოდ, დამტვერვიდან 15 დღის შემდეგ (ფოტო 12).

ჩვენს მიერ მიღებული შედეგებისა და ლიტერატურაში ცნობილი მონაცემების ანალიზი საშუალებას გვაძლევს ვიფიქროთ, რომ განსხვავებული კლიმატური პირობების მიუხედავად, განაყოფიერების, ემბრიოგენეზისა და სხვა ემბრიოლოგიური პროცესის მორფოლოგიური თავისებურებანი მსგავსია. მსგავსია აგრეთვე მორფოგენეტიკური კორელაციებიც, რომლებიც ვლინდება გენერაციული სტრუქტურებისა და სხვა ელემენტების განვითარებისას. განსხვავება ვლინდება მხოლოდ ემბრიოლოგიური პროცესების მიმდინარეობის ტემპებში.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

ნ. კეცხოველის სახელობის ბოტანიკის ინსტიტუტი

(შემოვიდა 2.4.1987)

К. А. ЧОЧИЯ

К ЭМБРИОЛОГИИ ЛОТОСА

Резюме

В настоящей работе рассматриваются результаты исследования эмбриогенеза лотоса орехоносного — *Nelumbo nucifera* Gaertn.

Анализ полученных данных свидетельствует о том, что эмбриологические процессы в разных климатических зонах протекают сходно. Морфогенетические корреляции, выявленные в процессе развития эмбриологических структур, также однотипны. Различия выявляются лишь в темпах протекания вышеуказанных процессов.

BOTANY

К. А. ЧОЧИЯ

TOWARDS EMBRYOLOGY OF THE LOTUS

Summary

The present paper deals with results of a study of the *Nelumbo nucifera* Gaertn embryogenesis. Analysis of the data obtained indicates that the embryological processes in different climatic zones proceed in a similar way. Morphogenetical correlations identified in the process of development of embryological structures are also very similar. Their difference is revealed only in rates of the above-mentioned processes.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. C. Gupta. *Phytomorphology*, vol. 27, №3, 1977, 275—281.
2. Т. Б. Батыгина, В. Е. Васильева, Г. Е. Коплова. *Бот. журнал*, № 7, 1983, 70—75.
3. Б. Роменс. *Микроскопическая техника*. М., 1954.
4. Н. В. Воронкина. *Бот. журнал*, 60, 1975, 170—178.

ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

А. Л. МДЗИНАРИШВИЛИ, Г. М. МОЛОДАВКИН

ВЛИЯНИЕ ДЕПРИВАЦИИ ПАРАДОКСАЛЬНОГО СНА НА
ДОБРОВОЛЬНОЕ ПОТРЕБЛЕНИЕ ЭТАНОЛА У КРЫС
С РАЗЛИЧНОЙ СТЕПЕНЬЮ ПРЕДРАСПОЛОЖЕННОСТИ
К РАЗВИТИЮ ДЕПРЕССИВНОПОДОБНОГО СОСТОЯНИЯ

(Представлено академиком Т. Н. Ониани 30.4.1987)

Общезвестна роль сна в поддержании гомеостаза организма. В патогенезе различных заболеваний, в том числе алкоголизма, отмечаются нарушения сна. Из фаз сна наибольший интерес представляет фаза парадоксального сна, поскольку она наиболее ранима при стрессирующих воздействиях. Лишение именно этой фазы сна приводит к различным расстройствам эмоциональной сферы и усугубляет течение ряда заболеваний [1]. Имеются также экспериментальные данные о возможной роли парадоксального сна в патогенезе алкоголизма. Однако такие исследования не являются систематическими, а результаты часто носят противоречивый характер [2]. Они, как правило, проводились без учета склонности животных к развитию экспериментального алкоголизма через депрессивноподобное состояние [3].

В связи с этим, цель данной работы—исследование влияния депривации парадоксального сна на добровольное потребление этанола животными с различным уровнем предрасположенности к развитию депрессивноподобного состояния.

Эксперименты выполнены на 25 белых беспородных крысах-самцах, массой 200—250 г, в условиях хронических экспериментов. Крыс предварительно типизировали по изначальной склонности к развитию депрессивноподобного состояния методом регистрации двигательной активности животных при безуспешных попытках избавления в аверсивной ситуации (неизбегаемое плавание) с помощью свободно вращающихся колес. Крыс помещали на 10 минут в прямоугольный бассейн длиной 65 см, шириной 30 см и высотой 40 см, заполненный водой (температура 25—26°C).

В бассейне 4 отсека, в каждом — свободно вращающееся колесо. Он заполняется водой до оси колес, чтобы животные, находясь в воде, не доставали задними лапами дна бассейна. Крысы стараясь избежать стрессовой ситуации, крутили колеса, перебирая их лапами. Колеса соединены со счетчиком, который регистрирует полные обороты в обе стороны, показывая таким образом уровень двигательной активности животного. Затем крысам давали обсохнуть, после чего возвращали в виварий. Через 24 часа процедуру повторяли. В результате типизации можно выделить две группы животных: высокоактивных (ВА) (число оборотов колеса составляло $107,28 \pm 6,13$) и низкоактивных (НА) (число оборотов колеса $34,22 \pm 2,78$). Повторное поме-



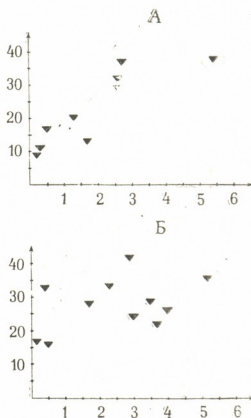
щение животных в условиях неизбежного плавания показало увеличение числа оборотов колеса у ВА-крыс ($155,64 \pm 7,96$), что свидетельствует об адаптации животных к условиям эксперимента. У НА-крыс наблюдалось обратное—уменьшение числа оборотов колеса ($7,81 \pm 1,02$), что может свидетельствовать об усилении депрессивноподобного состояния. Через 2—3 дня ВА- и НА-крыс обучали тесту избегания на «скамейку» с подачей электрического раздражения силой 0,5 мА на пол, для проведения в последующих стадиях эксперимента депривации парадоксального сна. После всех этих процедур животных оперировали под гексеналовым наркозом (внутрибрюшинно 100 мг/кг), стереотаксически вживляли электроды из нихромовой проволоки (диаметр 0,2 мм) в гиппокамп, в кору согласно атласу [4] и в дорсальную группу мышц шен, фиксируя их на черепе быстросотвердевающей пластмассой «норакрил». Через 7 дней после операции и адаптации к экспериментальной камере проводили непрерывную четырехчасовую электрофизиологическую контрольную регистрацию цикла бодрствование—сон на 17-канальном электроэнцефалографе фирмы «Nihon Kohden» с 12 до 16 часов, т. к. это время является оптимальным для регистрации цикла бодрствование—сон [5]. Затем крыс подвергали депривации парадоксальной фазы сна (20 ч.). По окончании депривации регистрировали постдепривационный цикл бодрствование—сон (12—16 ч.), после чего крыс помещали в индивидуальные клетки, снабженные двумя мерными поилками на 10 дней, предоставив им свободный выбор между 15% раствором этанола и водой. Регистрация объема выпиваемой жидкости проводилась ежедневно. При обработке полученных данных учитывали абсолютное время бодрствования (Б), медленного сна (МС) и парадоксального сна (ПС) в минутах и число отдельных эпизодов ПС, а также среднесуточное количество потребленного животными этанола и воды в мл/кг. При статистической обработке данных оценивали достоверность различия средних показателей продолжительности фаз сна для ВА- и НА-животных и определяли корреляцию между длительностью ПС до и после депривации и среднесуточное потребление этанола животными за 10 дней.

Проведенные исследования показали, что в цикле бодрствование—сон ВА- и НА-животных имеет место различие в структуре сна. При сравнении длительности отдельных эпизодов ПС было показано, что у ВА-животных ($98,6 \pm 10,74$) длительность отдельных эпизодов больше, чем у НА-животных ($65,0 \pm 8,96$). Различие между ВА- и НА-животными достоверно ($p < 0,05$). Показано также, что между длительностью ПС в норме и ее постдепривационным увеличением существует обратная зависимость, что относится к животным обоих типов. При сопоставлении продолжительности ПС до депривации с результатами свободного выбора между 15%-ным раствором этанола и водой, выявлена положительная корреляция между длительностью ПС и количеством потребленного этанола. Эта связь более выражена у НА-животных (коэффициент корреляции 0,87, $\beta_3 = 0,999$), чем у ВА-животных (коэффициент корреляции 0,4, не достоверен) (рис. 1) [6].

Наличие такой корреляции указывает с одной стороны на то, что системы, определяющие длительность ПС, могут играть

важную роль в определении поведенческого статуса животного, в пользу чего свидетельствуют данные о снижении склонности животных к развитию депрессивноподобного состояния после лишения их парадоксального сна [7]. С другой стороны, это говорит о связи этих систем с системами, определяющими склонность к развитию экспе-

Рис. 1. Зависимость потребления этанола от длительности парадоксального сна до депривации у крыс с различной степенью предрасположенности к развитию депрессивноподобного состояния. А — низкоактивные (НА), Б — высокоактивные (ВА) животные. По оси абсцисс — суточное потребление этанола в мл/кг, по оси ординат — длительность парадоксального сна в мин



риментального алкоголизма. Корреляция между постдепривационной длительностью ПС и количеством потребленного этанола не наблюдалась (коэффициент корреляции: НА-(-0,01), ВА-0,2, обе величины не достоверны). Это указывает на то, что системы, генерирующие ПС, слабо влияют на системы, определяющие алкогольную мотивацию. В то же время наличие корреляции между длительностью ПС до депривации и количеством потребленного этанола указывает на то, что обе эти системы находятся под контролем общего механизма.

Академия медицинских наук СССР
Институт фармакологии

Академия наук Грузинской ССР
Институт физиологии
им. И. С. Берташвили

(Поступило 21.5.1987)

აღამიანისა და ცხოველთა ფიზიოლოგია

ბ. მინარიშვილი, ბ. მოლოდავინი

პარადოქსული ძილის დეპრევაციის გავლენა დეპრესიის მსგავსი მდგომარეობისადმი განსხვავებულად მიდრეკილი ვირთაგვების მიერ ეთანოლის ნებაყოფლობით მიღებაზე

რეზიუმე

გამოვლენილია დადებითი კორელაცია პარადოქსული ძილის ხანგრძლივობასა და მიღებულ ეთანოლის რაოდენობას შორის. კორელაცია განსაკუთრებით კარგად არის გამოხატული დეპრესიის მსგავსი მდგომარეობისადმი მიდ-



რეკილ ვირთავებში. პარადოქსული ძილის დეპრивაციის შემდეგ აღნიშნული კორელაცია აღარ აღინიშნება, რაც მიუთითებს იმაზე, რომ პარადოქსული ძილის გამომწვევი სისტემები სუსტად ზემოქმედებენ ალკოჰოლური მოტივაციის განმსაზღვრელ სისტემებზე. კორელაციის არსებობა დეპრევაციამდელი პარადოქსული ძილის ხანგრძლივობასა და მიღებული ეთანოლის რაოდენობას შორის მიუთითებს იმაზე, რომ პარადოქსული ძილის გამომწვევი და ალკოჰოლური მოტივაციის მაკონტროლირებელი სისტემები საერთო გავლენას განიცდიან.

HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY

A. L. MDZINARISHVILI, G. M. MOLODAVKIN

EFFECT OF PARADOXICAL SLEEP DEPRIVATION ON ETHANOL CONSUMPTION IN RATS WITH DIFFERENT DEGREE OF PREDISPOSITION TO DEPRESSION-LIKE STATE

Summary

Positive correlation between paradoxical sleep duration and the level of ethanol consumption was revealed. The correlation is especially pronounced in rats disposed to depression-like state. No correlation has been observed after paradoxical sleep deprivation, indicating that systems generating paradoxical sleep produce a slight effect on those determining alcohol motivation. The presence of correlation between paradoxical sleep duration before the deprivation and the level of ethanol consumption shows that systems generating paradoxical sleep and controlling alcohol motivation are exposed to the general influence.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. A. M. Вейн. Нарушения сна и бодрствования. М., 1974, 114—122.
2. В. С. Ротенберг, В. В. Аршавский. Понсковая активность и адаптация. М., 1984, 78—97.
3. А. Б. Кампов-Полевой, Л. Н. Каминка. Материалы Всесоюзной научной конференции. М., 1983, ч. I.
4. Я. Буреш, М. Петрань, И. Захар. Электрофизиологические методы исследования. М., 1962, 408.
5. Н. В. Виглинская. Автореферат канд. дисс. М., 1981, 6.
6. Н. А. Плохинский. Биометрия. М., 1970, 353.
7. R. D. Porsoit *et al.* *Europ. J. of Pharm.*, 47, 1978, 379—391.

ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

А. А. УНГИАДЗЕ

УСЛОВНАЯ ЭМОЦИОНАЛЬНАЯ РЕАКЦИЯ СТРАХА НА БАЗЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО РАЗДРАЖЕНИЯ ПОЯСНОЙ ИЗВИЛИНЫ

(Представлено академиком Т. Н. Онииани 24.2.1987)

Поведенческий акт высших позвоночных животных включает компонент эмоциональной реакции. Цингулярная кора признана рецептивной областью «эмоциональных переживаний», играющей важную роль в осуществлении висцеральных и соматических функций организма, в психической деятельности и механизмах памяти [1—3].

В литературе нет единого мнения о природе эмоциональных реакций, вызванных прямой электрической стимуляцией мозговых структур. Существует мнение, согласно которому реакции, вызванные электрическим раздражением структур мозга, носят механический, диффузный, стереотипный, неэмоциональный или псевдоэмоциональный характер и на базе их стимуляции невозможна выработка условной эмоциональной реакции [4]. Тем не менее, показано, что на базе реакций, которые возникают при прямом раздражении ряда структур лимбической системы и которые обладают длительным последствием вслед за прекращением его, можно выработать условную эмоциональную реакцию страха [5—7].

В предыдущих наших работах [8] в ответ на стимуляцию передней поясной извилины наблюдалась хорошо выраженная реакция страха с избеганием со всеми соматическими и висцеральными компонентами: животное вскакивает с места, зрачки расширены, наблюдается учащение дыхания, пятясь, старается уйти с места раздражения и ищет спасения в противоположном углу экспериментальной кабины. При поднесении к кошке какого-либо предмета она отбивается от него лапами, рычит. Часто наблюдаются уриная и дефекация.

Аналогичные реакции, только с несколько слабее выраженными вегетативными компонентами, наблюдаются и при стимуляции задней цингулярной коры. Это следовало ожидать, исходя из данных о топографической локализации функций в этой извилине. Если роstralный отдел ее больше причастен к осуществлению висцеральных и соматомоторных функций и является преимущественно эффекторным, задней цингулярной коре отводится роль в организации памяти и сенсорной интеграции [9, 10].

В связи с установлением этих фактов встал вопрос: возможна ли выработка у кошек условного эмоционального поведения на основе стимуляции поясной извилины?

Опыты ставились на бодрствующих кошках с хронически вживленными электродами по координатам атласа [11] в различные структуры мозга. Условным сигналом служил тон — 600 Гц, дифференцированным — 300—400 Гц. В качестве безусловного сигнала пользовались электрической стимуляцией передней и задней поясной извилины.

Вслед за несколькими повторными раздражениями как поля 24, так и задней цингулярной коры, вызывающих реакцию страха с избе-



ганнем (без сочетания с определенным условным сигналом), животное становится беспокойным и старается найти выход из экспериментальной кабины. Привод его на следующий день вызывает активное сопротивление, что указывает на то, что эмоциональное возбуждение в виде реакции страха воспроизводится в результате повторного воздействия среды, в которой кошка испытывала отрицательное эмоциональное состояние. Эта среда приобретает сигнальное значение для вызова данной реакции.

Перед выработкой условно-эмоционального поведения угасала ориентировочная реакция на звуковые сигналы, а затем вырабатывалась совпадающая условная реакция: на фоне звукового сигнала (600 Гц), спустя 3—4 секунды подключалось безусловное электрическое раздражение поясной извилины (1—2 мА, 200 в сек, 0,2 мсек) при пороге 0,75 мА. Интервал между пробами 2—3 минуты.

Условная поведенческая эмоциональная реакция наиболее ярко выражена уже к 7—8 сочетаниям. Вслед за этим только условный сигнал (600 Гц) постоянно вызывает ясно выраженный эмоциональный поведенческий ответ в виде реакции страха с избеганием. В этих случаях безусловное раздражение уже не применяется.

Поведение кошки меняется в зависимости от числа сочетаний. Если в начале применения сочетаний эмоциональное поведение проявляется только в ответ на условный раздражитель, а остальное время животное находится в состоянии покоя, то по мере его выработки (к 7-му сочетанию) кошка начинает проявлять «эмоциональную неустойчивость», наблюдаются признаки дискомфорта и беспокойства, жалобно мяукая, она ищет выход из экспериментальной кабины. Условный раздражитель применяется в спокойный момент.

Условная эмоциональная реакция страха с избеганием характеризуется всеми признаками классического условного рефлекса: вначале она генерализована и вызывается не только условным сигналом, но и другими звуковыми сигналами. Однако, дифференциация звуковых сигналов достигается быстро. После выработки эмоционально-поведенческой условной реакции страха с избеганием, изолированно только условный сигнал вызывает данную реакцию. На дифференцируемый тон 300 и 400 Гц выраженных поведенческих реакций не наблюдается.

В ходе опытов производили также угашение условного рефлекса. В том случае, если условный сигнал подавался много раз без подкрепления безусловным раздражителем, условная реакция страха постепенно ослабевает и, наконец, полностью исчезает. Но эмоциональная реакция страха легко восстанавливается после 1—2 сочетаний условного безусловного раздражителей.

Следует отметить, что условная эмоциональная реакция вырабатывалась лишь в случае, если реакция, вызванная стимуляцией цингулярной коры, имела хорошо выраженную эмоциональную окраску. Такой реакцией в данном случае является реакция страха с избеганием.

Не вызывает сомнения, что на базе эмоциональной реакции на раздражение переднего и заднего отделов поясной извилины, возмож-



на выработку условнорефлекторной эмоциональной реакции. Следует отметить, что в архи- и палеокортексе существуют все структурные и функциональные основания для индивидуально приобретенных связей между сенсорными элементами неокортекса, воспринимающими внешние раздражения, и образованиями лимбической системы, которые производят эмоциональные реакции и интегрируют поведенческие акты [12].

Академия наук Грузинской ССР
Институт физиологии
им. Н. С. Бериташвили

(Поступило 26.2.1987)

აღმავანისა და ცხოველთა ფიზიოლოგია

ბ. უზნიაძე

შიშის პირობითი ემოციონალური რეაქცია სარტყელის ხვეულის
გალიზიანების ნიადაგზე

რეზიუმე

კატებზე შესაძლებელი გახდა შიშის პირობითი რეაქციის გამომუშავება, როცა უპირობო გამლიზიანებლად გამოყენებული იყო წინა და უკანა სარტყელის ხვეული. პირობითმა რეაქციამ თავი იჩინა უკვე მე-7 შეუღლებაზე.

HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY

A. A. UNGIADZE

CONDITIONED EMOTIONAL FEAR REACTION ON THE BASIS OF CINGULATE GYRUS STIMULATION

Summary

Conditioned emotional behaviour of fear was elaborated in adult cats with chronically implanted electrodes on the basis of anterior and posterior cinguli gyrus stimulation. The conditioned reaction became apparent after 7—8 reinforcements.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. И. Брагина, Т. А. Доброхотова. Физиология и патология лимбико-ретикулярной системы. М., 1971.
2. M. G. Koridze, T. N. Oniani. *Acta Neurobiol. exp.*, 32, 1972, 9.
3. J. A. Gray. *The neuropsychology of anxiety: an enquiry into the functions of the septo-hippocampal system.* Clarendon Press, Oxford, 1982.
4. J. H. Masserman. *Behavior and Neurosis.* Univ. Chicago Press, 1948.
5. J. M. R. Delgado *et al.* *J. Comp. Physiol. Psychol.*, 49, 1956, 373.
6. Т. Н. Ониани, Т. Л. Нанейшвили, М. Г. Коридзе, Е. В. Абзиანი-дзе. Современ. проблемы деят. и строения ЦНС, 15, Тбилиси, 1968.
7. А. А. Унгиадзе. Сообщения АН ГССР, 57, № 1, 1970, 169.
8. А. А. Унгиадзе. Сообщения АН ГССР, 127, № 1, 1987, 157.



9. B. Vogt, M. Miller. *J. Comp. Neurol.*, 216, 1983, 192.
10. А. И. Карамян, Т. М. Загорулько, Р. Н. Билян. *Физиол. ж. СССР*, 70, 1984, 1256.
11. F. Reinoso-Suarez. *Topographisches Hirnatlas des Katze für experimental-physiologische Untersuchungen*. Darmstadt, 1961.
12. И. С. Бериташвили. *Структура и функция архипалеокортекса*. Гагрские беседы. М., 1968.

Г. Ш. ДАВИТАЯ, С. Ш. МЕЦХВАРИШВИЛИ, И. Г. АРТМЕЛАДЗЕ,
К. Г. ЧАВЧАНИДЗЕ, Б. А. ЛОМСАДЗЕ

ИЗУЧЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ВЕЩЕСТВ КЛАССА ПОЛИВИНИЛПИРРОЛИДОНОВ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Д. И. Джохадзе 17.12.1886)

В настоящее время большой интерес у исследователей вызывает производство веществ, обладающих способностью направлять или подавлять те или иные патологические процессы. С этой точки зрения, изучение биологической активности веществ класса поливинилпирролидонов (ПВП) имеет важное значение. Из литературы известно, что 6%-ный раствор ПВП с низкой молекулярной массой (10000—28000) входит в состав гемодеза и проявляет дезинтоксикационные свойства, в частности воздействует на течение инфекционных заболеваний, ожоговых болезней и т. д. [1]. Однако механизм действия ПВП, в сущности, изучен недостаточно.

В связи с этим целью настоящей работы было исследование влияния ПВП разных молекулярных весов на активность кислой фосфатазы лизосом и Na,K-АТФ-азы микросом, содержание простагландинов (ПГ) и циклических нуклеотидов в микросомах печени крыс (цАМФ), связывание ^3H ПГЕ₁ с рецепторными участками в мембранах микросом печени крыс, дыхание митохондрий и перекисное окисление липидов.

Материалом для исследования служила печень беспородных белых крыс-самцов весом 100—120 г. Микросомы выделяли по методу, описанному в работе Свингена и др. [2], лизосомы — по методу Саванта и др. [3]. Активность кислой фосфатазы определяли методом де Дюва и др. [4], Na,K-АТФ-азную активность — методом Р. И. Глебова и др. [5], белок — по Лоури [6]. Об уровне перекисного окисления липидов судили по образованию малонового диальдегида [7]. Содержание простагландинов Е и F_{2α} определяли при помощи набора китов Prostaglandin assay kit, clinical assay (США), содержание цАМФ — Cyclic AMP assay kit (Amersham) (Великобритания). Для изучения рецепторных связей простагландинов применяли мембранные фильтры GF/F фирмы "Wattmann" и меченный тритием простагландин Е₁. Дыхание митохондрий определяли полярографическим методом. В исследуемых пробах изучали биологическую активность поливинилпирролидонов с молекулярной массой 5000, 8000, 12000, 25000, 40000, 150000, 500000.

Из табл. I видно, что низкомолекулярный ПВП (5000, 8000, 12000) вызывает незначительное повышение содержания ПГЕ и цАМФ, в то время как ПВП с молекулярной массой 25000, 40000, 150000, 500000 значительно повышает уровень ПГЕ и цАМФ. Сход-



ный результат был получен при изучении влияния ПВП на содержание ПГФ_{2α} с той лишь разницей, что высокомолекулярные ПВП (150000 и 500000) проявляют ингибирующее действие на содержание этого простагландина. Существует предположение о наличии взаимосвязи между простагландинами группы E и цАМФ [8], что находит подтверждение в наших экспериментах.

Таблица 1

Влияние ПВП на содержание простагландинов E, F_{2α} и цАМФ (концентрация выражена в нм/мг белка), перекисное окисление липидов (ПОЛ) (по изменению концентрации малонового диальдегида в нм/мг белка), активность Na,K-АТФ-азы и кислой фосфатазы (КФ) (на мг белка), связывание ³НПГЕ₁ (в имп/мин на 1 мг белка). Активность кислой фосфатазы определяли во фракции лизосом, а остальные исследуемые параметры — в микросомах печени крыс.

Пробы	ПГЕ	ПГФ _{2α}	цАМФ	ПОЛ	Na, K-АТФ-аза	КФ	³ НПГЕ ₁
Контроль	0,4	0,278	1,84	496	3,30	0,117	2930
ПВП-5000	0,4	0,290	1,85	390	4,14	0,125	1800
ПВП-8000	0,45	0,3	1,90	420	5,20	0,128	1550
ПВП-12000	0,5	0,32	1,95	370	5,90	0,130	1565
ПВП-25000	1,0	0,645	3,3	303	8,17	0,145	2890
ПВП-40000	0,9	0,514	5,5	277	7,20	0,148	2980
ПВП-150000	0,7	0,224	2,67	324	7,01	0,159	1730
ПВП-500000	0,75	0,161	3,1	320	6,04	0,166	1740

Изучение влияния ПВП на активность кислой фосфатазы лизосом и Na,K-АТФ-азы микросом показало стимулирование активности ферментов, которое значительно выражено в случае Na,K-АТФ-азы (табл. 1). Можно высказать предположение о влиянии этих ферментов на ряд процессов, вызванных изменением их активности под действием ПВП.

Установлено, что ПВП подавляет уровень перекисного окисления липидов микросом печени крыс (табл. 1), что свидетельствует о наличии ингибирующего влияния ПВП на окислительные процессы в организме.

Известно, что простагландины имеют рецепторные участки в мембране, которые содержат аденилатциклазу и, активизируя ее, стимулируют синтез цАМФ [9]. В связи с этим изучение связывания простагландинов с рецепторными участками является важным для понимания механизмов регуляторной деятельности организма. Изучение влияния ПВП на связывание ³НПГЕ₁ с рецепторными участками в микросомах печени показало, что они вызывают подавление этого связывания. Исключение составляют ПВП-25000 и 40000, которые снижают связывание в пределах контроля (табл. 1). Из литературы известно, что при развитии многих патологических процессов наблюдается повышение уровня простагландинов [8]. Такое свойство ПВП может стать важным для регулирования процессов жизнедеятельности клетки в патологических процессах.

Нами было также изучено влияние ПВП (м.м. 12000, 20000, 40000) на дыхание митохондрий (табл. 2). Оказалось, что с повышением молекулярной массы ПВП наблюдается ингибирование дыхания митохондрий. Исключение составляет ПВП с молекулярной массой 12000,

при действии которого не происходит ингибирования этого процесса. По данным литературы, из всех поливинилпирролидонов дезинтоксикационными свойствами обладают лишь низкомолекулярные аналоги [1]. Можно высказать предположение о том, что среднемолекулярные ПВП, обладая сходными дезинтоксикационными эффектами по сравнению с низкомолекулярными аналогами, вызывают побочные явления, нежелательные с точки зрения дезинтоксикации патологических процессов.

Таблица 2

Влияние ПВП на дыхательные процессы митохондрий (за 100% принимали 0,2 мкм окисленного NADH за 100 мин на 1 мг белка)

П р о б ы	Активность	Ингибирование
Митохондрии	100 %	0
Митохондрии + ПВП-12000	100 %	0
Митохондрии + ПВП-20000	80 %	20 %
Митохондрии + ПВП-40000	50 %	50 %

Таким образом, полученные нами экспериментальные данные дают основание высказать предположение о том, что поливинилпирролидоны проявляют биологическую активность в отношении ряда процессов, важных для жизнедеятельности организма, что дает возможность их использования с целью направленного течения этих процессов.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 8.1.1987)

ბიოფიზიკა

გ. დავითაია, ს. მეცხვარიშვილი, ი. ართმელაძე, ჰ. ჭავჭავანიძე,
ბ. ლომსაძე

კოლივინილპიროლიდონის კლასის ნივთიერებათა ბიოლოგიური
აქტივობის შესწავლა

რეზიუმე

შესწავლილია სხვადასხვა მოლეკულური წონის პოლივინილპიროლიდონის ბიოლოგიური აქტივობა. ნაჩვენებია, რომ მისი მოქმედება ხორციელდება უჯრედის რეგულატორულ მექანიზმებზე ზემოქმედებით.

BIOPHYSICS

G. Sh. DAVITAYA, S. Sh. METSKHVARISHVILI, I. G. ARTMELADZE,
K. G. CHAVCHANIDZE, B. A. LOMSADZE

INVESTIGATION OF THE BIOLOGICAL ACTIVITY OF
POLYVINYLPIRROLIDONE CLASS SUBSTANCES

Summary

A study has been made of the biological activity of polyvinylpyrrolidones having different molecular weight. It is shown that their effect stems from their action on cellular regulatory mechanisms.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Справочник по переливанию крови и кровезаменителей. М., 1982.
2. В. А. Svingen *et al.* J. Biol. Chem., №13, 1974, 5892—5899.
3. P. L. Savant *et al.* Biochim. Biophys. Acta, 85, 1964, 82—96.
4. C. de Duve *et al.* Biochem. J. 60, 1955, 604—617.
5. Р. И. Глебов и др. Булл. эксп. биол. и мед., 72, № 10, 1971, 36—38.
6. О. Lowry *et al.* J. Biol. Chem., 193, 1951, 265—275.
7. И. Д. Стальная, Т. Г. Гаришвили. Сб. «Современные методы в биохимии». М., 1978.
8. Простагландины. М., 1978.
9. Ф. Кьюель. Сб. «Взаимодействие гормонов с рецепторами». М., 1979, 375—389.



ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

И. Ш. НАДИРАДЗЕ, Г. К. ОРДЖОНИКИДЗЕ

КОАГУЛЯЦИОННОЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА У БОЛЬНЫХ
МЕЛАНОМОЙ КОЖИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. И. Деканосидзе 4.5.1987)

Значение изучения коагуляционнолитической системы у онкологических больных общеизвестно, но особенный интерес оно представляет с точки зрения патогенеза собственно опухолевого процесса, ибо за последние три десятилетия появилось множество работ, в которых указывается не только на высокую частоту тромбгеморрагических осложнений при злокачественных новообразованиях, но и на несомненную связь между опухолевым ростом, метастазированием и изменениями в процессах свертывания крови [1—5].

К настоящему времени не должно вызывать сомнений, что имеющее, как правило, место у онкологических больных диссеминированное внутрисосудистое свертывание (ДВС) (II—III стадии тромбгеморрагического синдрома — ТГС), результирующей реакцией которого является внутрисосудистое образование фибрина, принимает непосредственное участие в патогенезе метастазирования, способствуя защите циркулирующих в кровотоке бластомных клеток от иммунных реакций организма-носителя, оседанию их в русле микроциркуляции и прилипанию к эндотелию с дальнейшим ростом вторичной опухоли.

Очевидно, что поиски путей профилактики метастазирования злокачественных опухолей должны быть направлены и в сторону попыток воздействия на коагуляционнолитическую систему, особенно в случаях радикальных хирургических вмешательств и послеоперационной профилактической химиотерапии.

Прежде чем приступить к основной части исследований, на начальном этапе работы мы провели комплексное диагностическое клинико-инструментально-коагулологическое исследование, включающее, помимо общепринятых и широко применяемых хронометрических показателей гемокоагуляции (время свертывания, время рекальцификации, время образования фибринового сгустка, тромбиновое время, протромбиновое время, время кровотечения, время лизиса эуглобулинов), тесты-маркеры внутрисосудистого свертывания (протамин-сульфатный, этаноловый, бэта-нафтоловый) и бульбарную биомикроскопию, осуществляемую с помощью щелевой лампы ШЛ-56, специально приспособленной к штативу рентгеноаппарата «Арман-1». Ранее аналогичные исследования проведены нами у больных злокачественными новообразованиями желудочно-кишечного тракта [6], а также матки и яичника [7]. Теперь же наше внимание привлекла меланома кожи — одна из самых злокачественных опухолей человека, рано дающая отдаленные метастазы, причем преимущественно гематогенные.

Обследовано 17 больных (11 женщин и 6 мужчин) в возрасте от 42 до 67 лет с меланомой кожи. В 10 случаях патологический процесс имел локальный характер, в пяти имелось метастатическое поражение регионарных лимфоузлов, в двух — отдаленные метастазы в легких. Контрольную группу составили 20 практически здоровых лиц.



Функциональные методы исследования, для выполнения которых производился забор крови из локтевой вены в количестве 8—9 мл и в качестве антикоагулянта использовался 3,8% цитрат натрия (9:1), включили, кроме указанных выше хронометрических параметров свертывания и тестов-маркеров ДВС, определение концентрации фибриногена, количества тромбоцитов и тромбоэластографию. Этаноловый тест ставился по методике Годала и Абильтгаарда, протаминсульфатный — по методике Нивяровского и Гуревича.

Структурный метод исследования — бульбарная биомикроскопия — позволил непосредственно изучить состояние микроциркуляторного кровотока, которое оценивалось по выявлению феномена сладжа — внутрисосудистой агрегации клеточных элементов (ВАКЭ) крови 3 степеней (I, II, III). Окончательно регистрировалась только стойкая ВАКЭ, обнаруживаемая при 2—3 исследованиях у каждого больного в течение дня.

Тромбоэластография производилась на отечественном приборе ГКГМ4-02 с оценкой хронометрической (показатель $g+k$) и структурной коагуляции при помощи вычисления индекса тромбодинамическо-

го потенциала (ИТП) по формуле $\frac{100 \text{ ма}}{k \cdot (100 - \text{ма})}$, где g — время реакции, k — время образования сгустка, ма — максимальная амплитуда.

Результаты функционального исследования показали, что хронометрические показатели гемокоагуляции, количество тромбоцитов, концентрация фибриногена и параметры тромбоэластограммы у больных меланомой не претерпевают существенных изменений в сравнении с аналогичными показателями контрольной группы. Исключение составили концентрация фибриногена у 3 больных с метастазами в регионарные лимфоузлы и у 2 — с отдаленными метастазами в легкие (умеренная гиперфибриногенемия) и тромбоэластография у 2 последних (хронометрическая и структурная гиперкоагуляция).

Растворимые комплексы мономеров фибрина (РКМФ), определяемые с помощью протаминсульфатного, этанолового и бэта-нафтолового тестов, были выявлены у всех больных с метастазами (7) и у 2 больных с местнораспространенным процессом. Наиболее информативным оказался протаминсульфатный тест, который дал положительный результат во всех 9 случаях, затем — бэта-нафтоловый (в 6) и этаноловый (в 2).

При бульбарной биомикроскопии расстройства микроциркуляции обнаружались у 8 больных, из них у 1 — с местнораспространенным процессом. Если у последнего и у 5 больных с регионарными метастазами определялась ВАКЭ I и II степеней, то у 2 с генерализацией процесса — III степень сладжа.

В контрольной группе не было отмечено ни одного случая выявления РКМФ и ВАКЭ.

Таким образом, проведенное комплексное клинко-инструментально-коагулологическое исследование выявило у больных меланомой кожи хронически текущую компенсированную форму ДВС (умеренная гиперфибриногенемия, хронометрическая и структурная гиперкоагуляция при тромбоэластографии, обнаружение РКМФ и ВАКЭ I, II и III степеней).

Полученные результаты имеют важное значение с точки зрения намеченных нами в дальнейшем разработок путей интраоперационной профилактики метастазирования меланомы.

ი. ნადირაძე, გ. ორჯონიძე

კოაგულაციურ-ლიზისური სისტემა კანის მელანომით დაავადებულ ავადმყოფებში

რეზიუმე

კანის მელანომით დაავადებულ ავადმყოფებში კოაგულაციურ-ლიზისური სისტემის შესწავლის მიზნით კომპლექსური კლინიკურ-ინსტრუმენტულ-კოაგულოლოგიური გამოკვლევა ჩატარდა 17 პაციენტს (11 ქალს და 6 მამაკაცს), რომელთაგან ათს ჰქონდა ადგილობრივად გავრცელებული სიმსივნე, ხუთს — რეგიონალური ლიმფური კვანძების მეტასტაზური დაზიანება და ორს — შორეული მეტასტაზები ფილტვებში.

ზომიერი ჰიპერფიბრონოგენემია, თრომბოელასტოგრამებზე დადგენილი ქრონომეტრიული და სტრუქტურული ჰიპერკოაგულაცია, ინტრავასკულური შედეგების ტესტ-მარკერების მეშვეობით აღმოჩენილი ფიბრინის მონომერების ხსნადი კომპლექსები და ბულბარული ბიომიკროსკოპიის დროს ნახი მიკროციკულაციის დარღვევები უჩრდელი ელემენტების ინტრავასკულური აგრეგაციის სახით მიუთითებენ კანის მელანომით დაავადებულ ავადმყოფებში თრომბოპემორაგიული სინდრომის II—III სტადიის — დისემინირებული ინტრავასკულური შედეგების — ქრონიკულად მიმდინარე კომპენსირებული ფორმის არსებობაზე.

EXPERIMENTAL MEDICINE

I. Sh. NADIRADZE, G. K. ORJONIKIDZE

COAGULATIVE LYTIC SYSTEM IN SKIN MELANOMA PATIENTS

Summary

Clinico-instrumental coagulological studies were carried out in 17 patients (11 women and 6 men) with a view to studying the coagulative lytic system in skin melanoma patients. 10 of them had local tumors, 5—metastases in regional lymphatic nodes, and 2 patients—distant lung metastases.

Hyperfibrinogenemia, chronometric and structural hypercoagulation revealed on the thromboelastograms, soluble complexes of fibrin monomers revealed by means of intravascular clotting test-markers, and microcirculation disorders discovered in bulbar biomicroscopy point to disseminated intravascular coagulation-stage II-III of thrombohemorrhagic syndrome in skinmelanoma patients.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Ф. А. Бергут. Автореферат докт. дисс. М., 1974.
2. Е. Б. Сопочинская. Вопросы онкологии, т. 20, № 7, 1974, 44—47.



3. J. Ambrus *et al.* Studies on platelet aggregation and platelet interaction with tumor cells. —In: Platelets: a multidisciplinary approach. Eds. G. Gaetano, G. Gargioli, New York, 1978, 300.
4. D. Ogston *et al.* J. Clin. Pathol., 1972, v. 24, n9, 822—826.
5. S. Wood *et al.* Mechanisms of metastasis production by blood-borne cancer cells. —In: Canadian Cancer Conference. New York, 1961, v. 4, 167—223.
6. И. Ш. Надирадзе. Автореферат канд. дисс. М., 1984.
7. И. Ш. Надирадзе. Вестник АМН СССР, № 7, 1985, 58—60.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

Т. Г. ЗЕДГИНИДZE

ЗНАЧЕНИЕ ГОРМОНАЛЬНОГО ДИСБАЛАНСА В ИНДУКЦИИ
ТРАНСПЛАЦЕНТАРНЫХ ОПУХОЛЕЙ ПОЧЕК У КРОЛИКОВ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. И. Деканосидзе 19.2.1988)

Одним из важных аспектов исследований механизма действия канцерогенных агентов является изучение зависимости воздействия этих веществ от различных модифицирующих факторов, в частности от гормонального статуса организма. Значение гормонального дисбаланса в развитии опухолевого процесса в эндокринных железах и органах репродуктивной системы довольно хорошо изучено [1—4]. Однако роль некоторых гормонов в происхождении новообразований других органов и, в частности, почек изучена недостаточно [5, 6]. Глубокое понимание роли гормонов в канцерогенезе необходимо для разработки более эффективных методов профилактики и лечения опухолей.

Целью настоящего исследования было изучение роли функционального состояния половых желез и щитовидной железы и нарушения гомеостаза гормонов в возникновении индуцированных этилнитрозомочевой (ЭНМ) транспланцетарных нефрогенных опухолей кроликов.

Для исследования использовали 40 беременных кроликов, которым однократно на 25—26-й день после оплодотворения внутривенно вводили ЭНМ в дозе 80 мг/кг. Потомство содержали с матерями. Из 159 новорожденных 54 погибли от интеркуррентных заболеваний (колит, ринит, пневмония). Оставшихся 105 животных разделили на 5 групп — по 21 кролику в каждой. В I группе гормональное нарушение вызывали путем операции — кастрации самок. У животных II группы нарушение гомеостаза гормонов вызывали со 2-го месяца ежедневным пероральным введением синестрола самкам в дозе 60 мг/кг. Крольчата III группы со 2-го месяца ежедневно перорально получали тиреоидин в дозе 250 мг/кг. Животных IV группы также со 2-го месяца ежедневно вскармливали антитиреоидиновым препаратом — мерказолилом в дозе 5 мг/кг. Кролики V группы не подвергались никаким воздействиям и служили контролем.

Согласно полученным данным, искусственное нарушение гормонального баланса оказывает влияние на индукцию опухолей почек. Транспланцетарные нефрогенные новообразования обнаруживались гораздо чаще у животных II и IV группы (при даче синестрола и мерказолила) по сравнению с I, III и V группами (после кастрации самок, приема тиреоидина и в контроле).

Как видно из табл. 1, опухоли почек появились у кроликов II и IV группы гораздо раньше, чем у животных I, III групп и в контроле. Нефрогенные новообразования чаще наблюдались у самок (21), чем у сам-



цов (14). Макроскопически опухоли локализовались у 19 животных в правой, у 12 в левой почке. В 4 случаях новообразования были обнаружены в обеих почках. Опухоли находились в корковом слое почек и не проникали сквозь капсулу. Размеры колебались от 0,3 до 4,2 см. При

Таблица 1

Частота развития и средний латентный период появления опухолей почек у кроликов при гормональном дисбалансе

Опыт	Количество животных		Количество животных с опухолями почек	Средний латентный период развития опухолей почек в днях
	в начале опыта	к моменту появления первой опухоли		
I группа—кастрация	21	17	1	728
II группа—введение синестрола	21	18	14	197,1±33,5
III группа—введение тиреоидина	21	18	1	693
IV группа—введение мерказолила	21	19	13	185,9±17,5
V группа—контроль	21	17	6	320,4±25,5
Всего	105	89	35	

больших размерах опухоли наблюдались поражения всего органа и иногда было трудно обнаружить здоровую почечную ткань. На разрезе опухоли были серого или бледно-розового цвета, имели плотно-эластическую консистенцию и четко отграничивались от окружающей ткани. Во всех случаях гистологически был поставлен диагноз эмбриональной нефромы, напоминающей по своему строению опухоль Вильямса. Кроме нефрогенных опухолей, у потомков животных в 11 случаях были обнаружены нейрогенные опухоли, у 2 кроликов — новообразования яичника, а у 1 — опухоль щитовидной железы.

Статистический анализ материала с целью выявления влияния нарушений гормонального баланса на частоту возникновения нефрогенных опухолей кроликов в опытных группах по сравнению с контролем проводили методом вычисления наиболее адекватного для подобных случаев критерия χ^2 . Значения вероятностей критерия χ^2 по сравниваемым группам суммированы в табл. 2.

Таблица 2

Значения вероятностей критерия χ^2 по сравниваемым группам

Показатель	Сравниваемые группы животных					
	I — V	II — V	III — V	IV — V	I — II	III — IV
χ^2	4,4	6,2	4,7	4,0	18,0	15,3
P	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05

Результаты наших исследований показывают, что искусственное нарушение гормонального баланса кроликов влияет на реализацию blastomagenного эффекта ЭНМ. Манифестация и развитие трансплацентарных опухолей почек быстрее и легче проявляются при эстрогениза-



Н. Г. ХИМШИАШВИЛИ, Р. В. РАТИАНИ

КЕЛЛОВЕЙ ДОЛИНЫ РЕКИ АРАГВИ

(Представлено академиком Л. К. Габуния 19.2.1987)

Во время полевых работ 1986 г. нам удалось обнаружить в долине р. Арагви неизвестный до настоящего времени выход келловейских пород. Эта находка представляет собой большой интерес, так как выходы келловей в долине р. Арагви вплоть до настоящего времени не были известны и предполагалось, что на этом участке в келловейское время находилась суша. На геологических картах на этом участке р. Арагви отмечались лишь выходы верхнего эоцена и заключенные в них олистолиты известняков верхней юры, которые на основании найденных в них остатков фауны датировались титоном. Помимо изменения существующих представлений о палеогеографии келловейского века, настоящая находка интересна и в том отношении, что наличие богатой фауны келловей в слоях, связанных постоянным переходом с верхнеюрскими известняками, меняет существующее представление о возрасте этих известняков. Если они ранее на основании найденных в них остатков фауны датировались титоном [1—3], то теперь следует полагать, что они охватывают весь возрастной интервал от оксфорда до титона. По-видимому, в жинвальском разрезе мы имеем взаимоотношения, аналогичные разрезам р. Геги и оз. Рица, где маломощные отложения келловей постепенно переходят в мощную толщу оксфорд-титонских известняков. Кстати, эта находка может служить косвенным подтверждением мнения Н. Б. Вассоевича [4] и И. Р. Кахадзе [5] об оксфорд-титонском возрасте известняков Кавказского хребта и окрестностей сел. Цителицкаро.

Обнажение келловей расположено на правом берегу р. Арагви, над новой трассой Военно-Грузинской дороги, против плотины ЖинвалГЭСа. Обнажение простирается вдоль склона над дорогой на 20—25 м. Основания круто падающих слоев келловей не видно — слои, непосредственно подстилающие келловей перекрыты дорогой. Келловей представлен серыми, при выветривании бурыми известковистыми глинистыми песчаниками и песчанистыми глинами с обильной фауной пластинчатожаберных и более бедной фауной головоногих моллюсков — крупных наutilus и ammonitid. Среди последних явно преобладают филлоцератиды, реже встречаются литоцератиды и перисфинктиды. Встречаются также морские ежи, гастроподы, брахиоподы и остатки растений. Общая мощность келловей не превышает 4 м, при этом известковистые песчаники выше переходят в песчанистые известняки, в свою очередь, связанные постепенным переходом с вышележащими белыми зоогенными известняками верхней юры. Последние образуют



скальные обрывы над дорогой и простираются вдоль трассы более чем на 200 м.

Из келловей окр. г. Жинвали нами определены: *Nautilus* (*Paracenoceras*), *Nautilus* cf. *sinuosus* Roem., *Calliphylloceras disputabile* Zitt., *Calliphylloceras demidoffi* Rousseau., *Ptychophylloceras hommairei* (d'Orb.), *Ptychophylloceras ephyllum* Neum., *Sowerbyceras tietzeit* Till., *Lytoceras adeloides* Kud., *Hecticoceras metomphallum* Bon., *Lissoceras calloviensis* n.sp., *Lissoceras* sp., *Perisphinctes* sp., *Proplanulites* sp., *Reineckeia* sp. ind., *Macrocephalites macrocephalus* (Schloth.) Waag.

Из пластинчатожаберных наиболее многочисленны плейромии, фолдомии и церомии, более редко встречаются пектиниды и астартиды: *Entolium demissum* Phill., *Entolium cingulatum* (Goldf.), *Aequipecten fibrosus* (Sow.), *Aequipecten fibrosodichotomus* (Kas.), *Chlamys viminea* (Sow.), *Limatula subhelvetica* (Kas.), *Modiolus gibbosus* (Sow.), *Pholadomya subexaltata* (Kas.), *Pholadomya purchisoni* (Sow.), *Pholadomya protel* (Brongn.), *Pleuromya alduini* (Brongn.), *Pleuromya tellina* (Agass.), *Ceratomya calloviensis* Kas., *Gresslya alduini* (Fisch.), *Astarte incerta* Pcel., *Exogyra* sp. ind.

Среди представленных в списке аммонитов филоцератида и литоцератида большей частью имеют широкое вертикальное распространение, но все перечисленные виды существовали в келловейское время. Не выходят в своем распространении за пределы келловейского яруса представители родов *Nautilus*, *Lissoceras* и *Proplanulites*. Однако мы имеем возможность и более точного определения возраста рассматриваемых слоев, так как *Macrocephalites macrocephalus* (Schloth.) Waag. является руководящей формой нижнего келловей, а *Hecticoceras metomphallum* Bon. — руководящая форма среднего келловей, но встречается и в верхнем. Таким образом, в четырехметровой пачке отложений здесь, возможно, представлен весь келловей.

К аналогичным результатам приводит и анализ фауны пластинчатожаберных, среди которых, помимо ряда форм, существовавших в келловее, но имеющих широкое вертикальное распространение, имеются также характерные виды келловейского яруса, как *Ceratomya calloviensis* Kas. и *Limatula subhelvetica* (Kas.). Кроме того, сочетание таких форм, как, с одной стороны, *Pholadomya purchisoni* Sow. (байос-келловей), *Modiolus gibbosus* (Sow.) (бат-келловей), а с другой, *Pleuromya tellina* Agass. (келловей-берриас), *Pl. alduini* (Brongn.) (келловей-оксфорд) и *Coelastarte incerta* Pcel. (келловей-оксфорд), определенно указывает на келловейский возраст слоев.

Общий характер фауны указывает на незначительную глубину келловейского моря на данном участке: изобилие морских ежей, брахиопод, устриц и таких характерных для неглубоких водоемов пластинчатожаберных, как *Pholadomya*, *Pleuromya*, *Entolium*, *Chlamys*, *Ctenostreon*, говорит о прибрежном характере отложений сублитеральной области.

С точки зрения палеогеографии не лишено интереса то обстоятельство, что высказанное ранее А. С. Сахаровым [6] предположение о существовании в раннекелловейское время широкого пролива между Северо-Кавказским и Грузинским бассейнами, находит свое подтверждение в наличии выходов келловей в долине р. Арагви. Этот пролив, по-видимому, и являлся путем миграции бореальных форм головоногих на юг, а средиземноморских — на север.

В непосредственной связи с наличием келловей в окр. г. Жинвали находится вопрос, касающийся оценки геологического характера крупного выхода верхнеюрского известняка, возвышающегося здесь на правом берегу р. Арагви. По мнению П. Д. Гамкрелидзе и И. П. Гамкрелидзе [7], все выходы зоогенных известняков окр. г. Жинвали представляют собой олистолиты, включенные в широко здесь распространенные образования олистростромового комплекса верхнего эоцена. Действительно, большинство мелких и относительно более крупных блоков верхнеюрских известняков заключены в отложениях верхнего эоцена и представляют собой олистолиты. Однако в отношении рассматриваемого выхода и ранее было высказано мнение [8, 9], что он является коренным выходом известняков верхней юры, основанное главным образом на слишком крупных для олистолита размерах этого выхода. Теперь на правдоподобность нашего представления дополнительно указывает наличие в основании верхнеюрских известняков келловейских глин, глинистых песчаников и песчаных известняков, связанных с вышележащими известняками постепенным переходом: в олистростроме рыхлые глинисто-песчаные отложения келловей неминуемо должны были быть размывы и полностью уничтожены, как это и имеет место во всех известных случаях нахождения олистолитов верхнеюрских известняков в верхнем эоцене. Здесь мы, очевидно, имеем дело с останцем барьерного рифа, дававшего при разрушении материал для олистростромов. Очень характерно в этом отношении постепенное увеличение размеров блоков известняков, наблюдаемое вдоль дороги с севера на юг, завершающееся крупным обнажением известняков около плотины Жинвал-ГЭСа, наглядно указывающее на источник и направление перемещения олистолитов.

В кажущемся противоречии с высказанным нами предположением находится то обстоятельство, что гипсометрически ниже выхода келловей, на правом берегу р. Арагвы, непосредственно над старой дорогой, обнажается сильно перемятый верхний эоцен. Это и послужило, по-видимому, основанием для предположения о «включении» данного блока в эоцен. Вероятнее, что здесь мы имеем дело с явлением тектоническим: верхнеюрские известняки и келловей надвинуты на верхний эоцен, представляя собой одну из чешуй типа шарьяжа, смещенную с севера на юг.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт палеобиологии
 им. Л. Ш. Давиташвили

(Поступило 20.2.1987)

პალეოზოოლოგია

ბ. ხიფიავილი, რ. რატიანი

არაბვის ხეობის კალკონიური

რეზიუმე

არაგვის ხეობაში, ჟინვალის მიდამოებში, პირველად არის აღმოჩენილი კალკონიური ქანების გამოსავალი. ქვიშაანი თიხები, თიხიანი ქვიშაქვები და

კირიანი ქვიშაქვები თანდათან გადადიან ზევით მდებარე ზოგენურ კირქვებში და უხვად შეიცავენ ამონიტების, ორსავდულლიანების, გასტროპოდების, მხარფხიანების და ზღვის ზღარბების განამარხებულ ნაშთებს.

PALAEOBIOLOGY

N. G. KHIMSHIAHVILI, R. V. RATIANI

THE CALLOVIAN OF THE ARAGVI RIVER VALLEY

Summary

An outcrop of the Callovian deposits has been found in the vicinity of Zhinvali (the valley of r. Aragvi). In sandy clays, argillaceous sandstones and calcareous sandstones of the Callovian age rich fossil fauna of ammonites, lamellibranchiates, gastropods, brachiopods and sea urchins has been discovered.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. Ф. Пчелинцев. Материалы по изучению верхнеюрских отложений Кавказа. Л., 1931.
2. Н. Г. Химшиашвили. Позднеюрская фауна моллюсков Крымско-Кавказской области. Тбилиси, 1967.
3. Р. В. Ратиани. Сообщения АН ГССР, 79, № 2, 1975, 498—499.
4. Н. Б. Вассоевич. Геологический очерк северо-западной части Кахетии и восточной части Эрцо-Трианетского района, I—IV. Фонды Грузнефти, 1928—1933.
5. И. Р. Кахадзе. Грузия в юрское время. Тбилиси, 1947.
6. А. С. Сахаров. Автореферат канд. дисс. Грозный, 1965.
7. П. Д. Гамкрелидзе, И. П. Гамкрелидзе. Тектонические покровы Южного склона Большого Кавказа. Тбилиси, 1977.
8. Н. И. Мревлишвили. Труды ГИН АН ГССР, сер. геол., X (XVI), 1957, 139—147.



Р. А. САРЧИМЕЛИЯ

МАКСИМИЗАЦИЯ РЕЗЕРВОВ РЕСУРСОВ В ЗАДАЧЕ ОПТИМАЛЬНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВА

(Представлено академиком А. Л. Гуния 1.7.1986)

Исходя из масштабов применения невозпроизводимых ресурсов, пессимистических прогнозов их истощения и усложнения работ по добыче сырья, на первый план выдвигаются вопросы анализа ограниченности производственных ресурсов. При этом особое значение придается оценкам резервов ресурсов и дефицитов.

В связи с совершенствованием оценки резерва ресурсов как эффективного инструмента экономико-математического анализа в работах В. А. Волконского, А. Г. Гранберга, Э. М. Бравермана [1—3] указано на дискретную природу двойственных оценок [1], на необходимость обобщения [2] и противоречивые свойства нулевого признака резервов ресурсов [3]. В работах [4, 5] рассмотрены задачи оптимального планирования с несколькими целевыми функциями, введена неполная градация двойственных оценок. В данной работе на основе градации двойственных оценок (ресурсы израсходованы полностью, частично, имеются дефициты) ставится задача оптимального планирования производства, позволяющая устанавливать ненулевые оценки резерва ресурсов, использующихся при максимизации последних.

Обозначим через a_{ij} расход i -го ресурса, а через b_{kj} —выпуск k -й продукции при единичной интенсивности j -го технологического способа, величину которого характеризует x_j . Пусть b_i —количество ресурса i -го вида, а f_k —потребность в k -й продукции, y_i —объем резерва i -го ресурса, λ_i —оценка его единицы, λ_i —ресурса, а β_k —соответственно k -й продукции, n —число технологий, m —ресурсов, p —продукции. В этих обозначениях при неизвестных $x=(x_1, x_2, \dots, x_n)$ и $y=(y_1, y_2, \dots, y_m)$ поставим задачу оптимального планирования производства в виде

$$x_j \geq 0, j = \overline{1, n}, y_i \geq 0, i = \overline{1, m}, \quad (1)$$

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j + y_i = b_i, \quad i = \overline{1, m}, \quad (2)$$

$$\sum_{j=1}^n b_{kj} x_j \geq f_k, \quad k = \overline{1, p}, \quad (3)$$

$$\sum_{i=1}^m \lambda_i y_i \rightarrow \max. \quad (4)$$



Пусть $a_{ij} \geq 0$, $b_{kj} \geq 0$, $b_i > 0$, $\sum b_{kj} > 0$, $i = \overline{1, m}$, $k = \overline{1, p}$, $j = \overline{1, n}$, тогда (1), (2) и (1), (3) имеют решения. Но возможно, что (1) — (3) несовместимы. Поэтому представим (2) в обобщенном виде:

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} \tilde{x}_j + \tilde{y}_i = b_i x_0, \quad i = \overline{1, m}, \quad (2^1)$$

где x_0 характеризует потребность производства на комплект ресурсов ([4], с. 742).

Рассмотрим задачу нахождения неотрицательных $\tilde{x} = (\tilde{x}_1, \tilde{x}_2, \dots, \tilde{x}_n)$, $\tilde{y} = (\tilde{y}_0, \tilde{y}_2, \dots, \tilde{y}_m)$, удовлетворяющих условиям (1), (2¹), (3), дающим минимум x_0 . При этом если $x_0 > 1$, тогда (1) — (3) несовместимы. (1), (2¹), (3) при минимизации x_0 имеют решение, поэтому двойственную задачу представим в следующем виде:

$$\lambda_i \geq 0, \quad i = \overline{1, m}, \quad \beta_k \geq 0, \quad k = \overline{1, p}, \quad (5)$$

$$\sum_{k=1}^p b_{kj} \beta_k \leq \sum_{i=1}^m a_{ij} \lambda_i, \quad j = \overline{1, n}, \quad (6)$$

$$\sum_{i=1}^m b_i \lambda_i \leq 1, \quad (7)$$

$$\sum_{k=1}^p f_k \beta_k \rightarrow \max. \quad (8)$$

Пусть $x_0 \leq 1$, тогда, согласно теории двойственности, из (1) — (4) и ее двойственной задачи получим обобщенный признак дефицитности ресурсов в виде

$$\underline{\lambda}_i \leq \lambda_i, \quad \underline{\lambda}_i y_i = \lambda_i y_i, \quad i = \overline{1, m}. \quad (9)$$

По (9) оценивается хотя бы один используемый в производстве ресурс, являющийся решением задачи оптимального планирования производства, и эта оценка не превышает оценку данного ресурса. Это должно быть справедливым для всех m ресурсов. Согласно оптимальному плану производства, получается, что существует хотя бы один ресурс, оценка которого не превышает существующую его оценку. С другой стороны, если ресурс будет использован оптимально и он является полезным для производства, тогда естественно, что его оценка λ_i превышает существующую его оценку $\underline{\lambda}_i$. Согласно (6), доход, приходящийся на единицу j -й технологии, выражается так:

$$c_j = \sum_{k=1}^p b_{kj} \beta_k, \quad j = \overline{1, n}, \quad (10)$$

где β_k — оценка единицы k -й продукции.

Оценку единицы i -го ресурса в случае его дефицитности обозначим через $\underline{\lambda}_i$. Она получается в рамках тех ограничений, которые

входят в задачу оптимального планирования производства. Если увеличим объем ресурсов, за исключением i -го номера ресурса, тогда можем установить один из вариантов $\bar{\lambda}_i$.

Пусть известные оценки $\underline{\lambda}_i$ и $\bar{\lambda}_i$, $i = \overline{1, m}$. $(1 - 2\alpha_i) y_i$ характеризуют резерв ресурса, если $\alpha_i = 0$, а при $\alpha_i = 1$ — его дефицитность. А если ресурс целиком использован, тогда $y_i = 0$. В данных обозначениях задачу оптимального планирования производства максимизации резервов ресурсов можно представить следующим образом:

$$\begin{aligned} x &\geq 0, \quad y_i \geq 0, \quad \alpha_i = 0 \text{ или } 1, \quad i = \overline{1, m}, \\ g_i(x) + (1 - 2\alpha_i) y_i &= b_i, \quad i = \overline{1, m}, \\ f_k(x) &\geq f_k, \quad k = \overline{1, p}, \\ \sum_{i=1}^m [\underline{\lambda}_i(1 - \alpha_i) - \bar{\lambda}_i \alpha_i] y_i &\rightarrow \max, \end{aligned}$$

где $g_i(x)$ — потребность в i -м ресурсе при $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ интенсивности производства, а $f_k(x)$ — выпуск k -й продукции.

Аналогично вышесказанному можно сформулировать обобщенный признак дефицитности ресурсов при линейности $g_i(x)$ и вогнутости $f_k(x)$ функции. Тогда, согласно (1) — (9), напомним обобщенный признак дефицитности ресурсов в виде

$$[\underline{\lambda}_i(1 - \alpha_i) + \bar{\lambda}_i \alpha_i - \lambda_i] y_i = 0, \quad [\underline{\lambda}_i(1 - \alpha_i) + \bar{\lambda}_i \alpha_i - \lambda_i] (1 - 2\alpha_i) \leq 0, \quad i = \overline{1, m},$$

из которого при $\alpha_i = 0$, $i = \overline{1, m}$, получим (9).

Неисчерпаемы возможности применения двойственных оценок (см. [2, 6, 7]). Можно представить $\delta = (\delta_1, \delta_2, \dots, \delta_n)$ — удельный вес отраслей в двойственных оценках:

$$\delta_j \sum_{i=1}^n c_i x_i = c_j x_j, \quad j = \overline{1, n},$$

где n — количество отраслей народного хозяйства, j — номер отрасли, c_j вычисляется по формуле (10), а x_j — из (1) — (4).

Академия наук Грузинской ССР
Институт экономики и права

(Поступило 17.10.1986)

გაქონებისა

რ. სარჩიშვილი

რესურსთა რეზერვების მაქსიმიზაცია წარმოების ოპტიმალური
დაგეგმვის ამოცანაში

რეზიუმე

მოცემულია ორად შეფასებათა ისეთი მოდიფიკაცია, რომელიც იძლევა რესურსთა დეფიციტურობის ნიშნის განზოგადებასა და რესურსთა რეზერვების არანულოვან შეფასებას. შემოტანილია შეფასებათა გრადაცია: რესურსი



წარმოებაში მთლიანად გამოყენებულია; ნაწილობრივ გამოყენებულია; რესურსი დედეციტიურია. დასმულია წრფივი პროგრამირების შესაბამისი ამოცანები და შემოთავაზებულია მათი გამოყენება დარგობრივი სტრუქტურის ოპტიმალური ვარიანტის მისაღებად.

ECONOMICS

R. A. SARCHIMELIA

MAXIMIZATION OF THE RESOURCE RESERVES IN THE OPTIMAL PRODUCTION PLANNING PROBLEM

Summary

A modification of the dual estimators is given which generalizes the criterion of the resource shortage and the non-linear estimator of the resource reserves. A gradation of the estimators is introduced: a) the resources are completely exhausted, b) the resources are partially exhausted, c) there is a shortage of the resources. Corresponding problems of linear programming are stated and their applications are shown with a view to obtaining a version of the optimal industrial structure.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. А. Волконский. Модель оптимального планирования и взаимосвязи экономических показателей. М., 1967, 67—69.
2. А. Г. Гранберг. Математические модели социалистической экономики. М., 1978, 119—144.
3. Э. М. Браверман. Математические модели планирования и управления в экономических системах. М., 1976, 74.
4. Р. А. Сарчимелия. Сообщения АН ГССР, 87, № 2, 1977, 493—496.
5. К. В. Ачелашвили, Р. А. Сарчимелия. Сообщения АН ГССР, 94, № 3, 1979, 741—744.
6. Л. Л. Терехов. Оценка в оптимальном плане. М., 1967.
7. Сб. «Экономико-математические исследования затрат и результатов». М., 1976, 124—141, 226—237.



УДК 809.46

ენათმეცნიერება

ბ. სიხარულიძე

ა-ის შემცველი ზოგი სახელური ფუძის ისტორიისათვის უდიურში

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ქ. ლომთათიძემ 12.5.1987)

მართალია, **ა** უდიურში დამოუკიდებელ ფონემად არ ითვლება [1, გვ. 12], მაგრამ იგი აქ ცალკე ბეგრაა და ყველა პოზიციაში დასტურდება, როგორც საკუთრივ უდიურ სიტყვებში (ანლაუტში: **ა**ნ „ჩვენ“, **ა**ყ „გზა“; ინლაუტში: **ა**ნ „ქონი“, „ერბო“, „კარაქი“, ფენ „სასუქი“; აუსლაუტში: **ა**ო „სახელო“), ასევე — ნასესხებშიც (ანლაუტში: **ა**ს „გლოვა“, **ა**შ „ასაკი“; ინლაუტში: ყერხაად „ცხრაფეხა“; აუსლაუტში: დოლლა „დალაქი“...).

შენიშნულია, რომ ვ ა რ თ ა შ ნ უ ლ ი დიალექტის უკანაენისმიერი **ბ**, **ქ**, **კ** თანხმოვნები უმლაუტიან ხმოვანთა მომდევნოდ სუსტდება და ნიჭ უ რ შ ი გვაძლევს **ა**-ს [1, გვ. 19; 2, გვ. 42]:

ვ ა რ თ. დ.	ნ ი ჭ. დ.	
გრგინ	გრ ა ინ	„ცისფერი“, „მწვანე“
ქალბ	ქალ ა	„ტყე“
ტუტტბ	ტუტტ ა	„სტვირი“, „სალამური“
დოლბქ	დოლლ ა	„დალაქი“
ფფფლბქ	ფფფლ ა	„პეველა“

ოღონდ, ჩანს, **ა** უდიურში მხოლოდ ამ გზით არ მიიღება; **ა** შეიძლება სხვა თანხმოვანთა რეფლექსიც იყოს (1, კერძოდ, ს ო ნ ო რ ი თანხმოვნებისა. ერთ ასეთ შემთხვევაზე სამეცნიერო ლიტერატურაში შენიშნავენ, რომ „საერთო უდიურში დასტურდება **ა** < ლ < ლ შემთხვევა: ბაე < ბალი (ბალი), გუღბაე < *გუღბალ-ი (ალუბალი)“ [1, გვ. 19].

უდიურის დიალექტთა მონაცემების ერთმანეთთან შეჯერება, ერთი მხრივ, ასევე მათი შედარება ზოგი ახლომონათესავე ენის სათანადო მასალასთან, მეორე მხრივ, ადასტურებს **ა**-ის მიღებას სხვადასხვა ს ო ნ ო რ ი თ ა ნ ხ მ ო ვ ნ ი ს ა გ ა ნ :

სპეციალურ ლიტერატურაში [1, გვ. 30] აღნიშნავენ, რომ „უდიურს მოეპოვება ერთი ჯგუფის ისეთი სახელი (სახელთა ფუძე), რომელსაც ბოლოში უზის **-ინ**, ანღა **-ან** (< **ინ**) მარცვალი; ასეთი ელემენტი ეტიმოლოგიურად შეიძლება დაუკავშირდეს როგორც ნათესაობითი ბრუნვის, ისე ერგატივ-ინსტრუმენტალისის წარმოებისათვის ზიარად გამოყენებულ **-ინ** სუფიქსს, ასეთ სახე-

(1 კოჯ (ვართ.) > კოჲ > კოა (ნიჯ.) „სახლი“ — შენიშნულია სპეციალურ ლიტერატურაში [1, გვ. 19]. ისტორიულად კი ივარაუდება, რომ თვით კოჯ ფორმაა მეორეული: *კოდი > *კოა > კოჯ; შდრ. ლაქ. კოა < *კოადი < *კოადი, აგრეთვე: ბუღ., კრიშ. კუ, კულ, ლუგ. კუალ, ხინ. შუა < *შუა < *შუალ < *შუალ „სახლი“ [3, გვ. 24]. ასევე, **ა**ნ „ჩვენ“ ნაცვალსახელიც ისტორიულად *ან ვარიანტიდანაა მიღებული. შდრ. რუთ. ეი, ხუნძ. ნიჯ (გესკლ.), ლაქ. ეჟ... უ ითვლება ამოსავლად, აგრეთვე, ანდ. იშვილ, ახვ. ეშვი, ლუგ. ჩუნ, თაბ. იჩუ, ად. ჩინ, წახ. შვი „ჩვენ“ ლექსემებისათვის [4, გვ. 114].



ლებს უნდა ეკუთვნოდეს: ა) გოგინ (მწვანე, მწვანილი), ბინ (რძაღ, მწვანე ტარძალი)... ბ) ჭან (ცხიმი, ერბო), კოხან (ქული), ქოხან (სახელო), კუხან (ბოლი, კვამლი), შან (სველი), მახან (შავი), ლახან (ბასრი, მჭრელი)"⁽²⁾.

მაშასადამე, ჭან, კოხან, ქოხან, კუხან, შან, მახან, ლახან ლექსებში -ან მიჩნეულია -ინ ფორმანტიდან მიღებულად, ე. ი. ამოსავალი ხმოვნის ვარიანტი.

უფრო საფიქრებელია, რომ ანათესაობითი ბრუნვის ნიშნისეული იხმოვნის რედუცირებული ვარიანტი კი არაა, არამედ ფუძის კუთვნილებას წარმოადგენს. ამ ვარაუდის სასარგებლოდ საკმარისია მივმართოთ ნიჭური დიალექტის სათანადო მასალას, სადაც შესაბამისი ფუძეები სრული სახითაა წარმოდგენილი:

ვართ. დ.	ნიჯ. დ.	
კუხან	კუხან-ინ	„ბოლი“, „კვამლი“ [5, გვ. 146]
ქოხან	ქოხან ⁽³⁾ ქოხან-ინ	„სახელო“ [5, გვ. 136]

ჩვენს მიერ შეკრებილ მასალაშიც ყველგან გვაქვს -ინ ფორმანტიანი ლექსები:

ვართ. დ.	ნიჯ. დ.	
კოხან	კოხან-ინ	„ქული“
ქოხან	ქოხან-ინ	„სახელი“
მახან	მახან-ინ	„შავი“
ახან	ახან-ინ	„საფუარი“ და სხვ.

აქვე უნდა შევნიშნოთ, რომ იხმოვნის ამოვარდნა სიტყვის ბოლო მარცვალში საზოგადოდ ვართაშნული დიალექტისათვისაა დამახასიათებელი [1; გვ. 5.], რასაც ჩვენი მასალაც ადასტურებს:

ვართ. დ.	ნიჯ. დ.	
ფეან	ფეან-ინ	„სასუქი“, „ნაკელი“
ლარლან	ლარლან-ინ	„მამაცი“
ფაფ	ფაფ-ინ	„შემოდგომა“
ყან	ყან-ინ	„ცოლის ძმა“
ბეანშ	ბეან-ინშ	„მღვდელი“
ჭაფ	ჭაფ-ინ	„პროცენტი“ და სხვ.

ზემოთ წარმოდგენილ ნანათესაობითარ სახელებში ფუძისეული ა რომ წარმოჩნდა, თანხმოვნური (სონორული) წარმოშობისაა რასაც მოწმობს მათი შედარება ახლომონათესავე ენათა სათანადო მასალასთან:

(2) აქ მოყვანილი სიტყვები რომ მართლაც ნათესაობითი ბრუნვის (მეორე ფუძის) განზოგადების შედეგია, ეს ნათლად ჩანს ნასესხები „პალტო“ სიტყვის მაგალითზე. ვართაშნულ დიალექტში იგი წარმოდგენილია პალტონ ფორმით, რომელიც აშკარადაა მიღებული მეორე ფუძის განზოგადებით. პალტონ კი, როგორც ზემოთ მოყვანილი სახელები, აშკარად სახელობითის ფორმაა.

(3) ქოხან-ს გვერდით მიუთითებენ ქოხან ფორმაზეც [1, გვ. 19, 30]; პირველი ფორმა გამარტივებული ჩანს.

1 ქოან (< || ქოან-ინ) „სახელო“ სიტყვაში ა-სათვის ამოსავალია სონორი თანხმოვანი. შდრ. უდ. ქულ „ხელი“ და ამ სახელისავე ერგ.-ნათ. ბრუნვის ფორმა ქინ || ქელ-ინ (ვართ.) — ქიან-ინ (ნიგ.).

ზოგი დაღესტნური ენის სათანადო მასალაშიაც უდიური ა-ის ადგილას რ ან ლ დასტურდება. მაგალითად: ლაკ. ქია „ხელი“ — ერგ.-ნათ. ქიან-ილ < *ქიარ-ილ; შდრ. ლაკურასავე ქიარ-დუ დუჰლან „ხელე(ებ)ის ჩამორთმევა“ [3, გვ. 14]. იგივე რა-სიტყვებში: ხუნძ. ქვერ, ახვახ. ქვარ ყუენ „სამაჯური“ [4, გვ. 80], ჰუნზ. ქორო „მტევანი ხელისა“ [6], ხოლო არჩ. ქულ „ხელი“, „მტევანი ხელისა“, ხინ. ქულ, ქელ, კრიწ. ბუდ. ქელ ...ლექსებში ბოლოკიდურად ლ დასტურდება [7].

3. კუჰან (< || კუჰან-ინ) „კვამლი“, „ბოლი“ ლექსებში ა მ || ნ-ის რეფლექსია. შდრ. ხუნძ. კჷჷჷ < *კჷჷნი [8], ანდ. კჷჷჷჷ < *კჷჷჷნი, ტინდ. ქჷჷჷჷ < *ქჷჷნი, ბავგ. კჷჷჷ < *კჷჷნი, ახვახ. ქჷჷჷჷ < *ქჷჷნი „კვამლი“... ლეზგ. გუმ, აღ., თაბ. ქუმ იმავე მნიშვნელობით [3, გვ. 18].

3. ჰჷან (< || ჰჷან-ინ) „ცხიმი“, „ერბო“ სახელში ა მ-ის რეფლექსია: ჰჷან-ინ < *ჰჷან-ინ; შდრ. ლეზგ. ჰემ, ჩემ (ახთ.), თაბ. ჩიჷმ, აღ. ჩჷჷმ, კრიწ. ჩემ იმავე მნიშვნელობით [9, გვ. 303].

ამდენად, ვართაშნული დიალექტისათვის კანონზომიერია აღდგეს ის ფორმები, რაც ნიჭურში ფაქტობრივია: *ქოან, *კუჷან, ჰჷან... რიგისა, რომელთა ა-ის თანხმოვნური წარმომავლობა, როგორც ვნახეთ, უეჭვოა.

შეიძლება აღვნიშნოთ ა-ის რ-საგან მიღების ცალკეული შემთხვევები თავკიდურა პოზიციაში:

უდ. აყ < *რყ „ხორცი“; შდრ. ანდ. რიტაი, დიდ. რელ', დარგ. დიყ (ურახ.), დიგ (წულ.), ლაკ. დიყ ... ლეზგ. აქ (ერგ. აკჷ), თაბ. დიჷ, აღ. აქჷ, რუთ. აქ, ხინ. ლგჷა „ხორცი“ [4, გვ. 109]. ლეზგიურ ენათა იმ წყებაში, სადაც თავკიდურად გვაქვს ა, ივარაუდება, რომ აქაც ა < *რ. ოლონდ, არაა გამოირიცხელი, რომ ა განვითარებული იყოს ხმოვნის წინ [2, გვ. 25], თუმცა პირველი ვარაუდი უფრო სარწმუნო ჩანს.

უდ. აყ < *რყ „გზა“; შდრ. ლეზგ. რაჯ (ერგ. რაყი), თაბ. რაჯა, აღ. რეჯა, რუთ. რაჯ, არჩ. დეყ „გზა“ [4, გვ. 109].

ამრიგად, ზემოთ გაანალიზებული მასალის საფუძველზე ცხადია, რომ ა, დღეს რომ ასე ფართოდაა წარმოდგენილი უდიურის საკუთარ თუ ნასესხებ ლექსიკაში, ხშირ შემთხვევაში თანხმოვნური წარმოშობისაა. სახელდობრ, დასტურდება შემთხვევები, როცა ა < ბ, ა < ქ, ა < კ; ა < ჯ, ა < უ; ა < რ, ა < ლ, ა < მ, ა < ნ.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
ენათმეცნიერების ინსტიტუტი

(შემოვიდა 14.5.1987)

ЯЗЫКОЗНАНИЕ

Т. Т. СИХАРУЛИДЗЕ

К ВОПРОСУ ОБ ИСХОДНОМ ВИДЕ НЕКОТОРЫХ ИМЕННЫХ
ОСНОВ УДИЙСКОГО ЯЗЫКА, СОДЕРЖАЩИХ j

Резюме

1. В удийском языке j, правда, не выступает в роли фонемы, но встречается как в анлаутной, так в инлаутной и ауслатной позициях — как в исконно удийских (resp. лезгинских), так и в заимствованных лексемах.



2. В работе приводятся отдельные случаи, когда в основах имен удийского языка $j < g$, $j < k$, $j < \underset{\sim}{k}$, $j < \underset{\sim}{z}$, $j < \underset{\sim}{z}$, $j < r$, $j < l$, $j < m$, $j < n$.

LINGUISTICS

T. T. SIKHARULIDZE

TO THE QUESTION OF INITIAL FORMS OF SOME NOUN ROOTS CONTAINING *J* IN UDI

Summary

1. In fact *j* in Udi never represents a phoneme, but it occurs in anlaut, as well as in inlaut and auslaut positions—both in originally Udi (resp. Lezgian) and in borrowed lexemes.

2. In this paper the different examples of noun roots are illustrated, where: $j < g$, $j < k$, $j < \underset{\sim}{k}$, $j < \underset{\sim}{z}$, $j < \underset{\sim}{z}$, $j < r$, $j < l$, $j < m$, $j < n$.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. ე. ჯეირანაშვილი. უდიური ენა. თბილისი, 1971.
2. ვ. ფანჯცაძე. უდიურის გრამატიკული ანალიზი. თბილისი, 1974.
3. გ. ბურჭულაძე. ბრუნვათა შედგენილობისა და არსებით სახელთა ბრუნვების პროცესების ძირითადი საკითხები ლაქურში. თბილისი, 1986.
4. В. Гукасян. Удинско-азербайджанско-русский словарь. Баку, 1974.
5. Б. К. Гигинейшвили. Сравнительная фонетика дагестанских языков. Тбилиси, 1977.
6. Сравнительно-историческая лексика дагестанских языков. М., 1971.
7. თ. კახაძე. არჩბული ენა და მისი ადგილი დაღესტნის მონათესავე ენათა შორის. თბილისი, 1979, 413.
8. Т. Е. Гудава. Консонантизм андийских языков. Тбилиси, 1964, 44.
9. Б. Б. Талибов. Сравнительная фонетика лезгинских языков. М., 1980.

Н. Г. СИХАРУЛИДZE

СТЕПЕНЬ ПРОДУКТИВНОСТИ НОМИНАТИВНОГО МЕХАНИЗМА И УСТОЙЧИВОСТЬ НОВООБРАЗОВАНИЙ

(Представлено академиком Ш. В. Дзидзигури 15.2.1988)

Общие вопросы развития лексики на современном этапе рассматриваются в рамках неологии, науки о новообразованиях, появлению которой вызвано высокой интенсивностью обогащения словаря. Вместе с тем, следует отметить, что не все новообразованные единицы остаются в языке. Часть из них быстро выходят из употребления и становятся историзмами [1—4]. Соответственно возникает необходимость разграничения между той неологической лексикой, которая является устойчивой и закрепляется в языке, и той, которая будучи создана, быстро исчезает, т. е. является неустойчивой. В связи с этим очень интересной и практически совсем не разработанной проблемой представляется изучение активности номинативной системы не с той традиционной точки зрения, которая связана с образованием новых лексических единиц (НЛЕ), а совершенно в новом ракурсе, краеугольным камнем которого является вхождение или невхождение НЛЕ в словарный состав языка. Данный подход позволит вскрыть те особенности номинативных механизмов, которые подобно генетическим факторам могут определить судьбу новых слов, а также проследить динамику лексического развития как с позиции его пополнения новой лексикой, так и с позиции отсева НЛЕ.

В результате анализа НЛЕ английского языка 30—40 гг., зарегистрированных в словаре новых слов М. Райфер [5], 43% новообразований оказались неустойчивыми и 57% — устойчивыми. Новообразования проверялись на вхождение в лексический состав языка в результате их включения в третье издание Большого Уэбстерского словаря [6]. Сопоставление этих двух масс НЛЕ как на уровне отдельных номинативных механизмов, так и на уровне каждого элемента внутри механизма показывает, что разные механизмы номинативной системы различаются как по фактическому вкладу в обогащение английского языка, так и по той активности, которую они проявили в течение исследуемого периода на фоне образования НЛЕ. Так, сложение как один из механизмов всей номинативной системы по сравнению с другими механизмами этой же системы в конечном счете произвело больше узуальной лексики, чем другие механизмы, и, таким образом, важность этого механизма неоспорима. Вместе с тем, что касается номинативной активности, в результате которой была создана устойчивая лексика, сложение значительно уступает таким механизмам, которые в результате значительно меньших усилий тоже способ-



ствовавали обогачению английского языка, например лексико-семантическому словопроизводству. Т. е. все номинативные механизмы отличаются друг от друга своей производительностью, а точнее «коэффициентом полезного труда». Чем больше активность и соответственно продуктивность механизма, тем больше он производит неустойчивой лексики. Следовательно, устойчивость НЛЕ находится в обратно пропорциональной зависимости от продуктивности номинативного механизма.

Если динамика образования НЛЕ в определенном периоде развития языка вырисовывается на фоне активных номинативных механизмов, или высокопродуктивных словообразовательных моделей, то динамика развития языка этого же периода, т. е. обогащение его состава новыми лексическими единицами, отличается своей неблагоприятностью к чрезмерной активности как самого номинативного механизма, так и его отдельных элементов. Язык больше открыт для тех новых лексических единиц, которые отличаются своей индивидуальностью, как «красная книга», регистрируя их в своем лексическом составе, по сравнению с «однообразными», штампованными по одной модели образованиями.

Стабильный рост в основном происходит за счет средне- и низкопродуктивных моделей. Высокая продуктивность механизма достигается в результате высокой продуктивности не всех элементов, входящих в этот механизм, а его отдельных частей, количество которых значительно меньше по сравнению с низкопродуктивными элементами. Отсев НЛЕ происходит именно за счет этих высокопродуктивных моделей.

Универсальность обратно пропорционального соотношения продуктивности с устойчивостью НЛЕ наблюдается во всех механизмах номинативной системы английского языка. Вместе с тем, сравнение самих механизмов через призму данного соотношения показывает, что в некоторых случаях установившееся соотношение не соблюдается. Например, с помощью лексико-семантического словопроизводства было образовано больше НЛЕ, чем в результате префиксации или конверсии, однако устойчивость этих новообразований выше, чем у двух последних. Является данное несоответствие исключением или закономерностью, можно определить путем дальнейшего изучения соотношения продуктивности номинативных механизмов как со смысловой структурой производного [7], так и с социо-функциональной стратификацией новой лексики.

Тбилисский государственный
педагогический институт
иностранных языков
им. И. Чавчавадзе

Московский государственный
институт иностранных языков
им. М. Тореза

(Поступило 20.2.1988)

ფილოლოგია

ბ. სიხარულიძე

ნომინაციური მემანიჟმის პროდუქტიულობის ხარისხი და ახალ
სიტყვათა მდგრადობა

რეზიუმე

თანამედროვე ინგლისურ ენაში საწილი ახალი სიტყვებისა მალე გამოდის ხმარებიდან და ისტორიის კუთვნილებად იქცევა. ამ მხრივ განსაკუთრებულ ინტერესს იწვევს ნომინაციური სისტემის აქტიურობის შესწავლა იმის

გათვალისწინებით დამკვიდრდა ახალი სიტყვა ენის ლექსიკურ მარაგში თუ არა.

როგორც ანალიზი გვიჩვენებს, ნომინაციური მექანიზმის პროდუქტიულობის ზრდა იწვევს ნაკლებად მდგრადი ლექსიკის წარმოქმნას. უკუპროპორციული დამოკიდებულება პროდუქტიულობასა და მდგრადობას შორის ვლინდება ნომინაციური სისტემის ყველა მექანიზმში.

PHILOLOGY

N. G. SIKHARULIDZE

PRODUCTIVITY DEGREE OF A WORD FORMATION MECHANISM
AND STABILITY OF NEW WORDS

Summary

Not every new word in modern English becomes part of the lexicon. Hence, a new approach to the study of word-formation activity based on the stability of new words is of particular interest.

Analyses have shown that the higher is the productivity of a word-formation mechanism the lower is the stability of new words. The inversely proportional correlation of productivity and stability is observed in every word-formation mechanism.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. П. Черных. Этногр. бюлл. (Иркутск), № 3, 1923.
2. Н. Г. Алексеенко. Автореферат канд. дисс. М., 1955.
3. Г. И. Миськевич, Л. К. Чельцова. Сб. «Актуальные проблемы культуры речи». М., 1970, 243—276.
4. C. L. Barnhart. American Lexicography, 1945—1973. American Speech. 1978, v. 53. 99—145.
5. Dictionary of new words. By Mary Reifer. New—York, 1955.
6. Webster's Third New International Dictionary of the English Language. London. Bell, Springfield (Mass), Merriam, 1961.
7. Е. С. Кубрякова. Типы языковых значений: семантика производного слова. М., 1981.



Г. Г. ПХАКАДЗЕ

НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ЭНЕОЛИТА ЗАПАДНОГО ЗАКАВКАЗЬЯ

(Представлено членом-корреспондентом Академии О. М. Джапаридзе 30.2.1987)

Памятники энеолитической эпохи распространены почти на всей территории Западного Закавказья. Но более интенсивно сгруппированы они в двух регионах: в Рион-Квирильском бассейне (Имерети) и в северо-западной части Колхиды.

В Рион-Квирильском бассейне энеолитическая эпоха представлена нижними (III—II) горизонтами раннеметаллических культурных слоев пещерных стоянок: Самеле-кзде, Сагварджиле, Дарквети, а также пещерами Дзудзуана и Тетри-Мгвиме. Отдельные предметы обнаружены и на сильно разрушенном многослойном поселении Тетрамица близ г. Кутаиси.

Археологический материал этих поселений составляют камень, керамика, костяные и роговые изделия.

Энеолитическая каменная индустрия характеризуется сильными неолитическими традициями. Широко используются шлифованно-полированные орудия из гальки и других пород камня: односторонние отесанные топоры, долота, стамески, трапециевидные тесла, заостренные землекопальные орудия, терочки, пращи.

Кремень деградирует по сравнению с неолитом и представлен в основном аморфными, конусообразными, реже призматическими нуклеусами; скребки на отщепах, мало резцов и сверл. Геометрические микролиты и микролитическая техника в виде пережитка встречаются в единичных экземплярах. На некоторых памятниках обнаружены двухстороннеобработанные треугольные наконечники стрел, как черенковые, так и бесчеренковые с прямым основанием или с выемкой у основания (Тетрамица, Дзудзуана), слегка зазубренные вкладыши серпов (Дарквети) и медные предметы: четырехгранная проколка (Самеле-кзде) и наконечник стрелы (Тетри-Мгвиме).

Керамика энеолитических горизонтов продолжает местные неолитические традиции. Она ручной лепки, грубая, с примесями кварца, слюды, щебенки, иногда и соломы розовато-серого или серовато-бурого цвета, выделяются миски, цедилки, сковородкообразные и баночные формы. Украшены разнообразными насечками по краю, дырочками или жемчужинами под венчиком, отпечатками плетенки на дне. Поверхность сосудов часто носит параллельные борозды, следы сглаживания каким-то гребенчатым предметом. Ручек нет, днища плоские, с выделенной пяткой или округлые.

Много конических и биконических глиняных пряслиц.

Шилья, иглы, проколки костяные. Роговые изделия представлены мотыжками и землекопалками, а также рамками с продольным пазом для составных орудий.

Во втором регионе — в северо-западной части Колхиды энеолитические памятники расположены преимущественно на территории Абхазской АССР. Это береговые стоянки Псоу, Мачара (IV слой), Гуандра (слой В), Гуад-Иху, а в предгорных районах Атара и Окумская пещера.

Каменные орудия изготовлялись из гальки и галечных пород камня техникой скола без шлифовки: топоры, тесла, долота, орудия типа



«пик», мотыжки «сухумского» и «соchi-адлерского» типа, грузила для рыболовных сетей. Широко использовались расколотые вдоль гальки в качестве резцов, скребков, скобелей и т. д. Кремня мало. Изделия из кости и рога незначительны.

Керамика этих поселений близка местной неолитической посуде; она ручной лепки, грубая, с примесями слюды, шамота, песка иногда и гранитной дресвы и кальцита, черновато-серого, буровато-розового и коричневатого цвета. Поверхность сосудов сглажена зубчатым предметом, оставляющим параллельные следы. Выделяются мисочные, баночные, горшкообразные и чашеобразные формы. Днища плоские, массивные, с выделенной пяткой, иногда с отпечатками циновки или листьев. Ручек нет, орнамент редок; точки под венчиком, елочный узор на плече (Окуми). При сравнении становится очевидным, что керамика и каменная индустрия памятников северо-западной Колхиды характеризуются в основном теми же чертами, что и материалы Рион-Квирильского бассейна.

В каменной индустрии обоих регионов ведущее место занимают земледельческие орудия, но по форме и технике обработки они выявляют и некоторые различия:

1. В Имерети каменные орудия шлифованно-полированные.

В северо-западной Колхиде те же самые орудия изготовлены техникой скола, точечной обработкой поверхности и большей частью представлены расколотыми вдоль гальками, края которых заострены или затуплены дополнительными сколами.

2. В Имерети совершенно отсутствуют орудия типа «пик», которые являются универсальными для энеолитических поселений северо-западного района.

3. В Имерети нет каменных мотыжек «сухумского» и «соchi-адлерского» типа (1 экз. найден только на Тетримица), очень характерных для северо-западной Колхиды.

4. Кремьень хотя и деградирует в обоих регионах, но на памятниках Имерети пластинчатая техника все еще выразительна, а к концу энеолитической эпохи появляются разнообразные наконечники стрел и копий, также серповые вкладыши.

5. В Имерети широко используются костяные и роговые изделия: разнообразные мотыжки, рамки для вкладышей, заостренные землекопалки и др. В Причерноморье наличествуют только проколки, шилья и иглы.

6. В Имерети много глиняных пряслиц, в Колхиде пряслицы каменные и в малом количестве, зато там много грузил для сетей с выщербинами на противоположных сторонах и др. Много общего в керамике. Наблюдается почти полное единство керамических форм, украшений, техники и лепки сосудов, обработки поверхности, обжига, цвета и др.

Рассмотренные памятники и археологические материалы указывают, что в эпоху энеолита в Западном Закавказье была распространена единая, довольно однообразная культура, уходящая корнями в местный неолит и имевшая по регионам определенные локальные различия. На сегодняшний день на территории Западного Закавказья можно выделить два таких локальных региона: Рион-Квирильский бассейн (Имерети) и северо-западная Колхида. Эти локальные различия продолжают существовать и в эпоху ранней бронзы.

К энеолитической культуре относятся аналогичные памятники Сочи-Адлерского района: Ахштыр 1—5, Молдовка, Имеретинская бухта и др.

В теснейшей взаимосвязи находится она с памятниками типа «Сиони» Восточной Грузии (Сиони, Цопи, Арахло, Жинвали, Бодорно, Хертвиси, Дамцвари-гора, Цителгореби, Бериклдееби и др.), а также



Азербайджана (Рус-Тепеси, Аликемек-тепеси, Ментеж), Армении (Техута, Норабац), Дагестана (Гинчи, Чинна).

Памятники типа «Сиони» появляются в Восточной Грузии на позднем этапе энеолита, отличаются от энеолитических материалов шулавери-шомутепинской культуры и содержат некоторые элементы куро-аракской культуры, поэтому их можно поместить между этими двумя культурами [1, с. 28—29].

В Азербайджане и Армении аналогичные памятники также появляются в позднем энеолите и датированы первой половиной и серединой IV тыс. до н. э. [2, с. 121; 3, с. 78].

Видимо, в Восточном Закавказье в эпоху энеолита (VI—середины IV тыс. до н. э.) после шулавери-шомутепинской культуры появились позднеэнеолитические памятники типа «Сиони», имевшие много общего с западногрузинскими энеолитическими материалами (керамика).

В самой же Западной Грузии энеолитическая культура берет свое начало в местном неолите, продолжает его традиции и без каких-либо видимых изменений существует до эпохи ранней бронзы. Исходя из этого нам представляется возможность предположить распространение этой культуры с Западной Грузии в Восточное Закавказье, где она, как видно, сыграла определенную роль в формировании позднеэнеолитической культуры (типа «Сиони»).

Из всех энеолитических памятников Западного Закавказья, к сожалению, имеются лишь две даты по C^{14} ЛЕ 1347 3810 ± 90 (Мачара IV) и ТВ 315 3565 ± 130 до н. э. (Дзудзуана). Принимая во внимание то обстоятельство, что Дзудзуана не является самым ранним энеолитическим памятником и что ему предшествуют нижние слои Самеле-кзде и Сагварджиле (III—II), вышеуказанная датировка фактически отражает поздний этап развития энеолитической культуры Западного Закавказья [4, с. 13].

Академия наук Грузинской ССР
 Центр археологических исследований

(Поступило 2.4.1987)

არქეოლოგია

ბ. შხაბაძე

დასავლეთ ამიერკავკასიის ენეოლითის ზოგიერთი საკითხი

რეზიუმე

დასავლეთ ამიერკავკასიის ტერიტორიაზე ენეოლითის ეპოქაში ერთი საერთო კულტურა ჩანს გავრცელებული, რომლის ორ ლოკალურ რეგიონად გვესახება: რიონ-ყვირილას აუზი (იმერეთი) და ჩრდილო-დასავლეთი კოლხეთი. როგორც ჩანს, ეს კულტურა ვრცელდება აღმოსავლეთ ამიერკავკასიაში და მონაწილეობს აქ გვიანენეოლითური (სიონის ტიპის ძეგლები) კულტურის ჩამოყალიბებაში (ძვ. წ. IV ათასწლ. პირველი ნახევარი და შუახანები).

G. G. PKHAKADZE

SOME PROBLEMS OF THE ENEOLITHIC CULTURE OF WESTERN
TRANSCAUCASIA

S u m m a r y

In the Eneolithic epoch one common culture was spread in the territory of western Transcaucasia in which two local regions were distinguished: the Rion-Kvirila basin and north-western Colchis.

It can be assumed that this culture had penetrated into the eastern part of Transcaucasia and played a certain part in the formation of later Eneolithic culture there (the first half of the IV mill. B. C.).

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. შ. ვ. მენაბდე, თ. ვ. კელუაძე. სიონის არქეოლოგიური ძეგლები. თბ., 1981.
2. И. Г. Нариманов. VII Международный конгресс до- и пренсториков (доклады и сообщения археологов СССР). М., 1966.
3. Р. М. Торосян. Раннеземледельческое поселение Техут (IV тыс. до н. э.). Ереван, 1976.
4. Г. Г. П х а к а д з е. II Всесоюз. симпозиум «Кавказ в системе евразийских культур эпохи ранних металлов» (доклады). Телави-Сигнахи, 1986.

რimentალური დანაშაუნი პო ნეუპრუგიმ ვაიზომდეიფტაიამ ვა რამკაჲ კვანთოვოი ხრომოდინამიკი დი რაღვინჩნი ფენომენოლოგიჩესკი მოდეღი.

ბიღი ზასღუღანი დოკლაღი პო რაღვინჩნი პერსპექტივნიმ პოღოღამ თეორიი: სუპერსტრუამ, სუპერსიმეტრი, სუპერგრავიტაციი, ა თაღვე ტრადიციონნი დღა შკოღი დოკლაღი პო კოსმოლოგიი.

ბიღი ნა შკოღე ბიღო ზასღუღანი 65 ლექციი-დოკლაღოვ.

26 იანვრიღან 5 თებერვლამღე დაბა ბაკურიაში ჩატარღა II საკავშირო სამუშაო თათბირი თემაზე „პლაზმაში ძლიერი ელექტრომაგნიტური ვეღღები“. თათბირი ორგანიზებულღი იყო საქ. სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ფიზიკის ინსტიტუტის პლაზმის ფიზიკის განყოფიღღების მიერ დღა ჩატარღა ინსტიტუტის მაღალმოთიანი ექსპერიმენტიის შენობაში. თათბირს, რომელიც უკვე ტრადიციული გახღა (პირველი თათბირი ჩატარღა იქვე 1987 წლის თებერვალში), ესწრებოღა 30-ზე მეტი მეცნიერი საბჭოთა კავშირის ისეთი წამყვანი სამეცნიერო ცენტრებიღან, როგორიცაა სსრკ მეცნიერებათა აკადემიის ფიზიკის ინსტიტუტი, სსრკ მეცნიერებათა აკადემიის ზოგადი ფიზიკის ინსტიტუტი, ი. კურჩატოვის სახეღობის ატომური ენერჯის ინსტიტუტი, რადიოტექნიკური ინსტიტუტი (ყვეღა მოსკოვიღან), სსრკ მეცნიერებათა აკადემიის გამოყენებითი ფიზიკის ინსტიტუტი (გორკი), უსსრ მეცნიერებათა აკადემიის თეორიული ფიზიკის ინსტიტუტი (კიევი), სსრკ მეცნიერებათა აკადემიის ციმბირის განყოფიღღების ბირთვული ფიზიკის ინსტიტუტი (ნოვოსიბირსკი), საქ. სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ფიზიკის ინსტიტუტი დღა თბიღისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი. თათბირის მუშაობას ხელმძღვანეღობდენ სსრკ „პლაზმის ფიზიკის“ პრობლემური საბჭოს თავმჯდომარე აკად. ბ. კადომცევი დღა საქ. სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ფიზიკის ინსტიტუტის პლაზმის განყოფიღღების გამგე პროფ. ნ. ცინცაძე.

თათბირზე წაიკითხეს დღა დეტალურად განიხიღღეს 25-მღე შრომა, რომელიც უკანასკნელ წლებშია შესრუღღებული დღა ძირითადად ეხება ძლიერი ელექტრომაგნიტური ტალღების პლაზმურ დღა პლაზმა-კონურ სისტემებზე ზემოქმედების შესწავღას. კერძოდ, დიდი ინტერესი გამოიწვიღა ინფორმაციამ ლენგმიუბრის რხევების მოდულაციური არამდგრადობის ექსპერიმენტული დაკვირვების შესახებ. დიდი ყურადღება დაეთმო შრომებს რელატივისტური ეფექტების გავღღეხის შესახებ მძღვარი ელექტრომაგნიტური ტალღების პლაზმაში გავრცეღღების არაწრფივი დინამიკაზე. დაწვრიღღებით იქნა განხიღღული ლაზერული გამოსხივების საშუაღღებით დამუშტულ ნაწიღაკთა აჩქარების პრობლემის თეორიული ასპექტები, ე. წ. „ბგვარაზე ლაზერული ამაჩქარებელი“.

განზრახულია შემდეგი, რიგით მესამე, სამუშაო თათბირი ჩატარდეს 1989 წლის ზამთარში იქვე.

С 26 января по 5 февраля в пос. Бакуриани проходило II Всесоюзное рабочее совещание «Сильные электромагнитные поля в плазме». Совещание было организовано отделом физики плазмы Института физики АН Грузинской ССР в здании высокогорной экспедиции института. В работе совещания, ставшего традиционным (первое было проведено там же в феврале 1987 г.), приняло участие более 30 ученых из ведущих научных центров Советского Союза: Физического института АН СССР, Института общей физики АН СССР, Института атомной энергии им. И. В. Курчатова, Радиотехнического института, (все в Москве), Института прикладной физики АН СССР (Горький), Института теоретической физики АН УССР (Киев), Института ядер-



ной физики Сибирского отделения АН СССР (Новосибирск), Института физики АН ГССР и Тбилисского государственного университета. Руководили работой совещания председатель Проблемного совета АН СССР «Физика плазмы» академик Б. Б. Кадомцев и зав. отделом физики плазмы Института физики АН ГССР профессор Н. Л. Цинцадзе.

На совещании было доложено и детально обсуждено около 25 работ, выполненных в последнее время и касающихся в основном исследования воздействия сильных электромагнитных волн на плазменные и пучково-плазменные системы. Большой интерес вызвало, в частности, сообщение об экспериментальном наблюдении модуляционной неустойчивости ленгмюровских колебаний. Большое внимание было уделено также работам, относящимся к изучению влияния релятивистских эффектов на нелинейную динамику распространения мощных электромагнитных волн в плазме. Подробно были обсуждены теоретические аспекты проблемы ускорения заряженных частиц с помощью лазерного излучения — так называемый «лазерный ускоритель на биениях».

Следующее, третье по счету, рабочее совещание намечено провести зимой 1989 г. там же.

7 თებერვლიდან 20 თებერვლამდე ჩატარდა საკავშირო სკოლა ზედნადობასა და ზეგამტარობის ზოგიერთ საკითხებში.

სკოლის მუშაობაში მონაწილეობა მიიღო 145 მეცნიერმა, საბჭოთა კავშირის 20 დაწესებულებიდან, მათ შორის სსრკ მეცნიერებათა აკადემიის ს. ვაილოვის სახ. ფიზიკური პრობლემების ინსტიტუტის, პ. ლებედევის სახელობის ფიზიკური ინსტიტუტის, მყარი სხეულების ფიზიკის ინსტიტუტის, ლ. ლანდაუს სახელობის თეორიული ფიზიკის ინსტიტუტის და უკრაინის სსრ მეცნ. აკადემიის დაბალი ტემპერატურების ფიზიკურ-ტექნიკური ინსტიტუტის, უკრაინის ფიზიკურ-ტექნიკური ინსტიტუტის, ნოვოსიბირსკის, სვერდლოვსკის, ლენინგრადის, კიევის, ხარკოვის, თბილისის და სხვა ქალაქების წარმომადგენლები.

მოსმენილ იქნა 45 ლექცია-მოსხენება. განსაკუთრებული ინტერესი გამოიწვია მაღალტემპერატურულ ზეგამტარობაში მიმდინარე კვლევებმა.

ს 7 პო 20 ფებრალა პროხიდალა ვსესოიუნია შკოლა პო სვერხტეკუჩესტი ი ნეკოტორუმ ვოპროსამ სვერხპროვოდიმოსტი.

ვ რაბოტე შკოლას პრინიალი უჩასტიე 145 უჩენიქ ივ 20 უჩრედუნიქ სოვეტსკოი სოიუნას, სრედი ნიქ პრედსტავიტელი ინსტიტუტა ფიზიკისკიქ პრობლემ იმ. ს. ი. ვავილოვა ან სსსრ, ფიზიკისკო ინსტიტუტა იმ. პ. ნ. ლებედევა, ინსტიტუტა ფიზიკიქ ტვერდოი ტელა ან სსსრ, ინსტიტუტა თეორეტიკისკიქ ფიზიკიქ იმ. ლ. დ. ლანდაუ, ფიზიკო-ტექნიკისკო ინსტიტუტა ნივკიქ ტემპერატურ ან უსსრ, უკრაინისკო ფიზიკო-ტექნიკისკო ინსტიტუტა ან უსსრ, გოროდოვ ნოვოსიბირსკა, სვერდლოვსკა, ლენინგრადა, ხარკოვა, კიევა, ტბილისი დრ. ბილო ზასლუშანო 45 ლექციქ-დოკლადოვ. ოსობიქ ინტერეს ვივალეი ინსტიტუტა, პროვოდიმოს ვეობლასტი ვისოკოტემპერატურნიქ სვერხპროვოდიმოსტი.

23 თებერვლიდან 3 მარტამდე საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ფიზიკის ინსტიტუტის ბაზაზე სსრკ მეცნიერებათა აკადემიის მყარი



სხეულების რადიაციული ფიზიკის საპრობლემო სამეცნიერო საბჭოს თანახმად ჩატარდა XV ბაკურიანის სკოლა (ხელმძღვანელი — პროფ. ი. ნასყიდაშვილი) ლითონებისა და შენადნობების რადიაციული ფიზიკის საკითხებზე. სკოლის მუშაობაში მონაწილეობა მიიღო საბჭოთა კავშირის 40 სამეცნიერო დაწესებულების 95 სპეციალისტმა.

სკოლის ძირითად თემატიკას წარმოადგენდა XIV ბაკურიანის სკოლის მონაწილეთა მიერ რეკომენდებული პრობლემა რადიაციული მოვლენების შესახებ ლითონების ზედაპირულ ფენებში სხვადასხვა სახის დასხივებისა და კომბინირებული ზემოქმედებისას. მონაწილეებმა მოისმინეს და განიხილეს 45 ლექცია და მოხსენება, მათ შორის შვიდი მოხსენება წარდგენილი იყო საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ფიზიკის ინსტიტუტის მიერ.

ზემოქმედებითი დისკუსიის პირობებში განიხილეს ახალი მონაცემები სხვადასხვა ლითონური მასალების რადიაციული ეროზიის შესახებ, მათ შორის იმ მასალების, რომლებიც გათვალისწინებულია ან პერსპექტიულია თერმობირთვული რეაქტორების პირველი კედლისათვის. განხილული იყო რადიაციით სტიმულირებული სტრუქტურული ცვლილებები შენადნობთა ზედაპირულ ფენებში, ლითონებში დეფექტური სტრუქტურის განვითარებასა და მასის გადატანით მოვლენებთან დაკავშირებული საკითხები. განსაკუთრებული ყურადღება დაეთმო ზეკრისტალური მასშტაბის სტრუქტურული მოწყობის მოვლენებს ლითონთა ტრიბოლოგზე ზედაპირებზე და სხვა.

სკოლის სპეციალური სხდომები მიეძღვნა მაღალტემპერატურული ოქსიდური ზეგამტარების სტრუქტურულ განსაკუთრებულობათა და მათში რადიაციული ეფექტების გამოკვლევის შედეგების განხილვას, კერძოდ, განხილულ იქნა თეორიული გამოკვლევების შედეგები იტრიუმისანი ზეგამტარების ელექტრონული აღნაგობის შესახებ. დიდი ინტერესი გამოიწვია აღნიშნულ ზეგამტართა დინამიკური დრეკადი მოდულისა და შინაგანი ხახუნის ტემპერატურული სპექტრების ექსპერიმენტულ გამოკვლევათა შედეგებმა, რომლებიც მოწმობენ, რომ როგორც ლანთანის, ისე იტრიუმის სისტემებში მიმდინარეობს სტრუქტურული და ფაზური გარდაქმნები. განსაკუთრებული ყურადღება დაეთმო ოქსიდურ ზეგამტართა ძირითად თვისებებზე რეაქტორული ნეიტრონების, აგრეთვე დამუხტული ნაწილაკების ნაკადით დასხივებისა და პოსტრადიაციული გამოწვის გავლენის შესწავლის შედეგების განხილვას.

განხილული იყო აგრეთვე ლითონებისა და შენადნობების დეფექტური სტრუქტურის გამოკვლევის მეთოდების განვითარების საქმეში ახალი მიღწევები.

მყარი სხეულების რადიაციული ფიზიკის თანამედროვე პრობლემების შესახებ გამართული ფართო დისკუსიის შედეგად ჩამოყალიბებულ იქნა შემდგომ გამოკვლევათა პრიორიტეტული მიმართულებები, დამყარდა ახალი შემოქმედებითი კონტაქტები და დაისახა საერთო გამოკვლევათა პროგრამები მყარი სხეულების რადიაციული ფიზიკის ზოგი მნიშვნელოვანი პრობლემების მიხედვით.

С 23 февраля по 3 марта в соответствии с планом Научного совета АН СССР по проблеме «Радиационная физика твердого тела» на базе Института физики состоялась XV Бакурианская школа по радиационной физике металлов и сплавов (руководитель — профессор И. А. Наскидашвили). В работе школы приняли участие 95 специалистов из 40 научных учреждений страны.

Основной тематикой школы являлась рекомендованная участниками XIV Бакурианской школы проблема радиационных явлений в по-



поверхностных слоев металлов при различных видах облучения и комбинированного воздействия. Было заслушано и обсуждено 45 лекций и докладов по актуальным проблемам радиационной физики металлов и сплавов, в том числе 7 докладов сотрудников Института физики АН ГССР.

В ходе творческой дискуссии были рассмотрены новые данные о радиационной эрозии различных металлических материалов, в том числе материалов, предназначенных или перспективных для использования в качестве первой стенки термоядерных реакторов. Были обсуждены радиационно-стимулированные явления структурных изменений в приповерхностных слоях различных сплавов; вопросы, связанные с развитием дефектной структуры и массопереносом в металлах. Особое внимание было уделено явлению структурного упорядочения надкристаллического масштаба на трибовозбужденных поверхностях металлов и др.

Специальные заседания школы были посвящены обсуждению результатов исследований структурных особенностей высокотемпературных оксидных сверхпроводников и радиационных эффектов в них. В частности, были обсуждены результаты теоретических работ по расчету электронного строения иттриевых сверхпроводников. Вызвали большой интерес результаты экспериментальных работ по исследованию температурных спектров динамических модулей упругости и внутреннего трения, свидетельствующие о структурных и фазовых превращениях как в лантановой, так и в иттриевой системах. Особое внимание было уделено рассмотрению результатов работ по исследованию влияния облучения потоком реакторных нейтронов (а также заряженных частиц) и пострадиационного отжига на основные свойства оксидных сверхпроводников.

Были рассмотрены также новые достижения в развитии различных методов исследования дефектной структуры металлов и сплавов.

В результате широкой дискуссии по вопросам современных проблем радиационной физики твердого тела были определены приоритетные направления дальнейших исследований в данной области науки, налажены новые творческие контакты и намечены программы совместных исследований по ряду важнейших проблем радиационной физики твердого тела.

12-დან 18 მარტამდე ბაკურიანში მიმდინარეობდა XXII სკოლა-კოლოკვიუმის ალბათობის თეორიისა და მათემატიკურ სტატისტიკაში, რომელიც მიეძღვნა პროფ. გ. მანიას (1918—1985) დაბადების 70 წლისთავს. იგი მოაწვევს საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის თბილისის ა. რაზმაძის სახ. მათემატიკის ინსტიტუტმა და თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტმა სსრკ მეცნიერებათა აკადემიის ვ. სტეკლოვის სახ. მათემატიკის ინსტიტუტთან ერთად.

სკოლა-კოლოკვიუმის ძირითადი მიმართულებები იყო: 1) მარტინგალური მეთოდები და სტატისტიკა, 2) მართვადი შემთხვევითი პროცესები, 3) ალბათურ-სტატისტიკური ამოცანების მათემატიკური უზრუნველყოფა პერსონალურ კომპიუტერებზე. 80-მდე მონაწილემ, რომლებიც საბჭოთა კავშირის სხვადასხვა ქალაქებიდან ჩამოვიდნენ, მოისმინეს 7 ლექცია, 9 სახვევარსაათიანი და 26 ოცწუთიანი მოხსენება.

სკოლა-კოლოკვიუმის პროგრამის ფარგლებში ფიზ.-მათ. მეცნ. დოქტორებმა ს. კუზნეცოვმა და ა. ნოვიკოვმა საქ. სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ნ. მუსხელიშვილის სახ. გამოთვლითი მათემატიკის ინსტიტუტში 19 მარტს მოაწყეს რამდენიმე ალბათურ-სტატისტიკური პაკეტის დემონსტრაცია IBM სისტემის კომპიუტერზე.

С 12 по 18 марта в Бакуриани проходила XXII школа-коллоквиум по теории вероятностей и математической статистике, посвященная 70-летию со дня рождения проф. Г. М. Манья (1918—1985). Ее организовали Тбилисский математический институт им. А. М. Размадзе АН ГССР и Тбилисский государственный университет совместно с Математическим институтом им. В. А. Стеклова АН СССР.

Основными направлениями школы-коллоквиума были: 1) мартингалные методы и статистика, 2) управляемые случайные процессы, 3) математическое обеспечение вероятностно-статистических задач на персональных компьютерах. Около 80 участников, прибывших из разных городов СССР, заслушали 7 лекций, 9 получасовых и 26 двадцатиминутных докладов.

В рамках программы школы-коллоквиума д. ф.-м. н. С. Е. Кузнецов и А. А. Новиков устроили 19 марта в здании Института вычислительной математики им. Н. И. Мухелишвили АН ГССР демонстрацию нескольких вероятностно-статистических пакетов на компьютере системы IBM.





საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტს **ტენგიზ გოგელიას** 60 წელი შეუსრულდა

Члену-корреспонденту АН ГССР **Тенгизу Георгиевичу Гегелиа** исполнилось 60 лет.

თ. გეგელია დაიბადა 1928 წ. 20 თებერვალს ხონის რაიონის სოფ. პატარა ჯიხაიშში, სამხედრო მოსამსახურის ოჯახში. საშუალო სკოლა დაამთავრა იქვე 1945 წ. 1950 წ. დაამთავრა თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, 1954 წ. — ამავე უნივერსიტეტის ასპირანტურა. საკანდიდატო დისერტაცია დაიცვა 1954 წ. სადოქტორო — 1964 წელს, 1974 წ. აირჩიეს საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტად, 1966 წ. მიენიჭა პროფესორის წოდება, ხოლო 1985 წ. — მეცნიერების დამსახურებული მოღვაწის წოდება. 1966 წლიდან ხელმძღვანელობს უწყვეტ ტანთა მექანიკის განყოფილებას ჯერ უნივერსიტეტის გამოყენებითი მათემატიკის ინსტიტუტში, ხოლო შემდეგ, 1981 წლიდან, მეცნიერებათა აკადემიის მათემატიკის ინსტიტუტში. 1980 წლიდან თბილისის უნივერსიტეტის დიფერენციალური და ინტეგრალური განტოლებების კათედრის გამგეა. შეთავსებით მუშაობდა უმაღლესი მათემატიკის კათედრის გამგედ საქართველოს პოლიტექნიკურ და სასოფლო-სამეურნეო ინსტიტუტებში.

თ. გეგელია მათემატიკური ფიზიკის, დიფერენციალური და ინტეგრალური განტოლებების სპეციალისტია. ამ დარგებს მიუძღვნა მან 120-ზე მეტი გამოკვლევა, რომელთა შორის ოთხი მონოგრაფიაა. განსაკუთრებით უნდა აღინიშნოს ვ. კუპრაძესთან, მ. ბაშელეიშვილთან და თ. ბურჭულაძესთან ერთად დაწერილი მონოგრაფია, რომლის პირველი გამოცემისათვის მათ ავტორებს საქართველოს სსრ სახელმწიფო პრემია მიენიჭათ (1972 წ.), ხოლო მეორე გამოცემა ითარგმნა ინგლისურად და გამოიცა პოლანდიაში. აღსანიშნავია აგრეთვე 1985 წ. თ. ბურჭულაძესთან ერთად გამოცემული მონოგრაფია, რომელიც საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ი. ვეკუას სახელობის პრემიით აღინიშნა 1987 წ.

მნიშვნელოვანია თ. გეგელიას სამეცნიერო-ორგანიზაციული მუშაობა. უკანასკნელ ათწლეულში იგი ერთ-ერთი ორგანიზატორია თითქმის ყველა საკავშირო ღონისძიებებისა, რომლებიც ტარდება ინტეგრალურ განტოლებებსა

და დრეკადობის თეორიაში. იგი ეწევა დიდ სამეცნიერო-პედაგოგიურ მუშაობას. კითხულობს მათემატიკური ფიზიკის და ინტეგრალური განტოლებების კურსებს უნივერსიტეტში, მათემატიკურ ანალიზს — სპეციალიზებულ ფიზიკა-მათემატიკურ სკოლაში. მან შექმნა და გამოაქვეყნა ამ დარგების ორიგინალური სახელმძღვანელოები. მისი ხელმძღვანელობით დაიცვა საკანდიდატო დისერტაცია 18 მეცნიერ-თანამშრომელმა.

თ. გეგელიას მოღვაწეობამ ფართო აღიარება ჰპოვა: არჩეულია სსრკ მეცნიერებათა აკადემიის სიმბტციისა და პლასტიკურობის სამეცნიერო საბჭოს ბიუროს წევრად და დრეკადობის თეორიის სექციის თავმჯდომარედ (1982 წ.), სსრკ თეორიული და გამოყენებითი მექანიკის ნაციონალური კომიტეტის წევრად (1985 წ.), ამერიკის მათემატიკური საზოგადოების წევრად (1976 წ.), საქართველოს მათემატიკური საზოგადოების პრეზიდიუმის წევრად, მათემატიკის და მექანიკის ურთიერთქმედების საერთაშორისო საზოგადოების წევრად (1984 წ.)

Т. Г. Гегелиа родился 20 февраля 1928 г. в с. Патара Джиханси Хонского района Грузинской ССР в семье военнослужащего. Там же в 1945 г. он окончил среднюю школу. В 1950 г. окончил Тбилисский государственный университет, а в 1954 г. — аспирантуру. Кандидатскую диссертацию защитил в 1954 г., докторскую — в 1964 г. В 1966 г. ему присваивается звание профессора, в 1974 г. его избирают членом-корреспондентом Академии наук Грузинской ССР, а в 1985 г. ему присваивается звание заслуженного деятеля науки Грузинской ССР. С 1966 г. руководит отделом механики сплошных сред сначала в Институте прикладной математики Тбилисского университета, а затем, с 1981 г. в Тбилиском математическом институте им. А. М. Размадзе АН ГССР. С 1980 г. заведует кафедрой дифференциальных и интегральных уравнений Тбилисского университета. В разное время по совместительству работал заведующим кафедрами высшей математики Грузинского политехнического и сельскохозяйственного институтов. Т. Г. Гегелиа — специалист в области математической физики и дифференциальных и интегральных уравнений, автор более 120 публикаций, в том числе 4 монографий. Необходимо выделить монографию, написанную в соавторстве с В. Д. Купрадзе, М. О. Башелейшвили и Т. В. Бурчуладзе, за первое издание которой авторы удостоены Государственной премии Грузинской ССР (1972 г.); второе издание этой монографии переведено на английский язык и издано в Голландии. Нужно отметить также изданную совместно с Т. В. Бурчуладзе (1985 г.) монографию, удостоенную премии им. И. Н. Векуа АН ГССР в 1987 г.

Значительна научно-организаторская работа Т. Г. Гегелиа. Он являлся одним из организаторов почти всех всесоюзных мероприятий, проведенных за последние десять лет по интегральным уравнениям и теории упругости. Им проводится большая научно-педагогическая работа. Т. Г. Гегелиа читает курсы математической физики и интегральных уравнений в Тбилиском университете, математического анализа — в специализированной физико-математической школе. Им созданы и опубликованы оригинальные учебники по этим дисциплинам.

Под его руководством подготовили и защитили кандидатские диссертации 18 молодых ученых.

Деятельность Т. Г. Гегелиа получила широкое признание: он избран председателем секции теории упругости и членом бюро Научного совета АН СССР по прочности и пластичности (с 1982 г.); членом Национального комитета СССР по теоретической и прикладной механике (с 1985 г.); членом Американского математического общества (с 1976 г.); членом Международного общества взаимодействия математики и механики (с 1984 г.).





ირაკლი ყარამანის ძე ფაღავა
 ИРАКЛИЙ КАРАМАНОВИЧ ПАГАВА

საბჭოთა მეცნიერებამ და მთელმა ქართველმა საზოგადოებამ მძიმე დანაკლისი განიცადა — გარდაიცვალა გამოჩენილი მეცნიერი, თვალსაჩინო პედაგოგი და საზოგადო მოღვაწე, თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო ინსტიტუტის ბავშვთა სნეულებათა კათედრის გამგე, საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი, სკკპ წევრი 1961 წლიდან ირაკლი ყარამანის ძე ფაღავა.

ი. ფაღავა დაიბადა 1918 წ. 28 მარტს დაბა სურამში ექიმის ოჯახში. თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო ინსტიტუტის სამკურნალო ფაკულტეტი წარჩინებით დაამთავრა 1939 წ. იმავე წელს ჩაირიცხა ასპირანტურაში პედიატრიის განხრით. იყო თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო ინსტიტუტის ბავშვთა სნეულებათა კათედრის ასისტენტი, დოცენტი, პროფესორი, ხოლო 1960 წ. არჩეულ იქნა კათედრის გამგედ და ასრულებდა ამ მოვალეობას სიკვდილამდე.

1942 წ. ი. ფაღავამ დაიცვა საკანდიდატო დისერტაცია, ხოლო 1954 წ. სადოქტორო. 1958 წ. მას მიენიჭა პროფესორის წოდება. 1967 წ. არჩეულ იქნა საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტად.

1952—1958 წ. ი. ფაღავა თანამიმდევრობით მუშაობდა თბილისის ოლქის, ქ. თბილისის და საქ. სსრ მთავარ პედიატრად. 1967—1978 წწ. იგი ხელმძღვანელობდა საქ. სსრ ჯანდაცვის სამინისტროს პედიატრიის ინსტიტუტს, რომლის ერთ-ერთი ფუძემდებელი თვითონ იყო. მისივე ინიციატივით ჩამოყალიბდა პედიატრიული ფსიქოლოგიური კაბინეტი, რესპუბლიკური პედიატრიული ლაზერო- და რეფლექსოთერაპიის ცენტრი, პრობლემური პუბერტოლოგიური ლაბორატორია.

1971 წლიდან სიკვდილამდე ი. ფაღავა საქართველოს პედიატრთა სამეცნიერო საზოგადოების თავმჯდომარეა და საკავშირო პედიატრთა სამეცნიერო



რო საზოგადოების გამგეობის პრეზიდიუმის წევრი. იგი ასრულებდა საქ. სსრ მეცნიერებათა აკადემიასთან არსებული დემოგრაფიის პრობლემების შემსწავლელი კომისიის თავმჯდომარის მოადგილის, საქ. სსრ მინისტრთა საბჭოსთან არსებული ქართული ლიტერატურული ენის ნორმების დამდგენი კომისიის წევრის, ხარისხების მიმნიჭებელი საბჭოს თავმჯდომარის, ქართული საბჭოთა ენციკლოპედიის თანარედაქტორის, ჟურნალ „საბჭოთა მედიცინის“ და საქ. სსრ ჯანდაცვის სამინისტროს სამეცნიერო საბჭოს წევრის მოვალეობებს.

ი. ფალავა არჩეული იყო თბილისის სახალხო დეპუტატთა საბჭოს დეპუტატად.

ი. ფალავას ხელმძღვანელობით შესრულდა 32 საკანდიდატო და 10 სადოქტორო დისერტაცია. იგი ავტორია 200-ზე მეტი სამეცნიერო ნაშრომის, ამათგან ხუთი მონოგრაფიისა. მის კალამს ეკუთვნის ქართულ ენაზე პირველი სახელმძღვანელო „ბავშვთა სნეულებანი“ ორ ტომად.

ი. ფალავა ფსიქოსომატური კვლევის ერთ-ერთი პიონერია საბჭოთა პედატრიაში. პრიორიტეტულია მისი შრომები დ. უზნაძისეული „განწყობის“ ფენომენის მნიშვნელობაზე სომატურ პათოლოგიაში, ასევე დედასა და ბავშვს შორის ჯგუფობრივი შეუთავსებლობის კლინიკურ გამოვლინებებზე. ალერგოზების ეტიოპათოგენეზი და გავრცელება, მორფო-ფუნქციონალური ასიმეტრია პედატრიაში, გულ-სისხლძარღვთა და სასუნთქი სისტემების ფუნქციონირების თავისებურებანი ონტოგენეზის ადრეულ სტადიებში, ტუბერკულოზური მენინგიტი, დემოგრაფია, მედიცინის ისტორია — აი ეს შეადგენდა ი. ფალავას ძირითადი სამეცნიერო ინტერესების წრეს.

ი. ფალავას სამეცნიერო, საექიმო, პედაგოგიური და საზოგადოებრივი მოღვაწეობა აღინიშნა რესპუბლიკის მეცნიერების დამსახურებული მოღვაწის საპატიო წოდების მინიჭებით, შრომის წითელი დროშისა და „საპატიო ნიშნის“ ორდენებითა და მედლებით.

Советская наука и вся грузинская общественность понесла тяжелую утрату — скончался видный ученый, педагог и общественный деятель, заведующий кафедрой детских болезней Тбилисского государственного медицинского института, член-корреспондент Академии наук Грузинской ССР, член КПСС с 1961 г. Ираклий Караманович Пагава.

И. К. Пагава родился 28 марта 1918 г. в селении Сурами в семье врача.

В 1939 г. он с отличием закончил лечебный факультет Тбилисского государственного медицинского института. В том же году был зачислен в аспирантуру по педиатрии. Был ассистентом, доцентом, профессором кафедры детских болезней Тбилисского государственного медицинского института. В 1960 г. был избран заведующим кафедрой и работал в данной должности до конца жизни.

В 1942 г. И. К. Пагава защитил кандидатскую диссертацию, в 1954 г. — докторскую. В 1958 г. ему было присвоено звание профессора. В 1967 г. И. К. Пагава был избран членом-корреспондентом Академии наук Грузинской ССР.

В 1952—1958 гг. И. К. Пагава последовательно выполнял обязанности главного педиатра Тбилисской области, г. Тбилиси, Грузинской ССР. В 1967—1978 гг. руководил НИИ педиатрии МЗ ГССР, одним



из основоположников которого являлся он сам. И. Г. Пагава организовал педиатрический кабинет, Республиканский педиатрический центр по лазеро- и рефлексотерапии, проблемную лабораторию по пубертологии.

С 1971 г. И. К. Пагава был председателем Грузинского научного общества педиатров и членом президиума правления Всесоюзного научного общества педиатров. И. К. Пагава выполнял обязанности заместителя председателя Комиссии по проблемам демографии при АН ГССР, члена Комиссии по установлению норм грузинского литературного языка при Совете Министров ГССР, председателя специализированного совета по присуждению ученых степеней, члена ученого совета МЗ ГССР, члена редколлегии журнала «Сабчота медицина», редактора Грузинской советской и Большой медицинской энциклопедий.

И. К. Пагава был избран депутатом Тбилисского городского Совета народных депутатов.

Под руководством И. К. Пагава выполнены 32 кандидатские и 10 докторских диссертаций. Он автор более 200 научных работ, в том числе 5 монографий. Его перу принадлежит руководство по педиатрии в двух томах, первое на грузинском языке.

И. К. Пагава является одним из зачинателей психосоматических исследований в советской педиатрии. Приоритетными являются его работы о значении феномена «установки» по Д. Н. Узнадзе при соматической патологии, а также о значении несовместимости крови матери и плода по системе АВО в педиатрической клинике. Этиопатогенез и распространение аллергозов, морфо-функциональная асимметрия в педиатрии, особенности деятельности сердечно-сосудистой и дыхательной систем в возрастном аспекте, туберкулезный менингит, демография, история медицины — вот неполный перечень научных интересов И. К. Пагава.

И. К. Пагава вел большую практическую работу. Был замечательным лектором, педагогом и врачом. Многогранна его деятельность по популяризации достижений медицинской науки и воспитанию и охране здоровья подрастающего поколения. Он был ректором народного университета для родителей. Вел рубрику для молодых родителей по Грузинскому телевидению, а также в журнале «Сабчота кали», выступал в прессе, читал публичные лекции по линии общества «Знание».

Научная, врачебная, педагогическая и общественная деятельность И. К. Пагава были отмечены присвоением звания заслуженного деятеля республики, орденами Трудового Красного Знамени и «Знак почета», медалями.

