

524

1985



ISSN—0132—1447

საქართველოს სსრ
მეცნიერებათა აკადემიის

მოაზგა

СООБЩЕНИЯ

АКАДЕМИИ НАУК
ГРУЗИНСКОЙ ССР

BULLETIN

OF THE ACADEMY OF SCIENCES
OF THE GEORGIAN SSR

ტომი 119 том

№ 1

თველი 1985 июль

NS3
(U 119 N 1-2)

II-1125

თბილისი * ТБИЛИСИ * TBILISI

524
1985
საქართველოს
აкадеმიის
ბულეტენი

საქართველოს სსრ
მეცნიერებათა აკადემიის

ბულეტენი

СООБЩЕНИЯ

АКАДЕМИИ НАУК
ГРУЗИНСКОЙ ССР

BULLETIN

OF THE ACADEMY OF SCIENCES
OF THE GEORGIAN SSR

ტომი 119 ტომ

1985

№53
(0119.11-2)
II-1125

შურნალი დაარსებულია 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 119 ტომ

№ 1

თბილისი 1985 იული

ს ა რ ე დ ა კ ტ ი ო კ ო ლ ე გ ი ა

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

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

- Ә. Л. Андрикошвили, А. М. Апакидзе, Б. К. Балавадзе, А. В. Бицадзе, Л. К. Габуния (заместитель главного редактора), Т. В. Гамкредидзе, В. И. Гомелаури, А. Л. Гуния (заместитель главного редактора), Н. А. Джавахишвили, Г. Н. Джибладзе, А. В. 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, Ә. А. Сехиашвили, А. Н. Тавхелидзе, Е. К. Харадзе (главный редактор), Г. В. Харатишвили, А. Л. Цагарели, Г. В. Цицишвили

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

გაიბეცა ასაწყობად 29.8.1985; ხელმოწერილია დასაბეჭდად 25.10.1985; შეკვ. № 2861; ანაწყობის ზომა 7×12³/₄; ქაღალდის ზომა 70×108; ფიზიკური ფურცელი 14; საბარდებო-სავამომცემლო ფურცელი 18,5; ნაბეჭდი ფურცელი 19,6; უფ 08155; ტირაჟი 1450; ფასი 1 ჰან. 90 კაპ.

Сдано в набор 29.8.1985; подписано к печати 25.10.1985; зак. № 2861; размер набора 7×12³/₄; размер бумаги 70×108; физический лист 14; уч. издательский лист 18,5; печатный лист 19,6; УЭ 08155; тираж 1450; цена 1 руб. 90 коп.



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

ს ა რ ჩ ი ვ ი

მათემატიკა

- * ვ. კოკილაშვილი. მქსნიმალური და პოტენციალის ტიპის ოპერატორები წონიან სივრცეში 19
- * ი. ჭვარციანიშვილი. მონოტონური ფუნქციების ერთი თვისების შესახებ 22
- * რ. თომოცაძე. სრულყოფილ ასახვათა შესახებ 27
- * ზ. ერგემლიძე. პროხოროვის დიდ რიცხვთა ორი კანონის უსასრულოგანზომილუბიანი ანალოგების შესახებ 31
- * ბ. დოჭვირი. სემიმარტინგალების ოპტიმალური გაჩერების შესახებ 35
- * შ. გობეჩია. ბიავტომატების დაუშლადი მრავალსახეობების შესახებ 39
- * გ. სამსონაძე. ჭგუფთა კლასებზე თვლად-ლოკალური ოპერატორის შესახებ 43
- * გ. არსენიშვილი. ერთარხიანი ცვლებადინტენსივობიანი მასობრივი მომსახურების სისტემის შესახებ (მარტინგალური მიდგომა) 47
- * ა. აბულაძე. ოპტიმალობის აუცილებელი პირობების შესახებ სისტემებისათვის, რომლებიც აღიწერებიან ურისონის ტიპის ინტეგრალური განტოლებებით 51
- * ლ. ზონენაშვილი. მალთუსის მაჩვენებლის არსებობა ტიპთა უსასრულო რიცხვიანი კრამბი-მოდე-იაგერის ზეკრიტიკული განშტოებადი პროცესებისათვის 56
- * ა. ხარაზიშვილი. სამგანზომილებიანი სივრცის დაყოფა კონგრუენტულ წრეწირებად 59

მიმანიკა

- * გ. ნოზაძე. სიმზე ჩამოკიდებული მყარი სხეულის ვერტიკალური თანაბარი ბრუნვის მდგრადობის შესახებ 63
- * დ. ლონიაშვილი. დრეკადი პლასტიკური დეროების ძლიერი ღუნვა 68

დრეკადობის თეორია

- * ი. ზონენაშვილი. შებრუნებული ამოცანა ფირფიტის ეკვივალენტური გამაგრების შესახებ 72
- * ლ. დობოჯაძე. დრეკადობის არაწრფივი თეორიის ერთი ბრტყელი შებრუნებული ამოცანის შესახებ 75

ძიბარნეტიკა

- * ა. ყიფიანი, რ. წაქაძე, ნ. ჭკუასელი. მონოტონური სისტემების ზოგიერთი თვისებების შესახებ 79
- * გ. ქუმბურაძე. არაწრფივ ჩვეულებრივ დიფერენციალურ განტოლებათა სისტემის ამოხსნის ერთი მეთოდის შესახებ 83

* ვარსკვლავით აღნიშნული რეზიუმე ეკუთვნის წერილის რეზიუმეს.

საქ. სსრ კ. მარქსის
სახ. საბ. რისპობ.

ფიზიკა

- * ზ. ნადირაშვილი, გ. თვალაშვილი, ჯ. წაქაძე, ს. წაქაძე, ა. შტაერმანი. კრიოალსორბციული ტუმბო მექანიკური სითბური გასაღებით 88
- * დ. გურჯიევი, ე. ზორიკოვი, ბ. მიხელაშვილი, მ. მათინოვა, რ. ჩიქოვანი. გალიუმის ნიტრიდის საფუძველზე დამზადებული შუქმასხივბელი ხელსაწყოების იმპულსური და დროითი მახასიათებლების კვლევა 92
- * ს. აკოფოვა, ე. ზორიკოვი, მ. მათინოვა, ბ. მიხელაშვილი, რ. ჩიქოვანი. გამოსხივებითი რეკომბინაციული დონეები გალიუმის ნიტრიდის საფუძველზე დამზადებულ შუქმასხივებელ ხელსაწყოებში 95
- * რ. ანტონოვა, ბ. ყვანიძე, ჯ. ნანობაშვილი, ე. იანკოვი. გრივალბი ორგანოზომილებიან უკუმშეად სითხეში 100

გეოფიზიკა

- * დ. ზილფიმიანი, პ. მანჯგალაძე. მაგნიტური ველის გავლენა ბზარის ტრაექტორიაზე 103

ზოგადი და არაორგანული ქიმია

- * ა. შველაშვილი, ნ. ყორჟოლიანი, ო. სვანიძე, ე. ზედელაშვილი. წყალხსნარებში ზოგიერთი კარბონშევა დიჰიდრაზიდთან Mg(II) და Mn(II) თიოციანატების კომპლექსწარმოქმნის შესწავლა 107

ფიზიკური ქიმია

- * თ. დგებუაძე. ალუმინის ოქსიდის გავლენის დადგენა ნატრიუმბორატული და ნატრიუმბოროსილიკატური მინების სტრუქტურაზე მათი ელემენტური თვისებების შესწავლის შედეგებით 112

ელემენტროქიმია

- * რ. აგლაძე (საქ. სსრ მეცნ. აკად. აკადემიკოსი), მ. ჯალიაშვილი, ს. სმიკოვა. Zl-Mn-Al-Fe სისტემის საფერიტე კაზმის ფაზური გარდაქმნა გამოწვის დროს 115
- * ვ. შავგულიძე, დ. კეთილაძე, ე. ჩაგელიშვილი. ანიონ პერსულფატის ელემენტრალდგენა 1,2-პროპილენგლიკოლში 119
- * ნ. აბულაძე, შ. ჯაფარიძე, ჯ. ჯაფარიძე. ნ-ნონანოლის აღსორბტვია ვერცხლისწყალზე ეთილენგლიკოლის ხსნარებიდან 124

ქიმიური ტექნოლოგია

- * გ. გაფრინდაშვილი. პერლიტის მინაში კვარცის და თიხრის გახსნის კინეტიკა 128

ფიზიკური გეოგრაფია

- * ლ. ვლადიმეროვი, ა. ჯავახიშვილი, ნ. ზაქარაშვილი, ი. ქიშმიშევა. ამიერკავკასიის მთიანეთის მდინარეების ჩამონადენი 132

ბიოლოგია

- * ე. კილასონია. თრიალეთის ქედის ზედა მასტრახტის და დანიურის დანაწილების შესახებ ნანოპლანქტონის მიხედვით (ალმოსაველეთი საქართველო) 135
- * მ. კაკაბაძე. კავკასიის და დასავლეთ კარპატების ჰოტრიევლის ბიოსტრატეგრაფიული შეპირისპირებისათვის 140

ლითობრაფია

- *ნ. სხირტლაძე (საქ. სსრ მეცნ. აკად. წევრ-კორესპონდენტი), მ. ტოლსტიკოვა. ახალციხის შუაეოცენური ცეოლითშემცველი ტუფომერგელოვანი ქანები და მათი ცეოლითიან სასუქად გამოყენების პერსპექტივები 143

სამშენებლო მიქანიკა

- *გ. გაბრიჩიძე. სამგანზომილებიან ტანში ტალღური მოვლენების შესწავლა მის ზედაპირზე ჩატარებულ გაზომვათა შედეგების მიხედვით 147
- *რ. მაჭარაშვილი. ძნელად მისადგომ მთიან ადგილებში უნიფიცირებული შემსუბუქებული ნაკეთობები ელექტროგადამცემი ხაზებისა და ბაგირგზების შუალედური საყრდენების საძირკვლების ასაწყობად 152
- თ. ჯავახიშვილი. არაწრფილი მოხაზულობის ღია ცილინდრული გარსის გაანგარიშების შესახებ 153

მეტალურგია

- *მ. ფალავა, მ. კეკუა, გ. დარსაველიძე. გერმანიუმის მონოკრისტალების შინაგანი ხახუნი 159
- *ი. ბაირამაშვილი, გ. კალანდაძე, დ. ჯობავეა, ა. ერისთავი. ბორის კარბიდის ფხვნილების შეცხოვა სტატიკური და აფეთქებითი წნეხების შედეგად 163

მანქანათმშობლო

- *ჯ. უფლისაშვილი, მ. დემეტრაშვილი. ოთხგოლა სივრცითი სახსროვანი მექანიზმის სინთეზი გამავალი რგოლის სვლის საშუალო სიჩქარის ცვლელადობის კოეფიციენტის მიხედვით 165

მასალათა ტექნოლოგია

- *ო. მელქაძე, გ. ზაალიშვილი, ლ. თედეიშვილი. კალციტ-სერპენტინიტური ცემენტის წმინდად დაფქველ პრობიტთან სტრუქტურული და მინერალოგიური ცვლილებების მიკროსკოპიული შესწავლა 172

მცენარეთა ფიზიოლოგია

- *გ. თარხნიშვილი, ა. კალანდაძე, გ. სანაძე (საქ. სსრ მეცნ. აკად. აკადემიკოსი). ფოტოსინთეზის სინათლით გაჭერების პირობებში ატმოსფეროს ნახშირორჟანგის პარციალური წნეხის გავლენა ვერხვის ფოთლებიდან იზოპრენის გამოყოფის სიჩქარეზე 176
- *კ. კაციტაძე, ო. ბუაძე. ლიმონის ყვავილიდან იზოლირებულ ქსოვილთა კულტურის მიღება 180

გენეტიკა და სელექცია

- ლ. ჩხაიძე. ხორბალ ზანდურის ჰექსაპლოიდური სახეობის ექსპერიმენტული რეცინთეზი 181

ზოოლოგია

- *ბ. ყურაშვილი (საქ. სსრ მეცნ. აკად. წევრ-კორესპონდენტი), ი. კარაჩენცევა, ა. ყანდაურთვი, უ. ფიდლერი. მემინდვრიას *Microtus Socialis Binominatus Ellerman, 1941* ერთი და იმავე სახეობის ცალკეული წარმომადგენლების შარდის როლი სატყუარის საკვები ნაწილის მოხმარების გაზრდაში 187

ექსპერიმენტული მედიცინა

• რ. კაპანაძე, დ. ტვილიანი, ზ. ცაგარელი, ნ. გორდაძე, თ. გაფ- რინდაშვილი, თ. მალრაძე. ზღვის გოჭის ზოგიერთი შინაგანი ორგანოს მორფოლოგიური ცვლილებები მუღმივი ელექტრომაგნიტური ველის ზემოქმე- დებისას	191
საპარტვილოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიისი	
აქადემიის პრეზიდიუმში	193
სესიები, კონფერენციები, თათბირები	193
მეცნიერთა იუბილეები	201
ქრონიკა, ინფორმაცია	205



СОДЕРЖАНИЕ

МАТЕМАТИКА

В. М. Қокилашвили. Максимальные операторы и операторы типа потенциала в весовых пространствах	17
И. А. Джваршейшвили. Об одном свойстве монотонных функций	21
Р. Н. Ормоцадзе. О совершенных отображениях	25
З. А. Эргемлидзе. О бесконечномерных аналогах двух законов больших чисел Ю. В. Прохорова	29
В. М. Дочвири. Об оптимальной остановке семимартингалов	33
М. И. Гобечиа. О неразложимых многообразиях биавтоматов	37
Г. Т. Самсонадзе. О счетно-локальном операторе на классах групп	41
Г. Л. Арсенишвили. Об однолинейной системе массового обслуживания с переменными интенсивностями (Мартингалный подход)	45
* А. А. Абуладзе. О необходимых условиях оптимальности для систем, описываемых интегральными уравнениями Урысона	49
Л. К. Зоненшвили. Существование мальтусовского показателя для надкритических ветвящихся процессов Крампа—Моде—Ягерса с бесконечным числом типов	53
А. Б. Харазишвили. Разбиение трехмерного пространства на конгруэнтные окружности	57

МЕХАНИКА

Г. Т. Нозадзе. Об устойчивости вертикальных равномерных вращений подвешенного на струне твердого тела	61
Д. Э. Гониашвили. Сильный изгиб упруго-пластических стержней	65

ТЕОРИЯ УПРУГОСТИ

И. А. Зоненшвили. Обратная задача об эквивалентном подкреплении пластин	69
Л. Г. Доборджгинидзе. Об одной плоской обратной задаче нелинейной теории упругости	73

* Заглавие, отмеченное звездочкой, относится к резюме статьи.



- А. Е. Кипиани, Р. А. Цакадзе, Н. Ф. Чкуасели. О некоторых свойствах монотонных систем 77
- Г. Г. Чумбуридзе. Об одном методе решения нелинейных систем обыкновенных дифференциальных уравнений 81

ФИЗИКА

- З. Ш. Надирашвили, Г. К. Твалашвили, Дж. С. Цакадзе, С. Дж. Цакадзе, А. Ю. Штаерман. Криоадсорбционный насос с механическим тепловым ключом 85
- Д. С. Гурджиев, В. В. Зориков, В. М. Михелашвили, М. С. Матинова, Р. И. Чиковани. Исследование импульсных и временных характеристик светоизлучающих приборов на основе нитрида галлия 89
- С. З. Аكوпова, В. В. Зориков, М. С. Матинова, В. М. Михелашвили, Р. И. Чиковани. Рекомбинационные излучательные уровни в светоизлучающих приборах на основе нитрида галлия 93
- Р. А. Антонова, Б. П. Жвания; Дж. Нанобашвили, В. В. Янников. Вихри в двумерной несжимаемой жидкости 97

ГЕОФИЗИКА

- Д. О. Зилпимиани, П. В. Манджгаладзе. Влияние магнитного поля на траекторию трещин 101

ОБЩАЯ И НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- А. Е. Швелашвили, Н. Б. Жоржолиани, О. П. Сванидзе, Е. Н. Зеделашвили; Изучение комплексообразования тиоцианатов Mg(II) и Mn(II) с некоторыми дигидразидами карбоновых кислот в водных растворах 105

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- Т. П. Дгебуадзе. Влияние оксида алюминия на структуру натриевоборатных и натриевобосиликатных стекол, по данным исследований их электрических свойств 109

ЭЛЕКТРОХИМИЯ

- Р. И. Агладзе (академик АН ГССР), М. Н. Джалиашвили, С. В. Смыкова. Фазовые превращения при обжиге ферритового сырья системы $Zn-Mn-Al-Fe$ 113
- В. В. Шавгулидзе, Д. Д. Кетиладзе, В. А. Чагелишвили. Электровосстановление аниона персульфата в 1,2-пропиленгликоле 117
- Н. А. Абуладзе, Ш. С. Джапаридзе. Дж. И. Джапаридзе. Адсорбция Н-нонаола на руту из этиленгликолевых растворов 121

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

- Г. Г. Гаприндашвили. Кинетика растворения кварца и глинозема в перлитовом стекле 125

ФИЗИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ

- Л. А. Владимирова, А. И. Джавахишвили, Н. П. Закарашвили, И. К. Кишмишева. Речной сток закавказского нагорья 129

ГЕОЛОГИЯ

- Э. Д. Киласония. О расчленении верхнего маастрихта и дания Тriaлетского хребта по нанопланктону (Восточная Грузия) 133
- М. В. Какабадзе. К биостратиграфическому сопоставлению готерива Кавказа и Западных Карпат 137

ЛИТОЛОГИЯ

- Н. И. Схиртладзе (член-корреспондент АН ГССР), М. Г. Толстикова. Туфомергелистые цеолитсодержащие среднеэоценовые породы Ахалцихской депрессии и перспективы их применения в качестве цеолитового удобрения 141

СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА

- Г. К. Габричидзе. Исследование волновых процессов внутри трехмерного тела по результатам измерений на его поверхности 145
- Р. А. Мачарашвили. Унифицированные облегченные изделия для сборки фундаментов под промежуточные опоры линии электропередачи (ЛЭП) и подвесных канатных дорог (ПКД) в труднодоступных горных районах 151
- * Т. Г. Джавахишвили. К расчету открытых цилиндрических оболочек некругового очертания 156

МЕТАЛЛУРГИЯ

- М. О. Пагава, М. Г. Кекуа, Г. Ш. Дарсавелидзе. Внутреннее трение монокристаллов германия 157
- И. Б. Байрамашвили, Г. И. Қаландадзе, Д. Ш. Джобава, А. М. Эристави. Спекание порошков карбида бора после статического и взрывного прессования 161

МАШИНОВЕДЕНИЕ

- * Дж. М. Уплисашвили, М. Н. Деметрашвили. Синтез четырехзвенного рычажного пространственного механизма по коэффициенту изменения средней скорости ведомого звена 168

ТЕХНОЛОГИЯ МАТЕРИАЛОВ

- О. Ф. Мелкадзе, Г. Г. Заалишвили, Л. К. Тедишвили. Микроскопическое исследование структурных и минералогических изменений кальцитсерпентинитового цемента с тонкомолотым хромитом 169

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИИ

- Г. М. Тархнишвили, А. Н. Каландадзе, Г. А. Санадзе (академик АН ГССР). Влияние парциального давления двуокиси углерода в атмосфере на скорость образования изопрена листьями тополя при насыщающей фотосинтез интенсивности света 173
- К. П. Кацитадзе, О. А. Буадзе. Получение изолированной культуры ткани из лепестков лимона 177

ГЕНЕТИКА И СЕЛЕКЦИЯ

- * Л. К. Чхандзе. Экспериментальный ресинтез гексаплоидного вида пшеницы Зандури 183

ЗООЛОГИЯ

- Б. Е. Курашвили (член-корр. АН ГССР), Ю. М. Караченцева, А. С. Кандауров, Ж. Н. Фидлер. Роль мочи особей своего вида в увеличении потребления кормовой части приманки у полевки (*Microtus socialis binominatus* Ellerman, 1941)

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

- Р. В. Капанадзе, Д. Д. Твилдиани, З. Б. Цагарели, Н. Г. Гордадзе, Т. Г. Гаприндашвили, Т. Ш. Маградзе. Морфологические изменения некоторых внутренних органов морских свинок под воздействием постоянного электромагнитного поля 189

В АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР

- В президиуме Академии 193
- Сессии, конференции, совещания 193
- Юбилей ученых 201
- Хроника, информация 205

CONTENTS

MATHEMATICS

V. M. Kokilashvili. Maximal and potential type operators in weighted Lorentz spaces	19
I. A. Jvarsheishvili. On one property of monotone functions	23
R. N. Ormotsadze. On perfect mappings	27
Z. A. Ergemlidze. On an infinite-dimensional analogue of Prokhorov's two strong laws of large numbers	32
V. M. Dochviri. On the optimal stopping of semimartingales	35
M. I. Gobechia. On the indecomposable varieties of biautomata	39
G. T. Samsonadze. On a countably-local operator on classes of groups	43
G. L. Arsenishvili. On a single-line queuing system with variable intensities (martingale approach)	47
A. A. Abuladze. On the necessary conditions of optimality for systems described by integral equations of Uryson type	51
L. K. Zonenashvili. The existence of a Malthusian parameter for supercritical branching processes of Cramp-Mode-Igers with an infinite number of types	56
A. B. Kharazishvili. The partition of a three-dimensional space into congruent circumferences	60

MECHANICS

G. T. Nozadze. On the stability of the vertical uniform rotation of a solid body suspended by a string	63
D. E. Goniashvili. Intense bending of elastic-plastic bars	68

THEORY OF ELASTICITY

I. A. Zonenashvili. An inverse problem of equivalent strengthening of plates	72
L. G. Doborjginidze. On One plane inverse problem of the nonlinear theory of elasticity	76

CYBERNETICS

A. E. Kipiani, R. A. Tsakadze, N. F. Chkuaseli. On some characteristics of monotonous systems	80
G. G. Chumburidze. On a method of solving systems of nonlinear ordinary differential equations	83

PHYSICS

- Z. Sh. Nadirashvili, G. K. Tvalashvili, J. S. Tsakadze, S. J. Tsakadze, A. Yu. Shtaerman. Cryoadsorptive pump with mechanical thermal switch 88
- D. S. Gurjiev, V. V. Zorikov, V. M. Mikhelashvili, M. S. Matinova, R. I. Chikovani. Studies of the pulse and time characteristics of GaN LEDs 92
- S. Z. Akopova, V. V. Zorikov, M. S. Matinova, V. M. Mikhelashvili, R. I. Chikovani. Radiative recombination levels in GaN LEDs 95
- R. A. Antonova, B. P. Zhvania, J. I. Nanobashvili, V. V. Yan'kov. Vortices in a two-dimensional incompressible fluid 100

GEOPHYSICS

- D. O. Zilpimiani, P. V. Manjgaladze. The influence of the magnetic field on the path of cracks 103

GENERAL AND INORGANIC CHEMISTRY

- A. E. Shvelashvili, N. B. Zhorzholiani, O. P. Svanidze, E. N. Zedelashvili. Mg (II) and Mn (II) thiocyanate complex formation with some carboxylic acid dihydrazides in aqueous solutions 107

PHYSICAL CHEMISTRY

- T. P. Dgebuadze. The effect of aluminium oxide on the structure of sodium borate and sodium borosilicate glasses according to the results of a study of the electrical properties 112

ELECTROCHEMISTRY

- R. I. Agladze, M. N. Jaliashvili, S. V. Smykova. Phase transitions during kilning of ferrite raw material of the system Zn-Mn-Al-Fe 115
- V. V. Shavgulidze, D. D. Ketiladze, V. A. Chagelishvili. Reduction of $S_2O_8^{2-}$ anion from 1,2-propylene glycol solutions at the dropping mercury electrode 119
- N. A. Abuladze, Sh. S. Japaridze, J. I. Japaridze. Adsorption of N-nonanol on mercury from ethylene glycol solution 124

CHEMICAL TECHNOLOGY

- G. G. Gaprindashvili. The dissolution Kinetics of quartz and alumina in perlite glass 128

PHYSICAL GEOGRAPHY

- L. A. Vladimirov, A. I. Javakhishvili, N. N. Zakarashvili, I. K. Kishmisheva. River runoff of the Transcaucasian highland 132

GEOLOGY

- E. D. Kilasonia. On the subdivision of the upper Maastrichtian and Danian of the Trialeti ridge by nannoplankton (Eastern Georgia) 135
- M. V. Kakabadze. On the biostratigraphical correlation between the Caucasian and Western Carpathian Hauterivian 140

LITHOLOGY

- N. I. Skhirtladze, M. G. Tolstikova. Tuff-marlaceous zeolite-bearing rocks of the Akhaltsikhe depression and the prospects of their application as zeolitic fertilizer 144

STRUCTURAL MECHANICS

- G. K. Gabrichidze. Study of wave processes in a three-dimensional body according to the results of measurements on its surface 147
- R. A. Macharashvili. Unified simplified products for assembling foundations under the supports of electro-transmission lines and cableways 152
- T. G. Javakhishvili. Elastic equilibrium of multicylindrical shells of noncircular shape 156

METALLURGY

- M. O. Pagava, M. G. Kekua, G. Sh. Darsavelidze. Internal friction of monocrystals of Ge 160
- I. A. Bairamashvili, G. I. Kalandadze, D. Sh. Jobava, A. M. Eristavi. Sintering of boron carbide powders after static and explosive treatment 163

MACHINE BUILDING SCIENCE

- J. M. Uplisashvili, M. N. Demetrashvili. Synthesis of a lever four-bar spatial mechanism according to the coefficient change of the average speed of the driven link 168

TECHNOLOGY OF MATERIALS

- O. F. Melkadze, G. G. Zaalishvili, L. K. Tedeishvili. Microscopic study of the structural and mineralogical changes of calcite-serpentinite cement with fine ground chromite 172

PLANT PHYSIOLOGY

- G. M. Tarkhnishvili, A. N. Kalandadze, G. A. Sanadze. Effect of CO₂ partial pressure on the rate of isoprene biosynthesis in *Populus deltoides* Marsh. leaves under conditions of light-saturation of photosynthesis 176
- K. P. Katsitadze, O. A. Buadze. Production of isolated tissue culture from lemon petals 180

GENETICS AND SELECTION

- L. K. Chkhaidze. Experimental resynthes of the hexaploid species of the wheat "Zanduri"

184

ZOOLOGY

- B. E. Kurashvili, Yu. M. Karachentseva, A. S. Kandaurov, J. N. Fidler. The role of conspecific urine in enhancing the consumption of the food component of bait in voles (*Micotus socialis binominatus* Ellerman, 1941)

187

EXPERIMENTAL MEDICINE

- R. V. Kapanadze, D. D. Tvildiani, Z. B. Tsagareli, N. G. Gordanadze, T. G. Gaprindashvili, T. Sh. Magradze. Morphologic alterations of some internal organs of the guinea pig under exposure to a stable electromagnetic field (SEMF)

192

В. М. КОКИЛАШВИЛИ

МАКСИМАЛЬНЫЕ ОПЕРАТОРЫ И ОПЕРАТОРЫ ТИПА ПОТЕНЦИАЛА В ВЕСОВЫХ ПРОСТРАНСТВАХ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Л. В. Жижншвили 19.9.1983)

В настоящей заметке найдены необходимые и достаточные условия на весовую функцию, гарантирующую ограниченность операторов

$$M_{\gamma} f(x) = \sup_{x \in I} |I|^{\frac{\gamma-1}{n}} \int_I |f(t)| dt$$

($0 < \gamma \leq n$, I — n -мерный куб с центром в x) и

$$T_{\gamma} f(x) = \int_{R^n} \frac{f(t) dt}{|\bar{x}-t|^{n-\gamma}}$$

в весовых пространствах Лоренца.

Пусть $\omega: R^n \rightarrow R^1$ — неотрицательная локально интегрируемая функция. Через μ_{ω} обозначим меру, заданную на борелевских множествах следующим образом:

$$\mu_{\omega} e = \int_e \omega(x) dx.$$

Для измеримой функции f положим

$$\lambda_f(s) = \mu_{\omega} \{x \in R^n : |f(x)| > s\}.$$

$\lambda_f(s)$ представляет собой функцию распределения для f относительно меры μ_{ω} . Рассмотрим неубывающую перестановку функции f относительно меры μ_{ω}

$$f^*(t) = \inf \{s > 0 : \lambda_f(s) \leq t\}.$$

Весовое пространство Лоренца (см. [1]) $L_{\omega}^{p,r}$ есть множество всех измеримых функций f , для которых $\|f\|_{p,r,\omega} < \infty$, где

$$\|f\|_{p,r,\omega} = \begin{cases} \left(\left(\frac{r}{p} \int_0^{\infty} [t^{1/p} f^*(t)]^r \frac{dt}{t} \right)^{1/r} \right. & \text{при } 0 < p < \infty, 0 < r < \infty, \\ \sup_{t > 0} t^{1/p} f^*(t) & \text{при } 0 < p < \infty, q = \infty. \end{cases}$$

Справедливы следующие утверждения.

საქ. სსრ კ. მეცნიერების
 საბ. საბ. რედაქცია

18073



Теорема 1. Пусть $1 < p \leq q < \infty$, $0 \leq \gamma < n$, $1 \leq r \leq \infty$ или $p=r=1$. Если существует такая постоянная $c > 0$, что для любого $f \in L_{\omega}^{p,r}$

$$\|M_{\gamma}(f v^{\gamma/n})\|_{q, \infty, \omega} \leq c \|f\|_{p, r, \omega}$$

то тогда существует такая постоянная $c_1 > 0$, что для любого n -мерного куба I

$$(\mu_{\omega} I)^{1/q} \|\chi_I v^n\|_{p, r, \omega} \leq c |I|, \quad \frac{1-\gamma}{n} p' = \frac{p}{p-1}, \quad r' = \frac{r}{r-1}.$$

При $1 < p \leq r$ справедливо обратное утверждение

Теорема 2. Пусть $0 \leq \gamma < n$, $1 < p < q < \infty$, $\frac{1}{q} = \frac{1}{p} - \frac{\gamma}{n}$ и $1 \leq r \leq \infty$.

Тогда следующие три условия эквивалентны:

а) существует такое положительное число c , что

$$(\mu_{\omega} I)^{1/q} \|\chi_I v^n\|_{p, r, \omega} \leq c |I|^{\frac{1}{p'} + \frac{1}{q}}, \quad (1)$$

в) существует такое положительное число c_1 , что

$$\|M_{\gamma}(f v^{\gamma/n})\|_{q, \infty, \omega} \leq c_1 \|f\|_{p, r, \omega}$$

для любого $f \in L_{\omega}^{p,r}$,

с) существует такое положительное число c_2 , что

$$\|T_{\gamma}(f v^{\gamma/n})\|_{q, \infty, \omega} \leq c \|f\|_{p, r, \omega}, \quad (\gamma > 0),$$

для любого $f \in L_{\omega}^{p,r}$.

Теорема 3. Пусть $0 \leq \gamma < n$, $1 < p < q < \infty$, $\frac{1}{q} = \frac{1}{p} - \frac{\gamma}{n}$, $1 < r \leq \infty$

Если существует такое $c > 0$, что выполнено условие (1), то тогда для любого v , $1 \leq v \leq \infty$ имеют место неравенства

$$\|M_{\gamma}(f v^{\gamma/n})\|_{q, v, \omega} \leq c \|f\|_{p, v, \omega}$$

и

$$\|T_{\gamma}(f v^{\gamma/n})\|_{q, v, \omega} \leq c \|f\|_{p, v, \omega}, \quad (\gamma > 0),$$

с постоянной c , не зависящей от $f \in L_{\omega}^{p,v}$.

Отметим, что приведенные теоремы обобщают результаты Макенхаупта [2] (случай $p=r$), а также результаты работы [3] для M_{γ} (случай $\gamma=0$).

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

მ. კოკილაშვილი

მაქსიმალური და პოტენციალის ტიპის ოპერატორები წონიან სივრცეებში

რეზიუმე

მოძებნილია აუცილებელი და საკმარისი პირობები წონით ფუნქციებზე იმისათვის, რომ M_γ და T_γ ოპერატორები შემოსაზღვრული იყოს შესაბამის ლორენცის წონიან სივრცეებში.

MATHEMATICS

V. M. KOKILASHVILI

MAXIMAL AND POTENTIAL TYPE OPERATORS IN WEIGHTED
LORENTZ SPACES

Summary

The necessary and sufficient conditions on the weight function are found for the operators M_γ and T_γ to be bounded in the corresponding weighted Lorentz spaces.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. R. A. Hunt. Enseignemet Math. 12. 1966.
2. B. Muckenhoupt. Trans. Amer. Math. Soc., 165, 1972.
3. H. M. Chung, R. A. Hunt, D. Kurtz. Trans. Amer. Math. Soc., 203. 1983.

И. А. ДЖВАРШЕИШВИЛИ

ОБ ОДНОМ СВОЙСТВЕ МОНОТОННЫХ ФУНКЦИЙ

(Представлено академиком Н. П. Векуа 3.10.1983)

Обозначим через Ω множество непрерывных действительных функций ω , определенных на $]0, \infty[$ таких, что:

(а) ω — монотонно убывающая функция,

(б) $\lim_{\lambda \rightarrow \infty} \omega(\lambda) = 0, \quad \lim_{\lambda \rightarrow \infty} \omega(\lambda) = \infty,$

(в) существует хотя бы одно число $\alpha \in]0, 1[$ такое, что

$$\text{Sup}_{\lambda > 0} \frac{\omega(\alpha \lambda)}{\omega(\lambda)} \leq C_\alpha < \infty, \quad (1)$$

где C_α — константа, зависящая, быть может, только от α и функции ω .

Покажем теперь, что если условие (в) выполняется, тогда для любого $\alpha > 0$ имеет место неравенство (1). Действительно, если $\alpha \geq 1$, то наше утверждение следует из (а) и (б). Для каждой функции $\omega \in \Omega$ обозначим через $C(\omega)$ множество тех $\alpha \in]0, 1[$, для которых справедливо неравенство (1). Для фиксированной функции ω из Ω приведем некоторые свойства множества $C(\omega)$.

Свойство 1. Если $\alpha \in C(\omega)$ и $\alpha < \beta < 1$, тогда $\beta \in C(\omega)$.

Свойство 2. Если $\alpha \in C(\omega)$, то $\alpha^n \in C(\omega)$, где n — натуральное число.

Свойство 3. Если $\alpha \in C(\omega)$, тогда любое число β такое, что $0 < \beta < \alpha$ принадлежит $C(\omega)$.

Из свойств 1 — 3 непосредственно вытекает, что если для некоторого $\alpha_0 \in]0, 1[$ выполнено неравенство (1), тогда это неравенство будет иметь место для любого $\alpha > 0$.

Как известно (см. [1, стр. II]), вещественная функция $M(x)$ называется выпуклой, если при всех значениях x_1 и x_2 выполняется неравенство

$$M(\gamma x_1 + (1 - \gamma) x_2) \leq \gamma M(x_1) + (1 - \gamma) M(x_2), \quad (2)$$



где γ — произвольное число из сегмента $[0, 1]$. Эквивалентное геометрическое определение выпуклости состоит в том, что всякая хорда, соединяющая точки графика функции $M(x)$ целиком лежит над графиком этой функции ([1] стр. II).

Лемма 1. Для любой действительной непрерывной и удовлетворяющей условиям (а) и (б) функции $\omega(x)$, $x \in]0, \infty[$, существует выпуклая функция $M(x)$ такая, что $M(x)$ удовлетворяет условиям (а) и (б) и

$$M(x) \geq \omega(x), \quad x \in]0, \infty[.$$

Лемма 2. Пусть даны: система координат XOY , точка $A(x_0, y_0)$, $x_0 > 0$, $y_0 > 0$ и прямая $l: y = y_1$, $y_1 < y_0$. Тогда для того, чтобы на прямой l существовала точка $C(x, y_1)$, $x > x_0$ такая, что прямая l была бы биссектрисой угла $\sphericalangle OCA$, достаточно чтобы $y_1 > \frac{y_0}{2}$.

С помощью этих лемм можно доказать следующую теорему.

Теорема¹. Для любой непрерывной действительной функции ω , удовлетворяющей условиям (а) и $\lim_{x \rightarrow 0} \omega(x) = 1$, $\lim_{x \rightarrow \infty} \omega(x) = 0$ существует функция $v \in \Omega$ такая, что

$$v(x) \geq \omega(x), \quad x \in]0, \infty[.$$

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

(Поступило 6.10.1983)

მათემატიკა

О. ჯვარაშვილი

მონოტონური ფუნქციების ერთი თვისების შესახებ

რეზიუმე

დამტკიცებულია, რომ ნებისმიერი ნამდვილი უწყვეტი ფუნქციისათვის, რომელიც აკმაყოფილებს (ა) და ბ) პირობებს, მოიძებნება მაქორანტული ფუნქცია, შემოღებული Ω კლასიდან.

¹ Здесь исправлена неточность из работы автора (Труды ГПИ, № 3, (285), 1985), указанная членом-корреспондентом АН СССР П. Л. Ульяновым.

I. A. JVARSHESHVILI

ON ONE PROPERTY OF MONOTONE FUNCTIONS

Summary

It is proved that for an arbitrary real-valued continuous function which satisfies the conditions (a) and (b) a majorant function introduced from the class Ω can be found.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. М. А. Красносельский, Я. Б. Рutiцкий. Выпуклые функции и пространства Орлича. М., 1958.



Р. Н. ОРМОЦАДЗЕ

О СОВЕРШЕННЫХ ОТОБРАЖЕНИЯХ

(Представлено академиком Г. С. Чогошвили 9.9.1983)

Все пространства, встречающиеся в этой заметке, предполагаются, по крайней мере, хаусдорфовыми и вполне регулярными, а отображения — непрерывными.

Р. Энгелькинг [1, 2] доказал, что при определенных условиях, налагаемых на пространствах X и Y , множество $C(f)$ -точек замкнутости отображения $f: X \rightarrow Y$ является G_δ множеством в Y . С помощью этого результата он исследует вопрос о продолжении замкнутых или совершенных отображений, определенных на произвольном подпространстве данного пространства X , в замкнутые или соответственно в совершенные отображения, определенных на G_δ подпространства пространства X (в частности, он дает более краткое и простое доказательство теоремы И. А. Вайнштейна [3]). В данной работе доказывается, что при определенных условиях, наложенных на пространство X , множество точек совершенности отображения $f: X \rightarrow Y$ является G_δ множеством в Y . С помощью этого результата дается усиление упомянутых выше результатов И. А. Вайнштейна и Р. Энгелькинга, касающихся совершенных отображений.

Множество $A \subseteq X$ называется $G(m)$ -множеством в X [4], если $A = \bigcap_{i \in I} G_i$, где мощность $|I| \leq m$ и каждое G_i открытое в X множество.

Определение 1. Отображение $f: X \rightarrow Y$ будем называть $G(m)$ -отображением, если существует такое бикompактное расширение $\tilde{f}: \tilde{X} \rightarrow Y$ [5] (т. е. \tilde{f} — совершенное продолжение отображения f и X всюду плотно в \tilde{X}) отображения f , что X является $G(m)$ -множеством в \tilde{X} .

Ясно, что любое отображение $G(m)$ -пространства [4] является $G(m)$ -отображением и что $G(X_0)$ -отображения это в точности полные в смысле Чеха отображения [6].

Следуя определению множества с окрестностью замкнутости [7], скажем, что $A \subseteq X$ является $G(m)$ -множеством замкнутости, если в X существует такое $G(m)$ -множество G , что $A \subseteq G$ и A замкнуто в G .

Приведем некоторые свойства $G(m)$ -отображений, которые понадобятся нам в дальнейшем.

1. Для любого отображения $f: X \rightarrow Y$ следующие условия эквивалентны: 1) если $\tilde{f}: \tilde{X} \rightarrow Y$ — произвольное бикompактное расширение отображения f , то X является $G(m)$ — множеством в \tilde{X} ; 2) если $\tilde{f}_\beta: \tilde{X}_\beta \rightarrow Y$ — максимальное бикompактное расширение [8] отображения f , то X — $G(m)$ -множество в \tilde{X}_β ; 3) f — $G(m)$ -отображение.

2. Пусть $f: X \rightarrow Y$ — $G(m)$ -отображение и $A \subseteq X$. Тогда следующие условия эквивалентны: 1) сужение $f_A: A \rightarrow Y$ отображения f на множестве

ве $A - G(m)$ -отображение; 2) A является $G(m)$ -множеством замкнутости; 3) A представимо в виде $F \cap V$, где F — замкнуто, а V есть $G(m)$ -множество в X .

3. Пусть дано отображение $f: X \rightarrow Y$, где $Y - G(m)$ -пространство; тогда X является $G(m)$ -пространством тогда и только тогда, когда f является $G(m)$ -отображением.

Пусть $f: Y \rightarrow Y$ — произвольное отображение. Обозначим через $P(f)$ множество всех точек совершенности отображения f ; т. е. множество всех таких точек $y \in Y$, что $f^{-1}y$ бикompактно и отображение f замкнуто в точке y (см. [1, 2]).

Теорема 1. Пусть $f: X \rightarrow Y - G(m)$ -отображение пространства X на пространство Y . Тогда $P(f)$ является $G(m)$ -множеством в Y .

Когда X полное в смысле Чеха пространство и $m = \chi_0$, получаем

Следствие 1. Пусть $f: X \rightarrow Y$ — отображение полного в смысле Чеха пространства X на пространство Y . Тогда $P(f)$ является G_δ множеством в Y .

Имеют место следующие предложения:

1. Пусть $f: X \rightarrow Y$ — локально совершенное отображение [8] пространства X на пространство Y . Тогда $P(f)$ — открытое в Y множество.

2. Пусть $f: X \rightarrow Y$ — совершенное в бесконечности отображение [9] пространства X на совершенно нормальное пространство Y и $I(X) \leq n$ [10], т. е. $X \in K_n$ [9]. Тогда $P(f)$ является G_δ и F_σ множеством в Y .

Теорема 2. Для каждого бикompактного (т. е. $f^{-1}y$ бикompактно для каждого $y \in Y$) $G(m)$ -отображения f совершенно нормального пространства X в пространство Y и для каждого такого подмножества $A \subseteq X$, что $f|A: A \rightarrow fA$ замкнутое отображение существует такое $G(m)$ -множество $B \subseteq X$, что $A \subseteq B$ и $f|B: B \rightarrow fB$ — совершенное отображение.

Предложение 3. Для каждого бикompактного, локально совершенного отображения f нормального пространства X в пространство Y и для каждого такого подмножества $A \subseteq X$, что $f|A: A \rightarrow fA$ — замкнутое отображение, существует такое множество $B \subseteq X$ типа $B = F \cap G$, где F — замкнутое, а G — открытое в X множество, что $A \subseteq B$ и $f|B: B \rightarrow fB$ — совершенное отображение.

Предложение 4. Для каждого бикompактного, совершенного в бесконечности отображения совершенно нормального пространства $X \in K_n$ в совершенно нормальное пространство Y и для каждого такого подмножества $A \subseteq X$, что $f|A: A \rightarrow fA$ — замкнутое отображение, существует такое множество $B \subseteq X$ типа F_σ и G_δ в X , что $A \subseteq B$ и $f|B: B \rightarrow fB$ — совершенное отображение.

Следующая теорема усиливает вторую часть теоремы 4.5.13(с) из [2].

Теорема 3. Для каждого $G(m)$ -отображения f совершенно нормального пространства X в пространство Y и для каждого такого подмножества $A \subseteq X$, что $f|A: A \rightarrow fA$ — совершенное отображение, существует такое $G(m)$ -множество $B \subseteq X$, что $A \subseteq B$ и $f|B: B \rightarrow fB$ — совершенное отображение.

Предложение 5. Для каждого локально совершенного отображения f нормального пространства X в пространство Y и для каждого тако-

го подмножества $A \subseteq X$, что $f|A: A \rightarrow fA$ совершенное отображение, существует такое множество $B \subseteq X$ типа $F \cap G$, где F — замкнутое, а G — открытое в X множество, что $A \subseteq B$ и $f|B: B \rightarrow fB$ — совершенное отображение.

Предложение 6. Для каждого совершенного в бесконечности отображения f совершенно нормального пространства $X \in K_n$, в совершенно нормальное пространство Y и для каждого такого подмножества $A \subseteq X$, что $f|A: A \rightarrow fA$ — совершенное отображение, существует такое множество $B \subseteq X$ типа F_σ и G_δ , что $A \subseteq B$ и $f|B: B \rightarrow fB$ — совершенное отображение.

Теорема 4. Пусть X — совершенно нормальное $G(m)$ -пространство, а Y — m -пространство [4]. Пусть $A \subseteq X$ и $C \subseteq Y$. Всякое совершенное отображение f множества A на C продолжается до совершенного отображения множества B на D , где $C \subseteq D \subseteq Y$, $A \subseteq B \subseteq X$ и B — $G(m)$ -множество в X .

Теорема 4 является усилением второй части теоремы 4. 5. 13(d) из [2].

Предложение 7. Пусть X — полное в смысле Чеха, паракомпактное, совершенно нормальное пространство, допускающее вполне несвязное отображение в метрическое пространство, а Y — m -пространство. Пусть $A \subseteq X$ и $C \subseteq Y$. Всякое совершенное отображение f множества A на C продолжается до совершенного отображения B на D , где $A \subseteq B \subseteq X$, $C \subseteq D \subseteq Y$, B — $G(m)$ -множество в X и $\dim A = \dim B$.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 6.10.1983)

მათემატიკა

რ. ორმოცაძე

სრულყოფილ ასახვათა შესახებ

რეზიუმე

გაძლიერებულია ი. ვაინსტეინისა [3] და რ. ენგელკინგის [2] ის შედეგები, რომლებიც ეხება მოცემული სივრცის ნებისმიერ ქვესიმრავლეზე განსაზღვრული სრულყოფილი ასახვის გაგრძელებას ამავე სივრცის G_δ ქვესიმრავლეზე განსაზღვრულ სრულყოფილ ასახვამდე.

MATHEMATICS

R. N. ORMOTSADZE

ON PERFECT MAPPINGS

Summary

The results of R. Engelking (2) and I. A. Vainstein (3) which concern the extension of the perfect mapping defined on an arbitrary subset of the given space into the perfect mapping defined on the G_δ subset of the same space are strengthened.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. R. Engelking. *Fund. math*; 70, 1971, 103-107.
2. R. Engelking. *General Topology*; Warszawa, 1977, 364.
3. И. А. Вайнштейн. *Ученые записки МГУ*, 155, 1952, 3—53.
4. Z. Frolík. *Czech. Math. J.*, 10(85), 1960, 359-379.
5. G. T. Whyburn. *Math. Ann*; 166, 1966, 168-174.
6. Р. Н. Ормоцадзе. *Сообщения АН ГССР*, 93, № 3, 1979, 541—544.
7. Г. С. Чогошвили. *Труды Тбил. матем. ин-та*, 18, 1950, 1—52.
8. Н. Кролевец. *ДАН СССР*, 175, 1967, 1008—1011.
9. Х. Н. Инасаридзе. *ДАН СССР*, 166, 1966, 1043—1045.
10. Л. Г. Замбахидзе. *Труды Тбил. матем. ин-та*; 56, 1977, 52—98.

3. А. ЭРГЕМЛИДZE

О БЕСКОНЕЧНОМЕРНЫХ АНАЛОГАХ ДВУХ ЗАКОНОВ
 БОЛЬШИХ ЧИСЕЛ Ю. В. ПРОХОРОВА

(Представлено академиком А. В. Бицадзе 9.10.1984)

Пусть (Ω, F, P) —вероятностное пространство, X —сепарабельное банахово пространство, X^* —сопряженное к нему. $B(X)$ —борелевская σ -алгебра X . $(B(X), F)$ —измеримое отображение $\xi: \Omega \rightarrow X$ называется случайным элементом в X . Распределением случайного элемента ξ называется мера $P \cdot \xi^{-1}$ в X , определенная равенством $P \cdot \xi^{-1}(A) = P(\xi^{-1}A)$, $A \in B(X)$. Через $E\xi$ будем обозначать среднее значение (интеграл Петтиса) случайного элемента ξ . Характеристический функционал вероятностной меры μ в X обозначается $\widehat{\mu}$.

Последовательность (η_n) случайных элементов в X называется устойчивой по вероятности (почти наверное) если существует такая последовательность $(a_n) \subset X$, что $\eta_n - a_n \rightarrow 0$ по вероятности (п. н.).

Для данной последовательности (ξ_n) случайных элементов в X обозначим через (μ_n) последовательность безгранично делимых вероятностных мер в X , характеристические функционалы которых имеют вид

$$\widehat{\mu}_k(\bar{x}^*) = \exp \left\{ \sum_{n=2^k+1}^{2^{k+1}} E(e^{i\langle \xi_n, \bar{x}^* \rangle} - 1) \right\}, \quad \bar{x}^* \in X^*, k=0, 1, \dots$$

Следующая теорема является бесконечномерным аналогом закона больших чисел Ю. В. Прохорова [1].

Теорема 1. Пусть (ξ_n) —последовательность независимых случайных элементов в X . Для того чтобы последовательность $\left(\frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \xi_k \right)$ была устойчивой п. н. достаточно, а в случае одинаково распределенных ξ_n , $n=1, 2, \dots$ и необходимо выполнение следующего условия

$$\sum_k \mu_k \{x: \|x\| > \varepsilon\} < \infty \text{ при любом } \varepsilon > 0.$$

Следствие. Если при некотором $p > 0$, выполняется условие

$$\sum_k \int_X \|x\|^p d\mu_k(x) < \infty,$$

то последовательность $\left(\frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \xi_k \right)$ устойчива п. н.



Для установления законов больших чисел для последовательностей независимых гауссовских случайных элементов нам понадобится следующее утверждение, которое является бесконечномерным вариантом результата Н. Н. Вахания (см. [2], 261).

Теорема 2. Пусть (ξ_n) — последовательность гауссовских случайных элементов в X с нулевыми средними значениями и с ковариационными операторами $R_n^{(1)}$. Для сходимости (ξ_n) п. н. к нулю достаточно, а в случае независимости ξ_n , $n=1, 2, \dots$ и необходимо, чтобы выполнялись следующие две условия:

- 1) $E\|\xi_n\|^2 \rightarrow 0$ (что равносильно условию: $\xi_n \rightarrow 0$ по вероятности)
- 2) $\sum_n \exp \left\{ -\frac{\varepsilon}{\|R_n\|} \right\} < \infty$ для всех $\varepsilon > 0$.

Следствие. Пусть (ξ_n) — последовательность гауссовских случайных элементов в X с нулевыми средними значениями. Если

$$\sum_n \exp \left\{ \frac{\varepsilon}{E\|\xi_n\|^2} \right\} < \infty \text{ при любом } \varepsilon > 0, \quad (1)$$

то $\xi_n \rightarrow 0$ п. н.

Замечание. Следует отметить, что если X бесконечномерно, то в отличие от конечномерного случая условие (1) не является необходимым даже при независимых (ξ_n) , $n=1, 2, \dots$.

Теорема 3. Последовательность (ξ_n) независимых гауссовских случайных элементов в X с нулевыми средними значениями удовлетворяет усиленному закону больших чисел (т. е. $\frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \xi_k \rightarrow 0$ п. н.), тогда

и только тогда, когда ξ_n удовлетворяет слабому закону больших чисел (т. е. $\frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \xi_k \rightarrow 0$ по вероятности) и выполняется условие

$$\sum_k \exp \left\{ -\frac{\varepsilon}{\|T_k\|} \right\} < \infty \text{ для всех } \varepsilon > 0,$$

где $T_k: X^* \rightarrow X$ — ковариационный оператор гауссовского случайного элемента

$$T_k = \frac{1}{2^k} (\xi_{2^k+1} + \dots + \xi_{2^{k+1}}), \quad k=0, 1, \dots$$

Следствие. Если

$$\sum_k \exp \left\{ -\frac{\varepsilon}{E\|T_k\|^2} \right\} < \infty \text{ для всех } \varepsilon > 0,$$

то (ξ_n) удовлетворяет усиленному закону больших чисел.

Ю. В. Прохоровым [3] было указано необходимое и достаточное условие для справедливости усиленного закона больших чисел для последовательности независимых гауссовских случайных величин.

Следующая теорема показывает, что аналогичное условие является достаточным для банаховых пространств типа p (определение см. [2], 251) и только для них (указанное условие в бесконечномерном случае не является необходимым).

Теорема 4. Пусть $1 \leq p \leq 2$. Следующие утверждения эквивалентны:

1°. X —пространство типа p .

2°. Если для последовательности (ξ_n) независимых гауссовских случайных элементов в X с нулевыми средними значениями выполняется условие

$$\sum_k \exp \left\{ \frac{-\varepsilon \cdot 2^{pk}}{2^{n+1} \sum_{i=2^{n-1}+1} E \|\xi_i\|^p} \right\} < \infty \text{ для всех } \varepsilon > 0,$$

то (ξ_n) удовлетворяет усиленному закону больших чисел.

В следующей теореме дается характеристика пространств котипа q (определение см. [2], 251) в терминах закона больших чисел для гауссовских случайных элементов.

Теорема 5. Пусть $2 \leq q < \infty$. Следующие утверждения эквивалентны:

1°. X —пространство котипа q .

2°. Если последовательность (ξ_n) независимых гауссовских случайных элементов в X с нулевыми средними значениями удовлетворяет усиленному закону больших чисел, то

$$\frac{1}{n^q} \sum_{k=1}^n E \|\xi_k\|^q \rightarrow 0.$$

3°. Если последовательность (ξ_n) независимых гауссовских случайных элементов в X с нулевыми средними значениями удовлетворяет слабому закону больших чисел, то

$$\frac{1}{n^q} \sum_{k=1}^n E \|\xi_k\|^q \rightarrow 0.$$

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

(Поступило 12.10.1984)

მათემატიკა

ზ. არაბულიძე

პროზოროვის დიდ რიცხვთა ორი კანონის
 უსასრულოგანზომილებიანი ანალოგების შესახებ

რეზიუმე

მოყვანილია პროზოროვის დიდ რიცხვთა კანონის უსასრულოგანზომილებიანი ანალოგი. მოცემულია კავშირი ბანახის სივრცის გომეტრიასა და გაუსის

შემთხვევითი ელემენტებისათვის დიდ რიცხვთა გაძლიერებული კანონის სამართლიანობას შორის.

MATHEMATICS

Z. A. ERGEMLIDZE

ON AN INFINITE-DIMENSIONAL ANALOGUE OF PROKHOROV'S
TWO STRONG LAWS OF LARGE NUMBERS

Summary

The paper gives an infinite-dimensional analogue of Prokhorov's strong law of large numbers. The geometric properties of Banach spaces are characterized by means of the strong law of large numbers or Gaussian random elements in Banach spaces.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Ю. В. Прохоров. Теория вероят. и ее примен., т. 3, № 2, 1958, 153—165.
2. Н. Н. Вахания, В. И. Тарнеладзе, С. А. Чобаниян. Вероятностные распределения в банаховых пространствах. М., 1985.
3. Ю. В. Прохоров. Изв. АН СССР, сер. матем., т. 14, № 6, 1950, 523—536.



В. М. ДОЧВИРИ

ОБ ОПТИМАЛЬНОЙ ОСТАНОВКЕ СЕМИМАРТИНГАЛОВ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Х. Н. Инасаридзе 20.9.1983)

1. В монографии [1] изложены общая теория оптимальных правил остановки (ОПО) марковских процессов и приложения к некоторым задачам математической статистики. В [2] изучены задачи ОПО для немарковских случайных процессов. В [3] следуя схеме, принятой в [1], исследованы вопросы общей теории для вполне измеримых процессов. В [4] изучена проблематика ОПО для частично-наблюдаемых процессов Ито.

В настоящем сообщении приводится краткое изложение обобщений некоторых основных результатов работ [3, 4].

2. Пусть на некотором полном вероятностном пространстве $(\Omega, \mathfrak{F}, P)$, с выделенным на нем неубывающим, непрерывным справа семейством σ -подалгебр $F = (\mathfrak{F}_t, t \geq 0)$, σ -алгебры \mathfrak{F} задан семимартингал

$$X_t = A_t + M_t, \quad (1)$$

представляющий собой сумму процесса локально ограниченной вариации и локального мартингала [5]. Предполагается, что X принимает значения в измеримом пространстве (D, B_D) непрерывных справа и имеющих пределы слева функций с топологией Скорохода. Пусть далее задана некоторая функция выигрыша $g(x)$ такая, что $g(X_t)$ является сепарабельным процессом и $Eg^-(X_t) < \infty$, $g^- = -\min(g, 0)$ [1].

Обозначим через \mathfrak{M} и $\overline{\mathfrak{M}}$ соответственно классы моментов остановки (м. о.) и всех марковских моментов (м. м.). Положим

$$V_t = \sup_{\tau \in C_t} Eg(X_\tau), \quad \overline{V}_t = \sup_{\tau \in \overline{C}_t} Eg(X_\tau), \quad (2)$$

где $C_t = \{\tau: \tau \geq t, \tau \in \mathfrak{M}\}$, $\overline{C}_t = \{\tau: \tau \geq t, \tau \in \overline{\mathfrak{M}}\}$. Каждая из величин V_t и \overline{V}_t называется t -ценой. М. о. $\tau_\varepsilon \in C_t$ называется (ε, V_t) -оптимальным, если $V_t \leq Eg(X_{\tau_\varepsilon}) + \varepsilon$, $\varepsilon \geq 0$. $(0, V_t)$ -оптимальные м. о. называются просто оптимальными. Аналогичный смысл имеют $(\varepsilon, \overline{V}_t)$ -оптимальные м. м. Основные задачи теории ОПО состоят в нахождении t -цен и (ε, V_t) -оптимальных м. о., а также в выяснении их структур [1].

Как известно, [5], по каждому семимартингалу X однозначно определяется т. н. триплет локальных характеристик $(\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3)$, где α_1 — предсказуемый процесс локально ограниченной вариации, α_2 — квадратическая характеристика непрерывной мартингальной составляющей X , α_3 — компенсатор целочисленной случайной меры скачков X . Предположим, что величины α_i являются детерминистическими, т. е. зависящими только от времени функциями: $\alpha_i = \alpha_i(t)$, $i = 1, 2, 3$, $t \in [0, T]$. Этому условию удовлет-

3. „ბულეტენი“, ტ. 119, № 1, 1985



воряет, например, всякий процесс с независимыми приращениями, характеристическая функция которого имеет локально ограниченную вариацию.

Введем следующие условия:

$$(I) E g^-(X_t) < \infty,$$

$$(II) \alpha_i(t) \geq \overline{\lim}_{s \downarrow t} \alpha_i(s), \quad i=1, 2, 3,$$

(III) существует равномерно интегрируемый мартингал $U = (U_t, \mathfrak{F}_t)$, такой, что

$$U_t(\omega) \geq X_t(\omega) \text{ для всех } (t, \omega),$$

$$(IV) \overline{\lim}_{n \rightarrow \infty} \alpha_i(\tau_n) \leq \alpha_i(\tau), \quad i=1, 2, 3 \text{ на множестве } \{\omega : \tau(\omega) < \infty\}, \text{ где}$$

$\{\tau_n\}$ последовательность м. м. такая, что $\sigma_n \uparrow \tau$ P -п. н.

Теорема 1. Пусть выполнено условие (1). Тогда существует наименьший супермартингал $Y = (Y_t, \mathfrak{F}_t)$, мажорирующий X и такой, что

$$1) Y_\sigma \geq E[g(Y_\tau) | \mathfrak{F}_\sigma],$$

где $\tau, \sigma \in \mathfrak{M}$ и $\sigma \leq \tau$ P -п. н.,

$$2) \text{ если выполнено условие (II), то для } G \subseteq \mathfrak{F}_t$$

$$E[g(Y_t) | G] = \operatorname{ess\,sup}_{\tau \in C_t} E[g(X_\tau) | G] = \operatorname{ess\,sup}_{\tau \in \overline{C}_t} E[g(X_\tau) | G],$$

3) в частности

$$E[g(Y_t)] = V_t = \overline{V}_t.$$

Теорема 2. Пусть выполнены условия (I), (II), (III). Тогда 1) м. о.

$$\tau_\varepsilon = \inf \{s \geq t : X_s \geq Y_s - \varepsilon\}$$

является (ε, V_t) -оптимальным,

2) если выполнено условие (IV), то м. м.

$$\tau_0 = \inf \{s \geq t : X_s \geq Y_s\}$$

является оптимальным,

3) если $P(\tau_0 < \infty) = 1$, то τ_0 является оптимальным м. о.

Доказательства теорем 1 и 2 достаточно громоздки и опираются на результаты работ [2, 3] и теории семимартингалов.

3. Предположим теперь, что задан частично-наблюдаемый случайный процесс $(\theta, \xi^{\varepsilon_1, \varepsilon_2}) = (\theta_t, \xi_t^{\varepsilon_1, \varepsilon_2})$, $0 \leq t \leq T < \infty$, удовлетворяющий следующей системе стохастических дифференциальных уравнений:

$$d\theta_t = [a_0(t) + a_1(t)\theta_t + a_2(t)\xi_t^{\varepsilon_1, \varepsilon_2}] dt + b_1(t) dW_1 + b_2(t) dW_2, \quad (3)$$

$$d\xi_t^{\varepsilon_1, \varepsilon_2} = [A_0(t) + A_1(t)\theta_t + A_2(t)\xi_t^{\varepsilon_1, \varepsilon_2}] dt + \varepsilon_1 dW_1 + \varepsilon_2 dW_2, \quad (4)$$

где $\varepsilon_i > 0$, $i=1, 2$ —константы, $a_i(t)$, $A_i(t)$, $i=0, 1, 2$, $b_i(t)$, $i=1, 2$ —детерминистические непрерывные функции, причем $A_1(t) \neq 0$, а W_1 и W_2 —независимые между собой стандартные винеровские процессы [6].

Рассмотрим непрерывную функцию $f(t, x)$, $0 \leq t \leq T$, $-\infty < x < \infty$ и введем цены:

$$s^0 = \sup_{\tau \in \mathfrak{M}^0} E f(\tau, \theta_\tau), \quad s^{\varepsilon_1, \varepsilon_2} = \sup_{\tau \in \mathfrak{M}^{\varepsilon_1, \varepsilon_2}} E f(\tau, \theta_\tau), \quad (5)$$

отвечающие соответственно случаям полного и неполного наблюдений процессом θ . Здесь для процесса $\xi \in \mathcal{M}^{\varepsilon}$ обозначает класс м. о. относительно семейства $(\mathcal{F}_t^{\varepsilon})$ [6].

Наряду с указанными в пункте 2 основными задачами СПО здесь изучаются также следующие два вопроса: 1. записать цену $s^{\varepsilon_1, \varepsilon_2}$ с помощью некоторого полностью наблюдаемого процесса и некой функцией выигрыша, 2) доказать сходимости цены $s^{\varepsilon_1, \varepsilon_2}$ к цене s^0 при $\varepsilon_1, \varepsilon_2 \rightarrow 0$. Наиболее общие результаты в этом направлении получены в [4] для случая $a_2 = A_2 = b_2 = \varepsilon_1 = 0$.

Теорема 3. Пусть функция $f(t, x)$ имеет непрерывные производные $f'_t(f, x)$, $f'_x(t, x)$ и $f''_{xx}(t, x)$. Тогда начиная с некоторых $\varepsilon_1 \leq \varepsilon_1^0$ и $\varepsilon_2 \leq \varepsilon_2^0$ имеет место следующая оценка:

$$0 \leq s^0 - s^{\varepsilon_1, \varepsilon_2} \leq (\varepsilon_1 + \varepsilon_2) \cdot C, \quad (6)$$

где константа C определяется в явном виде.

В доказательстве теоремы 3 используется метод, предложенный в [4].

Тбилисский государственный университет

(Поступило 28.10.1983)

მათემატიკა

ბ. ლოპხინი

სემიმარტინგალების ოპტიმალური გაჩერების შესახებ

რეზიუმე

შესწავლილია სემიმარტინგალების ოპტიმალური გაჩერების პრობლემატიკა. მოცემულია ფასის სუპერმარტინგალური დახასიათება და ოპტიმალური მომენტის სახე. განხილულია აგრეთვე არასრული მონაცემებით ოპტიმალური გაჩერების ამოცანები.

MATHEMATICS

V. M. DOCHVIRI

ON THE OPTIMAL STOPPING OF SEMIMARTINGALES

Summary

Problems of optimal stopping of semimartingales are studied. Supermartingale characterization of cost is given and an explicit form of the optimal moment is found. Problems of optimal stopping based on incomplete data are also considered.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. Н. Ширяев. Статистический последовательный анализ, М., 1976.
2. М. Е. Thompson, Z. Wahr. Verm. Geb., № 19, 1971.
3. М. А. Шашиншвили. Лит. матем. сб., № 1, 1979.
4. V. M. Dochviri, M. A. Shashishvili. Commun. Stat., № 1, 1982.
5. Ю. М. Кабанов, Р. Ш. Липцер, А. Н. Ширяев. Матем. сб., № 3, 1978.
6. Р. Ш. Липцер, А. Н. Ширяев. Статистика случайных процессов, М., 1974.

М. И. ГОБЕЧИА

О НЕРАЗЛОЖИМЫХ МНОГООБРАЗИЯХ БИАВТОМАТОВ

(Представлено академиком Г. С. Чогошвили 8.10.1983)

Теорема о свободе полугруппы собственных многообразий биавтоматов [1] ставит естественную задачу исследования неразложимых в произведении нетривиальных сомножителей многообразий биавтоматов. Некоторые серии таких многообразий будут указаны ниже.

Многообразие \mathfrak{X} назовем вырожденным справа, если все биавтоматы из \mathfrak{X} имеют вид (A, Γ, O) . Аналогично определяются вырожденные слева многообразия. *-Вырожденность многообразия означает, что в нем имеет место тождество: $z \cdot v \equiv 0, \forall v \in KF$, где KF — полугрупповая алгебра свободной полугруппы F счетного ранга над полем K .

Теорема 1. Если класс Θ состоит из биавтоматов вида (A, Γ, O) где (A, Γ) — неприводимые представления, то $\mathfrak{X} = \text{Var } \Theta$ неразложимо.

Доказательство. Допустим противоположное. Пусть $\mathfrak{X} = \mathfrak{X}_1 \mathfrak{X}_2$, где \mathfrak{X}_1 и \mathfrak{X}_2 — нетривиальны. Возьмем $\Theta_1 = \mathfrak{X}_1 \cap \Theta$ и $\Theta_2 = \mathfrak{X}_2 \cap \Theta$; $\Theta_1 \cup \Theta_2 = \Theta$ и $\text{Var } \Theta = \text{Var } \Theta_1 \cdot \text{Var } \Theta_2$. Из свободы полугруппы собственных многообразий биавтоматов [1] следует $\mathfrak{X}_1 = \text{Var } \Theta_1$ и $\mathfrak{X}_2 = \text{Var } \Theta_2$.

Пусть $\mathfrak{X}_1 \subset \mathfrak{X}_2$.

Если $(A_1 \Sigma_1, O) \in \Theta_1 \setminus \mathfrak{X}_2$ и $(A_2, \Sigma_2, O) \in \Theta_2 \setminus \mathfrak{X}_1$, то $(A, \Sigma, O) = (A_1, \Sigma_1, O) \nabla (A_2, \Sigma_2, O) \in \mathfrak{X}_1 \mathfrak{X}_2$ [2].

Возьмем $\mathfrak{X}_1^*(A, \Sigma, O) = (A', \Sigma, O)$. Тогда либо $A' = 0$, либо $A' = A_1$, либо $A' = A$.

Если $\mathfrak{X}_1^*(A, \Sigma, O) = (O, \Sigma, O)$, то $(A, \Sigma, O) \in \mathfrak{X}_1$. Из $\mathfrak{X}_1^*(A, \Sigma, O) = (A_1 \Sigma_1, O)$ следует $(A_2, \Sigma_2, O) \in \mathfrak{X}_1$. Пусть $\mathfrak{X}_1^*(A, \Sigma, O) = (A, \Sigma, O)$.

Тогда $(A, \Sigma, O) \in \mathfrak{X}_2$, поэтому $(A_1, \Sigma_1, O) \in \mathfrak{X}_2$. Полученные противоречия приводят к включению $\mathfrak{X}_1 \subset \mathfrak{X}_2$, но тогда $\Theta \subset \mathfrak{X}_2$ и $\mathfrak{X} = \mathfrak{X}_2$. Отсюда следует неразложимость \mathfrak{X} .

Аналогично доказывается

Теорема 2. Если Θ состоит из биавтоматов вида (O, Γ, B) , где (B, Γ) — неприводимые представления, то $\mathfrak{X} = \text{Var } \Theta$ неразложимо.

Запас неразложимых вырожденных слева или справа многообразий увеличивается на основании следующего утверждения.

Теорема 3. Если Θ — неразложимое многообразие представлений, то $\mathfrak{X}_1 = \text{Var } (A, \Gamma, O)$ и $\mathfrak{X}_2 = \text{Var } (O, \Gamma, A)$, где $(A, \Gamma) \in \Theta$, неразложимы.

В отличие от односторонне вырожденных многообразий *-вырожденные многообразия биавтоматов оказываются разложимыми в произведение.

Естественно возникает вопрос о существовании невырожденных неразложимых многообразий. Примеры таких многообразий строятся при помощи конструкций муровских и универсальных биавтоматов [3].



Теорема 4. Если (A, Γ) и (B, Γ) — неприводимые представления, $\psi: A \rightarrow B$ — линейное отображение и (A, Γ, B) — соответствующий бивтомат Мура, то $\text{Var}(A, \Gamma, B)$ неразложимо.

Доказательство. Пусть $\mathfrak{X} = \text{Var}(A, \Gamma, B) = \mathfrak{X}_1 \mathfrak{X}_2$, где \mathfrak{X}_1 и \mathfrak{X}_2 — нетривиальные собственные многообразия. Тогда в (A, Γ, B) найдется подавтомат, лежащий в \mathfrak{X}_1 , для которого фактор-автомат принадлежит \mathfrak{X}_2 . Возможны следующие случаи:

$(O, \Gamma, O) \in \mathfrak{X}_1$, тогда $(A, \Gamma, B) \in \mathfrak{X}_2$, следовательно $\mathfrak{X}_1 \mathfrak{X}_2 \subset \mathfrak{X}_2$.

Если $(A, \Gamma, B) \in \mathfrak{X}_1$ то $\mathfrak{X}_1 \mathfrak{X}_2 \subset \mathfrak{X}_1$. Противоречие.

Допустим, что $(O, \Gamma, B) \in \mathfrak{X}_1$, тогда $(A, \Gamma, O) \in \mathfrak{X}_2$.

Рассмотрим треугольное произведение

$$(O, \Gamma, B) \nabla (A, \Gamma, O) = (A, \Sigma, B) \in \mathfrak{X}_1 \mathfrak{X}_2.$$

Здесь $\Sigma = \Gamma \times \text{Hom}(A, O) \times \text{Hom}(A, B) \times \text{Hom}(O, B) \times \Gamma$.

Пусть $u \in KF^1$ содержится в U_1 и U_2 , где U_1 и U_2 — идеалы тождеств представлений (A, Γ) и (B, Γ) , соответственно. Тогда очевидно, что u будет и \bullet -тождеством бивтомата (A, Γ, B) , порождающего $\mathfrak{X}_1 \mathfrak{X}_2$, так как $\forall a \in A$ и $\forall \gamma \in \Gamma$ $a \cdot \gamma = (a \circ \gamma) \psi - a \psi \circ \gamma$.

В то же время u не будет \bullet -тождеством для (A, Σ, B) .

Действительно, возьмем произвольный гомоморфизм $\mu: F \rightarrow \Sigma$, который может быть продолжен до кольцевого гомоморфизма $\mu: KF \rightarrow K\Sigma$. Здесь $F = F(X)$. Пусть $u(x_1, \dots, x_n) = x_1 x_2 \dots x_n \in KF$. Необходимо определить три отображения $\mu_1: X \rightarrow \Gamma$, $\mu_2: X \rightarrow \text{Hom}(A, B)$ и $\mu_3: x \rightarrow \Gamma$ и вычислить образ u .

Если $\mu_1: x_i \rightarrow \gamma_i \in \Gamma$, $\mu_2: x_i \rightarrow 0$ ($i = 1, \dots, n-1$) и $x_n \rightarrow \psi$, $\mu_3: x_i \rightarrow \gamma_i \in \Gamma$, то при помощи аналогов производных Фокса для бивтоматов [4] получим

$$(x_1 x_2 \dots x_n)^\mu = (\gamma_1 \gamma_2 \dots \gamma_n, 0, \gamma_1 \dots \gamma_{n-1} \circ \psi, 0, \gamma_1 \gamma_2 \dots \gamma_n).$$

Следовательно, $(O + a) \cdot u^\mu = (O + a) \cdot (x_1 \dots x_n)^\mu = O \cdot \gamma_1 \gamma_2 \dots \gamma_n + (a \circ \gamma_1 \dots \gamma_{n-1}) \psi + a \cdot \gamma_1 \gamma_2 \dots \gamma_n \neq O$. ($a \in A$)

Таким образом, (A, Σ, B) не может содержаться в $\mathfrak{X}_1 \mathfrak{X}_2 = \text{Var}(A, \Gamma, B)$. Противоречие.

Если теперь, $(A, \Gamma, O) \in \mathfrak{X}_1$ и $(O, \Gamma, B) \in \mathfrak{X}_2$ то (A, Γ, B) окажется \bullet -вырожденным, так как действие Γ в (A, Γ, O) индуцируется действиями в (A, Γ, B) ,

Из полученных противоречий следует неразложимость \mathfrak{X} .

Исследование первого универсального бивтомата в общем случае приводит к следующему разложению:

$$\text{Atm}(A, B) = (O, \text{End } B, B) \nabla (A, \text{End } A, O),$$

т. е. $\text{Atm}(A, B)$ порождает разложимое многообразие. Что касается остальных двух универсальных бивтоматов, то они приводят к следующим результатам.

Теорема 5. Если (A, Γ) — точное представление конечной группы экспоненты n над полем нулевой характеристики, то $\text{Var}[\text{Atm}(A, \Gamma)]$ неразложимо.

Теорема 6. Если (B, Γ) — точное представление конечной группы экспоненты n над полем нулевой характеристики, то $\text{Var}[\text{Atm}(\Gamma, B)]$ неразложимо.

В свободной полугруппе \mathfrak{M} собственных многообразий биавтоматов выделим две специальные подполугруппы. Подполугруппу всех вырожденных справа многообразий обозначим через \mathfrak{M}_r , а вырожденных слева соответственно через \mathfrak{M}_l .

\mathfrak{M}_r и \mathfrak{M}_l свободны, при этом неразложимыми элементами в каждой из них будут неразложимые элементы \mathfrak{M} . Полугруппа \mathfrak{M}_0 , порожденная \mathfrak{M}_r и \mathfrak{M}_l , будет свободным произведением этих полугрупп и оказывается также свободной. \mathfrak{M}_0 порождается вырожденных неразложимыми многообразиями. Из существования невырожденными неразложимых многообразий следует, что \mathfrak{M}_0 будет собственной подполугруппой в \mathfrak{M} .

Грузинский институт
субтропического хозяйства

(Поступило 28.10.1983)

მათემატიკა

მ. გობეჩია

ბიავტომატების დაუშლადი მრავალსახეობების შესახებ

რეზიუმე

ჩვენ აღრე დავამტკიცეთ, რომ ველზე განსაზღვრული ბიავტომატების ყველა მრავალსახეობის სისტემა შეადგენს თავისუფალ ნახევარჯგუფს.

ამასთან დაკავშირებით ისმის ამ ნახევარჯგუფში დაუშლადი მრავალსახეობების სხვადასხვა სერიის გამოყოფის ამოცანა. მოცემულ ნაშრომში მოძებნილია ზოგიერთი მათგანი.

MATHEMATICS

M. I. GOBECHIA

ON THE INDECOMPOSABLE VARIETIES OF BIAUTOMATA

Summary

In (6) it was proved that the system of all varieties of biautomata over the field is a free semigroup. In this connection the problem arises of separating different series of indecomposable varieties. Some of them are pointed out in the present paper.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. М. И. Гобечиа. Сообщения АН ГССР, № 114. № 1, 1984, 25—27
2. М. И. Гобечиа. Труды ТГУ, 225, 1981, 160—197.
3. Б. И. Плоткин. Труды ТГУ, 225, 1981, 123—159.
4. R. Fox. Ann. Math., 2(57), 1953, 547-560.

Г. Т. САМСОНАДЗЕ

О СЧЕТНО-ЛОКАЛЬНОМ ОПЕРАТОРЕ НА КЛАССАХ ГРУПП

(Представлено академиком Г. С. Чогошвили 20.1.1984)

Если G — некоторая группа, то система $\mathcal{L} = \{G_\alpha | \alpha \in M\}$ ее подгрупп называется счетно-локальной системой, если $\bigcup_{\alpha \in M} G_\alpha = G$ и для любой счет-

ной подсистемы \mathcal{L}' в системе \mathcal{L} найдется такая подгруппа G_α , которая содержит все подгруппы из \mathcal{L}' . В соответствии с этим на классах групп определяем счетно-локальный оператор $L: G \in L\mathcal{X}$ означает, что существует счетно-локальная система подгрупп группы G , целиком состоящая из \mathcal{X} -подгрупп группы G .

Если класс групп \mathcal{X} наследственный по подгруппам, то, как нетрудно проверить, $L^2\mathcal{X} = L\mathcal{X}$. Возникает вопрос: если \mathcal{X} — не наследственный класс групп, то что можно сказать о классах групп $L^2\mathcal{X}$, $L^3\mathcal{X}$ и т. д.

В работе [1] доказано, что если L — обычный локальный оператор, то для любого порядкового числа α мощности не более континуума можно подобрать такой класс групп \mathcal{X} , что для любого $\beta < \alpha$ $L^\beta\mathcal{X} \neq L^{\beta+1}\mathcal{X}$. Пользуясь схожей конструкцией мы докажем аналогичное утверждение для счетно-локального оператора (при конечном α).

По аналогии со счетно-локальной системой подгрупп группы определяется счетно-локальная система $\mathcal{L} = \{A_\alpha | \alpha \in M\}$ подмножеств произвольного множества A . Если U — некоторое множество (можно ограничиться множеством мощности континуума) и $\Gamma \subset P(U)$ (через $P(U)$, как обычно, мы обозначаем множество всех подмножеств множества U), то через $C(\Gamma)$ обозначим множество всех тех множеств из $P(U)$, которые обладают счетно-локальной системой подмножеств, каждое из которых принадлежит Γ . Очевидным образом определяется степень оператора C . Если для данного n $C^n(\Gamma) = C^{n+1}(\Gamma)$, но при любом $k < n$ $C^k(\Gamma) \neq C^{k+1}(\Gamma)$, то будем писать $|\Gamma| = n$.

В дальнейшем через $\bigcup \Gamma$ мы будем обозначать объединение всех множеств из Γ , через ω_1 — начальное порядковое число мощности континуума, а через $W(\sigma)$ — множество всех порядковых чисел, меньших порядкового числа σ , т. е. $W(\sigma) = \{\alpha | \alpha < \sigma\}$.

Лемма 1. Пусть U — некоторое множество, $\Gamma^\sigma \subset P(U)$ для любого $\sigma < \omega_1$, причем множества $\bigcup \Gamma^\sigma$ ($\sigma < \omega_1$) попарно непересекаются, $|\Gamma^\sigma| = k$, $\bigcup \Gamma^\sigma \in C^k(\Gamma^\sigma) \setminus C^{k-1}(\Gamma^\sigma)$ (k — некоторое фиксированное натуральное число) и

$$\Gamma = \{X | X = (\bigcup_{\nu < \sigma} A^\nu) \cup (\bigcup \Gamma^\sigma), \sigma < \omega_1\},$$

где для любого $\nu < \omega_1$ $A^\nu \in \Gamma^\nu$ (порядковые числа σ для различных $X \in \Gamma$ в общем случае различны). Тогда

(i) для любого $m \leq k$



$$C^m(\Gamma) = \{X | X = (\bigcup_{\nu < \sigma} S^\nu) \cup (\bigcup \Gamma^\sigma), \sigma < \omega_1\},$$

где $S^\nu \in C^m(\Gamma^\nu)$;

$$(ii) C^{h+1}(\Gamma) = C^h(\Gamma) \cup \{X | X = \bigcup_{\nu < \omega_1} S^\nu\},$$

где $S^\nu \in C^h(\Gamma^\nu)$, причем для любого $\nu < \omega_1$ существует такое порядковое число ρ , удовлетворяющее неравенству $\nu \leq \rho < \omega_1$, что $S^\rho = \bigcup \Gamma^\rho$.

Лемма 2. Пусть $\varphi: A \rightarrow B$ — взаимно-однозначное отображение множества A на множество B и $\Gamma \subset P(A)$. Обозначим $\Gamma^\varphi = \{R^\varphi | R \in \Gamma\}$. Имеет место равенство

$$[C(\Gamma)]^\varphi = C(\Gamma^\varphi).$$

Следствие. $|\Gamma| = k \iff |\Gamma^\varphi| = k$.

Предложение. Пусть U — произвольное множество мощности континуума и n — натуральное число. Существует такое $\Gamma_n \subset P(U)$, что $|\Gamma_n| = n$ и $\bigcup \Gamma_n \in C^n(\Gamma_n) \setminus C^{n-1}(\Gamma_n)$.

Не приводя доказательства данного предложения, отметим, что множества Γ_n строятся по индукции следующим образом.

При $n=1$ $\Gamma_1 = \{W(\sigma) | \sigma < \omega_1\}$. Ясно, что $\Gamma_1 \subset P(U_1)$, где $U_1 = W(\omega_1)$.

Пусть для $n=k$ соответствующие множества уже построены и U_k — произвольное множество мощности континуума. Для каждого $\sigma < \omega_1$ обозначим $U_k^\sigma = U_k \times \{\sigma\}$. По допущению индукции для любого $\sigma < \omega_1$ существует такое множество $\Gamma_k^\sigma \subset P(U_k^\sigma)$, что $|\Gamma_k^\sigma| = k$. Вводя обозначение $U_{k+1} = \bigcup_{\sigma < \omega_1} U_k^\sigma$, определяем множество $\Gamma_{k+1} \subset P(U_{k+1})$ следующим образом:

$$\Gamma_{k+1} = \{X | X = (\bigcup_{\nu < \sigma} A^\nu) \cup (\bigcup \Gamma_k^\sigma), \sigma < \omega_1\},$$

где для любого $\nu < \sigma$ $A^\nu \in \Gamma_k^\sigma$.

В работе [1] доказано существование множества $T = \{T_b | b \in J\}$ периодических абелевых групп, обладающих тем свойством, что ни одна из них изоморфно не вкладывается ни в какую другую группу из данного множества T . При этом мощность самого множества T равна мощности континуума.

Для любого $B \subset J$ определим

$$F_B = \prod_{b \in B}^* T_b.$$

Лемма 3. Если $\{G_\alpha | \alpha \in M\}$ — счетно-локальная система подгрупп группы F_B , причем каждая из подгрупп G_α изоморфна некоторой группе F_{B_α} ($B_\alpha \subset J$), то система $\{B_\alpha | \alpha \in M\}$ является счетно-локальной системой подмножеств множества B . Обратно, если $\{B_\alpha | \alpha \in M\}$ — счетно-локальная система подмножеств множества B , то $\{F_{B_\alpha} | \alpha \in M\}$ будет счетно-локальной системой подгрупп группы F_B .

Через F обозначим абстрактный класс групп, образованный всевозможными группами F_B , где $B \subset J$. Через $S\mathfrak{X}$, как обычно, обозначим класс всех групп, являющихся подгруппами групп из класса \mathfrak{X} .

Лемма 4. $LF \cap SF = F$.

Теорема. Для любого натурального числа n существует такой класс групп \mathfrak{X} , что для любого $k < n$ $L^k \mathfrak{X} \neq L^{k+1} \mathfrak{X}$, но $L^n \mathfrak{X} \cap F = L^{n+1} \mathfrak{X} \cap F$.

Доказательство. По предложению 1 существует такое множество $\Gamma \subset P(J)$, что $|\Gamma| = n$. Определим класс групп \mathfrak{X} следующим образом; $G \in \mathfrak{X}$ тогда и только тогда, когда $G \cong F_B$ для некоторого $B \in \Gamma$.

Пусть $G \in L^k \mathfrak{X} \cap F$. Докажем, что среди подгрупп, составляющих счетно-локальные системы последовательно на каждом из k этапов, нет подгрупп, не принадлежащих классу F . Действительно, пусть одна из указанных подгрупп H не является F -группой и $\{H_\alpha | \alpha \in M\}$ — ее соответствующая счетно-локальная система. Без нарушения общности можно считать, что все $H_\alpha \in F$. Но тогда $H \in LF \cap SF$, а по лемме 4 $LF \cap SF = F$. Следовательно $H \in F$.

Из вышесказанного и леммы 3 следует, что $G \in L^k \mathfrak{X} \cap F$ тогда и только тогда, когда $G \cong F_B$, где $B \in C^k(\Gamma)$. Следовательно, так как $C^n(\Gamma) = C^{n+1}(\Gamma)$, то и $L^n \mathfrak{X} \cap F = L^{n+1} \mathfrak{X} \cap F$. С другой стороны, так как для любого $k < n$ $C^k(\Gamma) \neq C^{k+1}(\Gamma)$, то и $L^k \mathfrak{X} \cap F \neq L^{k+1} \mathfrak{X} \cap F$, а значит $L^k \mathfrak{X} \neq L^{k+1} \mathfrak{X}$. Теорема доказана.

Грузинский политехнический институт
им. В. И. Ленина

(Поступило 20.1.1984)

მათემატიკა

ბ. სამსონაძე

ჯგუფთა კლასებზე თვლად-ლოკალური ოპერატორის შესახებ

რეზიუმე

დამტკიცებულია, რომ თუ L თვლად-ლოკალური ოპერატორია, მაშინ ნებისმიერი ნატურალური n რიცხვისათვის შეიძლება მოიძებნოს ჯგუფთა ისეთი კლასი \mathfrak{X} , რომ ყველა k -თვის, სადაც $k < n$, შესრულებულია პირობა $L^k \mathfrak{X} \neq L^{k+1} \mathfrak{X}$.

MATHEMATICS

G. T. SAMSONADZE

ON A COUNTABLY-LOCAL OPERATOR ON CLASSES OF GROUPS

Summary

It is proved that if L is a countably-local operator, then for any positive integer n we can choose a class of groups \mathfrak{X} such that for any $k < n$ $L^k \mathfrak{X} \neq L^{k+1} \mathfrak{X}$.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. K. Hickin. Proc. Amer. Math. Soc., 21, № 2, 1969.

Г. Л. АРСЕНИШВИЛИ

ОБ ОДНОЛИНЕЙНОЙ СИСТЕМЕ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ С ПЕРЕМЕННЫМИ ИНТЕНСИВНОСТЯМИ (МАРТИНГАЛЬНЫЙ ПОДХОД)

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. Л. Харатишвили 5.11.1983)

При описании рассматриваемой в настоящей работе системы с отказали мы будем использовать ряд понятий современной теории мартингалов. Пусть (Ω, F, P) — вероятностное пространство и $F = (F_t)$ $t \geq 0$ — система неубывающих непрерывных справа и пополненных по мере P σ -подалгебр $F_t \subseteq F$. Пусть $N^i = (N_t^i, F_t, P)$ $i=1, 2$ — простейшие точечные процессы (т. е. процессы, выходящие из нуля с кусочно-постоянными траекториями, непрерывными справа и такими, что $\Delta N_t^i = 0$ или $+1$, где $\Delta N_t^i = N_t^i - N_{t-}^i$). Каждый из таких процессов является субмартингалом и согласно известной теореме Дуба—Мейера допускает разложение $N_t^i = m_t^i + A_t^i$, где $m^i = (m_t^i, F_t, P)$ — локальный мартингал, а $A^i = (A_t^i, F_t, P)$ — неубывающие предсказуемые [1] процессы (компенсаторы), $A_0 = 0$.

В том случае, когда

$$A_t^i = \int_0^t \lambda^i(s, \omega) dS,$$

где интенсивность $\lambda^i(s, \omega) \geq 0$, $\lambda^i(s, \omega)$ — F_t -измеримо при каждом $s \geq 0$, говорят, что процесс N^i является процессом пуассоновского типа [2]. Если $\lambda^i(s, \omega)$ является детерминированной функцией $\lambda^i(s)$, то тогда N^i есть пуассоновский процесс с детерминированной переменной интенсивностью $\lambda^i(s)$.

В дальнейшем N_t^i будет интерпретироваться как процесс поступления требований (N_t^1 — число требований, поступивших за время t) на обслуживающее устройство, а N_t^2 — как процесс, описывающий обслуживание (N_t^2 — число требований, которое может быть обслужено за время t).

Рассматриваемая однолинейная система обслуживания функционирует следующим образом.

Поступившее требование немедленно обслуживается, если прибор свободен; в противном случае оно получает отказ. Нашей целью будет описание этой системы и нахождение математического ожидания числа отказов за время $[0, t]$ с помощью мартингальных методов.

Обозначим через U_t число отказов за время t ; пусть ψ_t — функция, характеризующая состояние прибора в момент t

$$\psi_t = \begin{cases} 1, & \text{если прибор занят;} \\ 0, & \text{если прибор свободен.} \end{cases}$$

Непосредственно устанавливается, что

$$\psi_t = N_t^1 - U_t - \int_0^t I(\psi_{s-} = 1) dN_s^1, \quad (1)$$

$$U_t = \int_0^t I(\psi_{s-} = 1) dN_s^1. \quad (2)$$

Откуда

$$E U_t = E \int_0^t I(\psi_{s-} = 1) dN_s^1. \quad (3)$$

Если $N_s^1 = m_s^1 + A_s^1$ — разложение Дуба—Майера, то [2]

$$E \int_0^t I(\psi_{s-} = 1) dN_s^1 = E \int_0^t I(\psi_{s-} = 1) dA_s^1. \quad (4)$$

Если дополнительно предположим, что

$$dA_s^1 = \lambda_s^1 ds,$$

где $\lambda_s^1 = \lambda_s$ — детерминированная функция, то из (3), (4) найдем, что

$$E U_t = \int_0^t E I(\psi_{s-} = 1) \lambda_s ds. \quad (5)$$

Если также $dA_s^1 = \mu(s) ds$, то из (1) для $a_t = E \psi_t$ получим

$$\begin{aligned} a_t &= E N_t^1 - E U_t - E \int_0^t I(\psi_{s-} = 1) dN_s^1 = \\ &= E N_t^1 - E U_t - \int_0^t E I(\psi_{s-} = 1) \mu(s) ds = \\ &= \int_0^t \lambda(s) ds - \int_0^t \alpha(s-) [\lambda(s) + \mu(s)] ds = \\ &= \int_0^t \lambda(s) ds - \int_0^t \alpha(s) [\lambda(s) + \mu(s)] ds, \end{aligned}$$

откуда, считая что $a_0 = 0$, находим

$$a_t = \exp \left\{ - \int_0^t [\lambda(s) + \mu(s)] ds \right\} \int_0^t \lambda(s) \exp \left\{ \int_0^s [\lambda(u) + \mu(u)] du \right\} ds. \quad (6)$$

Из (5) и (6) окончательно получим

$$E U_t = \int_0^t \lambda(s) \left[\exp \left\{ - \int_0^s [\lambda(u) + \mu(u)] du \right\} \times \right. \\ \left. \times \int_0^s \lambda(z) \exp \left\{ \int_0^z [\lambda(u) + \mu(u)] du \right\} dz \right] ds.$$

Тбилисский государственный университет

(Поступило 18.11.1983)

მათემატიკა

ბ. არსენიშვილი

ერთარხიანი ცვალეზადინტენსივობიანი მასობრივი მომსახურების სისტემის შესახებ (მარტინგალური მიდგომა)

რეზიუმე

განხილულია მომსახურების ერთარხიანი სისტემა უარებით. შემავალი ნაკადი და მომსახურების პროცესი აღიწერება პუასონის ტიპის წერტილოვანი პროცესებით. უარების მათემატიკური ლოდინის დასადგენად გამოყენებულია მარტინგალთა თეორიაში ცნობილი ზოგიერთი ფაქტი.

MATHEMATICS

G. L. ARSENISHVILI

ON A SINGLE-LINE QUEUEING SYSTEM WITH VARIABLE INTENSITIES (MARTINGALE APPROACH)

Summary

The paper deals with a single-line system with refusals. The input flow and service process are described by point processes of Poisson type. Some well-known facts in the "theory of martingales" are employed to determine the mathematical expectation of the number of refusals.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. C. Dellacherie, P.-A. Meyer. Probabilités et Potentiel. Theorie des martingales. Hermann, 1980, Paris.
2. R. S. Liptser and A. N. Shiryaev. Statistics of Random Processes, II, Springer-Verlag, New York, 1978.

А. А. АБУЛАДЗЕ

О НЕОБХОДИМЫХ УСЛОВИЯХ ОПТИМАЛЬНОСТИ ДЛЯ СИСТЕМ, ОПИСЫВАЕМЫХ ИНТЕГРАЛЬНЫМИ УРАВНЕНИЯМИ УРЫСОНА

(Представлено академиком Б. В. Хведелидзе 7.12.1984)

Пусть K, \mathfrak{X}, W — банаховы пространства, причем K частично упорядочено и удовлетворяет условию Крейна [1]; Ω — открытое множество из \mathfrak{X}, U — сепарабельное подмножество из $W, S = [0, 1], M(S, U)$ — множество измеримых по Лебегу функций, определенных на S со значениями в U . Пусть, далее, функции $f: S \times \Omega \times U \rightarrow K, g: S \times S \times \Omega \times U \rightarrow \mathfrak{X}$ удовлетворяют следующим условиям:

а) для каждого (s, x, u) из $S \times \Omega \times U$ функция $t \rightarrow g(t, s, x, u)$ непрерывна и для каждого (s, u) из $S \times U$ функции $x \rightarrow f(s, x, u)$ и $x \rightarrow g(\cdot, s, x, u) = g_0(s, x, u)$ непрерывно дифференцируемы по Фреше как отображения из Ω в K и $C(S, \mathfrak{X})$, соответственно;

б) для каждого s из S отображения $u \rightarrow f(s, \cdot, u)$ и $u \rightarrow g_0(s, \cdot, u)$ непрерывны из U в $C^1(\Omega, K)$ и $C^1(\Omega, C(S, \mathfrak{X}))$, соответственно.

Управление $u(\cdot)$ из множества $M(S, U)$ будем называть допустимым, если отображение

$$s \rightarrow (f(s, \cdot, u(s)), g_0(s, \cdot, u(s)))$$

интегрируемо, т. е. принадлежит пространству $L_1(S, C^1(\Omega, K \times C(S, \mathfrak{X})))$.

Рассмотрим следующую задачу оптимального управления с интегральными уравнениями Урысона: среди всех функций $x(\cdot)$ из $C(S, \Omega)$ и допустимых управлений $u(\cdot)$ из $M(S, U)$, удовлетворяющих условию

$$x(t) = \int_0^1 g(t, s, x(s), u(s)) ds, \quad (1)$$

найти пару $(x(\cdot), u(\cdot))$, которая минимизирует интеграл

$$\int_0^1 f(s, x(s), u(s)) ds. \quad (2)$$

Пусть $Q = K^* \times L_1(S, \mathfrak{X}^*) \times U \times \Omega \times S$, где звездочкой здесь и ниже обозначены сопряженные пространства и операторы, H — скалярная функция, определенная на Q соотношением

$$H(x, \Phi, u, x, s) = x f(s, x, u) + \int_0^1 \Phi(t) g(t, s, x, u) dt,$$

$$(x, \Phi, u, x, s) \in Q.$$



Теорема 1. Пусть $(x_0(\cdot), u(\cdot))$ — оптимальное решение задачи (1), (2), I — тождественный оператор на $C(S, \mathfrak{X})$, T — непрерывный линейный оператор, определенный на $C(S, \mathfrak{X})$ соотношением

$$(Ty)(t) = \int_0^1 g_x(t, s, x_0(s), u_0(s)) y(s) ds, \quad y \in C(S, \mathfrak{X}).$$

Предположим, что либо оператор T компактен, либо образ пространства $C(S, \mathfrak{X})$ при отображении $I - T$ совпадает с $C(S, \mathfrak{X})$. Тогда существуют такая функция Φ из пространства $L_1(S, \mathfrak{X}^*)$ и неположительный вектор \varkappa из K^* , не равные одновременно нулю, что справедливы соотношения

$$\Phi(s) = f_x^*(s, x_0(s), u_0(s)) \varkappa + \int_0^1 g_x^*(t, s, x_0(s), u_0(s)) \Phi(t) dt, \quad (3)$$

$$H(\varkappa, \Phi, u_0(s), x_0(s), s) = \sup_{u \in U} H(\varkappa, \Phi, u, x_0(s), s) \quad (4)$$

почти для всех s из S .

Уравнение (3) представляет собой сопряженное уравнение в интегральной форме, выражение (4) является принципом максимума Понтрягина [2] для рассматриваемой задачи.

Если образ пространства $C(S, \mathfrak{X})$ при отображении $I - T$ совпадает с $C(S, \mathfrak{X})$, то можно показать, что $\varkappa \neq 0$. Отсюда при $K = R^1$, полагая $\varkappa = -1$, получаем результаты, приведенные в работах [3,4] при некоторых дополнительных предположениях.

Требование сепарабельности подмножества U вызвано тем, что допустимые управления являются измеримыми по Лебегу функциями, а функции f и g , вообще говоря, не являются непрерывными по s , что используется в работах [3, 4].

Доказательство теоремы 1 получено некоторой модификацией метода совместного накрытия [5,6] и опирается на сформулированные ниже теоремы 2 и 3, в которых \mathfrak{X}, Y — произвольные B -пространства, $B(\mathfrak{X}, Y)$ — пространство линейных ограниченных операторов из \mathfrak{X} в Y , $V_0(S, Y^*)$ — пространство непрерывных слева функций ограниченной вариации.

Теорема 2. Пусть $a: S \times S \rightarrow \mathfrak{X}$ — такая функция, что отображение $s \rightarrow a(\cdot, s) = a_0(s)$ принадлежит пространству $L_1(S, C(S, \mathfrak{X}))$. Тогда для всех t из S справедливо соотношение

$$\int_0^1 a(t, s) ds = \left(\int_0^1 a_0(s) ds \right) (t),$$

где в правой части имеем интеграл от векторнозначной функции со значениями в $C(S, \mathfrak{X})$.

Теорема 3. Пусть $A: S \times S \rightarrow B(\mathfrak{X}, Y)$ — такая операторнозначная функция, что отображение $s \rightarrow A(\cdot, s)$ интегрируемо как отображение

из S в $C(S, B(X, Y))$. Тогда для всех φ из $V_0(S, Y^*)$ и x из $C(S, X)$ справедливо соотношение

$$\int_0^1 d\varphi(t) \int_0^1 A(t, s) x(s) ds = \int_0^1 \left(\int_0^1 A^*(t, s) d\varphi(t) \right) x(s) ds.$$

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

(Поступило 7.12.1984)

მათემატიკა

ა. აბულაძე

ოპტიმალურობის აუცილებელი პირობების შესახებ სისტემებისათვის,
 რომლებიც აღიწერებიან ურისონის ტიპის ინტეგრალური
 განტოლებებით

რეზიუმე

შესწავლილია ოპტიმალური მართვის ამოცანა სისტემებისათვის, რომლებიც აღიწერებიან ურისონის ტიპის ინტეგრალური განტოლებებით. მიღებულია ოპტიმალობის აუცილებელი პირობები.

MATHEMATICS

A. A. ABULADZE

ON THE NECESSARY CONDITIONS OF OPTIMALITY FOR
 SYSTEMS DESCRIBED BY INTEGRAL EQUATIONS OF
 URYSON TYPE

Summary

An optimal control problem for systems described by integral equations of Uryson type is considered and necessary conditions of optimality are obtained.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Б. З. Вулих. Введение в теорию полуупорядоченных пространств. М., 1961.
2. Л. С. Понтрягин, В. Г. Болтянский, Р. В. Гамкрелидзе, Е. Ф. Мищенко. Математическая теория оптимальных процессов. М., 1976.
3. W. H. Schmidt. Beiträge zur Analysis, № 17, 1981, 85—93.
4. W. H. Schmidt. ZAMM, № 62, 1982, 65—75.
5. К. Ш. Цискаридзе. Сб. «Некоторые вопросы математической теории оптимального управления». Тбилиси, 1975.
6. А. В. Дмитрук, А. А. Милютин, Н. П. Осмоловский. УМН, 35, вып. 6 (216), 1980, 11—46.



Л. К. ЗОНЕНАШВИЛИ

СУЩЕСТВОВАНИЕ МАЛЬТУСОВСКОГО ПОКАЗАТЕЛЯ ДЛЯ НАДКРИТИЧЕСКИХ ВЕТВЯЩИХСЯ ПРОЦЕССОВ КРАМПА-МОДЕ-ЯГЕРСА С БЕСКОНЕЧНЫМ ЧИСЛОМ ТИПОВ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. В. Бурчуладзе 4.11.1984)

Мы будем рассматривать следующую модель ветвления. Пусть имеется некоторое абстрактное множество типов X . Одна частица типа x в течение всей жизни дает потомство различных типов. Каждая частица-потомок после своего появления развивается независимо от существования других частиц. Такая модель ветвления, в случае, когда имеются частицы только одного типа, известны под названием Крампа-Моде-Ягерса.

В работе [1] исследовано асимптотическое поведение надкритических процессов с бесконечным числом типов. В предположении существования мальтусовского показателя, точное определение этого понятия состоит в следующем: пусть на множестве типов X выделена σ -алгебра подмножеств A , и пусть $M(x, S, t)$ — среднее число непосредственных потомков одной частицы типа x , произведенных ею в течении интервала времени $[0, t]$, типы которых принадлежат $S \in A$.

Предположим, что процесс является надкритическим. Это значит, что спектральный радиус оператора M больше 1, где оператор M действует на ограниченную A -измеримую функцию $f(x)$ по обычному правилу:

$$Mf(x) = \int_x M(x, dy) f(y),$$

где

$$M(x, s) = \lim_{t \rightarrow \infty} M(x, s, t)$$

— общее среднее число непосредственных потомков одной частицы типа x , произведенных ею в течение времени всей жизни, типы которых принадлежат $S \in A$. Таким образом, мы рассматриваем M как ограниченный оператор в банаховом пространстве B ограниченных A -измеримых функций f с нормой $\|f\| = \sup_{x \in X} |f(x)|$.

Согласно определению работы [1] процесс называется мальтусовским, если найдутся положительное число α и положительная A -измеримая функция $h(x)$ такие, что

$$h(x) = \int_x \int_0^\infty M(x, dy, dt) h(y) e^{-\alpha t},$$

где, как обычно, $M(x, dy, dt) = d_t M(x, dy, t)$, число α при этом называется мальтусовским показателем.



Мы подходим к понятию мальтусовского показателя несколько иначе. А именно, мы называем положительное число α мальтусовским показателем, если спектральный радиус оператора M_α равен 1, где

$$M_\alpha f(x) = \int_x^\infty M(x, dy, dt) f(y) e^{-\alpha t}.$$

Несмотря на внешнее различие этих двух подходов, они очевидным образом совпадают, если оператор M_α имеет инвариантную функцию $h(x)$. Отсюда видно, что данное нами определение является несколько более общим. Достаточное условие существования инвариантной функции $h(x)$ можно найти в работе [2].

Теорема 1. Пусть выполнены условия

$$\sup_{x \in X} M(x, X, [t, \infty)) \rightarrow 0, \quad (1)$$

и

$$\sup_{x \in X} M(x, X, [0, \varepsilon)) \rightarrow 0. \quad (2)$$

Пусть, кроме того, для каждого $\alpha \geq 0$ можно указать такое натуральное $n = n(\alpha)$, что оператор M_α^n компактен. Тогда существует мальтусовский параметр

Доказательство. Обозначим через r_α спектральный радиус оператора M_α . Норма оператора M_α равна

$$\|M_\alpha\| = \sup_{x \in X} M_\alpha(x, X) = \sup_{x \in X} \int_0^\infty e^{-\alpha t} M(x, X, dt).$$

Достаточно показать, что r_α непрерывно от $\alpha \geq 0$, и что $r_\alpha \rightarrow 0$ при $\alpha \rightarrow \infty$. Тогда отсюда будет следовать (т. к. $r_0 > 1$) существование такого $\alpha > 0$, что $r_\alpha = 1$.

Прежде всего покажем, что из условия (1) следует непрерывная зависимость от α оператора M_α в равномерной операторной топологии. Имеем при $\alpha < \beta$

$$\begin{aligned} \|M_\alpha - M_\beta\| &= \sup_{x \in X} \int_0^\infty [e^{-\alpha t} - e^{-\beta t}] M(x, X, dt) = \\ &= \sup_{x \in X} \int_0^\infty e^{-\alpha t} [1 - e^{-(\beta-\alpha)t}] M(x, X, dt) \leq \\ &\leq \sup_{x \in X} \int_0^\infty [1 - e^{-(\beta-\alpha)t}] M(x, X, dt) = \|M - M_{\beta-\alpha}\|. \end{aligned}$$

Отсюда видно, что для доказательства непрерывной зависимости от α оператора M_α достаточно проверить непрерывность в точке $\alpha = 0$. Имеем для каждого $T > 0$

$$\|M - M_\alpha\| \leq (1 - e^{-\alpha T}) \|M\| + \sup_{x \in X} M(x, X, [T, \infty)).$$

Второе слагаемое в правой части можно в силу условия (1) сделать сколь угодно малым, за счет выбора достаточно большого T , а первое слагаемое для каждого $T > 0$ стремится к нулю при $\alpha \rightarrow 0$. Таким образом, непрерывная зависимость M_α от $\alpha \geq 0$ в равномерной операторной топологии доказана.

Перейдем к доказательству непрерывности r_α . Зафиксируем $\alpha_0 \geq 0$ и пусть натуральное n_0 таково, что оператор $M_{\alpha_0}^{n_0}$ компактен. Мы докажем, что $r_\alpha^{n_0} \rightarrow r_{\alpha_0}^{n_0}$ при $\alpha \rightarrow \alpha_0$. Отсюда будет следовать, что $r_\alpha \rightarrow r_{\alpha_0}$. Так как [3, с. 264].

$$r_\alpha = \lim_{n \rightarrow \infty} \sqrt[n]{\|M_\alpha^n\|},$$

то, очевидно, спектральный радиус оператора M_α^n равен r_α^n .

Далее, так как оператор $M_{\alpha_0}^{n_0}$ компактен, то он имеет дискретный спектр, единственной точкой накопления которого может являться точка 0. Значит, оператор $M_{\alpha_0}^{n_0}$ имеет собственное число z_0 с $|z_0| = r_{\alpha_0}^{n_0}$, являющееся изолированной точкой спектра [3, с. 263, 4, с. 264] спектр оператора M_α^n будет заключен в произвольной окрестности спектра оператора $M_{\alpha_0}^{n_0}$, если только α достаточно мало отличается от α_0 . Выберем $\varepsilon > 0$ настолько малым, чтобы в круге $C_\varepsilon = \{z : |z - z_0| < \varepsilon\}$ не было других точек спектра оператора $M_{\alpha_0}^{n_0}$ кроме z_0 . Оставшуюся часть спектра заключим в окрестность U , непересекающуюся с кругом C_ε . Мы покажем, что $r_\alpha^{n_0} \rightarrow r_{\alpha_0}^{n_0}$ при $\alpha \rightarrow \alpha_0$, если убедимся в том, что в круге C_ε найдется хотя бы одна точка спектра $M_\alpha^{n_0}$ для всех α , достаточно близких к α_0 . Но это очевидным образом вытекает из теоремы о полунепрерывности изолированных частей спектра [4, с. 269]. Непрерывная зависимость r_α от $\alpha \geq 0$ доказана.

Покажем, наконец, что $r_\alpha \rightarrow 0$ при $\alpha \rightarrow \infty$. Так как $r_\alpha \leq \|M_\alpha\|$, то достаточно показать, что $\|M_\alpha\| \rightarrow 0$. Имеем для произвольного $\varepsilon > 0$

$$\begin{aligned} \|M_\alpha\| &= \sup_{x \in X} \int_0^\infty M(x, X, dt) e^{-\alpha t} = \\ &= \sup_{x \in X} \left\{ \int_0^\varepsilon + \int_\varepsilon^\infty \right\} \leq \sup M(x, X, [0, \varepsilon]) + e^{-\alpha\varepsilon} \|M\|. \end{aligned}$$

Первое слагаемое можно сделать сколь угодно малым в силу условия (2), второе для каждого $\varepsilon > 0$ стремится к нулю при $\alpha \rightarrow \infty$.

Теорема полностью доказана.

В заключение сформулируем без доказательства одно достаточное условие компактности второй степени оператора M_α . Пусть σ -алгебра A

порождена счетным числом множеств. Тогда, если найдется такая конечная мера μ и $A \times A$ -измеримая ограниченная функция $p(x, y) \geq 0$ что

$$M(x, dy) = p(x, y)\mu(dy),$$

то все операторы M_n^a компактны.

Грузинский политехнический институт
им. В. И. Ленина

(Поступило 16.11.1984)

მათემატიკა

ლ. ზონენაშვილი

მალთუსის მაჩვენებლის არსებობა ტიპთა უსასრულო რიცხვიანი
კრამპინ-მოდე-ნაგარის ზეკრიტიკული განუტოვებელი
პროცესებისათვის

რეზიუმე

გამოკვლეულია ტიპთა უსასრულო რიცხვიანი ზეკრიტიკული განუტოვებელი პროცესის ასიმპტოტური ქცევის ნორმები. მოცემულია მალთუსის მაჩვენებლის განმარტების განზოგადება და მტკიცდება მისი არსებობა ტიპთა უსასრულო რიცხვიანი ზეკრიტიკული განუტოვებელი პროცესებისათვის.

MATHEMATICS

L. K. ZONENASHVILI

THE EXISTENCE OF A MALTHUSIAN PARAMETER FOR
SUPERCRITICAL BRANCHING PROCESSES OF CRAMP-MODE-
IGERS WITH AN INFINITE NUMBER OF TYPES

Summary

The asymptotic behaviour of supercritical branching processes with an infinite number of types has been investigated. A generalization of the definition of the Malthusian parameter is given and the existence of the Malthusian parameter for a supercritical branching process with an infinite number of types is proved.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. O. Nerman. Preprint. 1984, 18 ISSN. Göteborg.
2. В. М. Шуренков. Теория вероятн. и ее примен. XXIX, вып. 2, 1984.
3. У. Рудин. Функциональный анализ. М., 1975, 443.
4. Т. Като. Теория возмущений линейных операторов. М., 1972, 740.



А. Б. ХАРАЗИШВИЛИ

РАЗБИЕНИЕ ТРЕХМЕРНОГО ПРОСТРАНСТВА НА
 КОНГРУЭНТНЫЕ ОКРУЖНОСТИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Н. А. Берикашвили 4.3.1985)

В работе [1] приведено построение такого семейства окружностей в трехмерном евклидовом пространстве R^3 , которое служит разбиением этого пространства. Тем самым получен ответ на вопрос, поставленный Х. С. Шапиро. В настоящей статье рассматриваются более общие вопросы, связанные с разбиением пространства R^3 (и его открытых подмножеств) на жордановы кривые (в частности, на окружности).

Как обычно, будем называть жордановой кривой произвольный гомеоморфный образ единичной окружности евклидовой плоскости R^2 . Диск будем называть произвольный гомеоморфный образ замкнутого единичного круга плоскости R^2 . Заметим сначала, что не существует разбиения плоскости R^2 на жордановы кривые. Приведем короткое доказательство этого факта. Пусть ω_1 обозначает первый несчетный ординал. Убедимся, что если плоскость R^2 допускает разбиение $(L_i)_{i \in I}$ на жордановы кривые, то найдется ω_1 -последовательность $(D_\xi)_{\xi < \omega_1}$, обладающая следующими свойствами:

- 1) $(\forall \xi) (\xi < \omega_1 \Rightarrow D_\xi$ представляет собой диск в $R^2)$;
- 2) при $\zeta < \xi < \omega_1$ диск D_ξ лежит внутри диска D_ζ ;
- 3) $(\forall \xi) (\xi < \omega_1 \Rightarrow$ границей диска D_ξ служит одна из кривых семейства $(L_i)_{i \in I}$).

Будем рассуждать методом трансфинитной индукции. Предположим, что для порядкового числа $\xi < \omega_1$ уже имеется ξ -последовательность дисков $(D_\zeta)_{\zeta < \xi}$, обладающая указанными свойствами. Возможны два случая.

1. Порядковое число ξ не является предельным, т. е. $\xi = \eta + 1$. В этом случае берем какую-нибудь внутреннюю точку x_η диска D_η . Точка x_η принадлежит некоторой жордановой кривой $L_{i(\eta)}$, целиком расположенной внутри диска D_η . Тогда в качестве диска D_ξ мы возьмем замыкание плоской области, ограниченной кривой $L_{i(\eta)}$.

2. Порядковое число ξ предельно. В этом случае рассмотрим непустое пересечение $\bigcap_{\zeta < \xi} D_\zeta$. Пусть y_ξ — какая-нибудь точка из этого пересечения.

Нетрудно убедиться, что точка y_ξ принадлежит внутренности любого диска D_ζ ($\zeta < \xi$). По предположению, найдется жорданова кривая $L_{i(\xi)}$, проходящая через точку y_ξ . Ясно, что эта кривая целиком расположена внутри каждого диска D_ζ ($\zeta < \xi$). Следовательно, в качестве диска D_ξ мы можем взять замыкание области, ограниченной кривой $L_{i(\xi)}$.

Таким образом, с помощью метода трансфинитной индукции будет построено несчетное строго убывающее по включению семейство $(D_\xi)_{\xi < \omega_1}$,



состоящее из замкнутых-подмножеств евклидовой плоскости. Однако существование такого семейства противоречит хорошо известному принципу стационарности Кантора—Бэра (см., например, [2]). Полученное противоречие позволяет сделать заключение, что не существует разбиения плоскости R^2 на жордановы кривые.

З а м е ч а н и е 1. Приведенное выше рассуждение не является элементарным. С другой стороны, совсем элементарное рассуждение показывает, что плоскость R^2 нельзя представить в виде объединения дизъюнктного семейства окружностей. Действительно, пусть $(L_i)_{i \in I}$ —разбиение плоскости, причем все множества L_i ($i \in I$) представляют собой окружности. По индукции определим последовательность окружностей $(L_{i(k)})_{k \in N}$. В качестве $L_{i(0)}$ берем любую окружность из семейства $(L_i)_{i \in I}$. Далее, если уже определена окружность $L_{i(k)}$, то в качестве $L_{i(k+1)}$ возьмем ту окружность из семейства $(L_i)_{i \in I}$, которая проходит через центр окружности $L_{i(k)}$. Легко проверяется, что радиусы построенных окружностей $L_{i(k)}$ ($k \in N$) стремятся к нулю. Если теперь x —единственная предельная точка последовательности центров этих окружностей, то нетрудно установить, что x не принадлежит объединению семейства $(L_i)_{i \in I}$. Полученное противоречие показывает, что не существует разбиения евклидовой плоскости на окружности.

Для трехмерного евклидова пространства ситуация совершенно другая. А именно, справедливо следующее утверждение.

Теорема 1. Пусть S —произвольная окружность в плоскости R^2 . Тогда найдется разбиение пространства R^3 на окружности, конгруэнтные окружности S .

Сформулированная теорема в значительной степени усиливает результат работы [1]. Доказательство этой теоремы основывается на следующей простой лемме.

Л е м м а 1. Пусть в трехмерном евклидовом пространстве R^3 произвольным образом заданы:

- (1) окружность S ;
- (2) аффинная плоскость Γ ;
- (3) множество $Z \subset \Gamma$ с мощностью, строго меньшей мощности континуума;
- (4) точка z , лежащая в плоскости Γ , но не принадлежащая множеству Z .

Тогда в Γ всегда найдется окружность S' , конгруэнтная окружности S , проходящая через точку z и не пересекающаяся с множеством Z .

С помощью этой леммы доказательство теоремы 1 нетрудно получить, воспользовавшись методом трансфинитной индукции (точнее говоря, воспользовавшись тем фактом, что множество всех точек пространства R^3 можно вполне упорядочить по типу начального ординального числа мощности континуума). Таким образом, теорема 1 доказывается неэффективными средствами. Было бы интересно исследовать вопрос о возможности построения разбиения пространства R^3 на конгруэнтные окружности без применения несчетных форм аксиомы выбора. Отметим здесь же, что в работе [1] разбиение пространства R^3 на окружности осуществляется с помощью эффективных средств.



Замечание 2. Теорема 1 допускает и дальнейшее обобщение. Предположим, что $(S_j)_{j \in J}$ — произвольное дизъюнктивное семейство в пространстве R^3 , состоящее из попарно конгруэнтных окружностей, причем мощность множества индексов J строго меньше мощности континуума. Тогда в R^3 всегда найдется дизъюнктивное семейство $(S_i)_{i \in I}$, являющееся продолжением семейства $(S_j)_{j \in J}$, также состоящее из попарно конгруэнтных окружностей и служащее покрытием пространства R^3 . Требование, чтобы мощность множества J была строго меньше мощности континуума, весьма существенно, как показывает следующий пример. Пусть S — единичная окружность в плоскости R^2 . Рассмотрим в пространстве R^3 цилиндрическую поверхность

$$S \times R \subset R^2 \times R = R^3.$$

Ясно, что эта цилиндрическая поверхность представима в виде объединения дизъюнктивного семейства

$$(S \times \{t\})_{t \in R},$$

состоящего из попарно конгруэнтных окружностей. В то же время легко убедиться, что указанное семейство невозможно расширить до разбиения пространства R^3 на конгруэнтные окружности.

Пусть теперь $(L_k)_{k \in N}$ — счетное семейство окружностей в пространстве R^3 . Будем говорить, что это семейство является фундаментальным в R^3 , если для всякого строго положительного числа ε найдется такой натуральный индекс $k = k(\varepsilon)$, что радиус окружности L_k по длине не превосходит ε .

Имеет место следующее утверждение.

Теорема 2. Пусть $(L_k)_{k \in N}$ — фиксированное счетное фундаментальное семейство окружностей в евклидовом пространстве R^3 . Тогда, каково бы ни было непустое открытое множество $U \subset R^3$, существует разбиение $(S_i)_{i \in I}$ этого множества, состоящее из окружностей, причем для любого индекса $i \in I$ можно подыскать такой натуральный индекс $k = k(i)$, что окружности S_i и L_k будут конгруэнтны между собой.

Доказательство сформулированной теоремы основывается на соответствующем аналоге леммы 1. В процессе доказательства также используется метод трансфинитной индукции.

Замечание 3. Все приведенные выше результаты естественным образом распространяются на те случаи, когда вместо окружностей рассматриваются более общие плоские жордановы кривые.

Тбилисский государственный университет

Институт прикладной математики

им. И. Н. Веква

(Поступило 7.3.1985)

მათემატიკა

ა. ხარაიშვილი

სამეცნიერო-მედიკალური სივრცის დაყოფა კონგრუენტულ წრეწირებად

რეზიუმე

ნაშრომში დამტკიცებულია სამეცნიერო-მედიკალური ევკლიდური სივრცის წყვილ-წყვილად კონგრუენტულ წრეწირებად დაყოფის შესაძლებლობა. დად-

გენილია აგრეთვე ამ სივრცის ნებისმიერი არაცარიელი ღია ქვესივრცის წრეწირებად დაყოფის შესაძლებლობა. აღნიშნული ფაქტები დამტყიცებულია ტრანსფინიტური ინდუქციის მეთოდის გამოყენებით.

MATHEMATICS

A. B. KHARAZISHVILI

THE PARTITION OF A THREE-DIMENSIONAL SPACE INTO
CONGRUENT CIRCUMFERENCES

Summary

The possibility of partitioning a three-dimensional Euclidean space into mutually congruent circumferences is proved. Besides, the possibility of partitioning any non-empty open subset of this space into circumferences is stated. The above statements are proved by means of the transfinite induction method.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. A. Szulkin. Amer. Math. Monthly, 90, № 9, 1983.
2. И. П. Натансон. Теория функций вещественной переменной. М., 1957.



Г. Т. НОЗАДЗЕ

ОБ УСТОЙЧИВОСТИ ВЕРТИКАЛЬНЫХ РАВНОМЕРНЫХ
 ВРАЩЕНИЙ ПОДВЕШЕННОГО НА СТРУНЕ ТВЕРДОГО ТЕЛА

(Представлено академиком Н. П. Векуа 25.10.1983)

1. Рассмотрим несимметричное твердое тело массы M в однородном поле сил тяжести, подвешенное в произвольной точке O тела на струне длины l , второй конец которой закреплен в неподвижной точке O_1 . Струна рассматривается только как удерживающая геометрическая связь.

Введем подвижную систему координат $O_1\xi\eta\zeta$, вращающуюся с постоянной угловой скоростью ω вокруг оси ζ , направленной вертикально вниз. Исследуем задачу об устойчивости относительных равновесий во вращающейся системе координат твердого тела, подвешенного на струне.

В центре масс тела — точке G — поместим начало системы координат $Z_1Z_2Z_3$, оси которой направлены по главным центральным осям инерции тела. Потенциальная энергия сил тяжести и центробежных сил инерции имеет вид

$$V = -Mg(1+e) \cdot Y - \frac{1}{2} \omega^2 \left\{ \sum_{(123)} J_k \gamma_k^2 + M(1+e)^2 - M[(1+e) \cdot Y]^2 \right\},$$

где Y — орт нисходящей вертикали с проекциями γ_k на оси $z_k (k=1, 2, 3)$; $l=O_1O$ с проекциями l_k на оси z_k ; $e=OG$ с проекциями e_k на те же оси; J_k — главные центральные моменты инерции твердого тела; g — ускорение силы тяжести.

Переменные $\gamma_k, l_k (k=1, 2, 3)$ связаны соотношениями

$$V_1 = \sum_{(123)} \gamma_k^2 = 1, \quad V_2 = \sum_{(123)} l_k^2 = l^2. \tag{1.1}$$

2. Значения переменных $\gamma_k, l_k (k=1, 2, 3)$, для которых W принимает стационарные значения при условиях (1.1), соответствуют положениям относительного равновесия подвешенного на струне твердого тела [1] и введением множителей Лагранжа μ, ν могут быть определены из уравнений

$$\frac{\partial W}{\partial \gamma_1} = \frac{\partial W}{\partial l_1} = 0 \quad (123), \quad \frac{\partial W}{\partial \mu} = \frac{\partial W}{\partial \nu} = 0, \tag{2.1}$$

$$W = V + \frac{1}{2} \mu \omega^2 (V_1 - 1) + \frac{1}{2} \nu M \omega^2 (V_2 - l^2).$$

Система уравнений (2.1) имеет решение

$$\gamma_1 = 1, \quad l_1 = l; \quad \gamma_2 = \gamma_3 = l_2 = l_3 = 0, \tag{2.2}$$

$$\nu = g/l \omega^2, \quad \mu = J_1 + M(l \pm e) [g - \omega^2(l \pm e)] / \omega^2,$$



если выполняются условия

$$e_1 = \pm e, \quad e_2 = e_3 = 0. \quad (2.3)$$

Решение (2.2) соответствует равномерным вращениям системы как одного твердого тела вокруг оси ξ , когда струна и ось Z_1 направлены вертикально вниз. При этом, согласно условиям (2.3), центр масс тела находится на оси ξ .

Предполагается, что в формулах (2.2), (2.3) нужно одновременно брать знак «+» или «-». Знак «+» соответствует случаю, когда точка G расположена ниже точки O , а знак «-» отвечает случаю, когда точка G находится выше точки O .

3. Исследуем устойчивость вертикальных равномерных вращений системы в предположении, что тело имеет наименьший момент инерции относительно оси $Z_1 - J_1 < J_2 < J_3$ (тело продолговатой формы).

Вековое уравнение для нашей задачи имеет вид

$$\lambda^4 - D_1 \lambda^3 + D_2 \lambda^2 - D_3 \lambda + D_4 = 0,$$

где D_s ($s=1, 2, 3, 4$) означает [2] сумму всевозможных диагональных миноров $(s+4)$ -го порядка определителя

$$D = \begin{vmatrix} Q & B \\ B^\tau & A \end{vmatrix}, \quad A = \|a_{ij}\|_i^0 = \left\| \left(\frac{\partial^2 W}{\partial u_i \partial u_j} \right)_0 \right\|, \\ B = \|b_{ij}\|_i^{l=2}, \quad i=6 = \left\| \left(\frac{\partial V_l}{\partial u_j} \right)_0 \right\|.$$

$$u_1 = \gamma_1, \quad u_2 = l_1, \quad u_3 = \gamma_2, \quad u_4 = l_2, \quad u_5 = \gamma_3, \quad u_6 = l_3,$$

окаймляющих его главный диагональный минор 2-го порядка Q , состоящий из нулей. Здесь символ τ означает транспонирование, а символ $(\dots)_0$ указывает, что соответствующая величина вычисляется для решений системы уравнений (2.1). Определитель $D=D_4$ равен якобиану системы (2.1).

Для решения (2.2) имеем

$$a_{11} = Mg(l \pm e), \quad a_{22} = Mg/l, \quad a_{12} = -Mg + 2M\omega^2(l \pm e), \\ a_{33} = \omega^2(J_1 - J_2) + M(l \pm e)[g - \omega^2(l \pm e)], \\ a_{44} = a_{66} = M(g/l - \omega^2), \quad a_{34} = a_{56} = -Mg + M\omega^2(l \pm e), \\ a_{55} = \omega^2(J_1 - J_3) + M(l \pm e)[g - \omega^2(l \pm e)], \quad b_{11} = b_{22} = 1,$$

а остальные a_{ij} , b_{ij} равны нулю.

Вычисление величин D_s ($s=1, 2, 3, 4$) требует больших усилий в связи с высоким порядком определителя D . Поэтому далее мы будем пользоваться эквивалентными им (при определении степени неустойчивости [2]) величинами Δ_s , где Δ_s означает главный диагональный минор $(s+4)$ -го порядка определителя D .

Непосредственное вычисление дает

$$\Delta_1 = [J_2 - J_1 + M(l \pm e)^2](\omega_*^2 - \omega^2), \quad \Delta_2 = M\varphi(\omega^2)/l, \\ \Delta_3 = [J_3 - J_1 + M(l \pm e)^2](\omega_*^2 - \omega^2)\Delta_2, \quad \Delta_4 = M\Delta_2 f(\omega^2)/l, \\ \omega_*^2 = Mg(l \pm e)/[J_3 - J_1 + M(l \pm e)^2], \\ f(\omega^2) = l(J_3 - J_1)\omega^4 - [J_3 - J_1 \pm Me(l \pm e)]g\omega^2 \pm Mg^2e,$$



а выражения для $\omega_{2,3}^*$, $\varphi(\omega^2)$ получаются заменой в формулах для ω_1^* , $f(\omega^2)$ величины J_3 на J_2 .

Если определить знаки миноров Δ_s для разных значений ω , то при помощи известной теоремы Декарта можно установить число отрицательных корней векового уравнения, т. е. степень неустойчивости вертикальных положений относительного равновесия (2.2) на всем интервале изменения ω от 0 до $+\infty$.

4. Рассмотрим сперва вертикальные равномерные вращения, когда точка G находится ниже точки O . Действуя вышеописанным способом, получим, что степень неустойчивости χ на интервалах $(0, \omega_1)$, (ω_1, ω_2) , (ω_2, ω_3) , (ω_3, ω_4) , $(\omega_4, +\infty)$ равен соответственно 0, 1, 2, 3, 4. Здесь ω_1, ω_3 — корни уравнения $f(\omega^2)=0$, а ω_2, ω_4 — корни уравнения $\varphi(\omega^2)=0$.

Пусть теперь точка G находится выше точки O . Тогда получим, что χ на интервалах $(0, \omega'_1)$, (ω'_1, ω'_2) , $(\omega'_2, +\infty)$ равен соответственно 2, 3, 4. Здесь ω'_1 означает корень уравнения $f(\omega^2)=0$, а ω'_2 — корень уравнения $\varphi(\omega^2)=0$.

Полученные результаты согласуются с известными результатами [3] по устойчивости невертикальных положений относительного равновесия подвешенного на струне несимметричного твердого тела, что дает возможность сделать заключение о выполнении положений теории бифуркации равновесий Пуанкаре—Четаева [4].

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

(Поступило 27.10.1983)

მიქანნიკა

8. ნოზაძე

სიმუშე ჩამოკიდებული მყარი სხეულის ვერტიკალური თანაბარი ბრუნვის მდგრადობის შესახებ

რეზიუმე

გამოკვლეულია სიმუშე ჩამოკიდებული მყარი სხეულის ფარდობითი წონასწორობის ვერტიკალური მდგომარეობის მდგრადობა. დადგენილია არამდგრადობის ხარისხის განაწილების სურათი ბრუნვის კუთხური სიჩქარის ცვლილების სხვადასხვა ინტერვალზე.

MECHANICS

G. T. NOZADZE

ON THE STABILITY OF THE VERTICAL UNIFORM ROTATION OF A SOLID BODY SUSPENDED BY A STRING

Summary

The stability of the vertical relative equilibrium position of a solid body suspended by a string is studied. The picture of distribution of the non-stability degree is obtained at different ranges of angular velocity variation.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. Н. Рубановский. Сб. «Задачи исследования устойчивости и стабилизации движения», вып. I, М., 1975.
2. В. Н. Рубановский, С. Я. Степанов. ПММ, т. 33, вып. 5, 1969.
3. Г. Т. Нозадзе. Сообщения АН ГССР, 107, № 3, 1982.
4. Н. Г. Четаев. Устойчивость движения. Работы по аналитической механике. М., 1962

Д. Э. ГОНИАШВИЛИ

СИЛЬНЫЙ ИЗГИБ УПРУГО-ПЛАСТИЧЕСКИХ СТЕРЖНЕЙ

(Представлено академиком Д. С. Тавхелидзе 12.12.1983)

Рассмотрим консольно закрепленный прямолинейный стержень длиной l , расположенный вдоль оси Ox (рис. 1) и подвергнутый сильному плоскому изгибу силой $\bar{P}(P_x, P_z)$, приложенной к его правому концу. Будем считать, что материал стержня подчиняется соотношениям закона малых упруго-пластических деформаций Ильюшина [1]. При этом рассматривается процесс активного нагружения стержня.

Задачи такого типа относятся к теории эластик и в упругой постановке рассмотрены, например, в работах [2—4].

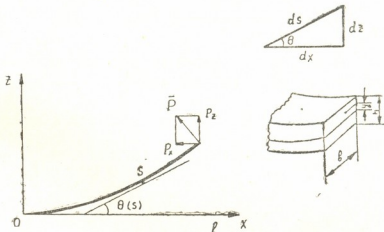


Рис. 1

Введем S — лагранжеву координату точек нейтральной оси стержня, $\theta(S)$ — угол между осью Ox и касательной к стержню в нагруженном состоянии (рис. 1). Тогда точное выражение для кривизны $\kappa(s)$ нейтральной оси будет иметь вид

$$\kappa = \theta'(s) \tag{1}$$

(штрихом здесь и далее обозначена производная по s).

Для простоты предположим, что стержень имеет прямоугольное сечение шириной b и высотой h , не зависящими от s .

Соотношения теории малых упруго-пластических деформаций запишем в виде

$$\sigma = \Phi(\epsilon) = E(1 - \omega(\epsilon)) \cdot \epsilon. \tag{2}$$

Здесь $\sigma = \sigma_1$, $\epsilon = \epsilon_1$ — главные напряжения и деформации, направленные вдоль оси стержня; E — упругий модуль; Φ — экспериментально определяемая функция, отражающая зависимость $\sigma \sim \epsilon$ (рис. 2, сплошная линия). Из (2) следует, что

$$\omega(\epsilon) = 1 - \frac{\Phi(\epsilon)}{E \cdot \epsilon}.$$

Если принять известную аппроксимацию зависимости $\sigma = \Phi(\epsilon)$ в виде ломаной линии [1] (пунктирная линия на рис. 2), то для $\omega(\epsilon)$ получим

$$\omega = \begin{cases} 0 & \text{при } |\varepsilon| \leq \varepsilon_s \\ \lambda \left(1 - \frac{\varepsilon_s}{|\varepsilon|}\right) & \text{при } |\varepsilon| > \varepsilon_s \end{cases} \quad (3)$$

Здесь ε_s — предел пластичности материала по деформациям; $\lambda = 1 - \frac{E_n}{E}$; E_n — секущий модуль.

Таким образом, при $E_n = E$ $\lambda = 0$, т. е. получается упругий случай, при $E_n = 0$ $\lambda = 1$ — случай идеальной пластичности. В дальнейшем будем предполагать, что $0 < \lambda \leq 1$, т. е. материал стержня обладает упрочнением. Примем, также, что, λ и ε_s не зависят от z .

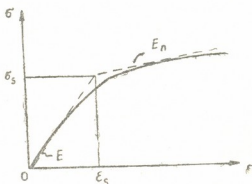


Рис. 2

При изгибе тонких стержней обычно принимается следующее соотношение, являющееся следствием гипотезы плоских сечений:

$$\varepsilon = \kappa \cdot y = \theta' \cdot y, \quad (4)$$

где y — расстояние точки сечения от плоскости нейтральной оси (рис. 1).

Из (3), (4), для ω справедливо выражение

$$\omega = \begin{cases} 0 & \text{при } |y| \leq \frac{\varepsilon_s}{|\theta'|} \\ \lambda \left(1 - \frac{\varepsilon_s}{|\theta' \cdot y|}\right) & \text{при } |y| > \frac{\varepsilon_s}{|\theta'|} \end{cases} \quad (5)$$

Следовательно, если $\frac{\varepsilon_s}{|\theta'|} \geq \frac{h}{2}$ стержень остается упругим и $\frac{\varepsilon_s}{|\theta'|} > \frac{h}{2}$, то пластичность будет иметь место в зоне $\frac{\varepsilon_s}{\theta} < |y| \leq \frac{h}{2}$.

Для вывода уравнения равновесия стержня используем принцип возможных перемещений. При этом будем предполагать, что из внутренних сил работу совершает только изгибающий момент M , работой по растяжению стержня пренебрегаем. Используя (5), для внутреннего изгибающего момента получим следующие выражения:

$$\begin{aligned} M &= \int_{-b/2}^{b/2} \int_{-h/2}^{h/2} y \cdot \sigma \cdot dy \cdot dr = b \int_{-h/2}^{h/2} E y^2 (1 - \omega(\varepsilon)) \theta' dy = \\ &= E b \theta' \int_{-h/2}^{h/2} y^2 dy - E b \theta' \int_{-h/2}^{h/2} y^2 (1 - \omega(y \cdot \theta')) dy = \\ &= E \cdot I \theta' - \begin{cases} 0 \\ E \cdot I \cdot \lambda \cdot \theta \left(h - \frac{3 \varepsilon_s}{|\theta'|} + \frac{4 \varepsilon_s^3}{|\theta'|^3} \right) \text{ при } \frac{\varepsilon_s}{|\theta'|} < \frac{h}{2} \end{cases} \quad (6) \end{aligned}$$

Здесь $I = \frac{bh^3}{12}$ — момент инерции поперечного сечения стержня относительно нейтральной оси. Видно, что изгибающий момент состоит из двух величин: упругой составляющей и пластической, которая ослабляет действие упругой составляющей и пластической зоне, т. е.

$$M = M_y - M_n.$$

Работа момента δA_M на возможных перемещениях $\delta\theta$ с учетом (6) имеет вид

$$\begin{aligned} \delta A_M &= \delta A_{My} - \delta A_{Mn} \\ \delta A_{My} &= \int_0^l M_y \delta x ds = EI \int_0^l \theta' \delta \theta' \cdot ds = EI \left[\delta \theta \cdot \theta' \Big|_0^l - \int_0^l \theta'' \delta \theta ds \right], \\ \delta A_{Mn} &= 0 \text{ при } \frac{\epsilon_s}{|\theta'|} \geq \frac{h}{2}. \end{aligned} \quad (7)$$

При $\frac{\epsilon_s}{|\theta'|} < \frac{h}{2}$ имеем

$$\begin{aligned} \delta A_{Mn} &= E \cdot I \cdot \lambda \int_0^l \theta' \left(h - \frac{3\epsilon_s}{|\theta'|} + \frac{4\epsilon_s^3}{h^2|\theta'|^3} \right) \delta \theta' ds = \\ &= E \cdot I \cdot \lambda \left[\theta' \left(h - \frac{3\epsilon_s}{|\theta'|} + \frac{4\epsilon_s^3}{h^2|\theta'|^3} \right) \delta \theta \Big|_0^l - \int_0^l \theta'' \left(h - \frac{8\epsilon_s^3}{h^2|\theta'|^3} \right) \delta \theta ds \right]. \end{aligned} \quad (8)$$

Работа внешних сил P_x, P_z на возможных перемещениях $\delta x(l), \delta z(l)$ имеет вид

$$\delta A_p = P_x \delta x(l) + P_z \delta z(l). \quad (9)$$

Так как $dx = ds \cdot \cos \theta$; $dz = ds \cdot \sin \theta$ (рис. 1), то

$$\begin{aligned} \delta x(l) &= \delta \left(\int_0^l \cos \theta ds \right) = - \int_0^l \sin \theta \cdot \delta \theta \cdot ds, \\ \delta z(l) &= \delta \left(\int_0^l \sin \theta ds \right) = \int_0^l \cos \theta \delta \theta \cdot ds. \end{aligned}$$

Отсюда

$$\delta A_p = \int_0^l (P_z \cos \theta - P_x \sin \theta) \delta \theta \cdot ds. \quad (10)$$

Согласно принципу возможных перемещений, на действительных перемещениях

$$\delta A_M - \delta A_p = 0$$

или

$$\delta A_{My} - \delta A_{Mn} - \delta A_p = 0. \quad (11)$$

Подставив в (11) выражения (7), (8), (10). Для равенства нулю (11), ввиду произвольности $\delta\theta$ необходимо и достаточно, чтобы

$$\begin{aligned} E \cdot I \cdot (\theta'' - F(\theta', \theta'')) - P_x \sin \theta + P_z \cos \theta &= 0, \\ \theta(0) &= 0, \quad 0 \leq s \leq l, \\ \theta'(l) &= 0. \end{aligned} \quad (12)$$

$$\text{Здесь } F(\theta', \theta'') = \begin{cases} 0 & \text{при } \frac{\varepsilon_s}{|\theta'|} \geq \frac{h}{2} \\ \lambda \theta'' \left(h - \frac{8\varepsilon_s^3}{h^2|\theta'|^3} \right) & \text{при } \frac{\varepsilon_s}{|\theta'|} < \frac{h}{2}. \end{cases}$$

Таким образом, получена краевая задача (12), определяющая равновесное состояние упруго-пластических стержней при сильном изгибе. В упругой области (при малых θ') $F(\theta', \theta'') = 0$ и задача (12) полностью совпадает с известной постановкой, полученной в работе [3, 4].

Положения точек нейтральной оси стержня определяются после решения задачи (12) по формулам:

$$x(s) = \int_0^s \cos \theta(s) \cdot ds; \quad z(s) = \int_0^s \sin \theta(s) \cdot ds.$$

Предложенную постановку можно обобщить на случай переменных по s величин E, h, λ .

Грузинский политехнический институт
им. В. И. Ленина

(Поступило 16.12.1983)

მეცნიერება

დ. ლონიაშვილი

დრეკადი პლასტიკური ღეროების ძლიერი ღუნვა

რეზიუმე

სამუშაოში მოცემულია შეყურსული დატვირთვიანი დრეკადი პლასტიკური ღეროების ძლიერი ღუნვის ამოცანის ახლებური განსაზღვრა. ა. ილიუშინის [1] პლასტიკურობის დეფორმაციული თეორიის გამოყენების დროს მიღებულია არაწრფივი სასაზღვრო ამოცანა, რომელიც განსაზღვრავს ღეროს წონასწორულ მდგომარეობას.

MECHANICS

D. E. GONIASHVILI

INTENSE BENDING OF ELASTIC-PLASTIC BARS

Summary

A new statement of the problem of intense bending of elastic-plastic bars by concentrated loading, being a generalization of the problems of the theory of elasticity for the elastic-plastic case, is proposed. Using the relations of A. A. Ilyushin's deformation theory of plasticity a nonlinear, boundary problem determining the equilibrium state of a bar is obtained.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. А. Ильюшин. Пластичность. М., 1948.
2. С. П. Тymoшeнko, Дж. Гeрe. Мeхaнeкa мaтeриaлoв М., 1976, 669.
3. Г. И. Бoцвaдзe. Труды VII конференциe мaтeмaтeкoв вузoв ГССР, 1977, 32—33.
4. Г. И. Бoцвaдзe. Труды пeд. инстeтyтoв ГССР, сeриe физикe и мaтeмaтeкe. т. IV, 1978, 219—223.

И. А. ЗОНЕНАШВИЛИ

ОБРАТНАЯ ЗАДАЧА ОБ ЭКВИВАЛЕНТНОМ ПОДКРЕПЛЕНИИ ПЛАСТИН

(Представлено академиком Н. П. Векуа 23.12.1983)

С целью оптимизации пластинчатых контрукций рассматривается обратная задача об эквивалентном подкреплении прямоугольной пластинки, испытывающей двухосное растяжение усилиями $p_0 = \text{const}$ и $q_0 = \text{const}$. Пластинка ослаблена отверстием, криволинейный край которого подкреплён предварительно напряжённым тонким кольцом, к которому приложены внешние нормальные напряжения p . Пусть $\omega(\sigma)$ — конформно отображающая функция контура отверстия на единичную окружность.

Желательно, чтобы в перфорированной пластинке сохранялось напряжённое состояние

$$\sigma_x = p_0, \quad \sigma_y = q_0, \quad \tau_{xy} = 0. \quad (1)$$

Подкрепление, обеспечивающее в пластинке поле напряжения вида (1), т. е. сводящее концентрацию напряжений около отверстия к единице, назовём эквивалентным подкреплением. Как известно [1, 2], решение задачи об эквивалентном подкреплении существует лишь для узкого диапазона нагрузок на пластинку. Перспективным является рассмотрение задач, в которых предполагается, что подкрепляющий стержень предварительно деформирован. Такое предположение позволяет существенно расширить область решения обратных задач об эквивалентном подкреплении.

Настоящая работа является продолжением статьи [3] и в ней сохранены обозначения цитируемой работы. Обратная задача ставится так: для заданного ребра, подкрепляющего край отверстия, требуется определить начальные (порядка упругих перемещений) нормальные смещения v_n точек его оси и приведённую жесткость на растяжение δ_1 , которые при заданной нагрузке обеспечивают в пластинке заданное поле напряжений. v_n определяет начальное отклонение формы ребра от формы подкрепляемого им края отверстия пластинки. Для жесткости δ_1 , определяемого, вообще говоря, с некоторым произволом, получена явная формула, которая выражает ее через известные функции, зависящие от формы подкрепляющего контура, от заданной нагрузки на пластинку и от задаваемого поля напряжений [3]:

$$\delta_1(\theta) = 2 \mu R^2 [\varphi_*(\theta) + A_*(\theta)] / [\beta_2 \rho(\theta) U(\theta)], \quad (2)$$

где $\varphi_*(\theta)$, $A_*(\theta)$, β_2 , $\rho(\theta)$, $U(\theta)$ имеют тот же смысл, что и в работе [3]. Легко видеть, что $\delta_1(\theta)$ и $R\beta_2$ могут быть заданы, вообще говоря, произ-



вольно. Вместо $R\beta_4$ удобное задавать $\delta_1\left(\frac{\pi}{2}\right)$, связь между которыми выражается равенством

$$R\beta_4 = \beta_2 \left[A\rho\left(\frac{\pi}{2}\right) - B\rho(0) \right] / (B - A). \quad (3)$$

Здесь

$$B = \frac{1}{2\mu R^2} \delta_1\left(\frac{\pi}{2}\right) \beta_2 \rho\left(\frac{\pi}{2}\right) U\left(\frac{\pi}{2}\right) - \varphi_*\left(\frac{\pi}{2}\right). \quad (4)$$

Легко проверить, что константа C_3 имеет вид

$$C_3 = -\frac{2\mu R^2 \beta_1}{\beta_2} + \frac{\left[B\rho(0) - A\rho\left(\frac{\pi}{2}\right) \right] \left[\Phi(0) - \delta_1(0)U(0) + 2\mu R^2 \beta_1/\rho(0) \beta_2 \right] \rho(0)}{A \left[\rho(0) - \rho\left(\frac{\pi}{2}\right) \right]}, \quad (5)$$

$$\rho(0) \neq \rho\left(\frac{\pi}{2}\right).$$

Вычисление предварительных перемещений v_n сводится к интегрированию дифференциального уравнения второго порядка с переменными коэффициентами [3].

Искомую функцию v_n представим в виде

$$V_n = \Phi_1(\theta) + C_3 \Phi_2(\theta), \quad (6)$$

где

$$\begin{aligned} \Phi_1(\theta) = & (\rho_0 + q_0) V_{n1} + (q_0 - \rho_0) V_{n2} + \frac{\rho}{\delta_2} V_{n3} + \\ & + \frac{\rho_0 + q_0}{\delta_2} V_{n4} + \frac{q_0 - \rho_0}{\delta_2} V_{n5}, \quad \Phi_2(\theta) = \frac{1}{\delta_2} V_{n6}. \end{aligned} \quad (7)$$

Здесь V_{nk} ($k = \overline{1, 6}$) — решение дифференциального уравнения

$$2\mu R \left(\frac{d^2 V_{nk}}{d\theta^2} - \frac{1}{|\omega'|} \frac{d|\omega'|}{d\theta} \frac{dV_{nk}}{d\theta} - \frac{|\omega'|^2}{\rho^2} V_{nk} \right) = A_k(\theta); \quad (8)$$

$$(k = \overline{1, 6}).$$

$A_k(\theta)$ — известные функции геометрических параметров контура отверстия пластинки.

Уравнения (8) решаем методом рядов Фурье. В результате относительно коэффициентов разложения a_j^k ($k = \overline{1, 6}$, $j = 1, 2, \dots$) искомых функций V_{nk} получаем регулярную бесконечную систему линейных алгебраических уравнений для каждого k ($k = \overline{1, 6}$), которые решаются методом редукции.

После определения V_{nk} ($k = \overline{1, 6}$) функцию V_n находим по формуле (6).

В виде примера рассмотрены задачи об эквивалентном подкреплении прямоугольной пластинки с эллиптическим, квадратным и треугольным от-

вертием при двухосном растяжении усилиями p_0 и q_0 . Приближенные значения функции $\Phi_k(\theta)$ $k=1, 2$) имеют вид

$$\Phi_1(\theta) = 2 \sum_{m=0}^n \left[(p_0 + q_0) \left(a_m^{(1)} + \frac{a_m^{(4)}}{\delta_2} \right) + (q_0 - p_0) \left(a_m^{(2)} + \frac{a_m^{(5)}}{\delta_2} \right) + \frac{p}{\delta_2} a_m^{(3)} \right] \cos m\theta,$$

$$\Phi_2(\theta) = \frac{1}{\delta_2} \sum_{m=0}^n a_m^{(6)} \cos m\theta.$$

Значения коэффициентов $a_m^{(k)}$ выписаны в табл. 1—3 для всех трех случаев формы отверстия.

Таблица 1

Эллипт. отверстие	$k=1$	$k=2$	$k=3$	$k=4$	$k=5$	$k=6$
$a_0^{(k)}$	-0,1525	1,2635	0,8692	1,0865	6,9802	-2,2753
$a_1^{(k)}$	0,12904	-0,6347	-0,6041	-0,7551	-4,9185	1,51615
$a_2^{(k)}$	-0,0059	-0,2423	0,1784	0,2230	1,5425	0,3270
$a_3^{(k)}$	0,00318	-0,0393	-0,0178	-0,0223	-0,1782	-0,02463

Таблица 2

Квадр. отверстие	$k=1$	$k=2$	$k=3$	$k=4$	$k=5$	$k=6$
$a_0^{(k)}$	0,0932	0,01942	-0,04134	0,00072	11,6284	0,3156
$a_1^{(k)}$	0,00164	-0,9724	0,00078	0,0835	0,3211	-0,00898
$a_2^{(k)}$	-0,00034	-0,2227	-0,00004	-0,01638	0,19258	-0,00384
$a_3^{(k)}$	0,0080	0,0037	-0,0586	0,0006	7,5243	0,2886
$a_4^{(k)}$	0,00004	-0,11078	-0,00004	0,0006	0,0318	-0,00028
$a_5^{(k)}$	0,00003	-0,06874	0,00002	0,0004	0,0116	-0,00018
$a_6^{(k)}$	0,00001	0,0009	0,00001	0,00008	0,0067	-0,00005

Таблица 3

Треугол. отверстие	$k=1$	$k=2$	$k=3$	$k=4$	$k=5$	$k=6$
$a_0^{(k)}$	0,1505	-0,0135	-0,268	-0,1687	17,2434	0,8558
$a_1^{(k)}$	0,00878	-0,0456	-0,005	-0,0098	-3,2539	0,1050
$a_2^{(k)}$	0,00252	0,08525	-0,0005	-0,1438	-1,8502	0,05872
$a_3^{(k)}$	0,00140	-0,00798	-0,0005	-0,0022	-0,5880	0,0188
$a_4^{(k)}$	0,00043	-0,00086	-0,0004	-0,0298	-5,1973	0,1497
$a_5^{(k)}$	0,00026	-0,00044	-0,0001	-0,00032	-0,0946	0,0031
$a_6^{(k)}$	0,00012	-0,00024	-0,00008	-0,00016	-0,0436	-0,00164

Полученное решение (2), (6) сохраняет, очевидно, силу и в том случае, когда пластинка ослаблена несколькими произвольно расположенными отверстиями разных очертаний.

ი. ზონენაშვილი

შებრუნებადი ამოცანა ფირფიტის ეკვივალენტური გამაგრების
 შესახებ

რეზიუმე

თხელი დრეკადი ფირფიტების ოპტიმალური განაგარიშების მიზნით შესწავლილია დრეკადობის ბრტყელი განზოგადებული თეორიის შებრუნებული ამოცანა ეკვივალენტური გამაგრების შესახებ მრუდწრიული ზერელის მქონე მართკუთხა ფირფიტისათვის.

THEORY OF ELASTICITY

I. A. ZONENASHVILI

AN INVERSE PROBLEM OF EQUIVALENT STRENGTHENING OF PLATES

Summary

An inverse problem of equivalent strengthening of a rectangular plate having curved holes with a prestressed rib has been studied with a view to optimizing plate structures.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. Н. Савин, Н. П. Флейшман. Пластинки и оболочки с ребрами жесткости. Киев, 1964.
2. Н. П. Флейшман. Доповіді та повідомлення. Львов. держ. ун. вып. 4, ч. II, 1953.
3. Н. П. Флейшман, И. А. Зоненашвили, А. Г. Зиневич. Сообщения АН ГССР, 113, № 2, 1984.



ТЕОРИЯ УПРУГОСТИ

Л. Г. ДОБОРДЖИНИДЗЕ

ОБ ОДНОЙ ПЛОСКОЙ ОБРАТНОЙ ЗАДАЧЕ НЕЛИНЕЙНОЙ ТЕОРИИ УПРУГОСТИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Ш. Г. Напетваридзе 22.12.1983)

Рассматривается плоская обратная задача нелинейной теории упругости для материалов гармонического вида [1, 2]. Для классического линейно-упругого тела Гука эта задача решена в [1].

Пусть в бесконечной плоскости переменной $z = x + iy$ из указанного нелинейно-упругого материала сделаны ряд криволинейных отверстий L_k ($k=1, \dots, n$) [3]. Обозначим $L = L_1 + \dots + L_n$ и предположим, что

$$\sigma_n = P_0, \quad \tau_n = \tau_0 \quad \text{на} \quad L, \quad (1)$$

$$X_x^{(\infty)} = P_1, \quad Y_y^{(\infty)} = P_2, \quad X_y^{(\infty)} = \tau_1 \quad \text{на} \quad \text{бесконечности}, \quad (2)$$

где σ_n, τ_n — нормальное и касательное напряжения, приложенные к точкам L ; X_x, Y_y, X_y — составляющие тензора напряжений [4]. Требуется определить форму и взаимное расположение отверстий так, чтобы тангенциальное нормальное напряжение σ_t на контурах этих отверстий принимало одинаковое для всех L_k постоянное значение, т. е.

$$\sigma_t = \sigma = \text{const} \quad \text{на} \quad L, \quad (3)$$

где постоянная σ подлежит определению. Такие отверстия называются равнопрочными [1].

Ниже будем считать, что все контуры отверстий имеют общую ось симметрии, пересекающую их, или рассматриваемая многосвязная область обладает циклической симметрией.

Для решения задачи воспользуемся комплексными представлениями полей упругих элементов для гармонического материала, через аналитические в рассматриваемой двумерной области S функции $\varphi(z), \psi(z)$ [5]

$$\begin{aligned} X_x + Y_y + 4\mu &= \frac{\lambda + 2\mu}{V I} q \Omega(q), \\ Y_y - X_x - 2i X_y &= -\frac{4(\lambda + 2\mu)}{V I} \frac{\Omega(q)}{q} \frac{\partial z^*}{\partial z} \frac{\partial z^*}{\partial \bar{z}}, \end{aligned} \quad (4)$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial z^*}{\partial z} &= \frac{\mu}{\lambda + 2\mu} [\varphi'(z)]^2 + \frac{\lambda + \mu}{\lambda + 2\mu} \frac{\varphi'(z)}{\varphi'(z)}, \\ \frac{\partial z^*}{\partial z} &= -\frac{\lambda + \mu}{\lambda + 2\mu} \left[\frac{\varphi(z) \overline{\varphi'(z)}}{\varphi'^2(z)} - \overline{\psi'(z)} \right]. \end{aligned} \quad (5)$$

Здесь введены обозначения ($z^* = z + u + iv$)

$$\sqrt{T} = \frac{\partial z^*}{\partial z} \frac{\partial \bar{z}^*}{\partial \bar{z}} - \frac{\partial z^*}{\partial \bar{z}} \frac{\partial \bar{z}^*}{\partial z}, \quad q = 2 \left| \frac{\partial z^*}{\partial z} \right|, \quad \Omega(q) = q - \frac{2(\lambda + 2\mu)}{\lambda + \mu}, \quad (6)$$

где u, v — компоненты вектора упругих смещений; λ, μ — упругие постоянные Ламе.

Комплексные потенциалы $\varphi(z)$ и $\psi(z)$ при достаточно больших $|z|$ имеют асимптотику

$$\varphi(z) = a_0 z + O(z^{-1}), \quad \psi(z) = b_0 z + O(z^{-1}), \quad (7)$$

где

$$a_0 = \sqrt{\frac{\lambda + \mu}{\mu} \cdot \frac{2\mu(N_1 + N_2) + N_1 N_2 + 4\mu^2}{\lambda(N_1 + N_2) - N_1 N_2 + 4\mu(\lambda + \mu)}}; \\ b_0 = \sqrt{\frac{(\lambda + 2\mu)(N_1 - N_2)e^{i\alpha}}{\lambda(N_1 + N_2) - N_1 N_2 + 4\mu(\lambda + \mu)}}} \quad (8)$$

N_1, N_2 — главные напряжения на бесконечности, а α — угол, который главная ось, соответствующая N_1 , образует с осью Ox

$$N_1 - N_2 = (X_x - Y_y - 2iX_y) e^{i\alpha}. \quad (9)$$

Из (1) и (4) следует, что

$$|\varphi'(z)| = \sqrt{\frac{(\lambda + \mu)[(P_0 + 2\mu)(\sigma + 2\mu) - \tau_0^2]}{\mu[(\lambda + 2\mu)(P_0 + \sigma + 4\mu) - (P_0 + 2\mu)(\sigma + 2\mu) + \tau_0^2]}} = h_0 \text{ на } L. \quad (10)$$

Краевая задача (10) на основании (7) имеет решение

$$\varphi(z) = h_0 z \in S. \quad (11)$$

Из сравнения (7) и (11) следует равенство $a_0 = h_0$, что на основании (8) (10) приводит к соотношению

$$\sigma = \frac{4\mu^2(N_1 + N_2) + (P_0 + 4\mu)N_1 N_2 - 4\mu^2 P_0 + (N_1 + N_2 + 4\mu)\tau_0^2}{P_0(N_1 + N_2) - N_1 N_2 + 4\mu(P_0 + \mu)}. \quad (12)$$

По линейной классической теории известно

$$\sigma = N_1 + N_2 - P_0. \quad (13)$$

Обратимся теперь ко второму равенству (4) и учтем в нем (5), (6) и (11). Тогда после некоторых вычислений, получим на L

$$\psi'(z) e^{i\alpha} = \frac{(\lambda + 2\mu)(P_0 - \sigma - 2i\tau_0)(N_1 + N_2 + 4\mu)^2 [(\sigma + 2\mu)(P_0 + 2\mu) - \tau_0^2]}{(\sigma + P_0 + 4\mu)^2 [\lambda(N_1 + N_2) - N_1 N_2 + 4\mu(\lambda + \mu)] [2\mu(N_1 + N_2) + N_1 N_2 + 4\mu^2]} = h. \quad (14)$$

Предположим, что функция

$$z = \omega(\zeta) = R\zeta + O(\zeta^{-1}) \quad / \exp 2i\alpha = -\overline{\omega'(\zeta)} / \overline{\omega'(\bar{\zeta})} / \quad (15)$$

реализует конформное и взаимно однозначное отображение области S на плоскость вспомогательной переменной $\zeta = \xi + i\eta$ с разрезами $\gamma_i = a_i b_i$ ($i = 1, \dots, n$) вдоль действительной оси $O\xi$. Совокупность этих разрезов обозначим через Γ и в преобразованной области для рассматриваемых функции сохраним прежние обозначения. Тогда будем иметь

$$\psi'(\sigma) = -h \overline{\omega'(\sigma)} \quad \text{на } \Gamma, \quad (16)$$

или с учетом условий $\omega(\zeta) = \overline{\omega(\zeta)}$

$$\begin{aligned} [\phi'(\sigma) + h\omega'(\sigma)]^+ + [\phi'(\sigma) + h\omega'(\sigma)]^- &= 0, \\ [\phi'(\sigma) - h\omega'(\sigma)]^+ - [\phi'(\sigma) - h\omega'(\sigma)]^- &= 0 \text{ на } \Gamma. \end{aligned} \quad (17)$$

Неограниченное на концах Γ решение этой задачи, с учетом (7) и (15), имеет вид (мы полагаем, что при $\zeta = \infty$ $\omega'(\zeta) = R$, где R —действительная постоянная)

$$\phi'(\zeta) = \frac{R(b_0 - h)}{2} + \frac{1}{2} \frac{R(b_0 + h)\zeta^n + C_1 \zeta^{n-1} + \dots + C_n}{\sqrt{(\zeta - a_1)(\zeta - b_1) \dots (\zeta - a_n)(\zeta - b_n)}}, \quad (18)$$

$$\omega'(\zeta) = -\frac{R(b_0 - h)}{2h} + \frac{1}{2h} \frac{R(b_0 + h)\zeta^n + C_1 \zeta^{n-1} + \dots + C_n}{\sqrt{(\zeta - a_1)(\zeta - b_1) \dots (\zeta - a_n)(\zeta - b_n)}}, \quad (19)$$

где C_1, \dots, C_n суть произвольные постоянные. Они должны быть определены из условия однозначности функции $\omega(\zeta)$ в рассматриваемой многозначной области. Этим задача решена.

Рассмотрим случай одного отверстия ($n=1$, $a_1=a$, $b_1=b$). Тогда, принимая во внимание условие однозначности функции $\omega(\zeta)$ в области вне разреза $\gamma=ab$, из (19) получаем

$$\omega(\zeta) = \frac{R}{2} \left[\delta \zeta + \beta \sqrt{(\zeta - a)(\zeta - b)} \right], \quad (20)$$

где

$$\delta = 1 - \frac{b_0}{h}, \quad \beta = 1 + \frac{b_0}{h}. \quad (21)$$

Следовательно, в рассматриваемом случае контуры искомого отверстия представляют собой однопараметрическое семейство подобных эллипсов. Значит, по нелинейной теории, по сравнению с линейной форма контуров сохраняется, но меняются их геометрические характеристики, определяемые величинами δ и β .

После определения $\varphi(z)$, $\psi(z)$ и $\omega(\zeta)$ из (4), (5), (6) вычислительными операциями находим все искомые характеристики задачи.

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

(Поступило 22.12.1983)

დრეკადობის თეორია

ლ. დობოჯიანიძე

დრეკადობის არაწრფივი თეორიის ერთი ბრტყელი უმბრუნებელი ამოცანის შესახებ

რეზიუმე

პარამონული ტიპის მასალისათვის განხილულია დრეკადობის არაწრფივი თეორიის ბრტყელი უმბრუნებელი ამოცანა ზვრელების თანაბრადმტვიცე კონტურების განსაზღვრის შესახებ.

L. G. DOBORJGINIDZE

ON ONE PLANE INVERSE PROBLEM OF THE NONLINEAR
THEORY OF ELASTICITY

Summary

The paper considers a plane inverse problem of the nonlinear theory of elasticity for harmonic-type materials, concerned with the determination of equally strong contours of holes.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. П. Черепанов. ПММ, т. 38, вып. 6, 1974, 963—979.
2. F. John. Communications on Pure and Applied Mathematics, 13, № 2, 1960, 239-296.
3. А. И. Лурье. Нелинейная теория упругости. М., 1980, 512.
4. Н. И. Мусхелишвили. Некоторые основные задачи математической теории упругости. М., 1966, 707.
5. Л. Г. Доборджинидзе. Труды Тбил. матем. ин-та, LXI, 1979, 37—48.

А. Е. КИПИАНИ, Р. А. ЦАКАДЗЕ, Н. Ф. ЧКУАСЕЛИ

О НЕКОТОРЫХ СВОЙСТВАХ МОНОТОННЫХ СИСТЕМ

(Представлено академиком В. К. Чичинадзе 28.11.1983)

Заданы инъективное семейство объектов $W = \{\alpha_i; 1 \leq i \leq N\}$, множество их признаков $Y = \bigcup_i y_i$, где y_i — набор признаков, соответствующий i -му элементу из W , и матрица соответствия $\Phi = \|\varphi_{ij}\|_M^N$, где $M = |Y|$,

$$\varphi_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{если } j\text{-и признак есть у } i\text{-го объекта,} \\ 0 & \text{в противном случае} \end{cases}$$

Функция $\pi: (W \times B(W)) \rightarrow R$, где $B(W)$ — булеан W , называется монотонной, если

$\pi(\alpha_i, H) \geq \pi(\alpha_i, H \setminus \{\alpha_j\})$ (соответственно $\pi(\alpha_i, H) \leq \pi(\alpha_i, H \setminus \{\alpha_j\})$) для любого $H \subset W$ и для любых $i, j \in \{1, \dots, N\}$.

Такие структуры, имеющие весьма важные приложения (см. [1, 2]), впервые были исследованы в работах [1, 3—5]. Нашей целью является дальнейшее изучение этих структур, особенно в одном частном случае, впервые приведенном и рассмотренном в работе [1].

Четверку (W, Y, Φ, π) назовем монотонной системой.

Обозначим: $F(H) = \min_{\alpha_i} \pi(\alpha_i, H)$, $(F(H) = \max_{\alpha_j} \pi(\alpha_j, H))$. По определению (см. [3]), ядром монотонной системы является такое подмножество $G \subset W$, что

$$F(G) = \max_H F(H) = \max_H \min_{\alpha_i} \pi(\alpha_i, H), \quad (F(G) = \min_H F(H) = \min_H \max_{\alpha_i} \pi(\alpha_i, H)).$$

В [3—5] доказываются существование и единственность ядра любой монотонной системы. Ограничимся рассмотрением монотонно возрастающих систем.

Для эффективного вычисления ядра в [1, 3—5] строится так называемая определяющая последовательность $I = \{\alpha_{i_1}, \alpha_{i_2}, \dots, \alpha_{i_N}\}$ всех элементов из W таким образом, что

$$\forall k \in \{1, \dots, N\} (\pi(\alpha_{i_k}, H_k) = \min_{\alpha_i} \pi(\alpha_i, H_k)),$$

$$\text{где } H_k = \{\alpha_{i_k}, \alpha_{i_{k+1}}, \dots, \alpha_{i_N}\}.$$

По этой последовательности выстраивается последовательность порогов $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \dots, \varepsilon_p$, где ε_j — значение функции F на множестве H_j , где она достигает локального максимума (см. [1]); $\varepsilon_1 < \varepsilon_2 < \dots < \varepsilon_p$.

По теореме о существовании и единственности ядра для монотонной системы из [3—5], ядром служит множество $G_1 = H_m$ с максимальным пороговым значением ε_p функции F : $\varepsilon_p = F(H_m) = \max_H F(H)$.



Элемент α_{i_m} , на котором функция $F(H)$ достигает порогового значения ε_p , обозначим через g .

Для приложений важное значение имеет рассмотренное в [2] понятие локального преобразования.

Определение. Локальным будем называть такое преобразование монотонной системы (W, Y, Φ, π) , при котором в матрице Φ меняется только одна l -я строка заменой некоторого числа нулей единицами (или единиц нулями). Локальное преобразование называется допустимым, если вследствие преобразования ядро системы (W, Y, Φ, π) увеличивается (уменьшается) не более чем на один элемент l .

Исследуем необходимые и достаточные условия для осуществления допустимых локальных преобразований в случае, когда функция π имеет вид

$$\pi(i, H) = |y_i \setminus \bigcap_j y_j|^{(1)}.$$

В работе [3—5] рассмотрена эта задача и получены достаточные условия ее решения.

Через l' , как правило, будем обозначать элемент, полученный из l путем локального преобразования системы, а через $v_{l'}$ — геометрическую разность подмножеств y_l и $y_{l'}$ множества $Y: v_{l'} = y_l \Delta y_{l'}, v_{l'} \subset Y$.

Приведем несколько предложений, используемых при доказательстве основной теоремы.

Предложение 1. Пусть $I = \langle i_1, i_2, \dots, i_N \rangle$ — определяющая последовательность, тогда

$$|y_{i_1}| \leq |y_{i_2}| \leq \dots \leq |y_{i_N}|. \quad (1)$$

Если на элементе i_k функция $\pi(i, H_k)$ достигает порогового значения, то имеет место неравенство

$$|y_{i_{k-1}}| < |y_{i_k}|. \quad (2)$$

Следующее предложение дает достаточное условие для допустимого локального преобразования, полученного в [2] (теорема 1).

Предложение 2. Локальное преобразование монотонной системы, при котором набор признаков l -го объекта, не входящего в ядро системы, расширяется так, что для нового объекта l' выполняется равенство

$$\pi(l', G \cup \{l'\}) = \pi(g, G \cup \{l'\}), \quad (3)$$

является допустимым, и ядром новой системы служит $G \cup \{l'\}$.

Предложение 3. Если вследствие допустимого локального преобразования элемент l' вошел в ядро системы (W', Y, Φ', π) , то

$$\pi(l', G \cup \{l'\}) \geq \pi(g, G). \quad (4)$$

Пусть порог ε_{p-1} достигается на множестве H_h , т. е. $\varepsilon_{p-1} = \pi(ih, H_h)$. Обозначим

$$\delta_i = \max(\pi(i_h, H_h) + |\bigcap H_h \setminus y_i|, \dots, \pi(i_{m-1}, H_{m-1}) + |\bigcap H_{m-1} \setminus y_i|).$$

Предложение 4. Если допустимое локальное преобразование системы (W, Y, Φ, π) таково, что элемент l' , полученный из элемента l

(¹ В дальнейшем для простоты записи элементы α_i множества W отождествим с их начальными номерами i .)

расширением набора признаков y_l до y_l' , принадлежит ядру новой системы (W', Y, Φ', π) , то

$$|v_{l'}| \geq \delta_l - \pi(l, G \cup \{l\}) + 1. \quad (5)$$

Предложение 5. Если $l \notin G$, то $|y_l| + |\cap G \setminus y_l| < |y_g|$. Если y_l расширить до y_l' так, что $v_{l'} = \cap G \setminus y_l$, то это локальное преобразование допустимо и ядром новой системы является G .

Замечание. Если в условиях предложения 5 равенство $v_{l'} = \cap G \setminus y_l$ заменить включением $v_{l'} \subset \cap G \setminus y_l$, то заключение предложения, вообще говоря, не верно и имеет место

Предложение 5'. Если $v_{l'} \subset \cap G \setminus y_l$ и l' принадлежит ядру новой системы, то это локальное преобразование не является допустимым.

Легко привести пример, когда $v_{l'} \subset \cap G \setminus y_l$ и локальное преобразование не допустимо, что опровергает замечание в [2] (стр. 123, последний абзац).

Имея в виду предложение 5, для $l \notin G$ локальное преобразование, заключающееся в расширении y_l до $y_l \cup (\cap G \setminus y_l)$, является допустимым и не изменяет ядро. Поэтому в определенном смысле оправдано изучение только тех локальных преобразований, при которых набор признаков y_l элемента l расширяется за счет признаков из множества $Y_l^+ = Y \setminus (\cap G \setminus y_l)$.

С помощью приведенных выше предложений доказывается следующая

Теорема. Для того чтобы локальное преобразование системы (W, Y, Φ, π) , заключающееся в замене элемента $l \notin G$ элементом l' , было допустимым и ядром новой монотонной системы (W', Y, Φ', π) являлось $G \cup \{l'\}$, необходимо и достаточно такое расширение набора признаков y_l элемента l на минимальное число признаков $|v_{l'}|$ из множества Y_l^+ , что

$$|v_{l'}| = \max(|y_{i_{m-1}}| - |y_l| + 1, \delta_l - \pi(l, G \cup \{l\}) + 1, |y_g| - |y_l| - |\cap G \setminus y_l|). \quad (6)$$

Доказательство теоремы опускается.

Академия наук Грузинской ССР
Институт кибернетики

ГКНТ ГССР
Институт управления
народным хозяйством

(Поступило 2.12.1983)

კიბერნეტიკა

ა. ყიფიანი, რ. წაბაძე, ნ. ბაუასელი

მონოტონური სისტემების ზოგიერთი თვისების შესახებ

რეზიუმე

ნაშრომში გამოკვლეულია [1, 3]-ში შემოტანილი მონოტონური სისტემების მიღებულია განსახილავი მონოტონური სისტემების დასაშვები ლოკალური გარდაქმნისათვის აუცილებელი და საკმარისი პირობები.

А. Е. КИПИАНИ, Р. А. TSAKADZE, Н. Ф. CHKUASELI

ON SOME CHARACTERISTICS OF MONOTONOUS SYSTEMS

Summary

Further investigation of the monotonous systems introduced in [1], [3] is suggested. The necessary and sufficient conditions are obtained for admissible local transformations of the monotonous systems studied.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Е. Н. Кузнецов. Автоматика и телемеханика, № 10, 1980.
2. Е. Н. Кузнецов, И. Б. Мучник. Автоматика и телемеханика, № 10, 1982.
3. И. Э. Мулла т. Автоматика и телемеханика, № 5, 1976.
4. И. Э. Мулла т. Автоматика и телемеханика, № 8, 1976.
5. И. Э. Мулла т. Автоматика и телемеханика, № 1, 1977.



Г. Г. ЧУМБУРИДZE

ОБ ОДНОМ МЕТОДЕ РЕШЕНИЯ НЕЛИНЕЙНЫХ СИСТЕМ
 ОБЫКНОВЕННЫХ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ

(Представлено академиком В. К. Чичинадзе 18.10.1983)

Пусть задана система дифференциальных уравнений:

$$\begin{aligned} \dot{f}_i(t, y_1, y_2, \dots, y_n, y'_1, y'_2, \dots, y'_n) &= 0, \\ i &= 1, n; \quad t \in [0, 1] \end{aligned} \quad (1)$$

которая имеет единственное решение при начальных условиях

$$y_i(0) = y_{0i}; \quad i = 1, n. \quad (2)$$

Решение системы будем искать в классе сигнмов

$$y_i(t) = y_{0i} + \sum_{k=1}^{N_i} \sigma_{ik} t^{\beta_{ik}}, \quad i = 1, n. \quad (3)$$

Подставляя (3) в исходную систему, получаем систему алгебраических уравнений относительно α_i и β_i

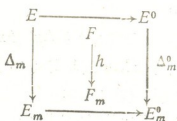
$$\begin{aligned} \varphi_i(t, \alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n) &= 0, \\ i &= 1, n; \quad t \in [0, 1] \end{aligned} \quad (4)$$

Решения системы (4) будем искать из соотношения

$$\min_{A \in \Omega_\alpha, B \in \Omega_\beta} \|\Phi(t, A, B)\|. \quad (5)$$

Решая задачу (5), находим значения α_i^* и β_i^* определяя тем самым конкретный вид функции (3), представляющую собой приближенное решение исходной задачи. Интуитивно существование приближенного решения вида (3) задачи (1), (2) следует из того факта, что для любой непрерывной функции существует сигном наилучшего приближения. Приведем доказательство этого положения. С этой целью опишем метод дискретизации исходной задачи (1) (2), следуя терминологии и обозначениям [1].

Элементы диаграммы связи исходной и дискретной задачи



будем определять следующим образом:

$$E^0 = E = \{[C^{(1)}[0, 1]]\}^n;$$

$$E_m = \left\{ (g_1, g_2, \dots, g_n) : g_i = y_{0i} + \sum_{k=1}^m \alpha_{ik} t^{\beta_{ik}}; \{\alpha_{ik}\} \in \Omega_\alpha, \{\beta_{ik}\} \in \Omega_\beta \right\}.$$

Норма пространств E , E_0 , E_m^0 , E_m определяется таким образом:

$$\|Y\| = \max_i \left(\max_{t \in [0,1]} |y_1(t)|, \max_{t \in [0,1]} |y_2(t)|, \dots, \max_{t \in [0,1]} |y_n(t)| \right);$$

$$\Delta_m^0(\varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_n) = (\varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_n),$$

$\Delta_m X = (y_1, y_2, \dots, y_n)$, где y_i — сигнал наилучшего приближения x_i , $i=1, n$.

$$F_m(Y) = (f_1(Y) - f_1^0, f_2(Y) - f_2^0, \dots, f_n(Y) - f_n^0),$$

$$f_i(Y) = f_i(t, y_1, y_2, \dots, y_n, y'_1, y'_2, \dots, y'_n), \quad i = 1, n,$$

$$f_i^0 = f_i(t, \bar{y}_1, \bar{y}_2, \dots, \bar{y}_n, \bar{y}'_1, \bar{y}'_2, \dots, \bar{y}'_n), \quad i = 1, n$$

$$\|f_i(t, \bar{Y})\| = \min_{A, B \in \Omega} \|f_i(t, y_1, y_2, \dots, y_n, y'_1, y'_2, \dots, y'_n)\|.$$

В этом случае решение векторного уравнения

$$F_m(Y) = 0$$

является решением дискретной задачи

$$F_m : E_m \rightarrow E_m^0.$$

Можно доказать, что описанный метод дискретизации согласован с $\mathfrak{B} = \{E, E^0, F\}$.

Кроме того, имеет место следующая

Теорема. Пусть функции F и F_m непрерывно дифференцируемы по Гато, и пусть $F'(z) \neq 0$, где z — точное решение задачи (1), (2).

Тогда описанный метод дискретизации устойчив на \mathfrak{B} .

Доказательство. В силу непрерывности $F'(z)$ и $F'(z) \neq 0$ имеем

$$\exists R, \xi \in \bar{B}_R(z) \Rightarrow F'(\xi) \neq 0, \text{ где } \bar{B}_R(z) = \{\xi : \|\xi - z\| \leq R\}.$$

Тогда обозначив через

$$C_0 = \frac{\inf_{\xi \in \bar{B}} \|F'(\xi)\|}{\sup_{\xi \in \bar{B}_R} \|\xi\|},$$

будем иметь

$$\|F'(\xi)\| \geq C_0 \cdot \|\xi\|, \quad \forall \xi, \xi \in \bar{B}_R. \quad (6)$$

Далее можно написать, что

$$g(F(x_0 + \Delta x) - F(x_0)) = g(F'(x_0 + \theta \cdot \Delta x)(\Delta x)), \quad (7)$$

где g — линейный функционал, $g \in E_0^*$, $\theta \in (0, 1)$ (см. [2]).

Для $x_0 + \theta \cdot \Delta x \in \bar{B}_R$ в силу (6), (7) имеем

$$|g(F(x_0 + \Delta x) - F(x_0))| \geq C_0 \|\Delta x\|.$$

Выборем g так, что $g \neq 0$ и

$$|g(F(x_0 + \Delta x) - F(x_0))| = \|g\| \cdot \|F(x_0 + \Delta x) - F(x_0)\|$$

(см. [2]). Тогда получим

$$\|F(x) - F(x_0)\| \geq \frac{C_0}{\|g\|} \cdot \|x - x_0\|,$$

т. е.

$$\|F(\xi) - F(\eta)\| \geq S \|\xi - \eta\|, \text{ для } \xi, \eta \in \bar{B}_R(z).$$

Так как $\Delta_m z \rightarrow z$ при $m \rightarrow \infty$, то существует B_R^m такое, что при $m \geq m_0$ $B_R^m(\Delta_m z) \subset \bar{B}_R(z)$ и, следовательно,

$$\|F_m(\xi_m) - F_m(\eta_m)\| \geq S \|\xi_m - \eta_m\| \text{ для } \xi_m, \eta_m \in B_R^m.$$

Этим устойчивость метода доказана. Наконец, из согласованности и устойчивости метода дискретизации следует сходимость и существование и единственность решения дискретной задачи.

Задачу (5) будем решать методом Ψ -преобразования [3].

ГКНТ Грузинской ССР
Институт управления
народным хозяйством

(Поступило 27.10.1983)

კიბერნეტიკა

ბ. ხუმბურიძე

არაწრფივ ჩვეულებრივ დიფერენციალურ განტოლებათა სისტემის ამოხსნის ერთი მეთოდის შესახებ

რეზიუმე

ნაშრომში მოცემულია არაწრფივ ჩვეულებრივ დიფერენციალურ განტოლებათა სისტემის მიახლოებითი ამოხსნის მეთოდი სიგნომების კლასში. დამტკიცებულია შემოთავაზებული მეთოდის მდგრადობა და კრებადობა. სიგნომის კონკრეტული სახის მისაღებად საჭიროა შესაბამისი პარამეტრების დადგენა, რაც მიიღწევა სათანადო მინიმაქსის ამოცანის ამოხსნით. ეს უკანასკნელი ამოცანა შეიძლება ამოიხსნას Ψ -გარდაქმნის მეთოდის გამოყენებით.

CYBERNETICS

G. G. CHUMBURIDZE

ON A METHOD OF SOLVING SYSTEMS OF NONLINEAR ORDINARY DIFFERENTIAL EQUATIONS

Summary

A method of solving systems of nonlinear ordinary differential equations in the signom class is discussed. The stability and convergence of the proposed discretization method is proved. The estimation of respective parameters is carried out by the Ψ -transformation method.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Х. Штетер. Анализ методов дискретизации для обыкновенных дифференциальных уравнений. М., 1978.
2. Л. В. Канторович, Г. П. Акилов. Функциональный анализ. М., 1977.
3. В. К. Чичинадзе. Решение невыпуклых нелинейных задач оптимизации, М., 1983.



З. Ш. НАДИРАШВИЛИ, Г. К. ТВАЛАШВИЛИ, [Дж. С. ЦАКАДЗЕ],
С. Дж. ЦАКАДЗЕ, А. Ю. ШТАЕРМАН

КРИОАДСОРБЦИОННЫЙ НАСОС С МЕХАНИЧЕСКИМ ТЕПЛОВЫМ КЛЮЧОМ

(Представлено академиком Э. Л. Андроникашвили 10.9.1983)

Криоадсорбционные насосы в вакуумной и низкотемпературной технике применяются давно. Однако широкое распространение они получили лишь в последнее время, после того, как удалось создать их простые и надежные модели (см., например, [1]).

Работа криоадсорбционных насосов основана на явлении конденсации газообразного вещества, по крайней мере, в виде монослоя на охлажденную твердую поверхность. Поэтому, в качестве адсорбентов применяются вещества с сильно развитой поверхностью, такие как активированный уголь или силикагель. Имея достаточно большую удельную поверхность $\sim 10^3 \text{M}^2/\text{г}$ (при плотности 0,4--0,6 г/см³), активированный уголь поглощает меньшее количество влаги и поэтому при использовании в качестве адсорбента имеет важное преимущество перед силикагелем.

При конструировании угольных криоадсорбционных насосов возникает сложная задача эффективного охлаждения адсорбента, что вследствие его плохой теплопроводности трудно осуществить. В последних конструкциях угольных криоадсорбционных насосов, как правило, адсорбент размещается в виде монослоя на хорошо охлаждаемую медную поверхность [1].

Охлажденный до $T=4,2$ К грамм угля поглощает ~ 400 см³ газообразного гелия (находящегося при нормальных условиях). При отогреве до $T \sim (30^\circ\text{--}40)$ К уголь почти полностью отдает поглощенный гелий [2].

Обладая большой скоростью откачки, высоким начальным давлением и значительной газоемкостью, криоадсорбционные насосы с успехом могут заменить сложную и громоздкую вакуумную установку для циркуляции ³He в обычных холодильниках разворения [3]. Кроме того, из-за отсутствия движущихся частей криоадсорбционный насос не является источником механических шумов, столь нежелательных для сверхнизкотемпературных установок. Адсорбент насоса обеспечивает также высококачественную очистку циркулирующего газа.

Из табличных данных работы [2] известно, что вязкость газообразного гелия при $T \approx 4$ К в 20 раз, а удельный объем 70 раз меньше, чем при $T \approx 300$ К. Поэтому при гелиевых температурах падение давления на концах трубопровода в 1400 раз меньше, чем при комнатных температурах. Это обстоятельство позволяет трубопровод криоадсорбционного насоса выполнить из труб с $\Phi \approx 1$ см, тогда, как при использовании обычной вакуумной установки, находящейся при комнатных температурах, эквивалентный трубопровод должен иметь диаметр несколько десятков сантиметров. Оценим дополнительный расход жидкого гелия при работе угольного адсорбционного насоса. Теплота адсорбции гелия составляет $Z=700$ Дж/моль. Теплота испарения

жидкого гелия при $T \approx 4$ К равна $l = 22$ Дж/г. Таким образом, при поглощении углем I моля гелия будет испаряться ~ 225 см³ жидкого гелия.

В настоящей работе описывается угольный криоадсорбционный насос с механическим тепловым ключом, спроектированный и изготовленный нами для Тбилисской сверхнизкотемпературной установки «Вихрь», предназначенной для исследований свойств вращающихся фаз сверхтекучего ³He.

Схематический чертеж насоса приведен на рис. 1. Активированный уголь размещается в кольцевых полостях (через одну), между коаксиальными медными цилиндрами — 1. Расстояние между цилиндрами равно 4 мм, а средний размер зерен угля $\sim 1,5$ мм, так что каждая холодная стенка соприкасается с монослоем угля. (В насосе

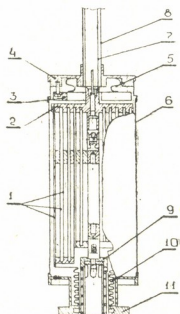


Рис. 1. Схематический чертеж крио-адсорбционного насоса

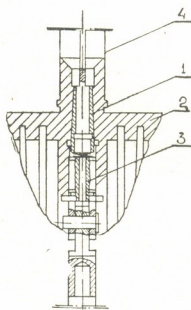


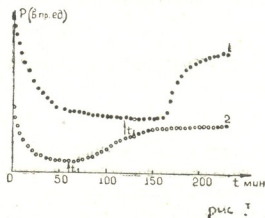
Рис. 2. Схематический чертеж верхней центральной части рабочей камеры насоса

имеется пять полостей, заполненных углем, общее количество которого составляет около 200 г). Медные цилиндры, имеющие по четыре отверстия с $\varnothing = 0,1$ см на каждый см², припаяны к медной крышке — 2, верхняя плоскость которой покрыта тонким слоем индия и представляет собой один из контактов механического теплового ключа. Второй контакт теплового ключа состоит из четырех медных квадрантов — 3, которые могут перемещаться перпендикулярно к своим поверхностям на 3 мм. Хороший тепловой контакт между медными квадрантами и медной крышкой — 4 крионасоса обеспечивается при помощи толстых медных оплеток — 5, припаянных к ним. Для уменьшения лучевого теплоподвода рабочий объем насоса покрыт примерно 10 слоями алюминизированного майлара. Рабочий объем камеры размещен в вакуумном кожухе — 6. Как показали специальные опыты [4], удельный тепловой поток через соприкасающиеся отполированные поверхности Cu-Cu примерно в пять раз меньше, чем через поверхности Cu-In, составляющего в последнем случае ~ 1100 вт/град.м². Полная поверхность соприкосновения в тепловом ключе нашего насоса составляет 64 см², что полностью обеспечивает отвод теплоты конденсации гелия. Откачка вакуумного кожуха насоса до $P \sim 10^{-6} - 10^{-7}$ мм рт. ст. осуществляется через зазор между трубкой — 7 (служащей для предварительной откачки адсорбента и для отвода десорбированного гелия) и несущей трубкой — 8. При подъеме вверх

на 6 мм системы цилиндров с адсорбентом замыкается тепловой ключ и одновременно открывается криовентиль — 9, размещенный внутри сильфона — 10. При этом начинается охлаждение адсорбента и интенсивное поглощение газа. С реципиентом (которым в нашем случае является камера испарения холодильника растворения) крионасос соединяется при помощи трубки с диаметром $\varnothing = 3,0$ см и фланца — 11, уплотняемого индиевой прокладкой.

На рис. 2 показана верхняя центральная часть рабочей камеры насоса. Отверстие медного диска — 2 имеет коническую форму, в которое вставляется медная коническая деталь — 1, оканчивающаяся пластинкой с приклеенными к ней угольным термометром сопротивления и нагревателем мощностью 0,5 вт (для простоты термометр и нагреватель на чертеже не показаны). Тепловой контакт детали — 1 с медным диском — 2 осуществляется при ввинчивании тяги — 3 другим своим концом, соединенной с клапаном криовентоля. Провода, соединяющие нагреватель и термометр с соответствующими электронными схемами, проходят через трубку — 4.

Рис. 3. Зависимость давления от времени в реципиенте объемом 100 л, откачиваемого криоадсорбционным насосом: кривая 1 — $P_{\text{нач}} \sim 200$ мм рт. ст. $W \sim 0,1$ вт, кривая 2 — $P_{\text{нач}} \sim 10$ мм рт. ст. $W \sim 0,05$ вт. В момент времени t_1 прекращается откачка и начинается выделение теплоты в нагревателе насоса



Для прекращения работы насоса его подвижная секция опускается вниз (при этом размыкается тепловой ключ и закрывается криовентиль) и начинается выделение мощности в нагревателе. Десорбированный газ отводится через трубку — 7 (см. рис. 1).

При испытаниях насоса в качестве реципиента использовался объем емкостью ~ 100 л, заполненный гелием с $T = 300$ К и $P = 200$ мм рт. ст. В момент времени $t = 0$ (см. рис. 3, кривая 1) начинается охлаждение адсорбента. В реципиенте происходит резкое падение давления, измеряемого образцовым манометром с ценою деления 2 мм рт. ст. Примерно через час после начала охлаждения началось поглощение газа с постоянной скоростью (к этому моменту времени давление в реципиенте было ~ 25 мм рт. ст.), соответствующее примерно 2,7 милли-моль в секунду, что вызывает испарение $0,67$ см³ жидкого гелия в секунду.

В момент времени t_1 охлаждение насоса прекращалось и начиналось выделение мощности порядка 0,1 ватта в нагревателе насоса. Через 20–25 минут после этого происходило быстрое выделение адсорбированного газа. Кривая 2 рис. 3 снята при более низких давлениях $P_{\text{нач}} \sim 10$ мм рт. ст. и при меньших выделяемых в нагревателе мощностях ($W = 0,05$ вт). Виды кривых адсорбции и десорбции насоса являются весьма важными для расчета криоадсорбционного цикла циркуляции ³He [15].

ზ. ნადირაშვილი, გ. ტვალაშვილი, ჯ. წაკაძე, ს. წაკაძე, ა. შტაერმანი
 კრიოადსორბციული ტუმბო მძვანიაკური სითბური ბასალეზიტ

რეზიუმე

აღწერილია ჰელიუმის გამოსაქაჩი კრიოადსორბციული ტუმბო მექანიკური სითბური გასაღებით. ადსორბციის გაცივების დაწყებისას ავტომატურად იღება დაბალტემპერატურული სარქველი, რომელიც ტუმბოს აერთებს რეციპიენტთან. მოცემულია კრიოადსორბციული ტუმბოს გამოცდის შედეგები.

PHYSICS

Z. Sh. NADIRASHVILI, G. K. TVALASHVILI, J. S. TSAKADZE, S. J. TSAKADZE,
 A. Yu. SHTAERMAN

CRYOADSORPTIVE PUMP WITH MECHANICAL THERMAL SWITCH

Summary

A cryoadsorbptive pump for pumping helium with a mechanical thermal switch is described. When the switch closes the cryovalve is automatically opened, which connects the pump with the recipient and the adsorbent begins to cool. Test results of the cryopump are presented.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. P. I. Nakonen *et al.* Cryogenics, May, 1983, 242.
2. Б. Н. Есельсон, В. Г. Иванцов, В. А. Коваль, Э. Я. Рудавский, И. А. Сербин. Свойства жидкого и твердого гелия. Киев, 1982.
3. О. В. Лоунасмаа. Принципы и методы получения температур ниже 1 К. М., 1977.
4. P. Roubeau *et al.* Colloque Vive et Fluid Grenoble, 1963, 43.
5. Г. Г. Степнадзе, Дж. С. Цакадзе. Сообщения АН ГССР, 108, № 2, 1982, 317—319.

Д. С. ГУРДЖИЕВ, В. В. ЗОРИКОВ, В. М. МИХЕЛАШВИЛИ,
 М. С. МАТИНОВА, Р. И. ЧИКОВАНИ

ИССЛЕДОВАНИЕ ИМПУЛЬСНЫХ И ВРЕМЕННЫХ
 ХАРАКТЕРИСТИК СВЕТОИЗЛУЧАЮЩИХ ПРИБОРОВ
 НА ОСНОВЕ НИТРИДА ГАЛЛИЯ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. Г. Санадзе 15.9.1983)

Появление области отрицательного дифференциального сопротивления, наблюдавшейся при высоких напряжениях на статических вольтамперных характеристиках светоизлучающих приборов на основе нитрида галлия [1, 2], связывалось с эффектом термо-полевой ионизации, вызванной нагревом образцов из-за большой рассеиваемой мощности. Для исключения влияния указанного эффекта на токопрохождение и излучение в области больших токов и уточнения их истинных механизмов в настоящей работе было проведено комплексное исследование вольтамперных ($I-V$), вольт-яркостных ($I_{\Phi}-V$) и ампер-яркостных ($I_{\Phi}-I$) характеристик в импульсном режиме¹. Кроме того, изучались временные характеристики (быстродействие) электролюми-несценции приборов.

1. Механизмы электропроводности и излучения. На рис. 1 показаны $I-V$, $I_{\Phi}-V$, $I_{\Phi}-I$ -характеристики и соответствующие им степени $\alpha(V) = \frac{d \ln I}{d \ln V}$, $\Theta(V) = \frac{d \ln I_{\Phi}}{d \ln V}$ и $\gamma(I) = \frac{d \ln I_{\Phi}}{d \ln I}$ [3]. Из рис. 1, а (кривые 1) следует, что для $I-V$ -зависимости, аналогично [2], имеет место последовательность диапазонов $I \sim V$, $I \sim V^{3/2}$, $I \sim V^{\alpha}$ ($\frac{3}{2} < \alpha < 4$) и $I \sim (V - V_1)^4$, после чего проявляется уменьшение величины показателя степени α вместо наблюдавшегося увеличения ($\alpha > 4$) в статическом режиме, характерного для тепловых процессов.

Для выяснения истинного механизма электропроводности в конечном участке $I-V$ -характеристики вычтем токи утечки кз общего тока согласно [2]. Полученная зависимость $\Delta I = I_{\text{общ}} - I_{\text{т}}$ (где $I_{\text{т}} = AV^1 + BV^{3/2}$) и соответствующая ей степень $\alpha^* = f(V)$ представлены на рис. 1, а (кривые 2). Видно, что начальная экспоненциальная зависимость сменяется законом $I \sim (V - V_1)^4$, а конец вольтамперной характеристики преобразуется в зависимость с постоянной степенью $\alpha = 2$, аппроксимируемую выражением $I = C(V - V_2)^2$ [4]. Диапазону токов и напряжений, при которых наблюдается зависимость типа $I \sim (V - V_2)^2$, на характеристике $I_{\Phi} = f(V)$ (рис. 1, б) соответствует участок с монотонным уменьшением Θ от 4 с выходом на насыщение со значением $\Theta = 1$, в то время как в статическом режиме

¹ Интенсивность излучения (яркость) приборов измерялась кремниевым фотодиодом типа ФД-7К в относительных единицах.



после участка $\Theta=4$ наблюдается рост Θ . В предшествующих же участках аналогично статическим $I_\Phi - V$ -характеристикам, проявляются диапазоны, аппроксимируемые экспонентой и законом типа $I_\Phi \sim (V - V_1)^4$.

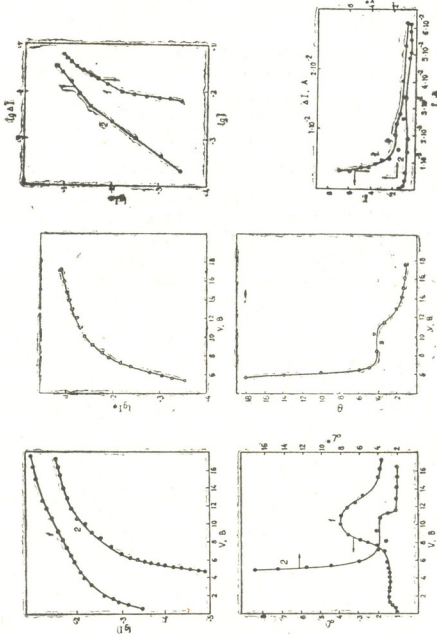


Рис. 1. $I - V$ -зависимость и соответствующая ей степень зависимости тока от напряжения (а). $I_\Phi - V$ -зависимость и соответствующая ей степень зависимости яркости от напряжения (б). $I_\Phi - I$ -зависимость и соответствующая ей степень зависимости яркости от тока (в). Длительность импульса — 700 нс, скважность — 100, температура — 300 К. 1 — исходные зависимости; 2 — обработанные зависимости

Наблюдаемые в импульсном режиме в конечном участке $I - V$ и $I_\Phi - V$ -характеристик зависимости типа $I \sim (V - V_2)^2$ и $I_\Phi \sim (V - V_2)^4$ теоретически предсказывались в работах [5, 6] для $p - i - n^+$ -диодов с широкой компенсированной i -областью при больших плотностях тока (без учета роли нагрева) и, как было указано, сопутствовали токопрохождению и излучению при инжекции в сильнолегированные области прибора.

Определим область излучательной рекомбинации при токах, соответствующих наблюдаемым законам. На рис. 1, в приведены исходные характеристики $I_\Phi = f(I)$ и $\gamma = f(I)$ (кривые 1) и зависимости $I_\Phi = f(\Delta I)$ и $\gamma^* = f(\Delta I)$ (кривые 2), полученные обработкой кривых 1. Из сопоставления $I - V$ и $I_\Phi - V$ -зависимостей с учетом $I_\Phi - I$ и $\gamma^* = f(\Delta I)$ следует, что при больших токах ($\Delta I > 1,5 \cdot 10^{-2}$ А) и напряжениях ($V > 10$ В) наблюдается сочетание $I \sim (V - V_2)^2$, $I_\Phi \sim (V - V_2)^4$ и $I_\Phi \sim I^{1/2}$ -зависимостей, указывающее на



примесный характер излучательной рекомбинации в компенсированной области прибора [4], в то время как при значениях тока $\Delta I < 1,5 \cdot 10^{-2}$ А и напряжения $V < 10$ В, аналогично статическому режиму, имеет место примесная электролюминесценция в дырочной области (наблюдается сочетание $I \sim (V - V_1)^4$, $I_{\phi} \sim (V - V_1)^4$, $I_{\phi} \sim I$) [2, 6].

Полученные результаты являются дополнительным доказательством к данным [2], что в структуре исследованных приборов содержится $p-i-n^+$ -области.

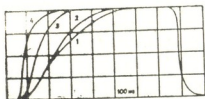


Рис. 2. Релаксационные кривые излучения, измеренные при разных значениях импульсного тока: 1 — $9,2 \cdot 10^{-3}$ А; 2 — $1,2 \cdot 10^{-2}$ А; 3 — $1,8 \cdot 10^{-2}$ А; 4 — $7,6 \cdot 10^{-2}$ А. Длительность импульса — 700 нс, скважность — 100, температура — 300 К

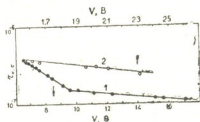


Рис. 3. Зависимость времени нарастания излучения от напряжения: 1 — для исследуемого прибора; 2 — для прибора с $m-i-n$ -структурой

2. Быстродействие. На рис. 2 показаны характерные релаксационные кривые излучения, измеренные при разных значениях импульсного тока. Как видно, время нарастания излучения τ_n сильно зависит от величины импульсного напряжения и тока, а время спада излучения τ_0 не зависит от них. Предельное быстродействие приборов равно ~ 100 нс. На рис. 3 представлены зависимости $\tau_n = f(V)$. Для исследованных образцов (кривая 1) быстрый спад τ_n с V сменяется медленным, при этом первый участок кривой 1 аппроксимируется выражением $\tau_{n1} = 4,90 \cdot 10^{-6} \exp \left\{ \frac{1,02 \cdot 10^{-2} e V}{k T} \right\}$, а второй участок — $\tau_{n2} = 2,23 \cdot 10^{-7} \exp \left\{ \frac{1,16 \cdot 10^{-3} e V}{k T} \right\}$.

Изменение характера зависимости $\tau_n = f(V)$ при $V \sim 10$ В, по-видимому, вызвано различными условиями излучательной рекомбинации в разных диапазонах приложенных смещений. Действительно, как указывалось выше (рис. 1, а, б), именно при напряжении 10—11 В наблюдалось изменение зависимостей тока и интенсивности свечения от напряжения, что объяснялось изменением области излучательной рекомбинации от дырочной к компенсированной.

Интересно отметить, что для приборов с исходной $m-i-n$ -структурой, у которых в области средних полей электропроводность обусловлена токами, ограниченными пространственным зарядом [1], и излучение имеет место в компенсированной области, во всем диапазоне приложенных смещений (рис. 3, кривая 2) наблюдается лишь медленное изменение τ_n с V . Поэтому неудивителен почти одинаковый характер зависимости $\tau_n = f(V)$ (второго участка) для них и исследованных приборов.

Таким образом, исследование импульсных характеристик светолучающих приборов на основе нитрида галлия позволило уточнить механизм токопрохождения и излучения при больших токах:

(Поступило 4.11.1983)

ფიზიკა

დ. გურჯიევი, ვ. ზორიკოვი, ბ. მიხელაშვილი, მ. მათინოვა, რ. ჩიკოვანი

გალიუმის ნიტრიდის საფუძველზე დამზადებული უშემასხვივებელი ხელსაწყოების იმპულსური და დროითი მახასიათებლების კვლევა

რეზიუმე

იმპულსურ რეჟიმში შესწავლილია გალიუმის ნიტრიდის საფუძველზე შექმნილი უშემასხვივებელი დიოდების ვოლტამპერული მახასიათებლები და სიკაშკაშის ძაბვისა და დენის ძალისაგან დამოკიდებულების ხასიათი, რომელთა საფუძველზეც დაზუსტებულია დიოდებში ელექტროგამტარობის და გამოსხივების მექანიზმი. მიღებულია დამატებითი მტკიცება საკვლევი დიოდების აქტიურ უბნებში p-ტიპის ჩანართების არსებობის შესახებ.

PHYSICS

D. S. GURJIEV, V. V. ZORIKOV, V. M. MIKHELASHVILI, M. S. MATINOVA,
R. I. CHIKOVANI

STUDIES OF THE PULSE AND TIME CHARACTERISTICS OF GaN LEDs

Summary

Studies of the current-voltage, voltage-brightness and current-brightness characteristics of GaN LEDs in the pulse mode have allowed the authors to refine the current flow and radiation mechanisms. Additional confirmation of the presence of p-inclusions in the investigated diodes in the active region was obtained.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. Н. Зюганов, В. В. Зориков, В. М. Михелашвили, П. С. Смертенко, Р. И. Чиковани. Сообщения АН ГССР, 101, № 2, 1981, 317.
2. А. Н. Зюганов, В. В. Зориков, М. С. Матинова, В. М. Михелашвили, Р. И. Чиковани. Письма в ЖТФ, 19, № 7, 1981, 1159.
3. А. Н. Зюганов, С. В. Свечников. Инжекционно-контактные явления в полупроводниках. Киев, 1981.
4. И. В. Рыжиков и др. Радиотехника и электроника, 12, 1967, 842.
5. Э. И. Рашба, И. И. Толпыго. ЖТФ, 26, 1956, 1419.
6. Э. И. Рашба, А. В. Несарь. ЖТФ, 27, 1957, 27.

С. З. АКОПОВА, В. В. ЗОРИКОВ, М. С. МАТИНОВА,
В. М. МИХЕЛАШВИЛИ, Р. И. ЧИКОВАНИ

РЕКОМБИНАЦИОННЫЕ ИЗЛУЧАТЕЛЬНЫЕ УРОВНИ В СВЕТОИЗЛУЧАЮЩИХ ПРИБОРАХ НА ОСНОВЕ НИТРИДА ГАЛЛИЯ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. Г. Санадзе 12.9.1983)

В настоящей работе методом фотоемкости (ФЕ) [1] изучается природа глубоких уровней в активной области светоизлучающих диодов на основе нитрида галлия.

Исследуемые диоды, представляющие собой неоднородные *p-i-n*-переходные приборы [2], изготавливались по технологии, описанной в [3, 4].

Измерение спектров ФЕ проводилось только при $T=300$ К, так как время термического взаимодействия изучаемых уровней, расположенных вдали от краев широкой ($\Delta E=3,4$ эВ) запрещенной зоны нитрида галлия, ничтожно мало и, таким образом, необходимости в проведении измерений при низких температурах не возникало. Наряду с ФЕ, исследовались спектры электролюминесценции (ЭЛ), а также вольтамперные характеристики (ВАХ).

Перед измерением спектров ФЕ через диод в темноте в течение нескольких минут пропускался прямой сквозной ток $I \sim 10^{-3}$ А; это значение соответствует той области ВАХ, где зависимость $I=f(V)$ носит степенной характер $I \sim (V-V_1)^4$, типичный для токопрохождения, когда инжекция электронов в *p*-область диода преобладает над инжекцией дырок в компенсированную область [2]. После выключения приложенного напряжения наблюдалось уменьшение емкости C_0 , измеряемой при нулевом смещении, на несколько пикофарад, причем установившееся новое значение емкости оставалось неизменным в течение нескольких часов. Затем диод освещался монохроматическим светом с разной длиной волны.

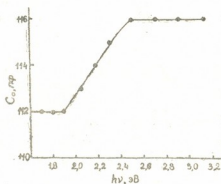


Рис. 1. Спектр ФЕ образца при $T=300$ К

На рис. 1 приведен типичный спектр ФЕ. Как видно из рисунка, в диапазоне энергий падающих фотонов (1,9 ÷ 2,5) эВ, наблюдается монотонный рост C_0 , указывающий на существование в *p*-слое диода непрерывно распределенных глубоких уровней в интервале $E_v + (0,9 \div 1,5)$ эВ.

Из исследований спектров ЭЛ следует, что в интервале энергий (1,9÷2,52) эВ они состоят из набора максимумов, каждый из которых проявлялся при различных значениях сквозного тока через диод. Следовательно, можно считать, что обнаруженные уровни выступают в роли излучательных центров рекомбинации. Широкий спектр этих уровней, по-видимому, и определяет экспериментально наблюдаемую большую полуширину (300÷400) мэВ спектров электролюминесценции.

Появление выраженного максимума излучения с энергией $h\nu_{\max} = 2,52$ эВ, который при токе $I > 5 \cdot 10^{-4}$ А становится единственным, указывает на то, что излучательная рекомбинация происходит преимущественно через уровень с глубиной залегания 0,9 эВ выше потолка валентной зоны. Для выяснения причин доминирования данного уровня над другими нами была исследована кинетика восстановления значения C_0 до его первоначальной величины (до пропуска прямого тока) под действием света при фиксированных значениях энергии падающих фотонов (в интервале 0,4÷2,6 эВ), т. е. релаксация наведенной пропусканьем прямого тока емкости диода под влиянием монохроматического излучения.

На рис. 2 приведены кривые временной зависимости приращения емкости диода, измеренные при различных значениях длины волны падающего света. Из рисунка следует, что кривые имеют быструю и медленную составляющие. Причем с увеличением энергии фотонов падающего света от 1,9 до 2,5 эВ наблюдалось сужение медленной части, а дальнейшее увеличение энергии фотонов не приводило к изменению характера зависимости $\Delta C = f(h\nu)$.

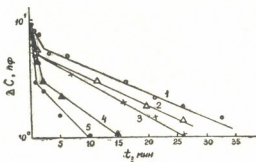


Рис. 2. Зависимости приращения емкости от времени при освещении образца монохроматическим светом с энергией: 1—0,4 эВ; 2—0,8 эВ; 3—1,915 эВ; 4—2,28 эВ; 5—2,5 эВ

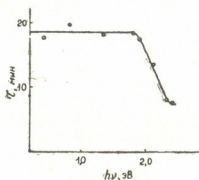


Рис. 3. Зависимость времени релаксации наведенной емкости от энергии падающего света

Для объяснения поведения медленной составляющей зависимости $\Delta C = f(h\nu)$ была применена теория примесного фотоэффекта в слое объемного заряда (СОЗ) структур с потенциальным барьером [5]. Согласно указанной работе, если относительное изменение емкости мало, то при существовании одного глубокого примесного центра с одним электронным состоянием зависимость $\Delta C(t)$ имеет экспоненциальный характер:

$$\Delta C(t) = C(\infty) - C(t) \sim \exp\left(-\frac{t}{\tau_{\text{вкл}}}\right),$$

где $\tau_{\text{вкл}}^{-1} = \frac{G_n + G_p}{J}$.

Последнее справедливо, когда скорость оптической генерации носителей из примесного центра намного превосходит его термическую ионизацию. Это условие для уровней, обнаруженных нами в p -обла-

стях GaN, всегда выполнимо. G_n и G_p — сечения захвата фотона электронами и дырками на центре соответственно, J — интенсивность падающего светового потока, $C(t)$ — барьерная емкость, соответствующая времени t , которое отсчитывается с момента включения света, $C(\infty)$ — установившееся значение емкости при освещении.

На рис. 3 представлена зависимость характерного времени релаксации τ_{rel} , полученная обработкой кривых рис. 2, от энергии падающего света. Кривая строилась для постоянного значения интенсивности света. Как видно, τ почти постоянно при малых $h\nu$, резко падает начиная с $h\nu=1,9$ эВ и достигает своего минимального значения при $h\nu=2,52$ эВ. Этот факт указывает на то, что для фотонов с энергией 2,52 эВ эффективное сечение захвата электроном на глубоком центре, вероятно, является наибольшим. По-видимому, этим и объясняются преимущественная излучательная рекомбинация на уровне $E_A=0,9$ эВ и наблюдаемый максимум на спектре ЭЛ с энергией 2,52 эВ. Действительно, как было показано в [6], уровень $E_v+0,9$ эВ среди рекомбинационных уровней имеет наибольшее сечение захвата для электронов. Наконец, необходимо отметить, что характер зависимости $\tau=f(h\nu)$ в области энергий $1,9 \div 2,5$ эВ еще раз подтверждает существование широкого спектра глубоких уровней в СОЗ p -области в интервале энергий $E_v+(0,9 \div 1,5)$ эВ.

(Поступило 25.11.1983)

ფიზიკა

ს. აკოშოვა, ვ. ზორიკოვი, მ. მათინოვა, ვ. მიხელაშვილი, რ. ჩიკოვანი

გამოსხივებითი რეკომბინაციული დონეები გალიუმის ნიტრიდის საშუქველზე დამზადებულ უქმასხივებელ ხელსაწყოებში

რეზიუმე

$M-i-n$ GaN უქმასხივებელი დიოდების ფოტოკაპეციტური მახასიათებლების შესწავლის საფუძველზე დამტკიცებულია p -ფენაში ღრმა — $E_v+(0,9 \div 1,5)$ eV რეკომბინაციული დონეების არსებობა.

დადგენილია, გამოსხივებითი რეკომბინაციის უპირატესი მიმდინარეობის მიზეზი $E_v+0,9$ eV ენერგიის მქონე დონეზე.

PHYSICS

S. Z. AKOPOVA, V. V. ZORIKOV, M. S. MATINOVA, V. M. MIKHELASHVILI, R. I. CHIKOVANI

RADIATIVE RECOMBINATION LEVELS IN GaN LEDs

Summary

Studies of $M-i-n$ GaN LEDs by the photocapitance method have confirmed the presence of deep recombination levels in the active regions of devices over the energy range $E_v+(0.9 \div 1.5)$ eV. The reason for the preferential radiative recombination occurring at the level $E_v+0.9$ eV is determined.



ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. С. Берман, А. А. Лебедев. Емкостная спектроскопия глубоких центров в полупроводниках. Л., 1981.
2. А. Н. Зюганов, В. В. Зориков, М. С. Матинова, В. М. Михелашвили, Р. И. Чиковани. Письма в ЖТФ, 19, № 7, 1981, 1159.
3. Н. Р. Maruska, J. J. Tietjen. Appl. Phys. Lett., 15, 1969, 327.
4. А. Н. Зюганов, В. В. Зориков, В. М. Михелашвили, П. С. Смертенко, Р. И. Чиковани. Сообщения АН ГССР, 101, № 2, 1981, 317.
5. С. Т. Sah, L. Forbes, L. L. Rosier, A. F. Tasch. Tr. Sol. St. Electroni, 13, 1970, 759.
6. В. Монемар, О. Lagerstedt, Н. Р. Gislason. J. Appl. Phys., 51, 1980, 625.



Р. А. АНТОНОВА, Б. П. ЖВАНИЯ, Дж. И. НАНОБАШВИЛИ,
 В. В. ЯНЬКОВ

ВИХРИ В ДВУМЕРНОЙ НЕСЖИМАЕМОЙ ЖИДКОСТИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Дж. Г. Ломинадзе 24.4.1985)

В последние годы получила широкое распространение теория вихрей в двумерной жидкости со свободной поверхностью на вращающейся сфере ([1, 2] и др.). Вихри в такой системе успешно моделируются в лабораторных экспериментах [3—5]. Однако в более простом случае — двумерной несжимаемой жидкости на неподвижной плоскости не достигнуто понимания аналогичных процессов. В данной работе сделана попытка провести теоретическое и экспериментальное исследование поведения вихрей в такой системе.

Известно, что в двумерной турбулентной жидкости поток энергии направлен в область больших масштабов [6]. Это означает, что если задано турбулентное пятно размером L с масштабом пульсаций $l \ll L$, то вскоре энергия пульсаций перейдет в движения масштаба L и естественно допустить, что турбулентное пятно распадется на устойчивые вихри.

Методом интегралов движения оценим количество устойчивых вихрей.

Уравнение движения

$$\frac{d \text{rot } v}{dt} = 0 \quad (1)$$

сохраняет вдоль траектории завихренность, $\rho = \text{rot } v$, через которую удобно записать сохраняющиеся регуляризованные энергию E , импульс P и момент количества движения I .

$$E = - \iint \rho(r_1) \rho(r_2) \ln|r_1 - r_2| d^2r_1 d^2r_2, \quad (2)$$

$$\bar{P} = \int \rho(\bar{r}) \bar{r} d^2r, \quad (3)$$

$$I = \int \rho(\bar{r}) r^2 d^2r. \quad (4)$$

Помимо интегралов (2)—(4) сохраняется и бесконечный набор интегралов завихренности (5), что приводит к существованию бесконечного набора устойчивых вихрей.

$$I_n = \int \rho^n d^2r. \quad (5)$$

Используя метод работы [7], можно показать, что круглые вихри с монотонно спадающей по радиусу локализованной завихренностью устойчивы, так как реализуют максимум энергии при фиксированных интегралах (5). Поскольку в таких вихрях ρ не меняет знака, их называют монополярными. Их устойчивость очевидна — они реализуют



минимум $|I|$ при сохранении ρ . Любая перестановка удаляет участки с большей завихренностью от центра, что увеличивает (4). Это показывает, что имеется большой произвол в параметрах устойчивых вихрей.

Рассмотрим дипольный вихрь, в котором завихренность каждого вихря порядка r и отличается лишь знаком. Если в каждом вихре модуль завихренности спадает с радиусом монотонно, то по отдельности они устойчивы. Сохранение (3) означает, что сохраняется расстояние между центрами R — «дипольный момент». Если $R \gg r$, то энергия взаимодействия возмущений, относящихся к двум разным вихрям, мала по параметру r/R по сравнению с энергией взаимодействия возмущений внутри каждого вихря и ею можно пренебречь. Таким образом, дипольный вихрь из пары почти круглых вихрей (степень эллиптичности r/R) реализует максимум энергии при условии сохранения \bar{P} и ρ .

Из работы [8] следует, что при сближении вихрей пары до расстояния меньше некоторого критического $r \approx R$ наступает неустойчивость, что согласуется с результатами нашего анализа. Вихри пары могут быть и не одинаковы. В этом случае диполь движется по кругу. Учет сохранения (4) еще более разнообразит набор устойчивых вихрей [9]. Термодинамическое рассмотрение позволяет построить вихри универсальной формы и ограничить класс вихрей, рождаемых из турбулентного пятна [6, 10]. Одно из принципиальных затруднений — отсутствие меры на функциональных пространствах. Проявляется это в том, что при введении меры с помощью конечномерных аппроксимаций результат начинает зависеть от выбора аппроксимации.

Интересная гипотеза выдвинута в [11] — свободными могут быть лишь дипольные вихри. Выводы, сделанные на основании численного моделирования, подкреплены аналитическим аргументом — скобка Пуассона двух компонент импульса P_x и P_y равна нулю, лишь если интегральная завихренность равна нулю, что не выполняется для монополярных вихрей. Соглашаясь с гипотезой мы не согласны с аргументацией: для дипольного вихря скобка $\{P_x, M\} = P_y$ также не равна нулю и лишь означает, что P_y — интеграл движения. Причина появления диполей в том, что монополярные вихри далеко расходятся не могут, так как при этом энергия (2) стремится к бесконечности; для дипольных вихрей она стремится к нулю. Кроме того, в силу (3) монополярный вихрь не может перемещаться сам по себе. Таким образом, появление пар при распаде турбулентного пятна естественно.

Были проведены лабораторные эксперименты по изучению поведения устойчивых вихрей на воде в неподвижном прямоугольном сосуде. Размеры сосуда: длина — 240 см, ширина — 100 см. Глубина жидкости в экспериментах была 2—4 см. Вихри инициировались при кратковременном перемещении плоской пластины, поверхность которой располагалась перпендикулярно поверхности жидкости. Меняя размер пластины, ее начальное местоположение и скорость, создавали богатый набор перемещающихся дипольных вихрей и стоячие монополярные вихри. Чтобы сделать структуры видимыми, поверхность воды посыпалась бумажными кружочками.

Помимо визуального наблюдения, регистрация поведения вихрей осуществлялась фотокамерой и видеозаписью. Ниже приведены фотографии наблюдаемых нами структур и стадии их поведения при взаимодействии.

На рис. 1 продемонстрировано перемещение области захваченных частиц дипольного вихря, что характерно для нелинейных волновых структур. Этот диполь — долгоживущий. За время своего существования его вихри совершают не менее 9 оборотов.

Заметим, что все возбуждаемые в этой системе вихри, в отличие от [4], имеют вогнутую поверхность и разноименные вихри в диполе отличаются только направлением вращения.

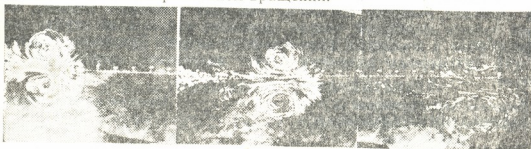


Рис. 1

На рис. 2 видим встречное лобовое столкновение монополярного вихря с диполем. В результате взаимодействия монополярный вихрь образует общую систему токов с одноименным вихрем диполя, объединяется с ним, создавая новую пару с разноименным вихрем.



Рис. 2

На рис. 3. зафиксировано нецентральное встречное столкновение диполей. Одноименные вихри диполей образуют единую систему токов, которая эволюционирует в гантелевидную двуядерную структуру и снова образуются два диполя.



Рис. 3

Рис. 4 демонстрирует взаимодействие двух диполей разной интенсивности при центральном встречном столкновении. Видим, как вихри менее интенсивной пары начинают вращаться в поле вихрей более интенсивной пары, описывая дуги вокруг своих «антивихрей». При этом размер их вначале резко уменьшается, а затем растет, приближаясь к исходному. Далее диполи расходятся.

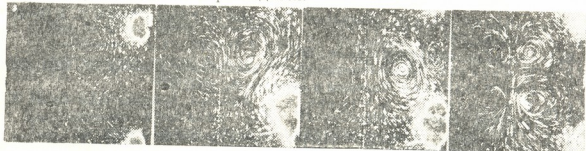


Рис. 4



Из сравнения приведенных картин взаимодействия вихрей с аналитическими случаями численного и лабораторного экспериментов с волнами Россби [2, 5] видим, что качественное поведение всех этих вихрей отличает большая схожесть. Это дает основание считать, что с точки зрения двумерной теории вращение системы не играет значительной роли в поведении долгоживущих вихрей. Вращение существенно для трехмерных движений — оно подавляет трехмерную конвекцию.

Академия наук Грузинской ССР
Абастуманская астрофизическая
обсерватория

Институт атомной энергии
им. И. В. Курчатова

(Поступило 25.4.1985)

ფიზიკა

რ. ანტონოვა, ბ. შვანია, ჯ. ნანობაშვილი, ვ. იანკოვი

ბრივალეზი ორგანოზომილეზიან უკუშვვად სითხეში

რეზიუმე

თეორიულად და ექსპერიმენტულად შესწავლილია ორგანოზომილეზიან გრივალეზი დამდგარ წყალში. ნახვენებია მდგრადი მონოპოლური და დიპოლური გრივალეზის არსებობა. შესწავლილია მათი ურთიერთქმედების კანონზომიერებანი.

PHYSICS

R. A. ANTONOVA, B. P. ZHVANIA, J. I. NANOBASHVILI, V. V. YAN'KOV

VORTICES IN A TWO-DIMENSIONAL INCOMPRESSIBLE FLUID

Summary

Two-dimensional vortices in non-rotating liquid were studied theoretically and experimentally. The existence of stable monopole and dipole vortices is shown. Regularities are revealed in their interaction.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. И. Петвиашвили. Письма в ЖЭТФ, 32, № 11, 1980.
2. В. Д. Ларищев, Г. М. Резник. ДАН СССР, 231, № 5, 1976.
3. С. В. Антипов, М. В. Незлин, Е. Н. Снежкин, А. С. Трубников. Письма в ЖЭТФ, 33, № 7, 1981.
4. Р. А. Антонова, Б. П. Жвания, Дж. Г. Ломинадзе, Дж. И. Нанобашвили, В. И. Петвиашвили. Письма в ЖЭТФ, 37, № 11, 1983.
5. R. A. Antonova *et al.* International Conference on Plasma Physics, II, p 12—20, Lausanne, 1984.
6. Х. Глэз. Странные аттракторы. М., 1981, 75.
7. В. И. Арнольд. Математические методы классической механики. М., 1974, 298.
8. Г. Дим, Н. Забуски. Солитоны в действии. М., 1981, 289.
9. Д. В. Филиппов, А. А. Черков, В. В. Янков. Препринт ИАЭ им. И. В. Курчатова, 3838/6, М., 1983.
10. Д. А. Кузьмин. Структурная турбулентность. Новосибирск, 1982, 103.
11. С. В. Манаков, Л. Н. Щур. Письма в ЖЭТФ, 37, № 1, 1983.

Д. О. ЗИЛПИМИАНИ, П. В. МАНДЖГАЛАДЗЕ

ВЛИЯНИЕ МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА ТРАЕКТОРИЮ ТРЕЩИН

(Представлено членом-корреспондентом Академии М. А. Алексидзе 16.10.1984)

Одним из актуальных вопросов механики разрушения является исследование пути распространения трещины — ее траектории. Обширные данные наблюдений над формами трещин при механических испытаниях различных материалов показывают, что траектория зависит от структуры, формы поверхности образца, вида напряженного состояния и прочих факторов [1—3]. В нашей работе мы попытались оценить влияние магнитного поля на форму пути распространения трещин в кристаллах LiF и в силикатном стекле.

Образцы монокристалла LiF брались размерами $20 \times 13 \times 6$ мм³. Они готовились путем скола по плоскости спайности (100) ножом. Стекланные образцы были примерно тех же размеров.

Все образцы (19 стекланных и 37 из LiF) испытывались на одноосное сжатие. Постоянное магнитное поле создавалось с помощью двух соленоидов. Диаметр полюсных наконечников составлял 10 мм, зазор между ними — 8 мм. Образец помещался внутри зазора между полюсами таким образом, что магнитное поле было сконцентрировано в нижней части образца (рис. 1). Напряженность поля в этой области составляла 10^5 А/м. При одноосном сжатии стекланных образцов в отсутствие магнитного поля возникало характерное для этого вида нагружения разрушение с образованием вертикальных трещин [3]. В этих

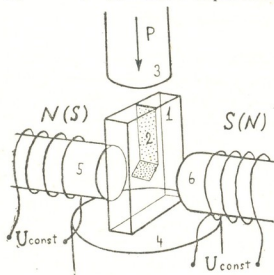


Рис. 1. Схема опыта: 1 — образец; 2 — трещина; 3, 4 — верхний и нижний пуансоны прессы; 5, 6 — соленоиды

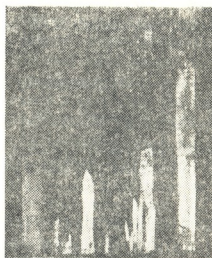


Рис. 2. Трещины в кристалле LiF , возникшие при одноосном сжатии без включения магнитного поля

же условиях кристаллы LiF разрушались идентичным образом (рис. 2), когда грани образца, соприкасающиеся с пуансонами прессы, были не совсем гладкими, а слегка шероховатыми. На рис. 3 представлена типичная траектория трещины, получаемая в образцах LiF

при включенном магнитном поле. Эксперименты показали, что при взаимной перпендикулярности линий магнитного потока и траектории трещины, когда при распространении трещины ее вершина входит в область сконцентрированного магнитного поля, траектория трещины резко изменяется, испытывая поворот под углом $\sim 45^\circ$ к первоначальному направлению своего продвижения. При смене направления вектора магнитной индукции на 180° отклонение трещины происходит в другую сторону (рис. 3, б). То же самое получается при смене направления прорастания трещины.

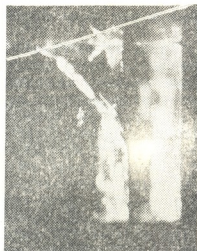
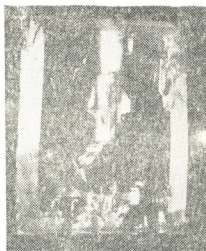


Рис. 3. Искривление траекторий трещин в кристалле LiF при включенном магнитном поле при противоположных направлениях вектора магнитной индукции

В стеклянных образцах также наблюдалось изменение траектории распространения трещин при включенном магнитном поле, причем в данном случае, в отличие от кристаллов, траектория изменялась не резко под углом, а по дуге.

Таким образом, можно предположить, что магнитное поле влияет на форму пути распространения трещины в хрупких телах. Влияние магнитного поля на траектории трещин, видимо, осуществляется при взаимодействии поля с электрическими зарядами, образующимися при растрескивании. Возникновение электрических зарядов на трещинах тел достаточно убедительно показано в работах по экспериментальному исследованию электромагнитного излучения при разрушении твердых тел [4, 5].

Тот факт, что сторона, в которую отклоняется траектория трещины, зависит от направления вектора магнитной индукции (рис. 3, а, б) и от направления прорастания (движения) трещины, подсказывает, что магнитное поле взаимодействует с зарядами одного знака. Логично предположить, что эти заряды находятся в вершине трещины.

С позиций этой работы представляет интерес оценить влияние геомагнитного поля на механизмы землетрясений.

დ. ზილპიმიანი, პ. მანჯგალაძე

მაგნიტური ველის გავლენა ბზარის ტრაექტორიაზე

რეზიუმე

ექსპერიმენტულად შესწავლილია სილიკატური მინისა და LiF კრისტალთა ნიმუშების რღვევის პროცესი ერთღერძა კუმშვის დროს მაგნიტურ ველში და მის გარეშე. როგორც ამ ცდებმა გვიჩვენებს, მაგნიტური ველი იწვევს ბზარის ტრაექტორიის გამრუდებას, როცა მაგნიტური ნაკადის ძალწირები და ბზარის ნაპირები ურთიერთპერპენდიკულარულია. ჩვენ შევეცადეთ აგვეხსნა, რომ ეს ფაქტი გამოწვეულია მაგნიტური ველისა და ელექტრული მუხტების ურთიერთქმედებით. ელექტრომუხტები ჩნდება ბზარის ზრდის დროს და თავმოყრილია მის წვერში.

GEOPHYSICS

D. O. ZILPIMIANI, P. V. MANJGALADZE

THE INFLUENCE OF THE MAGNETIC FIELD ON THE PATH OF CRACKS

Summary

An experimental study of the fracturing process in samples of soda-lime glass and LiF crystals stressed in uniaxial compression was carried out in the presence of constant magnetic field and without it. The magnetic field was found to bend the trajectory of cracks when the flux lines are perpendicular to the crack sides. An attempt is made to account for this fact by the magnetic field-electric charge interaction. These charges are produced at the crack growth and are concentrated at its tip.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. В. Панасюк. Предельное равновесие хрупких тел с трещинами. Киев, 1968, 246.
2. В. Cotterell. International Journal of Fracture Mechanics, 1, № 2, 1965, 96-103.
3. С. С. Солнцев, Е. М. Морозов. Разрушение стекла. М., 1978, 152.
4. М. А. Садовский, Г. А. Соболев, Н. И. Мигунов. ДАН СССР, № 244, 1979, 316.
5. Д. О. Зилпимиани, Д. А. Гогошидзе, Н. Г. Хатнашвили. Сообщение АН ГССР, 109, № 1, 1983, 61—64.

ОБЩАЯ И НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

А. Е. ШВЕЛАШВИЛИ, Н. Б. ЖОРЖОЛИАНИ, О. П. СВАНИДЗЕ,
 Е. Н. ЗЕДЕЛАШВИЛИ

ИЗУЧЕНИЕ КОМПЛЕКСООБРАЗОВАНИЯ ТИОЦИАНАТОВ
 Mg (II) И Mn (II) С НЕКОТОРЫМИ ДИГИДРАЗИДАМИ
 КАРБОНОВЫХ КИСЛОТ В ВОДНЫХ РАСТВОРАХ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. Г. Андроникашвили 21.2.1984)

Целью данной работы является определение состава и устойчивости дигидразидных комплексов Mg (II) и Mn (II) в водных растворах спектрофотометрическим и pH-метрическим методами.

Для этого изучили две серии растворов тиоцианатов Mg (II) и Mn (II), каждая из которых содержала постоянную концентрацию Mg (II) и Mn (II), а концентрация лиганда (ДМ — дигидразид малоновой кислоты, ДЯ — дигидразид янтарной кислоты, ДГ — дигидразид глутаровой кислоты, ДА — дигидразид адипиновой кислоты, ДАз — дигидразид азелайновой кислоты, ДС — дигидразид себациновой кислоты) изменялась в широких пределах. Соотношение металла к лиганду составляла 1 : 2.

Спектры поглощения растворов записывали на спектрофотометре «Spresord» и определяли оптические плотности при постоянных длинах волн, лежащих в области максимального светопоглощения (280 нм).

Из полученных данных рассчитывали средний молярный коэффициент экстинкции $\bar{\epsilon}$ и строили график зависимости $\bar{\epsilon}$ от концентрации лигандов (рис. 1).

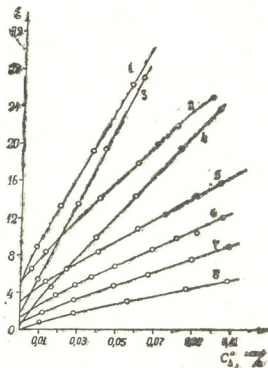


Рис. 1. Зависимости оптической плотности растворов Mg(II) и Mn (II) от концентрации дигидразидов: I — малоновой, II — янтарной, III — глутаровой и IV — адипиновой кислот

По известному уравнению [1] вычисляли функцию комплексообразования в вышеуказанных системах, строили кривую зависимости

функции образования от логарифмической формы равновесной концентрации лиганда (рис. 2) и с помощью этого графика определяли константу устойчивости комплекса в растворе.

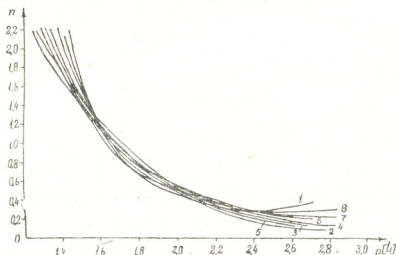


Рис. 2. Кривые образования соединений Mg(II) и Mn(II) с малоновой (1,2), янтарной (3,4), глутаровой (5,6) и адипиновой (7,8) кислот

Полученные данные суммированы в табл. 1. Как показывает таблица, величина функции образования (n) дигидразидов карбоновых кислот в растворе не превышает 2, т. е. соотношение металла к лиганду равно 1:2.

Таблица 1

Константы устойчивости комплексов Mg(II) и Mn(II) с дигидразидами карбоновых кислот

Лиганд	Металл	n	pK_1	pK_2
Дигидразид малоновой кислоты	Mn ²⁺	2,25	2,00	1,52
	Mg ²⁺	2,15	1,98	1,515
Дигидразид янтарной кислоты	Mn ²⁺	1,8	2,08	1,52
	Mg ²⁺	2,1	2,11	1,52
Дигидразид глутаровой кислоты	Mn ²⁺	2,25	2,01	1,52
	Mg ²⁺	2,15	2,00	1,50
Дигидразид адипиновой кислоты	Mn ²⁺	2,18	2,02	1,52
	Mg ²⁺	2,35	2,00	1,52

Что касается концентрационных констант устойчивости комплексов Mg(II) и Mn(II) с вышеуказанными дигидразидами при комнатной температуре, они близки между собой, т. е. устойчивость этих комплексов почти одинакова.

Следует отметить, что установить константы устойчивости для некоторых дигидразидов (азелайновой и себаценовой кислот) спектрофотометрическим методом нам не удалось из-за их малой растворимости при комнатной температуре. Поэтому эти системы изучали рН-метрическим методом [2] при температуре 55°C. Отсчеты брали при титровании растворов дигидразидных соединений Mg(II) и Mn(II) соляной кислотой и по данным измерения рассчитывали равновесную концентрацию ионов дигидразидов и функцию образования комплексов в растворах.

По экспериментальным данным строили график зависимости функции образования от логарифмической формы равномерной концентрации лиганда и находили константы устойчивости для данных систем (см. табл. 2).

Таблица 2

Константы устойчивости комплексов Mg (II) и Mn (II) с дигидразидами карбоновых кислот

Лиганд	Металл	n	pK ₁	pK ₂
Дигидразид азелайновой к-ты	Mn ²⁺	1,98	2,12	1,58
	Mg ²⁺	1,7	2,08	1,58
Дигидразид себацтиновой к-ты	Mn ²⁺	2,16	2,16	1,59
	Mg ²⁺	1,62	2,11	1,53

Величина функции образования свидетельствует о том, что в изученных условиях в растворах доминируют комплексы с мольным соотношением металл:дигидразид, равным 1:2.

Использованные нами спектрофотометрический и pH-метрический методы указывают на то, что в водном растворе с металлом координированы две молекулы дигидразида.

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

(Поступило 23.2.1984)

ზოგადი და ანორგანული ქიმია

ა. ზაველაშვილი, ნ. ზორჯოლიანი, ო. სვანიძე, ე. ზედელაშვილი

წყალხსნარებში ზოგიერთ კარბონმჟავა დიჰიდრაზიდთან Mg(II) და Mn(II)-ის თიოციანატების კომპლექსფარმოქმნის შესწავლა

რეზიუმე

სპექტროფოტომეტრული და pH-მეტრული მეთოდებით შესწავლილია წყალხსნარებში ზოგიერთ კარბონმჟავა დიჰიდრაზიდთან Mg(II) და Mn(II) თიოციანატების კომპლექსფარმოქმნა. გამოთვლილია მდგრადობის მუდმივები და დადგენილია, რომ მეტალთან კოორდინირებს ჰიდრაზიდის ორი მოლეკულა.

GENERAL AND INORGANIC CHEMISTRY

A. E. SHVELASHVILI, N. B. ZHORZHOLIANI, O. P. SVANIDZE,
 E. N. ZEDELASHVILI

Mg(II) AND Mn(II) THIOCYANATE COMPLEX FORMATION WITH SOME CARBOXYLIC ACID DIHYDRAZIDES IN AQUEOUS SOLUTIONS

Summary

Mg(II) and Mn(II) thiocyanate complex formation with some carboxylic acid dihydrazides in aqueous solutions has been studied by the spectro-

photometric and pH-metric methods. The stability constants have been calculated, and it is shown that two dihydrazide molecules are coordinated with the metal.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Я. Д. Фридман, О. П. Сванидзе, П. В. Гогоришвили, М. Г. Левина. Сб. «Исследования в области химии комплексных простых соединений некоторых переходных и редких металлов». вып. 2. Тбилиси, 1974, 131.
2. Я. Д. Фридман, Р. А. Вересова. Сб. «Химия комплексных соединений редких и сопутствующих элементов», Фрунзе, 1970, 13—14.



Т. П. ДГЕБУАДЗЕ

ВЛИЯНИЕ ОКСИДА АЛЮМИНИЯ НА СТРУКТУРУ НАТРИЕВОБОРАТНЫХ И НАТРИЕВОБОРОСИЛИКАТНЫХ СТЕКЛОЛ, ПО ДАННЫМ ИССЛЕДОВАНИЙ ИХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СВОЙСТВ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. В. Цинцадзе 23.5.1984)

При введении оксида алюминия в состав натриевоборатных и натриевоборосиликатных стекол он, очевидно, должен играть вполне определенную роль в формировании их структуры.

Согласно представлениям Р. Л. Мюллера [1], в таких стеклах в первую очередь должны образовываться структурные единицы (с. е.) типа $\text{Na}^+\text{B}^-\text{O}_{4/2}$ в связи с большей энтальпией образования боратов, чем алюминатов и силикатов. По мнению других авторов, сначала происходит образование алюмоокислородных тетраэдров [2]. Подобная же мысль проводится в работах [3, 4], согласно которым в расплавах силикатных и боросиликатных стекол, содержащих оксид алюминия, должны осуществляться преимущественные химические взаимодействия компонентов с образованием «комплексов» $[\text{AlO}_{4/2}]_R$.

В связи с существованием таких различных точек зрения по одному и тому же вопросу представлялось весьма интересным проанализировать результаты исследований электрических свойств боратных и боросиликатных стекол, содержащих оксид алюминия [5], ибо хорошо известно, что в ряде случаев электрические свойства могут давать богатую информацию о структурных особенностях стекол [6].

Методика исследований изложена в работе [7]. На рис. 1 и 2 даны результаты измерения удельного электрического сопротивления исследованных стекол.

Из рис. 1 видно, что введение в состав боратных стекол Al_2O_3 либо вызывает незначительное уменьшение удельного сопротивления стекол — серия с 10% Na_2O и 20% Na_2O , либо удельное сопротивление практически не меняется — серия с 25% Na_2O . Практически не изменяется для каждой из исследованных серий стекло также энергия

активации проводимости, определяемая по формуле: $\rho = \rho_0 \exp \left\{ \frac{E_{np}}{kT} \right\}$ [7].

(Изменение энергии активации проводимости иллюстрируется также графически — изменением наклона прямых температурных зависимостей электропроводности).

Это позволяет предположить, что состояние иона натрия, определяющее электропроводность, с введением Al_2O_3 в исследуемых сериях боратных стекол практически не изменяется.

Совершенно иная картина наблюдается при рассмотрении влияния Al_2O_3 в натриевоборосиликатных стеклах (рис. 2). Введение в состав стекол Al_2O_3 приводит к резкому уменьшению удельного сопротивления. При этом энергия активации проводимости с введением Al_2O_3 до 2 мол.% практически не изменяется, а при 4—6 мол.% незначительно уменьшается.



Заслуживает внимания то обстоятельство, что при переходе от состава с 4% Al_2O_3 к составу с 6% Al_2O_3 , когда соотношение $\text{Na}_2\text{O}/\text{Al}_2\text{O}_3$ становится меньше 1, удельное сопротивление продолжает уменьшаться (рис. 2), в отличие от стекол системы $\text{Na}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$, в которой при соотношении $\text{Na}_2\text{O}/\text{Al}_2\text{O}_3=1$ на концентрационных зависимостях электропроводности наблюдается излом [8].

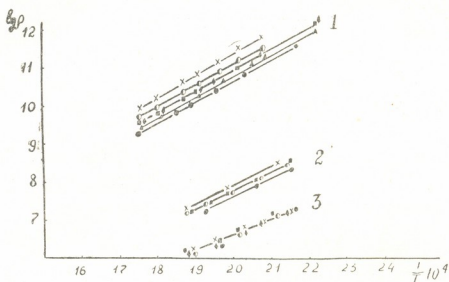


Рис. 1. Температурная зависимость удельного электрического сопротивления стекол: 1— $10 \text{Na}_2\text{O} \cdot x \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot (90-x) \text{B}_2\text{O}_3$; 2— $20 \text{Na}_2\text{O} \cdot x \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot (80-x) \text{B}_2\text{O}_3$; 3— $25 \text{Na}_2\text{O} \cdot x \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot (75-x) \text{B}_2\text{O}_3$; $x=0$; 2; 4; 6; 8; 10; 12; 14; 16

Рассмотрение полученных экспериментальных данных позволяет утверждать, что ни с точки зрения представлений об образовании структурных единиц в стеклах [1], ни с точки зрения представлений о преимущественных химических взаимодействиях [3, 4] нельзя объяснить наблюдающиеся зависимости.

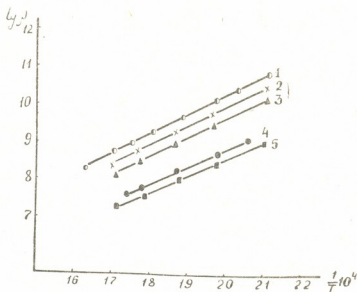


Рис. 2. Температурная зависимость удельного электрического сопротивления стекол: $4 \text{Na}_2\text{O} \cdot x \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot (26-x) \text{B}_2\text{O}_3 \cdot 70 \text{SiO}_2$; 1— $x=0$; 2— $x=1$; 3— $x=2$; 4— $x=4$; 5— $x=6$

Действительно, в первом случае [1] в связи с большей энтальпией образования боратов, чем алюминатов, с введением Al_2O_3 в изученных как натриевоборатных, так и натриевоборосиликатных стеклах положение иона натрия не должно изменяться (с. е. $\text{Na}^+\text{B}^-\text{O}_{4/2}$). Во

втором случае [3, 4] в изученных натриевооборотных и натриевоборосиликатных стеклах введение Al_2O_3 должно приводить к образованию «комплексов» $[AlO_{4/2}]Na$, т. е. опять-таки положение иона натрия как в боратных, так и в боросиликатных стеклах представляется одинаковым. В обоих случаях труднообъяснимо, почему при одинаковом состоянии иона натрия наблюдается столь значительная разница в характере изменения удельного сопротивления — незначительное или полностью отсутствующее в боратных стеклах (рис. 1) и весьма значительное в боросиликатных (рис. 2).

Можно сделать еще одно предположение, что введение Al_2O_3 в натриевооборотные стекла не влияет на положение иона натрия ($Na^+B-O_{4/2}$), а в натриевоборосиликатных стеклах алюминий изоморфно замещает ион кремния в кремнекислородном каркасе [9], что предполагает переход иона натрия от борокислородного тетраэдра к алюмокислородному. Однако в этом случае становится неясным, почему с уменьшением удельного сопротивления в стеклах с 1—2% Al_2O_3 не происходит изменения энергии активации электропроводности (рис. 2).

Следовательно, на основании существующих на сегодня взглядов не удастся дать удовлетворительную интерпретацию зависимостям, представленным в данной работе.

По нашему мнению, наблюдаемое резкое различие во влиянии Al_2O_3 на электропроводность натриевооборотных и натриевоборосиликатных стекол можно связать с тем, что оксид алюминия по-разному ведет себя в этих стеклах. Известно, что введение Al_2O_3 в ликвирующие силикатные стекла систем $RO-SiO_2$ очень эффективно для устранения ликвации, в то время как в боратных стеклах $RO-B_2O_3$ это влияние не является столь существенным [9]. Это связано, вероятно, с тем, что оксид алюминия проявляет большую способность к воздействию на кремнекислородный каркас, чем на борокислородный. Так, например, известными фактами являются проявление ликвации в системе $Al_2O_3-SiO_2$ ($t_{кр} = 1300^\circ C$) [10], а также способность иона алюминия к изоморфному замещению иона кремния, наблюдающаяся в алюмосиликатах [11].

Активное воздействие Al_2O_3 на кремнекислородный каркас приводит к ослаблению метастабильной ликвации в натриевоборосиликатном стекле (аналогично, по-видимому, воздействует Al_2O_3 в системе Na_2O-SiO_2), вызванному, по нашему мнению, физико-химическим взаимодействием щелочной и кремнекислородной составляющей (опять-таки по аналогии с системой Na_2O-SiO_2). Заметное понижение удельного сопротивления (рис. 2) еще при малых количествах в стекле Al_2O_3 (1—2 моль.%), происходящее без изменения энергии активации электропроводности, позволяет предположить отсутствие изменения состояния иона натрия в стекле и, следовательно, образование групп $[AlO_4]Na$. Это уменьшение удельного сопротивления можно связывать с изменением характера ликвационной структуры в связи с уменьшением ликвации (размеров включений проводящей фазы), увеличением степени ее связанности и т. д. [12]. Дальнейшее понижение удельного сопротивления в стекле при содержании Al_2O_3 (4—6 мол.%) можно предположительно объяснить дальнейшим «освобождением» ионов натрия от связи ион натрия-кислород кремнекислородного тетраэдра [13]. Отсутствие уменьшения электропроводности при соотношении $Na_2O/Al_2O_3 < 1$ свидетельствует о том, что распространенный взгляд об изменении координации алюминия при соотношении $Na_2O/Al_2O_3 = 1$ требует пересмотра.

თ. დგებუაძე

ალუმინის ოქსიდის გავლენის დადგენა ნატრიუმბორატული და ნატრიუმბოროსილიკატური მინების სტრუქტურაზე მათი ელექტრული თვისებების შესწავლის შედეგებით

რეზიუმე

სტატიაში ნაჩვენებია, რომ ალუმინის ოქსიდის შეყვანა ნატრიუმბორატული და ნატრიუმბოროსილიკატური მინების შემადგენლობაში სხვადასხვანაირ გავლენას ახდენს ამ მინების ელექტრულ თვისებებზე. ალუმინის ოქსიდის მნიშვნელოვანი გავლენა ნატრიუმბოროსილიკატური მინების ელექტროგამტარობაზე ნატრიუმბორატული მინებისაგან განსხვავებით გამოწვეულია ალუმინის ოქსიდის ზემოქმედებით სილიციუმეანგბადოვან კარკასზე, რაც თავის მხრივ განსაზღვრავს მეტასტაბილური ლიკვაციის ხარისხის შემცირებას.

PHYSICAL CHEMISTRY

T. P. DGEBUADZE

THE EFFECT OF ALUMINIUM OXIDE ON THE STRUCTURE OF SODIUM BORATE AND SODIUM BOROSILICATE GLASSES ACCORDING TO THE RESULTS OF A STUDY OF THE ELECTRICAL PROPERTIES

Summary

It is shown that addition of aluminium oxide to sodium borate and sodium borosilicate glasses variously affects their electrical properties. The significant effect of aluminium oxide on sodium borosilicate glasses in comparison with sodium borate glasses is due to its influence on the silica oxygen frame work, which in its turn determines the reduction of the metastable liquation phenomenon.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. P. Л. Мюллер. Сб. «Физика твердого тела», Л., 1965, 9.
2. А. А. Аппен, Гань-Фу-Си. Сб. «Стеклообразное состояние». Л., 1960, 493.
3. Н. С. Андреев и др. Явления ликвации в стеклах. Л., 1974, 134.
4. Б. Г. Варшал, О. В. Мазурин. Физика и химия стекла, т. I, 1975, 80.
5. Т. П. Дгебуадзе. Тез. докл. Всесоюз. симп. по электрическим свойствам стекол. Ереван, 1967, 21.
6. Т. P. Dgebuadze. Eighth Int. Congr. on Glass, London, 1968, com. № 7.
7. Т. П. Дгебуадзе. Сб. «Ликвационные явления в стеклах». Л., 1969, 81.
8. I. O. Isard. J. Soc. Glass. Techn. v. 43, 1959, 113, 211.
9. Г. Роусон. Неорганические стеклообразующие системы. М., 1970, 147.
10. Ф. Я. Галахов и др. Физика и химия стекла, т. 8, 1982, 263.
11. В. Эйтель. Физическая химия силикатов. М., 1962.
12. Т. П. Дгебуадзе. Автореферат канд. дисс. Л., 1967.
13. Т. П. Дгебуадзе и др. Сб. научных трудов «ГрузНИИстром». Тбилиси, 1982, 77.



Р. И. АГЛАДЗЕ (академик АН ГССР), М. Н. ДЖАЛИАШВИЛИ,
 С. В. СМЫКОВА

ФАЗОВЫЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ ПРИ ОБЖИГЕ ФЕРРИТОВОГО
 СЫРЬЯ СИСТЕМЫ Zn - Mn - Al - Fe

Введение окиси алюминия в состав сырья для синтеза марганец-цинкового феррита является сложным вопросом. Поэтому работа, проводимая по электрохимическому получению окисного сырья, направлена на исследование возможности легирования ферритового сырья путем совместного электрохимического растворения алюминия с остальными ферритообразующими металлами. Объектом исследования служило сырье для марганец-цинкового феррита с присадкой алюминия. Для упрощения электрической схемы процесса получения окисного сырья целесообразным явилось использование вместо индивидуальных металлов синтетических сплавов Fe - Mn и Al - Zn определенных составов.

Синтетические сплавы алюминий-цинк выплавлены по методике, использованной нами ранее [1]. Содержание алюминия в них колеблется в пределах 20—80%.

Химический состав сплавов системы Al - Zn , вес. %

Al	82,20	61,20	43,00	20,15
Zn	17,74	38,65	56,95	79,82

Продукты электрохимического растворения указанных сплавов изучены термогравиметрическим и рентгенофазовым методами.

Продукт анодного растворения синтетического сплава алюминий-цинк (82,20—17,74%) при обжиге до 1000°C проявляет два эндотермических эффекта при 120 и 420°C. Потери веса при этом составляют 5,28 и 24,5% соответственно, что связано, очевидно, с удалением воды и началом перестройки структуры (420°C). Затем наблюдается плавный подъем кривой, и от 600 до 1000°C на термограмме не проявляется никаких эффектов. Полная потеря веса составляет 27,1%.

Рентгеноструктурным анализом установлено, что продукт анодного растворения сплава при 120°C представляет собой хорошо сформированную кристаллическую массу смеси алюмината цинка и незначительных количеств низкотемпературной γ - Al_2O_3 .

При 450°C фазовый состав не меняется, но линии становятся менее напряженными. При нагреве до 950°C превращениям из фазовых составляющих подвергается только ν - Al_2O_3 , переходящая из низко- в высокотемпературную модификацию.

Электрохимическим растворением сплава с более высоким содержанием цинка (38,65%) получен продукт, который при термогравиметрическом исследовании проявляет один эндотермический эффект при 120°C. Потери веса образца составляют при этом 13,2%, тогда как общая потеря веса равна 32%. Очевидно, для указанного продукта, так же как и для продукта растворения сплава с 82,20% Al , процесс формирования фаз завершается при 650°C, поскольку выше этой тем-



пературы на кривой не наблюдается эффектов, а потеря веса незначительна.

Рентгеноструктурным анализом выявлено, что при 120°C высушенный образец является аморфным веществом, линии на дебаеграмме очень размыты. Выше 450°C по набору межплоскостных расстояний проиндифицированы соединения — высокотемпературная γ - Al_2O_3 и одна сильная линия, характерная для алюмината цинка. С повышением температуры обжига до 950°C проявляются две фазы, относящиеся к алюминату цинка и высокотемпературной γ - Al_2O_3 .

Продукт анодного растворения сплава с содержанием 57% Zn при термогравиметрическом исследовании ведет себя примерно так же, как продукт анодного растворения сплава, содержащего 38,65% цинка, с той разницей, что эндозффект менее резок, но потеря веса (12%) и протяженность этого эффекта (до 350°C) примерно одинаковы. Наблюдается также незначительный эндозффект при 410°C, потеря веса до этой температуры составляет 29%, общая потеря — 33%. Как видно из анализа, образцы ведут себя идентично.

Интересным является тот факт, что и фазовый состав продукта анодного растворения исследуемого сплава идентичен с продуктом растворения сплава, содержащего 38,65% цинка. При 120°C это не кристаллическое, а аморфное вещество. Кристаллизация начинается с 410°C: на дебаеграмме проявляется неполный набор межплоскостных расстояний, поэтому индифицирование проводилось только по сильным линиям для фаз ZnAl_2O_4 и γ - Al_2O_3 . При 950°C последняя фаза исчезает и образец состоит в основном из алюмината цинка. Надо отметить, что соотношение Al/Zn в этом сплаве отвечает соотношению указанных металлов (катионов) в алюминате цинка стехиометрического состава.

Продукт анодного растворения синтетического сплава Al-Zn (20,15—79,82%) при обжиге до 1000°C проявляет два эндозффекта при 120 и 220°C; потери веса при этом составляют 4 и 14% соответственно. Эндозффект наблюдается также при 880°C, потеря веса до этой температуры равна 23,3%. От 700°C, где начинается незначительный экзозффект, до 1000°C кривая убыли веса довольно плавная, с незначительным наклоном. Общие потери веса составляют 25,6%.

При нагревании образца до 120°C на дебаеграмме проявляются линии кристаллического вещества нешпинельного типа. По набору межплоскостных расстояний его можно отнести к окиси цинка.

Линии дебаеграммы становятся более напряженными, и число их растет при нагревании образца до 450°C. При 950°C формируются фазы ZnO и ZnAl_2O_4 . Набор межплоскостных расстояний находится в полном соответствии с литературными данными [2].

Для получения феррита-алюмината состава 33,8% ZnO—11,2% MnO—10,4% Al_2O_3 —44,6% Fe_2O_3 были использованы синтетические сплавы 43,4% Al—57,5% Zn и 78,6% Fe—21,4% Mn, растворение которых проводилось на одной анодной штатге. При растворении обоих сплавов со скоростью 30 А/дм² в 1 н. растворе хлористого натрия образования окисной пленки на поверхности металлов не наблюдается.

По данным химического анализа, соотношение между железом и марганцем остается постоянным при переходе от сплава (78,6; :21,3=3,69) к готовому ферриту (31,47; 8,55=3,69). Несколько отличается в сплаве и феррите соотношение Al/Zn, так как при наличии в смеси таких металлов определение каждого из них химическим анализом затруднено [3].

Продукт совместного растворения синтетических сплавов Al-Zn и Fe-Mn при термогравиметрическом анализе проявляет два эндотермических эффекта при 120 и 650°C. Эндозффект при 120°C, так же как и для продуктов анодного растворения сплавов системы Al-Zn, прости-

რებას და 350°C . Небольшой экзoeffekt, характерный для продукта анодного растворения марганца, проявляется при 595°C . Потери веса при 120°C составляют 4%, а общие потери — 24%. Это несколько ниже, чем потери в продуктах анодного растворения сплава Al-Zn, содержащего 57,5% цинка, который используется при совместном растворении со сплавом Fe-Mn (78,6—21,4%).

Продукт, высушенный при 120°C , кристаллического характера, однако на дебаеграмме проявляется малое число линий, характерных для кристаллического вещества со шпинельной структурой. При повышении температуры обжига до 595°C появляются линии $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$, которые можно приписать также $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$, имеющей аналогичный набор межплоскостных расстояний, и фазы шпинельного типа с параметром решетки $a=8,21 \text{ \AA}$. Количество линий на дебаеграмме увеличивается при нагревании образца до 650°C ; параметр решетки при этом не меняется. С повышением температуры обжига до 950°C при идентичном наборе линий дебаеграммы параметр элементарной ячейки продукта уменьшается до $a=8,18 \text{ \AA}$. Набор межплоскостных расстояний соответствует шпинельной структуре, которую, очевидно, можно отнести к соединению $(\text{Mn,Zn})(\text{Mn,Fe,Al})_2\text{O}_4$.

Академия наук Грузинской ССР
Институт неорганической
химии и электрохимии

(Поступило 19.4.1984)

ილემპროკიბია

რ. აგლადზე (საქ. სსრ მეცნ. აკად. აკადემიკოსი), მ. ჯალიაშვილი, ს. სმიკოვა

Zn-Mn-Al-Fe სისტემის საფერიტმ კაზმის ფაზური ბარდაქმნა ბამოწვის დროს

რეზიუმე

განხილულია ელექტროლიტურ Mn-Zn საფერიტე კაზმის ლეგირების შესაძლებლობა ალუმინით. 78,6% Fe — 21,4% Mn და 43,4% Al — 57,5% Zn შენადნობების ანოდური გახსნის პროდუქტი წარმოადგენს შპინელური სტრუქტურის მქონე ნივთიერებას. 950°C -ზე გამოწვის შემდეგ იდენტიფიცირებულია $(\text{Mn,Zn})(\text{Mn,Fe,Al})_2\text{O}_4$ ნერთი, რომლის კრისტალური მეტრის პარამეტრია $a=8,18 \text{ \AA}$.

ELECTROCHEMISTRY

R. I. AGLADZE, M. N. JALIAHVILLI, S. V. SMYKOVA

PHASE TRANSITIONS DURING KILNING OF FERRITE RAW MATERIAL OF THE SYSTEM Zn-Mn-Al-Fe

Summary

The feasibility of doping electrolytical Mn-Zn-ferrite raw material by addition of Al is considered. The crystal substance with defective spinel



structure is a product of anodic dissolution of alloys 78.6% Fe-21.4% Mn and 43.4% Al-57.5% Zn. After burning at 950° C the compound (Mn, Zn) (Mn, Fe, Al)₂O₄ was identified with the parameter $a = 8.18\text{\AA}$.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. М. Н. Джалишвили, С. В. Смыкова, А. А. Цинцадзе. Сообщения АН ГССР, 95, № 2, 1979, 357—360.
2. В. И. Михеев. Рентгенометрический определитель минералов. М., 1961.
3. В. Н. Тихонов, П. Я. Яковлев. Определение алюминия в металлах и сплавах. М., 1978.

В. В. ШАВГУЛИДZE, Д. Д. КЕТИЛАДZE, В. А. ЧАГЕЛИШВИЛИ

ЭЛЕКТРОВОССТАНОВЛЕНИЕ АНИОНА ПЕРСУЛЬФАТА
 В 1,2-ПРОПИЛЕНГЛИКОЛЕ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Л. Н. Джапаридзе 14.6.1984)

Электровосстановление аниона $S_2O_8^{2-}$ было исследовано в водных и неводных растворах на различных катодных материалах [1]. Большинство полученных экспериментальных результатов были объяснены в рамках «равновесной теории» Фрумкина—Флориа нович [2]. В неводных растворителях сопоставление теории с экспериментом осложняется из-за образования ионных пар в объеме раствора. При учете ассоциации ионов в объеме раствора согласие теории с экспериментом хорошее. Однако правомерность использования в расчетах потенциала внешней плоскости Гельмгольца вместо локального значения Ψ_1 -потенциала не представляется очевидным. Для объяснения некоторых других важных вопросов необходимо, по-видимому, целенаправленное исследование электровосстановления анионов, в первую очередь аниона $S_2O_8^{2-}$, в ряду однотипных растворителей.

С этой целью в настоящей работе нами исследовано электровосстановление аниона $S_2O_8^{2-}$ в 1,2-пропиленгликоле (1,2-ПГ), поскольку по своим свойствам он близок к воде, метанолу и этиленгликолю, для которых в литературе имеются данные по электровосстановлению аниона $S_2O_8^{2-}$. Сопоставление разряда $S_2O_8^{2-}$ в этих растворителях представляется интересным в связи с тем, что они имеют существенно различные вязкости и диэлектрические проницаемости.

Поляризационные I, E-кривые снимали на полярографе ОН-102 с компенсацией большей части омических потерь. 1,2-ПГ перегоняли в вакууме и отбирали среднюю фракцию. Все потенциалы в работе даны относительно водного насыщенного каломельного электрода без учета фазодиффузионного потенциала. Характеристика капилляра (капилляр с лопаточкой) в 1,2-ПГ при высоте ртутного столба 60 см составляет: $t=3,74$ с и $m=0,974$ мг/с. Методика измерения, применяемые реактивы и их очистка те же, что и в работе [3].

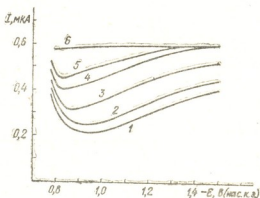


Рис. 1. I, E-кривые восстановления $2 \cdot 10^{-3} N Na_2S_2O_8$ при $20^\circ C$ на фоне $NaClO_4$, M: 1— 10^{-3} ; 2— $2 \cdot 10^{-3}$; 3— $5 \cdot 10^{-3}$; 4— 10^{-2} ; 5— $2 \cdot 10^{-2}$; 6— $5 \cdot 10^{-2}$

Поляризационные I, E-кривые электровосстановления аниона $2 \cdot 10^{-3} N Na_2S_2O_8$ в 1,2-ПГ на фоне различных концентраций $NaClO_4$ приведены на рис. 1. Как видно из рисунка, восстановление аниона $S_2O_8^{2-}$ начинается при потенциалах, отвечающих положительным за-

рядом поверхности ртути. При переходе к отрицательным зарядам поверхности электрода наблюдается характерное для анионов торможение реакции разряда, причем с дальнейшим увеличением катодной поляризации скорость реакции вновь возрастает и достигает предельного тока диффузии. При увеличении концентрации и радиуса катионов фона скорость реакции увеличивается. Влияние ионного радиуса катионов фона передается рядом Li^+ , Na^+ , K^+ , Cs^+ . В 1,2-ПГ влияние ионного радиуса катионов фона значительно сильнее, чем в этиленгликоле. Из экспериментальных данных по зависимости скорости реакции от концентрации катионов фона (рис. 2) был определен заряд реагирующей частицы z_0 в объеме раствора по методу [4]. Для

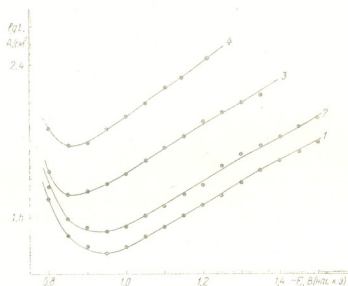


Рис. 2. $\lg i$, E -кривые восстановления $2 \cdot 10^{-3} \text{ N Na}_2\text{S}_2\text{O}_8$ при 20°C на фоне NaClO_4 , M : 1— 10^{-3} ; 2— $2 \cdot 10^{-3}$; 3— $5 \cdot 10^{-3}$; 4— 10^{-2}

расчета кинетических токов экспериментальные токи исправляли на концентрационную поляризацию по [5]. Рассчитанные зависимости $\lg i$, $\lg c$ в растворах $2 \cdot 10^{-3} \text{ N Na}_2\text{S}_2\text{O}_8 + \text{NaClO}_4$ в 1,2-ПГ линейны, и из наклона прямых были определены z_0 , которые оказались равными

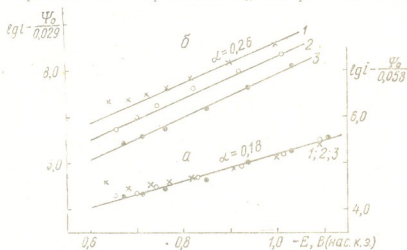


Рис. 3. ИТЗ восстановления $2 \cdot 10^{-3} \text{ N Na}_2\text{S}_2\text{O}_8$ при 20°C на фоне NaClO_4 , M : 1— $2 \cdot 10^{-3}$; 2— $5 \cdot 10^{-3}$; 3— 10^{-2} (а— $z_0 = -1$; б— $z_0 = -2$)

$z_0 = -0,8$. Более низкое, чем теоретическое, значение заряда аниона $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$ указывает на образование устойчивых ионных ассоциатов в объеме раствора [6].

Для количественной проверки применимости теории замедленного разряда к реакции электровосстановления аниона $S_2O_8^{2-}$ в 1,2-ПГ были проведены расчеты исправленных тафелевских зависимостей (ИТЗ) в этом растворителе. Совпадение ИТЗ для растворов с разной концентрацией электролита фона в 1,2-ПГ достигается, если при расчете использовать полученное из кинетических данных значение $z_0 = -1,0$, и не достигается, если при расчете принять $z_0 = -2,0$ (рис. 3). Определенный из наклона ИТЗ коэффициент переноса $\alpha = 0,18$ (при $z_0 = -1,0$) и $\alpha = 0,26$ (при $z_0 = -2,0$). Для построения ИТЗ Ψ_1 -потенциалы рассчитывали по теории равновесного диффузионного слоя, а необходимые для расчета заряды находили интегрированием кривых дифференциальной емкости ртути в 1,2-ПГ.

Из I_g i, E -кривых были рассчитаны формальные константы скорости реакции разряда аниона $S_2O_8^{2-}$ в 1,2-ПГ. При использовании в расчетах экспериментального значения $z_0 = -1,0$ константа скорости реакции для различных концентраций фона при $20^\circ C$ имеет постоянное значение и равняется $K = 160$ А см/моль. Гетерогенная константа в 1,2-ПГ растворах $2 \cdot 10^{-3}$ N $Na_2S_2O_8 + 5 \cdot 10^{-3}$ N $NaClO_4$ равна $K_s^0 = 8,3 \cdot 10$ см/с.

Полученные данные показывают применимость теории замедленного разряда к реакции восстановления аниона $S_2O_8^{2-}$ на ртутном капельном электроде в 1,2-ПГ. Результаты работы подтверждают также основной вывод теории замедленного разряда, согласно которому скорость электровосстановления анионов существенно зависит от природы растворителя.

Академия наук Грузинской ССР
Институт неорганической химии
и электрохимии

(Поступило 14.6.1984)

ელექტროქიმია

3. შავგულიძე, დ. კეტილაძე, ვ. ჩაგელიშვილი

ანიონ პერსულფატის ელექტროდოვანი 1,2-პროპილენგლიკოლში

რეზიუმე

შვეთავ ვერცხლისწყლის ელექტროდზე შესწავლილია $S_2O_8^{2-}$ -ის ელექტროქიმიური აღდგენა 1,2-პროპილენგლიკოლში. პროცესის სიჩქარის დამოკიდებულება ელექტროლიტის კონცენტრაციაზე და კათიონის რადიუსის სიდიდეზე გვიჩვენებს, რომ $S_2O_8^{2-}$ -ის აღდგენა მოცემულ გამხსნელში ემორჩილება ნელი განზუბტვის თეორიას.

ELECTROCHEMISTRY

V. V. SHAVGULIDZE, D. D. KETILADZE, V. A. CHAGELISHVILI

REDUCTION OF $S_2O_8^{2-}$ ANION FROM 1,2-PROPYLENE GLYCOL SOLUTIONS AT THE DROPPING MERCURY ELECTRODE

Summary

Electrolytic reduction of $S_2O_8^{2-}$ has been investigated at the dropping mercury electrode from 1,2-propylene glycol. The character of dependence



of the reaction rate on the concentration of the electrolyte and the value of kation radius has revealed that for $S_2O_8^{2-}$ reduction from 1,2-propylene glycol at the dropping mercury electrode the theory of slow discharge is valid.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. В. Федорович. Итоги науки и техники, Электрохимия, 14. М., 1979, 5—56.
2. А. Н. Фрумкин, Т. М. Флорианович. ДАН СССР, 80, 1951, 907.
3. Дж. И. Джапаридзе, В. В. Шавгулидзе. Электрохимия, 8, 1972, 1837.
4. А. Н. Фрумкин, О. А. Петрий. ДАН СССР, 147, 1962, 418.
5. Н. А. Мейман. ЖФХ, 22, 1948, 1454.
6. Дж. И. Джапаридзе, В. В. Шавгулидзе. Электрохимия, 9, 1973, 21390.



ЭЛЕКТРОХИМИЯ

Н. А. АБУЛАДЗЕ, Ш. С. ДЖАПАРИДЗЕ, Дж. И. ДЖАПАРИДЗЕ

АДСОРБЦИЯ Н-НОНАНОЛА НА РТУТИ ИЗ
ЭТИЛЕНГЛИКОЛЕВЫХ РАСТВОРОВ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Л. Н. Джапаридзе 11.12.1984)

Адсорбция алифатических спиртов (этанол-, н-гексанол) на ртути из водных растворов достаточно хорошо изучена с применением количественной теории Фрумкина—Дамаскина [1]. Нами ранее [2] была выявлена поверхностная инактивность первых членов гомологи-

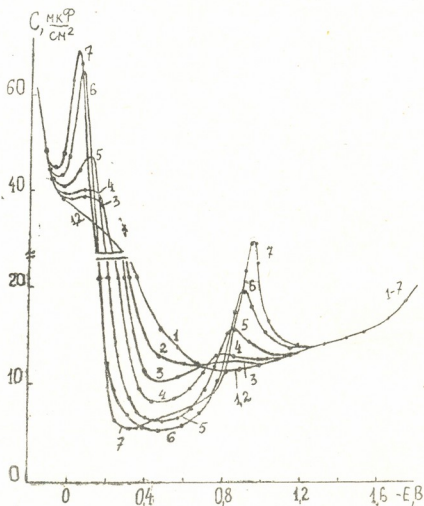


Рис. 1. С, Е-кривые 0,5 М раствора NaClO_4 в этиленгликоле (кр. 1) при 400 Гц и 20°C с добавками н-нонанол. Концентрация (моль/л): 2— 10^{-2} ; 3— $2,5 \cdot 10^{-2}$; 4— $5 \cdot 10^{-2}$; 5— 10^{-1} ; 6— $1,15 \cdot 10^{-1}$; 7— $3 \cdot 10^{-1}$

ческого ряда алифатических спиртов (этанол-, н-бутанол) в этиленгликолевых растворах, которая была объяснена большими размерами «структурных пустот» в этиленгликоле, обуславливающих хорошую растворимость этих спиртов. С ростом углеводородной цепи радикала



в гомологическом ряду алифатических спиртов, т. е. начиная с н-пентанола и выше, их адсорбционная способность на ртути из этиленгликолевых растворов растет, так как эффект выталкивания спиртов из объема гликолевых растворов к границе раздела фаз увеличивается.

В настоящей работе методом измерения дифференциальной емкости исследовалась адсорбция н-нонанола ($n\text{-C}_9\text{H}_{19}\text{OH}$) на ртути из этиленгликолевых растворов.

Все применявшиеся в работе реактивы, как и в [2], подвергались тщательной очистке по имеющимся в литературе методикам.

На рис. 1 представлены кривые зависимости дифференциальной емкости C от потенциала электрода (C, E -кривые) 0,5 М раствора NaClO_4 в этиленгликоле в отсутствие (кр. 1) и с добавками н-нонанола различной концентрации (кр. 2÷7). Из рисунка видно, что максимальная адсорбция н-нонанола наступает при потенциале $E \approx 0,45$ в. О значительной адсорбционной способности спирта свидетельствуют четкие пики адсорбции-десорбции, которыми с обеих сторон ограничены C, E -кривые: анодные пики ярче выражены, чем катодные. С увеличением концентрации спирта катодный пик смещается в катодную сторону и высота его растет, а анодный — в анодную и высота его резко увеличивается (рис. 1, кр. 2÷7). При концентрации н-нонанола $c = 3 \cdot 10^{-1}$ М имеет место образование полимолекулярного слоя (рис. 1,

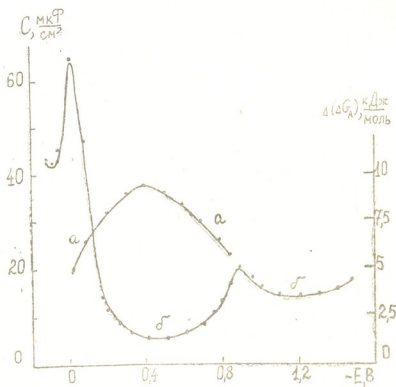


Рис. 2. Зависимость изменения свободной энергии адсорбции н-нонанола в этиленгликоле от потенциала электрода (а). Сопоставление теоретически рассчитанных и экспериментальных C, E -кривых для 0,5 М $\text{NaClO}_4 + 1,15 \cdot 10^{-1}$ М н-нонанола в этиленгликоле. Сплошные линии — опытные данные, точки — расчет (б)

кр. 7), как и в случае н-октанола в водных растворах [3]. Это заключение сделано на основании вторичного понижения дифференциальной емкости (рис. 1, кр. 7), при потенциале $E = -0,3$ В по сравнению с обычным минимумом в области потенциалов $-0,3$ — $-0,7$ В, соответствующим мономолекулярному слою адсорбированных молекул



спирта. Образование полимолекулярного слоя подтверждается также возрастанием значений емкости при потенциалах отрицательнее $-0,4$ В в результате разрушения полимолекулярных слоев. В области потенциалов $-0,4$ – $-0,7$ В на разрушение полислоя указывает также возрастание значений поляризационного сопротивления. Мономолекулярный слой адсорбированных молекул *n*-нонанолa остается на поверхности электрода, вследствие чего разрушение полислоев не сопровождается резким изменением емкости двойного слоя и поэтому высота максимума на С,Е-кривой незначительна. Отрицательное потенциала электрода $-0,7$ В начинается десорбция монослоя адсорбированных молекул *n*-нонанолa, т. е. происходит полное удаление его с поверхности, что сопровождается высокими десорбционными пиками (рис. 1, кр. 2–7).

О значительной адсорбционной активности *n*-нонанолa на ртути из этиленгликолевых растворов свидетельствует также зависимость изменения свободной энергии адсорбции $\Delta(\Delta G_A)$ от потенциала электрода (рис. 2,а). Значения $\Delta(\Delta G_A)$ были рассчитаны на основании данных по зависимости понижения пограничного натяжения $\Delta\sigma = \sigma_1 - \sigma_2$, где σ_2 — пограничное натяжение для *n*-нонанолa при $E = \text{const}$; $\sigma_1 = 0,5$ М NaClO₄ в этиленгликоле при $E = \text{const}$) в растворе *n*-нонанолa по формуле

$$\Delta(\Delta G_A) = -RT \Delta \ln c, \quad (1)$$

где R — газовая постоянная; T — температура по Кельвину; $\Delta \ln c$ — сдвиг изотермы понижения пограничного натяжения относительно стандартного состояния $\Delta\sigma = 4$ дин/см и $c = 1$ М). Величины σ получены двукратным интегрированием соответствующих С,Е-кривых (рис. 1).

Как видно из рис. 2,а, зависимость $\Delta(\Delta G_A)$ от E параболическая с максимумом в области потенциалов нулевого заряда. Такой ход $\Delta(\Delta G_A)$, Е-кривых характерен для веществ, сильно снижающих емкость двойного слоя [4]. Анализ рис. 2,а подтверждает вывод о том, что молекулы *n*-нонанолa выталкиваются с поверхности молекулами этиленгликоля при больших как положительных, так и отрицательных зарядах электрода и наблюдавшиеся катодные и анодные пики (рис. 1, кр. 2–7) действительно являются адсорбционно-десорбционными.

Полученные данные по адсорбции *n*-нонанолa были обработаны количественно по теории Фрумкина—Дамаскина [5]. С применением этой теории были рассчитаны следующие адсорбционные параметры: аттракционная постоянная a , которая характеризует взаимодействие адсорбированных молекул, степень покрытия электрода адсорбатом Θ , значение минимальной емкости при $\Theta = 1$, адсорбционный скачок потенциала E_N , предельное значение адсорбции Γ_M , площадь, занимаемая одной молекулой S , константа адсорбционного равновесия B_0 , свободная энергия адсорбции $-\Delta G_A^0$ и др., которые даны в таблице. Представленные в таблице константы, характеризующие адсорбционное состояние *n*-нонанолa, имеют следующие размерности: a — безразмерно; β — В⁻¹; C^1 — мкФ/см²; E_N — В; A — мкДж/см²; Γ_M — моль/см²; S — Å²/молекулу; B_0 — л/моль; $-\Delta G_A^0$ — ккал/моль.

a_0	β	C^1	E	A	$\Gamma_M \cdot 10^{10}$	S	B_0	$-\Delta G_A^0$
1,1	0,7	4,6	0,16	0,68	2,74	60	15,0	3,2

С использованием полученных из экспериментальных С,Е-кривых (рис. 1) адсорбционных параметров были рассчитаны полные С,Е-кривые для n-нонанола по формуле

$$C = C_0(1-\theta) + C'\theta + \frac{[q_0 + C'(E_N - E) + \beta A(1-2\theta)]^2}{A} h, \quad (2)$$

где $h = \frac{\theta(1-\theta)}{1-2a\theta(1-\theta)}$; $A = RT\Gamma_M$; C_0 — емкость при $\theta=0$; C' — при $\theta=1$; q_0 — заряд при $\theta=0$; E — приведенный потенциал; β — наклон зависимости a от E .

На рис. 2,6 приводятся экспериментальные и теоретические С,Е-кривые только для $1,15 \cdot 10^{-1} M$ n-нонанола. Как видно из рис. 2,6, совпадение экспериментально полученных и теоретически рассчитанных С,Е-кривых хорошее, что свидетельствует о применимости теории Фрумкина—Дамаскина к нашей системе.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт неорганической химии
 и электрохимии

Грузинский политехнический
 институт
 им. В. И. Ленина

(Поступило 14.12.1984)

ელექტროქიმია

ბ. აბულაძე, შ. ჯაპარიძე, ჯ. ჯაპარიძე

ნ-ნონანოლის ადსორბცია ვერცხლისწყალზე ეთილენგლიკოლის ხსნარშიდან

რეზიუმე

ელექტროდის პოტენციალისაგან დიფერენციული ტევადობის დამოკიდებულების მეთოდით შესწავლილია ნ-ნონანოლის ადსორბცია ვერცხლისწყალზე ეთილენგლიკოლის ხსნარშიდან და დადგენილია მისი მნიშვნელოვანი აღსორბციული უნარი.

დადგენილია ადსორბციული პარამეტრები: ატრაქციული მუდმივა a , პოტენციალის ადსორბციული ნახტომი E_N , ადსორბციული წონასწორობის მუდმივა B_0 , ადსორბციის თავისუფალი ენერგია $-\Delta G^0_A$ და სხვა.

ELECTROCHEMISTRY

N. A. ABULADZE, Sh. S. JAPARIDZE, J. I. JAPARIDZE

ADSORPTION OF N-NONANOL ON MERCURY FROM ETHYLENE GLYCOL SOLUTION

Summary

The adsorption of n-nonanol on mercury from ethylene glycol solution has been studied by the method of measuring the dependence of the differential capacity C on the electrode potential E (C, E-curves). A considerable adsorptive activity of n-nonanol on the indicated interface was detected. Quantitative calculations of the adsorption parameters (attraction constant, limit adsorption, adsorption equilibrium constant, surface per one molecule, free energy of adsorption, etc.) were made and the applicability of the Frumkin-Damaskin theory to the system in question has been demonstrated through a comparison of the experimentally obtained C, E-curves with those calculated by recourse to the adsorption parameters.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Б. Б. Дамаскин, А. А. Сурвила, Л. Е. Рыбалка. Электрохимия, 3, № 2, 1967, 146.
2. Ш. С. Джапаридзе, Д. И. Джапаридзе. Сообщения АН ГССР, 60, № 3, 1970, 605.
3. В. И. Мелик-Гайказян. ЖФХ, 26, № 8, 1952, 1184.
4. В. М. Герович, Б. Б. Дамаскин и др. Электрохимия, 19, № 5, 1983, 649.
5. Б. Б. Дамаскин, О. А. Петрий, В. В. Батраков. Адсорбция органических соединений на электродах. М., 1968.

Г. Г. ГАПРИНДАШВИЛИ

КИНЕТИКА РАСТВОРЕНИЯ КВАРЦА И ГЛИНОЗЕМА В ПЕРЛИТОВОМ СТЕКЛЕ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. В. Цинцадзе 27.4.1984)

Перлиты СССР давно нашли промышленное применение в производстве разных керамических изделий и материалов [1, 2, 3].

В этом направлении большой интерес представляет определение кинетики растворения SiO_2 и Al_2O_3 в перлитовом расплаве, так как эти оксиды взаимодействуют при термической обработке керамических материалов.

Изучение этих процессов проводили с применением монокристаллов SiO_2 и Al_2O_3 по методике П. Ф. Румянцева [4]. Для исследования был использован арагацкий перлит (масс. %): SiO_2 — 73,29; Al_2O_3 — 12,94; Fe_2O_3 — 0,8; CaO — 1,09; MgO — 0,12; Na_2O — 4,35; K_2O — 3,74; п.п.п. — 3,67.

Опыты были проведены на высокотемпературном микроскопе [5] следующим образом: на зазор шириной $\sim 0,15$ мм платинового нагревателя укладывали перлитовое зерно, которое нагревали до 1400°C и охлаждали до комнатной температуры. На поверхность расплава помещали монокристалл исследуемого образца и сверху также покрывали тонким слоем перлитового порошка. Размер зерна монокристалла предварительно измеряли под микроскопом. Температура приготовленного к опыту образца поднималась до заданной величины быстро — за 1—2 сек.

На основе результатов измерения в температурном интервале 1390 — 1450°C определяли зависимость уменьшения радиуса частиц SiO_2 и Al_2O_3 от времени растворения и температуры расплавленного стекла.

В дальнейшем установленные зависимости, выраженные графически, мы аппроксимировали с помощью уравнения Аррениуса, устанавливающего зависимость скоростей различных физико-химических превращений реакции от температуры:

$$K = A \cdot e^{-\frac{E}{RT}}, \quad (1)$$

где K — удельная скорость процесса; E — энергия активации процесса; R — газовая постоянная; T — абсолютная температура; A — приблизительно постоянная величина (относительно слабо зависящая от температуры).

Полагая, что продолжительность растворения частиц $\tau \sim \frac{1}{K}$, можно записать

$$\tau = \frac{1}{A} \cdot e \left\{ -\frac{E}{RT} \right\} \quad (2)$$

или

$$\lg \tau = \lg \frac{1}{A} + 0,43 \frac{E}{RT}. \quad (3)$$

С учетом диаметра частиц уравнение (3) примет вид

$$\lg \tau = \lg \frac{\Delta D}{A} + 0,43 \frac{E}{RT}. \quad (4)$$

Как видно из равенства (4), зависимость $\lg \tau$ от $1/T$ должна изображаться на графике прямой линией, что является необходимым и достаточным условием возможности применения уравнения Аррениуса для характеристики кинетики растворения монокристаллов в перлитовом стеклообразном расплаве.

В качестве образцов для изучения кинетики растворения SiO_2 и Al_2O_3 в перлитовом расплаве были применены часоварский кварцевый песок и электрокорунд.

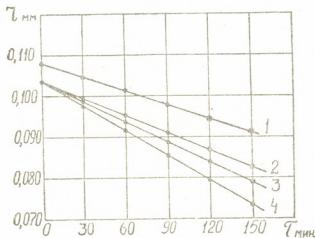


Рис. 1. Изменение радиуса зерен кварца от продолжительности растворения. Температура, °С: 1—1390; 2—1410; 3—1430; 4—1450

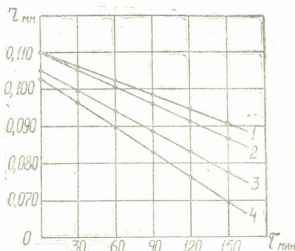


Рис. 2. Изменение радиуса зерен корунда от продолжительности растворения. Температура, °С: 1—1390; 2—1410; 3—1430; 4—1450

Из рис. 1 и 2 видна линейная зависимость изменения радиуса зерен кварца и корунда от продолжительности растворения при постоянной температуре, что можно изображать уравнением

$$r = r_0 - \frac{1}{B} \tau, \quad (5)$$

где τ — длительность растворения, мин; r_0 — начальный радиус монокристалла, мм; r — радиус кристалла в момент времени τ , мм; $\frac{1}{B}$ — постоянная величина, характеризующая изменение радиуса кристалла в единицу времени при данной температуре, мм/мин.

Количество растворившегося вещества (ΔP) за время τ равно

$$\Delta P = P_1 - P_2 = (V_1 - V_2) \cdot \gamma = \Delta V \cdot \gamma, \quad (6)$$

где V — объем монокристалла; γ — плотность монокристалла.

$$\text{Так как } V = \frac{4}{3} \pi r^3, \quad P = \frac{4}{3} \pi r^3 \gamma.$$

Переходя к дифференциалу, получаем

$$\Delta P = dP = 4 \pi \gamma r^2 dr, \quad \Delta r \rightarrow 0. \quad (7)$$

Учитывая, что поверхность кристалла равна $4 \pi r^2$,

$$dP = \gamma \cdot S \cdot dr \quad \text{или} \quad \frac{dP}{S} = \gamma \cdot dr, \quad (8)$$



где S — поверхность кристалла в данный момент времени, Так как $r = f(\tau)$, возьмем изменение приведенного веса частицы от времени;

$$\frac{dP}{S \cdot d\tau} = \gamma \frac{dr}{d\tau}, \quad (9)$$

где $\frac{dP}{S \cdot n \tau}$ — скорость растворения кристалла, W г/см²мин.

Учитывая, что $r = r_0 - \frac{1}{B} \tau$, переходя к дифференциалу

$$dr = 0 - \frac{1}{B} d\tau = -\frac{1}{B} d\tau \quad (10)$$

и подставляя (10) в (9), получаем

$$W = \frac{dP}{S \cdot d\tau} = -\frac{1}{B} \cdot \gamma. \quad (12)$$

Знак минус показывает, что скорость растворения кристалла происходит в направлении убывания количества. Таким образом, скорость растворения SiO_2 и Al_2O_3 в перлитовом расплаве определяется величиной $(1/B)$, которая характеризует изменение радиуса зерна данного монокристалла в единицу времени и является величиной, постоянной при данной температуре (см. таблицу).

Температура, °C	$\frac{1}{B} \cdot 10^3$ см/мин	$W \cdot 10^5$ г/см ² мин	$W \cdot 10^5$ г/см ² мин для полевого шпата
1390	1,12	2,8	2,08
1410	1,3	3,25	3,04
1430	1,63	4,1	3,52
1450	1,98	4,95	4,06
1390	1,3	5,2	4,6
1410	1,55	6,2	5,9
1430	1,94	7,8	7,7
1450	2,27	9,1	8,9

Значение $\frac{1}{B}$ и W для SiO_2 и Al_2O_3 .

Зависимость продолжительности растворения кварца и корунда от температуры перлитового расплава показана на рис. 3. Эту

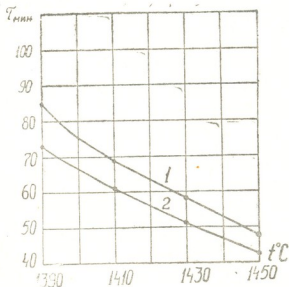


Рис. 3. Зависимость продолжительности растворения кварца и корунда от температуры расплава: 1—кварц; 2—корунд

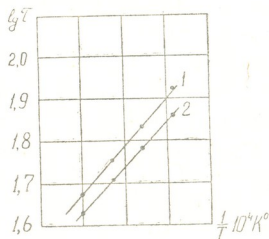


Рис. 4. Логарифмическая зависимость продолжительности растворения кварца и корунда от температуры расплава: 1—кварц; 2—корунд



зависимость можно выразить уравнением Аррениуса: $\lg \tau = \lg \frac{\Delta D}{A} + 0,43 \frac{E}{RT}$, где ΔD — изменение диаметра частиц за время τ . Зависимость $\lg \tau$ от обратной температуры представляет собой прямую линию, что дает возможность применить уравнение Аррениуса для определения температурной зависимости продолжительности растворения кварца и корунда в перлитовом расплаве (рис. 4).

Таким образом, вулканическое стекло перлита имеет большую активность, что является тем фактором, который способствует интенсификации процессов синтеза разных керамических масс, стекловидных покрытий и т. д.

Грузинский политехнический институт
им. В. И. Ленина

(Поступило 4.5.1984)

ქიმიური ტექნოლოგია

ბ. ზაფრინდაშვილი

პერლიტის მინაში კვარცის და თიხირის გახსნის კინეტიკა

რეზიუმე

შესწავლილია პერლიტის მინაში კვარცის და თიხირის გახსნის კინეტიკა მაგარი ფაიფურის გამოწვევის ტემპერატურულ ინტერვალში.

CHEMICAL TECHNOLOGY

G. G. GAPRINDASHVILI

THE DISSOLUTION KINETICS OF QUARTZ AND ALUMINA IN PERLITE GLASS

Summary

The title problem has been studied in the annealing temperature range of hard porcelain. Perlite, as an amorphous volcanic glass, was found to be a more active fusing agent than feldspar rocks. The activity of perlite facilitates the synthesis of various silicate materials.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. Г. Хизанишвили и др. Стекло и керамика, № 6, 1964, 33—35.
2. Г. Г. Гаприндашвили. Авт. свид. № 174098. Бюлл. изобр., № 16, 1965.
3. Г. Г. Гаприндашвили. Стекло и керамика, № 7, 1979, 28—29.
4. П. Ф. Румянцев. Сб. «Силикаты и окислы в химии высоких температур». Л., 1963, 41—50.
5. Н. А. Торопов и др. Вестник АН СССР, № 3, 1962, 46—48.



ФИЗИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ

Л. А. ВЛАДИМИРОВ, А. И. ДЖАВАХИШВИЛИ, Н. Н. ЗАКАРАШВИЛИ,
И. К. КИШМИШЕВА

РЕЧНОЙ СТОК ЗАКАВКАЗСКОГО НАГОРЬЯ

(Представлено академиком А. Л. Цагарели 9.12.1983)

Закавказское нагорье площадью 95 938 км² состоит из следующих четырех неравнозначных по размерам территорий и величине речного стока областей: 1) бассейны южночерноморских рек площадью 7439 км², 2) бассейн р. Куры в пределах нагорья площадью 40 732 км², 3) бассейн р. Аракса в пределах нагорья площадью 39 268 км², 4) Ленкоранская область площадью 8248 км².

Для составления карты речного стока и расчетов речного стока установлены зависимости речного стока в мм слоя от средней взвешенной высоты бассейна по данным 331 гидрологической станции, из которых 37 расположены в бассейнах южночерноморских рек, 130 — в бассейне р. Куры, 149 — в бассейне р. Аракса и 15 — в Ленкоранском районе.

Данные наблюдений использованы по 1980 г. включительно.

Во всех случаях искажения естественного режима водозаборами для хозяйственного использования внесены коррективы.

По бассейнам, освещенным наблюдениями над стоком, построены кривые зависимости стока от средней взвешенной высоты бассейна.

По высокогорным поясам, не освещенным наблюдениями, очерта-ние кривых определено путем расчета суммарного стока по кривой и площадям гипсометрических поясов бассейна и сопоставления со стоком в замыкающем створе. При отсутствии наблюдений над стоком в нижних высотных поясах нижняя ветвь кривой проводится по данным стока, рассчитанного по осадкам и радиационному балансу с применением уравнения связи М. И. Будыко и отнесенного к высоте метеорологической станции.

Связь между стоком и средней высотой бассейна сильно дифференцирована. Большинство кривых построены на основе значительного количества наблюдений и расчетных данных и поэтому достаточно надежны. Всего на территории нагорья выделено 46 районов однозначной зависимости стока от средней взвешенной высоты бассейна, из



них 12 районов по бассейнам рек, впадающих в Черное море, 18 — по бассейнам притоков р. Куры, 12 — по бассейнам левых притоков р. Аракса и 4 — по Ленкоранской области.

На основе 46 кривых зависимости стока от средней высоты бассейна на гипсометрической основе составлена карта речного стока Закавказского нагорья (рис. 1).

Исследование характера территориального распределения стока на Закавказском нагорье весьма сложно, что обусловлено многообразием рельефа, различной ориентацией многочисленных хребтов, а также геологическим строением территории.

Особенно осложняются исследования по вулканическим нагорьям, где имеет место подземный водообмен, в связи с чем наблюдается существенное различие между видимой водоносностью смежных бассейнов, теряющих или получающих воду подземным путем. Подобные условия присущи Южно-Грузинскому вулканическому нагорью, Апаранскому и Ширакскому лавовым плато, Гегамскому вулканическому хребту, Карабахскому вулканическому плоскогорью, т. е. значительной части Закавказья.

Вероятность подземного водообмена учитывается при составлении карты.

Большой пестротой в распределении стока по территории и исключительно высокой водоносностью отличаются бассейны южночерноморских рек, где ориентация склонов хребтов и их удаление от моря играют доминирующую роль в увлажнении бассейнов.

От бассейна р. Чхеримелы к западу и юго-западу сток на высоте 500 м изменяется от 600 до 1740 мм в бассейне Кинтриши, а на высоте 2000 м — от 900 мм до 2560 мм в том же бассейне Кинтриши.

В расположенном к югу от бассейна Кинтриши бассейне Королисцкали сток на высоте 500 м составляет 2400 мм, а выше 1000 м в истоках Королисцкали он достигает наибольшей по Кавказу величины — 4000 мм.

И равнинная часть Черноморского побережья характеризуется высоким стоком, который увеличивается в южном направлении от 1200 до 1800 мм.

В бассейне Аджарисцкали сток значительно меньше: на высоте 500 м — всего 720 мм, а на высоте 2000 м — 1240 мм.

К востоку в бассейне левого притока Куры — р. Коблиани сток на высоте 2000 м не превышает 800 мм, а на высоте 1000 м в Ахалцихской котловине наблюдается низкий сток — всего 100 мм.

Еще маловоднее вулканическое нагорье Грузии, где сток на высоте 1000 м равен 80 мм, а в самых верхних зонах на высоте 3000 м едва достигает 500 мм.

Несколько больше сток на западном склоне Триалетского хребта.

Реки северной части Армении характеризуются более высоким, по сравнению с платообразной поверхностью Южно-Грузинского нагорья, стоком — от 100 мм на высоте 1000 м до 800 мм на высоте 3000 м.

Такого же порядка сток в бассейне р. Акстафа и в бассейнах рек от Инча-чая до Каркар-чая. Немного меньшей водоносностью характеризуется сток в бассейне р. Тертер, расположенном восточнее бассейна Инча-чая.

В бассейне р. Аракс вся приараксинская равнина характеризуется очень низким стоком — 20 мм.

В горной части Армении в бассейнах рек от Ахуряна до Раздана сток составляет на высоте 2000 м 150—250 мм и возрастает до 600—700 мм на высоте 3000 мм.

В высокогорном бассейне оз. Севан сток колеблется от 100 мм в пребрежной зоне до 700—800 мм на высоте 3000 м.

Более высокий сток в бассейне р. Азат — до 1000—1200 мм на высоте 3000 м.

К востоку в бассейне р. Арпа и на реках Нахичеванской АССР сток на высоте 3000 м уменьшается до 850 мм.

Больше сток в обильно увлажняемом Мегринском районе — до 550 мм на высоте 2000 м и 1000 мм на высоте 3000 м. В юго-восточном направлении в бассейнах рр. Воротан и Акера сток ниже — 250—300 мм на высоте 2000 м и 700—800 мм на высоте 3000 м.

Своеобразно распределение стока в Ленкоранской области в связи с ее орографией и направлением движения воздушных масс. Здесь сток в пределах одной высотной зоны (700 м) колеблется в пределах 350—750 мм, уменьшается с высотой до 150 мм на высоте 2000 м, в северной части на небольшой высоте сток резко уменьшается — до 20 мм.

Иллюстрацией большого различия в величинах стока не только между отдельными бассейнами, но и между крупными областями является приводимая ниже таблица суммарных по областям величин стока.

Суммарные величины стока

Территория	Площадь, км ²	Сток, млн. м ³
Бассейны южночерноморских рек	7430	8875
Бассейн Куры в пределах нагорья	40732	7779
Бассейн р. Аракса в пределах нагорья	39268	7479
Ленкоранская область	8248	1229
Закавказское нагорье	95678	25363

Площадь бассейнов южночерноморских рек составляет менее 8% площади Закавказского нагорья, а сток южночерноморских рек — 35% речного стока всего Закавказского нагорья.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт географии
 им. Вахушти

(Поступило 9.12.1983)

ფიზიკური გეოგრაფია

ლ. ვლადიმეროვი, ა. ჯავახიშვილი, ნ. ჯაკარაშვილი, ი. კიშიმიშევა

ამიერკავკასიის მთიანეთის მდინარეების ჩამონადენი

რეზიუმე

331 ჰიდროლოგიური სადგურის მრავალწლიური მონაცემებით დადგენილია მდინარის ჩამონადენის სიმალით ზონალობა, ჰიფსომეტრიულ საფუძველზე შედგენილია მდინარის ჩამონადენის რუკა და გაანგარიშებულია მთიანეთის მდინარეების ჯამური ჩამონადენი.

PHYSICAL GEOGRAPHY

L. A. VLADIMIROV, A. I. JAVAKHISHVILI, N. N. ZAKARASHVILI,
 I. K. KISHMISHEVA

RIVER RUNOFF OF THE TRANSCAUCASIAN HIGHLAND

Summary

According to the data of long-term observations at 331 gauging stations the high-altitude zone of river runoff has been established, an isoline map of river runoff in mm constructed on hypsometrical basis, and the total highland river runoff calculated.

Э. Д. КИЛАСОНИЯ

О РАСЧЛЕНЕНИИ ВЕРХНЕГО МААСТРИХТА И ДАНИЯ ТРИАЛЕТСКОГО ХРЕБТА ПО НАНОПЛАНКТОНУ (ВОСТОЧНАЯ ГРУЗИЯ)

(Представлено академиком А. Л. Цагарели 21.10.1983)

Отложения верхнего мела играют значительную роль в строении центральной части Триалетского хребта, они достаточно полно охарактеризованы макро- и микрофауной [1—3].

За последнее время во многих регионах мира нашло широкое применение зональное расчленение меловых толщ с помощью известкового нанопланктона [4].

Нами были изучены меловые нанофоссилии из двух разрезов центральной части Триалетского хребта (рр. Гавазура и Ничбура), расположенных в пределах развития отложений тедзамского фациального типа [5]. Кокколитофориды, изученные в маастрихтской и датской частях разрезов, позволяют выделить три биостратиграфические зоны, соответствующие верхнему маастрихту и нижнему и верхнему данию.

В изученных разрезах отложения маастрихта в своей верхней части представлены мягкими мергелями сероватого цвета с прослоями мягких бледно-розовых известняков, содержащими *Coraster* sp. [2], а также комплекс микрофауны *Globotruncana arca Cuhmi*, *Gl. aff. stuarti* (Lap.), *Gl. rosetti* (Carsey) маастрихтского возраста [3].

Выделяемая нами зона *Tetralithus murus* Mart. по своему стратиграфическому объему отвечает микрофораминиферовой зоне *Abathomphalus mayouensis* Bolli верхнего маастрихта исследуемого района [3].

В фаунистическом комплексе зоны определено более 35 видов нанофоссилий. Нижняя граница зоны устанавливается по появлению в разрезе вида-индекса *Tetralithus murus* Mart. Характерным для зоны является присутствие *Marcalius inversus* (Defl.), *Zygodiscus spiralis* Bram. et Mart.; верхняя граница проводится по появлению типично датских нанофоссилий, в частности вида *Cruciplacolithus tenuis* Hay et Mohier.

В комплекс зоны *Tetralithus murus* Mart. входят: *Micula staurophora* (Gardet), *Marcalius circumradithus* (Stov.), *Marcalius inversus* (Defl.), *Tetralithus pyramidus* Gard., *Tetralithus obscurus* Defl., *Tetralithus goticus* Defl., *Lucyanorhabdus cayeuxi* Defl., *Tetralithus murus* Mart., *Zygodiscus compartus* Bukri, *Zygodiscus diplogrammus* (Defl.), *Zygodiscus spiralis* Bram. and Mart., *Cribrosphaerella ehrenbergi* Arkang., *Cretarhabdus crenulatus* Thier., *Cretarhabdus ingens* (Gorka), *Eiffellithus eximius* (Stov.), *E. turiseiffeli* (Defl.), *Microrhabdulus decoratus* Defl., *Parhabdolithus angustus* Strad., *Parhabdolithus embergeri* (Noel), *Preduscosphaera cretacea* (Arkhan.), *Kamptnerius magnificus* Defl., *Watznaueria barnesae* Rech—Niel., *Defland-*

reus interciscus (Defl.), *Braarudosphaera bigelovi* Defl., *Braarudosphaera deflandrei* Lec.—Schlaud., *Micrantolithus cretaceus* Defl., *Micula degussata* Vekch., *Arkangelskiella cymbiformis* Vekch., *Broinsonia parca* Bukri.

Датские отложения в центральной части Триаletского хребта представлены известняками и мергелями гавазурской свиты [5], содержащими комплекс микрофауны: *Globigerina pseudoboloides* Plumm, *Globigerina triloculinoidea* Plumm, *Globorotalia membranacea* (Ehrenb.), *Ammodiscus incertus* (d'Orb.), *Marssonella indentata* Cushm., *Globotruncana stuarti* (Lapp).

По нанопланктону рассматриваемая свита подразделяется на две зоны.

Первая зона *Cruciplacolithus tenuis* Hay et Moh. охватывает нижнюю часть свиты. Нижняя граница проводится по появлению вида-индекса, а также типично датских нанофоссилий: *Biantholithus sparsus* Bram. et Mart., *Coccolithus cavus* Hay et Moh., *Zygodiscus sigmoides* Bram. et Sul., *Thoccosphaera operculata* Bram. et Mart., *Prinsius dimorphus* Perch—Niel.

Вышележащая зона, выделяемая в объеме верхнего дания, устанавливается по появлению *Chiasmolithus danicus* Hay et Moh. Видовой состав зоны *Chiasmolithus danicus* Hay et Moh. почти идентичен составу зоны *Cruciplacolithus tenuis* Hay et Moh., за исключением нескольких новых видов, в том числе *Zygodiscus concinus* Mart.

Выше зоны *Chiasmolithus danicus* Hay et Moh., в переходной от дания к палеоцену части разрезов юга СССР [4, 6] устанавливается зона *Cyclococcolithina robusta* (Bram. et Sul.)—*Ellipsolithus macellus* Sulli. В исследуемых разрезах нами эта зона не была установлена. Ей, по-видимому, соответствует немая часть разреза (1—2 м) под слоями, содержащими *Fasiculithus tympaniformis* Hay et Moh., датирующими верхнюю часть нижнего палеоцена.

Таким образом, можно отметить, что на границе верхнего маастрихта и дания родовой состав нанопланктона существенно обновляется, из собственно меловых нанофоссилий в датский ярус переходят роды *Braarudosphaera*, *Marcalius*, *Micrantolithus*, а также род *Zygodiscus*, но со значительным уменьшением (до двух) видового состава. Кокколиты приобретают в основном палеогеновый облик.

Следовательно, на основании наших исследований в верхней части верхнего мела выделены три нанопланктонные зоны: *Tetralithus murus* Mart., соответствующая верхнему маастрихту, и *Cruciplacolithus tenuis* Hay et Moh., *Chiasmolithus danicus* Hay et Moh., отвечающие нижнему и верхнему данию. По своему стратиграфическому объему эти зоны соответствуют аналогичным зонам Азербайджана [7], что определяется наличием единого бассейна на Малом Кавказе, но сходство определенных нами комплексов с таковыми Крыма [6, 8] указывает на более общие палеогеографические связи.

Академия наук Грузинской ССР
Геологический институт
им. А. И. Джанелидзе

ე. კილასონია

თრიალეთის ქედის ზედა მაასტრიხტის და დანიურის დანაწილების შესახებ ნანოპლანქტონის მიხედვით (აღმოსავლეთი საქართველო)

რეზიუმე

შესწავლილია ნანოფოსილები თეძამის ფაციალური ტიპის ჭრის ზედა ნაწილიდან მდ. გავაზურას და ნიჩბურას ხეობებიდან (თრიალეთის ქედის ცენტრალური ნაწილი).

ნანოფოსილების კომპლექსების საფუძველზე დადგენილია ზედა მაასტრიხტის (*Tetralithus murus* Mart.), ქვედა-და ზედადანიურის (*Cruciplacolithus tenuis* Hay et Moh., *Chiasmolithus danicus* Hay et Moh.) ზონები.

GEOLOGY

E. D. KILASONIA

ON THE SUBDIVISION OF THE UPPER MAASTRICHTIAN AND DANIAN OF THE TRIALETI RIDGE BY NANNOPLANKTON (EASTERN GEORGIA)

Summary

Nanofossils from the upper part of the section of deposits of Tedzami facies type from the Gavasura and Nichbura basins are investigated (central part of the Trialeti ridge). The zone of the upper Maastrichtian (*Tetralithus murus* Mart.), Lower (*Cruciplacolithus tenuis* Hay et Moh.) and Upper (*Chiasmolithus danicus* Hay et Moh.) Danian are distinguished.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. Л. Цагарели. Верхний мел Грузии. Тбилиси, 1954.
2. Р. А. Гамбашидзе. Труды ГИН АН ГССР, нов. сер., вып. 35, 1972.
3. Д. Г. Ахвледиани. Стратиграфия верхнемеловых отложений южной периферии Дзирульского массива и северного склона Триаletского хребта по фауне форанимифер. Тбилиси, 1969.
4. С. И. Шуменко. Известковый нанопланктон мезозоя Европейской части СССР. М., 1976.
5. Р. А. Гамбашидзе. Стратиграфия верхнемеловых отложений Грузии и смежных с ней областей Азербайджана и Армении. Тбилиси, 1979.
6. Н. Г. Музылев. Стратиграфия палеогена юга СССР по нанопланктону. М., 1980.
7. С. И. Шуменко, А. А. Рагимли. Вест. Харьк. ун-та, № 228, 1982.
8. С. И. Шуменко, В. П. Стеценко. Бюлл. Моск. о-ва испыт. природы, т. 53(1), 1978.



М. В. КАКАБАДЗЕ

К БИОСТРАТИГРАФИЧЕСКОМУ СОПОСТАВЛЕНИЮ ГОТЕРИВА КАВКАЗА И ЗАПАДНЫХ КАРПАТ

(Представлено академиком А. Л. Цагарели 16.5.1984)

Вопросу сопоставления нижнемеловых отложений регионов Кавказа и Карпат посвящено несколько работ М. С. Эристави. Среди них наиболее значительной является последняя работа [1], в которой специально исследовано биостратиграфическое сопоставление нижнего мела Грузии и Карпат. По М. С. Эристави [1], нижняя зона нижнего готерива Грузии с *Leopoldia bargamensis* и *Olcostephanus jeanpoti* может считаться эквивалентом выделяющейся в Карпатах зоны с *Leopoldia castellanensis*. Выше в обоих регионах устанавливается зона с *Crioceratites duvali*, *C. nolati*. В верхнем же готериве в этих регионах выделяется лишь одна зона — *Pseudothurmannia angulicostata*.

В связи с этими данными следует отметить, что современные схемы биостратиграфического расчленения готерива как Грузии [2], так и Западных Карпат, разработанные на основе дополнительного материала, несколько отличаются от вышеотмеченных схем М. С. Эристави.

Новые данные по готериву Западных Карпат (в Крыжнянском покрове) были опубликованы недавно [3]: в нижнем готериве установлены два горизонта — нижний с *Neocomitos (Teschinites) neocomiensiformis*, *N. (T.) cf. jodariensis*, *Eleniceras tchecchitevi*, *Spitidiscus cf. meneghin* и верхний с *Crioceratites (C.) nolani* и *C. (C.) loryi*. В верхнем готериве, в нижней его части найдены *Subsarynella cf. sayni* и *Crioceratites (C.) duvali*, а выше установлен псевдотурманиевый горизонт с *Pseudothurmannia mortilleti*, *P. sp. sp.* Хорошо охарактеризованы аммонитами отложения готерива и в Великой и Малой Фатрах, где М. С. Эристави [4] в низах нижнего готерива указал *Leopoldia castellanensis castellanensis*, *Acanthodiscus cf. michaelis*, а в верхах — *Crioceratites duvali* и *C. nolani*. В верхнем готериве были отмечены *Pseudothurmannia angulicostata*, *P. aff. mortilleti*, *P. cf. pseudomalbasi*, *P. cf. genevieri*. В других местах Западных Карпат из-за отсутствия или редкости ископаемой макрофауны готерив на отдельные горизонты не подразделяется.

Из вышесказанного ясно, что в Западных Карпатах готерив наиболее дробно расчленяется в Крыжнянском покрове; его по сей день можно считать опорным в этом регионе.

Прежде чем перейти к анализу биостратиграфического сопоставления готерива рассматриваемых регионов следует отметить, что на Кавказе, благодаря исследованиям В. П. Ренгартена, Н. П. Луппова, М. С. Эристави, Т. А. Мордвилко, В. В. Друщица, В. Л. Егояна, Г. А. Ткачук и др., зональное расчленение готерива обосновано на гораздо более богатом фаунистическом материале, чем в Западных Карпатах. В настоящее время биостратиграфическая схема готерива Кавказа нами [5] рассматривается в следующем виде: в нижнем подъярусе выделяются зоны *Acanthodiscus radiatus*—*Endemoceras amblygonium* и *Crio-*



eratites sablieri, а в верхнем—зоны *Speetoniceras inversum*—*Subsajnella sayni* и *Pseudothurmannia mortilleti*—*Craspedodiscus discofalcatus*.

В парастратотипическом регионе (Юго-Восточная Франция) готерив начинается зоной *Acanthodiscus radiatus* и появление именно первых представителей рода *Acanthodiscus* взято за основной признак для установления границы валанжина с готеривом [6, 7]. Примечательно, что и на Кавказе готерив (зона *A. radiatus*—*E. amblygonium*) начинается первым появлением представителей рода *Acanthodiscus*, а также представителей *Crioceratites*, *Sajnella* и *Spitidiscus*. Наличие в обеих сравниваемых зонах таких видов, как *Acanthodiscus radiatus*, *Leopoldia leopoldiana*, *L. castellanensis castellanensis*, *L. bargamensis*, *Oosterella cultrata*, имеет большое значение при их сопоставлении. В Западных Карпатах этому уровню соответствуют самые нижние слои готерива, охарактеризованные в Великой и Малой Фатрах видами *Leopoldia castellanensis castellanensis*, *Acanthodiscus cf. michaelis*, а в Крыжнянском покрове—*Neocomites (Teschenites) neocomiensiformis*, *N. (T.) jodariensis*, *Eleniceras tchchitevi*, *Spitidiscus cf. meneghini*. На это указывают, во-первых, наличие представителей рода *Acanthodiscus* и общего с коррелируемыми регионами подвида *L. castellanensis castellanensis* в этих слоях и, во-вторых, стратиграфическое положение этих слоев; в Крыжнянском покрове, как и в Великой и Малой Фатрах, выше данного уровня появляются характерные для верхней зоны нижнего готерива Кавказа виды криоцератитин. Кроме того, непосредственно выше этого уровня, в Крыжнянском покрове отмечен вид *Crioceratites loryi*, являющийся видом-индексом второй снизу зоны готерива в Юго-Восточной Франции.

Вторая нижнеготеривская зона Кавказа — зона *Crioceratites sablieri* характеризуется большим числом видов криоцератитин [2,5]. Данной зоне в Западных Карпатах соответствует зона *Crioceratites duvali* — *C. polani* (в Великой и Малой Фатрах) или горизонт с *Crioceratites polani* и *C. loryi* Крыжнянского покрова. На этом уровне в разных местах Западных Карпат встречены следующие общие с Кавказом виды: *C. polani*, *C. duvali*, *Spitidiscus incertus*. Этому уровню в Юго-Восточной Франции соответствуют зоны *Crioceratites loryi*, *Olcostephanus jeannoti* и *Lyticoceras nodosoplicatus*.

Сопоставляя верхнеготеривские отложения Кавказа и парастратотипического региона, мы принимаем данные прежних исследователей о том, что зона *Speetoniceras inversum*—*Subsajnella sayni* Кавказа соответствует зоне *Subsajnella sayni* Юго-Восточной Франции. Аналогом этой зоны в Западных Карпатах можно считать горизонт с *Subsajnella cf. sayni*, фиксируемый в нижней части верхнего готерива между фаунистически датированными слоями нижнего готерива (горизонт с *Crioceratites polani* и *C. loryi*) и верхнеготеривским горизонтом с *Pseudothurmannia mortilleti* в Крыжнянском покрове.

Аналоги средней зоны *Plesiospitidiscus ligatus* парастратотипа на Кавказе и в Карпатах из-за отсутствия достоверных фаунистических данных не выявлены, а следующая зона, именуемая в Юго-Восточной Франции *Pseudothurmannia angulicostata*, довольно четко сопоставляется с горизонтом с *Pseudothurmannia mortilleti* в Западных Карпатах и зоной *Pseudothurmannia mortilleti*—*Craspedodiscus discofalcatus* на Кавказе. Сопоставляе-

мые уровни всех трех регионов содержат общие руководящие виды рода *Pseudothurmannia*—*P. (P.) mortilleti*, *P. (P.) pseudomalbosi*, *P. (P.) genevieri* и др.

Верхняя граница этой зоны совпадает с границей между готеривом и барремом. Эта граница определяется как уровень, который не переходят роды *Pseudothurmannia*, *Plesiospitidiscus*, *Speetonicerias*, *Craspedodiscus*, а выше этого уровня, т. е. в нижнем барреме, появляются новые роды, среди которых значительными являются *Holcodiscus*, *Barremites* (s. str.), *Silesites*, *Paracrioceras*, *Pulchellia*, *Subpulchellia*, *Anahamulina* и др. [8,5].

Сопоставление готеривских подразделений Юго-Восточной Франции, Кавказа и Западных Карпат

Ярус	Подъярус	Юго-Восточная Франция [7]	Кавказ [5]	Западные Карпаты [1,3]	
				Крыжиянский покров	Великая и Малая Фатры
ГОТЕРИВ	Верхний	<i>Ps. angulicostata</i>	<i>Ps. mortilleti</i> — <i>Cr. discofalcatus</i>	<i>Ps. mortilleti</i>	<i>Ps. mortilleti</i>
		<i>Pl. ligatus</i>			
		<i>S. sayni</i>	<i>Sp. inversum</i> — <i>S. sayni</i>	<i>S. sayni</i>	
	Нижний	<i>L. nodosoplicatus</i>	<i>C. sablieri</i>	<i>C. nolani</i> — <i>C. loryi</i>	<i>C. nolani</i> — <i>C. duvali</i>
		<i>O. jeannoti</i>			
		<i>C. loryi</i>			
<i>A. radiatus</i>		<i>A. radiatus</i> <i>E. ambignonium</i>	<i>T. neocomiensi</i> — <i>formis</i>	<i>L. castellanensis</i>	

Из вышесказанного видно, что как на Кавказе, так и в Западных Карпатах, нижний и верхний подъярусы готерива расчленяются аммонитами на две зоны в каждом подъярусе. Более дробное деление, как это произведено в Юго-Восточной Франции (см. таблицу), в рассматриваемых регионах не представляется возможным. При биостратиграфическом сопоставлении готерива Кавказа, Западных Карпат и Юго-Восточной Франции выявляется большое сходство в родовом и видовом составе аммонитов как в нижнем, так и в верхнем готериве. Эти уровни в основном коррелируются при помощи тетических видов аммонитов.

Академия наук Грузинской ССР
Геологический институт
им. А. И. Джанелидзе

მ. კაკაბაძე

კავკასიისა და დასავლეთ კარპატების ჰაუტერივული
 ბიოსტრატობრაფიული უმპირისპირებისათვის

რეზიუმე

ამონიტური ფაუნის ბიოსტრატობრაფიული ანალიზის საფუძველზე განხილულია კავკასიისა და დასავლეთ კარპატების ჰაუტერივული ნალექების ზონური უმპირისპირების საკითხი.

GEOLOGY

M. V. KAKABADZE

ON THE BIOSTRATIGRAPHICAL CORRELATION BETWEEN THE
 CAUCASIAN AND WESTERN CARPATHIAN HAUTERIVIAN

Summary

On the basis of a biostratigraphical analysis of the ammonite fauna the Hauterivian zonal correlation between the Caucasus and Western Carpathians is discussed (see Table 1).

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. M. C. Эристави. VI^e Congr. l'Ass. Geol. Carp.—Balkanique, 1973, 49—60.
2. M. V. Кაკაბაძე. Сообщения АН ГССР. 100, № 3, 1980, 609—612.
3. Z. Vasicek, J. Michalik, K. Borza. Zitteliana, 10, ISSN, München, 1983, 467—484.
4. M. C. Эристави. Подразделение нижнего мела Альпийской зоны. Тбилиси, 1962, 1—114.
5. M. V. Kakabadze. Zitteliana, 10, ISSN, München, 1983, 501—508.
6. M. Moullade, J.-P. Thieuloy. C. R. Sommaire des séances de la Soc. Géol. France, fasc. 2, 1967, 46—48.
7. J.-P. Thieuloy. In: R. Casey, P. F. Rawson (eds): The Boreal Lower Cretaceous. Geol. Journ. Spec. Issue № 5, Liverpool, 1973, 289—300.
8. В. Л. Егоян. Ярусная шкала нижнего мела и нижнемеловые отложения западной части Северного Кавказа, Л., 1977, 1—36.



Н. И. СХИРТЛАДЗЕ (член-корреспондент АН ГССР),
М. Г. ТОЛСТИКОВА

ТУФОМЕРГЕЛИСТЫЕ ЦЕОЛИТСОДЕРЖАЩИЕ СРЕДНЕЭОЦЕНОВЫЕ ПОРОДЫ АХАЛЦИХСКОЙ ДЕПРЕССИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ В КАЧЕСТВЕ ЦЕОЛИТОВОГО УДОБРЕНИЯ

В предыдущих публикациях [1, 2] мы показали условия образования и геологии осадочных цеолитов Грузии. Там же были приведены некоторые данные о цеолитовых породах Ахалцихской депрессии. В настоящей статье дается характеристика своеобразных по составу туфомергелистых пород с низким содержанием цеолитов, которые оказались интересными с точки зрения их применения в сельском хозяйстве в качестве цеолитового удобрения. В связи с этим ниже излагаются некоторые новые данные об этих породах.

Слоисто-туфогенная толща верхней части среднего эоцена, с которой связаны эти и другие цеолитсодержащие породы, прослеживается на большом расстоянии вдоль северной периферии Ахалцихской депрессии. Однако более насыщенными цеолитом являются слоистые туфогены в восточной части полосы их распространения. Здесь в разрезах полосы четко выделяются отдельные слои или пачки аналцимовых, клиноптилолит-гейландитовых и филлипситовых пород. Но в западной части этой же полосы, начиная от сел. Элиацминда почти до ущелья Абастуманискали развиваются тонкослоистые туфомергелистые породы с изменчивой мощностью и низким содержанием цеолитов. Так, между селениями Элиацминда и Куратубани они имеют мощность от 2 до 20 м, по ущелью Дзирисхеви — 10—15 м, выше сел. Ани — 70—100 м, в истоках Варханискали (р. Карухи) — 70—90 м, а вблизи Абастуманискали, у сел. Сагрдзе — 5—6 м. Далее к западу от этих мест они четко не выделяются.

По внешнему виду это белые или желтовато-белые, иногда серые (у сел. Сагрдзе), тонкослоистые, местами рассланцованные, преимущественно тонкозернистые — алевритовые породы с тонкими прослоями более крупнозернистых псаммитовых разновидностей. В случае чередования этих разновидностей порода приобретает полосчатое строение. Для тонкозернистых разновидностей главными составными частями являются пелитоморфная известково-глинистая (монтмориллонитовая) масса (с микрофауной, иногда со спикулами губок) и туфовый материал. Количество туфового материала варьирует от 30 до 70% и представлено мелкими обломками полевых шпатов (андезин-лабрадор), вулканитов, единичными зернами роговой обманки, пироксена, встречаются листочки биотита и скопления рудного минерала. Из цеолитов чаще всего присутствует гейландит, редко клиноптилолит, которые преимущественно скопляются внутри полости кальциевых раковин. Количество цеолита изменяется от 20 до 40%.

В более крупнозернистых разновидностях возрастает роль туфового материала. Здесь на первом плане выступают обломки эффузивных пород, полевых шпатов и зерна роговой обманки, пироксена, глауконита, а также выделения рудных минералов. Известково-глинистая масса с микрофауной по количеству уступает туфовым материалам.



Цеолит (гейландит) выделяется в раковинах и в цементе обломочного материала.

Здесь же приводится химический состав туфомергелистых пород из окрестностей сел. Ани (исток Варханисцкали) (1 — это тонкозернистая, а 2 — более крупнозернистая порода):

- 1) SiO_2 —49,18; TiO_2 —0,12; Al_2O_3 —4,42; Fe_2O_3 —1,26; FeO —0,16; MnO —0,57; MgO —0,40; CaO —21,87; Na_2O —0,44; K_2O —0,68; P_2O_5 —9,05; SO_3 след.; H_2O^- —1,60; H_2O^+ —19,40; сумма—100,15;
- 2) SiO_2 —47,62; TiO_2 —0,26; Fe_2O_3 —3,93; FeO —0,20; MnO —0,28; MgO —0,89; CaO —15,92; Na_2O —1,21; K_2O —0,89; P_2O_5 —0,12; SO_3 —след; H_2O^- —14,22; H_2O^+ —2,44; сумма—99,54. (аналитик Л. Какабадзе).

Первая порода значительно обогащена карбонатом кальция, и соответственно увеличено здесь содержание CaCO_3 . Во второй породе преобладает туфовый материал (полевые шпаты, пироксен, амфибол, рудный минерал, за счет которого увеличено количество Al_2O_3 , Fe_2O_3 и Na_2O). В этих же породах установлена примерно одинаковая ассоциация микроэлементов; так, в породах 1 и 2 обнаружены:

- 1) Ti —0,1; V —0,0074; Cr — $<0,01$; Mn —0,076; Co —0,00094; Ni —0,0074; Cu — $>0,01$; Zn —0,017; Mo —нет; Ag —0,000024; Sn —нет; Pb — $<0,001$; Zr — $<0,0022$; Sc — $<0,00047$; Ba — $<0,1$; Be —нет; Ce —нет; не обнаружены: As , Sb , Bi , Cd , Tl , Ge , W ;
- 2) Ti —0,16; V —0,009; Cr — $<0,01$; Mn —0,27; Co —0,0032; Ni —0,016; Cu —0,00017; Zn —0,018; Mo — $<0,00022$; Ag —0,000034; Sn —нет; Pb — $<0,001$; Zr — $<0,0022$; Sc — $<0,00047$; Ba — $<0,1$; Be —нет; Ce —нет. As , Sb , Bi , Cd , Tl , Ge , W —необнаружены. (аналитик М. Ахалкацишвили).

Таков вещественный состав эоценовых туфомергелистых пород Ахалдихской депрессии. Теперь о применении этих пород.

В последнее время весьма остро встал вопрос переработки бедных и глубоко залегающих фосфатных руд. Полученные при их выщелачивании 3—7 %-ной азотной кислотой продукционные растворы могут быть использованы для обработки природных цеолитов с целью получения сложных удобрений, обладающих пролонгирующим действием. При сравнении ряда природных цеолитов наилучшие результаты сорбции фосфора из растворов, имитирующих промышленные растворы выщелачивания фосфатных руд, были получены на гейландитовых породах в месторождениях Ани—Варханисцкали благодаря содержащемуся в них в качестве примеси карбонату кальция. Очень важно, что получаемое при этом цеолитовое удобрение содержит фосфор преимущественно в цитратной, наиболее усвояемой растениями форме.

В таблице приведены данные сорбционной способности по фосфору гейландитовой породы из растворов, близких по составу к реальным растворам выщелачивания фосфатных руд. Опыты проводились в статических условиях при интенсивном перемешивании. Использовались цеолитовая порода фракции 0,2—0,5 мм и имитирующие растворы, в которых варьировалось содержание фосфора и избыточной азотной кислоты. Образцы подвергались как однократной обработке раствором при отношении твердой фазы к жидкой $\text{T:Ж}=1:10$, так и пятикратной обработке при $\text{T:Ж}=1:2$, так что общее количество раствора было одинаково в обеих сериях опытов.

Как и следовало ожидать, увеличение кратности обработки значительно повышает содержание фосфора в цеолите, но это наблюдается до определенного порога кислотности раствора. Так, при содержании в растворе избыточной HNO_3 в количестве 5% (к этому надо прибав-

вить кислотность, вносимую фосфорной кислотой, используемой для создания определенной концентрации P_2O_5) поглотительная способность при пятикратной обработке резко понижается, по-видимому, за счет растворения образующихся в цеолите фосфатов. Таким образом, предельным для гейландита следует считать содержание в растворе 7—8% минеральной кислоты. И при однократной, и при пятикратной обработке ясно прослеживается понижение содержания фосфора в цеолите с повышением кислотности раствора (см. табл.).

Влияние кратности обработки на сорбционную способность по фосфору гейландитовой породы Ани—Варханисскали

№ опыта	Состав раствора			Содержание P_2O_5 в цеолите, % масс	
	P_2O_5 , %	HNO_3 , %	CaO, %	Однократная обработка	Пятикратная обработка
1	1,5	1,5	2,0	3,7	7,0
2	1,5	3,0	2,0	2,8	6,7
3	1,5	5,0	2,0	2,5	5,8
4	4,0	1,5	5,0	6,8	20,3
5	4,0	3,0	5,0	6,7	16,7
6	4,0	5,0	5,0	6,3	5,8

Таким образом, в результате проведенных исследований было установлено, что при действии продукционных растворов выщелачивания бедных фосфатных руд на природный гейландит, содержащий в примеси карбонат кальция, получается сложное медленнодействующее удобрение, содержащее до 20% P_2O_5 , по питательной ценности не уступающее такому распространенному удобрению, как суперфосфат. Наряду с эффектом длительного действия, цеолитовое удобрение обладает еще и тем преимуществом перед традиционными удобрениями, что содержит многие микроэлементы, необходимые для питания растений. Поэтому туфомергелистые породы Ахалцихской депрессии, имеющие значительные мощность и распространение, с точки зрения практического применения, заслуживают большого внимания.

Тбилисский государственный университет

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

(Поступило 19.4.1984)

ლითოლოგია

ნ. სხირბლაძე (საქ. სსრ მეცნ. აკად. წევრ-კორესპონდენტი), მ. ტოლსტიკოვა

ახალციხის უსაბოცენოური ცეოლითუმეცველი ტუფომერგელოვანი ქანები და მათი ცეოლითიან სასუქად გამოყენების კარსპექტივები

რეზიუმე

სტატიაში ნაჩვენებია, რომ ახალციხის დეპრესიის უსაბოცენოური ცეოლითუმეცველი ტუფომერგელოვანი ქანები ვარგისია მათგან ცეოლითიანი სასუქის მიღების თვალსაზრისით.



N. I. SKHIRTLDZE, M. G. TOLSTIKOVA

TUFF-MARLACEOUS ZEOLITE-BEARING ROCKS OF THE
AKHALTSIKHE DEPRESSION AND THE PROSPECTS OF
THEIR APPLICATION AS ZEOLITIC FERTILIZER

Summary

The Middle Eocene zeolite-bearing tuff-marlaceous rocks of the Akhaltsikhe depression, with their considerable thickness and extension, are highly interesting from the viewpoint of obtaining a zeolitic fertilizer from them.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. И. Схиртладзе. Сб. „Природные цеолиты“. М., 1980, 115—122.
2. Н. И. Схиртладзе. Изв. АН СССР, сер. геол., № 3, 1983, 67—84.



СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА

Г. К. ГАБРИЧИДZE

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЛНОВЫХ ПРОЦЕССОВ ВНУТРИ
ТРЕХМЕРНОГО ТЕЛА ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ИЗМЕРЕНИЙ
НА ЕГО ПОВЕРХНОСТИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Ш. Г. Напетваридзе 12.10.1983)

В работе [1], на основе применения принципа взаимности, был описан экспериментально-аналитический способ определения статических полей напряжений и перемещений внутри произвольного трехмерного тела по результатам измерений на его поверхности. Еще раньше этот прием был использован для решения более частной задачи — исследования горных массивов на основе рассмотрения граничных задач для полуплоскости [2]. Имеются и другие публикации по этому вопросу [3].

В предлагаемой работе этот способ распространяется на случай действия факторов, изменяющихся во времени, вызывающих в теле волновые процессы. Как для статического, так и для волнового случаев способ основывается на анализе известных формул Сомильяны [4].

Рассмотрим однородное трехмерное тело произвольной конфигурации, занимающее объем V , ограниченное поверхностью S . Пусть на это тело действуют массовые силы $X(x_1, x_2, x_3) \equiv X(x)$, а на поверхности S заданы усилия $P(s)$. Перемещение произвольной внутренней точки C можно определить формулой Сомильяны

$$u(c) = \int_S [P(s) \cdot \bar{U}(s) - \bar{P}(s) \cdot U(s)] ds + \int_V X(x) \cdot \bar{U}(x) dV \dots \quad (1)$$

где $\bar{P}(s)$, $\bar{U}(s)$, $\bar{U}(x)$ являются решениями, которые дают напряжения и перемещения бесконечного упругого однородного пространства по поверхности S и в объеме V при действии в точке C единичной силы, направленной по интересующему нас направлению. Эти решения известны [4].

Правая часть формулы (1) выражает работу, поэтому подразумевается совпадение направлений $P(s)$ и $X(x)$ с перемещениями $\bar{U}(s)$ и $\bar{U}(x)$, на которых они совершают работу. Это касается и направлений $\bar{P}(s)$ и $U(s)$.

Как было сказано выше, $\bar{P}(s)$, $\bar{U}(s)$, $\bar{U}(x)$ являются известными решениями, поэтому если предположить, что на поверхности S измерены перемещения $U(s)$, то все величины в формуле (1) будут известны и с её помощью можно определять перемещения произвольной внутренней точки.

Если нас интересует не перемещение a , например, напряжение в точке C , то в качестве $\bar{P}(s)$, $\bar{U}(s)$, $\bar{U}(x)$ надо брать решения, соответствующие

10. „მეცნიერება“, ტ. 119, № 1, 1985

действию в бесконечном упругом пространстве сосредоточенной двойной силы. Такие решения также известны [4].

Таким способом можно определять все интересующие нас параметры во внутренних точках трехмерного тела, оперируя лишь измерениями на его поверхности. В этом и состоит сущность описанного в [1] способа для случая статического воздействия. Ниже показано, что аналогичная возможность имеется и для изучения волновых процессов.

Пусть на поверхности тела S заданы изменяющиеся во времени силы $P(s, t)$, а внутри тела — такого же характера объемные силы $X(x, t)$. Формулы Сомильяны для определения перемещения внутренней точки C можно записать в виде [4]

$$u(c, t) = \int_0^t d\tau \int_S \left[P(s, \tau) \cdot \bar{U}(s, t - \tau) - \bar{P}(s, t - \tau) \cdot U(s, \tau) \right] dS + \\ + \int_0^t d\tau \int_V X(x, \tau) \cdot \bar{U}(x, t - \tau) dV. \quad (2)$$

В этом случае $\bar{P}(s, t)$, $\bar{U}(s, t)$ и $\bar{U}(x, t)$ также являются известными решениями и выражают напряжения и перемещения бесконечного упруго-однородного пространства при действии в точке C единичной сосредоточенной мгновенной силы. Следовательно, если по всей поверхности S записать закон изменения во времени внешних сил $P(s, t)$ и перемещений $U(s, t)$, то в правой части формулы (2) все величины будут известны и с её помощью можно получить картину изменения во времени перемещений произвольной внутренней точки, а следовательно, и все интересующие нас параметры.

При практической реализации способа, конечно, придется дискретизировать задачу измерений на поверхности и использовать какой-либо численный способ интегрирования. Что касается измерений перемещений точек поверхности S по трем направлениям в пространстве, то это можно осуществить с помощью методов голографии.

В заключение отметим, что формулы Сомильяны являются следствием общего принципа взаимности, справедливого для любых линейно-деформируемых тел. Следовательно, предлагаемый способ можно использовать для экспериментально-аналитического изучения неоднородных, анизотропных и других тел, в том числе тел, обладающих диссипативными свойствами, для которых можно построить решения $\bar{P}(s, t)$, $\bar{U}(s, t)$ и $\bar{U}(x, t)$.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт строительной
 механики и сейсмостойкости
 им. К. С. Завриева

ბ. გაბრიჩიძე

სამგანზომილებიან ტანში ტალღური მოვლენების შესწავლა მის ზედაპირზე ჩატარებულ გაზომვათა შედეგების მიხედვით

რეზიუმე

წრფივ დრეკადობის თეორიაში ცნობილი ფორმულების ანალიზის საფუძველზე ნაჩვენებია, როგორ შეიძლება შევისწავლოთ სამგანზომილებიანი ტანის შიგა წერტილებში ტალღური მოვლენები ექსპერიმენტულ-ანალიზური გზით.

STRUCTURAL MECHANICS

G. K. GABRICHIDZE

STUDY OF WAVE PROCESSES IN A THREE-DIMENSIONAL BODY
 ACCORDING TO THE RESULTS OF MEASUREMENTS ON ITS
 SURFACE

Summary

An experimental-analytical technique is proposed for studying wave processes in a three-dimensional body. It is based on the analysis of the Somigliana formulae well-known in the theory of elasticity.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. К. Габричидзе. Сообщения АН ГССР, 76, № 2, 1974.
2. Г. И. Грицко, В. В. Власенко, В. Е. Маренков. Физ. тех. пр. разр. полезных ископаемых. СО АН СССР, № 3, 1970.
3. Ю. В. Верюжский. Численные методы потенциала в некоторых задачах прикладной механики. Киев, 1978.
4. В. Новацкий. Теория упругости. М., 1975.

СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА

Р. А. МАЧАРАШВИЛИ

УНИФИЦИРОВАННЫЕ ОБЛЕГЧЕННЫЕ ИЗДЕЛИЯ ДЛЯ
СБОРКИ ФУНДАМЕНТОВ ПОД ПРОМЕЖУТОЧНЫЕ ОПОРЫ
ЛИНИИ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ (ЛЭП) И ПОДВЕСНЫХ
КАНАТНЫХ ДОРОГ (ПКД) В ТРУДНОДОСТУПНЫХ
ГОРНЫХ РАЙОНАХ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Ш. Г. Напетваридзе 10.2.1984)

Основная сложность строительства ЛЭП и ПКД в труднодоступных горных районах заключается в транспортировке строительных материалов и конструкций. Одним из путей удешевления и ускорения строительства является создание нового типа изделий с малой массой и небольшими габаритами. В результате от главной транспортной магистрали до места строительства их можно транспортировать при помощи малых транспортных средств: тачек, носилок, в зимних условиях саней, а также гужевым транспортом. Нами разработаны и испытаны облегченные изделия для строительства фундаментов под промежуточные опоры ПКД и ЛЭП. Плита фундамента состоит из изделий уголкового профиля, которые соединяются на пикете болтами. Колонна фундамента также сборная. Масса одного изделия, изготовленного из тяжелого бетона, не превышает 95 кг. Но такое изделие все-таки является тяжелым для транспортировки, и исходя из этого нами был изучен легкий, прочный, коррозионностойкий, морозостойкий бетон, удовлетворяющий требованиям работы фундамента в особых климатических условиях. Масса каждого изделия не превышает 70 кг. В процессе эксплуатации фундаменты таких опор в основном испытывают действие выдергивающих сил. Ввиду того, что собственная масса данного фундамента уменьшилась, а он оказывает существенное влияние на несущую способность при воздействии выдергивающих сил, следует использовать массу грунта. Для этого в первую очередь необходимо установить влияние формы фундамента на поведение грунта, когда на фундамент действует выдергивающая сила.

На основании принятой уголковой формы изделия испытывались модели плит фундаментов, составленные из трех, четырех и пяти изделий. Модели были изготовлены в геометрических масштабах 1:20. Цель испытаний заключалась в выборе фундамента более рациональной формы; выяснении характера развития деформаций в грунте под влиянием выдергивающей нагрузки и установлении влияния влажности грунта на величину выдергивающей силы фундамента. Общий вид испытательной установки показан на рис. 1. Для засыпки применялся кварцевый песок (крупнозернистый, обогащенный — содержание пылевых, глинистых и илестых частиц до 0,2%). Испытание было проведено по методике, указанной в [1, 2]. Вертикальное перемещение фундаментов измерялось индикаторами. Испытание проводилось при различных состояниях влажности песка: $W=2; 4; 6; 8; 10$ и 12% и глубины заложения фундамента: $h=5; 7,5; 10; 12,5; 15, \dots$ и 30 см. Как видно из данных таблицы, $N_1 < N_2 < N_3$, при этом $N_3 - N_2 = 12,5$ и $N_2 - N_1 = 27,5H$. Исходя из этого трехлучевая плита фундамента (составленная из трех изделий) менее пригодна по сравнению с двумя остальными, и поэтому ее следует отвергнуть. Что же касается четырех- и пятилучевых плит, то выдергивающая сила пятилучевой



больше, чем четырехлучевой, но не намного, а форма выпора грунта в обоих случаях круглая.

Однако, ввиду того что фундамент, составленный из пятилучевых плит, содержит большее количество изделий, перевозка и монтаж

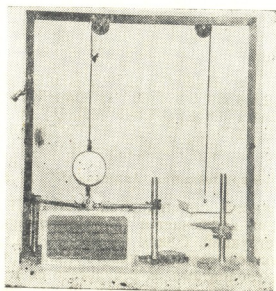


Рис. 1. Общий вид испытательной установки

которых в горных условиях требуют большего времени и затрат, а также расхода материалов, преимущество остается за фундаментом, составленным из четырехлучевых плит, и исследования продолжались на таком. Результаты опытов показывают, что при различной влажности песка в условиях различного заглубления моделей можно сделать такой же вывод. Наблюдениями за поведением грунтовой среды над анкерным штампом под воздействием выдергивающей нагрузки установлено следующее:

Условное обозначение плиты фундамента	Радиус плиты фундамента r , см	Диаметр колонны фундамента d , см	Опытные данные	
			Предельное сопротивление NH	Форма выпора песчаного грунта
трехлучевая 	5,25	1,6	176,5	Треугольная (рис. 2)
четырехлучевая 	5,25	1,6	204,0	Круглая (рис. 3)
пятилучевая 	5,25	1,6	216,5	Круглая (рис. 4)

Деформации в грунте засыпки в зависимости от нагрузки делятся на три периода. Первый период деформации протекает при нагрузках от 0 до $p_{кр}$. В этом периоде происходит уплотнение грунта, и поэтому анкер перемещается вверх незначительно, оставаясь в состоянии устойчивого равновесия (рис. 5, участок 0—1). Второй период наступает

при достижении $p = p_{кр}$, когда происходит окончательное преодоление сопротивления грунта (участок 1—2), этот период намного меньше, чем первый. В момент потери устойчивости анкера за стеклом отчетливо видна картина постепенного разрушения грунта. Второй



Рис. 2. Треугольная форма выпора песчаного грунта



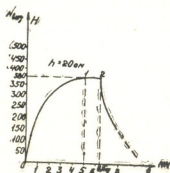
Рис. 3. Круглая форма выпора песчаного грунта



Рис. 4. Круглая форма выпора песчаного грунта

период быстро переходит в третий, когда анкер поднимается вверх без дальнейшего увеличения выдергивающего усилия (участок 2—3). Так как третий период занимает очень короткий промежуток времени

Рис. 5. Кривая деформации грунта под воздействием выдергивающего усилия



(1—1,5 сек), то применялась замедленная киносъемка с изготовлением фотографии с рядом последовательных кадров. На рис. 6 показан процесс разрушения грунта. Разрушенная зона на поверхности грунта

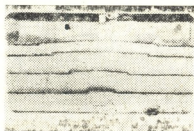


Рис. 6. Процесс разрушения грунта

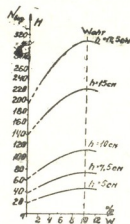


Рис. 7. Кривые зависимости выдергивающей силы от влажности грунта

имеет форму круга, диаметр которого намного больше, чем диаметр штампа. Таким образом, после выпора грунта получается усеченный конус, который начинается у штампа и кончается на поверхности грунта. Объем усеченного конуса зависит от угла наклона поверхно-



сти разрушения Θ , а он, в свою очередь, от глубины заложения штампа, влажности грунта и качества его уплотнения. Угол наклона поверхности разрушения Θ в наших опытах меняется от 33 до 45°.

Результаты модельных испытаний свидетельствуют о том, что сопротивление анкера в сухом песке намного меньше, чем в увлажненном. В то же время при увеличении влажности песка до его насыщения увеличиваются угол наклона поверхности разрушения Θ , объем усеченного конуса, и, следовательно, выдерживающая сила. После увлажнения песка до 10% он становится насыщенным, в результате чего постепенно уменьшаются плотность песчаного грунта и несущая способность анкера (рис. 7).

Таким образом, из трех указанных типов фундаментов эффективнее фундамент, составленный из четырех изделий. Под воздействием тягового усилия на анкер происходит выпор в виде усеченного конуса. Увлажнение песчаного грунта до 10% обуславливает повышение сопротивляемости анкера. Во влажных песчаных грунтах с увеличением отношения глубины заложения анкера к ширине штампа несущая способность анкера заметно увеличивается, однако ограничивается определенным пределом.

Академия наук Грузинской ССР
Институт строительной механики
и сейсмостойкости
им. К. С. Завриева

(Поступило 10.2.1984)

საშენიანო მექანიკა

რ. მახარაშვილი

ქნელად მისაღწივ მთიან ადგილებში უნიფიცირებული
შემსუბუქებული ნაკეთობები ელექტროგადაცემის ხაზებისა და
ბაზირების უშალედური საყრდენების საძირკვლების ასაწყობად
რეზიუმე

ჩატარდა ახალი ტიპის ჯვრისებური ფორმის მქონე ასაწყობი საძირკვლის მოდელის გამოცდა გრუნტში ამოგლეჯაზე. საძირკვლის ამოგლეჯისას გრუნტი ღებულობს წაკვეთილი კონუსის ფორმას. გრუნტის ტენიანობის მატებისა და საძირკვლის გრუნტში ჩაღრმავებისთან ერთად განსაზღვრულ ზღვრამდე ამომგლეჯი ძალა იზრდება.

STRUCTURAL MECHANICS

R. A. MACHARASHVILI

UNIFIED SIMPLIFIED PRODUCTS FOR ASSEMBLING FOUNDATIONS
UNDER THE SUPPORTS OF ELECTRO-TRANSMISSION LINES
AND CABLEWAYS

Summary

Tearing tests of new type models of built-up cross-shaped foundations in soil were carried out. During the tearing of the foundation the soil assumes the shape of a truncated cone. With an increase of soil humidity and depth of embedding in soil up to a certain limit the tearing force increases.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

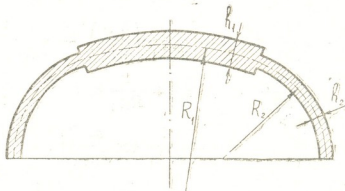
1. Л. Н. Джигоев. Изв. Тбилисского НИИ сооружений и гидроэнергетики им. А. В. Винтера, т. 14, 1962, 147—150.
2. Энергетика за рубежом. Фундаменты опор линии электропередачи. М.-Л., 1961.

თ. ჯავახიშვილი

არაწრიული მოხაზულობის ღია ცილინდრული გარსის
 გაანგარიშების შესახებ

(წარმოდგენა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა შ. ნაფეტვარიძემ 13.3.1984)

ნახევრად მომენტური თეორიის საფუძველზე არაწრიული მოხაზულობის ღია ცილინდრული გარსის (სურ. 1) დრეკადი წონასწორობის დიფერენციალური განტოლება ცვლადთა განცალების შემდეგ დებულობს სახეს [1, 2],



სურ. 1

$$\frac{d^8 W}{ds^8} + I_1 \frac{d^6 W}{ds^6} + I_2 \frac{d^4 W}{ds^4} + I_3 \frac{d^2 W}{ds^2} + I_4 W = I_0 \cdot \cos \frac{s}{R}, \quad (1)$$

სადაც უბან-უბან მუდმივი სიდიდეები I_0, I_1, I_2, I_3 და I_4 მოცემულია (6) ფორმულებით [2].

მივიჩნიოთ პუასონის კოეფიციენტი ნულის ტოლად და განვიხილოთ (1) დიფერენციალური განტოლების გამარტივებული ვარიანტი, რომელიც შორერს ეკუთვნის [3]:

$$\sum_{m=1}^{\infty} \left[\frac{d^8 W}{ds^8} + I'_4 \cdot W \right] = f(s), \quad (2)$$

სადაც

$$f(s) = -\frac{24}{Eh^3} \frac{q}{R^4} \cos \frac{s}{R}; \quad I'_4 = \frac{1}{c^2 R^4} \left(\frac{m\pi}{L} \right)^4; \quad c^2 = \frac{h^2}{12R^2};$$

h — უბან-უბან მუდმივი სისქვა; R — უბან-უბან მუდმივი რადიუსი; E — დრეკადობის მოდული; q — გარსზე მოქმედი ვერტიკალური დატვირთვის ინტენსივობა; ხოლო L — გარსის სიგრძე.

დიფერენციალური განტოლების (2) წყვეტილი ამონახსნები ყოველი m -ისათვის ავსაოთ შ. მიქელაძის მიერ განზოგადებული მაკლორენის ფორმულის დახმარებით [4], ნაშთითი წევრის გარეშე

$$W(s) = \sum_{k=1}^n \frac{s^{k-1}}{(k-1)!} W^{(k-1)}(0) + \sum_{k=1}^n \sum_{\eta=1,2}^r \frac{(s-s_\eta)^{k-1}}{(k-1)!} \delta_\eta^{k-1}, \quad (3)$$

სადაც $s_\eta < s$, ხოლო δ_η^{k-1} ($\eta=1, 2, \dots, r$) აღნიშნავენ შესაბამისად $W^{(k-1)}(0)$ ფუნქციების წყვეტის წერტილებსა და ნახტომთა მნიშვნელობებს $(0, s)$ შუალედში.

აქვე შევნიშნავთ, რომ $W(s)$ და მისი პირველი რიგის წარმოებული s -ით უწყვეტი ფუნქციებია, ხოლო დანარჩენების (მეშვიდე წარმოებულის ჩათვლით) ნახტომები განისაზღვრება s_η წერტილში გადაადგილების ექვტორის ტანგენციალური მდგენელების, ნორმალური რგოლური ძალის, ძვრის ძალის განივი ძალისა და რგოლური მღუნავი მომენტის უწყვეტობის პირობებიდან. მათი გათვალისწინებით $W(s)$ -ის წარმოებულების შესაბამისი ნახტომები გამოითვლება ფორმულებით

$$\delta_\eta^2 = \left[\left(\frac{h_{(-)}}{h_{(+)}} \right)^3 - 1 \right] \cdot W^{(1)}(s_\eta) + \left[\frac{1}{R_{(-)}^2} \left(\frac{h_{(-)}}{h_{(+)}} \right)^3 - \frac{1}{R_{(+)}^2} \right] \cdot W(s_\eta),$$

$$\delta_\eta^3 = \left[\left(\frac{h_{(-)}}{h_{(+)}} \right)^3 - 1 \right] \cdot W^{(2)}(s_\eta) + \left[\frac{1}{R_{(-)}^2} \left(\frac{h_{(-)}}{h_{(+)}} \right)^3 - \frac{1}{R_{(+)}^2} \right] \cdot W^{(1)}(s_\eta),$$

$$\delta_\eta^4 = - \left\{ \left(\frac{1}{R_{(+)}^2} - \frac{1}{R_{(-)}^2} \right) \cdot W^{(1)}(s_\eta) + \frac{1}{R_{(+)}^2} \delta_\eta^2 + \right. \\ \left. + 12 \frac{q}{E} \left[\frac{1}{h_{(+)}^3} \cos \frac{s_\eta}{R_{(+)}} - \frac{1}{h_{(-)}^3} \cos \frac{s_\eta}{R_{(-)}} \right] \right\},$$

$$\delta_\eta^5 = - \left\{ \left(\frac{2}{R_{(+)}^2} - \frac{2}{R_{(-)}^2} \right) \cdot W^{(2)}(s_\eta) - \frac{2}{R_{(+)}^2} \delta_\eta^3 - \left(\frac{1}{R_{(+)}^4} - \frac{1}{R_{(-)}^4} \right) \times \right. \\ \left. \times W^{(1)}(s_\eta) + 24 \frac{q}{E} \left[\frac{1}{R_{(+)} \cdot h_{(+)}^3} \sin \frac{s_\eta}{R_{(+)}} - \frac{1}{R_{(-)} \cdot h_{(-)}^3} \sin \frac{s_\eta}{R_{(-)}} \right] \right\},$$

$$\delta_\eta^6 = 12 \left(\frac{\pi}{L} \right)^3 \left[\frac{1}{R_{(+)} \cdot h_{(+)}^3} - \frac{1}{R_{(-)} \cdot h_{(-)}^3} \right] \cdot U(s_\eta) + 24 \frac{q}{E} \left[\frac{1}{R_{(+)}^3 \cdot h_{(+)}^3} \cos \frac{s_\eta}{R_{(+)}} - \right. \\ \left. - \frac{1}{R_{(-)}^3 \cdot h_{(-)}^3} \cos \frac{s_\eta}{R_{(-)}} \right] - \left(\frac{2}{R_{(+)}^2} - \frac{2}{R_{(-)}^2} \right) \cdot W^{(1)}(s_\eta) - \frac{2}{R_{(+)}^2} \delta_\eta^4 - \\ - \left(\frac{1}{R_{(+)}^4} - \frac{1}{R_{(-)}^4} \right) \cdot W^{(2)}(s_\eta) - \frac{1}{R_{(+)}^4} \delta_\eta^2,$$

$$\delta_\eta^7 = 12 \left(\frac{\pi}{L} \right)^3 \left(\frac{1}{R_{(+)} \cdot h_{(+)}^3} - \frac{1}{R_{(-)} \cdot h_{(-)}^3} \right) \cdot U^{(1)}(s_\eta) - 24 \cdot \frac{q}{E} \left[\frac{1}{R_{(+)}^3 \cdot h_{(+)}^3} \sin \frac{s_\eta}{R_{(+)}} - \right. \\ \left. - \frac{1}{R_{(-)}^3 \cdot h_{(-)}^3} \sin \frac{s_\eta}{R_{(-)}} \right] - \left(\frac{2}{R_{(+)}^2} - \frac{2}{R_{(-)}^2} \right) \cdot W^{(2)}(s_\eta) - \frac{2}{R_{(+)}^2} \delta_\eta^5 - \\ - \left(\frac{1}{R_{(+)}^4} - \frac{1}{R_{(-)}^4} \right) \cdot W^{(3)}(s_\eta) - \frac{1}{R_{(+)}^4} \delta_\eta^3,$$

სადაც (+) და (-) შეესაბამება ფუნქციათა მნიშვნელობებს წყვეტის წერტილის მარჯვნივ და მარცხნივ. $W(s)$ -ის უფრო მაღალი რიგის ($k \geq 9$) წარმოებულები და მათი ნახტომები შეიძლება გამოისახოს უფრო დაბალი რიგის წარმოებულების ნახტომების საშუალებით (2) დიფერენციალური განტოლებისა

და მისი წარმოების გზით მიღებული დამოკიდებულებების დახმარებით. შესაბამისად $W(s)$ -ს მაღალი რიგის წარმოებულების და მათი ნახტომების გამოსათვლელად გვექნება ფორმულები

$$W^{(2i)}(0) = f^{(2i-8)}(0) - I_4 \cdot W^{(2i-8)}(0), \quad (i=4, 5, \dots)$$

და
 $\delta_{\eta}^{t+8} = f^{(t)}(s_{\eta}) - f^{(t)}(s_{\eta}) - (I_{4(+)} - I_{4(-)}) \cdot W^{(t)}(s_{\eta}) - I_{4(+)} \cdot \delta_{\eta}^t \cdot (t=0, 1, 2, \dots)$,
 ამოცანის სასაზღვრო პირობების თაობაზე შევნიშნავთ, რომ გარსისა და მასზე მოქმედი დატვირთვის სიმეტრიულობის გამო გრძივი შუა კვეთის გასწვრივ ნულს უტოლდება: გადაამჭრელი ძალა, ძვრის ძალა, გადაადგილების განივი კომპონენტი და მობრუნების კუთხე, ხოლო გარსის თავისუფალი კიდის გასწვრივ-გადაამჭრელი და რავოლური ნორმალური ძალები, ძვრის ძალა და მღუნავი მომენტი.

მაგალითის სახით განხილული იყო ღია ცილინდრული ოვალური გარსი ზომებით: $R_1=3,0$ მ; $R_2=1,5$ მ; $L=20$ მ; $h_1=0,12$ მ; $h_2=0,10$ მ.

გაანგარიშებამ გვიჩვენა, რომ $W(s)$ ჩალუნვის ფუნქციის მნიშვნელობები პრაქტიკული სიზუსტით ემთხვევა იმას, რაც უკვე იყო მიღებული რიცხვითი გზით [2]. უკეთესი დამთხვევის მიზნით შეიძლება ვისარგებლოთ მიმდევრობითი მიახლოების მეთოდით, სადაც ნულოვან მიახლოებად მიჩნეულია ამონახსნი (3). შესაბამისად, მოხერხდა ანალიზური ამონახსნის აგება პირველი მიახლოებისათვის. რაც შეეხება მეორე და ა. შ. მომდევნო მიახლოებებს, მიღებულია რეკურენტული ფორმულა, რომელიც მიახლოების ყოველ ეტაპზე მოითხოვს სათანადო ამონახსნის აგებას რიცხვითი მეთოდით [5].

$$\begin{aligned}
 W_j^{(i)}(s) = & \sum_{k=1}^8 \frac{s^{k-i-1}}{(k-i-1)!} \cdot W_j^{(k+1)}(0) + \sum_{k=1}^8 \sum_{\eta=1,2}^r \frac{(s-s_{\eta})^{k-i-1}}{(k-i-1)!} \cdot \delta_{\eta}^{k-i} + \\
 & + \frac{\Delta^{8-i}}{(7-i)!} \left\{ \frac{1}{2} n^{7-i} \cdot I_{0,j-1}(s_0) + (n-1)^{7-i} \cdot I_{0,j-1}(s_1) + \dots + I_{0,j-1}(s_{n-1}) - \right. \\
 & - I_1 \cdot \left[\frac{1}{2} n^{7-i} \cdot W_{j-1}^{(0)}(s_0) + (n-1)^{7-i} \cdot W_{j-1}^{(0)}(s_1) + \dots + W_{j-1}^{(0)}(s_{n-1}) \right] - \\
 & - I_2 \cdot \left[\frac{1}{2} n^{7-i} \cdot W_{j-1}^{(1)}(s_0) + (n-1)^{7-i} \cdot W_{j-1}^{(1)}(s_1) + \dots + W_{j-1}^{(1)}(s_{n-1}) \right] - \\
 & - I_3 \cdot \left[\frac{1}{2} n^{7-i} \cdot W_{j-1}^{(2)}(s_0) + (n-1)^{7-i} \cdot W_{j-1}^{(2)}(s_1) + \dots + W_{j-1}^{(2)}(s_{n-1}) \right] - \\
 & \left. - I_4 \cdot \left[\frac{1}{2} n^{7-i} \cdot W_{j-1}(s_0) + (n-1)^{7-i} \cdot W_{j-1}(s_1) + \dots + W_{j-1}(s_{n-1}) \right] \right\},
 \end{aligned}$$

სადაც i არის წარმოებულის რიგი ($i=0, 1, \dots, 6$); j -მიახლოების რიგითი ნომერი ($j=2, 3, \dots, \xi$), Δ და n კი შესაბამისად ბიჯსა და დანაყოფის ნომერს აღნიშნავენ.

ცხრილი გვიჩვენებს, თუ როგორ განსხვავდება მიმდევრობითი მიახლოების გზით მიღებული მაქსიმალური ჩალუნვების მნიშვნელობები, [2] შრომაში გამოთვლილი მაქსიმალური ჩალუნვის მნიშვნელობისაგან $W_{\max} = -1509$,



М. О. ПАГАВА, М. Г. КЕКУА, Г. Ш. ДАРСАВЕЛИДЗЕ

ВНУТРЕННЕЕ ТРЕНИЕ МОНОКРИСТАЛЛОВ ГЕРМАНИЯ

(Представлено академиком Ф. Н. Тавадзе 9.11.1983)

Изучению внутреннего трения полупроводниковых кристаллов германия посвящено ряд работ. Согласно [1—3] в температурном спектре внутреннего трения монокристаллов чистого германия обнаружены релаксационные пики при температурах $\sim 120^\circ\text{C}$ и $200\text{—}210^\circ\text{C}$ на частоте $2 \cdot 10^3$ гц; $\sim 57^\circ\text{C}$ и 315°C на частоте 3 гц; 450°C для нитевидных кристаллов германия на частоте 1—2 гц. Релаксационный пик внутреннего трения чистого германия при температуре $200\text{—}210^\circ\text{C}$, положение которого оказалось зависящим от ориентации кристалла, объяснен взаимодействием дислокаций с точечными дефектами [1]. Пики, наблюдаемые при температурах $\sim 57^\circ\text{C}$ и 315°C авторы связывают с перераспределением избыточных вакансий (первый пик) и с движением дислокаций, частично закрепленных на точечных дефектах (второй пик) [2]. В пластически деформированных нитевидных кристаллах германия обнаруженный максимум при 450°C имеет дислокационное происхождение [3]. О поведении внутреннего трения германия в диапазоне низких частот в литературе мало данных.

В настоящей работе изложены результаты исследования температурного спектра внутреннего трения и динамического модуля сдвига монокристаллических образцов германия с кристаллографическим направлением [111] при частотах колебания 1—3 гц. Образцы были вырезаны из монокристаллов, выращенных методом Чохральского. Для получения необходимых размеров (диаметр 0,3 мм, длина 18—20 мм) образцы вначале шлифовались на порошках карбида кремния и затем травились в смеси $\text{HF}:\text{HNO}_3:\text{H}_2\text{O} = 1:1:1$.

Внутреннее трение изучалось на прямом крутильном микромаятнике в условиях вакуума $1 \cdot 10^{-5}$ мм рт. ст. при частоте колебаний 1—3 гц в интервале температур $20\text{—}650^\circ\text{C}$. Относительная деформация кручением не превышала $1 \cdot 10^{-5}$, а осевые напряжения инерционной системы были не более 100 Г/мм². Точность измерения внутреннего трения составляла 5—10%, температуры $\pm 2^\circ\text{C}$, а динамического модуля сдвига 1—2%. Крепление образцов осуществлялось огнеупорной смесью на основе SiO_2 .

В температурном спектре внутреннего трения монокристаллического германия с ориентацией [111] наблюдаются три интенсивных максимума при температурах $80\text{—}100^\circ\text{C}$, $250\text{—}300^\circ\text{C}$ и 450°C (кр. 1, рис. 1). К 450-градусному максимуму со стороны высоких температур примыкает экспоненциально возрастающий фон. После охлаждения с температуры 650°C со скоростью 1 град/мин, спектр затухания упругих крутильных колебаний претерпевает существенные изменения. Понижается фон в интервале температур от комнатной вплоть до 450°C . В области высоких температур однако ни угол наклона, ни характер изменения фона заметно не изменяются. Снижена высота максимума, наблюдаемого при $80\text{—}100^\circ\text{C}$, почти полностью подавлен второй максимум, вместо 450-градусного максимума появляется площадка, которая затем постепенно сливается с высокотемпературным фоном (кр. 2, рис. 1). Соответственно значительны изменения характера



температурной зависимости динамического модуля сдвига. В отличие от ступенчатого уменьшения с ростом температуры при первом измерении, при повторном измерении модуль почти не меняется вплоть до 450°C (кр. 2), после чего резко снижается в интервале температур 450—500°C, соответствующем проявлению пластичности германия. Следует отметить, что третье измерение после отжига при 500°C в течении 8 ч. не вносит в спектре внутреннего трения существенных изменений.

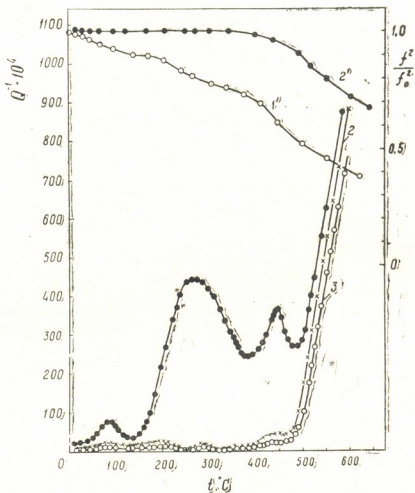


Рис. 1. Температурный спектр внутреннего трения германия

Значения величин энергии активации релаксационных процессов, рассчитанные по частотному сдвигу, оказались равными: 0,95 эв, 1,25 эв и 1,55 эв соответственно.

Наблюдаемые нами изменения в температурном спектре внутреннего трения и динамического модуля сдвига монокристаллического германия частично согласуются с литературными данными для нитевидных кристаллов германия [3]. Прежде всего это относится к характерному для образцов монокристаллического германия максимуму при 450°C с энергией активации 1,6 эв, связанного с движением дислокаций под влиянием знакопеременной деформации.

В исследованных нами образцах плотность дислокаций $\sim 7 \cdot 10^3 \text{ см}^{-2}$. При этом следует отметить, что распределение дислокаций не совсем однородное (рис. 2).

Небольшой максимум, наблюдаемый в температурном спектре германия при температуре 80—100°C и имеющий релаксационную природу происхождения, по-видимому, связана с перераспределением точечных дефектов под действием приложенного напряжения. Природа указанного максимума находится в стадии исследования.

Уширенный максимум, наблюдаемый в интервале температур 250—300°C, вероятно, обусловлен взаимодействием перегибов на дислокациях с метастабильными комплексами.

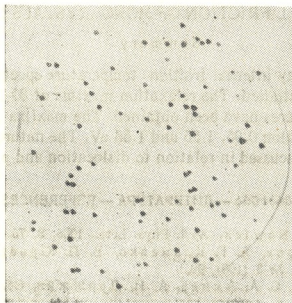


Рис. 2. Дислокационная структура образцов германия $\times 200$

Экспоненциальное изменение фона внутреннего трения с температуры 450°C обусловлено началом пластической деформации. Смещение фона в сторону высоких температур после отжига при 500°C в течение 8 ч., по-видимому, можно связать с уменьшением плотности дислокаций и увеличением степени взаимодействия примесей с дислокациями.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт металлургии
 им. 50-летия СССР

(Поступило 9.12.1983)

მეტალურგია

მ. ფალავა, მ. კაკუა, ბ. დარსაგვილიძე

გერმანიუმის მონოკრისტალების შინაგანი ხახუნის

რეზიუმე

შესწავლილია გერმანიუმის მონოკრისტალების დაბალი სიხშირის შინაგანი ხახუნის ტემპერატურული სპექტრი, გამოვლენილია რელაქსაციური ბუნების მაქსიმუმები 80—100°C, 250—300°C, 450°C ტემპერატურაზე, მაქსიმუმები ხასიათდება აქტივაციის ენერგიებით 0,95; 1,25 და 1,55 ევ, შესაბამისად. გაანალიზებულია მაქსიმუმების გამომწვევი პროცესების ბუნება დისლოკაციებისა და წერტილოვანი დეფექტების ურთიერთქმედების გათვალისწინებით.

М. О. PAGAVA, М. Г. КЕКУА, Г. Ш. DARSVELIDZE

INTERNAL FRICTION OF MONOCRYSTALS OF Ge.

Summary

The low frequency internal friction temperature spectrum of monocrystals of Ge has been studied. The relaxation maxima at 80-100°C, 250-300°C and 450°C temperatures have been obtained. The maxima are characterised by energies of activation 0.95, 1.25 and 1.55 eV. The nature of the processes causing maxima is discussed in relation to dislocation and point defects.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. М. Месс, А. С. Nowick. Appl. Phys. Lett., 1966, 8, 75.
2. Л. Н. Александров, А. Г. Клименко, В. П. Юрьев. Ученые записки Ерев. ун-та, 1968, № 3 (109), 90.
3. В. С. Постников, С. А. Аммер, А. И. Дрожжин. Сб. «Механизмы внутреннего трения в полупроводниковых и металлических материалах». М., 1972, 27.



МЕТАЛЛУРГИЯ

И. А. БАИРАМШВИЛИ, Г. И. КАЛАНДАДЗЕ, Д. Ш. ДЖОБАВА,
А. М. ЭРИСТАВИ

СПЕКАНИЕ ПОРОШКОВ КАРБИДА БОРА ПОСЛЕ
СТАТИЧЕСКОГО И ВЗРЫВНОГО ПРЕССОВАНИЯ

(Представлено академиком Ф. Н. Тавадзе 7.12.1983)

Получение изделий B_4C с помощью высоких давлений представляет значительный научный и практический интерес.

На современном этапе развития реакторного материаловедения основой накопления новых теоретических представлений является установление зависимости физических свойств материалов от параметров, непосредственно или косвенно выражающих силу межатомных связей [1].

В качестве таких параметров рассматриваются теплопроводность, удельное электросопротивление (свойства), энергия активации спекания, плотность (параметры).

С помощью высоких давлений материалы могут спрессовываться почти до теоретической плотности, а это может позволить снизить температуру спекания [2, 3]. Цель работы — исследование теплопроводности, удельного электросопротивления и влияния взрывного прессования на температуру спекания B_4C .

В качестве исследуемого материала использовался порошок карбида бора, полученный магнийтермическим восстановлением.

Статическое прессование проводилось на универсальной машине ЦД-10 с усилием в 10 т, скоростью перемещения рабочего поршня 250 мм/мин и в вакууме на нестандартном высокотемпературном прессе при температуре 2000°C, давлении (Р) 300 кгс/см², вакууме 10⁻⁴ тор, а взрывное прессование — по известной схеме [4]. Порошок помещался в алюминиевую ампулу и после взрывного обжатия удалялся механическим путем, скорость детонации $V=5,11$ км/с, $P=89-95$ кбар, $\tau=10-12$ мкс.

Прессовки, полученные статистическими и взрывными нагрузениями, подвергались спеканию в вакуумной печи СШВЛ при различных температурах. Статически прессованные образцы (холодное и горячее прессование) и образцы, полученные взрывным прессованием после спекания, имели плотность (γ) 1,9; 2,3 и 2,5 г/см³ соответственно.

Прессовки, полученные статическим (холодное) и взрывным нагружением, подвергались спеканию при различных температурах. Для определения температурного интервала этого процесса использовалась зависимость усадки B_4C от температуры нагрева. Такая зависимость показывает, что усадка образца B_4C , полученного взрывным нагружением, прекращается после 1750°C горячим прессованием до 1950°C, холодным — до температуры плавления B_4C 2250°C. При этом пористость первого не превышает ~ 1%, второго ~ 6÷8%, третьего ~ 20÷25%.

Из приведенных результатов видно, что температура спекания прессовок, полученных взрывным нагружением, на 350÷400°C ниже, чем для статически уплотненных. Объясняется это тем, что в результате обработки материала ударной волной в решетке B_4C возникают дефекты, измельчение частиц порошка, микродеформации и другие



структурные искажения. За счет структурных искажений изменяется кинетика спекания материала, что приводит к снижению активационного барьера перехода атома из одного состояния в другое. Последнее увеличивает скорость протекания объемного взаимодействия и способствует низкотемпературному спеканию [4].

Результаты изучения спекания позволили провести сравнительные исследования температурной зависимости важных для данного материала свойств — коэффициента теплопроводности и удельного электрического сопротивления в зависимости от плотности. Зависимости этих свойств приведены на рис. 1, 2.

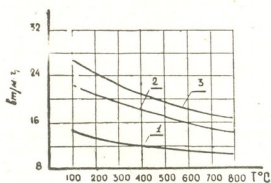


Рис. 1. Зависимость коэффициента теплопроводности λ от плотности и температуры: 1 — холоднопрессованный образец; 2 — горячепрессованный; 3 — полученный взрывом

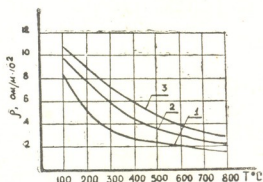


Рис. 2. Зависимость удельного электросопротивления ρ от плотности и температуры: 1 — образец, полученный взрывом; 2 — горячепрессованный; 3 — холоднопрессованный

Измерение коэффициента теплопроводности проводилось методом постоянного теплового потока. Кривые показывают, что теплопроводность зависит от плотности и уменьшается с ростом температуры. При этом полученные кривые описываются формулой Максвелла—Эйкена, устанавливающей зависимость влияния пористости на теплопроводность:

$$\lambda(T) = \lambda_0(T) \left(\frac{1 - \Pi}{1 + 2,2\Pi} \right),$$

где $\lambda_0(T)$ соответствует кривой теплопроводности образца с теоретической плотностью, $\lambda(T)$ — кривой теплопроводности образца с данной Π -пористостью.

Измерение удельного электросопротивления проводилось четырехзондовым методом при непрерывном нагреве.

На электросопротивление образца влияние оказывают гранулометрический состав порошка, форма частиц, окисные пленки и т. д.

Как видно из рисунка, образцы, изготовленные статическим прессованием, характеризуются более высоким удельным сопротивлением, чем изготовленные взрывом. Это объясняется меньшей пористостью и более совершенным контактом частиц после взрывного уплотнения-спекания. Следует отметить тенденцию к сглаживанию разницы в удельном электросопротивлении с повышением температуры.

ი. ბაირამაშვილი, ბ. კალანდაძე, დ. ჯობავა, ა. ერისთავი

ბორის კარბიდის ფხვნილების უნაცხოზა სტატიკური და აფეთქებითი
წინხვის შედეგად

რეზიუმე

შესწავლილ იქნა ბორის კარბიდის (B_4C) ხვედრითი თბოგამტარობისა და ელექტროწინააღმდეგობის ტემპერატურული დამოკიდებულება სხვადასხვა სიმკვრივის ნიმუშებისათვის.

ბორის კარბიდის ფხვნილების აფეთქებით დამუშავება იწვევს აქტივაციის ენერჯის შემცირებას. ეს კი იძლევა საშუალებას შეცხოზის ტემპერატურა მისალისათვის შემცირებულ იქნეს $350-400^{\circ}$ -ით.

METALLURGY

I. A. BAIRAMASHVILI, G. I. KALANDADZE, D. Sh. JOBAVA,
A. M. ERISTAVI

SINTERING OF BORON CARBIDE POWDERS AFTER STATIC AND EXPLOSIVE TREATMENT

Summary

The dependence of heat conductivity and electrical resistance of boron carbide samples on temperature and density has been studied. It is shown that explosive treatment of boron carbide powder results in activation energy reduction, which permits to lower the sintering temperature by $350-400^{\circ}C$.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Ю. В. Милосердин, В. М. Баранов. Высокотемпературные испытания реакторных материалов. М., 1978.
2. А. П. Богданов и др. Сб. «Порошковая металлургия». Рига, 1968.
3. Э. С. Атрощенко и др. Физика и химия обработки материалов, № 6, 1972.
4. Г. А. Ададуrow, О. П. Бреусов и др. Физика горения и взрыва, 30, № 4, 1966.

ჯ. უშლისაშვილი, ა. დიმიტრაშვილი

ოთხბრკოლა სივრცითი სახსროვანი მიქანიზმის სინთეზი გასაგებლი რგოლის სვლის საშუალო სიჩქარის ცვალებადობის კომპონენტების მიხედვით

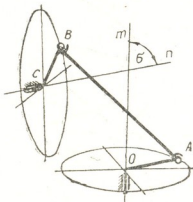
(წარმოადგინა აკადემიკოსმა დ. თავხელიძემ 11.4.1984)

სინთეზის მრავალი საკითხი, რომლებიც ბრტყელი მექანიზმებისათვის გადაწყვეტილად ითვლება, სივრცითი მექანიზმებისათვის ჯერ კიდევ გადაუჭრელია მათი სირთულის გამო.

ერთ-ერთ საინტერესო საკითხს წარმოადგენს სივრცითი ოთხბრკოლა სახსროვანი მექანიზმის დაგეგმარება სვლის საშუალო სიჩქარის ცვალებადობის კოეფიციენტის მიხედვით. საკითხი გადაწყვეტილი გვაქვს მექანიზმის ბრტყელი ანალოგის გამოყენებით, რაც საშუალებას გვაძლევს სივრცითი მექანიზმის ამოცანა გადავწყვიტოთ ბრტყელი მექანიზმის შესაბამისი ამოცანის ანალოგიურად.

ცნობილია, რომ რგოლების ორი მოცემული კიდურა მდებარეობით ოთხბრკოლა სივრცითი მექანიზმის დაგეგმარების დროს ერთ-ერთი რგოლი მრუდმხარაა, მეორე კი მხრეული. მხრეულის კიდურა მდებარეობებად მისი ისეთი მდებარეობები ითვლება, საიდანაც მას მხოლოდ ერთი მიმართულებით შეუძლია მოძრაობა.

პირველ სურათზე წარმოდგენილია ოთხბრკოლა სივრცითი სახსროვანი მექანიზმის სქემა, ხოლო სურ. 2 ა-ზე ამ მექანიზმის ორთოგონალური გეგმილი.



სურ. 1

A წერტილის მიერ m ღერძის გარშემო შემოწერილი წრეწირი მდებარეობს R რადიუსიანი სფეროს მზებ სიბრტყეზე, ხოლო B წერტილის მოძრაობის სიბრტყე — ამ სფეროს ზედაპირზე. შემავალი OA რგოლისა და გამავალი CB რგოლის ტრაექტორიები ორთოგონალურ გეგმილზე შესაბამისად A და B მონაკვეთებზე აისახება. რგოლთა ბრუნვის ღერძები ერთმანეთთან ქმნის σ კუთხეს.

სურ. 2 ბ-ზე წარმოდგენილია აღნიშნული მექანიზმის ბრტყელი ანალოგი. BC რგოლის B წერტილის ტრაექტორია, ინვერსიის თვისებებიდან [1—3] გამოდინარე, ისევ წრეწირად გარდაიქმნება (ცენტრი C' , რადიუსი $C'B_1'$), OA რგოლის A წერტილის ტრაექტორია კი ჰორიზონტალურ სიბრტყეზე მდებარეობს.

სივრცის საშუალო სიჩქარის ცვალებადობის კოეფიციენტი განსაზღვრულია θ კუთხით, რომელსაც გვაძლევს შეთავსებული AB ბარბაცას და OA მრუდმხარას ორი მიმართულება, მხრეების კიდურა მდებარეობებისათვის.

K კოეფიციენტის მოცემული მნიშვნელობებისათვის მექანიზმის საძიებელი რგოლების სიგრძეები განისაზღვრება შემდეგი თანმიმდევრობებით: მოცემული ψ'_{max} კუთხით და $C'B_1'$ რგოლის სიგრძის მიხედვით ვაგებთ მხრეების ორ კიდურა მდებარეობას, ვბოლობთ B_1' და B_2' წერტილების ჰორიზონტალურ გეგმილებს (B_1)₁ (B_2)₁ მონაკვეთზე, როგორც ქორდაზე, ვაგებთ R_1 -რადიუსიან წრეწირს. მისი ცენტრი მდებარეობს (B_1)₁ და (B_2)₁ წერტილებიდან $90^\circ - \theta$ კუთხით გატარებულ წრფეთა გადაკვეთაზე. თუ მრუდმხარას ბრუნვის ცენტრად ნებისმიერ წერტილს ავიღებთ R_1 -რადიუსიან წრეწირზე და ამ წერტილს შევუერთებთ (B_1)₁ და (B_2)₁ წერტილებს, მაშინ ყოველთვის მივიღებთ კუთხეს, რომელიც θ -ს ტოლი იქნება. ვთქვათ, მრუდმხარას ბრუნვის ცენტრად შევარჩიეთ O წერტილი. როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული (B_1)₁ და (B_2)₁ წერტილების კიდურა მდებარეობისას, ბარბაცა და მრუდმხარა ერთ წრფეზე არიან განლაგებული. ამ პირობის გათვალისწინებით შეიძლება დავწეროთ:

$$O(B_1)_1 = (l_2)_1 + l_3,$$

$$O(B_2)_1 = (l_2)_1 - l_3,$$

სადაც $(l_2)_1$ ბარბაცას ჰორიზონტალური გეგმილის სიგრძეა;

l_3 — მრუდმხარას სიგრძე

$$O(B_1)_1 - O(B_2)_1 = 2l_3; \quad O(B_1)_1 + O(B_2)_1 = 2(l_2)_1;$$

$$l_3 = \frac{O(B_1)_1 - O(B_2)_1}{2}; \quad (l_2)_1 = \frac{O(B_1)_1 + O(B_2)_1}{2};$$

$$\Delta O(B_1)_1 O_1 \text{-დან } O(B_1)_1 = 2R_1 \sin \left(\theta + \frac{\beta}{2} \right).$$

ვინაიდან OA რგოლის ბრუნვის ცენტრი — O წერტილი R_1 -რადიუსიანი წრეწირის ნებისმიერ წერტილში შეიძლება მდებარეობდეს, მოცემულად უნდა ჩავთვალოთ კუთხე β , რომელიც განსაზღვრავს O წერტილის მდებარეობას.

$$\Delta O(B_2)_1 O_1 \text{-დან } O(B_2)_1 = 2R_1 \sin \frac{\beta}{2};$$

$$l_3 = R_1 \left[\sin \left(\theta + \frac{\beta}{2} \right) - \sin \frac{\beta}{2} \right];$$

$$(l_2)_1 = R_1 \left[\sin \left(\theta + \frac{\beta}{2} \right) + \sin \frac{\beta}{2} \right];$$

ბარბაცას ფრონტალურ გეგმილს (B_1)₁ K მონაკვეთი წარმოადგენს.

$$(B_1)_1 K = (l_2)_2; \quad (l_2)_2 = 2R \sin^2 \frac{\alpha}{2};$$

$$\alpha = \arccos \left(1 - \frac{a \pm l_1 \cos \psi_{max} \cdot \sin \sigma}{R} \right) [4].$$

AB ბარბაცას სიგრძის ნამდვილი სიდიდე გამოითვლება მისი გეგმილების მიხედვით $l_2 = \sqrt{(l_2)_1^2 + (l_2)_2^2}$.

წრეწირის რადიუსი, რომელზეც მრუდმხარას ბრუნვის ცენტრი მდებარეობს, განისაზღვრება $B_1)_1$ $(B_2)_1$ ქორდის საშუალებით.

$$R_1 = \frac{1}{2} \frac{(B_1)_1 (B_2)_1}{\sin \theta};$$

$$\frac{(B_1)_1 (B_2)_1}{2} = l_1 \sin \phi \max; \quad R_1 = \frac{l_1 \sin \phi \max}{\sin \theta}.$$

ამრიგად, მექანიზმის ბრტყელი ანალოგის გამოყენებით და მარტივი გეომეტრიული აგებით განესაზღვრეთ რგოლების სიგრძეები და მივიღეთ გამოსათვლელი ფორმულები.

საქართველოს ვ. ი. ლენინის სახელობის
 პოლიტექნიკური ინსტიტუტი

(შემოვიდა 13.4.1984)

МАШИНОВЕДЕНИЕ

Дж. М. УПЛИСАШВИЛИ, М. Н. ДЕМЕТРАШВИЛИ

СИНТЕЗ ЧЕТЫРЕХЗВЕННОГО РЫЧАЖНОГО
 ПРОСТРАНСТВЕННОГО МЕХАНИЗМА ПО КОЭФФИЦИЕНТУ
 ИЗМЕНЕНИЯ СРЕДНЕЙ СКОРОСТИ ВЕДОМОГО ЗВЕНА

Резюме

С помощью плоского аналога определены длины кривошипа и коромысла. Задача решена путем геометрических построений и с применением расчетных формул, полученных из этих построений.

MACHINE BUILDING SCIENCE

J. M. UPLISASHVILI, M. N. DEMETRASHVILI

SYNTHESIS OF A LEVER FOUR-BAR SPATIAL MECHANISM
 ACCORDING TO THE COEFFICIENT CHANGE OF THE AVERAGE
 SPEED OF THE DRIVEN LINK

Summary

A lever four-bar spatial mechanism is examined. The plane analog of the mechanism is constructed on the basis of inverse transformations. The crank and the rocker are determined by means of simple graphical plottings and the application of the design formula is obtained from these plottings.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Дж. М. Уплисашвили. Сообщения АН ГССР, 105, № 1, 1981.
2. Дж. М. Уплисашвили. Сообщения АН ГССР, 112, № 2, 1981.
3. Дж. Уплисашвили, З. С. Нацвлишвили. Труды ТО международного симпозиума по ТМ, Бухарест, 1981.
4. ჯ. უფლისაშვილი, მ. დემეტრაშვილი. სპი-ის სამეცნიერო შრომები, 1/264/, 1983.



ТЕХНОЛОГИЯ МАТЕРИАЛОВ

О. Ф. МЕЛКАДЗЕ, Г. Г. ЗААЛИШВИЛИ, Л. К. ТЕДЕИШВИЛИ

МИКРОСКОПИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРНЫХ
И МИНЕРАЛОГИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ КАЛЬЦИТ-
СЕРПЕНТИНИТОВОГО ЦЕМЕНТА С ТОНКОМОЛОТЫМ
ХРОМИТОМ

(Представлено членом-корреспондентом Академии О. П. Мchedlishvili-
Петросяном 14.9.1983)

В лаборатории вяжущих материалов КНИИСМ «ГрузНИИСтром» был получен высокоогнеупорный цемент для жаростойкого бетона на основе широкораспространенных горных пород — известняка и серпентинита, названный нами кальцит-серпентинитовым цементом (КСЦ) (а. с. № 937396).

Технология изготовления цемента не отличается от технологии производства портландцемента. Сырьевая смесь обжигается при температуре 1400°C и измельчается до удельной поверхности 3500 см²/г без добавки гипса. Химический состав КСЦ приводится в таблице.

Химический состав КСЦ, % по массе

SiO ₂	Al ₂ O ₃	F ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	R ₂ O	Прочие
18,83	1,02	4,56	55,62	19,33	0,18	0,22	0,14

Основными минералами этого цемента являются трех- и двухкальциевые силикаты и оксид магния, в незначительных количествах он содержит также двухмагнийный силикат и феррит.

Огнеупорность КСЦ 1800°C. Предел прочности при сжатии образцов из теста через 28 суток 129 МПа.

В случае использования этого цемента в жаростойких бетонах к нему необходимо добавлять тонкомолотую добавку (микронаполнитель), которая, вступая во взаимодействие с оксидом кальция, выделяющимся при гидратации трехкальциевого силиката, устраняет возможность его гашения, способствует достижению необходимой прочности цементного камня при нагревании и после его охлаждения.

Для получения жаростойкого бетона с высокой рабочей температурой необходим правильный выбор тонкомолотой добавки, не снижающей огнеупорность связки и температуру размягчения под нагрузкой.

Температура деформации жаростойкого бетона главным образом и в первую очередь зависит от температуры деформации вяжущего как наиболее тонкодисперсной составляющей части бетона.

Как показали предварительные исследования, такой добавкой, не снижающей огнеупорность и температуру деформации цементного камня, является хромитовая руда. Композиция КСЦ с микронаполнителем — хромитовой рудой, при высоких температурах образует прочный скелет, так как имеющийся в КСЦ свободный оксид магния, вступая в твердофазные реакции с легкоплавкими соединениями хромитовой руды, переводит их в высокоогнеупорные соединения.

Кроме того, объем новообразований больше объема исходных веществ, и поэтому огневая усадка КСЦ-хромитовой связки крайне незначительна.

С целью исследования динамики изменения фазового состава при нагревании было проведено петрографическое исследование КСЦ в смеси с тонкомолотым хромитом в соотношении 1:0,3 по массе. Образцы в виде кубиков размером 5×5 7-суточного твердения обжигались в печи до 1500°C.

Гидратированная кальцит-серпентинитовая цементная масса желтоватого цвета, при дальнейших сроках твердения приобретает слабоагрегатное строение криптозернистой структуры. Гидратированная масса содержит зерна периклаза величиной 1—6 мкм в количестве около 12—15%, непрореагировавшие клинкерные минералы и частицы хромита коричневато-бурой окраски размером 20—80 мкм (рис. 1).

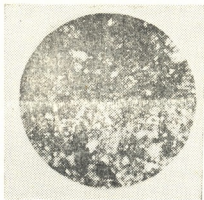


Рис. 1. Микрофотография кальцит-серпентинитового цемента с хромитом. Ув. 100×, без анализатора

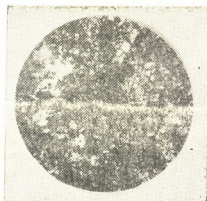


Рис. 2. Микрофотография образца, обожженного при температуре 1100°C. Ув. 110×, без анализатора

При нагревании до 700°C в образце наблюдается обезвоженная гидратированная масса, слегка помутневшая, но сохранившая еще агрегатно-поляризующую структуру.

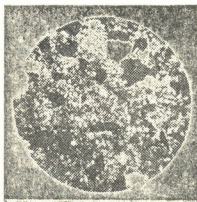


Рис. 3. Микрофотография образца, обожженного при температуре 1300°C. Ув. 100×, свет проходящий

Частично дегидратированные обломки клинкерных зернышек количественно уменьшены. Хромит при данных условиях обжига темного цвета.

Образец, обожженный при 900°C, приобретает розоватый цвет и пористость. В дегидратированной массе появляются участки изумрудно-зеленого цвета. Зерна хромшпинелида просвечиваются красным цветом.

Появившиеся изумрудные участки мелкие, адиагностичные, поэтому на полированной поверхности аншлифа и протравкой соляной кислотой возможно определение габитуса новообразовавшихся кристаллических зачатков.

Образцы, обожженные при 700—900°C, при последующем хранении на воздухе не разрушаются. Это указывает на взаимодействие оксида кальция с хромитовой рудой с образованием хроматов кальция, а также сложных соединений хромосиликатов кальция.

После 1100°C температурного обжига зерна клинкера количественно уменьшены и имеют хаотичное распределение (рис. 2).

Дегидратация двухкальцевого силиката начинается постепенно, при температуре выше 1100°C. В этом температурном интервале происходят интенсивные твердофазные реакции между оксидом кальция и хромитом.

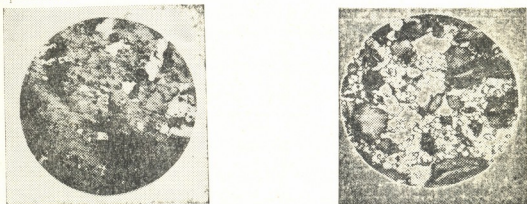


Рис. 4. Микрофотография обожженных образцов: а — при 1300°C, б — при 1500°C. Ув. 200×, свет отраженный

Полное завершение твердофазных реакций происходит при температуре 1300°C. Часть хромита, оставшаяся после связывания оксида кальция, вступает в реакцию с MgO с образованием хромомагнетита и магнезиоферрита.

Образовавшаяся кристаллическая фаза, окрашенная в зеленый цвет, по показателю преломления ($N_p' = 1,754 \pm 0,002$; $N_g' = 1,767 \pm 0,003$) и кристаллическому облику отвечает трехкальцевому силикату, который имеет призматическое очертание и низкие цвета интерференции (рис. 3).

Кристаллы, плотно сросшиеся между собой, имеют размеры 5—35 мкм.

Такие минералы отнесены к зеленому хром-алиту со светопределением 1,760—1,770 [1].

Схожие по показателю преломления и окраске в зеленый цвет кристаллы были получены с теми предположениями, что они представлены твердым раствором Cr_2O_3 с $2CaO \cdot SiO_2$ [2].

Часть периклаза, не вошедшая в реакцию, перекристаллизуется, и в полированных аншлифах замечается рост его кристаллов до 10—20 мкм (рис. 4,а). Последующим нагреванием до 1500°C за счет рекристаллизации периклаза заметно укрупняется до величины 20—22 мкм (рис. 4,б). При 1300°C цвет его желтоватый, а при 1500°C — коричневато-бурый. Соответственно интенсивности окраски меняется и показатель светопреломления периклаза. Если в необожженных образцах периклаз имеет показатель преломления $N_{cp} = 1,73 \pm 0,004$, то при 1300°C повышается до 1,75, а при 1500°C достигает $N_{cp} = 1,77$, что свидетельствует об образовании шпинелидов в виде магнезиоферрита и хромомагнетита.

Обобщая полученные результаты, можно сказать, что если тонкомолотая добавка или же новообразования, возникшие при высокой температуре в результате взаимодействия этой добавки с вяжущим

веществом, будут обладать высокой огнеупорностью и не будут образовывать с вяжущим веществом низкоплавкой эвтектики, то в результате введения такой добавки не произойдет снижения огнеупорности и температуры размягчения связки.

КНИИСМ «ГрузНИИстром»

(Поступило 28.10.1983)

მასალათა ტექნოლოგია

მ. მაღაძე, ბ. ჯაალიშვილი, ლ. თედეიშვილი

კალციტ-სერპენტინიტური ცემენტის წმინდად დაფკვილ ქრომიტთან სტრუქტურული და მინერალოგიური ცვლილებების მიკროსკოპიული შესწავლა

რეზიუმე

პეტროგრაფიული გამოკვლევის შედეგად დადგინდა, რომ წმინდად დაფკვილი ქრომიტი არ იწვევს კალციტ-სერპენტინიტური ცემენტის ქვის შერბილების ტემპერატურისა და ცეცხლგამძლეობის შემცირებას, რადგან მაღალ ტემპერატურაზე შპინელიდები წარმოიქმნება მაგნეზიოფერიტისა და ქრომიტ-მაგნეზიტის სახით.

TECHNOLOGY OF MATERIALS

O. F. MELKADZE, G. G. ZAALISHVILI, L. K. TEDEISHVILI

MICROSCOPIC STUDY OF THE STRUCTURAL AND
MINERALOGICAL CHANGES OF CALCITE-SERPENTINITE
CEMENT WITH FINE GROUND CHROMITE

Summary

A petrographic study has shown that fine ground chromite does not cause a reduction of the calcite-serpentinite cement-stone softening temperature and of its heat-resistance, for at high temperature spinelids are formed as magnesioferrites and magnesiochromites.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Д. С. Белянкин, Б. В. Иванов, В. В. Лапин. Петрография технического камня. М., 1952, 219.
2. Н. А. Торопов, В. П. Барзаковский и др. Диаграммы состояния силикатных систем. Л., 1972, 325—329.



Г. М. ТАРХНИШВИЛИ, А. Н. КАЛАНДАДЗЕ,
Г. А. САНАДЗЕ (академик АН ГССР)

ВЛИЯНИЕ ПАРЦИАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ ДВУОКИСИ УГЛЕРОДА В АТМОСФЕРЕ НА СКОРОСТЬ ОБРАЗОВАНИЯ ИЗОПРЕНА ЛИСТЬЯМИ ТОПОЛЯ ПРИ НАСЫЩАЮЩЕЙ ФОТОСИНТЕЗ ИНТЕНСИВНОСТИ СВЕТА

В ранних работах [1, 2] было показано, что скорость процесса образования изопрена листьями тополя и акации при насыщающей фотосинтез интенсивности света зависит от парциального давления CO_2 в атмосфере замкнутой камеры. При этом оказалось, что биосинтез изопрена усиливался по мере понижения концентрации CO_2 в воздухе. Было ясно, что ограничение акцепторной функции двуокиси углерода в фотосинтезе, которое постепенно наступает в течение опыта в замкнутой камере, каким-то образом коррелирует со скоростью изопренового эффекта (ИЭ). А тот факт, что в этих условиях изопреновый эффект с наибольшей силой проявляется на углекислотном компенсационном пункте (УКП) и практически полностью отсутствует при насыщающих фотосинтез концентрациях CO_2 , указывал на существование довольно сложной функциональной зависимости между скоростью образования изопрена и изменением парциального давления CO_2 в пределах от 1 до 0,005 об% (от 10^4 до 50 ppm) CO_2 в воздухе.

Исходя из вышесказанного ясно, что дальнейшее изучение вопроса представляло большой интерес с точки зрения как общей характеристики самого изопренового эффекта — фотобиологического явления, связанного с превращением углерода, так и его регуляции в клетках освещенного листа. В настоящее время проведение подобных исследований становится необходимым вследствие появления ряда работ, авторы которых считают, что зависимость между парциальным давлением CO_2 в атмосфере и изопреновым эффектом либо не ясна [3, 4], либо не вполне совпадает с некоторыми ранее высказанными нами предположениями [5, 6]. Кроме того, некоторые исследователи [7], указывая на идентичность условий (например, по концентрации CO_2 , интенсивности света и т. д.), при которых усиливаются как фотодыхание, так и ИЭ, предполагают, что биосинтез изопрена обусловлен реакциями фотодыхания — вывод, который пока нельзя считать обоснованным. И наконец, Тинги и сотр. [6] не находят ответа на вопрос, почему при насыщающих фотосинтез концентрациях CO_2 изопрен не должен выделяться, если его выделение экспериментально показано на/и ниже светового компенсационного пункта.

В связи с этим следует обратить внимание на то, что световое выделение изопрена, которое несомненно тесно коррелирует с парциальным давлением CO_2 в атмосфере, не является идентичным процессу темнового биосинтеза изопрена, который наблюдается у листьев тех же растений. Эти процессы в первую очередь отличаются друг от друга тем, что скорость образования и выделения изопрена на свету по крайней мере на два порядка выше, чем в темноте. Термин «изопреновый эффект» подчеркивает существующую разницу между этими двумя различными по своему физиологическому значению процессами биосинтеза изопрена, из которых ИЭ, представляя собой фотобиологическое явление, тесно коррелирует со световым метаболизмом ли-

ста, когда хлорофиллсодержащие клетки способны полностью проявить все свои потенциальные метаболические возможности. Детальное исследование влияния парциального давления CO_2 атмосферы на скорость образования изопрена листьями при насыщающей фотосинтез интенсивности света представляет собой цель настоящей работы и отвечает на некоторые поставленные выше вопросы.

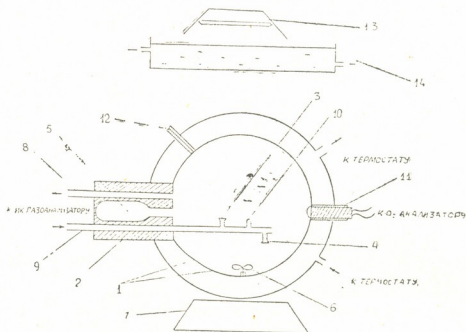


Рис. 1

Рис. 1. Схема замкнутой системы для определения скоростей газообмена по CO_2 и изопрену у листьев высших растений: А — стеклянная камера с двойной стенкой, 1 — двойная стеклянная стенка, 2 — притертая пробка, 3, 4 — терморезисторы, 5 — полость для воды, 6 — крыльчатка, 7 — магнитная мешалка, 8, 9 — трубки для циркуляции газа в системе, 10 — фотодиод, 11 — отвод для кислородного электрода, 12 — отвод для забора газа, 13 — галогенная лампа, 14 — водяной фильтр

Объектом исследования служили листья тополя (*Populus deltoides* Marsh). Опыты проводили в замкнутой камере (рис. 1). Для термостатирования камера имела двойную стеклянную стенку (1). Температуру листа и атмосферы камеры контролировали терморезистором (3 и 4). Вода поступала в лист через черешок, опущенный в полость, находящуюся в притертой пробке (2 и 5). Воздух в камере перемешивался крыльчаткой (6), приводимой в движение магнитной мешалкой (7). Циркуляцию воздуха производили через трубки (8 и 9), кроме того, в трубку (9) был вмонтирован фотодиод (10) для контроля освещения внутри камеры. Отвод камеры (11) предназначен для кислородного электрода. Забор газовых проб производили через капиллярную трубку (12). Температура опыта всегда была $25 \pm 0,1^\circ\text{C}$, а интенсивность света — 200 Вт/м^2 . Источником света использовали галогенную лампу (13) мощностью 1 кВт, спектральный состав которой близок к солнечному свету. Инфракрасную радиацию срезали с помощью водяного фильтра. Конструкция камеры полностью обеспечивала термостатирование, контроль освещения и уровня кислорода и CO_2 в течение всего опыта. Интенсивность фотосинтеза определяли по изменению концентрации CO_2 в замкнутой системе с помощью оптико-акустического газоанализатора ОА-5501. Концентрацию кислорода в камере измеряли кислородным анализатором 0260 (фирма «Бекман»).

Интенсивность выделения изопрена определяли на газовом хроматографе с пламенно-ионизационным детектором (Фрактовап-4200, фирма «Карло Эрба», Италия). Время экспонирования листа при каждой концентрации углекислого газа составляло 15—20 мин.

Влияние на зависимость выделения изопрена фотосинтезирующими листьями от концентрации двуокиси углерода показано на рис. 2. При насыщающих фотосинтез концентрациях CO_2 выделение изопрена из листьев почти не происходит или находится на уровне его темнового образования. По мере уменьшения концентрации CO_2 в камере выделение изопрена нарастает и достигает максимума на УКП. В этих опытах интенсивность видимого фотосинтеза в среднем составляла 15—20 мг $\text{CO}_2/\text{дм}^2 \cdot \text{час}$. Величина УКП находилась в пределах 50—60 ppm (0,005—0,006%) при концентрации O_2 21%.

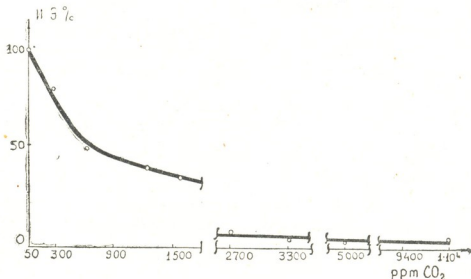


Рис. 2. Зависимость биосинтеза изопрена от парциального давления CO_2 при насыщающей фотосинтез интенсивности света

Таким образом, экспериментально полученная кривая зависимости интенсивности изопренового эффекта от парциального давления CO_2 в окружающей лист атмосфере воздуха в замкнутой камере полностью подтвердила результаты наших ранних исследований. Более того, она выявила сложный характер этой зависимости. Так, например, участок кривой от $1 \cdot 10^4$ до $1 \cdot 10^3$ ppm CO_2 указывает на линейную зависимость между парциальным давлением CO_2 и выделением изопрена. При этом примерно до $3\text{--}5 \cdot 10^3$ ppm CO_2 наблюдается выделение изопрена почти на уровне интенсивности его темнового биосинтеза. И только после снижения давления CO_2 до $1 \cdot 10^3$ ppm и ниже изопреновый эффект, т. е. световой биосинтез изопрена, начинает драматически возрастать. На этом участке зависимость ИЭ от парциального давления CO_2 в окружающей лист среде носит скорее всего экспоненциальный характер. Таким образом, учитывая огромное многообразие строго взаимозависимых реакций метаболизма освещенного листа, частью которого является и ИЭ, на сегодняшнем уровне наших знаний полная интерпретация этой кривой не представляется возможной.

ბ. თარხნიშვილი, ა. კალანდაძე, გ. სანაძე (საქ. სსრ მეცნ. აკად. აკადემიკოსი)

ფოტოსინთეზის სინათლით გაჯერების პირობებში აბსოლუტურად ნახშირორჟანგის პარციალური წნევის გავლენა მერხვის ფოთლებიდან იზოპრენის გამოყოფის სიჩქარეზე

რეზიუმე

ნაჩვენებია, რომ ფოტოსინთეზის ნახშირორჟანგით გაჯერების პირობებში სინათლეზე იზოპრენის ფოთლებიდან გამოყოფის სიჩქარე უახლოვდება სიბნელისას ანუ ძალზე მცირეა. CO_2 -ის კონცენტრაციის კლებასთან ერთად პროცესი სუსტად და თანდათან ძლიერდება და დაახლოებით 1.10^3 ppm-ის პარციალური წნევისას დრამატულად იზრდება.

იმის გამო, რომ იზოპრენის ეფექტი განათებულ ფოთოლში მიმდინარე მეტაბოლური გარდაქმნების ნაწილს შეადგენს, იზოპრენის ბიოსინთეზის სიჩქარის ფუნქციური კავშირი ნახშირორჟანგის პარციალურ წნევასთან რთულ ხასიათს ატარებს.

PLANT PHYSIOLOGY

G. M. TARKHNISHVILI, A. N. KALANDADZE, G. A. SANADZE

EFFECT OF CO_2 PARTIAL PRESSURE ON THE RATE OF ISOPRENE BIOSYNTHESIS IN *POPULUS DELTOIDES* MARSH. LEAVES UNDER CONDITIONS OF LIGHT-SATURATION OF PHOTOSYNTHESIS

Summary

It is shown that under conditions of saturation of photosynthesis by carbon dioxide and light the rate of isoprene biosynthesis approaches its value in the dark, i. e. is very slow. The process simultaneously with the decrease of concentration of CO_2 weakly and gradually builds up, and at about 1.10^3 ppm of CO_2 dramatically increases. Thus, the isoprene effect is part of the metabolic turnover of carbon in the lighted leaves. The functional dependence of the rate of isoprene biosynthesis on the partial pressure of carbon dioxide is of complex nature.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. А. Санадзе. Физиол. раст., 11, вып. 1, 1964.
2. G. A. Sanadze. Progress in Photosynthesis Research 2, 1969, 701-706.
3. R. A. Rasmussen, C. A. Jones. Phytochemistry, 12, 1973, 15-19.
4. C. A. Jones, R. A. Rasmussen. Plant Physiol., 55, 1975, 982-987.
5. D. T. Tingey, M. Manning, L. C. Grothaus, W. F. Burns. Physiol. Plant. 47, 1979, 112-118.
6. D. T. Tingey, R. Evans, M. Gumpertz. Planta, 152, 1981, 565-570.
7. W. D. Loomis, R. Groteau. In: The Biochemistry of Plants, 4, New York, 1980, 363-415.



ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

К. П. КАЦИТАДЗЕ, О. А. БУАДЗЕ

**ПОЛУЧЕНИЕ ИЗОЛИРОВАННОЙ КУЛЬТУРЫ ТКАНИ
ИЗ ЛЕПЕСТКОВ ЦВЕТКОВ ЛИМОНА**

(Представлено академиком С. В. Дурмишидзе 29.11.1983)

Как известно, культура клеток и тканей высших растений открывает широкие возможности как для изучения процессов вторичного метаболизма, так и для потенциального использования этого метода в промышленных условиях с целью получения большого разнообразия биологически активных соединений. К таким соединениям относятся терпеноиды, полифенолы, алкалоиды, а также эфирные масла.

Каллусные ткани получены из разных органов ряда эфиромасличных растений: ириса, герани розовой [1, 2], мяты перечной и кудрявой [3], розы эфиромасличной [4].

Однако образование и накопление эфирных масел в культуре тканей изучены недостаточно. В литературе имеются данные об использовании каллусных культур эфиромасличных растений (розы, лимона, базилика и других) при исследовании закономерностей биосинтеза эфирных масел [5—7]. В ряде случаев исследователи не обнаружили эфирного масла в полученной каллусной ткани, и они считают, что культуры тканей многих растений теряют способность к синтезу эфирных масел, так как из-за низкого уровня дифференцировки в них формируются морфологические структуры (специализированные клетки, названные маслоклетками), с которыми связаны биосинтез и накопление эфирных масел [8].

Возможно, этим и объясняются неудачные попытки обнаружения эфирных масел в каллусах лимона [9]. Однако известны случаи, когда образование эфирных масел в культуре может происходить и в неспециализированных структурах. Так, например, показано, что недифференцированные ткани культуры лимона синтезируют эфирные масла в обыкновенных паренхимных клетках [10]. Имеется несколько работ, посвященных получению каллусных тканей из разных органов лимона [6, 11, 12].

Цель настоящей работы — получение в пересадочной культуре хорошо растущих каллусных тканей из лепестков цветков лимона, подбор оптимального состава питательной среды для наилучшего роста каллуса и выяснение возможности сохранения или способности к биосинтезу и накоплению эфирного масла.

В качестве материала для получения каллусных тканей использовали лепестки цветков лимона (сорт Новогрузинский), растущего в оранжерее.

Исходный материал стерилизовали в растворе диацетида (этанол-меркур хлорид, цетилпиридиний хлорид) 1:1000 в течение 6 мин, затем промывали в трех сменах стерильной водой по 10—15 мин в каждой. Посадку проводили в асептических условиях бокса. Лепестки разрезали на кусочки и переносили в колбы с 50 мл питательной среды. Культивирование ткани проводили в термостате при 27°C и влажности воздуха 70—75%.

Для введения в культуру ткани использовали модифицированную питательную среду Мурашиге и Скуга [13], в которую дополнительно вносили агар—0,8%, гидролизат казеина—500 мг/л, сахар-

зу — 3%, тиамин (В₁) — 0,4 мг/л, мезо-инозит — 80 мг/л, пиридоксин (В₆) — 0,1 мг/л и никотиновую кислоту — 0,5 мг/л. В качестве индукторов роста использовали 2,4-дихлорфеноксиуксусную кислоту — 2 мг/л и аденин — 1 мг/л.

Через 8 дней культивирования на кусочках лепестков появлялся первичный каллус. По своей структуре каллусные ткани характеризовались однородностью, компактностью, были без признаков органо-генеза и имели светло-желтую окраску. Они отличались интенсивным ростом.

В первые 10 дней пассирования прирост ткани происходил медленно. Наиболее интенсивный прирост на этой среде проходил в период между 12-м и 30-м днями после пересадки, затем рост практически не наблюдался. Так, средняя продолжительность одного пассажа составляла 7—8 недель (рис. 1).



Рис. 1. Культура ткани из лепестков цветков лимона

Все полученные каллусные ткани не различаются морфологически. Ткань хорошо давится. Клетки окрашиваются нормально. По морфологическим признакам в культуре лимона выделено два типа каллусных клеток. Размеры клеток резко варьируют. Основные, округлые мелкие клетки, которые в давленных препаратах просматриваются в отдельности, меристемного типа и крупные вытянутые — паренхимные клетки (рис. 2). Клеточные стенки утолщены, и контуры клеток резко очерчены. Соотношение типов клеток в течение пассажа меняется, преобладают молодые паренхимные клетки. Величина клеток зависит от ее возрастного состояния. Цитоплазма окрашивается слабо, она достаточно гомогенна, почти не содержит видимых вакуолей. В ней наблюдаются крахмалсодержащие пластиды — амилопласты. Клетки, как правило, содержат по одному ядру со слабо выраженными гранулярными структурами с одним ядрышком. Хроматин ядра слабо окрашивается. Иногда встречаются ядра гомогенные.

При длительном пассировании каллусной ткани лимона на питательной среде с аденином (1 мг/л) и 2,4-Д (2 мг/л) первоначально интенсивность роста не снижалась, а затем возникла плотная гомогенная каллусная ткань.

Однако в дальнейшем через несколько пассажей рост ткани на этой среде постепенно замедлялся, на поверхности каллусов появлялись некротические участки.

Вследствие этого дальнейшее выращивание каллусных тканей из лепестков цветков лимона проводили на указанной выше питательной среде, модифицируя ее добавлением в различных сочетаниях физио-

логически активных веществ (2,4-Д — 2 мг/л, кинетин — 1 мг/л). На среде этого состава ткани не отличались по интенсивности роста от полученных первоначально.

Известно, что среди регуляторов роста с ауксиновой активностью наибольшее распространение в культуре клеток получила 2,4-Д, которая обычно способствует делению клеток и тем самым позволяет поддерживать активный интенсивный рост каллусов [14].



Рис. 2. Структура клеток неорганизованной растущей ткани из лепестков цветков лимона (12×40)

В наших опытах мы проверяли влияние 2,4-Д и кинетина на рост каллусных тканей в различных концентрациях. Были проверены концентрации 2,4-Д от 1 до 4 мг/л и кинетина от 0,05 до 0,1 мг/л. В результате этих опытов было выявлено оптимальное соотношение 2,4-Д и кинетина, которое составляло 4 и 0,1 мг/л соответственно и обеспечивало прирост тканей более чем в 1,5 раза по сравнению с первоначальным. Особенно 2,4-Д является необходимым ростовым фактором для каллусообразования у лимона.

Интенсивный рост ткани, ее однородность и реакция на изменение состава питательной среды являются свойствами, удобными и необходимыми для дальнейшего изучения биохимических изменений, протекающих в ткани в течение ее роста.

Предварительный химический анализ показал, что в полученных нами каллусных тканях содержится $\approx 0,065\%$ эфирных масел и состав их приближается к составу масла из тех же органов целого растения.

Таким образом, полученные нами каллусные ткани из лепестков цветков лимона могут быть использованы в качестве модельной системы для исследования процесса биосинтеза эфирных масел.

კ. კაციტაძე, ო. ბუაძე

 ლიმონის ყვავილიდან იზოლირებულ ქსოვილთა კულტურის
 მიღება

რეზიუმე

მიღებულია ლიმონის ჯიშის — „ახალქართულის“ — ყვავილის ქსოვილთა კულტურა. ქსოვილისათვის შერჩეულია ოპტიმალური პირობები — საკვები არე, ზრდის სტიმულატორები. ჩატარებულია მიღებული კულტურის მორფოლოგიური და ციტოლოგიური შესწავლა. დადგენილია, რომ მიღებული კალუსური ქსოვილი ინარჩუნებს ეთერზეთების სინთეზის უნარს.

PLANT PHYSIOLOGY

K. P. KATSITADZE, O. A. BUADZE

 PRODUCTION OF ISOLATED TISSUE CULTURE FROM LEMON
 PETALS

Summary

The tissue culture from citrus plant petals — New Georgian species of lemon — has been obtained. The optimal conditions for the tissue culture, such as the nutrient medium and growth stimulators, have been chosen. The resulting cultures were studied morphologically and cytologically. The obtained callus tissue was found to retain the ability for the synthesis of essential oils.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. З. В. Маршавина, О. Г. Севрук, Е. Н. Щербакова. Биол. ж. Армении, 27, 1974, 43.
2. О. Г. Севрук, З. В. Маршавина, А. Н. Погосян, А. В. Гаспарян. Биол. ж. Армении, 28, 1975, II.
3. J. Briout, C. Paupardin. C. r. Acad. Sci., D. 281, 1975, 383.
4. С. А. Кирева, П. С. Бугорский, С. А. Резникова. Физиол. раст., 24, 1977, 824.
5. L. H. Jones. Industrial Aspects of Biochemistry, N. Y. 30, 2, 1974, 813.
6. C. Paupardin. Rev. Gen. Bot., 21, № 962—964, 1974, 223.
7. E. Lang, H. Hoster. Planta Medica, B31, 2, 1977, 112.
8. D. P. Carew, E. J. Staba. Lloydia, 28, 1, 1965.
9. N. J. Rangaswamy. Phytochemistry, 11, 1961, 109.
10. C. Chablier, C. C. Paupardin. Acad. Sci., 277, 1973, 1857.
11. John Einset. W. Plant Physiol., 62, № 6, 1978, 885-888.
12. Gülsen Yücel, Altman Aril, Goren Raphael. Physiol. Plant., 53, № 3, 1981, 295-300.
13. T. Murashiga, F. Skoog. Physiol. Plantarum, 15, 1967, 473.
14. T. H. Lam, H. E. Street. Ztschr. Pflanzenphysiol., 84, 1977, 121-128.



ლ. ჩხიძე

ხორბალ ზანდურის ჰემისაკლოიდური სახეობის ექსპერიმენტული რისინომიზი

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა დ. ჯოხაძემ 10.7.1984)

ზანდურის სახელწოდების ქვეშ იგულისხმება რთული დაჯგუფება, რომელიც აერთიანებს დიპლოიდურ (*T. monococcum* v. *hornemanni* Clem. $2n=14$), ტეტრაპლოიდურ (*T. timopheevi* v. *typicum* Zhuk $2n=28$) და ჰექსაპლოიდურ (*T. zhukowskyi* Men. et Er $2n=42$) სახეობებს [1, 2].

ზანდურის კომპონენტთა ბოტანიკურ-სისტემატიკურმა შესწავლამ დაგვარწმუნა [3], რომ ისინი წარმოადგენენ ხორბლის ორიგინალურ, კულტურულ სახეობებს. მათში დღემდეა შენარჩუნებული ისეთი პრიმიტიული ნიშან-თვისებები, როგორცაა თავთავის მტვრევადობა და კილიანი მარცვლი, რითიც განსხვავდებიან ხორბლის მაღალკულტურული სახეობებისაგან. ამასთან, ამ ხორბლებში, რომლებიც ერთ კულტურულ ცენოზს ქმნიან, კარგად ჩანს როგორც მორფოლოგიურ ნიშან-თვისებათა, ისე კარიოლოგიური სტრუქტურის დივერგენცია. სამივე სახეობა მორფოლოგიური და ბიოლოგიური ნიშნებით ემსგავსება ერთმანეთს, ამავ დროს თითოეული მათგანი პლოიდურობის ზრდასთან ერთად მორფოლოგიური ნიშნების ოდენობრივ ცვალებადობას განიცდის.

ზანდურის ფილოგენეტიკური შესწავლის შედეგად დადგენილია, რომ ხორბლის ეს დაჯგუფება სრულიად განკერძოებით დგას და ქმნის დამოუკიდებელ ფილოგენეტიკურ რიგს, რაც იმითაც დასტურდება რომ თითქმის არ ეჯვარება ამ გვარის არც ერთ სხვა წარმომადგენელს. ამდენად, მისი კომპონენტების წარმოშობის საკითხი მეტად სადავო იყო. არსებობს სხვადასხვა შეხედულება: ასე მაგალითად, აკად. ვლ. მენაბდეს მიაჩნდა, რომ *T. timopheevi* Zhuk-ის წარმოშობაში დიდი როლი შეასრულა სომხეთის წყვილმარცვალმა (*T. araraticum* Iakubz, *T. chaldicum* Men.), რომელსაც *T. timopheevi* Zhuk-თან ერთიანი გენომური შედგენილობა აახლოვებს. მეორე შეხედულების თანახმად *T. timopheevi* Zhuk-ის ჩამოყალიბებაში მონაწილეობა უნდა მიეღო ადგილობრივ ცალმარცვალს (*T. boeoticum* Boiss.). პირველად, ზოგადად ამის შესახებ ფლ აქს ბერგერმა [4] გამოთქვა აზრი, თვლიდა რა *T. timopheevi* Zhuk -ს ახალგაზრდა სახეობად. მოგვიანებით კი მ. თუმანიანმა [5] მოგვწოდა აზრი იმის შესახებ, რომ ველური წყვილმარცვალი (*T. dicoccoides* Koen.) სამხრეთ ამიერკავკასიის პოპულაციიდან უნდა წარმოშობილიყო ველური ცალმარცვალს (*T. boeoticum* Boiss.) მუტაციური ცვალებადობის შედეგად. *T. timopheevi* Zhuk-ის *T. monococcum* Cl-ისაგან მუტაციური ცვალებადობის შედეგად წარმოშობის შესაძლებლობას იზიარებდნენ აგრეთვე სხვები. აღნიშნული მოსაზრება მოგვიანებით დადასტურდა ექსპერიმენტით [6]. კერძოდ, დასხივებული დიპლოიდური *T. monococcum* Clem-საგან მიღებულ იქნა

ტეტრაპლოიდური *T. timopheevi* v. *typicum* h., ხოლო ამ უკანასკნელისაგან ოქტაპლოიდური ($2n=56$) *T. timonovum* Heslot [6] სახეობა.

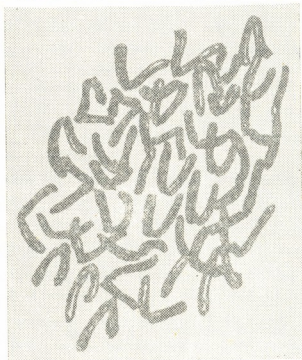
აღნიშნულმა გამოკვლევებმა და აგრეთვე ზანდურის სამივე სახეობისთვის საერთო კარიოტიპის დადგენამ [7] საფუძველი შექმნა *T. timopheevi* v. *typic.* Zhuk -ისათვის ადრე მიღებული გენომური სტრუქტურა AA GG [8] შეცვლილიყო AAAA სტრუქტურით, ანუ ზანდურის ტეტრაპლოიდური სახეობა (*T. timopheevi* Zh.) აეტაპოლიპლოიდიზაციის გზით არის წარმოქმნილი მისი დიპლოიდური საწყისისაგან (*T. monococcum* Cl.) [9].

რაც შეეხება ზანდურის ჰექსაპლოიდურ საფეხურს — *T. zhukowskyi* Men. et Er, იგი წარმოადგენს ამფიდიპლოიდს, მიღებულს ზანდურის დი- და ტეტრაპლოიდური სახეობების შეჯვარების შედეგად. ამდენად, მისი გენომური სტრუქტურა AAAAAA=6A. ამას ადასტურებს აღნიშნული ხორბლის ამფიდიპლოიდის გზით ექსპერიმენტული რესინთეზი [10, 11].



სურ 1

ჩვენ შევისწავლეთ ექსპერიმენტული რადიომუტანტები, მიღებული დიპლოიდური და ტეტრაპლოიდური ზანდურისაგან. ამ რადიომუტანტთა კარიოლოგიურმა შესწავლამ გვიჩვენა, რომ ტეტრაპლოიდური ზანდური (*T. timopheevi* Zh.) განიცდის მულტიპლ ცვალებადობას, რომლის შედეგადაც მიიღება ჰექსაპლოიდური მუტანტი (სურ. 1, 2). მიღებული მუტანტის იდენტიფიცირებ-



სურ. 2

ბით ბუნებრივ ჰექსაპლოიდურ სახეობასთან აღმოჩნდა, რომ იგი ყველა ნიშნით ემსგავსება *T. zhukowskyi* Men et Er-ს. მიღებულ მუტანტს საეგეტაციო პერიოდი ძლიერ გრძელი აქვს, ეგეტაციური ნაწილები — ფოთლის ვაგინა და



ფირფიტა მთლიანად დაფარულია გრძელი, ჯაგრისებური ბეწვებით. ღეროს მუხლები მკვეთრად ამობურცულია და სქლადაა დაფარული ქეჩისმაგვარი მოკლე ბეწვებით. თავთავი შედარებით წაგრძელებულია, სიგრძით 6—6,5 სმ. ბრტყელი, თავთუნთა რაოდენობა 23—27. სიგანე აშკარად ჭარბობს სისქეს, თავთავი შებუსულია, სიმკვრივის ინდექსი 35—37. თავთავი სიმწიფისას მტვრევალია. ღერაკის სახსარი თხლადაა შებუსული მოკლე ბეწვებით, თავთუნის კილი ორქედიანი და ორკბილიანია. კბილანებს შორის იქმნება კარგად შესამჩნევი ამონაკვეთი (სინუსი). თავთავის კილი სიგრძით საყვავილე კილის ტოლია, ან მასზე ოდნავ მოკლე. თავთუნის ორმარცვალაა. მცენარე ძირითადად მალალ-მოზარდია (100—125 სმ), ჩაწოლისადმი მეტად გამძლე, სოკოვანი დაავადებისადმი დიდი იმუნიტეტით ხასიათდება. ფესვის სომატურ უჯრედებში ქრომოსომთა რიცხვია $2n=42$ (სურ. 1).

ჩვენი აზრით, ამ შემთხვევაში ჰექსაპლოიდური სახეობა წარმოიქმნა ტეტრაპლოიდური სახეობისაგან ამ უკანასკნელის ორი გენომიდან მხოლოდ ერთი გენომის აეტოპოლიპლოიდიზაციის გზით.

ამგვარად, *T. zhukowskyi Men. et Eg.*-ის წარმოშობის ორი გზა უნდა არსებობდეს: ზანდურის დი- და ტეტრაპლოიდურ სახეობათა შორის ჰიბრიდიზაცია და შემდგომი ამფიდიპლოიდია და მეორე — *T. timopheevi Clem.*-ის ერთი გენომის აეტოპოლიპლოიდიზაცია.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
ბოტანიკის ინსტიტუტი

(შემოვიღა 28.9.1984)

ГЕНЕТИКА И СЕЛЕКЦИЯ

Л. К. ЧХАИДЗЕ

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ РЕСИНТЕЗ ГЕКСАПЛОИДНОГО ВИДА ПШЕНИЦЫ ЗАНДУРИ

Резюме

Среди радиомутантов пшеницы Зандури выявились интересные биотипы с филогенетической точки зрения.

В частности, от облученного *T. timopheevi v. typicum Zhuk.* (13000 k) получен биотип с био-морфологическими признаками, похожими на гексапloidный *T. zhukowskyi Men. et Eg.*, число хромосом которого равно $2n = 42$.

Можно считать, что происхождение пшеницы *T. zhukowskyi Men. et Eg.* осуществляется двумя путями: гибридизацией между ди- и тетрапloidным Зандури и дальнейшей амфидипloidизацией полученного гибрида, а также автополипloidизацией одного генома *T. timopheevi v. typicum Zhuk.*

L. K. CHKHAIDZE

EXPERIMENTAL RESYNTHESIS OF THE HEXAPLOID SPECIES OF THE WHEAT "ZANDURI"

Summary

Some biotypes, interesting from the phylogenetic point of view, have been identified among the radiomutants of the "Zanduri" wheat species. In particular, from irradiated (13000 R) *T. timopheevi* v. *typicum* Zhuk. a biotype was obtained, with biomorphological features resembling the hexaploid *T. zhukowskyi* Men. et En., the chromosome number of which is $2n=42$.

It may be assumed that *T. zhukowskyi* Men. et Er. originates in two ways: hybridization between di- and tetraploid "Zanduri", and further amphydiploidization of the resulting hybrid, as well as by the autopolyploidization of one genome of *T. timopheevi* v. *typicum* Zhuk.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. Л. Менабде, А. А. Ерицян. Сообщения АН ГССР, т. 25, № 6, 1960.
2. В. Л. Менабде. Полиплоидия у растений. М., 1962.
3. В. Л. Менабде. Пшеницы Грузии. Тбилиси, 1948.
4. К. А. Фляксбергер. Пшеницы. М., 1938.
5. М. Г. Туманян. Труды Биол. ин-та армянского филиала АН СССР, вып. I, 1939.
6. А. Д. Горгидзе. Тезисы докл. XII междунар. ботан. конгресса. Л., 1977.
7. Л. К. Чхаидзе. Научная конфер. молодых научн. работн. Ин-та ботаники АН ГССР, № 5, 1967.
8. E. Lilienfeld, H. Kichaga. Genomanalyse bei *Triticum* und *Aegilops*. *Cytologia*, v. 6, № 2.
9. А. Д. Горгидзе. Сообщения АН ГССР, т. 52, № 3, 1968.
10. Г. В. Канделаки. Сообщения АН ГССР, VI, № 7, 1945.
11. Э. Ф. Таврии. Труды по прикл. ботанике, генетике и селекции, 34, вып. I, 1964.

Б. Е. КУРАШВИЛИ (член-корреспондент АН ГССР), Ю. М. КАРАЧЕНЦЕВА,
А. С. КАНДАУРОВ, Ж. Н. ФИДЛЕР

РОЛЬ МОЧИ ОСОБЕЙ СВОЕГО ВИДА В УВЕЛИЧЕНИИ
ПОТРЕБЛЕНИЯ КОРМОВОЙ ЧАСТИ ПРИМАНКИ У ПОЛЕВКИ
(*MICROTUS SOCIALIS BINOMINATUS* ELLERMAN, 1941)

В Грузии наиболее вредоносными и широко распространенными грызунами являются серые полевки — общественная и обыкновенная. Против них используются все общепринятые методы борьбы с грызунами, а именно агротехнические, химические и бактериологические. Изучение этих методов в условиях Грузии, а также обзор литературных данных [1—3] показали, что при использовании агротехнических мероприятий с последующей химической и бактериологической дератизацией достигается лишь временное уменьшение численности полевов.

Известно, что у некоторых грызунов запах мочи особей своего вида [4, 5] вызывает ряд поведенческих и физиологических реакций, что объясняется наличием в моче специфических феромонов.

Обнаружено, что добавление мочи в отравленную приманку маскирует избегание и осторожность по отношению к ней у пустынной песчанки [6]. Для грызунов проблематичной остается роль ольфакторного и вкусового восприятия в потреблении пищи с добавкой мочи своего вида.

В наших экспериментах была поставлена цель, выяснить, увеличивается ли потребление кормовой части приманки при добавлении мочи у полевов и какова при этом роль ольфакторного и вкусового восприятия.

В эксперименте участвовало 24 животных (самцы, самки и неполовозрелые). Грызуны содержались в клетках попарно (самец и самка) и в свободное от эксперимента время потребляли обычную лабораторную диету.

Для сбора мочи животное отсаживалось в большой фильтр Шота на 8—16 часов. Отфильтрованная моча отсасывалась под вакуумом водоструйного насоса в количестве 3—10 мл.

Кормовая часть приманки составлялась согласно общепринятой методике из зерна и растительного масла из расчета на 5 г зерна 0,4 мл подсолнечного масла. Зерно с подсолнечным маслом в данном расчетном количестве смешивалось в чашках Ануобра. В ряде чашек непосредственно перед экспериментом добавлялась моча самки или самца из расчета 0,4 вес.%. Опыты проводились в специальных камерах с затемненными стенками — Т-образных лабиринтах, изготовленных из оргстекла. Лабиринт состоит из предварительной камеры для снятия стресса, размером 9×10×12 см, от которой отходят два рукава под углом 180°, размером 10×10×29 см. Камера и рукава разделены подвижной заслонкой. Регистрация перемещений животных производилась визуально. Перед каждым опытом камеры протирались спиртом и проветривались. В ночь перед экспериментом полевки отсаживались раздельно в пустые клетки без корма (вода давалась в неограниченном количестве). Утром полевка взвешивалась и запускалась в лабиринт, в рукавах которого на одинаковом расстоянии располагались чашки Ануобра (D=6 см), содержащие корм с мочой и



без нее соответственно. Время, отводимое на снятие стресса, равнялось 10 мин. Регистрировались первоначальное направление полевки (к корму с мочой или без нее) и одночасовое потребление пищи после ночного воздержания.

Неполовозрелыми считались полевки в возрасте 20—30 дней.

Результаты статистически обрабатывались по методу [7] и критерию Стьюдента.

Таблица 1
Раздельное вкусовое восприятие корма и корма, смешанного с мочой, у полевок *Microtus socialis*

Пол	К-во наблюдений	Общечасовое потребление, г/100 г веса тела		
		Кормовая часть приманки + 0,4% мочи самки	Кормовая часть приманки + 0,4% мочи самца	Кормовая часть приманки
Самки	30	1,014 ± 0,06 ¹	0,400 ± 0,04*	0,480 ± 0,02*
Самцы	28	1,062 ± 0,05 ¹	1,007 ± 0,05*	0,741 ± 0,02*
Неполовозрелые	12	1,910 ± 0,05 ¹	0,47 ± 0,03**	0,120 ± 0,02**

p — вероятность возможной ошибки в оценке результатов: * p < 0,001, ** p < 0,01.

Добавление мочи самки своего вида к кормовой части приманки значительно увеличивало ее потребление полевками *Microtus socialis* (p < 0,001). Это доказывает, что для последних моча действует как фагостимул.

Поскольку наиболее ярко эта особенность проявляется у неполовозрелых, то предполагается, что разные возрастные и половые группы полевок в пределах одного вида различно реагируют на фагостимуляцию мочой самки данного вида, что представляет значительный интерес для контроля численности популяций.

Добавление мочи самца своего вида к кормовой части приманки полевок *Microtus socialis* не дает такой обобщенной картины. Самки потребляют такую смесь в меньшей степени, чем кормовую часть приманки, в то время как для самцов ее потребление значительно увеличивается (табл. 1); для неполовозрелых наблюдаются значительное увеличение потребления по сравнению с обычной кормовой частью

Таблица 2
Реакция на запах корма и корма, смешанного с мочой, у полевок *Microtus socialis*

Пол	К-во наблюдений	Первоначальное направление полевки, % относительно числа наблюдений		
		Кормовая часть приманки + 0,4% мочи самки	Кормовая часть приманки + 0,4% мочи самца	Кормовая часть приманки
Самки	30	35,7	33,3	65,4
Самцы	28	56,3	78,6	33,3

приманки и значительное уменьшение по сравнению с потреблением кормовой части приманки, смешанной с мочой самки своего вида (табл. 1).



Данные табл. 1 позволяют сделать вывод, что в целях борьбы с полевками для увеличения вкусового восприятия приманки предпочтительна моча самки, которая привлекает как идентичный, так и противоположный пол своего вида.

Исследование первоначального направления полевки в лабиринте на запахах показало, что запаховое восприятие не всегда совпадает с вкусовым (табл. 2).

Так, самки полевки *Microtus socialis* первоначально шли на запах чистого корма, обнюхивали его, а затем уже переходили к корму, смешанному с мочей, где и приступали к еде; самцы же в основном первоначально шли на запах кормовой части приманки, смешанной с мочой самца. Это позволяет сделать заключение, что у полевки *Microtus socialis* повышение потребления пищи связано не с запаховым восприятием, а, вероятнее всего, с вкусовым восприятием мочи или феромонов, содержащихся в ней.

Сопоставление данных обеих таблиц позволяет предположить, что химические вещества, ответственные за повышение вкусового восприятия мочи, у полевки *Microtus socialis* следует искать в сложном комплексе химического различия мочи самцов и самок соответственно.

Академия наук Грузинской ССР
Институт зоологии

(Поступило 22.2.1985)

ზოოლოგია

ბ. შურაშვილი (საქ. სსრ მეცნ. აკად. წევრ-კორესპონდენტი), ი. კარაჩენტევა,
ა. კანდაუროვი, თ. ფიდლერი

მემინდვრიას (*MICROTUS SOCIALIS BINOMINATUS ELLERMAN, 1941*)
ერთი და იმავე სახეობის ცალკეული წარმომადგენლების შარდის
როლი სატყუარის საკვები ნაწილის მოხმარების გაზრდაში

რეზიუმე

ერთი და იმავე სახეობის მღვდრი ინდივიდის 0,4% შარდის დამატებამ სატყუარის საკვებ ნაწილში საგრძნობლად ($p < 0,001$) გააღიდა მისი მოხმარება მემინდვრიების ორივე სქესის წარმომადგენლებში.

მამრი ინდივიდის 0,4% შარდის დამატებამ სატყუარის საკვებ ნაწილში საგრძნობლად გააღიდა მისი მოხმარება მამრებისა და სქესობრივად მოუწყვებელი საზოგადოებრივი მემინდვრიების მიერ, რაც საინტერესოა მოცემული სახეობების ინდივიდების პოპულაციის რაოდენობრივი კონტროლისათვის.

ZOOLOGY

B. E. KURASHVILI, Yu. M. KARACHENTSEVA, A. S. KANDAUROV,
J. N. FIDLER

THE ROLE OF CONSPECIFIC URINE IN ENHANCING THE
CONSUMPTION OF THE FOOD COMPONENT OF BAIT IN VOLES
(*MICROTUS SOCIALIS BINOMINATUS ELLERMAN, 1941*)

Summary

Tests have been carried out to determine the role of conspecific urine in the consumption of the food component of bait and the role of olfactory

and gustatory perception in food consumption with the addition of conspecific urine in voles (*Microtus socialis*).

The addition of 0.4% conspecific female urine to the food component of bait significantly ($p < 0.001$) enhanced its intake by both sexes of *Microtus socialis*.

The addition of 0.4% conspecific male urine to the food part of bait significantly enhanced its intake by the males and sexually immature voles. This finding would benefit the control efficiency of the vole population.

The results of the experiment suggest that the significant increment of the intake of the food part of bait with the addition of conspecific urine in voles is not connected with olfactory perception but with the gustatory perception of urine or urine pheromones.

The comparative study allows to suggest that the chemicals responsible for the increment of the gustatory perception in voles should be looked for in the complex of chemical difference of male and female urine.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. Т. Беришвили. Автореферат докт. дисс. Тбилиси, 1968.
2. Химическая защита растений. Под ред. Г. С. Груздева. М., 1980.
3. В. А. Быковский, С. Г. Пегельман. Бюлл. ВНИИ защиты растений, № 51, 1981, 14.
4. Феромоны и поведение. М., 1982.
5. И. А. Ойвин. Патол. физиол. и эксп. тер., 4, 1960, 76.
6. Saroj Kumari, Ichwer Prakach. Indian J. exp. Biol., 1979, 17, 981.
7. Saroj Kumari, Ichwer Prakach. Indian J. exp. Biol., 1980, 18, 730.



ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

Р. В. КАПАНАДЗЕ, Д. Д. ТВИЛДИАНИ, З. Б. ЦАГАРЕЛИ,
Н. Г. ГОРДАДЗЕ, Т. Г. ГАПРИНДАШВИЛИ, Т. Ш. МАГРАДЗЕ

МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ НЕКОТОРЫХ ВНУТРЕННИХ
ОРГАНОВ МОРСКИХ СВИНОК ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ
ПОСТОЯННОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ

(Представлено академиком Н. А. Джавахишвили 28.12.1983)

Изменения различных метеорологических и геллюгеофизических факторов небезразличны для живого организма. Порой они опасны для жизни больных с сердечно-сосудистыми заболеваниями (ССЗ).

Наиболее неблагоприятными являются резкое увеличение и колебание напряженности магнитного поля (МП) Земли, что обусловлено повышением солнечной активности [1, 2].

Это влияние подтверждено ретроспективными наблюдениями высокой заболеваемости и даже резким увеличением смертельных исходов и катастроф от ССЗ в дни повышенной солнечной активности [3—6].

Отмечено повреждающее воздействие искусственных электромагнитных полей (Иск. ЭМП) на организм в целом и на отдельные его системы, органы и ткани [7—11].

С целью изучения воздействия постоянного электромагнитного поля (ПЭМП) и выявления морфологических изменений в сердечной мышце, почках и надпочечниках были проведены опыты на 90 морских свинок (МС), подвергавшихся ежедневной 5-часовой экспозиции ПЭМП, создаваемым многослойным соленоидом, напряженностью в 200 э. Так как в физиотерапевтической практике применение ПЭМП локального воздействия указанной напряженности считается терапевтической дозой, поэтому и в эксперименте было использовано ПЭМП такого же параметра, только в условиях воздействия на весь организм.

I группу животных (40 МС) облучали в течение 10 дней, II группу (40 МС) — 20 дней. Контрольную группу составили 10 МС, которых содержали в тех же условиях вивария, но без воздействия ПЭМП. Гистологически изучен миокард, почки и надпочечники всех 90 животных.

Материал для гистологического исследования фиксировали в 10% нейтральном формалине, обезвоживали в спиртах восходящей концентрации, заливали в парафин. Серийные срезы толщиной 3—5 мкм окрашивали гематоксилином и эозином, пикрофуксином по Ван-Гизону, а также по методу ГОФП для выявления раннего ишемического поражения и контрактурной дегенерации миокарда.

У животных контрольной группы заметных морфологических изменений в изученных органах не выявлялось.

У морских свинок, облученных в течение 10 дней (I серия), в сердечной мышце обнаруживались дистрофические и некротические очаги, приводимые в литературе под термином «повреждения».

На гистологических препаратах, окрашенных гематоксилином и эозином, выражен межмышечный отек; сосуды малого и среднего калибра были переполнены кровью, наблюдались явления стаза и агрегации эритроцитов, появлялись экстравазаты, миокард местами был



имбириван эритроцитами. На фоне сильного межмышечного отека встречались очаги фрагментированных миофибрилл с пикринофильной и эозинофильной саркоплазмой и пикноморфными ядрами. Окраска миокарда по методу ГОФП выявляла очаги фуксиноррагии, указывающие на ранние ишемические изменения в сердечной мышце.

В этот же срок в надпочечниках МС отмечались морфологические признаки повышения функциональной активности клеток как коркового, так и мозгового слоя. Цитоплазма спонгиоцитов пучковой зоны коркового слоя надпочечника была просветлена и содержала большое количество вакуолей, что указывало на активное выделение клетками секрета. Темных клеток, в которых преобладают процессы биосинтеза, было гораздо меньше. В мозговом веществе надпочечника имело место сильное полнокровие венозных синусов и капилляров, цитоплазма хромаффинных клеток была просветлена и зерниста.

В эти же сроки в почках подопытных животных преобладали изменения некротического и некробиотического характера. Субкапсулярно отмечались очаговые некрозы проксимальных канальцев, в дистальных отделах канальцев встречались безъядерные клетки или клетки с пикнотизированными ядрами. На месте распавшихся канальцев скапливалась эозинофильная зернистая масса с примесью эритроцитов. В клубочках была выражена пролиферация эндотелия капилляров, петли капилляров были утолщены, полость капсулы сужена. В сохранившихся проксимальных извитых канальцах I и II порядка, а также в дистальных канальцах обнаруживалась зернистая и гидроническая дистрофия нефроцитов.

У МС II серии в миокарде выявлялись очаги набухших волокон с просветленной цитоплазмой, лишенной поперечной исчерченности.

В отдельных миофибриллах ядра были окружены светлой полостью — вакуолью. Пикноморфные ядра густо прокрашивались гематоксилином. В отличие от встречавшихся в предыдущем сроке очагов фрагментированных миофибрилл, в миокарде МС II серии наблюдались очаги рубцевания, которые окрашивались по ван-Гизону в розовато-красный цвет.

В этой же серии опытов в надпочечниках, помимо морфологических признаков активной деятельности клеток коркового и мозгового веществ, наметились нерезко выраженные дистрофические явления. В пучковом слое коры надпочечников спонгиоциты по-прежнему содержали большое количество вакуолей и имели просветленную цитоплазму; в мозговом веществе цитоплазма хромаффинных клеток была еще более просветленной, нуклеоплазма ядер также была просветлена, хроматин располагался по периферии ядра, четко выявлялись ядрышки. Между хромаффинными клетками имелись прослойки нежно-волокнистой соединительной ткани. Синусовиды были переполнены кровью, местами обозначались экстравазаты.

В эти же сроки в почке нарастали сходные с предыдущим сроком эксперимента дистрофические изменения типа нефрозо-нефрита.

Наблюдались сильный отек и некроз мозгового вещества. Клетки собирательных канальцев были вакуолизированы. Отмечалось отслоение эпителия от базальной мембраны в собирательных канальцах, а также в корковом и мозговом веществах. В проксимальных канальцах имели место дистрофические и некротические изменения нефроцитов с эозинофильной цитоплазмы и гомогенизацией. В просветах проксимальных и дистальных канальцев скапливалась детритная масса, содержащая ядра клеток.

Как показали исследования после ежедневного воздействия ПЭМП, у всех подопытных животных происходит возрастание активности как коркового, так и мозгового вещества надпочечника — просветление цитоплазмы спонгиоцитов, большое количество вакуолей,



полнокровные синусоидов, просветление цитоплазмы хромаффинных клеток. Эти изменения свидетельствуют о резком повышении как глюкокортикоидной, так и минералокортикоидной функции коры надпочечников. Повышение функции мозгового вещества надпочечника приводит к увеличению секреции катехоламинов [12—14].

Изменения, развивающиеся в почке, — уменьшение полости капсулы клубочков, спазм клубочковых капилляров говорят об уменьшении под воздействием ПЭМП кровотока в почке, которое должно способствовать активации образования ренина [15—17].

На основании вышесказанного можно допустить, что под воздействием ПЭМП в организме происходят значительные сдвиги в жизни важных системах организма, ответственных за секрецию минералокортикоидов, глюкокортикоидов, симпатoadrenalina, а также ренинальдостерона [18, 19].

Наши данные о «повреждениях» миокарда подтверждают наблюдения ряда авторов о некротических изменениях в миокарде под влиянием высокой глюкокортикоидной активности коры надпочечников. Однако ведущим фактором, очевидно, все же является катехоламинемия.

Морфологические изменения почек и надпочечников создают сложную патогенетическую цепь, в которой основным повреждающим фактором миокарда при воздействии ПЭМП следует считать катехоламинами.

Повреждающее действие ПЭМП пропорционально продолжительности экспозиции.

Академия наук Грузинской ССР
НИИ экспериментальной морфологии
им. А. Н. Нативили

НИИ кардиологии
МЗ ГССР

(Поступило 29.12.1983)

მასპერიმენტული შედეგები

რ. კახანაძე, ლ. ბვილიანი, ზ. ცაბარელი, ნ. გორდამი, თ. გაფრინდაშვილი,
თ. მაღრაძე

ზღვის გოვის ზოგირით შინაგან ორგანოზე ექსპერიმენტში: გულზე, თირკმლებზე და თირკმლებზედა ჭირკვლებზე.

რ ე ზ ი მ ე

შესწავლილია მუდმივი ელექტრომაგნიტური ველის (მ ე მ ე) ზემოქმედება ზღვის გოვის ზოგირით შინაგან ორგანოზე ექსპერიმენტში: გულზე, თირკმლებზე და თირკმლებზედა ჭირკვლებზე.

გულის კუნთში აღმოჩნდა სისხლჩაქცევები და მიკრონეკროზები, თირკმელში — ნეფრიტის მსგავსი ცვლილებები, თირკმელზედა ჭირკვალში — ბიონეკროზული და დისტროფიული ცვლილებები.

მ ე მ ე-ის ზემოქმედების შედეგად განვითარებული ცვლილებები მით უფრო ღრმაა, რაც უფრო ხანგრძლივია მისი მოქმედება.



R. V. KAPANADZE, D. D. TVILDIANI, Z. B. TSAGARELI, N. G. GORDADZE,
T. G. GAPRINDASHVILI, T. Sh. MAGRADZE

MORPHOLOGIC ALTERATIONS OF SOME INTERNAL ORGANS OF
THE GUINEA PIG UNDER EXPOSURE TO A STABLE
ELECTROMAGNETIC FIELD (SEMF)

Summary

The influence of SEMF on the heart, kidneys, and suprarenal glands has been studied. The experiments involved 90 guinea pigs, daily exposed to 5hr SEMF created by a multi-layered solenoid of 200 oersted intensity for 10 and 20 days. Under the action of SEMF focal dystrophic and necrotic alterations — referred to in the literature as “damage” — develop in the cardiac muscle. In the kidneys and suprarenal glands necrotic and necrobiotic alterations predominate, and dystrophic alterations of nephoso nephritic type.

The alterations are aggravated with an increase of the time of exposure.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Л. З. Лауцевичус, С. И. Блинтрубас. Влияние солнечной активности на атмосферу и биосферу Земли по г. Вильнюсу. Вильнюс, 1971, 187—189.
2. Б. А. Рывкин. О влиянии гелиогеофизических и метеорологических факторов на течение и исходы сердечно-сосудистых заболеваний в Ленинграде. Л., 1966.
3. К. Ф. Новикова, Т. И. Панов, А. П. Шумаков. Солнечные данные, № 2, 1966, 68—73.
4. Р. Д. Табович, А. А. Минх, В. Г. Бардов. Вестник АМН СССР, № 8, 1978.
5. Н. Н. Казарян. Кровообращение, XIV, 1981, 19—21.
6. М. П. Дементьева. Труды Владивостокского госмединститута. Владивосток, 1982.
7. С. А. Виноградов, В. А. Артишенко, А. М. Вольтинский. Труды Крымского госмединститута. Харьков, 1973, 37—41.
8. Л. А. Дьяченко, Н. П. Скулкова. Новые методы исследования в экспериментальной медицине. Куйбышев, 1977, 103—105.
9. Г. П. Гарганеев, А. И. Рыжков, Ю. С. Непомнящий, В. И. Фролов. Материалы теоретической и клинической медицины, вып. 5. Томск, 1965, 17—20.
10. А. М. Вольтинский. Труды Крымского госмединститута, 74. Харьков, 1977, 36—38.
11. Н. А. Удинцев, Н. В. Канская, А. И. Щепетельникова и др. Булл. эксп. биол. и мед., № 6, 1976, 670—672.
12. А. Н. Зыско, В. И. Белянин, И. П. Степанова. Кардиология, № 4, 1975, 67—72.
13. В. С. Волков, Л. В. Шпак, В. В. Аникин. Клин. мед., № 7, 1980, 43—47.
14. P. Groza, R. Carmaciu. E. Physiologie, 15, № 2, 1978, 139-144.
15. Г. М. Герасимов, А. Д. Мартынюк. Кардиология, № 3, 1981, 60—63.
16. С. Салем, А. Н. Россельс. Кардиология, № 5, 1978, 93—97.
17. А. В. Покровский, И. Я. Установина и др. Кардиология, № 11, 1978, 29—33.
18. M. M. Pora. Comnoin Stad. Cercet. Balneol. Fisioter. Bucuresti, 1972, 708-718.
19. R. M. Hackman, H. B. Graves. Fed. Proc. 37, № 3, 1978, 831-831.



**საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიაში
В АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР**

**აკადემიის პრეზიდიუმში
В ПРЕЗИДИУМЕ АКАДЕМИИ**

14 ივნისს საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის პრეზიდიუმის სხდომაზე მოსმენილ იქნა სამეცნიერო მოხსენება „კოლხეთის ზღვისპირა ზოლის ბუნებრივი პირობების გაუმჯობესების შესაძლებლობის შესახებ“. (მომხ. — გეოგრ. მეცნ. დოქტორი ვ. ზენკოვიჩი).

14 июня на заседании Президиума Академии наук ГССР был заслушан научный доклад на тему: «О возможности улучшения природных условий приморской полосы Колхиды» (докл. — доктор географических наук В. П. Зенкович).

**სესიები, კონფერენციები, თათვირები
СЕССИИ, КОНФЕРЕНЦИИ, СОВЕЩАНИЯ**

1985 წლის 17—18 აპრილს საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მცენარეთა ბიოქიმიის ინსტიტუტში ჩატარდა სამეცნიერო სესია ბიოქიმიის და ბიოტექნოლოგიის აქტუალურ საკითხებზე, რომელიც მიეძღვნა აკადემიკოს სერგი ღურმიშიძის დაბადების 75-სა და სამეცნიერო-პედაგოგიური და საზოგადოებრივი მოღვაწეობის 55 წლისთავს.

სესიაზე მოხსენებით — საქართველოში ბიოქიმიის განვითარების ზოგერთი ეტაპი — გამოვიდა აკადემიკოსი ს. ღურმიშიძე.

მოხსენებებით გამოვიდნენ საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტები: ნ. ნუცუბიძე, დ. ჯოხაძე, გ. კვესიტაძე, ბიოლ. მეცნ. დოქტ. ო. ჩხაიძე და სხვები.

სესიაზე შეჯამებული იქნა ის დიდი მუშაობა, რომელიც ჩატარდა ინსტიტუტში მცენარეთა ბიოქიმიის და ბიოტექნოლოგიის საკითხებზე, დაისახა შემდგომი ამოცანები.

17—18 апреля 1985 г. в Институте биохимии растений АН ГССР была проведена научная сессия по актуальным вопросам биохимии и биотехнологии, посвященная 75-летию со дня рождения и 55-летию научной, педагогической и общественной деятельности академика С. В. Дурмишидзе.

На сессии с докладом «Некоторые этапы развития биохимии в Грузии» выступил академик С. В. Дурмишидзе.

С докладами выступили также члены-корреспонденты АН ГССР Н. Н. Нуцубидзе, Д. И. Джохадзе, Г. И. Квеситадзе, доктора биологических наук О. Т. Хачидзе и др.

На сессии были подведены итоги той большой работы, которая была проведена в институте по вопросам биохимии растений и биотехнологии, а также были намечены дальнейшие задачи.



22—26 აპრილს საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის აბასთუმნის ასტროფიზიკურმა ობსერვატორიამ და სსრ კავშირის მეცნიერებათა აკადემიის ბუნებისმეტყველებისა და ტექნიკის ისტორიის და ფილოსოფიის საბჭოთა ეროვნულმა გაერთიანებამ აბასთუმანში ჩატარა ასტრონომიის ისტორიის სექციის გაფართოებული პლენუმი, რომელიც მიეძღვნა ძველი, შუასაუკუნეობრივი და თანამედროვე ასტრონომიის ისტორიას. პლენუმის მუშაობაში მონაწილეობდნენ სსრ კავშირის 19 სამეცნიერო დაწესებულების თანამშრომლები.

22—26 апреля Абастуманской астрофизической обсерваторией АН ГССР совместно с Национальным объединением истории и философии естествознания и техники АН СССР в Абастумани проведен расширенный пленум секции истории астрономии, посвященный исследованиям проблем истории астрономии древнего мира, средневековья и современной астрономической науки. В работе пленума участвовали ученые из 19 научных учреждений Советского Союза.

22—28 აპრილს ქ. ქუთაისში ჩატარდა III რესპუბლიკური სკოლა-სემინარი „ინტელექტუალური ქმედების ფორმალიზაციის სემიოტიკური ასპექტები“. სკოლა-სემინარის ორგანიზატორი იყო საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის კიბერნეტიკის ინსტიტუტი. სკოლა-სემინარის მუშაობაში მონაწილეობა მიიღეს წამყვანმა მეცნიერებმა მათემატიკური ლოგიკის, ინფორმატიკისა და ლინგვისტიკის დარგში მოსკოვიდან, ლენინგრადიდან, კიევიდან, ტალინიდან, თბილისიდან. სკოლა-სემინარის მასალები გამოაქვეყნა საკავშირო სამეცნიერო-ტექნიკური ინფორმაციის ინსტიტუტმა.

С 22 по 28 апреля в г. Кутаиси проходила III Республиканская школа-семинар «Семиотические аспекты формализации интеллектуальной деятельности», организованная Институтом кибернетики АН ГССР. В работе школы-семинара принимали участие ведущие ученые по математической логике, информатике и лингвистике из Москвы, Ленинграда, Киева, Таллина, Тбилиси. Материалы школы-семинара изданы в ВИНТИ.

29 აპრილს ჩატარდა საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მათემატიკისა და ფიზიკის განყოფილების გაფართოებული სამეცნიერო სესია თემაზე „ელექტრონული გამოთვლელი მანქანების გამოყენება სამეცნიერო კვლევის, მართვისა და კადრების მომზადების საქმეში: მდგომარეობა, პერსპექტივები, პრობლემები“. სესიის მუშაობაში, აკადემიის ინსტიტუტების თანამშრომელთა გარდა, მონაწილეობდნენ ოსუ გამოყენებითი მათემატიკის ინსტიტუტის, საქართველოს პოლიტექნიკური ინსტიტუტის, მეცნიერებისა და ტექნიკის სახელმწიფო კომიტეტის, პროფესიულ-ტექნიკური განათლების სახელმწიფო კომიტეტის, უმაღლესი და საშუალო სპეციალური განათლების სამინისტროს, სახალხო მეურნეობის მართვის ინსტიტუტის, გაერთიანება „ავტოტრანსტექნიკას“ თანამშრომელნი. მოსმენილ იქნა 4 მოხსენება და 10 გამოსვლა სესიის თემატიკით გათვალისწინებული საკითხების ირგვლივ.

29 апреля состоялась расширенная научная сессия отделения математики и физики АН ГССР на тему: «Использование электронно-



вычислительных машин в научных исследованиях, управлении и в деле подготовки кадров». Участники сессии, кроме академических институтов, представляли: Институт прикладной математики ТГУ, Грузинский политехнический институт им. В. И. Ленина, Госкомитет по науке и технике, Госкомитет по профессионально-техническому образованию, Министерство высшего и среднего специального образования, Институт управления народным хозяйством, объединение «Авто-транстехника» и др. Было заслушано четыре доклада и 10 выступлений по вопросам, предусмотренным тематикой сессии.

6—7 მაისს შედგა საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის ვახუშტი ბაგრატიონის სახ. გეოგრაფიის ინსტიტუტისა და მთიან მხარეთა სისტემურ-გეოგრაფიული კვლევის საქართველოს სამეცნიერო საბჭოს შემაჯამებელი სამეცნიერო სესია.

სესიაზე მოსმენილ იქნა 30 მოხსენება საქართველოს ფიზიკური და ეკონომიკური გეოგრაფიის აქტუალური საკითხების ირგვლივ. არსებითი ყურადღება დაეთმო კოლხეთის დაბლობის კომპლექსურ-გეოგრაფიული შესწავლის პრობლემას.

6—7 мая состоялась итоговая научная сессия Института географии им. Вахушти Багратиони и Грузинского совета по системно-географическому исследованию горных стран АН ГССР.

На сессии было заслушано 30 докладов об актуальных вопросах физической географии и экономико-географических проблемах Грузии. Существенное внимание было уделено проблеме комплексно-географического изучения Колхидской низменности.

11—13 მაისს ქ. წყალტუბოში საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის ა. ნათიშვილის სახ. ექსპერიმენტული მორფოლოგიის ინსტიტუტმა ჩაატარა III კონფერენცია „გულ-სისხლძარღვთა სისტემის პათოლოგიის ულტრასტრუქტურული საფუძვლები“. კონფერენციის მუშაობაში მონაწილეობა მიიღო 40-ზე მეტმა სპეციალისტმა მოსკოვის, ლენინგრადის, კიევის, ნოვოსიბირსკის, ერევნის, კაუნასისა და საზღვარგარეთის (გდრ, ბულგარეთი, უნგრეთი, ფფრ) წამყვანი სამეცნიერო ცენტრებიდან. კონფერენციის ხუთ სხდომაზე წაკითხულ იქნა 50-ზე მეტი მოხსენება გულისა და სისხლძარღვების დაავადებათა მორფოგენეზის უჯრედული და მოლეკულური მექანიზმებისადმი მიძღვნილ საპრობლემო საკითხებზე, აგრეთვე სხვადასხვა ელექტრონულ-მიკროსკოპული მეთოდების გამოყენების შესაძლებლობათა შესახებ კლინიკურ და პათოლოგანატომიურ პრაქტიკაში გულ-სისხლძარღვთა სისტემის დაავადებების ბიოფიზიური და ინტრაოპერაციული დიაგნოსტიკის მიზნით.

კონფერენციის რეზოლუციაში აღინიშნა პროგრესი II კონფერენციის (1981 წ.) შემდგომ პერიოდში გულ-სისხლძარღვთა დაავადებების ულტრასტრუქტურული საფუძვლების შესწავლის დარგში და დაისახა ახალი, პერსპექტიული საკითხები მორფოლოგიური მეცნიერებების ამ მიმართულების განვითარებისთვის.

11—13 мая в г. Цхалтубо состоялась III конференция «Ультраструктурные основы патологии сердца и сосудов», организованная Институтом экспериментальной морфологии АН ГССР. В работе конференции принимало участие более 40 специалистов из Москвы, Ленин-

града, Киева, Новосибирска, Еревана и других ведущих научных центров Советского Союза, а также из-за рубежа (ГДР, НРБ, ВНР, ФРГ). На пяти заседаниях было заслушано более 50 докладов, касающихся актуальных вопросов исследований молекулярных и клеточных основ морфогенеза болезней сердца и сосудов (инфаркт миокарда, атеросклероз, кардиомиопатии и др.), а также различных методов электронно-микроскопического анализа и их применения в клинической практике. В резолюции конференции был отмечен большой прогресс в области изучения структурно-функциональных основ патологии сердца и сосудов и определены новые перспективы развития данного направления морфологических наук.

13—18 მაისს ქ. კობულეთში საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის მცენარეთა ბიოქიმიის ინსტიტუტმა საბჭოთა კავშირის მეცნიერებათა აკადემიის ა. ნ. ბახის სახელობის ბიოქიმიის ინსტიტუტთან, მოსკოვის მ. ვ. ლომონოსოვის სახელობის სახელმწიფო უნივერსიტეტთან და სხვა სამეცნიერო დაწესებულებებთან ერთად მოაწყო V საკავშირო სიმპოზიუმი საინჟინრო ენზიმოლოგიაში.

სიმპოზიუმზე ჩატარდა შეიდი ზეპირი სხდომა და სამი სტენდური სესია.

სიმპოზიუმზე მოსმენილ იქნა 220 მოხსენება. სულ სიმპოზიუმის მუშაობაში მონაწილეობა მიიღო 250 მეცნიერ-თანამშრომელმა საბჭოთა კავშირის სხვადასხვა სამეცნიერო ცენტრიდან.

მოხსენებები მიეძღვნა საინჟინრო ენზიმოლოგიის აქტუალურ თემებს, უნარჩენო და მცირენარჩენიანი ტექნოლოგიების ბიოლოგიურ პრინციპებს და ორგანულ არეებში ბიოკატალიზურ სისტემების კონსტრუირებას.

განხილულ იქნა სამუშაოები ბიოკატალიზატორების მიღებაზე, ფერმენტების და ცოცხლი უჯრედების იმობილიზირებაზე, ახალ მატარებლებზე.

ცალკეულ სხდომებზე მოსმენილ იქნა სამუშაოები ბიოკატალიზის ფიზიკა-ქიმიის, ბიოელექტროკატალიზზე, ბიოკატალიზატორების გამოყენებაზე მედიცინასა და ანალიზში, ბიოკატალიზატორების როლზე ნატიფ ორგანულ სინთეზში.

13—18 мая в г. Кобулету Институт биохимии растений АН ГССР совместно с Институтом биохимии им. А. Н. Баха АН СССР, Московским государственным университетом им. М. В. Ломоносова и другими научными учреждениями организовал V Всесоюзный симпозиум по инженерной энзимологии.

На симпозиуме были проведены семь устных заседаний и три стендовые сессии. Было заслушано 220 докладов. Всего в работе симпозиума приняло участие более 250 научных сотрудников из различных научных центров Советского Союза.

Доклады были посвящены актуальным темам о достижениях инженерной энзимологии, биологических принципах безотходной и малоотходной технологии и конструирования биокаталитических систем в органических средах.

Рассматривались работы по получению биокатализаторов, иммобилизованных ферментов и живых клеток, новых носителей.

На отдельных заседаниях были заслушаны итоги работ по физико-химии биокатализа, биоэлектрокатализа; использованию биокатализаторов в медицине и анализе; биокатализаторов в тонком органическом синтезе.

14—16 მაისს საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის აბასთუმნის ასტროფიზიკურმა ობსერვატორიამ და სსრ კავშირის მეცნიერებათა აკადემიის ასტრონომიულმა საბჭომ აბასთუმანში ჩატარა ხსენებული საბჭოს „ვარსკვლავთ და ვარსკვლავთშორისი გარემოს ფიზიკა და ევოლუცია“ სექციის „ვარსკვლავთშორისი გარემოს ფიზიკა“ სამუშაო ჯგუფის მეორე თათბირი უკანასკნელ წლებში მიღებული დაკვირვებითი და თეორიული კვლევითი მონაცემების სინთეზირებისა და კვლევის მომავალი ამოცანების დასახვის მიზნით. თათბირის მუშაობაში მონაწილეობდნენ სსრ კავშირის 21 სამეცნიერო დაწესებულების თანამშრომლები.

14—16 мая Абастуманской астрофизической обсерваторией АН ГССР совместно с Астрономическим советом АН СССР в Абастумани проведено второе совещание рабочей группы «Физика межзвездной среды» секции «Физика и эволюция звезд и межзвездной среды» АС АН СССР. Цель совещания — синтезирование наблюдательных данных и результатов теоретических исследований, полученных за последние годы, а также консолидация усилий для решения ключевых проблем физики межзвездной среды. В работе совещания приняли участие ученые из 21 учреждения Советского Союза.

20—22 მაისს საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის გ. წულუკიძის სახ. სამთო მექანიკის ინსტიტუტში ჩატარდა VIII საკავშირო კონფერენცია სამთო მექანიკის დარგში. კონფერენციის მომზადებაში მონაწილეობდნენ სსრკ მეცნიერებათა აკადემიის სასარგებლო წიაღისეულის დამუშავების ფიზიკურ-ტექნიკური პრობლემების სამეცნიერო საბჭო, კლდოვანი ქანების მექანიკის საერთაშორისო საზოგადოებაში მონაწილეობის სსრკ კომიტეტი, სსრკ მეცნიერებათა აკადემიის წიაღისეულის ათვისების კომპლექსური პრობლემების ინსტიტუტი, საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის გ. წულუკიძის სახ. სამთო მექანიკის ინსტიტუტი, და სსრკ ენერგეტიკის სამინისტროს ს. ჟუკის სახ. ინსტიტუტი „ჰიდროპროექტი“. კონფერენციაზე განხილულ იქნა შემდეგი ძირითადი საკითხები:

სამთო ქანების ფიზიკურ-ქიმიური თვისებები და მასივის სამთო გეოლოგიური თავისებურებების ასახვა;

ქანთა მასივის ძერა, დეფორმირება და რღვევა მყარი სასარგებლო წიაღისეულის საბადოთა დამუშავებისა და მიწისქვეშა ნაგებობების მშენებლობის დროს;

ქანთა მასივის დაძაბული მდგომარეობის კონტროლი და პროგნოზი სასარგებლო წიაღისეულის საბადოთა დამუშავების მიწისქვეშა ნაგებობების მშენებლობის დროს;

სამთო წნევის მართვა მყარი წიაღისეულის საბადოთა დამუშავებისას;

კლდოვანი მასივების კვლევა ჰიდროტექნიკურ და სხვა მსხვილი ნაგებობების მშენებლობასთან დაკავშირებით.

კონფერენციის მუშაობაში მონაწილეობა მიიღო 269 კაცმა. კონფერენციაზე მოსმენილ იქნა 97 მოხსენება და განხილულ იქნა 96 სასტენდო მოხსენება.

დაინახა მომავალ კვლევათა მიმართულებები ქანების მექანიკის დარგში. სამეცნიერო-კვლევით, საპროექტო და საწარმოო ორგანიზაციებს რეკომენდაცია მიეცათ მიღებული სამეცნიერო შედეგები დანერგონ წარმოებაში სამეცნიერო-ტექნიკური პროგრესის დაჩქარების მიზნით.

20—22 мая в Институте горной механики АН ГССР проведена VIII Всесоюзная конференция по механике горных пород. В подготов-



კე конференции приняли участие: Научный совет по физико-техническим проблемам разработки полезных ископаемых АН ГССР, Советский комитет по участию в Международном обществе по механике скальных пород, Институт по проблемам комплексного освоения недр АН СССР, Институт горной механики им. Г. А. Цулукидзе АН ГССР, Институт «Гидропроект» им. С. Я. Жука Минэнерго СССР.

На конференции были рассмотрены следующие основные вопросы: физико-механические свойства горных пород и отражение горно-геологических особенностей массива; сдвигание, деформирование и разрушение массивов горных пород при разработке месторождений твердых полезных ископаемых и строительство подземных сооружений; контроль и прогноз напряженного состояния массивов горных пород при разработке месторождений и строительство подземных сооружений; управление горным давлением при разработке месторождений твердых полезных ископаемых; исследование скальных массивов в связи со строительством гидротехнических и других крупных сооружений.

В конференции приняли участие 269 человек. На заседаниях было заслушано 97 докладов и обсуждено 96 стендовых докладов.

На конференции были намечены направления дальнейших исследований в области механики горных пород. Научно-исследовательским, проектным и производственным организациям были даны рекомендации для широкого внедрения результатов научных исследований с целью ускорения научно-технического прогресса.

6 ივნისს გაიხსნა საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის გეოფიზიკის ინსტიტუტის საიუბილეო-სამეცნიერო სესია, რომელიც მიეძღვნა ინსტიტუტის 50 წლისთავს. სხდომა შესავალი სიტყვით გახსნა საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ვიცე-პრეზიდენტმა აკად. გ. ჯიბლაძემ, რომელმაც მალალი შეფასება მისცა ინსტიტუტის მიერ ნახევარი საუკუნის მანძილზე ჩატარებულ საქმიანობას და მეცნიერულ კვლევათა შედეგებს დედამიწის ფიზიკის, ატმოსფეროს ფიზიკის და მზე-დედამიწის კავშირების ფიზიკის დარგში. ამ გამოკვლევებმა ინსტიტუტს მოუპოვა ავტორიტეტი როგორც ჩვენს ქვეყანაში, ისე მის ფარგლებს გარეთ. ინსტიტუტი მუდამ აქტიურად მონაწილეობდა საკავშირო და შერთაშორისო სამეცნიერო გეოფიზიკურ გამოკვლევებში. იგი დიდ დახმარებას უწევს რესპუბლიკის სახალხო მეურნეობის პრაქტიკული ამოცანების გადაწყვეტაში. სხდომის თავმჯდომარემ წაიკითხა საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის პრეზიდენტის აკად. ე. ხარაძის მილოცვა ინსტიტუტის კოლექტივისადმი. მოხსენება ინსტიტუტის მოღვაწეობის შესახებ განვიღო პერიოდში გააკეთა ინსტიტუტის დირექტორმა აკად. ბ. ბალაიაძემ.

იუბილარს გულითადად მიესალმნენ საბჭოთა კავშირის, უკრაინის, ყაზახეთის, უზბეკეთის, აზერბაიჯანის, სომხეთის, ტაჯიკეთის, თურქმენეთის მეცნიერებათა აკადემიების მონათესავე ინსტიტუტების ხელმძღვანელები. მისალმებები გამოგზავნეს სსრკ მეცნიერებათა აკადემიის დედამიწის ფიზიკის ინსტიტუტის დირექტორმა აკად. მ. საღოვსკიმ, ტაჯიკეთის სსრ მეცნიერებათა აკადემიის პრეზიდენტმა მ. ასიმოვმა, სსრკ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორ. ვ. ბელოუსოვმა, ი. ბულანყემ, ნ. პარიისკიმ, ე. კარუსმა და სხვებმა.

სხდომას დაესწრენ საქ. კპ ცკ მეცნიერებისა და სასწავლებლების განყოფილების გამგე ა. საყვარელიძე, საქ. კპ თბილისის ორგანიზაციის საბურთალოს



რაიკომის მესამე მდივანი შ. დოლონაძე, საქ. სსრ მეცნიერებათა და ტექნიკის კომიტეტის თავმჯდომარის მოადგილე ლ. ოკლეი, საქ. სსრ მეცნიერებათა აკადემიის დედამიწის შემსწავლელ მეცნიერებათა განყოფილების აკადემიკოს-მდივანი აკად. ა. ცაგარელი.

7 ივლისს ჩატარდა ინსტიტუტის საიუბილეო სამეცნიერო სესია, რომელზედაც შემაჯამებელი მოხსენებით გამოვიდნენ ინსტიტუტის წამყვანი მეცნიერები.

6 июня открылась юбилейно-научная сессия Института геофизики АН ГССР, посвященная 50-летию института. Сессию открыл вице-президент Академии наук Грузинской ССР, академик Г. Н. Джибладзе, который в своем вступительном слове дал высокую оценку полувековой деятельности института и итогам научных исследований в области физики Земли, физики атмосферы и физики солнечно-земных связей. Эти исследованиянискали институту признание не только в нашей стране, но и за ее пределами.

Институт всегда активно участвовал во всесоюзных и международных глобальных научных геофизических изысканиях, оказывая большую помощь народному хозяйству республики в решении ряда практических задач.

Председатель заседания огласил приветствие президента Академии наук ГССР, акад. Е. К. Харадзе коллективу института. Доклад о деятельности института за прошедшие 50 лет прочитал директор Института геофизики, акад. Б. К. Балавадзе.

Юбилера тепло поздравили руководители родственных институтов академий наук СССР, Украины, Казахстана, Узбекистана, Азербайджана, Армении, Таджикистана, Туркмении. Приветственные телеграммы прислали директор Института физики Земли АН СССР, академик М. А. Садовский, президент Таджикской академии наук, акад. М. С. Асимов, члены-корреспонденты Академии наук СССР В. В. Белоусов, И. Д. Буланже, Н. Н. Парийский, Е. В. Карус и др.

На заседании присутствовали: заведующий отделом науки и учебных заведений ЦК Компартии Грузии тов. А. В. Сакварелидзе, третий секретарь Сабуртalinского райкома партии г. Тбилиси тов. Ш. Догонадзе, заместитель председателя Госкомитета по науке и технике Л. Н. Оклеи, академик-секретарь отделения наук о Земле АН ГССР, акад. А. Л. Цагарели.

7 июля состоялась юбилейная научная сессия, на которой с итоговыми докладами выступили ведущие ученые института.

24—28 ივნისს ქ.სმოლენიცეში (ჩეხოსლოვაკია) ჩატარდა სლოვაკიის მეცნიერებათა აკადემიის ექსპერიმენტული ქიურგის ინსტიტუტის საიუბილეო კონფერენცია, რომლის მუშაობაში, გარდა ჩეხოსლოვაკი და საბჭოთა მეცნიერებისა, მონაწილეობდნენ კოლეგები უნგრეთიდან და გერმანიის დემოკრატიული რესპუბლიკიდან. საბჭოთა კავშირიდან მიწვეული იყვნენ საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის ექსპერიმენტული მორფოლოგიის ინსტიტუტის დირექტორი, საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი ნ. ჯავახიშვილი და ამავე ინსტიტუტის განყოფილების გამგე, პროფ. თ. დობრაძე. კონფერენცია ძირითადად მიეძღვნა გულის კუნთის ჰიპოქსიასა და იშემიის. ნ. ჯავახიშვილის მოხსენება ეხებოდა ექსტრა-

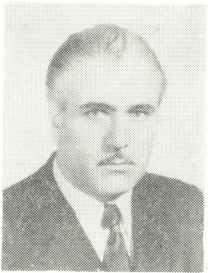
კორპორალური სისხლის მიმოქცევის გავლენას ალოტრანსპლანტირებული ძაღლის გულის მიოკარდზე, ხოლო თ. ლიბრაძემ წარადგინა მოხსენება, რომელშიც გაშუქებული იყო თირკმელზედა ჯირკვლის ამოკვეთის ზეგავლენა გულის კუნთზე და მის სისხლძარღვებზე. ქართველ მეცნიერთა მოხსენებებმა დიდი ინტერესი გამოიწვია და ფართო დისკუსიის საგანი გახდა. შემდეგი კონფერენციის ჩატარება განზრახულია თბილისში ზოგიერთი ჩვენი უცხოელი კოლეგის მონაწილეობით.

24—28 июня в г. Смоленце (Чехословакия) проводилась юбилейная конференция Института экспериментальной хирургии Академии наук Словакии, в работе которой, кроме чехословацких и советских ученых, принимали участие коллеги из Венгрии и ГДР. Из Советского Союза были приглашены директор Института экспериментальной морфологии Академии наук ГССР, академик АН ГССР Н. А. Джавахишвили и зав. отделом того же института, проф. Т. А. Гибрადзе. Конференция в основном была посвящена вопросам гипоксии и ишемии сердечной мышцы. Доклад Н. А. Джавахишвили касался влияния экстракорпорального кровообращения на миокард аллотрансплантированного сердца собаки, а Т. А. Гибрადзе представил доклад, в котором были освещены вопросы влияния удаления надпочечной железы на сердечную мышцу и ее кровеносные сосуды. Доклады грузинских ученых прошли успешно и стали предметами широкой дискуссии. Решено следующую конференцию провести в Тбилиси с приглашением нескольких наших иностранных коллег.





მეცნიერთა იუბილეები
ЮБИЛЕИ УЧЕНЫХ



საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსს **ოთარ ნასყიდას ძე ლუღუშაურს** 60 წელი შეუსრულდა

Академику АН ГССР **Отару Наскидзовичу Гудушаури** исполнилось 60 лет.

ო. ლუღუშაური დაიბადა 1925 წ. 17 მაისს ს. ყაზბეგში. 1949 წ. ჩრდილო-ოსეთის სახელმწიფო სამედიცინო ინსტიტუტის დამთავრების შემდეგ იგი მუშაობდა არღონის რაისაავადმყოფოს პოლიკლინიკის მთავარ ექიმად და ქირურგად. 1952 წ. ო. ლუღუშაური ჩაირიცხა მოსკოვის ტრავმატოლოგიისა და ორთოპედიის ცენტრალური სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტის ასპირანტურაში. ამავე ინსტიტუტის კლინიკაში მან განვლო გზა ასპირანტიდან ნარჩენი ტრავმის აღდგენითი ქირურგიის კლინიკის ხელმძღვანელამდე.

1956 წ. მან დაიცვა საკანდიდატო, ხოლო 1965 წ. — სადოქტორო დისერტაცია.

ო. ლუღუშაური სკკპ წევრია 1953 წლიდან.

1970 წლიდან ო. ლუღუშაური გადმოყვანილ იქნა ქ. თბილისში ტრავმატოლოგიისა და ორთოპედიის სამეცნიერო-პედაგოგიური კლინიკურ-ექსპერიმენტული ცენტრის გენერალურ დირექტორად. ამავე წლიდან იგი ხელმძღვანელობს მისსავე დაარსებულ ტრავმატოლოგიის, ორთოპედიისა და საველე-სამხედრო ქირურგიის კათედრას თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო ინსტიტუტში.

1974 წ. ო. ლუღუშაური აირჩიეს საქ. სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსად.

ო. ლუღუშაურისათვის დამახასიათებელია მიზანდასახულობა, შრომისმოყვარეობა და ახლის ძიება. მან გამოაქვეყნა 200-მდე სამეცნიერო ნაშრომი, აქვს 18 გამოგონება და სამი მონოგრაფია. მისი ხელმძღვანელობით დატულია 30-ზე მეტი საკანდიდატო და სადოქტორო დისერტაცია.

საქ. სსრ მეცნიერების დამსახურებული მოღვაწე, ნოვატორი მეცნიერი ო. ლუღუშაური ითვლება სამამულო ტრავმატოლოგია-ორთოპედიაში ახალი მიმდინარეობის — კომპრესულ-დისტრატაქციული ოსტეოსინთეზის ერთ-ერთ დამაარსებლად. იგი არის პიონერი და დამფუძნებელი ახალი მიმდინარეობისა — ძვლებისა და სახსრების კორუნდულ-კერამიკული ენდოპროთეზების დანერგვისა ძვალ-ბრტოლოვანი სისტემის დეფექტების ჩასანაცვლებლად.

ო. ლუღუშაური არის საქართველოს ტრავმატოლოგ-ორთოპედთა რესპუბლიკური სამეცნიერო საზოგადოების თავმჯდომარე, უნგრეთისა და ბულგარე-

თის ტრავმატოლოგ-ორთოპედთა საზოგადოების წევრი, მსოფლიოს ტრავმატოლოგ-ორთოპედთა ასოციაციის წევრი.

ო. ლუღუშაური ლენინური პრემის ლაურეატია (1978 წ.), არის საქალაქო საბჭოს ხუთი მოწვევის დეპუტატი.

ო. ლუღუშაური დაჯილდოებულია „საპატიო ნიშნისა“ და ხალხთა მეგობრობის ორდენებით, მედლებით.

О. Н. Гудушаури родился 17 мая 1925 г. в с. Казбеги. С 1949 г. после окончания Северо-Осетинского государственного медицинского института он работал главным врачом и хирургом Ардонской районной больницы. В 1952 г. был зачислен аспирантом в Центральный научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии (г. Москва). О. Н. Гудушаури прошел путь от аспиранта до руководителя клиники восстановительной хирургии последствий травмы этого института.

В 1956 г. он защитил кандидатскую, а в 1965 г. — докторскую диссертацию.

О. Н. Гудушаури — член КПСС с 1953 г.

В 1970 г. О. Н. Гудушаури был переведен в г. Тбилиси на должность генерального директора Научно-педагогического и клинико-экспериментального центра травматологии и ортопедии МЗ ГССР и с этого же года возглавил созданную им кафедру травматологии, ортопедии и военно-полевой хирургии Тбилгосмединститута.

О. Н. Гудушаури — высоко эрудированный специалист, владеющий ювелирной оперативной техникой. Ему свойственны целеустремленность, работоспособность и чувство нового. Им опубликовано свыше 200 научных трудов как в отечественных, так и в зарубежных журналах. Ему принадлежат три монографии и 18 изобретений. Под его руководством защищено более 30 докторских и кандидатских диссертаций.

В 1974 г. О. Н. Гудушаури был избран академиком Академии наук ГССР.

Крупный ученый, новатор, Отар Наскидович Гудушаури является одним из родоначальников принципиально нового направления в отечественной травматологии-ортопедии — компрессионно-дистракционного остеосинтеза, основоположником и пионером создания и внедрения корундовой керамики в клиническую практику с целью замещения дефектов костно-хрящевой системы.

Он почетный член Венгерского и Болгарского обществ травматологов-ортопедов, член Всемирной ассоциации травматологов-ортопедов.

О. Н. Гудушаури — лауреат Ленинской премии, является депутатом Тбилисского городского совета пяти созывов.

О. Н. Гудушаури награжден орденами «Знак Почета» и Дружбы народов, медалями.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტს მამია ქიშვარდის ძე დუმბაძეს 70 წელი შეუსრულდა.

Члену-корреспонденту Академии наук Грузинской ССР Мамия Кишвардовичу Думбадзе исполнилось 70 лет.



მ. დუმბაძე დაიბადა 1915 წ. 16 იენისს ჩოხატაურის რაიონის სოფ. ზენობანში, სადაც დაწყებითი განათლება მიიღო. 1938 წ. მან დაამთავრა თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ისტორიის ფაკულტეტი და შევიდა სსრკ მეცნიერებათა აკადემიის საქართველოს ფილიალის ასპირანტურაში. 1942 წლიდან იგი მუშაობს ივ. ჯავახიშვილის სახ. ისტორიის, არქეოლოგიისა და ეთნოგრაფიის ინსტიტუტში. 1943 წ. დაიცვა საკანდიდატო დისერტაცია, 1959 წ. მიენიჭა ისტორიის მეცნიერებათა დოქტორის სამეცნიერო ხარისხი, 1960 წლიდან პროფესორია, ხოლო 1974 წ. — მეცნიერების დამსახურებული მოღვაწე. 1979 წ. იგი აირჩიეს საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტად. სკკპ წევრია 1961 წლიდან. იგი დიდი სამამულო ომის მონაწილეა.

მ. დუმბაძის ნაშრომები საქართველოს ისტორიის მეცნიერული კვლევის დარგში ფართოდაა ცნობილი ჩვენს რესპუბლიკაში და მის გარეთაც. იგი არის ავტორი ხუთი მონოგრაფიისა და 70-ზე მეტი გამოკვლევისა, რომლებშიც ორიგინალურადაა გააზრებული მშობლიური ქვეყნის წარსული, IV—V საუკუნეებიდან ვიდრე XIX ს. მეორე ნახევარამდე. უმათერესად მის სახელთანაა დაკავშირებული საქართველოს ისტორიის ნარკვევების IV ტომის — ფუნდამენტური წიგნის შექმნა. მასში ასახულია ქართველი ხალხის წარსული XVI ს. დამდეგიდან ვიდრე XIX ს. 30-იან წლებამდე. ასეთი კაპიტალური ნაშრომისათვის მას, მეცნიერთა კოლექტივთან ერთად, სახელმწიფო პრემია მიენიჭა. ამავე დროს იგი თანავტორია საქართველოს ისტორიის სახელმძღვანელოებისა, რომლებიც მრავალჯერ გამოიცა ქართულსა და რუსულ ენებზე.

მ. დუმბაძე თითქმის 30 წელია სათავეში უდგას ისტორიის ინსტიტუტის ერთ-ერთ წამყვან სამეცნიერო უჯრედს — შუა საუკუნეების საქართველოს ისტორიის განყოფილებას; თაოსნობს ფეოდალიზმის კვლევის დარგში რესპუბლიკურ საკოორდინაციო სექციას; შეთავსებით თანამშრომლობს თბილისის უნივერსიტეტის ისტორიის ფაკულტეტზე; ზრდის ახალგაზრდა მეცნიერთა კადრებს. არის რამდენიმე სამეცნიერო საბჭოს წევრი, საქართველოს ისტორიკოსთა საზოგადოების პრეზიდიუმის წევრი და სხვ.

მ. დუმბაძე დაჯილდოებულია მედლებით, საქართველოს სსრ უმაღლესი საბჭოს საპატიო სიგელით.

М. К. Думбадзе родился 16 июня 1915 г. в с. Зенобани Чохатурского района Грузинской ССР и здесь же получил начальное обра-

зование. В 1938 г. он окончил исторический факультет Тбилисского университета. В том же году поступил в аспирантуру Грузинского филиала АН ГССР. С 1942 г. работает в Институте истории им. акад. И. А. Джавахишвили АН Грузинской ССР. В 1943 г. защитил кандидатскую диссертацию, а в 1959 г. ему была присвоена степень доктора исторических наук. Профессор с 1960 г., заслуженный деятель науки с 1974 г. В 1979 г. его избрали членом-корреспондентом АН Грузинской ССР. Член КПСС с 1961 г. Участник Великой Отечественной войны.

Труды М. К. Думбадзе в области разработки проблем истории Грузии известны в нашей республике и за ее пределами. Он является автором пяти монографий и более 70 статей. Автор дал оригинальный анализ основных процессов истории родной страны с IV—V в. до второй половины XIX в. Под его научным руководством был создан IV том восьмитомника «Очерков истории Грузии», изображающий картину истории грузинского народа с начала XVI в. до 30-х годов XIX в. В числе ученых, отличившихся в создании восьмитомника, М. К. Думбадзе был удостоен Государственной премии Грузинской ССР. Наряду с этим, он является соавтором учебников по истории Грузии, неоднократно издаваемых на русском и грузинском языках.

М. К. Думбадзе почти 30 лет возглавляет один из ведущих научных очагов Института истории — отдел истории средневековой Грузии. Он же руководит координационной секцией по вопросам разработки истории феодализма в масштабах республики. По совместительству читает курс лекций в Тбилисском университете, воспитывает кадры молодых ученых, является членом нескольких ученых советов, членом президиума Общества историков Грузии и др.

М. К. Думбадзе награжден медалями, Почетной грамотой Президиума Верховного Совета Грузинской ССР.





3 აპრილს ჩატარდა საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მათემატიკისა და ფიზიკის და გამოყენებითი მექანიკისა და მართვის პროცესების განყოფილებათა გაერთიანებული კრება, მიძღვნილი დიდ სამამულო ომში საბჭოთა ხალხის გამარჯვების 40 წლისთავისადმი.

მოხსენება „საბჭოთა არმია დიდ სამამულო ომში“ წაიკითხა აკად. ი. ჯორჯაძემ. მოგონებებით გამოვიდნენ დიდი სამამულო ომის მონაწილე მეცნიერები: აკად. ვ. კუპრაძე, აკად. რ. დვალი, აკად. წევრ-კორ. შ. ნაფეტვარიძე, პროფ. გ. ხატიაშვილი, დოც. ვ. ჯაფიაშვილი, ფიზიკის ინსტიტუტის ცხრაწყაროს მდლამთიანი ექსპედიციის უფროსი ა. ცინცაბაძე.

3 апреля состоялось объединенное общее собрание отделения математики и физики и отделения прикладной механики и процессов управления АН ГССР, посвященное 40-летию Победы советского народа в Великой Отечественной войне.

С докладом «Советская Армия в Великой Отечественной войне» выступил акад. АН ГССР И. И. Джорджадзе. С воспоминаниями выступили ученые — участники Великой Отечественной войны: акад. АН ГССР В. Д. Купрадзе, акад. АН ГССР Р. Р. Двали, член-корр. АН ГССР Ш. Г. Напетваридзе, проф. Г. М. Хатиашвили, начальник высокогорной экспедиции Цхра-цкаро Института физики АН ГССР А. И. Цинцабадзе, доц. В. П. Джапиашвили.

5 აპრილს ჩატარდა საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის ქიმიისა და ქიმიური ტექნოლოგიის განყოფილებისა და დედამიწის შემსწავლელ მეცნიერებათა განყოფილების საერთო კრების ერთობლივი სხდომა მიძღვნილი დიდ სამამულო ომში საბჭოთა ხალხის დიდი გამარჯვების 40 წლისთავისადმი.

საერთო კრებაზე შესავალი სიტყვა წარმოთქვა საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსმა გ. ციციშვილმა.

მოხსენებები გააკეთეს საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსმა ა. ცაგარელმა, ქიმ. მეცნ. კანდ. მ. ყარყარაშვილმა.

მოგონებებით გამოვიდნენ: საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი რ. აგლაძე, საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი ვ. ჯაოშვილი, გეოლ.-მინერ. მეცნ. დოქტორი გ. ჩხირაძე, ფიზ.-მათ. მეცნ. კანდ. ი. აივაზიშვილი, ქიმ. მეცნ. კანდ. ი. ბერიკაშვილი, საქართველოს დამსახურებული გეოლოგი ი. ხაჭაბურძე.

5 апреля проведено совместное заседание общего собрания отделения химии и химической технологии и отделения наук о Земле АН Грузинской ССР, посвященное 40-летию славной Победы советского народа в Великой Отечественной войне 1941—1945 гг.

На общем собрании со вступительным словом выступил академик АН Грузинской ССР Г. В. Цицишвили.

С докладами выступили: акад. АН ГССР А. Л. Цагарели и к. х. н. М. В. Карқарашвили, а с воспоминаниями — акад. АН ГССР Р. И. Агладзе, член-корр. АН ГССР В. Ш. Джаошвили, д. г.-м. н. Г. А. Чихра-

ინსტიტუტის ბიბლიოთეკაში მოეწყო სამამულო ომის ეპიზოდებისა და ისტორიის ამსახველი ლიტერატურის გამოფენა.

მოეწყო ომის ვეტერანების შეხვედრა გენერალ-ლეიტენანტ, აკად. ი. ჯორჯაძესთან.

ომის ვეტერანებმა — ინსტიტუტის დირექტორის მოადგილემ ფიზ.-მათ. მეცნ. კანდ. ი. აივაზიშვილმა და გამოყენებითი სეისმოლოგიის განყოფილების გამგემ ფიზ.-მათ. მეცნ. კანდ. გ. მურუსიძემ მონაწილეობა მიიღეს სატელევიზიო გადაცემაში „მეცნიერთა წვლილი დიდ სამამულო ომში“.

В связи с 40-летием Победы в Великой Отечественной войне в Институте геофизики осуществлены следующие мероприятия:

29 апреля состоялось общее собрание и вечер. Участникам войны переданы юбилейные медали и ценные подарки. С воспоминаниями выступили участники войны: И. В. Айвазишвили, Г. Я. Мурусидзе, П. С. Григолава, Т. А. Ревазова, С. С. Гулов. Участников войны приветствовали директор института, акад. Б. К. Балавадзе, секретарь парт-организации Т. В. Джапишвили, председатель профкома П. Ш. Миндели, секретарь комсомольской организации М. М. Сичинава.

Оформлен стенд участников войны.

Выпущен специальный номер стенной газеты.

В библиотеке института открыта выставка литературы, отражающей историю войны.

Проведена встреча участников войны с генерал-лейтенантом, акад. И. И. Джорджадзе.

Ветераны войны заместитель директора, канд. физ.-мат. наук И. В. Айвазишвили и зав. отделом прикладной сейсмологии, канд. физ.-мат. наук Г. Я. Мурусидзе приняли участие в телевизионной передаче «Лепта ученых в Великой Отечественной войне».

7 მაისს შედგა საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მართვის სისტემების ინსტიტუტის გადართობული სამეცნიერო საბჭოს სხდომა, მიძღვნილი დიდ სამამულო ომში ფაშისტურ გერმანიაზე გამარჯვების 40 წლისთავთან დაკავშირებით.

სხდომა გახსნა ინსტიტუტის დირექტორის მოადგილემ სამეცნიერო ნაწილში ტექნ. მეცნ. დოქტორმა გ. რამიშვილმა.

მოხსენებით გამოვიდა დირექტორის მოადგილე სამეცნიერო-ტექნიკურ ნაწილში, ტექნ. მეცნ. კანდიდატი დ. გრიგორაშვილი.

მოგონებებით გამოვიდნენ ომის მონაწილენი — აკადემიკოსი ვ. ჭავჭავაძე, მ. ბაქრაძე.

7 мая состоялось заседание расширенного Ученого совета Института систем управления АН ГССР, посвященное 40-летию Победы над фашистской Германией в Великой Отечественной войне.

Заседание открыл зам. директора института по научной части, д. т. н. Г. С. Рамишвили.

С докладом выступил зам. директора института по научно-технической части, к. т. н. Д. Д. Григорашвили.

С воспоминаниями выступили участники войны: акад. В. В. Чавчавадзе, зам. директора по общим вопросам М. С. Бакрадзе.



7 მაისს საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის ალ. ნათიშვილის სახ. ექსპერიმენტულ-მორფოლოგიის ინსტიტუტში დიდ სამამულო ომში გამარჯვების 40 წლისთავთან დაკავშირებით ჩატარდა სამეცნიერო საბჭოს გაფართოებული სხდომა, რომელზედაც მოხსენებით გამოვიდნენ ინსტიტუტის დირექტორი საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი ნ. ჯავახიშვილი, ომის ვეტერანები ი. გოლუბევი, კ. გურგენიძე, ა. ტალახაძე, გ. სამსონიძე. მათ გადაეცათ სამახსოვრო საჩუქრები და ფულადი პრემიები.

საიუბილეო თარიღს მიეძღვნა კედლის გაზეთის სპეციალური ნომერი და ფოტოსტენდი.

7 мая в Институте экспериментальной морфологии им. А. Н. Натишвили АН ГССР в связи с 40-летием Победы в Великой Отечественной войне 1941—1945 гг. было проведено расширенное заседание Ученого совета. С докладом выступила директор института, действительный член АН ГССР Н. А. Джавахишвили. Ветераны войны И. И. Голубев — рабочий, К. И. Гургенидзе — комендант, А. И. Талахадзе — заместитель директора по научно-технической части, Г. Г. Самсонидзе — заведующий отделом гистологии, профессор, заслуженный деятель науки выступили с воспоминаниями. Им были вручены памятные подарки и денежные премии.

К юбилейной дате был выпущен специальный номер стенной газеты и устроен фотостенд.

7 მაისს ჰიდროგეოლოგიისა და საინჟინრო გეოლოგიის სექტორში მოეწყო შეხვედრა დიდი სამამულო ომის მონაწილესთან, სექტორის დირექტორის მოადგილესთან სამეცნიერო ნაწილში, გეოლ.-მინერ. მეცნ. კანდიდატ ი. ხაჭაპურიძესთან. ახალგაზრდა მეცნიერთა საბჭომ მოამზადა მოხსენება „გეოლოგიის როლი დიდ სამამულო ომში“. ი. ხაჭაპურიძე გამოვიდა მოგონებით ომის თემაზე.

7 мая в Секторе гидрогеологии и инженерной геологии состоялась встреча с участником Великой Отечественной войны, заместителем директора сектора по науке, к. г.-м. н. Я. Ф. Хачапуридзе. Советом молодых научных сотрудников был подготовлен доклад «Роль геологии в Великой Отечественной войне». С воспоминаниями о войне выступил Я. Ф. Хачапуридзе.

8 მაისს საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ა. ჯანელიძის სახელობის გეოლოგიური ინსტიტუტის სხდომათა დარბაზში შედგა საზეიმო სხდომა, რომელიც მიეძღვნა ფაშიზმზე დიადი გამარჯვების 40 წლისთავს.

სხდომა გახსნა ინსტიტუტის დირექტორმა, საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსმა გ. თვალჭრელიძემ. მოსმენილ იქნა ინსტიტუტის დირექტორის მოადგილის გეოლ.-მინერ. მეცნ. დოქტორის შ. ადამიას მოხსენება გეოლოგიური ინსტიტუტის წვლილის შესახებ დიად გამარჯვებაში.

ომის მძიმე დღეების შესახებ მოგონებებით გამოვიდნენ სამამულო ომის ვეტერანები: კადრების განყოფილების გამგე ზ. წილოსანი, გეოლ.-მინერ. მეცნ. დოქტორი გ. ჩხობაძე და სხვები.

8 мая в зале заседаний Геологического института им. А. И. Джanelidze АН ГССР состоялось торжественное заседание, посвященное 40-летию Великой Победы Советского Союза над фашизмом.



Заседание открыл директор Института, академик АН ГССР Г. А. Твалчрелидзе. Был заслушан доклад заместителя директора, доктора геол.-мин. наук Ш. А. Адамия о вкладе Геологического института в Великую Победу.

С воспоминаниями о тяжелых днях войны выступили ветераны Великой Отечественной войны: зав. отделом кадров З. К. Цилюсани, доктор геол.-мин. наук Г. А. Чихрадзе и др.

საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის პ. მელიქიშვილის სახელობის ფიზიკური და ორგანული ქიმიის ინსტიტუტში გაიმართა დიდ სამამულო ომში საბჭოთა ხალხის გამარჯვების 40 წლისთავისადმი მიძღვნილი საზეიმო სხდომა.

სხდომა გახსნა ინსტიტუტის დირექტორმა, საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსმა გ. ციციშვილმა.

ომის პერიოდში ინსტიტუტის საქმიანობაზე ვრცლად ილაპარაკა ქიმ. მეცნ. კანდ. მ. ყარყარაშვილმა.

ახალგაზრდობის სახელით ომის ვეტერანებს მიესალმა ინსტიტუტის ალკვ კომიტეტის მდივნის მოადგილე მ. ალელიშვილი.

მოგონებებით გამოვიდნენ ინსტიტუტის ომის ვეტერანი თანამშრომლები.

სამამულო ომის მონაწილე თანამშრომლებს საზეიმო ვითარებაში გადაეცათ სამახსოვრო საჩუქრები.

ინსტიტუტში მოეწყო გამოფენა დევიზით — ინსტიტუტის საქმიანობა ომის პერიოდში და სტენდი — „სამამულო ომის მონაწილეები“.

23—24 მაისს ინსტიტუტის ახალგაზრდა მეცნიერთა ინიციატივით ჩატარდა საბჭოთა ხალხის დიდ სამამულო ომში გამარჯვების 40 წლისთავისადმი მიძღვნილი ახალგაზრდა ქიმიკოსთა კონფერენცია. ინსტიტუტის მეცნიერ-თანამშრომლებმა კონფერენციაზე წარადგინეს 20 მოხსენება.

В Институте физической и органической химии им. П. Г. Меликишвили АН ГССР состоялось торжественное заседание, посвященное 40-летию Победы советского народа в Великой Отечественной войне.

Заседание открыл директор института, академик АН ГССР Г. В. Цицишвили.

С докладом о деятельности Института в период Отечественной войны выступила к. х. н. М. В. Каркарашвили.

Ветеранов войны от имени молодежи приветствовал зам. секретаря ВЛКСМ института М. В. Алелишвили.

С воспоминаниями выступили ветераны войны института.

В торжественной обстановке ветеранам войны были вручены памятные подарки.

В институте была организована выставка под девизом «Деятельность Института в период Великой Отечественной войны» и был подготовлен стенд «Участники войны».

23—24 мая была проведена конференция молодых химиков, посвященная 40-летию Победы Советского Союза в Великой Отечественной войне. Было заслушано 20 докладов научных сотрудников института.





ვიქტორ დიმიტრიის ძე კუპრაძე
ВИКТОР ДМИТРИЕВИЧ КУПРАДЗЕ

საბჭოთა მეცნიერებამ მძიმე დანაკლისი განიცადა. გარდაიცვალა გამოჩენილი ქართველი მათემატიკოსი და მექანიკოსი, მეცნიერების თვალსაჩინო ორგანიზატორი და საზოგადო მოღვაწე, საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის პრეზიდიუმის წევრი, საქართველოს სსრ სახელმწიფო პრემიის ლაურეატი, საქართველოს სსრ მეცნიერებისა და ტექნიკის დამსახურებული მოღვაწე, საქართველოს სსრ უმაღლესი საბჭოს დეპუტატი, ქალაქ თბილისის საპატიო ნიჭილაქე, საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი, პროფესორი ვიქტორ დიმიტრიის ძე კუპრაძე.

ვ. კუპრაძე დაიბადა 1903 წ. 2 ნოემბერს ლანჩხუთის რაიონის ს. ყელაში (ახლა ნინოშვილი), რკინიგზელის ოჯახში.

1922 წ. ქუთაისის რეალური სასწავლებლის დამთავრების შემდეგ ვ. კუპრაძემ სწავლა გააგრძელა თბილისის უნივერსიტეტის ფიზიკა-მათემატიკის ფაკულტეტზე.

უნივერსიტეტის დამთავრების შემდეგ, 1927 წლიდან ვ. კუპრაძე თბილისის უნივერსიტეტის ასისტენტი და პარალელურად რედაქტორობს კომკავშირულ გაზეთებს „იუნოშესკაია პრადას“, „მოლოდოი რაბოჩის“, „ახალგაზრდა კომუნისტს“ და თეორიულ ჟურნალს „აქტივისტს“. იგი იყო საქართველოს ალკა ცენტრალური კომიტეტის ბიუროს წევრი და სასკოლო განყოფილების გამგე.

1930—1933 წწ. ვ. კუპრაძემ ლენინგრადში გაიარა ასპირანტურის კურსი.

1933—1935 წწ. მუშაობდა ახლად შექმნილი სსრკ მეცნიერებათა აკადემიის ვ. სტეკლოვის სახელობის მათემატიკის ინსტიტუტის სწავლულ მდივნად.



ამ ინსტიტუტში 1935 წ. ვ. კუპრაძემ დაიცვა სადოქტორო დისერტაცია თემაზე „ელექტრომაგნიტური ტალღების დიფრაქციის ზოგადი ძირითადი ამოცანები“, ამავე წელს ლენინგრადში რუსულ ენაზე გამოიცა მისი პირველი მონოგრაფია „დიფრაქციის მათემატიკური თეორიის ძირითადი ამოცანები“, რომელიც ითარგმნა ინგლისურად და გამოიცა ლოს-ანჯელესში 1952 წ.

1935—1941 წწ. ვ. კუპრაძე თბილისის მათემატიკის ინსტიტუტის დირექტორია.

1941—1942 წწ. იგი საბჭოთა არმიის რიგებშია; მონაწილეობს ყირიმის ცნობილ ბრძოლებში და რედაქტორობს ერთ-ერთ საფრონტო გაზეთს, რომელიც გერმანულ ენაზე იბეჭდებოდა.

დემობილიზაციის შემდეგ 1943—1944 წწ. იგი მუშაობდა თბილისის უნივერსიტეტის პრორექტორად, ხოლო 1944—1953 წწ. საქართველოს სსრ განათლების მინისტრად.

1946 წ. იგი არჩეულ იქნა საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ნამდვილ წევრად, ხოლო 1948 წლიდან იყო ამ აკადემიის პრეზიდიუმის წევრი.

1954—1959 წწ. ვ. კუპრაძე იყო თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის რექტორი, ხოლო 1963—1981 წწ. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მათემატიკისა და ფიზიკის განყოფილების აკადემიკოს-მდივანი. 1962—1968 წწ. იყო საქართველოს მათემატიკოსთა საზოგადოების პრეზიდენტი.

ვ. კუპრაძე საბჭოთა კავშირის კომუნისტური პარტიის წევრია 1932 წლიდან. 1946—1963 წწ. არჩეული იყო საქართველოს კომუნისტური პარტიის ცენტრალური კომიტეტის წევრად, სსრკ კომუნისტური პარტიის XXIV ყრილობის დელეგატად, საქართველოს უმაღლესი საბჭოს რამდენიმე მოწვევის დეპუტატად, საბჭოთა კავშირის უმაღლესი საბჭოს დეპუტატად (1949—1952 წწ.). 1954—1962 წწ. იგი იყო საქართველოს სსრ უმაღლესი საბჭოს თავმჯდომარე.

ვიქტორ კუპრაძე ავტორია 120-მდე მეცნიერული ნაშრომისა, რომელთა შორის 6 მონოგრაფიაა. ყველა მისი მონოგრაფია თარგმნილია უცხოურ ენებზე და გამოცემულია ბერლინში, ვარშავაში, იერუსალიმში, ლოს-ანჯელესში, ამსტერდამში.

ფართოა ვიქტორ კუპრაძის სამეცნიერო ასპარეზი. იგი ეწევა კერძოწარმოებულიან და ინტეგრალურ განტოლებათა თეორიას, მათემატიკურ ფიზიკას, დრეკადობის თეორიას, გამოყენებით მათემატიკას. მის გამოკვლევებში დამტკიცებულია ტალღის თეორიის ამოცანების ამონახსნთა არსებობისა და ერთადერთობის თეორემები, მათემატიკურად დასაბუთებულია ფიზიკის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი კანონი — გამოსხივების პრინციპი, შესწავლილია ელექტრომაგნიტური და დრეკადი ტალღების გავრცელებისა და დიფრაქციის ამოცანები, გამოკვლეულია ერთგანზომილებიანი, მრავალგანზომილებიანი და დატვირთული სინგულარული ინტეგრალური განტოლებები. ვ. კუპრაძემ შეისწავლა დრეკადობის და თერმოდრეკადობის მათემატიკური თეორიის ძირითადი სამგანზომილებიანი ამოცანები როგორც სტატიკის, ისე ჰარმონიული რხევის და ზოგადი დინამიკის შემთხვევებში. განხილულია იზოტროპული და უბან-უბან ერთგვაროვანი სტრუქტურის არაერთგვაროვანი დრეკადი სხეულები. ასეთი სხეულებისათვის გამოკვლეულია როგორც ძირითადი, ისე სპეციალური ტიპის სასაზღვრო-საკონტაქტო ამოცანები. ვ. კუპრაძემ შეიმუშავა ყველა ამ ამოცანის თეორიული კვლევის ზოგადი მეთოდები და მათი ამონახსნის აგების ეფექტური კონსტრუქციები, რიცხვითი რეალიზაციების აგების მოხერხებული

ალგორითმები. საკითხთა ამ ფართო ციკლიდან განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭება ვ. კუპრადის გამოკვლევებს დრეკადობის და თერმოდრეკადობის თეორიებში.

ვიქტორ კუპრაძემ დიდი ღვაწლი დასდო განათლებისა და მეცნიერების ორგანიზაციის საქართველოში, მრავალი წლის მანძილზე იგი ხელმძღვანელობდა თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის მის მიერ დაარსებულ დიფერენციალური და ინტეგრალური განტოლებების კათედრას, საქართველოს პოლიტექნიკური ინსტიტუტისა და სასოფლო-სამეურნეო ინსტიტუტის უმაღლესი მათემატიკის კათედრებს.

ვ. კუპრადის სამეცნიერო-პედაგოგიური და საზოგადო მოღვაწეობა მრავალი სახელმწიფო ჯილდოთი აღინიშნა. იგი დაჯილდოებული იყო სამი ლენინის ორდენით, ოქტომბრის რევოლუციის და შრომის წითელი დროშის ორდენებით, ორი „საბატიო ნიშნის“ ორდენით და მრავალი მედლით.

გამოჩენილი მეცნიერის, საზოგადო მოღვაწისა და პედაგოგის, პრინციპული კომუნისტის და ღირსეული მოქალაქის ვიქტორ კუპრადის სახელი სამუდამოდ დარჩება ქართველი ხალხის ხსოვნაში.

Советская наука понесла тяжелую утрату. 25 апреля 1985 г. на 82-м году жизни скончался выдающийся грузинский математик и механик, видный организатор науки и общественный деятель, член Президиума Академии наук Грузинской ССР, лауреат Государственной премии республики, заслуженный деятель науки и техники Грузинской ССР, депутат Верховного Совета Грузинской ССР, почетный гражданин города Тбилиси, академик Академии наук Грузинской ССР, профессор Виктор Дмитриевич Купрадзе.

В. Д. Купрадзе родился 2 ноября 1903 г. в с. Кела Ланчхутского района (ныне с. Ниношвили) в семье железнодорожника.

Окончив в 1922 г. Кутаисское реальное училище, В. Д. Купрадзе продолжил учебу на физико-математическом факультете Тбилисского университета.

С 1927 г., после окончания университета, В. Д. Купрадзе был оставлен работать здесь же ассистентом. Параллельно он редактировал комсомольско-молодежные газеты «Юношеская правда», «Молодой рабочий» и «Ахалгазрда комунисти», а также теоретический журнал «Активист», являлся членом бюро ЦК ЛКСМ Грузии и заведующим школьным отделом.

В 1930—1933 гг. В. Д. Купрадзе прошел курс аспирантуры в г. Ленинграде.

В 1933—1935 гг. В. Д. Купрадзе был ученым секретарем Математического института им. В. А. Стеклова АН СССР. Здесь в 1935 г. он защитил докторскую диссертацию на тему: «Некоторые основные задачи дифракции электромагнитных волн». В том же году в Ленинграде была издана на русском языке его первая монография «Основные задачи математической теории дифракции», которая была затем переведена на английский язык и издана в Лос-Анжелесе в 1952 г.

В 1935—1941 гг. В. Д. Купрадзе являлся директором Тбилисского математического института, а в 1941—1942 гг. находился в рядах действующей армии. Он участвовал в боях за освобождение Крыма, был редактором одной из фронтовых газет, печатавшейся на немецком языке.



После демобилизации в 1943—1944 гг. работал проректором Тбилисского университета, а в 1944—1953 гг. был министром просвещения Грузинской ССР.

В 1946 г. В. Д. Купрадзе был избран действительным членом АН республики, а с 1948 г. являлся членом ее Президиума.

В 1954—1959 гг. он был ректором Тбилисского университета, в 1963—1981 гг. — академиком-секретарем отделения математики и физики АН ГССР, в 1962—1968 гг. — президентом Грузинского математического общества.

В. Д. Купрадзе — член КПСС с 1932 г. В 1946—1963 гг. избирался членом ЦК КП Грузии, делегатом XXIV съезда КПСС, депутатом Верховного Совета Грузинской ССР нескольких созывов, депутатом Верховного Совета СССР (1949—1952 гг.).

В 1954—1962 гг. был Председателем Верховного Совета Грузинской ССР.

В. Д. Купрадзе — автор более 120 научных трудов, в том числе шести монографий. Все его монографии переведены на иностранные языки и изданы в Берлине, Варшаве, Иерусалиме, Лос-Анжелесе, Амстердаме.

Широк диапазон научной деятельности В. Д. Купрадзе. Его исследования касаются теории интегральных и дифференциальных уравнений в частных производных, математической физики, теории упругости, прикладной математики. В его трудах доказаны теоремы существования и единственности решения задач теории волн, математически обоснован один из значительных законов физики — принцип излучения, изучены задачи распространения и дифракции электромагнитных волн, исследованы одномерные, многомерные и нагруженные сингулярные интегральные уравнения.

В. Д. Купрадзе изучены основные трехмерные задачи математических теорий упругости и термоупругости как в случае статики, так и в случаях гармонических колебаний и общей динамики. Рассмотрены однородные изотропные и неоднородные упругие тела с кусочно-однородной структурой. Для таких тел исследованы как основные гранично-контактные задачи, так и задачи специального типа. В. Д. Купрадзе разработал общие методы теоретических исследований всех этих задач, эффективные конструкции построения их решений, а также удобные алгоритмы численных реализаций.

Велик вклад В. Д. Купрадзе в дело организации науки и образования в Грузии.

Научно-педагогическая и общественная деятельность В. Д. Купрадзе отмечена многими государственными наградами. Он был награжден тремя орденами Ленина, орденами Октябрьской Революции, Трудового Красного Знамени, двумя орденами «Знак Почета» и многими медалями.

Память о В. Д. Купрадзе как о выдающемся ученом, общественном деятеле и педагоге, принципиальном коммунисте и достойном гражданине навсегда останется в памяти благодарного грузинского народа.



ვალერიან ნიკოლაევის ძე გაბაშვილი
 ВАЛЕРИАН НИКОЛАЕВИЧ ГАБАШВИЛИ

ქართულმა საბჭოთა მეცნიერებამ დიდი დანაკლისი განიცადა. გარდაიცვალა გამოჩენილი ისტორიკოსი, ქართველ აღმოსავლეთმცოდნე ისტორიკოსთა სკოლის ერთ-ერთი ფუძემდებელი, საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის გ. წერეთლის სახელობის აღმოსავლეთმცოდნეობის ინსტიტუტის ახლო აღმოსავლეთის ისტორიის განყოფილების ხელმძღვანელი, ისტორიის მეცნიერებათა დოქტორი, საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი, პროფესორი, მეცნიერების დამსახურებული მოღვაწე ვალერიან ნიკოლოზის ძე გაბაშვილი.

ვ. გაბაშვილი დაიბადა 1911 წ. 1932 წ. მან დაამთავრა თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის სოციალურ-ეკონომიკური ფაკულტეტი.

1937 წ. მუშაობა დაიწყო ენის, ისტორიის და მატერიალური კულტურის ინსტიტუტში. ამავე დროს ლექციებს კითხულობდა თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ისტორიის და ფილოლოგიის ფაკულტეტებზე. 1942 წ. მან დაიცვა საკანდიდატო, ხოლო 1957 წ. — სადოქტორო დისერტაცია.

1945 წ. თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტში გაიხსნა აღმოსავლეთმცოდნეობის ფაკულტეტი, სადაც ვ. გაბაშვილი კითხულობდა ახლო აღმოსავლეთის ქვეყნების ისტორიის ზოგად და სპეციალურ კურსებს. იგი თითქმის მეთხუთხედი საუკუნის განმავლობაში ხელმძღვანელობდა მის მიერ დაარსებულ აღმოსავლეთის ისტორიის კათედრას. 1957—1960 წწ. იგი ხელმძღვანელობს საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ივ. ჯავახიშვილის სახელობის ისტორიის, არქეოლოგიისა და ეთნოგრაფიის ინსტიტუტის შუა საუკუნეების ახლო აღმოსავლეთის ისტორიის განყოფილებას. 1960 წლიდან გარდაცვალებამდე იგი აღმოსავლეთმცოდნეობის ინსტიტუტში მუშაობდა.

დიდია ვ. გაბაშვილის დეაწლი ქართული საბჭოთა ისტორიოგრაფიის წინაშე. მის გამოკვლევებში მოცემულია ფართო მეცნიერული განზოგადებანი, ახლებურად არის დასმული და გადაწყვეტილი ფეოდალური ხანის საქართველოს და ახლო აღმოსავლეთის ქვეყნების პოლიტიკური და სოციალურ-ეკონომიკური ისტორიის მრავალი საკითხი.

ვ. გაბაშვილის კაპიტალური ნაშრომი „ქართული ფეოდალური წყობილება XVI—XVII საუკუნეებში (შედარებითი შესწავლის ცდა)“, რომელშიც აღმოსავლური, ქართული, რუსული, ევროპული და სომხური წყაროების კრიტიკული ანალიზის საფუძველზე შესწავლილია ქართული ფეოდალური ურთიერთობის ძირითადი საკითხები აღმოსავლურ ფეოდალურ ურთიერთობასთან კავშირში, სამაგიდო წიგნია საქართველოს და ახლო აღმოსავლეთის ქვეყნების ფეოდალური ხანის ისტორიაზე მომუშავე მკვლევართათვის.

მრავალი საყურადღებო გამოკვლევა მიუძღვნა ვ. გაბაშვილმა ვახუშტი ბაგრატიონის ცხოვრებასა და მოღვაწეობას, მისი მეცნიერული მემკვიდრეობის საფუძველიანად შეფასებას, ახლო აღმოსავლეთის ქალაქების საქალაქო ცხოვრების, ვაჭრობა-ხელისნობისა და სოციალური მოძრაობის შესწავლას.

განსაკუთრებით უნდა აღინიშნოს ვ. გაბაშვილის დამსახურება აღმოსავლეთმცოდნე ისტორიკოსთა კადრების მომზადების საქმეში. მისი ხელმძღვანელობით ოცდაათზე მეტი საკანდიდატო და სადოქტორო დისერტაცია იქნა დაცული.

ვ. გაბაშვილი აქტიურად მონაწილეობდა საზოგადოებრივ ცხოვრებაში. მისმა თავდადებულმა შრომამ, მეცნიერებისადმი უანგარო დამსახურება სათანადო შეფასება დაამსახურა. იგი დაჯილდოებული იყო ხალხთა მეგობრობის ორდენითა და მედლებით.

Грузинская советская наука понесла тяжелую утрату. Скончался видный историк, один из основоположников грузинской школы историков-востоковедов, руководитель отдела истории Ближнего Востока Института востоковедения им. Г. В. Церетели АН ГССР, доктор исторических наук, член-корреспондент Академии наук Грузинской ССР, профессор, заслуженный деятель науки Валериан Николаевич Габашвили.

В. Н. Габашвили родился в 1911 г. В 1932 г. он окончил социально-экономический факультет Тбилисского государственного университета.

В 1937 г. В. Н. Габашвили начинает работать в Институте языка, истории и материальной культуры. В тот же год он читает лекции на историческом и филологическом факультетах ТГУ. В 1942 г. защищает кандидатскую, а в 1957 г. — докторскую диссертацию.

В 1945 г. в Тбилисском государственном университете открывается факультет востоковедения, где В. Н. Габашвили читает общий и специальный курсы истории стран Ближнего Востока. В течение почти четверти века он руководит основанной им кафедрой истории Востока, в 1957—1960 гг. — отделом истории Ближнего Востока средних веков Института истории, археологии и этнографии им. И. А. Джавахишвили АН Грузинской ССР.

С 1960 г. до последних дней жизни работал в Институте востоковедения.



რევაზ რომანის ძე დოღონაძე
РЕВАЗ РОМАНОВИЧ ДОГОНАДЗЕ

ქართულმა საბჭოთა მეცნიერებამ მძიმე დანაკლისი განიცადა. ვარდა-ცვალა გამოჩენილი მეცნიერი, საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი, ფიზიკა-მათემატიკის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი რევაზ რომანის ძე დოღონაძე.

რ. დოღონაძე დაიბადა 1931 წ. 21 ნოემბერს ქ. თბილისში მოსამსახურის ოჯახში. 1955 წ. წარჩინებით დაამთავრა მოსკოვის საინჟინრო-ფიზიკური ინსტიტუტი და ჩაირიცხა სსრ კავშირის მეცნიერებათა აკადემიის ფიზიკური ქიმიის ინსტიტუტის ასპირანტურაში. 1958 წლიდან 1978 წლის ჩათვლით მუშაობდა სსრ კავშირის მეცნიერებათა აკადემიის ელექტროქიმიის ინსტიტუტში. 1978 წლიდან სიცოცხლის ბოლომდე რ. დოღონაძე ხელმძღვანელობდა საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის არაორგანული ქიმიის და ელექტროქიმიის ინსტიტუტის თეორიულ კვლევათა განყოფილებას.

1967 წ. რ. დოღონაძემ დაიცვა დისერტაცია ფიზიკა-მათემატიკის მეცნიერებათა დოქტორის ხარისხის მოსაპოვებლად. 1983 წ. იგი არჩეული იქნა სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტად.

რ. დოღონაძემ მნიშვნელოვანი წვლილი შეიტანა საბჭოთა და მსოფლიო მეცნიერების განვითარებაში. მას ეკუთვნის 180-ზე მეტი სტატია, 10-მდე მონოგრაფია და მიმოხილვითი ხასიათის ნაშრომი, რომლებიც გამოქვეყნებულია საბჭოთა კავშირსა და საზღვარგარეთ. მან შექმნა ქიმიური, ელექტროქიმიური და ბიოქიმიური პროცესების ელემენტარული აქტის კვანტური თეორია, რომელმაც ფართო აღიარება პპოვა მთელ მსოფლიოში. რ. დოღონაძე იყო სსრ კავშირის მეცნიერებათა აკადემიის ელექტროქიმიის, იონური ლღობილებისა და მყარი ელექტროლიტების, ფიზიკური ქიმიის, ზედაპირის ფიზიკის, ქიმიის



და მექანიკის საბჭოების წევრი. წლების განმავლობაში იყო საერთაშორისო ელექტროქიმიკოსთა საზოგადოების ელექტროქიმიური ფიზიკის განყოფილების თავმჯდომარე.

აქტიურ სამეცნიერო სამუშაოს რ. დოლონაძე უთავსებდა პედაგოგიურ მოღვაწეობას. 1963—1970 წწ. იგი მუშაობდა დოცენტად მოსკოვის სატყეო-ტექნიკური ინსტიტუტის ელექტროტექნიკის თეორიული საფუძვლების კათედრაზე და მოსკოვის სახელმწიფო უნივერსიტეტის მექანიკა-მათემატიკის ფაკულტეტის ქიმიური მექანიკის კათედრაზე, ხოლო 1970—1972 წწ. იყო ამავე ფაკულტეტის პროფესორის მოვალეობის შემსრულებელი.

1983 წ. ის აირჩიეს საქართველოს ვ. ი. ლენინის სახელობის პოლიტექნიკური ინსტიტუტის ზოგადი და თეორიული ფიზიკის კათედრის გამგედ.

რ. დოლონაძე საზოგადოებრივ საქმიანობებში ეწეოდა აქტიურ პედაგოგიურ მუშაობას საშუალო სკოლის მოწაფეებთან და სტუდენტ-ახალგაზრდობასთან. მისი ხელმძღვანელობით შეიქმნა ფიზიკა-ტექნიკური სკოლების ქსელი ქ. თბილისში, თელავში, გორში.

რ. დოლონაძის უშუალო ხელმძღვანელობით მომზადდა 13 საკანდიდატო და ხუთი სადოქტორო დისერტაცია. იგი სისტემატურად კითხულობდა ლექციების კურსს საბჭოთა კავშირის წამყვან სამეცნიერო ცენტრებში და საზღვარგარეთ.

ჩვენგან წავიდა შესანიშნავი მეცნიერი და მოქალაქე, მგზნებარე პატრიოტი და ინტერნაციონალისტი, პრინციპული და თავმდაბალი ადამიანი, უაღრესად გულსხმიერი და მომთხოვნე საკუთარი თავისადმი.

რევაზ რომანის ძე დოლონაძის ნათელი ხსოვნა სამუდამოდ დარჩება მისი მეგობრების, ახლობლებისა და კოლეგების გულში.

Грузинская советская наука понесла тяжелую утрату. Скончался видный ученый, член-корреспондент Академии наук ГССР, доктор физико-математических наук, профессор Реваз Романович Догонадзе.

Р. Р. Догонадзе родился в г. Тбилиси 21 ноября 1931 г. в семье служащих. В 1955 г. после окончания Московского инженерно-физического института поступил в аспирантуру Института физической химии АН СССР. С 1958 по 1978 г. работал в Институте электрохимии АН СССР. С 1978 г. до конца жизни Р. Р. Догонадзе руководил отделом теоретических исследований Института неорганической химии и электрохимии АН ГССР. В 1967 г. Р. Р. Догонадзе защитил докторскую диссертацию, а в 1983 г. был избран членом-корреспондентом АН ГССР.

Р. Р. Догонадзе внес значительный вклад в развитие советской и мировой науки. Ему принадлежит свыше 180 статей, до 10 монографий и обзорных работ, опубликованных в союзных и зарубежных научных изданиях.

Р. Р. Догонадзе разработал квантовую теорию элементарного акта химических, электрохимических и биохимических процессов переноса заряда, которая получила всеобщее признание. Р. Р. Догонадзе являлся членом советов по ионным расплавам, твердым электролитам, физической химии, электрохимии, физике, химии и механике поверхности Академии наук СССР. На протяжении ряда лет он был председателем одного из крупнейших отделений Международного

электрохимического общества — отделения электрохимической физики.

Активную научную работу Р. Р. Догонадзе постоянно совмещал с педагогической деятельностью. С 1963 по 1970 г. он работал доцентом на кафедре теоретических основ электротехники Московского лесотехнического института и на кафедре химической механики механико-математического факультета Московского государственного университета, а с 1970 по 1972 г. — исполняющим обязанности профессора кафедры химической механики. В 1983 г. Р. Р. Догонадзе руководил кафедрой общей и теоретической физики Грузинского политехнического института им. В. И. Ленина.

На общественных началах он вел активную педагогическую работу с учащимися средней школы и студентами вузов. Под его руководством создана сеть физико-технических школ в гг. Тбилиси, Телави, Гори.

Под непосредственным руководством Р. Р. Догонадзе было подготовлено 13 кандидатских и пять докторских диссертаций. Он систематически читал курсы лекций в ведущих научных центрах СССР и за рубежом.

От нас ушел замечательный ученый и гражданин, пламенный патриот и интернационалист, принципиальный и скромный человек, внимательный к окружающим и требовательный к себе.

Светлая память о Ревазе Романовиче Догонадзе навсегда останется в сердцах его близких, друзей и коллег.



К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ

1. В журнале «Сообщения АН ГССР» публикуются статьи академиков, членов-корреспондентов, научных работников системы Академии и других ученых, содержащие еще не опубликованные новые значительные результаты исследований. Печатаются статьи лишь из тех областей науки, номенклатурный список которых утвержден Президиумом АН ГССР.

2. В «Сообщениях» не могут публиковаться полемические статьи, а также статьи обзорного или описательного характера по систематике животных, растений и т. п., если в них не представлены особенно интересные научные результаты.

3. Статьи академиков и членов-корреспондентов АН ГССР принимаются непосредственно в редакции «Сообщений», статьи же других авторов представляются академиком или членом-корреспондентом АН ГССР. Как правило, академик или член-корреспондент может представить для опубликования в «Сообщениях» не более 12 статей разных авторов (только по своей специальности) в течение года, т. е. по одной статье в каждый номер, собственные статьи—без ограничения, а с соавторами—не более трех. В исключительных случаях, когда академик или член-корреспондент требует представления более 12 статей, вопрос решает главный редактор. Статьи, поступившие без представления, передаются редакцией академику или члену-корреспонденту для представления. Один и тот же автор (за исключением академиков и членов-корреспондентов) может опубликовать в «Сообщениях» не более трех статей (независимо от того, с соавторами она или нет) в течение года.

4. Статья должна быть представлена автором в двух экземплярах, в готовом для печати виде, на грузинском или на русском языке, по желанию автора. К ней должны быть приложены резюме — к грузинскому тексту на русском языке, а к русскому на грузинском, а также краткое резюме на английском языке. Объем статьи, включая иллюстрации, резюме и список цитированной литературы, приводимой в конце статьи, не должен превышать четырех страниц журнала (8000 типографских знаков), или шести стандартных страниц машинописного текста, отпечатанного через два интервала (статьи же с формулами — пяти страниц). Представление статьи по частям (для опубликования в разных номерах) не допускается. Редакция принимает от автора в месяц только одну статью.

5. Представление академика или члена-корреспондента на имя редакции должно быть написано на отдельном листе с указанием даты представления. В нем необходимо указать: новое, что содержится в статье, научную ценность результатов, насколько статья отвечает требованиям пункта 1 настоящего положения.

6. Статья не должна быть перегружена введением, обзором, таблицами, иллюстрациями и цитированной литературой. Основное место в ней должно быть отведено результатам собственных исследований. Если по ходу изложения в статье сформулированы выводы, не следует повторять их в конце статьи.

7. Статья оформляется следующим образом: сверху страницы в середине пишутся инициалы и фамилия автора, затем — название статьи; справа сверху представляющий статью указывает, к какой области науки относится она. В конце основного текста статьи с левой стороны автор указывает полное название и местонахождение учреждения, где выполнена данная работа.

8. Иллюстрации и чертежи должны быть представлены по одному экземпляру в конверте; чертежи должны быть выполнены черной тушью на кальке. Надписи на чертежах должны быть исполнены каллиграфически в таких размерах, чтобы даже в случае уменьшения они оставались отчетливыми. Подписанные подписи, сделанные на языке основного текста, должны быть представлены на отдельном листе. Не следует приклеивать фото и чертежи к листам оригинала. На полях оригинала автор отмечает карандашом, в каком месте должна быть помещена та или иная иллюстрация. Не должны представляться таблицы, которые не могут уме-



ститься на одной странице журнала. Формулы должны быть четко вписаны чернилами в оба экземпляра текста; под греческими буквами проводится одна черта красным карандашом, под прописными — две черты черным карандашом снизу, над строчными — также две черты черным карандашом сверху. Карандашом должны быть обведены полукругом индексы и показатели степени. Резюме представляются на отдельных листах. В статье не должно быть исправлений и дополнений карандашом или чернилами.

9. Список цитированной литературы должен быть отпечатан на отдельном листе в следующем порядке. Вначале пишутся инициалы, а затем — фамилия автора. Если цитирована журнальная работа, указываются сокращенное название журнала, том, номер, год издания. Если автор считает необходимым, он может в конце указать и соответствующие страницы. Список цитированной литературы приводится не по алфавиту, а в порядке цитирования в статье. При ссылке на литературу в тексте или в сносках номер цитируемой работы помещается в квадратные скобки. Не допускается вносить в список цитированной литературы работы, не упомянутые в тексте. Не допускается также цитирование неопубликованных работ. В конце статьи, после списка цитированной литературы, автор должен подписаться и указать место работы, занимаемую должность, точный домашний адрес и номер телефона.

10. Краткое содержание всех опубликованных в «Сообщениях» статей печатается в реферативных журналах. Поэтому автор обязан представить вместе со статьей ее реферат на русском языке (в двух экземплярах).

11. Автору направляется корректура статьи в сверстанном виде на строго ограниченный срок (не более двух дней). В случае невозвращения корректуры к сроку редакция вправе приостановить печатание статьи или печатать ее без визы автора.

12. Автору выдается бесплатно 25 оттисков статьи.

(Утверждено Президиумом Академии наук Грузинской ССР 10.10.1968; внесены изменения 6.2.1969)

Адрес редакции: Тбилиси 60, ул. Кутузова, 19, телефоны: 37-22-16, 37-86-42.

Почтовый индекс 380060

Условия подписки: на год — 22 руб. 80 коп.

ა ვ ტ ო რ თ ა ს ა ყ უ რ ა დ ლ ე ბ ო ლ

1. ჟურნალ „საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბეში“ ქვეყნდება აკადემიკოსთა და წევრ-კორესპონდენტთა, აკადემიის სისტემაში მომუშავე და სხვა მეცნიერთა მოკლე წერილები, რომლებიც შეიცავენ ახალ მნიშვნელოვან გამოკვლევათა ჯერ გამოუქვეყნებელ შედეგებს. წერილები ქვეყნდება მხოლოდ იმ სამეცნიერო დარგებიდან, რომელთა ნომენკლატურული სია დამტკიცებულია აკადემიის პრეზიდიუმის მიერ.

2. „მოამბეში“ არ შეიძლება გამოქვეყნდეს პოლემიკური წერილი, აგრეთვე მიმოხილვითი ან აღწერითი ხასიათის წერილი ცხოველთა, მცენარეთა ან სხვათა სისტემატიკაზე, თუ მასში მოცემული არაა მეცნიერებისათვის განსაკუთრებით საინტერესო შედეგები.

3. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსთა და წევრ-კორესპონდენტთა წერილები უშუალოდ გადაეცემა გამოსაქვეყნებლად „მოამბის“ რედაქციას, ხოლო სხვა ავტორთა წერილები ქვეყნდება აკადემიკოსთა ან წევრ-კორესპონდენტთა წარდგინებით. როგორც წესი, აკადემიკოსს ან წევრ-კორესპონდენტს „მოამბეში“ დასაბუქდალ წელიწადში შეუძლია წარმოადგინოს სხვა ავტორთა არა უმეტეს 12 წერილისა (მხოლოდ თავისი სპეციალობის მიხედვით), ე. ი. თითოეულ ნომერში თითო წერილი. საკუთარი წერილი — რამდენიც სურს, ხოლო თანაავტორებთან ერთად — არა უმეტეს სამი წერილისა. გამოჩაყლის შემთხვევაში როცა აკადემიკოსი ან წევრ-კორესპონდენტი მოითხოვს 12-ზე მეტი წერილის წარდგენას, საკითხს წყვეტს მთავარი რედაქტორი. წარდგინების გარეშე შემოსულ წერილს „მოამბის“ რედაქცია წარმოსადგენად გადასცემს აკადემიკოსს ან წევრ-კორესპონდენტს. ერთსა და იმავე ავტორს (გარდა აკადემიკოსისა და წევრ-კორესპონდენტისა) წელიწადში შეუძლია „მოამბეში“ გამოაქვეყნოს არა უმეტეს სამი წერილისა (სულ ერთია, თანაავტორებთან იქნება იგი, თუ ცალკე).

4. წერილი წარმოდგენილი უნდა იყოს ორ ცალად, დასაბუქდალ სახეებით შუა სახით, ავტორის სურვილისამებრ ქართულ ან რუსულ ენაზე. ქართულ ტექსტს თან უნდა ახლდეს რუსული და მოკლე ინგლისური ანგარიში, ხოლო რუსულ ტექსტს — ქართული და მოკლე ინგლისური ანგარიში. წერილის მოცულობა ილუსტრაციებითურთ, რეზიუმეებითა და დამოწმებული ლიტერატურის ნუსხითურთ, რომელიც მას ბოლოში ერთვის, არ უნდა აღემატებოდეს ჟურნალის 4 გვერდს (8000 სასტამპო ნიშანი), ანუ საწერ მანქანაზე ორი ინტერვალით გადაწერილ 6 სტანდარტულ გვერდს (ფორმულებიანი წერილი კი 5 გვერდს). არ შეიძლება წერილების ნაწილებად დაყოფა სხვადასხვა ნომერში გამოსაქვეყნებლად. ავტორისაგან რედაქცია ღებულობს თვეში მხოლოდ ერთ წერილს.

5. აკადემიკოსთა ან აკადემიის წევრ-კორესპონდენტთა წარდგინება რედაქციის სახელზე დაწერილი უნდა იყოს ცალკე ფურცელზე წარდგინების თარიღის აღნიშვნით. მასში აუცილებლად უნდა აღინიშნოს, თუ რა არის ახალი წერილში, რა მეცნიერული ღირებულება აქვს მას და რამდენად უზუსტუხებს ამ წესების 1 მუხლის მოთხოვნას.

6. წერილი არ უნდა იყოს გადატვირთული შესავლით, მიმოხილვით, ცხრილებით, ილუსტრაციებითა და დამოწმებული ლიტერატურით. მასში მთავარი ადგილი უნდა ჰქონდეს დათმობილი საკუთარი გამოკვლევების შედეგებს. თუ წერილში გზადაგზა, ქვეთავების მიხედვით გადამოცემულია დასკვნები, მაშინ საჭირო არაა მათი გამეორება წერილის ბოლოს.

7. წერილი ასე ფორმდება: თავში ზემოთ უნდა დაიწეროს ავტორის ინიციალები და გვარი, ქვემოთ — წერილის სათაური. ზემოთ მარჯვენა მხარეს, წარმომდგენმა უნდა წააწეროს, თუ მეცნიერების რომელ დარგს განეკუთვნება წერილი. წერილის ძირითადი ტექსტის ბოლოს, მარცხენა მხარეს, ავტორმა უნდა აღნიშნოს იმ დაწესებულების სრული სახელწოდება და ადგილმდებარეობა, სადაც შესრულებულია შრომა.

8. ილუსტრაციები და ნახაზები წარმოდგენილ უნდა იქნეს თითო ცალად კონვერტით. ამასთან, ნახაზები შესრულებული უნდა იყოს კალკანზე შავი ტუშით. წარწერები ნახაზებს უნდა გაუკეთდეს კალიგრაფიულად და ისეთი ზომისა, რომ შემოიტვირთოს შემთხვევითი კარგად იკითხებოდეს. ილუსტრაციების ქვემო წარწერების ტექსტი წერილის ძირითადი ტექსტის ენაზე წარმოდგენილ უნდა იქნეს ცალკე ფურცელზე. არ შეიძლება ფოტოებისა და ნახაზების დაწებება ღედნის გვერდებზე. ავტორმა ღედნის კიდეზე ფანქრით უნდა აღნიშნოს, რა ადგილას მოთავსდეს ესა თუ ის ილუსტრაცია. არ შეიძლება წარმოდგენილ იქნეს ისეთი ცხრილი, რომელიც ჟურნალის ერთ გვერდზე ვერ მოთავსდება. ფორმულები მეღნით მკა-



ფიოდ უნდა იყოს ჩაწერილი ტექსტის ორივე ეგზემპლარში, ბერძნულ ასოებს ქვემოთ გან-
 გან უნდა გაეცეს თითო ხაზი წითელი ფანქრით, მთავრულ ასოებს — ქვემოთ ორ-ორი პატა-
 რა ხაზი შავი ფანქრით, ხოლო არამთავრულ ასოებს — ზემოთ ორ-ორი პატარა ხაზი შავი
 ფანქრით. ფანქრითვე უნდა შემოიფარგლოს ნახევარწრივ ნიშნაკებიც (ინდექსები და ხარის-
 ხის მაჩვენებლები). რეზიუმეები წარმოდგენილ უნდა იქნეს ცალ-ცალკე ფურცლებზე. წე-
 რილში არ უნდა იყოს ჩასწორებები და ჩამატებები ფანქრით ან მელნით.

9. დამოწმებული ლიტერატურა უნდა დაიბეჭდოს ცალკე ფურცელზე. საჭიროა დაცულ
 იქნეს ასეთი თანმიმდევრობა: ავტორის ინიციალები, გვარი, თუ დამოწმებულია საქურნალო
 შრომა, ვუჩვენოთ ჟურნალის შემოკლებული სახელწოდება, ტომი, ნომერი, გამოცემის წელი,
 თუ დამოწმებულია წიგნი, აუცილებელია ვუჩვენოთ მისი სრული სახელწოდება, გამოცემის
 ადგილი და წელი. თუ ავტორი საჭიროდ მიიჩნევს, ბოლოს შეუძლია გვერდების ნუმერა-
 ციაც უჩვენოს. დამოწმებული ლიტერატურა უნდა დალაგდეს არა ანბანური წესით, არამედ
 დამოწმების თანმიმდევრობით. ლიტერატურის მისათითებლად ტექსტსა თუ შენიშვნებში
 კვადრატულ ფრჩხილებში ნაჩვენები უნდა იყოს შესაბამისი ნომერი დამოწმებული შრომისა.
 არ შეიძლება დამოწმებული ლიტერატურის ნუსხაში შევიტანოთ ისეთი შრომა, რომელიც
 ტექსტში მითითებული არ არის. ასევე არ შეიძლება გამოუქვეყნებელი შრომის დამოწმება.
 დამოწმებული ლიტერატურის ბოლოს ავტორმა უნდა მოაწეროს ხელი, აღნიშნოს სად მუშა-
 ობს და რა თანამდებობაზე, უჩვენოს თავისი ზუსტი მისამართი და ტელეფონის ნომერი.

10. „მოამბეში“ გამოქვეყნებული ყველა წერილის მოკლე შინაარსი იბეჭდება რეფერა-
 ტულ ჟურნალში. ამიტომ ავტორმა წერილთან ერთად აუცილებლად უნდა წარმოადგინოს
 მისი რეფერატი რუსულ ენაზე (ორ ცალად).

11. ავტორს წასაკითხად ეძლევა თავისი წერილის გვერდებად შეკრული კორექტურა მკაც-
 რად განსაზღვრული ვადით (არაუმეტეს ორი დღისა). თუ დადგენილი ვადისათვის კორექ-
 ტურა არ იქნა დაბრუნებული, რედაქციას უფლება აქვს შეაჩეროს წერილის დაბეჭდვა ან
 დაბეჭდოს იგი ავტორის ვიზის გარეშე.

12. ავტორს უფასოდ ეძლევა თავისი წერილის 25 ამონაბეჭდი.

(დამტკიცებულია საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის
 პრეზიდიუმის მიერ 10.10.1968; შეტანილია ცვლილებები 6.2.1969)

რედაქციის მისამართი: თბილისი 60, კუტუზოვის ქ. № 19; ტელ. 37-22-16, 37-86-42

საფოსტო ინდექსი 380060

ხ ე ლ მ ო წ ე რ ი ს პ ი რ ო ე ბ ე ბ ი: ერთი წლით 22 მან. 80 კაპ.

624/168



ԳՆԱՆ 1 ՑՃԵ. 90 ՎՃՃ.
ЦЕНА 1 РУБ. 90 КОП.