

საქართველოს სსრ
მეცნიერებათა აკადემიის

მოაზება

СООБЩЕНИЯ

АКАДЕМИИ НАУК
ГРУЗИНСКОЙ ССР

BULLETIN

OF THE ACADEMY OF SCIENCES
OF THE GEORGIAN SSR

ტომი 134 том

№ 1

აპრილი 1989 АПРЕЛЬ

524

1989

პ. 134

W 1, 2

IV - V

(ჩხიკვაძე)

საქართველოს სსრ
მეცნიერებათა აკადემიის

გზაგადასასრული

СООБЩЕНИЯ

АКАДЕМИИ НАУК
ГРУЗИНСКОЙ ССР

BULLETIN

OF THE ACADEMY OF SCIENCES
OF THE GEORGIAN SSR

143

ტომი 134 TOM

№ 1

აპრილი 1989 АПРЕЛЬ

ქურონალი დაარსებულია 1940 წელს
Журнал основан в 1940 году

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ყოველთვიური სამეცნიერო ქურნალი „მოამბე“
ქართულ, რუსულ და ინგლისურ ენებზე

Ежемесячный научный журнал АН Грузинской ССР „Сообщения“
на грузинском, русском и английском языках

ს ა რ ე დ ა ქ ც ი ო კ ო ლ ე მ ბ ი ა

მ. ალექსიძე, თ. ანდრონიკაშვილი, თ. ბერიძე (მთავარი რედაქტორის მოადგილე), თ. გამყრელიძე,
მ. გამყრელიძე, გ. გველუსიანი, ვ. გომელაური, რ. გორდენიანი (მთავარი რედაქტორის მოადგილე),
ე. ზაალიშვილი, ა. თაყაიძე (მთავარი რედაქტორი), გ. კვეციანი, ი. კიკელიძე (მთავარი
რედაქტორის მოადგილე), თ. კობაღიშვილი, ვ. ლომინაძე, რ. მეტრეველი, დ. მუსხელიშვილი
(მთავარი რედაქტორის მოადგილე), ბ. ნანიშვილი, თ. ონიანი, მ. სალუქვაძე (მთავარი რედაქ-
ტორის მოადგილე), ე. სენიაშვილი, თ. ჯრუშაძე, გ. ციციშვილი, გ. ქოლოშვილი, მ. ხენგია -

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

М. А. Алексидзе, Т. Г. Андроникашвили, Т. Г. Беридзе (заместитель главного редак-
тора), Т. В. Гамкrelidze, Э. П. Гамкrelidze, Г. Г. Гвелеснани, В. И. Гомеллаური,
Р. Б. Гордезиანი (заместитель главного редактора), М. М. Заалишвили, Г. И. Кве-
ситадзе, И. Т. Кигურაძე (заместитель главного редактора), Т. И. Копалешвили,
Д. Г. Ломინაძე, Р. В. Метრეველი, Д. Л. Мухелишвили (заместитель главного редак-
тора), Б. Р. Нанешвили, Т. Н. Онიანი, М. Е. Салукваძე (заместитель главного
редактора), Э. А. Сехнишвили, А. Н. Тавхелиძე (главный редактор), Т. Т. Урушадзе,
М. В. Хвингия, Г. Ш. Цицишвили, Г. С. Чогошвили

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

რედაქციის მისამართი: 380060, თბილისი, კუტუზოვის ქ. 19, ტელ. 37-22-16.
საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის სტამბა 380060, კუტუზოვის ქ. 19, ტელ. 37-22-97.

Адрес редакции: 380060. Тбилиси, ул. Кутузова 19, тел. 37-22-16.
Типография АН ГССР. 380060, Тбилиси, ул. Кутузова 19, тел. 37-22-97.

გადაცემა წარმოებას 21.03.1989. ხელმოწერილია დასაბეჭდად 23.05.1989. ფორმატი
 $70 \times 108 \frac{1}{16}$. მაღალი ბეჭდვა. პირობითი ნაბ. თ. 14. პირ. სალ.-ვატარება 14.8.
სააღრიცხვო-საგამომცემლო თაბახი 18.5. ტირაჟი 1100.
უფ. 00560. შევე. № 826, ფასი 1 მ. 90 კაპ.

Сдано в набор 21.03.1988. Подписано к печати 23.05.1989. Формат $70 \times 108 \frac{1}{16}$.
Печать высокая. Усл. печ. л. 14.8, уч.-изд. л. 14, усл. кр.-отт. 14.8. Ти-
раж 1100. УЭ 00560. Зак. № 826. Цена 1 р. 90 к.

შ ი ნ ა ა რ ს ი

მათემატიკა

*მ. ჯიბლაძე, თ. ფირაშვილი. ალგებრული თეორიების კომპოლოვია	19
*ე. ბალაძე. ბოლტიანსკის ინვარიანტის ნახევრადუწყვეტობა	23
*მ. ვეზირიშვილი. რეგრესიის ფუნქციის ერთი არაპარამეტრული შეფასების შესახებ	28
*გ. ფანცულაია. სიმრავლეთა დამოუკიდებელი ოჯახები და მათი ზოგიერთი გამოყენება ზომის თეორიაში	32
*გ. გიორგაძე. რიმან-ჰილბერტის ამოცანის ზოგიერთი ტოპოლოგიური ასპექტის შესახებ	36
*თ. გელაშვილი. ლის ალგებრათა წარმოდგენების ბმული პროექტირებები	39
*რ. წულაძე. მახასიათებელი ამოცანა მაღალი რიგის არამკაცრ პიბერბოლურ განტოლებათა ერთი კლასისათვის	43
*ლ. კალმუცკი. ნახევარგოლთა სპექტრები და T_0 -სივრცეთა ბიოკომპაქტური გაფართოებანი	47

მექანიკა

*გ. ბაზლაძე, რ. გიორგაძე, მ. ყალაბეგაშვილი. მრუდწირული მოხაზულობის უჭრი მართკუთხა ფილების განგარიშებისათვის	51
*ნ. მამათელაშვილი, დ. ტაბატაძე, თ. ჯავახიშვილი. ორი კონცენტრული წრიული რკალით და ორი რადიუსით შემოსაზღვრული ფილის დრეკად-პლასტიკური წონასწორობის შესახებ, ზოგიერთი პარამეტრის ნახტომისებურად ცვლილების პირობებში	56

დრეკადობის თეორია

*მ. ელიზბარაშვილი. დრეკადობის თეორიის პირველი ძირითადი ამოცანის ამოხსნა ნახევრადუსასრულო ჭრილის მქონე უზნობრივ-ერთგვაროვანი სიბრტყისათვის	60
---	----

კიბერნეტიკა

*რ. მითაიშვილი, ე. კვიციანი. არაერთგვაროვანი საწარმოო სისტემების სინთეზის შესახებ	64
---	----

ფიზიკა

*ე. სიხარულიძე, დ. საღარეიშვილი, გ. სიხარულიძე. მუხტის გადამტანთა გაზნევის მექანიზმთა შესახებ <i>GainAs</i> მყარ ხსნარებში	68
*რ. კაბისოვი, ვ. კესაევი. მორსის კლასიკური მოლეკულის დიფუზიური აღგზნება მაღალსიხშირულ ელექტრულ ველში	70
*ვ. ულოვენკო, ვ. სანაძე, ნ. პოლიაკოვა, ე. ჩიჩუა, ლ. გოგუა. CuNiMn სისტემის კვაზინარული კვეთის დაბერებულ შენადნობთა წონასწორული მდგომარეობის დიაგრამა	75
*ზ. ქაჩლიშვილი, ნ. მახარაძე, ფ. ქუმბურიძე. განივი გაქცევა გასწვრივ-ვანივი გავლანობიანტური ეფექტის ველის თანდასწრებით	80

* ვარსკვლავით აღნიშნული სათაური ექთვნის წერილის რეზიუმეს.

საქ. სსრ კ. მარქსის
სახ. სახ. რესპუბ.
ბ. ბაღვაში, თემა

- *დ. მალაზონია, სინათლის ანტიფერომაგნეტიკებში კომბინაციური გაფანტვის მიკროსკოპული თეორიის შესახებ 84
- *გ. ვაჩნაძე, ბ. კივილაძე, პარამეტრული რეზონანსი მყარი ^3He -ის ანტიფერომაგნეტურ ფაზაში და $^3\text{He-A}$ -ში 88
- *ა. ანდრეევი, ვ. ვინზბურგი, ნ. რამიშვილი, თვითგამეორების მოვლენის გამოყენება ულტრაბერულ ჰოლოგრაფიაში 92

გეოფიზიკა

- *ც. ფორჩხიძე, ლ. კიჭირია, ი. ფელდშტეინი, მაგნიტური ველი დუშეთის ობსერვატორიაში მაგნიტურად წყნარ დღეებში 96
- *ზ. კობალაძე, ა. ხანთაძე, იონოსფეროში ფართომასშტაბიანი შეშფოთებების გავრცელების შესახებ 100

ანალიზური ქიმია

- *თ. ანდრონიკაშვილი (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი), ზ. ვეველესიანი, ლ. კიკნაძე, კაპილარულ ქრომატოგრაფიაში სინჯის შეყვანის მარტივი სისტემა ნაკადის დაყოფით 103

ზოგადი და არაორბანული ქიმია

- *მ. მამარდაშვილი, ი. ბახტაძე, რ. თუშურაშვილი, ე. ნანობაშვილი, ბრომატ-იონების კონცენტრაციის გაკუნა $\text{As}_2\text{S}_3-\text{NaOH}-\text{H}_2\text{O}$ სისტემის და დარიშხანოვანი მადნების სუსპენზიების რადიაციულ-ქიმიურ გარდაქმნაზე 108
- *ზ. ჩაჩხიანი, ე. ცუცქერიძე, ა. ილუშინი, ა. პეჩენიკოვი, ლ. ჩაჩხიანი, მ. აბდელ აალი, C_{15} ტიპის ნაერთების სტრუქტურა და მაგნიტური თვისებები 112

ორბანული ქიმია

- *ე. ლეკვეიშვილი, შერეული გოგირდოვანი ნეთობის ნახევრადგუდრონის არომატული ნახშირწყალბადებისა და გოგირდოვანი ნაერთების დაყოფა 115

ფიზიკური ქიმია

- *თ. კოკოჩაშვილი, ვ. აზატიანი, ზ. ძოწენიძე, ბრომწყალბადის გავლენით ნახშირბადის (II) ოქსიდისა და ქანგბადის ნარეუბების აალების პირველი ზღვრის ადგილმდებარეობის ცვლილება 119

ელექტროქიმია

- *ე. შავგულძე, მ. ჩაგუნავე, ვერცხლისწყლის ელექტროდზე თალიუმის (I) განმუხტვა-იონიზაციის მექანიზმი ნატრიუმის პერქლორატის ეთილენგლიკოლიან ხსნარებში 124

ქიმიური ტექნოლოგია

- *ნ. ჯიჯეიშვილი, ვ. გოგლიძე, ნ. გამყარელიძე, მ. დგებუაძე, გ. ტატურაშვილი, ტყიბულის ლიბტობიოლიტები როგორც მინერალური ფხვნილის აქტივატორები ასფალტბეტონის ნარევის წარმოებაში 127

ფიზიკური გეოგრაფია

- *ნ. ბარუსნიჩკინა, ბზიფის კარსტული მასივის აეროფოტომონაცემებით კვლევის შედეგები (მკიშთის განვითარების რაიონი) 131

ჰიდროლოგია

- *გ. სვანიძე, ე. კუტავაია, ნ. რუხაძე. მთის მდინარეთა შეტივტივებული ნატანის გრანულომეტრიული შემადგენლობისა და ჩამონადენის სიღრმის კორექტირების შესახებ 136

გიოლოგია

- *ო. ლუდაური, მ. ტოგონიძე, ე. ბარტნიცკი. დასავლეთ საქართველოს ტემენიტების კალიუმ-არზონის ასაკი 139

პეტროლოგია

- *დ. შენგელია, გ. ვაშაკიძე. ამიერკავკასიის შუალედური მასივის ლოქის კრისტალური შვერილის ქლორიტოიდიანი მეტამორფიტები 144

საფუნეზო მიქანიკა

- *ა. ახვლედიანი. პლასტიკური სახსრის ღერძის გადაადგილების ვაგლენის შესახებ რკინაბეტონის კონსტრუქციების ზღვრული წონასწორობის თეორიაში 148

საბადოთა დაფუძვება და გამდიდრება

- *დ. პატარაია, გ. ნოზაძე. ბაგირაჯის მწარმოებლურობის ძირითად პარამეტრებზე დამოკიდებულებათა მოდელირება ეგმ-ის გამოყენებით 152

მიტალურგია

- *ა. გაბისიანი, ნ. გონჯილაშვილი, თ. ჩუბინიძე, ზ. მუშკუდია-ნი, ბ. შარგივეი. კალციუმისა და ბარიუმის შემცველი შენადნობებით ფოლადის განქანვის კინეტიკა 156

განძანათმცოდნეობა

- *ვ. ზვიადური, მ. ხვინგია (საქართველოს სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი). სხვადასხვა რეოლოგიური მახასიათებლების მქონე ფხვიერი მასალების ვიბრაციული მოძრაობის შესახებ 160

ენერგეტიკა

- *ნ. მელაძე, გ. ბირიუკოვი, ე. ანტონოვი. არატრადიციული აღდგენადი ენერჯის წყაროების ეფექტურობის გათვლის მეთოდების სრულყოფა 163

ელექტროტექნიკა

- *ა. აბურჯანია, თ. ვეკუა, ე. გაბუნია, ლ. სიგუა, თ. მუსელიანი. ორმხრივი კვების ორგრაგნილა სამფაზა ტრანსფორმატორის მათემატიკური მოდელირება 168

მცენარეთა ფიზიოლოგია

- *ვ. კახანაძე. თავისუფალი ამინომჟავების შემცველობა იაპონური კრიპტომერიის ერთ-ორწლიან ყლორტებში გადაზამთრებასთან დაკავშირებით 171

ადამიანისა და ცხოველთა ფიზიოლოგია

- *ნ. ხიზანიშვილი, ზ. ნანობაშვილი. მეზენცეფალური ბადებრივი ფორმაციის ელექტრული გაღიზიანების ეფექტები კატის თალამუსის რეტიკულური ბირთვის აქტივობაზე 176

ბიომიზია

- *ე. რაფაეა, გ. ალექსიძე, ლ. კეკელიძე, ნ. ალექსიძე. ქართული ჯიშის ლობიოდან აგლუტინაციისა და მიტოგენური აქტივობის მქონე ცილის გამოყოფა და ნაწილობრივი დახასიათება 180

მიკრობიოლოგია და ვირუსოლოგია

- *გ. ხეჩინაშვილი, ი. კრასილნიკოვი, თ. ბეგიშვილი, ა. ლიონერი. ბრონქული ასთმით დაავადებულთა სისხლის შრატში გრძლის ვირუსის ანტიგენის ვანაზღვრა იმუნოფერმენტული ანალიზის მეოლით 184

ენტომოლოგია

- *მ. ჭყიძე. პირეტროიდების მოქმედების შესწავლა ფიჭვის პარკვევიას ჰემოლიმფაზე ბაქტერიულ პრეპარატთან კომბინაციაში 187

ზოოლოგია

- *ბ. ყურაშვილი (საქართველოს სსრ მეცნ. აკად. წევრ-კორესპონდენტი), ც. ლომიძე. თუთიის ფოსფიდის გავლენის შესწავლა საზოგადოებრივი მემინდერიის თავის ტვინის აცეტილქოლინესთერაზულ აქტივობაზე 191

ჰისტოლოგია

- ლ. მაღალაშვილი. შინაური ფრინველების (ინდაური, იხვი) შუა ტვინის ციტოდა მიელოარქიტექტონიკის შედარებითი შესწავლისათვის 193

ციტოლოგია

- *თ. თუმანიშვილი, ი. კახიძე. ლითუმის ქლორიდის მაღალი კონცენტრაციის გავლენა დნმ-ს მქავერ ჰიდროლიზზე 199

ექსპერიმენტული გეოციტა

- *ი. ნადირაძე. სიახლე ავთვისებიანი სიმსივნეების მეტასტაზირების პროფილაქტიკაში რადიკალურ ოპერაციებთან დაკავშირებით 202

ენათმეცნიერება

- *მ. ესაკია. ინფორმაციის ტიპი და სინტაქსის ექსპრესიული ხერხები 207
 *ვ. ზიცარი. რიცხვითი სახელების წარმოშობა და არქეოლოგია (მასალის პრინციპული ინტერპრეტაციის საკითხები) 212

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიაში

- სესიები, კონფერენციები, თათბირები 213
 ქრონიკა, ინფორმაცია 219

СОДЕРЖАНИЕ

МАТЕМАТИКА

М. А. Джибладзе, Т. И. Пирашвили. Когомологии алгебраических теорий	17
Э. Д. Баладзе. Полунепрерывность инварианта Болтянского	21
М. О. Везиришвили. Об одной непараметрической оценке функции регрессии	25
Г. Р. Панцулая. Независимые семейства множеств и их некоторые применения к теории меры	29
Г. Қ. Гиоргадзе. О некоторых топологических аспектах задачи Римана — Гильберта	33
Т. М. Гелашвили. Связанные проектирования представлений алгебр Ли	37
Р. М. Цуладзе. Характеристическая задача для одного класса нестрогих гиперболических уравнений высших порядков	41
Л. И. Калмуцкий. Спектры полуколец и бикомпактные расширения T_0 -пространств	45

МЕХАНИКА

Г. Ш. Бязгадзе, Р. Д. Гиоргадзе, М. Г. Қалабегашвили. К расчету неразрезных прямоугольных пластинок криволинейного очертания	49
Н. А. Мамателашвили, Д. В. Табатадзе, Т. Г. Джавахишвили. Об упруго-пластическом равновесии пластинок, ограниченных двумя дугами концентрических окружностей и двумя радиусами при скачкообразном характере изменения некоторых параметров	53

ТЕОРИЯ УПРУГОСТИ

М. С. Элизбарашвили. Решение первой основной задачи теории упругости для кусочно-однородной плоскости с полубесконечным разрезом	57
--	----

КИБЕРНЕТИКА

Р. Л. Митаишвили, Е. Н. Қвиташвили. О синтезе разнородных производственных систем	61
---	----

ФИЗИКА

Е. И. Сихарулидзе, Д. Т. Сагаришвили, Г. А. Сихарулидзе. О механизмах рассеяния носителей заряда в твердых растворах $GaNAs$	65
Р. С. Қабисов, В. И. Қесаев. Диффузионное возбуждение классической молекулы Морса в высокочастотном электрическом поле	69

* Заглавие, отмеченное звездочкой, относится к резюме статьи.

- В. А. Удовенко, В. В. Санадзе, И. А. Полякова, Э. Д. Чичуа, Л. Д. Гогуа. Диаграмма равновесного состояния состаренных сплавов квазибинарного разреза системы CuNiMn 73
- З. С. Качлишвили, Н. М. Махарадзе, Ф. Г. Чумбуридзе. Поперечное убегание при наличии поля продольно-поперечного гальваногамного эффекта 77
- Д. В. Малазония. К микроскопической теории комбинационного рассеяния света в антиферромагнетиках 81
- Г. Е. Вачнадзе, В. Н. Квициладзе. Параметрический резонанс в антиферромагнитной фазе твердого ^3He и в $^3\text{He-A}$ 85
- А. М. Андреев, В. М. Гинзбург, Н. М. Рамшвили. Применение явления саморепродукции в ультразвуковой голографии 89

ГЕОФИЗИКА

- Ц. Д. Порчхидзе, Л. В. Қизирия, Я. И. Фельдштейн. Магнитное поле в обсерватории Душети в магнитно-спокойные дни 93
- З. Л. Қобаладзе, А. Г. Хантадзе. О распространении крупномасштабных возмущений в ионосфере 97

АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- Т. Г. Андроникашвили (член-корреспондент АН ГССР), З. А. Гвелесиани, Л. О. Қикнадзе. Простая система ввода пробы с делением потока, используемая в капиллярной хроматографии 101

ОБЩАЯ И НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- М. И. Мамардашвили, И. Г. Бахтадзе, Р. Г. Тушурашвили, Е. М. Нанобашвили. Влияние концентрации бромат-ионов на выход радиационно-химического превращения системы $\text{As}_2\text{S}_3\text{—NaOH—H}_2\text{O}$ и суспензий мышьяковистых руд 105
- З. Б. Чачхиани, Э. У. Цуцкиридзе, А. С. Илюшин, А. В. Печеников, Л. Г. Чачхиани, М. М. Абд-Эль Аал. Структура и магнитные свойства интерметаллических соединений со структурой типа C15 109

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- Э. Г. Леквейшвили. Разделение ароматических углеводородов и сернистых соединений полугудрона смешанной сернистой нефти 113

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- Т. В. Кокочашвили, В. В. Азатян, З. Г. Дзоценидзе. Изменение положения первого предела воспламенения смесей оксида углерода (II) с кислородом под действием бромистого водорода 117

ЭЛЕКТРОХИМИЯ

- В. В. Шавгулидзе, М. Р. Чагунава. Механизм разряда-ионизации галлия (I) на ртутном электроде в этиленгликолевых растворах перхлората натрия 121

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

- Н. Ш. Джиджейшвили, В. М. Гоглидзе, Н. В. Гамкrelидзе, М. К. Дгебуадзе, Г. Ш. Татурашвили. Ткибульские липтобиолиты как активаторы минерального порошка в производстве асфальтобетонных смесей 125

ФИЗИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ

- Н. А. Брусничкина. Результаты исследования Бзыбского карстового массива по данным аэрофотосъемки (район разгрузки р. Мчишты) 129

ГИДРОЛОГИЯ

- Г. Г. Сванидзе (член-корреспондент АН СССР и ГССР), В. И. Кутава, Н. В. Рухадзе. О корректировке гранулометрического состава и стока взвешенных наносов горных рек 133

ГЕОЛОГИЯ

- О. З. Дудаури, М. Г. Тогоидзе, Е. Н. Бартицкий. Калий-аргоновый возраст тешенитов Западной Грузии 137

ПЕТРОЛОГИЯ

- Д. М. Шенгелиа, Г. Т. Вашакидзе. Хлоритридсодержащие метаморфиты Локского кристаллического выступа Закавказского срединного массива 141

СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА

- А. Н. Ахвледиани. О влиянии смещений осей пластических шарниров в теории предельного равновесия железобетонных конструкций 145

РАЗРАБОТКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ И ОБОГАЩЕНИЕ

- Д. И. Патарая, Г. Ч. Нозадзе. Моделирование зависимости производительности от основных параметров подвесной канатной дороги с помощью ЭЦВМ 149

МЕТАЛЛУРГИЯ

- А. Г. Габисиани, Н. Д. Гонджилашвили, Т. А. Чубинидзе, З. А. Мушкудиани, Б. Г. Маргиев. Кинетика раскисления стали кальций- и барийсодержащими сплавами 153

МАШИНОВЕДЕНИЕ

- В. С. Звиадаури, М. В. Хвингия (член-корреспондент АН ГССР). О вибрационном движении сыпучих материалов с различными реологическими характеристиками 157

ЭНЕРГЕТИКА

- Н. В. Меладзе, Г. Р. Бирюков, Е. П. Антонов. Совершенствование методов расчета эффективности нетрадиционных возобновляемых источников энергии 161

ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

- А. Н. Абурджания, Т. П. Векуа, Е. Д. Габуния, Л. Ф. Сигуа,
Т. Г. Муселиани. Математическое моделирование двухобмоточного
трехфазного трансформатора с двусторонним питанием 165

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

- Е. Е. Капанадзе. Содержание свободных аминокислот в побегах у крипто-
мерии японской в связи с перезимовкой 169

ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

- Н. А. Хизанишвили, З. И. Нанобашвили. Эффекты электрического
раздражения мезенцефалической ретикулярной формации на активность
нейронов ретикулярного ядра таламуса кошки 173

БИОХИМИЯ

- Э. А. Рапава, Г. И. Алексидзе, Л. В. Кекелидзе, Н. Г. Алекси-
дзе. Выделение и частичная характеристика белка из семян грузинского
сорта фасоли с агглютинирующей и митогенной активностями 177

МИКРОБИОЛОГИЯ И ВИРУСОЛОГИЯ

- Г. Н. Хечинашвили, И. В. Красильников, Т. Т. Бегишвили,
А. Л. Лиознер. Определение антигенов вируса гриппа в сыворотках
больных бронхиальной астмой методом иммуноферментного анализа 181

ЭНТОМОЛОГИЯ

- М. С. Чквидзе. Изучение действия пиретроидов на гемолимфу соснового
коконопряда в комбинации с бактериальными препаратами 185

ЗООЛОГИЯ

- Б. Е. Курашвили (член-корреспондент АН ГССР), Ц. В. Ломидзе.
Изучение влияния фосфида цинка на активность ацетилхолинэстеразы
головного мозга общественной полевки 189

ГИСТОЛОГИЯ

- * Л. И. Магалашвили. К вопросу сравнительного изучения цито- и мие-
лоархитектоники среднего мозга у домашних птиц (индейка и утка) 196

ЦИТОЛОГИЯ

- Т. Г. Туманишвили, И. Г. Кахидзе. Влияние высоких концентраций
хлористого лития на кислотный гидролиз ДНК 197

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

- И. Ш. Надирадзе. Новое в профилактике метастазирования злокачествен-
ных опухолей при радикальных операциях 201

ЯЗЫКОЗНАНИЕ

- М. В. Эсакиа. Тип информации и экспрессивные средства синтаксиса 205
- В. Ю. Зыцарь. Происхождение числительных и археология (вопросы принципиальной интерпретации материалов) 209

В АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР

- Сессии, конференции, совещания 213
- Хроника, информация 219

CONTENTS

MATHEMATICS

M. A. Jibladze, T. I. Pirashvili. Cohomology of algebraic theories	19
E. D. Baladze. Semicontinuity of Boltyansky's invariant	24
M. O. Vezirishvili. One non-parametric estimation of the regression function	28
G. R. Pantsulaya. Independent families of sets and some of their applications to the measure theory	32
G. K. Giorgadze. On some topological aspects of the Riemann—Hilbert problem	36
T. M. Gelashvili. Connected projections of representations of Lie algebras	39
R. M. Tsuladze. On a characteristic problem for one class of high-order non-strictly hyperbolic equations	43
L. I. Kalmutsky. The spectra of semirings and bicompletions of T_0 -spaces	48

MECHANICS

G. Sh. Bazgadze, R. D. Giorgadze, M. G. Kalabegashvili. To the analysis of continuous rectangular plates	52
N. A. Mamatelashvili, D. V. Tabatadze, T. G. Javakhishvili. On the elasto-plastic equilibrium of plates bounded by two arcs of concentric circumferences and two radii under stepwise variation of some parameters	56

THEORY OF ELASTICITY

M. S. Elizbarashvili. The solution of the first basic problem of elasticity for a piecewise homogeneous plane with a semiinfinite cut	60
---	----

CYBERNETICS

R. L. Mitaishvili, E. N. Kvitashvili. On the synthesis of heterogeneous productive systems	64
--	----

PHYSICS

E. I. S'ikharulidze, D. T. Sagareishvili, G. A. Sikharulidze. On charge carriers scattering mechanisms in solid solutions of $GaInAs$	68
R. S. Kabisov, V. I. Kesaev. The diffusive excitation of the classical Morse molecule in the high-frequency electric field	71
V. A. Udovenko, V. V. Sanadze, N. A. Polyakova, E. D. Chichua, L. D. Gogua. Equilibrium state diagram of the aged alloy of $CuNiMn$ quasi-binary section	76
Z. S. Kachlishvili, N. M. Makharadze, F. G. Chumberidze. Transversal escape in the presence of longitudinal-transversal galvanomagnetic effect field	80
D. V. Malazonia. On the microscopic theory of Raman scattering on antiferromagnets	84
G. E. Vachnadze, V. N. Kiviladze. Parametric resonance in the antiferromagnetic phase of solid 3He and in ^3He-A	88

- A. M. Andreev, V. M. Ginzburgh, N. M. Ramishvili. The use of self-reproduction phenomenon in ultrasonic holography 92

GEOPHYSICS

- Ts. D. Porchkhidze, L. V. Kiziria, Ya. I. Feldstein. Magnetic field in the Dusheti observatory during magnetic quiet days 96
- Z. L. Kobaladze, A. G. Khantadze. On propagation of large-scale disturbances in the ionosphere 100

ANALYTICAL CHEMISTRY

- T. G. Andronikashvili, Z. A. Gvelesiani, L. O. Kiknadze. A simple system of sample introduction with flow separation used in capillary chromatography 103

GENERAL AND INORGANIC CHEMISTRY

- M. I. Mamardashvili, I. G. Bakhtadze, R. G. Tushurashvili, E. M. Nanobashvili. The influence of bromate-ions concentration on the yield of radiation-chemical transformation of the As_2S_3 -NaOH- H_2O system and arsenic ores suspensions 108
- Z. B. Chachkhiani, E. U. Tsutskiridze, A. S. Ilyushin, A. V. Pechennikov, L. G. Chachkhiani, M. M. Abdel Aal. Structure and magnetic properties of intermetallic compounds with C 15-type structure 112

ORGANIC CHEMISTRY

- E. G. Lekveishvili. Separation of aromatic hydrocarbons and sulphur compounds from semitar of the mixed sulphurous oil 116

PHYSICAL CHEMISTRY

- T. V. Kokochashvili, V. V. Azatyan, Z. G. Dzotsenidze. The change in the position of the first limit of ignition of carbon (II) oxide and oxygene mixture under the influence of HBr 119

ELECTROCHEMISTRY

- V. V. Shavgulidze, M. R. Chagunava. The mechanism of thallium (I) discharge-ionization process in ethylene glycol solutions of sodium perchlorate at the mercury electrode 124

CHEMICAL TECHNOLOGY

- N. Sh. Jijeishvili, V. M. Goglidze, N. V. Gamkrelidze, M. K. Dgebuadze, G. Sh. Taturashvili. Tkibuli liptobioliths as activators of mineral powders in the production of asphalt-concrete mixtures 128

PHYSICAL GEOGRAPHY

- N. A. Brusnichkina. The results of investigation of the Bzybi karst massif according to aerial photographs (discharge area of the river Mchishta) 131

HYDROLOGY

- G. G. Svanidze, V. I. Kutavaya, N. V. Rukhadze. Correction of grain size distribution and suspended sediment discharge of mountain streams 136

GEOLOGY

- O. Z. Dudauri, M. G. Togonidze, E. N. Bartnitsky. K-Ar age of teschenites of western Georgia 140

PETROLOGY

- D. M. Shengelia, G. T. Vashakidze. Chloritoid-bearing metamorphites of the Loki crystalline prominence of the Transcaucasian median massif 144

STRUCTURAL MECHANICS

- A. N. Akhvlediani. On the effect of plastic hinges axes displacements in the limit equilibrium theory of reinforced concrete structures 148

[EXPLOITATION AND CONCENTRATION OF DEPOSITS

- D. I. Pataraiia, G. Ch. Nozadze. Computer stimulation of relationships between capacity and the principal parameters of tramway 152

METALLURGY

- A. G. Gabisiani, N. D. Gonjilashvili, T. A. Chubinidze, Z. A. Mushkudiani, B. G. Margiev. Kinetics of deoxidation of steel by alloys consisting of calcium and barium 156

MACHINE BUILDING SCIENCE

- V. S. Zviadauri, M. V. Khvingia. On vibration motion of loose material with different rheological characteristics 160

POWER ENGINEERING

- N. V. Meladze, G. R. Biryukov, E. P. Antonov. An improved method for calculation of the efficiency of non-traditional renewable energy sources 163

ELECTROTECHNICS

- A. N. Aburjania, T. P. Vekua, E. D. Gabunia, L. Ph. Sigua, T. G. Museliani. Mathematical modelling of double-wound three-phase transformer with two-way feeding 168

PLANT PHYSIOLOGY

- E. E. Kapanadze. The content of free amino acids in the shoots of *Gryptomeria japonica* in connection with hibernation 171

HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY

- N. A. Khizanishvili, Z. I. Nanobashvili. Effects of electrical stimulation of the mesencephalic reticular formation on the unit activity of the thalamic reticular nucleus in cats 176

BIOCHEMISTRY

- E. A. Rapava, G. I. Aleksidze, L. V. Kekenadze, N. G. Aleksidze. Isolation and characterization of protein with agglutinating and mitogenic activity from the seeds of a Georgian species of bean 180

MICROBIOLOGY AND VIROLOGY

- G. N. Khechinashvili, I. V. Krasilnikov, T. T. Begishvili, A. L. Liozner. The determination of influenza antigens in the serum of patients with bronchial asthma by immunofluorescent analysis 184

ENTOMOLOGY

- M. S. Chkhoidze. Pyrethroids effects on *Ocnerria dispar* hemolymph in combination with bacterial preparations 187

ZOOLOGY

- B. E. Kurashvili, Ts. V. Lomidze. The study of zinc phosphide effect on the activity of brain acetylcholinesterase of *Microtus socialis* 192

HISTOLOGY

- L. I. Magalashvili. For the study of the interbrain (*tectum opticum*) cyto- and myeloarchitectonics in poultry (turkey and duck) 196

CYTOLOGY

- T. G. Tumanishvili, I. G. Kakhidze. The effect of high concentrations of lithium chloride on DNA acid hydrolysis 200

EXPERIMENTAL MEDICINE

- I. Sh. Nadiradze. News in the prophylaxis of malignant tumours metastatic spreading following radical excision 203

LINGUISTICS

- M. V. Esakia. The type of information and the means of expressive syntax 208
 V. Yu. Zytzar. Origin of numerals and archaeology 212



УДК 512.66

МАТЕМАТИКА

М. А. ДЖИБЛАДЗЕ, Т. И. ПИРАШВИЛИ

КОГОМОЛОГИИ АЛГЕБРАИЧЕСКИХ ТЕОРИИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Х. Н. Инасаридзе 2.1.1988)

В [1] мы определили когомологии $H^*(R; T)$ кольца R с коэффициентами в функторе $T: M_R \rightarrow R\text{-mod}$, где M_R — категория свободных левых R -модулей конечного типа; там же доказано, что для аддитивного T имеют место изоморфизмы

$$H^i(R; T) \rightarrow \text{Shukla}^i(R; T(R)) \text{ при } i=0, 1, 2,$$

где Shukla^* — когомологии из [2]. Здесь мы докажем что имеет место изоморфизм

$$H^*(R; T) \rightarrow H^*(R; T(R)),$$

где T — аддитивный функтор, а справа стоят когомологии Маклейна кольца R с коэффициентами в R -бимодуле $T(R)$ [1]. Этот изоморфизм показывает, что $H^2(R; T)$ для аддитивных T классифицирует сингулярные расширения колец. Классифицируемые этой группой расширения R возникают и для неаддитивных T , но уже в большей категории алгебраических теорий в смысле Ловера [4]. Напомним, что функтор, сопоставляющий кольцу R теорию левых R -модулей, является полным вложением категории колец в категорию алгебраических теорий. Таким образом, естественной областью определения наших когомологий является категория алгебраических теорий, где они допускают также описание в виде котрочных когомологий Барра и Бека [5]. Кроме того, мы выразим эти когомологии через когомологии Хохшильда—Митчелла [6] категории свободных моделей данной теории с коэффициентами в некоторых бифункторах. Вычислены когомологии теорий групп, моноидов, G -множеств и др.

Напомним, что алгебраическая теория T есть категория, объекты которой суть натуральные числа $0, 1, \dots$, причем каждый объект n является произведением n экземпляров объекта 1 . Соответствие $(T, n) \rightarrow T(n, 1)$ определяет функтор

$$U: \text{Theories} \rightarrow \text{Sets}^{\mathbb{N}}.$$

Этот функтор обладает левым сопряженным F . Теории, лежащие в образе функтора F , называются свободными. Стандартным образом возникает котройка (комонада) $G=FU$ на Theories.

Для теории T через $T\text{-mod}$ (соотв. $T\text{-ab}$) будет обозначаться категория моделей T в категории множеств (соотв. абелевых групп). Забывающий функтор из $T\text{-ab}$ в $T\text{-mod}$ обладает левым сопряженным $(-)\text{ab}$. Имеется полное вложение

$$I: T^{op} \rightarrow T\text{-mod},$$

საქ. სსრ კ. მარტ.
 სსს, სსს. გვსაბ.
 ბ: მეცნიერება



образ которого состоит из свободных моделей конечного типа $F_0, F_1, \dots, \dots, F_n, \dots$, т. е. F_n —свободная модель \mathbf{T} с n -элементным базисом; в дальнейшем \mathbf{T}^{op} будет отождествляться с этой подкатегорией. Композиция

$$\mathbf{T}^{op} \xrightarrow{I} \mathbf{T}\text{-mod} \xrightarrow{(-)_{ab}} \mathbf{T}\text{-}\underline{ab}$$

обозначается I_{ab} .

Определение. Пусть \mathbf{T} —теория, а $T: \mathbf{T}^{op} \rightarrow \mathbf{T}\text{-}\underline{ab}$ —произвольный функтор. Когомологи теории \mathbf{T} с коэффициентами в T определяются равенством

$$H^*(\mathbf{T}; T) = \text{Ext}_{\mathfrak{F}}^*(\mathbf{T}_{ab}, T),$$

где \mathfrak{F} —категория всех функторов из \mathbf{T}^{op} в $\mathbf{T}\text{-}\underline{ab}$.

Замечание А. Когда \mathbf{T} —теория левых R -модулей, эти когомологи совпадают с когомологиями из [1].

Предложение 1. Пусть \mathbf{T} —теория, а $T: \mathbf{T}^{op} \rightarrow \mathbf{T}\text{-}\underline{ab}$ —произвольный функтор. Зададим бифунктор $D_T: \mathbf{T} \times \mathbf{T}^{op} \rightarrow \underline{Ab}$ равенством

$$D_T(X, Y) = \text{Hom}_{\mathbf{T}\text{-}\underline{ab}}(I_{ab}X, TY) \text{ для } X, Y \in |\mathbf{T}|.$$

Тогда имеет место изоморфизм

$$H^*(\mathbf{T}; T) = H^*(\mathbf{T}^{op}; D_T),$$

где справа стоят когомологи Хохшильда—Митчелла [6].

Предложение 2. Пусть \mathbf{T} —теория, а $T: \mathbf{T}^{op} \rightarrow \mathbf{T}\text{-}\underline{ab}$ —произвольный функтор. Пусть $\mathbf{G}^*\mathbf{T}$ —котроечная резольвента Барра и Бека [5] теории \mathbf{T} . Тогда имеет место изоморфизм

$$H^n(\mathbf{T}; T) \cong H^{n-1}(\text{Der}(\mathbf{G}^*\mathbf{T}; D_T)), \quad n > 1,$$

где Der определено в [6].

Теорема. Пусть даны ассоциативное кольцо R и R - R -бимодуль M . Тогда

$$H^*(\text{теория левых } R\text{-модулей}; M \otimes_R \cdot) \cong H^*(R; M),$$

где справа стоят когомологи Маклейна [3].

Рассмотрим в качестве \mathbf{T} теорию группы (соотв. моноидов). Так как объект $\mathbf{1}$ представляет функтор $\mathbf{1}$ со значениями в группах (соотв. моноидах), то он обладает канонической структурой группы (соотв. моноида) в \mathbf{T} , с умножением: $\mathbf{1} \times \mathbf{1} = \mathbf{2} \rightarrow \mathbf{1}$ и единицей $\mathbf{0} \rightarrow \mathbf{1}$. Тем самым возникает внутренняя категория в \mathbf{T} с объектом объектов $\mathbf{0}$ и объектом морфизмов $\mathbf{1}$; пусть N_1 —нерв этой категории, это—симплициальный объект в \mathbf{T} .

Предложение 3. Пусть \mathbf{T} —теория групп или моноидов, а $T: \mathbf{T}^{op} \rightarrow \underline{Ab}$ —произвольный функтор. Тогда имеется изоморфизм

$$H^*(\mathbf{T}; T) \cong \pi^*(T(N_1)),$$

где π^* обозначает кохомотопические группы косимплициальной абелевой группы $T(N_1)$, полученной покомпонентным применением T .

Предложение 4. Пусть теория \mathbf{T} свободна. Тогда

$$H^n(\mathbf{T}; -) = 0 \text{ для } n \geq 2.$$

Замечание В. Построенные в [7] т. н. свободно ациклические конструкции доставляют, в наших терминах, проективные резольвенты функтора I_{ab} в категории \mathfrak{F} , для нескольких теорий. С их помощью можно провести дальнейшие вычисления когомологий для этих теорий. Например, если T — теория неассоциативных моноидов, то $H^n(T; -) = 0$ $n \geq 2$, а если T — теория коммутативных неассоциативных моноидов, то $H^n(T; -) \cong \cong H^{n+2}(T; -)$ для $n \geq 3$.

Предложение 5. Пусть G — моноид, T — теория G -множеств, а $T: \mathbf{T}^{op} \rightarrow G\text{-mod}$ — произвольный функтор. Тогда имеет место изоморфизм

$$H^*(T; T) \cong H^*(G; T(F_1)),$$

где справа стоят когомологии моноида G с коэффициентами в G -модуле $T(F_1)$.

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

(Поступило 8.1.1988)

მათემატიკა

ა. ჯიბლაძე, თ. ფირაშვილი
ალგებრული თეორიების კოჰომოლოგიები
რეზიუმე

ალგებრული თეორიების [4] ზოგადი კომონადური კოჰომოლოგიები [5] გამოსახულია მცირე კატეგორიების პოხშილდ-მიტჩელის კოჰომოლოგიებით [6] და გარკვეული Ext ჯგუფებით. ეს საშუალებას იძლევა ზოგ შემთხვევაში ცხადად გამოითვალოს ეს კოჰომოლოგიები. კერძოდ, ნაჩვენებია, რომ რგოლების მაკლეინის კოჰომოლოგიები [3] და მონოიდებისა და ჯგუფების კოჰომოლოგიები ემთხვევა შესატყვისი თეორიების კოჰომოლოგიებს. გამოთვლილია ზოგიერთ მულტიპლიკაციურ სისტემათა თეორიების კოჰომოლოგიები.

MATHEMATICS

M. A. JIBLADZE, T. I. PIRASHVILI
COHOMOLOGY OF ALGEBRAIC THEORIES

Summary

General comonadic cohomology [5] of algebraic theories [4] is expressed by the Hochschild-Mitchell cohomology of small categories [6], and by certain Ext groups. This makes it possible to perform explicit calculations in a number of cases. It is shown, in particular, that MacLane cohomology of rings [3] and the cohomology of groups and monoids coincide with the cohomology of corresponding theories. Cohomology of the theories of some multiplicative systems is calculated.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. М. Джибладзе, Т. Пирашвили. Сообщения АН ГССР, 123, № 3, 1986, 481—484.
2. U. S h u k l a. Ann. Sci. Ec. Norm. Sup., 78, 1961, 163-209.
3. S. M a c L a n e. Homologie des anneaux et des modules. Colloque de topologie algebrique, Louvain 1956, 55-80.
4. G. C. W r a i t h. Algebraic Theories. Aarhus University, Lecture Notes Series, 1971.
5. M. B a r r, J. B e c k. Lecture Notes in Math., 80, 1969, 245-335.
6. H. J. B a u e s, G. W i r s c h i n g. J. Pure and Appl. Algebra, 38, 1985, 187-211.
7. S. E i l e n b e r g, S. M a c L a n e. Trans. AMS, 71, 1951, 294-330.

Э. Д. БАЛАДЗЕ

ПОЛУНЕПРЕРЫВНОСТЬ ИНВАРИАНТА БОЛТЯНСКОГО

(Представлено академиком Г. С. Чогошвили 12.1.1988)

Решение проблемы Секефальви—Надя для зоноидов опирается на информацию о поведении при предельном переходе, во-первых, разложения в прямую сумму (это рассмотрено в статье [1]) и, во-вторых, инварианта Болтянского mdM [2]. Настоящая заметка посвящена изучению второго из этих вопросов.

Лемма 1. Пусть \bar{e} —единичный вектор внешней нормали выпуклого тела M в его регулярной граничной точке. Тогда для любого $\varepsilon > 0$ существует такое $\delta > 0$, что при $d(M, M') < \delta$ тело M' имеет в некоторой своей регулярной точке вектор внешней нормали e' , для которого $|\bar{e} - e'| < \varepsilon$.

Пусть теперь

$$H = \{\bar{e}_1, \bar{e}_2, \dots, \bar{e}_p\} \quad (1)$$

— конечная упорядоченная система векторов в \mathbb{R}^n . Система

$$H' = \{e'_1, e'_2, \dots, e'_p\} \quad (2)$$

называется получающейся из H с помощью ε -сдвига, если для любого $i=1, 2, \dots, p$ имеем $|\bar{e}_i - e'_i| < \varepsilon$.

Лемма 2. Пусть (1)—конечная система единичных векторов в \mathbb{R}^n , не являющаяся односторонней. Тогда существует такое ε ($0 < \varepsilon < 1$), что любая система H' , получающаяся из H с помощью ε -сдвига, удовлетворяет условию $md H' \geq md H$.

Теорема. *Инвариант $md M$ полунепрерывен снизу. Более подробно, пусть тело M является пределом последовательности $M_1, M_2, \dots, M_k, \dots$ компактных выпуклых тел в \mathbb{R}^n . Тогда если $md M_k \leq r$ для всех $k=1, 2, \dots$, то $md M \leq r$.*

Доказательство. Пусть $md M = m$. Выберем такие $m+1$ регулярных граничных точек тела M , что единичные внешние нормали $\bar{e}_1, \bar{e}_2, \dots, \bar{e}_{m+1}$, проведенные в этих точках, минимально зависимы. Дополним их единичными векторами внешней нормали тела M в регулярных граничных точках так, чтобы получилась система (1), не являющаяся односторонней. Выберем, согласно лемме 1, число δ , пригодное для каждого вектора $\bar{e}_1, \dots, \bar{e}_p$ системы H . Пусть k —такое число, что $d(M, M_k) < \delta$. Тело $M' = M_k$ имеет в некоторой своей регулярной граничной точке вектор внешней нормали e'_i , для которого $|\bar{e}_i - e'_i| < \varepsilon$ (для каждого $i=1, \dots, p$). Возникающая система (2) получается из (1) ε -сдвигом. В силу леммы 2, $md H' \geq md H$, т. е. $md M_k \geq md M$. Так как $md M_k \leq r$, то $md M \leq r$.

Обсудим теперь идеи доказательства лемм 1 и 2. Пусть \bar{e} —единичный вектор внешней нормали в регулярной точке a тела M . Обозначим через $K(\alpha)$ конус (с вершиной O), образованный лучами, составляющими с

\bar{e} угол, меньший α . Для любых точек b, y_1, \dots, y_n , не лежащих в одной гиперплоскости, обозначим через $C(b; y_1, \dots, y_n)$ конус с вершиной b , порожденный лучами by_1, by_2, \dots, by_n . Так как a — регулярная граничная точка тела M , то в нем существуют такие точки x_1, \dots, x_n , что $D(C(a; x_1, \dots, x_n)) \subset K(\varepsilon/2)$, где D — двойственный конус. Пусть $\delta > 0$ — такое число, что для точек a', x'_1, \dots, x'_n , отстоящих от a, x_1, \dots, x_n менее чем на δ , имеем $D(C(a'; x'_1, \dots, x'_n)) \subset K(\varepsilon)$. При $d(M, M') < \delta$ можно в M' выбрать точки a', x'_1, \dots, x'_n , отстоящие от a, x_1, \dots, x_n менее чем на δ , причем a' — регулярная граничная точка тела M' . Тогда единичный вектор внешней нормали \bar{e}' тела M' в точке a' принадлежит $K(\varepsilon)$, и потому $|\bar{e} - \bar{e}'| < \varepsilon$.

Обратимся теперь к лемме 2. Пусть дана система (1) единичных векторов, не являющаяся односторонней. Положим $\text{md } H = m$ и выберем в H минимально зависимые векторы $\bar{e}_1, \dots, \bar{e}_{m+1}$. Пусть L — их несущая плоскость. K — ее ортогональное дополнение, $\pi: \mathbb{R}^n \rightarrow K$ — проектирование параллельно L .

Отложим векторы системы H от начала: $\bar{e}_i = \overline{OA}_i$, $i = 1, \dots, p$ и пусть P — выпуклая оболочка точек A_1, \dots, A_p . Пусть B_1, \dots, B_q — все вершины многогранника $\pi(P) \subset K$. Для каждого $i = 1, \dots, q$ выберем одну точку A_j , для которой $\pi(A_j) = B_i$, и обозначим ее через C_i . Границу $\text{bd } \pi(P)$ многогранника $\pi(P)$ разобьем на симплексы с вершинами в точках B_1, \dots, B_q и для каждого симплекса $T = [B_{i_1}, \dots, B_{i_k}]$ этого разбиения обозначим через $\varphi(T)$ симплекс с вершинами C_{i_1}, \dots, C_{i_k} . Вместе взятые симплексы $\varphi(T)$ (где $T \subset \text{bd } \pi(P)$) образуют в \mathbb{R}^n многогранную поверхность Q , взаимно однозначно проектирующуюся на $\text{bd } \pi(P)$ с помощью π .

Пусть теперь система (2) получается из (1) с помощью ε -сдвига. Существует такое $\varepsilon_0 > 0$, что при $\varepsilon < \varepsilon_0$ векторы $\bar{e}'_1, \dots, \bar{e}'_m$ линейно независимы; пусть L' — содержащее их подпространство. Можно считать (уменьшив ε_0 , если нужно), что при $\varepsilon < \varepsilon_0$ подпространство K — прямое дополнение для L' . Пусть $\pi': \mathbb{R}^n \rightarrow K$ — проектирование параллельно L' . При рассматриваемом ε -сдвиге точки A_1, \dots, A_p переходят в некоторые точки A'_1, \dots, A'_p (т. е. $\bar{e}'_i = \overline{OA}'_i$), и потому C_1, \dots, C_q переходят в C'_1, \dots, C'_q , симплекс $[C_{i_1}, \dots, C_{i_k}]$ — в симплекс $[C'_{i_1}, \dots, C'_{i_k}]$, а поверхность Q — в некоторую поверхность Q' . Можно считать, что при $\varepsilon < \varepsilon_0$ поверхность Q' при помощи π' взаимно однозначно отображается на $\pi'(Q')$, причем любой луч в K , исходящий из точки O , пересекает $\pi'(Q')$ в единственной точке.

Поверхность $\pi'(Q')$ имеет своими вершинами точки $B'_1 = \pi'(C'_1), \dots, B'_q = \pi'(C'_q)$. Мы возьмем $\pi'(Q')$ в симплицциальном разбиении, получающемся сдвигом $B_1 \rightarrow B'_1, \dots, B_q \rightarrow B'_q$ из рассматриваемого симплицциального разбиения поверхности $\text{bd } \pi(P)$. Далее, если симплекс $T = [B_{i_1}, \dots, B_{i_k}]$ содержится в симплицциальном разбиении поверхности $\text{bd } \pi(P)$ и $\varphi(T) = [C_{i_1}, \dots, C_{i_k}]$, то мы положим $T' = [B'_{i_1}, \dots, B'_{i_k}]$, $\varphi'(T') = [C'_{i_1}, \dots, C'_{i_k}]$. Таким образом, $\varphi'(T')$ взаимно однозначно отображается на T' при проектировании π' .

Так как $\bar{e}_1, \dots, \bar{e}_{m+1}$ минимально зависимы, то существуют такие положительные числа $\lambda_1, \dots, \lambda_{m+1}$, что

$$\lambda_1 \bar{e}_1 + \dots + \lambda_m \bar{e}_m + \lambda_{m+1} \bar{e}_{m+1} = \bar{O}.$$

Положим $\bar{x} = -\lambda_1 \bar{e}'_1 - \dots - \lambda_m \bar{e}'_m - \lambda_{m+1} \bar{e}'_{m+1}$. Если $\pi'(\bar{x}) \neq \bar{O}$, то существует точка $Y \in \pi'(Q')$ и число $\nu > 0$, для которых $\pi'(Y) = \nu \bar{O}Y$. Пусть $Z \in Q'$ — такая точка, что $\pi'(Z) = Y$. Положим $\bar{z} = \nu \bar{O}Z$; тогда $\pi'(\bar{z}) = \pi'(x)$ и потому вектор $\bar{x} - \bar{z}$ параллелен L' :

$$\bar{x} - \bar{z} = x_1 \bar{e}'_1 + \dots + x_m \bar{e}'_m.$$

В силу соображения непрерывности мы можем предположить (уменьшив ϵ_0 , если нужно), что при $\epsilon < \epsilon_0$ выполнены условия $|x_i| < \lambda_i$, $i = 1, \dots, m$.

Существует единственный симплекс $T' = [B'_{i_1}, \dots, B'_{i_k}]$ в рассматриваемом симплицальном разбиении поверхности $\pi'(Q')$, для которого Y является внутренней точкой и, следовательно, Z является внутренней точкой симплекса $\varphi'(T') = [C'_{i_1}, \dots, C'_{i_k}]$. Следовательно, существуют такие положительные числа μ_1, \dots, μ_k (сумма которых равна 1), что $\bar{O}Z = \mu_1 \bar{O}C'_{i_1} + \dots + \mu_k \bar{O}C'_{i_k}$. Теперь имеем

$$\begin{aligned} & (\lambda_1 + x_1) \bar{e}'_1 + \dots + (\lambda_m + x_m) \bar{e}'_m + \lambda_{m+1} \bar{e}'_{m+1} + \nu \mu_1 \bar{O}C'_{i_1} + \\ & + \dots + \nu \mu_k \bar{O}C'_{i_k} = -\bar{x} + (\bar{x} - \bar{z}) + \nu \bar{O}Z = \bar{O}, \end{aligned}$$

причем все коэффициенты в левой части положительны. Это означает, что векторы

$$\bar{O}C'_{i_1}, \dots, \bar{O}C'_{i_k}, \bar{e}'_1, \dots, \bar{e}'_m, \bar{e}'_{m+1} \quad (3)$$

положительно зависимы. Более того, они минимально зависимы (так как, отбрасывая последний из них, мы получаем линейно независимые векторы). Так как все векторы (3) принадлежат системе H' , то $\text{md } H' \geq k + m \geq m$, как и утверждает лемма 2.

Заметим, что из леммы 2 непосредственно вытекает справедливость теоремы Живалевича (3).

Тбилисский государственный университет

(Поступило 14.1.1988)

მათემატიკა

ე. ბალაძე

ბოლტიანსკის ინვარიანტის ნახევრადუწყვეტობა

რეზიუმე

მოცემულია ინფორმაცია ზღვარზე გადასვლისას ბოლტიანსკის ინვარიანტის შესახებ.

თეორემა: $\text{md } M$ ინვარიანტი ნახევრადუწყვეტია ქვემოთა. უფრო დაწვრილებით, ვთქვათ, M ტანი წარმოადგენს R^n -ში M_1, \dots, M_k, \dots კომპაქტურ ამოზნექილ ტანთა მიმდევრობის ზღვარს. თუ $\text{md } M_k \leq r$ ყოველი $k=1, 2, \dots$ -თვის, მაშინ $\text{md } M \leq r$.

E. D. BALADZE

SEMICONTINUITY OF BOLTYANSKY'S INVARIANT

Summary

Information on the behaviour of Boltyansky's invariant during its passage to the limit is given.

Theorem. The invariant mdM is lower semicontinuous. More precisely, let the body M be a limit of the sequence M_1, \dots, M_k, \dots of compact convex bodies in R^n . If $mdM_k \leq r$ for all $k=1, 2, \dots$, then $mdM \geq r$.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Э. Д. Баладзе. Сообщения АН ГССР, 1989, 133, № 3, 473—476.
2. В. Г. Болтянский. ДАН СССР, 1976, 226, № 2, 249—252.
3. В. Г. Болтянский, Т. А. Чабукиани. Сообщения АН ГССР, 117, № 3, 1985, 477—479.



М. О. ВЕЗИРИШВИЛИ

ОБ ОДНОЙ НЕПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ ОЦЕНКЕ ФУНКЦИИ РЕГРЕССИИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии И. Т. Кигурадзе 26.1.1988)

Пусть на вероятностном пространстве $(\Omega, \mathfrak{F}, \mathbf{P})$ дан случайный вектор (\bar{X}, Y) , с плотностью распределения $f(\bar{X}, Y)$, где $\bar{X} \in \mathbb{R}^p$, $Y \in \mathbb{R}$.

Допустим, что $(\bar{X}_1, Y_1), (\bar{X}_2, Y_2), \dots, (\bar{X}_n, Y_n)$ — результаты независимых наблюдений над случайным вектором (\bar{X}, Y) .

Мы должны оценить неизвестную функцию регрессии $r(\bar{x}) = E(Y | \bar{X} = \bar{x})$ по наблюдаемым данным. В качестве оценки рассматривается статистика

$$\widehat{r}_n(\bar{x}) = \frac{c}{k-1} \sum_{i=1}^n Y_i W \left(\frac{\bar{x} - \bar{X}_i}{R_n} \right),$$

где $k = k(n)$ — последовательность натуральных чисел, стремящаяся к бесконечности при $n \rightarrow \infty$; ядро W — борелевская функция, удовлетворяющая приводимым ниже условиям, а $R_n = R_n(\bar{x}, k, \bar{X}_1, \dots, \bar{X}_n)$ — расстояние между точкой \bar{x} , $\bar{x} \in \mathbb{R}^p$, и k -м ближайшим к \bar{x} наблюдением из выборки $\bar{X}_1, \dots, \bar{X}_n$.

Эта оценка представляет обобщение оценки Ватсона [4].
Справедливы следующие утверждения.

Теорема 1. Пусть выполняются следующие условия:

- 1) $g(\bar{x}) > 0$ для любого $\bar{x} \in \mathbb{R}^p$;
- 2) $f(\bar{x}, y)$ имеет ограниченные частные производные до второго порядка включительно по \bar{x} ;

- 3) $\psi(\bar{x}) = \int_{\mathbb{R}} y \frac{\partial^2 f(\bar{x}, y)}{\partial \bar{x}^2} dy$ — непрерывно для любого $\bar{x} \in \mathbb{R}^p$;

- 4) Существует такое $M > 0$, что $\sup |\psi(\bar{x})| < M < \infty$;

- 5) $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{k}{n} = 0$; $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{n}{k^2} = 0$;

- 6) $\int_{\mathbb{R}^p} W(\bar{u}) d\bar{u} = 1$; $\int_{\mathbb{R}^p} \bar{u} W(\bar{u}) d\bar{u} = 0$; $\int_{\mathbb{R}^p} \bar{u}^2 |W(\bar{u})| d\bar{u} < \infty$;

- 7) Найдется такое $\zeta > 0$, что

$$1 - G(r) = O(r^{-\zeta}), \text{ при } r \rightarrow \infty.$$

Тогда



$$E[\widehat{r}_n(\bar{x})] = r(\bar{x}) + O\left(\frac{1}{k} + \left(\frac{k}{n}\right)^{\frac{2+\xi}{p}}\right);$$

Теорема 2. Пусть выполняются условия 1), 3), 4), 5), 6), 7) теоремы 1, а также следующие условия:

1') $g(\bar{x})$ имеет непрерывные равномерно ограниченные вторые частные производные в окрестности точки $\bar{x} \in \mathbb{R}^p$;

2') $f(\bar{x}, y)$ имеет непрерывные частные производные второго порядка по \bar{x} в окрестностях точки \bar{x} :

$$3') \int_{\mathbb{R}^p} |W^3(\bar{u})| d\bar{u} < \infty;$$

$$4') \int_{\|\bar{u}\| > 1} W(\bar{u}) d\bar{u} > 0;$$

$$5') \int_{\mathbb{R}} |y|^3 f(\bar{x}, y) dy < \infty.$$

Тогда случайная величина

$$[V\bar{k}(\widehat{r}_n(\bar{x}) - E\widehat{r}_n(\bar{x}))]$$

распределена асимптотически нормально со средним 0 и дисперсией

$$\sigma^2 = CE(y^2 | \bar{x} = \bar{x}) \int_{\mathbb{R}^p} W^2(\bar{u}) d\bar{u} - r^2(\bar{x}) \left[\int_{\|\bar{u}\| < 1} W(\bar{u}) d\bar{u} - \int_{\|\bar{u}\| > 1} W(\bar{u}) d\bar{u} \right].$$

Замечание 1.

Сформулированные утверждения доказываются с помощью следующей леммы.

Лемма 1. Пусть P имеет плотность F такую, что

1) $f(\bar{x}) > 0$, $\forall \bar{x} \in \mathbb{R}^p$;

2) f имеет ограниченные производные второго порядка, удовлетворяющие условию Гельдера с показателем λ , $0 < \lambda \leq 1$, т. е. существует такая постоянная $L > 0$, что

$$\left| \sum_{i,j=1}^p \frac{\partial^2 f(\bar{x})}{\partial x_i \partial x_j} - \sum_{i,j=1}^p \frac{\partial^2 f(\bar{y})}{\partial y_i \partial y_j} \right| \leq L \|\bar{x} - \bar{y}\|^\lambda, \quad \bar{x}, \bar{y} \in \mathbb{R}^p;$$

3) Существует $\zeta > 0$ такое, что

$$1 - G(r) = O(r^{-\zeta}), \quad \text{при } r \rightarrow \infty;$$

4) $\frac{k}{n} \rightarrow 0$, $\frac{n}{k^2} \rightarrow 0$, при $n \rightarrow \infty$.

Тогда

$$E[\Phi(R_n)] = n \binom{n-1}{k-1} \left\{ \int_0^1 \left[\frac{1}{Cf(\bar{x})} t - \frac{1}{2(p+2)} \cdot \frac{1}{(Cf(\bar{x}))^{\frac{p+2}{2}}} \times \right. \right.$$

$$\times \sum_{i=1}^p \frac{\partial^2 f(\bar{x})}{\partial z_i^2} \left[t^{\frac{p+2}{2}} \right]^{\frac{\alpha}{p}} t^{k-1-\beta} (1-t)^{n-k-\gamma} dt +$$

$$+ O \left(\int_0^1 t^{k-1-\beta+\frac{\alpha}{p}(\frac{p+2+\lambda}{p})} (1-t)^{n-k-\gamma} dt \right), \quad n \rightarrow \infty,$$

где Φ определяется формулой

$$\Phi(r) = \frac{r^\alpha}{[1-G(r)]^\gamma [G(r)]^\beta},$$

$G(r)$ является функцией распределения $R_{n_i}(\bar{x})$, $i=1, n$, где $R_{n_i}(\bar{x})$ — расстояние между \bar{x} и наблюдением \bar{X}_i , а $C = \frac{\pi^{p/2}}{\Gamma\left(\frac{p+2}{2}\right)}$;

Замечание 2. На основании приводимых теорем можно сравнить оценку $\widehat{r}_n(\bar{x})$ с оценкой $r_n(\bar{x})$ типа Надарая—Ватсона.

Прделаем это в случае, когда W является плотностью равномерного распределения на интервале $[-1, 1]$. В этом случае в условиях теоремы 2

$$\sqrt{na_n} \frac{r_n(\bar{x}) - r(\bar{x})}{\sigma_3(\bar{x})} \xrightarrow{d} N(0, 1),$$

где a_n — такая последовательность положительных чисел, что

$$\lim_{n \rightarrow \infty} na_n^3 = \infty, \quad \lim_{n \rightarrow \infty} na_n^5 = 0,$$

$$\sigma_3^2(\bar{x}) = \frac{D(Y|\bar{X}=\bar{x})}{Cg(\bar{x})}.$$

Ясно, что $\sigma(\bar{x}) < \sigma_3(\bar{x})$ при таких \bar{x} , для которых $g(\bar{x}) < \frac{1}{C}$, $C = \frac{\pi^{p/2}}{\Gamma\left(\frac{p+2}{2}\right)}$.

Тогда при больших n распределения

$$\sqrt{k} \frac{\widehat{r}_n(\bar{x}) - r(\bar{x})}{\sigma(\bar{x})} \quad \text{и} \quad \sqrt{na_n} \frac{r_n(\bar{x}) - r(\bar{x})}{\sigma_3(\bar{x})}$$

близки к $N(0, 1)$ и если выбрать последовательность $K(n)$ так, что $na_n = k(n)^2$, то несомненно, что „рассеивание“ $r_n(\bar{x})$ вокруг $r(\bar{x})$ будет больше, чем для $r_n(\bar{x})$:

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \mathbf{P} \left(|\widehat{r}_n(\bar{x}) - r(\bar{x})| < \frac{\lambda}{\sqrt{k}} \right) > \lim_{n \rightarrow \infty} \mathbf{P} \left(|r_n(\bar{x}) - r(\bar{x})| < \frac{\lambda}{\sqrt{k}} \right).$$

Это позволяет нам, в случае $g(\bar{x}) < \frac{1}{C}$ признать оценку $\widehat{r}_n(\bar{x})$ лучшей, чем $r_n(\bar{x})$.

Тбилисский государственный университет

ა. მუხრანის

რეგრესიის ფუნქციის ერთი არაპარამეტრული შეფასების შესახებ

რეზიუმე

აგებულია რეგრესიის ფუნქციის არაპარამეტრული შეფასება „ k -ური უახლოესი მეზობლის“ მეთოდით, გამოთვლილია შეფასების მათემატიკური ლოდინი და ასიმპტოტური განაწილება. მოცემულია შეფასების შედარება ნადარაია — ვატსონის ტიპის შეფასებასთან.

MATHEMATICS

M. O. VEZIRISHVILI

ONE NON-PARAMETRIC ESTIMATION OF THE REGRESSION
FUNCTION

Summary

Non-parametric estimation of the regression function is constructed by the method of “ K -nearest neighbour”. Mathematical expectation and asymptotic distribution of this estimation is calculated. This estimation is compared with that of Nadaraia—Watson.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Э. А. Надарая. Теор. вероятн. и ее примен., 9, 1964, 157—159.
2. М. М. Надарейшвили. IV Советско-Японский симпозиум. Тезисы док. Тбилиси, 1982, 126—127.
3. G. Gollomb. Comptes Rendus, Paris, Ser, A. 289, 1979, 245-247.
4. G. Watson. J. Statist. ser, A. 26, 4, 1964, 359-372.



Г. Р. ПАНЦУЛАЯ

НЕЗАВИСИМЫЕ СЕМЕЙСТВА МНОЖЕСТВ И ИХ НЕКОТОРЫЕ ПРИМЕНЕНИЯ К ТЕОРИИ МЕРЫ

(Представлено академиком Б. В. Хведелидзе 27.1.1988)

В последнее время с большим успехом применяются методы комбинаторной теории множеств в различных разделах математики, в частности, в топологии и теории меры. Среди этих методов заслуживает особого внимания метод построения максимальных семейств независимых множеств в произвольных бесконечных базисных пространствах. В связи со сказанным напомним некоторые определения.

Пусть E — основное базисное пространство, β — некоторое кардинальное число. Скажем, что семейство $(X_i)_{i \in I}$ частей пространства E является β -независимым (соответственно, строго β -независимым), если для любого подмножества индексов $J \subset I$ с $\text{Card}(J) < \beta$ (соответственно, $\text{Card}(J) \leq \beta$) выполняется соотношение $\bigcap_{i \in J} \bar{X}_i \neq \emptyset$, где

$$(\forall i) (i \in I \Rightarrow (\bar{X}_i = X_i \vee \bar{X}_i = E \setminus X_i)).$$

В случае произвольного бесконечного множества E вопрос существования максимального семейства \aleph_0 -независимых подмножеств E был впервые исследован А. Тарским (см. [1]). Им было доказано, что эта мощность равна $2^{\text{Card}(E)}$. Этот результат нашел очень много интересных применений в общей топологии. В частности, с его помощью было доказано, что в произвольном бесконечном пространстве E мощность класса всех ультрафильтров равна $2^{\text{Card}(E)}$.

В случае континуального множества вопрос существования максимального в смысле мощности семейства строго \aleph_0 -независимых подмножеств также был исследован и было доказано, что эта мощность равна 2^c , где через c обозначена мощность континуума. Этот результат был успешно применен в теории инвариантных продолжений меры Лебега. В частности, в евклидовом пространстве E_n было построено максимальное семейство попарно ортогональных D_n -инвариантных мер, являющихся продолжениями меры Лебега (см. [2]).

Имеет место следующее

Предложение 1. Пусть E — произвольное бесконечное базисное пространство и β — такое бесконечное кардинальное число, что справедливо соотношение

$$\text{Card}(E) = \text{Card}(E^\beta).$$

Тогда в пространстве E существует строго β -независимое семейство частей $(X_i)_{i \in I}$ такое, что имеет место соотношение

$$\text{Card}(I) = 2^{\text{Card}(E)}.$$



Доказательство этого предложения можно провести по предложенной А. Тарским (см. [1], а также [2]).

Имеет место следующая

Лемма 1. Пусть справедлива обобщенная гипотеза континуума. Далее, пусть α и β — такие бесконечные кардинальные числа, что выполняется соотношение $\alpha \neq \alpha^\beta$. Тогда кардинальное число β конфинально кардинальному числу α .

З а м е ч а н и е 1. Пусть E — бесконечное базисное пространство и β — такое бесконечное кардинальное число, что соотношение $\text{Card}(E^\beta) = \text{Card}(E)$ не выполняется. Тогда, при справедливости обобщенной гипотезы континуума, можно доказать, что не существует строго β -независимого семейства частей от E с максимальной мощностью.

В дальнейшем нам понадобятся следующие вспомогательные утверждения.

Лемма 2. Пусть H — произвольная несчетная σ -компактная локально компактная топологическая группа, λ — мера Хаара на этой группе. Пусть α — любое кардинальное число, не превосходящее мощности группы H . Тогда существует семейство $(X_i)_{i \in I}$ частей группы H такое, что выполняются соотношения

$$1) \text{Card}(I) = \alpha;$$

$$2) (\forall i) (\forall i') (i \in I \ \& \ i' \in I \ \& \ i \neq i' \Rightarrow X_i \cap X_{i'} = \emptyset);$$

3) $(\forall i) (\forall F) (i \in I \ \& \ F \text{ есть замкнутая часть группы } H \text{ с положительной } \lambda\text{-мерой} \Rightarrow \text{Card}(X_i \cap F) = \text{Card}(H));$

$$4) (\forall I') (\forall g) (I' \subset I \ \& \ g \in H \Rightarrow \text{Card}(g(\bigcup_{i \in I} X_i) \Delta (\bigcup_{i \in I'} X_i)) < \text{Card}(H)).$$

Лемма 3. Пусть K — такой H -инвариантный счетно-аддитивный идеал в несчетной σ -компактной локально компактной топологической группе H , что справедливо соотношение

$$(\forall Z) (Z \in K \Rightarrow \lambda_*(Z) = 0).$$

Определим функционал μ посредством равенства

$$\mu((X \cup Z') \setminus Z'') = \lambda(X),$$

где X — произвольное борелевское подмножество группы H , а Z' и Z'' — произвольные элементы из идеала K . Тогда функционал μ представляет собой H -инвариантное продолжение меры λ .

Лемма 4. Пусть H — такая несчетная σ -компактная локально компактная топологическая группа, что выполняется соотношение $\text{Card}(H^{\aleph_0}) = \text{Card}(H)$. Далее, пусть λ — мера Хаара на этой же группе. Тогда существует такое семейство $(A_j)_{j \in J}$ частей от H , что выполняются соотношения:

$$1) \text{Card}(J) = 2^{\text{Card}(H)};$$

2) какова бы ни была инъективная последовательность $(j_k)_{k \in N}$ индексов из множества J . каждое пересечение вида

$$\bigcap_{k \in N} A_{j_k},$$

где $(\forall k) (k \in N \Rightarrow (\bar{A}_{j_k} = A_{j_k} \vee \bar{A}_{j_k} = H \setminus A_{j_k}))$,

является почти H -инвариантным подмножеством группы H ;

3) для любой инъективной последовательности $(j_k)_{k \in N}$ индексов из J и для любого замкнутого множества $F \subset H$ с положительной λ -мерой справедливо соотношение

$$\text{Card} \left(\left(\bigcap_{k \in N} A_{j_k} \right) \cap F \right) = \text{Card} (F),$$

где, как и выше,

$$(\forall k) (k \in N \Rightarrow \bar{A}_{j_k} = A_{j_k} \vee \bar{A}_{j_k} = H \setminus A_{j_k}).$$

Справедливо следующее

Предложение 2. Пусть H — такая несчетная σ -компактная локально компактная топологическая группа, что выполняется соотношение $\text{Card} (H) = \text{Card} (H^{\aleph_0})$. Далее, пусть λ — мера Хаара, заданная на этой же группе. Тогда существует семейство мер $(\mu_t)_{t \in T}$, заданных на некоторой σ -алгебре группы H такое, что выполняются соотношения

- 1) $\text{Card} (T) = 2^{2^{\text{Card}(H)}}$;
- 2) $(\forall t) (t \in T \Rightarrow \text{мера } \mu_t \text{ является } H\text{-инвариантной мерой})$;
- 3) $(\forall t) (t \in T \Rightarrow \text{мера } \mu_t \text{ является продолжением меры } \lambda)$;
- 4) $(\forall t_1) (\forall t_2) (t_1 \in T \ \& \ t_2 \in T \ \& \ t_1 \neq t_2 \Rightarrow \text{меры } \mu_{t_1} \ \& \ \mu_{t_2} \text{ являются взаимно ортогональными})$.

Предложение 3. Пусть справедлива обобщенная гипотеза континуума и бесконечное базисное множество E таково, что выполняется соотношение $\text{Card} (E^{\aleph_0}) \neq \text{Card} (E)$. Тогда максимальная мощность семейства попарно ортогональных σ -конечных мер, заданных на множестве E , равна $\text{Card} (E)$.

С другой стороны, справедливо следующее

Предложение 4. Пусть H — произвольная несчетная σ -компактная локально компактная топологическая группа и λ — мера Хаара для этой группы. Тогда существует такое семейство мер $(\mu_i)_{i \in I}$, заданных на некоторой σ -алгебре частей группы H , что выполняются соотношения

- 1) $\text{Card} (I) = \text{Card} (H)$;
- 2) $(\forall i) (i \in I \Rightarrow \text{мера } \mu_i \text{ является } H\text{-инвариантным продолжением меры } \lambda)$;
- 3) $(\forall i) (\forall j) (i \in I \ \& \ j \in I \ \& \ i \neq j \Rightarrow \text{меры } \mu_i \ \& \ \mu_j \text{ являются взаимно ортогональными})$.

Замечание 2. В условиях предложения 2 можно построить слабо разделимое семейство H -инвариантных продолжений меры λ с максимальной возможной мощностью $2^{\text{Card}(H)}$.

Замечание 3. Нетрудно заметить, что полученные выше результаты позволяют решить вопрос, рассматриваемый в работе [3], для произвольных бесконечных пространств E .

გ. შანუღლია

სიმრავლეთა დამოუკიდებელი ოჯახები და მათი ზომიერით
გამოყენება ზომის თეორიაში

რეზიუმე

უსასრულო სივრცის შემთხვევაში გამოკვლეულია მაქსიმალური სიმძლავრის მქონე სიმრავლეთა დამოუკიდებელი ოჯახის არსებობის საკითხი.

MATHEMATICS

G. R. PANTSULAYA

INDEPENDENT FAMILIES OF SETS AND SOME OF THEIR
APPLICATIONS TO THE MEASURE THEORY

Summary

The problem of existence of an independent family of sets with the maximal power in the infinite basic space is considered.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. К. Куратовский, А. Мостовский. Теория множеств. М., 1980.
2. А. Б. Харазишвили. Инвариантные продолжения меры Лебега. Тбилиси, 1983.
3. Г. Р. Панцулая. Сообщения АН ГССР, 117, № 1, 1985.

Г. К. ГИОРГАДЗЕ

О НЕКОТОРЫХ ТОПОЛОГИЧЕСКИХ АСПЕКТАХ ЗАДАЧИ РИМАНА—ГИЛЬБЕРТА

(Представлено академиком Б. В. Хведелидзе 2.2.1988)

Целью данной работы является вычисление некоторых топологических инвариантов голоморфного векторного расслоения над сферой Римана P^1 , которые получаются из однородной краевой задачи Гильберта [1—3].

Группу невырожденных матриц-функций из класса Гельдера с показателем μ обозначим через Ω . Как известно, любая такая матрица-функция A факторизуема. В частности, определены частные индексы $k_i(A)$, $i=1, \dots, n$ [1].

Определение 1. Элементы $A, B \in \Omega$ называются эквивалентными, если их частные индексы $k_i(A)$, $k_i(B)$, $i=1, \dots, n$ совпадают. Этот класс эквивалентности обозначим через Ω_K , где $K=(k_1, \dots, k_n)$ —мультииндекс и $k_1 \geq \dots \geq k_n$.

Пусть P^1 —риманова сфера и $S^1 \subset P^1$ —единичная окружность, внешность и внутренность которой мы обозначим, соответственно, U_1 и U_2 . Рассмотрим открытое покрытие P^1 множествами $U_1, U_2, U_3 = P^1 \setminus \{0, \infty\}$. Пусть $f: S^1 \rightarrow GL(n, C)$, $f \in \Omega$, тогда f можно представить в виде $f = f_- d_K f_+$, где $f_-: U_1 \rightarrow GL(n, C)$, $f_+: U_2 \rightarrow GL(n, C)$ голоморфные матрицы-функции, а $d_K = \{t_{ij} t^{kj}\}$ —диагональная матрица-функция с $t \in S^1$, которая называется характеристической матрицей-функцией для f . Пусть E —голоморфное расслоение над P^1 , которое получается из покрытия U_1, U_2, U_3 и функций перехода

$$f_{13} = f_+: U_3 \rightarrow GL(n, C), \quad \varphi_{23} = f - d_K: U_3 \rightarrow GL(n, C).$$

Тогда из теоремы Биркгофа—Гротендика [4] имеем разложение E в сумму Уитни

$$E \cong E(k_1) \oplus \dots \oplus E(k_n), \quad (1)$$

где $E(k_i)$, $i=1, \dots, n$ —линейные расслоения над P^1 степени k_i . Степенью расслоения E называется число, выражающее первый класс Черна— $c_1(E)$, после отождествления $H^2(P^1, Z) \cong Z$. Известно, что $c_1(E) = |K| = k_1 + \dots + k_n = \text{ind } f$ [4].

Определение 2. Два векторных расслоения E_1, E_2 над P^1 называются топологически эквивалентными, если $c_1(E_1) = c_1(E_2)$, и называются аналитически эквивалентными, если в разложении вида (1)— $E_1 \cong \oplus E_1(k_i)$, $E_2 \cong \oplus E_2(l_i)$ выполняются условия $k_i = l_i$, $i=1, \dots, n$.

Известно, что такое определение эквивалентности согласуется с общепринятым [4]. Все элементы из Ω_K определяют аналитически эквива-



лентные между собой расслоения. Оказывается, что голоморфное векторное расслоение над \mathbf{P}^1 ранга n устойчиво [4], если частные индексы (k_1, \dots, k_n) , определяющие это расслоение, устойчивы, т. е. удовлетворяют условию $|k_i - k_j| \leq 1$, $i, j=1, \dots, n$ [2].

Пусть O^* — пучок ростков ненулевых голоморфных функции на \mathbf{P}^1 . Тогда множество классов аналитических линейных расслоений на \mathbf{P}^1 есть в точности первая группа когомологий $H^1(\mathbf{P}^1, O^*)$ с коэффициентами в пучке O^* . Пусть (L, π, \mathbf{P}^1) — некоторое линейное расслоение степени n . Тогда $\text{ind } f = n$ и по аналогии с теоремой Граурта [5] имеем

Теорема 1. *Отображение $H^1(\mathbf{P}^1, O(L)) \rightarrow H^1(\mathbf{P}^1, C(L))$ биективно, где $O(L), C(L)$ обозначают, соответственно, пучок голоморфных и непрерывных сечений линейного расслоения L .*

Пусть Ω^- и Ω^+ — множества матриц-функций из группы Ω , которые аналитически продолжаемы, соответственно, вне и внутрь единичной окружности $S' \subset C$ и непрерывны вплоть до границы S^1 . Тогда $\Omega^- \times \Omega^+$ — банахова группа Ли, аналитически действующая на Ω следующим образом:

$g \rightarrow h_1 g h_2^{-1}$, где $g \in \Omega$, $h_1 \in \Omega^-$, $h_2 \in \Omega^+$. Зафиксируем K и орбиту диагональной матрицы-функций $g_K \in \Omega$ обозначим через Ω_K . Она совпадает с классом эквивалентности матриц-функций в смысле определения 1. Множество $H_K = \text{Fix } \alpha \subset \Omega_K$ неподвижных точек действия α состоит из блочно-треугольных матриц-функций H_{ij} , размерности $m_i \times m_j$, $i \neq j$, где m_i определяется по виду мультииндекса $K = (\underbrace{k_1, \dots, k_1}_{m_1}, \dots, \underbrace{k_p, \dots, k_p}_{m_p})$. Элементы H_{ij} —

это полиномы от $z \in S^1$, степень которых не превосходит $|k_i - k_j|$, $i = 1, \dots, n$, а H_{ii} постоянны. Пространство H_K описано в [6]. Мы будем называть его пространством Гохберга-Крейна.

Тройка $(\Omega^- \times \Omega^+, \pi, \Omega_K)$, где проекция $\pi: \Omega^- \times \Omega^+ \rightarrow \Omega_K$ определена формулой $\pi(f_-, f_+) = f_- d_K f_+^{-1}$, является локально тривиальным расслоением со слоем H_K . Расслоение тривиально тогда и только тогда, когда все компоненты мультииндекса K равны [7], т. е. $K = (k, \dots, k)$. Пространство таких матриц-функций обозначим через Ω_k . Из [7] известны гомотопические типы пространств $\Omega^- \times \Omega^+$ и H_K . Поэтому из точной гомотопической последовательности расслоения легко следует

Теорема 2. $\pi_{2i}^s(\Omega_k) \cong 0$, $\pi_{2i-1}^s(\Omega_k) \cong \mathbb{Z}$, $i \geq 1$, где π_i^s обозначает стабильную гомотопическую группу.

В общем случае Ω_K гомотопически эквивалентно факторпространству $GL(n, \mathbb{C}) \times GL(n, \mathbb{C}) / \Delta(GL(K))$, где $GL(K)$ — централизатор множества матриц-функций $d_K(z)$, $z \in S^1$, $\Delta: GL(n, \mathbb{C}) \rightarrow GL(n, \mathbb{C}) \times GL(n, \mathbb{C})$ — диагональное отображение [3]. Множество Ω_K содержится в стягиваемом пространстве $\Omega^K = \{A \in \Omega: k_1(A) + \dots + k_n(A) = |K|\}$. Как известно из [2], если $|K| = pn + r$, $0 \leq r < n$, где $p, r \in \mathbb{Z}$, единственным открытой и плотной орбитой в Ω^K является множество матриц-функций, частные индексы которых устойчивы. Отсюда, в частности, следует, что для устойчивых матриц-функций справедливо $\dim \Omega / \Omega_K = 0$, а для неустойчивых матриц-функций справедливы следующие формулы:

$$\dim H_K = \sum_{i \geq j} (k_i - k_j + 1), \quad \dim \Omega / \Omega_K = \sum_{i > j} (k_i - k_j - 1) \quad (\text{см. [3]}).$$



В дальнейшем удобнее рассматривать покрытие \mathbf{P}^1 множествами $U_1 = \mathbf{P}^1 \setminus \{\infty\}$ и $U_2 = \mathbf{P}^1 \setminus \{0\}$. Пусть E — голоморфное расслоение размерности n над \mathbf{P}^1 и g — матрица перехода расслоения E . Через AdE будем обозначать присоединенное к нему векторное расслоение. Сечениями расслоения AdE являются 0-коцепи $c_i = (f_-, f_+)$, где f_- , f_+ определены, соответственно, на множествах U_1 , U_2 , а на U_{12} связаны соотношением $f_+ = g f_- g^{-1}$.

Теорема 3. *Элементы пространства Гохберга—Крейна H_K являются голоморфными сечениями расслоения AdE , т. е.*

$$Z^0(U, O(AdE)) \cong \Gamma(\mathbf{P}^1, O(AdE)) \cong O(\mathbf{P}^1, AdE) \cong H_K$$

где U — указанное выше покрытие.

Для неустойчивых голоморфных расслоений (E, π, \mathbf{P}^1) , и только для них, справедливы следующие утверждения

$$\text{С л е д с т в и е 1. } \dim H^0(\mathbf{P}^1, O(AdE)) = \sum_{i>j} (k_i - k_j + 1).$$

Теорема 4. *Первая группа когомологий \mathbf{P}^1 с коэффициентами в пучке $O(AdE)$ конечномерна и ее размерность равна коразмерности Ω_K в Ω :*

$$\dim H^1(\mathbf{P}^1, O(AdE)) = \dim \Omega / \Omega_K = \sum_{i>j} (k_i - k_j - 1).$$

Первая часть теоремы есть следствие конечномерности групп когомологий компактного комплексного многообразия X со значениями в когерентном аналитическом пучке [4], а доказательство второй части теоремы получается из вычисления размерности $H^1(\mathbf{P}^1, O(AdE))$, проведенного в работе [8].

Пусть d_K — характеристическая матрица функции перехода расслоения E . Тогда тензорное произведение $d_K \otimes d_K^{-1}$ является характеристической матрицей функций перехода расслоения AdE , поэтому первый класс Черна тривиален: $c_1(AdE) = 0$.

Теорема 5. *Голоморфная эйлерова характеристика голоморфного расслоения (AdE, π, \mathbf{P}^1) равна n^2 .*

Заметим, что из формулы Ботта [4] следуют равенства

$$\dim H^0(\mathbf{P}^1, O(E)) = \sum_{k_i \geq 0} (k_i + 1), \quad \dim H^1(\mathbf{P}^1, O(E)) = \sum_{k_j < 0} (|k_j| - 1).$$

Теорема 6. *Голоморфная эйлерова характеристика голоморфного расслоения (E, π, \mathbf{P}^1) размерности n равна $n + \text{ind } f$, где f — матрица перехода расслоения E .*

Доказательство получается из теоремы Биркгофа—Гротендика и теоремы Римана—Роха, а также из сделанного выше замечания.

Когда мультииндекс K устойчив, аналогично следствию 1 и теореме 4 имеем $\dim H^1(\mathbf{P}^1, O(AdE)) = 0$, $\dim H^0(\mathbf{P}^1, O(AdE)) = n^2$.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 4.2.1988)

ზ. გიორგაძე

 რიმან—ჰილბერტის ამოცანის ზომიერითი ტოპოლოგიური
 ასპექტის შესახებ

რეზიუმე

რიმან—ჰილბერტის სასაზღვრო ამოცანას ბუნებრივად უკავშირდება P^1 -რიმანის სფეროზე (E, π, P^1) ჰოლომორფული ვექტორული ფიბრაცია, რომელსაც ცალსახად განსაზღვრავს ამოცანის კერძო ინდექსები. ნაშრომში გამოთვლილია ნულოვანი და პირველი კოჰომოლოგიის ჯგუფების განზომილება კოეფიციენტებით (E, π, P^1) და მასთან მიკავშირებული $(AdE, \tilde{\pi}, P^1)$ ფიბრაციითა ჰოლომორფული კვეთების კონაში როგორც მდგრადი, ისე არამდგრადი (E, π, P^1) ფიბრაციისათვის. გამოთვლილია ამ ფიბრაციათა ეილერის მახასიათებლები. ნაჩვენებია $(AdE, \tilde{\pi}, P^1)$ ფიბრაციის ჰოლომორფული კვეთების დამთხვევა გოპბერგი—კრეინის სივრცესთან.

MATHEMATICS

G. K. GIORGADZE

 ON SOME TOPOLOGICAL ASPECTS OF THE RIEMANN-
 HILBERT PROBLEM

Summary

The aim of the present paper is to study holomorphic vector bundles on the Riemann sphere P^1 , connected with the Riemann—Hilbert boundary problem. Calculations of $\dim H^0(P^1, -)$, $\dim H^1(P^1, -)$ are carried out, with coefficients in the sheaves of holomorphic sections of a holomorphic bundle (E, π, P^1) and its adjoint bundle (AdE, π, P^1) , (E, π, P^1) being either stable or non-stable. The Euler characteristics of these bundles are calculated, the isomorphism of the space of holomorphic sections of (AdE, π, P^1) with the Gohberg—Krein space is established.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. И. Мухелишвили. Сингулярные интегральные уравнения. М., 1968.
2. В. Војарски. Connections between Complex and Global Analysis. Complex Analysis. Methods. Applications. Berlin, A. V. 1983.
3. S. Disney. Topology, vol. 12, N 4, 1973, pp. 297-315.
4. К. Окопек, М. Шнейдер, Х. Шпидлер. Векторные расслоения на компактных проективных пространствах. М., 1984.
5. Ю. Лайтерер. В кн. «Современные проблемы математики. Фунд. направления». т. 10. М., 1986.
6. И. Ц. Гохберг, М. Г. Крейн. УМН, т. 13, вып. 2, 1958, 3—72.
7. П. В. Николенко. О гомотопических группах некоторых пространств матриц-функции. Деп. ВИНТИ, № 298—82, 1981.
8. И. Ф. Донин. Мат. сборник, т. 71 (113), № 4, 1966, 495—502.

Т. М. ГЕЛАШВИЛИ

СВЯЗАННЫЕ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ АЛГЕБР ЛИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Х. П. Инасаридзе 25.1.1988)

Статья является непосредственным продолжением работы [1]; основные определения и обозначения можно найти там же.

Определение 1. Проектирование $\varphi: S(L, R) \rightarrow S(L', R')$ назовем связанным, если для любого $r \in R$ существует $l \in L$, что $(\langle l \rangle, \langle r \rangle) \in S(L, R)$ и полулинейно изоморфны представления $(\langle l \rangle, \langle r \rangle)$ и $(\langle l \rangle^\varphi, \langle r \rangle^\varphi)$.

Связанные проектирования групповых представлений рассмотрены в работе [2].

Определение 2. Пусть имеем представление (L, R) . Допустим, существует ряд идеалов:

$$0 = L_0 \subset L_1 \subset L_2 \subset \dots \subset L_\alpha \subset L_{\alpha+1} \subset \dots \subset L,$$

где L_α является R -допустимым и фактор-представление $(L_{\alpha+1}/L_\alpha, R)$ -тривиально для любого α . Этот ряд называется R -стабильным рядом, а (L, R) -стабильным представлением.

Лемма 1. Пусть (L, R) -стабильное представление, где L -непериодично и R -конечнопорожденно. Тогда существует элемент без кручения $l \in L$ такой, что $l \circ r = 0$ для любого $r \in R$.

Следствие 1. Если φ -проектирование стабильных представлений (L, R) и (L', R') , где L -непериодично, то φ -связанное проектирование.

Следствие 2. Пусть φ -проектирование представлений (L, R) и (L', R') , где (L, R) -стабильно; допустим, для любого $r \in R$ существует непериодическая подалгебра M_r из L , где $(M_r, \langle r \rangle) \in S(L, R)$ и полулинейно изоморфны представления $(M_r, \langle r \rangle)$ и $(M_r^\varphi, \langle r \rangle^\varphi)$; тогда φ -связанное проектирование.

Определение 3. Центром представления (L, R) назовем множество

$$Z(L, R) = \{l \in L \mid l \circ r = 0, \forall r \in R\}$$

Ясно, что $Z(L, R)$ — идеал алгебры L .

Подалгебра P алгебры L называется изолированной, если для любого элемента $l \in L \setminus P$ имеем $\langle l \rangle \cap P = 0$.

Определение 4. Ряд подалгебр

$$0 = L_0 \subset L_1 \subset L_2 \subset \dots \subset L_\alpha \subset L_{\alpha+1} \subset \dots \subset L$$

назовем изолированным, если L_α -изолированная подалгебра в $L_{\alpha+1}$ для любого α .

Если L — локально нильпотентная алгебра Ли без кручения над кольцом Λ , где Λ — не поле, то проектирование $\varphi: S(L) \rightarrow S(L')$ отображает идеалы алгебры L в идеалы алгебры L' [3].

Далее в этой статье будем считать, что Λ — не поле.

Лемма 2. Пусть $\varphi: S(L, R) \rightarrow S(L', R')$ — связанное проектирование, где (L, R) — стабильно. Если $\varphi: S(L) \rightarrow S(L')$ порождено полулинейным изоморфизмом, то $[Z(L, R)]^\varphi = Z(L', R')$.

Следствие 1. Пусть $\varphi: S(L, R) \rightarrow S(L', R')$ — связанное проектирование, где L — локально нильпотентная алгебра без кручения. Допустим, $\varphi: S(L) \rightarrow S(L')$ порождено полулинейным изоморфизмом; тогда φ отображает R -стабильный ряд из L в R' -стабильный ряд из L' .

Следствие 2. Пусть φ — проектирование представлений (L, R) и (L', R') , где (L, R) — стабильно и L — локально нильпотентная алгебра без кручения. Если $\varphi: S(L) \rightarrow S(L')$ порождено полулинейным изоморфизмом, то для связанности $\varphi: S(L, R) \rightarrow S(L', R')$ необходима и достаточна стабильность (L', R') .

Лемма 3. Пусть $\psi: L \rightarrow L'$ и $f: R \rightarrow R'$ — полулинейные изоморфизмы относительно одного и того же изоморфизма $h: \Lambda \rightarrow \Lambda'$. Допустим, для любых $l \in L$, $r \in R$ существует такой $\lambda' \in \Lambda'$, что из $l \circ r = m$ следует $l^\psi \circ r^f = \lambda' m^\psi$. Если L — без кручения, то λ' не зависит от выбора элементов l и r .

Лемма 4. Пусть φ — проектирование представлений (L, R) и (L', R') , где L — абелева алгебра Ли без кручения. Допустим, проектирования $\varphi: S(L) \rightarrow S(L')$ и $\varphi: S(R) \rightarrow S(R')$ порождены полулинейными изоморфизмами $\psi: L \rightarrow L'$ и $f: R \rightarrow R'$ относительно $h: \Lambda \rightarrow \Lambda'$.

Если существует R -стабильный изолированный ряд

$$0 = L_0 \subset L_1 \subset L_2 \subset \dots \subset L_\alpha \subset L_{\alpha+1} \subset \dots \subset L$$

такой, что

$$0 = L_0^\psi \subset L_1^\psi \subset L_2^\psi \subset \dots \subset L_\alpha^\psi \subset L_{\alpha+1}^\psi \subset \dots \subset L'$$

— изолированный R' -стабильный ряд, то (ψ, f) — полулинейный квазиизоморфизм.

Следствие. Если в условиях леммы 4 алгебра R абелева, то существует полулинейный изоморфизм, порождающий

$$\varphi: S(L, R) \rightarrow S(L', R').$$

Теорема 1. Пусть φ — проектирование стабильных представлений (L, R) и (L', R') , где L — абелева алгебра Ли без кручения. Допустим, $\varphi: S(L) \rightarrow S(L')$ и $\varphi: S(R) \rightarrow S(R')$ порождены полулинейными изоморфизмами $\psi: L \rightarrow L'$ и $f: R \rightarrow R'$ относительно $h: \Lambda \rightarrow \Lambda'$; тогда (ψ, f) — полулинейный квазиизоморфизм, порождающий $\varphi: S(L, R) \rightarrow S(L', R')$.

Следствие. Если в условиях теоремы 1 алгебра R абелева, то существует полулинейный изоморфизм, порождающий

$$\varphi: S(L, R) \rightarrow S(L', R').$$

Теорема 2. Пусть φ — проектирование стабильных представлений (L, R) и (L', R') , где L и R — абелевы и L — без кручения. Если $\varphi: S(L) \rightarrow S(L')$ и $\varphi: S(R) \rightarrow S(R')$ порождены полулинейными изоморфизмами относительно одного и того же $h: \Lambda \rightarrow \Lambda'$, то существует продолжение

φ до проектирования $\varphi^*: S(L\lambda R) \rightarrow S(L'\lambda R')$ и существует полулинейный изоморфизм, порождающий φ^* .

Из теоремы 2 следует

Теорема 3. Пусть φ — проектирование стабильных представлений (L, R) и (L', R') , где L и R — абелевы алгебры Ли над кольцом целых чисел \mathbb{Z} и L — без кручения. Тогда существует продолжение φ до проектирования $\varphi^*: S(L\lambda R) \rightarrow S(L'\lambda R')$ и существует полулинейный изоморфизм, порождающий φ^* .

Требование, что в лемме 4 Λ — не поле, существенно. Это видно из следующего примера.

Пример 1. Рассмотрим представления (L, R) и (L', R') над полем Λ , где L, L', R и R' — абелевы и

$$L = \langle l_1, l_2, l_3 \rangle; \quad R = \langle r \rangle; \quad L' = \langle m_1, m_2, m_3 \rangle; \quad R' = \langle s \rangle.$$

$$l_3 \circ r = l_2, \quad l_2 \circ r = l_1, \quad l_1 \circ r = 0;$$

$$m_3 \circ s = m_2 + m_1, \quad m_2 \circ s = m_1, \quad m_1 \circ s = 0.$$

В этом случае существует проектирование представлений (L, R) и (L', R') , удовлетворяющее условия леммы 4, но лемма не выполняется.

Грузинский политехнический институт
им. В. И. Ленина

(Поступило 11.2.1988)

მათემატიკა

თ. გელაშვილი

ლის ალგებრათა წარმოდგენების გზული პროექტირებაები

რეზიუმე

განმარტებულია ბმული პროექტირება და სტაბილური წარმოდგენა. დამტკიცებულია თეორემები მოცემული პროექტირების წარმომავლობი ნახევრადწრფივი იზომორფიზმის არსებობის და მოცემული პროექტირების გაგრძელებადობის შესახებ.

MATHEMATICS

T. M. GELASHVILI

CONNECTED PROJECTIONS OF REPRESENTATIONS OF LIE ALGEBRAS

Summary

The connected projection and the stable representation are determined. Theorems on the existence of a semilinear isomorphism generating the given projection of representations and on the continuability of that projection of representations up to the projection of the semidirect products of algebras are proved.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Т. М. Гелашвили. Сообщения АН СССР, т. 130, № 3.
2. А. С. Пекелис. Матем. зап. Урал. ун-та, 7, № 3, 1970.
3. А. А. Лаши. Итоги техники и науки, сер. «Проблемы геометрии», 18, 1986.

Р. М. ЦУЛАДZE

ХАРАКТЕРИСТИЧЕСКАЯ ЗАДАЧА ДЛЯ ОДНОГО КЛАССА НЕСТРОГО ГИПЕРБОЛИЧЕСКИХ УРАВНЕНИЙ ВЫСШИХ ПОРЯДКОВ

(Представлено академиком А. В. Бицадзе 11.12.1987)

В плоскости переменных x, y рассмотрим линейное дифференциальное уравнение порядка n вида

$$\sum_{i=0}^n a_i \frac{\partial^n u(x, y)}{\partial x^{n-i} \partial y^i} = 0, \quad a_n = 1, \quad n > 2, \quad (1)$$

где $a_i, i=0, 1, \dots, n$, — заданные действительные постоянные, $u(x, y)$ — искомая действительная функция.

Ниже предполагается, что уравнение (1) является нестрогим гиперболическим, т. е.

$$P(\lambda) = \sum_{i=0}^n a_i \lambda^i = \prod_{i=1}^l (\lambda - \lambda_i)^{k_i}, \quad 1 < l < n,$$

где

$$\operatorname{Im} \lambda_i = 0, \quad i=1, \dots, l, \quad -\infty < \lambda_1 < \dots < \lambda_l < \infty.$$

Характеристиками уравнения (1) являются семейства прямых $x + \lambda_i y = \text{const}, i=1, \dots, l$.

Обозначим через D тот угол между лучами $\mathbf{v}_1: x + \lambda_1 y = 0, y > 0$ и $\mathbf{v}_2: x + \lambda_2 y = 0, y > 0$, который не превосходит по величине π , т. е.

$$D = \{(x, y): -\lambda_2 y < x < -\lambda_1 y, y > 0\}.$$

В области D рассмотрим характеристическую задачу в следующей постановке [1]: требуется найти в области D регулярное решение $u(x, y)$ уравнения (1) по краевым условиям

$$\sum_{m=0}^{n-1} b_{sm}^1 \frac{\partial^{n-1} u(x, y)}{\partial x^{n-1-m} \partial y^m} \Big|_{\mathbf{v}_1} = f_s^1, \quad s=1, \dots, s_0, \quad (2)$$

$$\sum_{m=0}^{n-1} b_{sm}^2 \frac{\partial^{n-1} u(x, y)}{\partial x^{n-1-m} \partial y^m} \Big|_{\mathbf{v}_2} = f_s^2, \quad s=1, \dots, n-s_0,$$

где $0 < s_0 < n$, $b_{sm}^i, i=1, 2$, — заданные действительные числа, а $f_s^i, i=1, 2$, — заданные действительные функции.

Отметим, что для строго гиперболического уравнения (1) характеристическая задача в постановке (1), (2) рассмотрена в работах [2, 3].

Введем в рассмотрение пространство

$$\tilde{C}^k(\bar{D}) = \left\{ u(x, y) \in C^k(\bar{D}) : \frac{\partial^{p+q}}{\partial x^p \partial y^q} u(0, 0) = 0, 0 \leq p+q \leq k, k \geq n \right\}.$$

При рассмотрении задачи (1), (2) в классе $\tilde{C}^k(\bar{D})$ будем считать, что в краевых условиях (2) функции $f_s^i \in \tilde{C}^{k-n+1}(\nu_i)$, $i=1, 2$.

Положим

$$\varphi_{j,i}(t) \in C^{k+k_j-1}[0, \infty) \quad \text{при } j=1, 2; \quad i=1, \dots, k_j, \quad (3)$$

$$i^p \varphi_{j,i}^{(p)}(t) \in \tilde{C}^k[0, \infty) \quad \text{при } j > 2; \quad i=1, \dots, k_j; \quad p=0, \dots, k_j-1. \quad (4)$$

Теорема 1. Формула

$$u(x, y) = \sum_{j=1}^l \sum_{p=0}^{k_j-1} \delta_j^p \frac{y^p}{p!} \varphi_{j,k_j-p}^{(p)}(\delta_j(x + \lambda_j y))$$

устанавливает взаимнооднозначное соответствие между регулярными решениями уравнения (1) класса $\tilde{C}^k(\bar{D})$ и функциями $\varphi_{j,i}$, $j=1, \dots, l$; $i=1, \dots, k_j$, которые удовлетворяют условиям (3), (4). При этом производные $(n-1)$ -го порядка от $u(x, y)$ даются формулами

$$\frac{\partial^{n-1} u(x, y)}{\partial x^{n-s} \partial y^{s-1}} = \sum_{j=1}^l \sum_{i=1}^{k_j} \nu_{ji}^s \sum_{p=0}^{i-1} \delta_j^{p+n-1} \frac{y^p}{p!} \varphi_{j,i-p}^{(p+n-1)}(\delta_j(x + \lambda_j y)), \quad (5)$$

$s=1, \dots, n$; $\delta_j = -1$ при $j=1$, $\delta_j = 1$ при $j > 1$, ν_{ji}^s — компонента вектора $\nu_{ji} = (\nu_{ji}^1, \nu_{ji}^2, \dots, \nu_{ji}^s, \dots, \nu_{ji}^n)$, $j=1, \dots, l$, который определяется из равенства

$$\nu_{ji} = \frac{1}{(k_j-i)!} \frac{\partial^{k_j-i}}{\partial \lambda^{k_j-i}} \left(\begin{array}{c} 1 \\ \lambda \\ \vdots \\ \lambda^{n-1} \end{array} \right) \Big|_{\lambda=\lambda_j}, \quad i=1, \dots, k_j.$$

Положим

$$A^1 = B^1 U_2, \quad A^2 = B^2 U_1,$$

где B^i — матрица, составленная из элементов b_{sm}^i , $i=1, 2$, $U_j = (\nu_{j1}, \dots, \nu_{jk_j})$, $j=1, 2$. Очевидно, матрица A^1 имеет порядок $s_0 \times k_2$ а A^2 — $(n-s_0) \times k_1$.

В случае $l=2$, используя представление (5), доказываем следующую

Теорема 2. Пусть $f_s^i \in \tilde{C}^{k-n+1}(\nu_i)$, $i=1, 2$. Тогда задача (1), (2) однозначно разрешима в классе $\tilde{C}^k(\bar{D})$ тогда и только тогда, когда выполнены условия

$$s_0 = k_2, \quad n - s_0 = k_1, \quad \det A^i \neq 0, \quad i=1, 2, \quad (6)$$

$$\sum_{p=0}^{i-1} \sum_{q=1}^{k_2} \sum_{j=0}^p b_{i,q,p}^1 t^j (f_j^1)^{(p)} \in C^{k-n+1+k_2-i}(\nu_1) \cap \tilde{C}^{k-n+1}(\nu_1), \quad (7)$$

$$i=1, \dots, k_2, \quad \nu_1: \quad x = -\lambda_1 t, \quad y = t,$$

$$\sum_{p=0}^{i-1} \sum_{q=1}^{k_1} \sum_{j=0}^p b_{i,q,p,j}^2 f_q^{(j)(p)} \in C^{k-n+1+h_1-i}(\gamma_2) \cap \overset{\circ}{C}^{k-n+1}(\gamma_2), \quad (8)$$

$$i=1, \dots, k_1, \gamma_2: x=-\lambda_2 t, y=t,$$

გოე $b_{i,q,p,j}^1, b_{i,q,p,j}^2$ — вполне определенные действительные постоянные. При нарушении хотя бы одного из условий (6) соответствующая (1), (2) однородная задача будет иметь бесконечное множество линейно независимых решений.

Отметим, что условия (7), (8) будет выполнены, если потребуем, чтобы $f_s^1 \in \overset{\circ}{C}^{k-n+h_2}(\gamma_1)$ и $f_s^2 \in \overset{\circ}{C}^{k-n+h_1}(\gamma_2)$.

Грузинский сельскохозяйственный институт

(Поступило 12.2.1988)

მათემატიკა

რ. წულაძე

მახასიათებელი ამოცანა მაღალი რიგის არანაკაცო ჰიპერბოლურ განტოლებათა ერთი კლასისათვის

რეზიუმე

მოძებნილია აუცილებელი და საკმარისი პირობები, რომელთა შესრულების შემთხვევაში მახასიათებელი ამოცანა მაღალი რიგის წრფივი დიფერენციალური განტოლებისათვის ცალსახადაა ამოხსნადი $\overset{\circ}{C}^k(\bar{D})$ კლასში.

MATHEMATICS

R. M. TSULADZE

ON A CHARACTERISTIC PROBLEM FOR ONE CLASS OF HIGH-ORDER NON-STRICTY HYPERBOLIC EQUATIONS

Summary

The necessary and sufficient conditions are found under which the characteristic problem for high-order linear differential equations is uniquely solvable in $\overset{\circ}{C}^k(\bar{D})$ class.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. В. Бицадзе. Некоторые классы уравнений в частных производных. М., 1981.
2. З. О. Мельник, В. М. Кирилич. УМН, 37, № 4, 1982, 112.
3. Р. М. Цуладзе. Сообщения АН ГССР, 119, № 3, 1985, 481—483.



Л. И. КАЛМУЦКИЙ

СПЕКТРЫ ПОЛУКОЛЕЦ И БИКОМПАКТНЫЕ РАСШИРЕНИЯ T_0 -ПРОСТРАНСТВ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Х. Н. Инасаридзе 7.4.1987)

Терминология используется из [1, 2]. Расширение Y пространства X регулярно, если совокупность $\{[F]_Y | F \in X\}$ образует замкнутую базу пространства Y . Расширение Y правильно, если оно регулярно и каждая точка из нароста $Y \setminus X$ замкнута.

Определение 1. Полукольцом называется неоднородное множество K с двумя бинарными коммутативными, ассоциативными и дистрибутивными относительно сложения операциями, для которых существуют 0 и 1. Полукольцо K называется b -полукольцом, если относительно заданного частичного порядка \geq на K имеем: $x \geq 0$ для всех $x \in K$; если $x \geq a$ и $y \geq b$, то $x + y \geq a + b$ и $xy \geq ab$.

Определение 2. l -Полукольцом называется b -полукольцо K с линейным порядком, для которого если $a > 0$, $b > 0$ и $a + b > c$, то существуют элементы $a' < a$ и $b' < b$ такие, что для любых $x > a'$ и $y > b'$ имеем $x + y > c$; если $ab > c$, то существуют элементы $a' < a$ и $b' < b$ такие, что для любых $x > a'$ и $y > b'$ имеем $xy > c$; если $a > 0$, то $b \cdot a \geq 1$ для некоторого $b \in K$.

Под идеалом полукольца K понимается собственное подмножество $I \subset K$, для которого $I + I \subset I$ и $K \cdot I \subset I$. Полуидеалом полукольца K называется собственное подмножество $M \subset K$, для которого $K \cdot M \subset M$. Фиксируем b -полукольцо K . Обозначим: $M(K)$ —все идеалы, $M_s(K)$ —все простые идеалы, $M_l(K)$ —все l -идеалы, $M_{sl}(K)$ —все простые l -идеалы, $M_m(K)$ —все максимальные идеалы, $M_{ml}(K)$ —все максимальные l -идеалы, $N(K)$ —все полуидеалы, $N_s(K)$ —все простые полуидеалы, $N_l(K)$ —все l -полуидеалы и $N_{sl}(K)$ —все простые l -полуидеалы b -полукольца K . В этих множествах вводится топология Зарисского. В $N(K)$ замкнутую предбазу образуют множества $\{\Pi(x) = \{J \in N(K) | x \in J | x \in K\}\}$. Замкнутое множество F пространства X неприводимо, если оно не является объединением двух замкнутых в X собственных подмножеств множества F . Замкнутая база L пространства X есть база-кольцо, если $F \cup \Phi \in L$ и $F \cap \Phi \in L$ для любых $F, \Phi \in L$. Тогда L превращается в b -полукольцо, где пересечение является сложением, объединение—умножением, $F \subset \Phi$ равносильно $F \supset \Phi$. Бикомпактное T_0 -пространство X называется спектральным, если каждое замкнутое неприводимое множество является замыканием некоторой точки и в X существует открытая база-кольцо из бикомпактных множеств. Произведение любого числа спектральных пространств является спектральным пространством.



Рассмотрим топологию τ на множестве X . h -модификацией топологии τ называется топология $h(\tau)$ с замкнутой предбазой $\{F \subset X \mid X \setminus F \in \tau\} \cup \{U \in \tau \mid U \text{ — бикompактное множество}\}$. Через hX обозначим множество X с h -модификацией топологии пространства X . Множество $Y \subset X$ h -плотно в X , если Y плотно в X относительно h -модификации топологии на X .

Предложение 1. Множество Y h -плотно в X тогда и только тогда, когда $F = [F \cap Y]_X$ как только $X \setminus F$ открыто и бикompактно.

Теорема 1. Пусть X — T_0 -пространство с открытой предбазой из бикompактных множеств. Тогда следующие утверждения равносильны: пространство X — спектрально; пространство hX бикompактно; пространство hX нульмерно и бикompактно.

Предложение 2. Спектральное T_1 -пространство отделимо и нульмерно.

Теорема 2. Пусть K есть b -полукольцо. Пространства $N(K)$, $N_l(K)$, $N_s(K)$, $N_{sl}(K)$, $M(K)$, $M_s(K)$, $M_l(K)$ и $M_{sl}(K)$ спектральны. Для любого $x \in K$ множества $N(K) \setminus \Pi(x)$, $N_l(K) \setminus \Pi(x)$, $N_s(K) \setminus \Pi(x)$, $N_{sl}(K) \setminus \Pi(x)$, $M(K) \setminus \Pi(x)$, $M_s(K) \setminus \Pi(x)$, $M_l(K) \setminus \Pi(x)$ и $M_{sl}(K) \setminus \Pi(x)$ бикompактны.

Теорема 3. Если $M_m(K) \subset Z \subset M_l(K)$, то пространство Z бикompактно.

Теорема 4. В $N(K)$, где K — b -полукольцо, существуют максимальный идеал $\kappa_h = \{J \in N(K)\}$, максимальный простой идеал $\kappa_K^s = \{J \in N_s(K)\}$, максимальный l -идеал $\kappa_K^l = \{J \in N_l(K)\}$ и максимальный простой l -идеал $\kappa_K^{sl} = \{J \in N_{sl}(K)\}$. Пусть $Z \subset N(K)$ и выполняется одно из включений $\kappa_h \in Z$, $\kappa_K^s \in Z \subset N_s(K)$, $\kappa_K^l \in Z \subset N_l(K)$ или $\kappa_K^{sl} \in Z \subset N_{sl}(K)$. Тогда пространство Z бикompактно.

Фиксируем l -полукольцо K . На K вводится топология $\{\emptyset, K, K_x = \{y \in K \mid y > x\} \mid x \in K\}$. Тогда K превращается в бикompактное топологическое полукольцо. Для пространства X через $C(X, K)$ обозначим совокупность всех непрерывных и ограниченных отображений пространства X в K в топологии поточечной сходимости. Тогда $C(X, K)$ является топологическим l -полукольцом. Подполукольцо $L \subset C(X, K)$ допустимо, если: для любых замкнутого множества $F \subset X$ и точки $a \in F$ существует функция $f \in L$, для которой $F \subset f^{-1}(0)$ и $f(a) = 1$; все постоянные функции содержатся в L ; если $f, g \in L$, то $f \wedge g \in L$ и $f \vee g \in L$.

Фиксируем пространство X и допустимое полукольцо $L \subset C(X, K)$. Обозначим $v_L(x) = \{f \in L \mid f(x) = 0\}$. Рассмотрим подпространства $v_L(X) = \{v_L(x) \mid x \in X\}$, $G_L X = v_L X \cup M_m(L)$, $G_L^* X = v_L X \cup M_m(L)$, $C_L X = N_{sl}(L)$, $C_L^* X = N_s(L)$, $S_L X = M_s(L)$ и $S_L^* X = M_s(L)$. Отображение $v_L : X \rightarrow v_L X$ является гомеоморфизмом. Поэтому будем отождествлять X с $v_L X$.

Теорема 5. Пространства $G_L X$, $G_L^* X$, $C_L X$, $C_L^* X$, $S_L X$ и $S_L^* X$ являются T_0 -бикompактными расширениями пространства X . Пусть для любых дизъюнктивных замкнутых в X множеств F, Φ в L существует такая функция f , что $f^{-1}(0) \supset F$ и $f^{-1}(1) \supset \Phi$. Тогда расширение $G_L X$ правильно.

Предложение 3. Пусть $0 = \bigwedge \{cx \mid x > 0\}$ для всех $c \in K$. Тогда для любого дискретного пространства X , где $|X| \geq |K|$, расширение $S_{C(X, K)} X$ нерегулярно.

Теорема 6. *Расширение $G_{C(X, K)} X$ совпадает с бикомпактификацией Воллмана ωX пространства X .*

Фиксируем T_0 -пространство X и замкнутую базу-кольцо L . В L каждый идеал является l -идеалом. Поэтому $G_L X = G^*_L X$, $C_L X = C^*_L X$ и $S_L X = S^*_L X$. Расширения $\omega_L X = G_L X$, $S_L X$ и $\Omega_L X = C_L X$ всегда регулярны. Пусть $\mathfrak{F}(X)$ — все замкнутые в X множества. Положим $\omega X = \omega_{\mathfrak{F}(X)} X$, $SX = S_{\mathfrak{F}(X)} X$ и $\Omega X = \Omega_{\mathfrak{F}(X)} X$.

Теорема 7. *Пусть в l -полукольце K имеем $1 \leq \{cx | x > 0\}$ для некоторого $c \in K$, а $L \subset C(X, K)$ есть допустимое полукольцо. Тогда $L = \{f^{-1}(0) | f \in L\}$ есть замкнутая база-кольцо пространства X и $\omega_L X = G_L X$, $\Omega_L X = C_L X$ и $S_L X = S_L X$.*

Определение 3. Расширение X' T_0 -пространства X называется расширением Зарисского, если X' есть спектральное пространство и множество X h -плотно в X' .

Теорема 8. *Расширения $\{S_L X | L \text{ — замкнутая база-кольцо пространства } X\}$ совпадают со всеми расширениями Зарисского пространства X . Пространство $\Omega_L X$ не является расширением Зарисского пространства X .*

Отображение $f: X \rightarrow Y$ спектрально, если f непрерывно и отображение $f: hX \rightarrow hY$ замкнуто и непрерывно. Пусть X' и X'' являются расширениями пространства X . Расширение X' c -предшествует расширению X'' и обозначим $X' \overset{c}{>} X''$, если существует такое спектральное отображение $\varphi: X' \rightarrow X''$, что $x = \varphi(x)$ для всех $x \in X$.

Теорема 9. *Пусть L и M являются замкнутыми базами-кольцо пространства X . Если $L \supset M$, то $S_L X \overset{c}{>} S_M X$.*

Теорема 10. *Расширение Зарисского SX пространства X относительно c -предшествования является единственным максимальным в классе расширений Зарисского $Z(X)$ пространства X . Совокупность $Z(X)$ образует полную полурешетку.*

Теорема 11. *Каждое непрерывное отображение $f: X \rightarrow Y$ продолжается до спектрального отображения $\tilde{f}: SX \rightarrow SY$.*

Тираспольский государственный
педагогический институт

(Поступило 26.11.1987)

გატიშობისა

ლ. კალაშვილი

ნახევარგოლთა სპექტრები და T_0 სივრცეთა ბიკომპაქტური
გაფართოებანი

რეზიუმე

ნახევარგოლთა სპექტრები გამოიყენება T_0 სივრცეთა გაფართოებების შესასწავლად. ყოველი T_0 -სივრცისათვის აგებულია ზარისკის ბიკომპაქტური გაფართოებათა კლასი.

ამ კლასში არსებობს მაქსიმალური ელემენტი. ზარისკის ყოველი ბიკომპაქტური გაფართოება ვოლმენის ტიპისაა.

L. I. KALMUTSKY

THE SPECTRA OF SEMIRINGS AND BICOMPACTIFICATIONS
OF T_0 -SPACES

Summary

In the present paper the spectra of semirings are applied to the study of extension of T_0 -spaces. For every T_0 -space the class of Zarissky's bicompatifications is constructed. In this class of bicompatifications there exists the maximal element. Any of Zarissky's bicompatifications is a Wallman type compactification.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. Биркгоф. Теория решеток. М., 1984.
2. M. Hochster. Prime ideal structure in commutative rings.—Trans. Amer. Math. Soc., 142, 1960, 43—60.

Г. Ш. БАЗГАДЗЕ, Р. Д. ГИОРГАДЗЕ, М. Г. КАЛАБЕГАШВИЛИ

К РАСЧЕТУ НЕРАЗРЕЗНЫХ ПРЯМОУГОЛЬНЫХ ПЛАСТИНОК
 КРИВОЛИНЕЙНОГО ОЧЕРТАНИЯ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. В. Бурчуладзе 22.12.1987)

Рассмотрим пластинку, ограниченную двумя дугами концентрических окружностей и двумя радиусами [1]. Пластинка имеет промежуточные опоры, расположенные параллельно криволинейным краям.

В случае шарнирного опирания прямолинейных краев решение дифференциального уравнения в частных производных ищется в виде [1]

$$w = \sum_n f_n(r) \sin \frac{n\pi(\alpha + \Theta)}{2\alpha},$$

где 2α — центральный угол, а r и Θ — радиальная и дуговая координаты, соответственно.

Что касается случая жесткого защемления прямолинейных краев, то для разделения переменных применяется вариационный метод в форме Канторовича—Власова [2, 3].

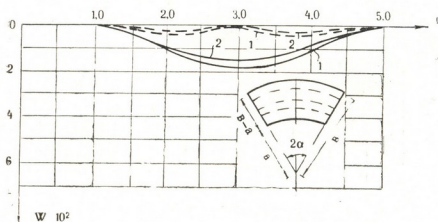


Рис 1

Удовлетворяя граничным условиям, на прямолинейных краях выражение прогиба w представляется в виде

$$w = \sum_n f_n(r) \sin^2 \frac{n\pi(\alpha + \Theta)}{2\alpha}.$$

Функция $f_n(r)$ определяется из следующего обыкновенного дифференциального уравнения:

$$f_n^{(4)}(r) + \frac{2}{r} f_n^{(3)}(r) - \left[1 + \frac{2}{3} \left(\frac{n\pi}{\alpha} \right)^2 \right] \cdot \frac{1}{r^2} \cdot f_n^{(2)}(r) +$$

$$\begin{aligned}
 & + \left[1 + \frac{2}{3} \left(\frac{n\pi}{\alpha} \right)^2 \right] \frac{1}{r^3} f_n'(r) - \frac{2}{3} \left(\frac{n\pi}{\alpha} \right)^2 \left[2 - \frac{1}{2} \left(\frac{n\pi}{\alpha} \right)^2 \right] \frac{1}{r^4} f_n(r) = \\
 & = \frac{4}{3} \frac{q}{D},
 \end{aligned} \quad (1)$$

где q — интенсивность действующей нагрузки; $D = Eh^3/12(1 - \nu^2)$ — цилиндрическая жесткость; E — модуль упругости; h — толщина, а ν — коэффициент Пуассона.

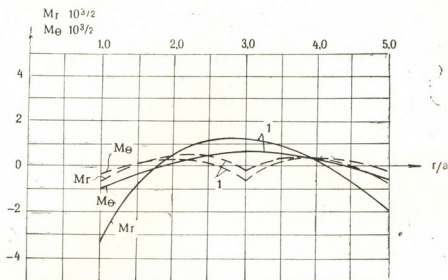


Рис. 2

Влияние промежуточных опор заменяется действием неизвестных поперечных сил, которые вызывают скачкообразное изменение третьей производной функции прогиба. При этом прогибы, как и первая и вторая производные, остаются непрерывными. Для определения неизвест-

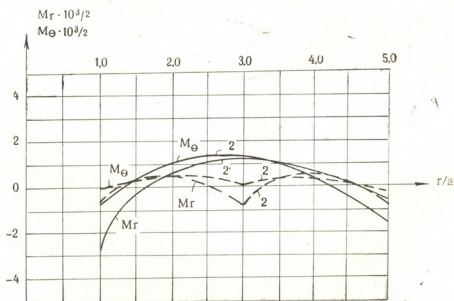


Рис. 3

ных скачков мы располагаем условием обращения в нуль прогиба пластинки вдоль соответствующих опор.

Для построения разрывного решения уравнения [1] оно приводится к виду

$$U_n^{(4)}(t) + A_1(t) U_n^{(2)}(t) + A_2(t) U_n'(t) + A_3(t) U_n(t) = F_2(t),$$

где

$$t = \frac{r}{a}, \quad U_n(t) = f_n(t) \cdot \sqrt{t}, \quad A_1(t) = \frac{1,5 - a_1}{t^2},$$

$$A_2(t) = \frac{2a_1 - 3}{t^3}, \quad A_3(t) = \frac{16a_0 - 20a_1 + 45}{16t^4}, \quad F_2(t) = \frac{a^4 q}{\sqrt{t} D},$$

$$a_0 = - \left[2 - \frac{1}{2} \left(\frac{n\pi}{\alpha} \right)^2 \right] \frac{2}{3} \left(\frac{n\pi}{\alpha} \right)^2, \quad a_1 = 1 + \frac{2}{3} \left(\frac{n\pi}{\alpha} \right)^2,$$

при жестком защемлении и

$$a_0 = \left[-4 + \left(\frac{n\pi}{2\alpha} \right)^2 \right] \left(\frac{n\pi}{2\alpha} \right)^2, \quad a_1 = 1 + 2 \left(\frac{n\pi}{2\alpha} \right)^2,$$

при шарнирном опирании прямолинейных краев. Затем применяется метод Ш. Е. Микеладзе [4] и рекуррентные соотношения, аналогичные [5].

В качестве примера рассмотрена неразрезная пластинка с жестко защемленными криволинейными краями, когда $\alpha = 60^\circ$, $n=1$, $\nu=0,3$, $E=2.1 \cdot 10^6$ кг/см², $q=10$ кг/см², $h=2,5$ см, $a=10$ см, $r_1=30$ см, $b=50$ см (рис. 1).

Результаты вычислений представлены на рис. 1—3, где сплошная линия соответствует случаю отсутствия промежуточных опор, а прерывистая — неразрезной пластинке. При этом кривые 1 соответствуют шарнирному опиранию прямолинейных краев, а кривые 2 — жесткому защемлению.

Анализ полученных результатов показывает, что как при шарнирном опирании, так и при жесткой заделке прямолинейных краев наличие промежуточных опор вызывает уменьшение максимальных значений радиального изгибающего момента M_r примерно в 4 раза.

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

(Поступило 25.12.1987)

შეჯამება

ბ. ბაზღაძე, რ. გომრბაძე, მ. ჯალაღავაშვილი

მრუდწირული მოხაზულობის უჭრი მართკუთხა ფილემის
ბანანარეზებისათვის

რეზიუმე

შესწავლილია კონცენტრული წრეწირის რკალებითა და ორი რადიუსით შემოსაზღვრული უჭრი ფილის განაგარიშების საკითხი, როცა ფილას აქვს მრუდწირული კიდეების პარალელურად განლაგებული შუალედური საყრდენები. განხილულია წრფივი კიდეების სახსრული დაყრდნობისა და ხისტი ჩამაგრების შემთხვევები. შესაბამისი დიფერენციალური განტოლების წყვეტილი ამონახსნები აგებულია შ. მიქელაძის [4] მეთოდით.

განხილულია კონკრეტული მაგალითი. შედეგები წარმოდგენილია გრაფიკების სახით.

G. Sh. BAZGADZE, R. D. GIORGADZE, M. G. KALABEGASHVILI

TO THE ANALYSIS OF CONTINUOUS RECTANGULAR PLATES

Summary

A continuous plate scribed with concentric arcs and two circumradii is studied. The cases when linear edges of the plate are hinge-supported or rigidly fixed are considered. Discontinuous solutions of the corresponding differential equations are constructed by means of Sh. E. Mikeladze's method.

A numerical example is also adduced, The results are presented graphically.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Б. Г. Галеркин. Собрание сочинений. М., т. II, 1953, 320.
2. В. З. Власов. Общая теория оболочек и ее приложение в технике. М., 1949, 631—640.
3. Л. В. Канторович, В. И. Крылов. Приближенные методы высшего анализа. М.—Л., 1949. 321—326.
4. Ш. Е. Микеладзе. Некоторые задачи строительной механики. М.—Л., 1948, 184—186.
5. М. Ш. Микеладзе. Упругость и пластичность элементов конструкций и машин. Тбилиси, 1976, 24—28.

Н. А. МАМАТЕЛАШВИЛИ, Д. В. ТАБАТАДЗЕ, Т. Г. ДЖАВАХИШВИЛИ
 ОБ УПРУГО-ПЛАСТИЧЕСКОМ РАВНОВЕСИИ ПЛАСТИНОК,
 ОГРАНИЧЕННЫХ ДВУМЯ ДУГАМИ КОНЦЕНТРИЧЕСКИХ
 ОКРУЖНОСТЕЙ И ДВУМЯ РАДИУСАМИ, ПРИ
 СКАЧКООБРАЗНОМ ХАРАКТЕРЕ ИЗМЕНЕНИЯ НЕКОТОРЫХ
 ПАРАМЕТРОВ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. В. Бурчуладзе 22.12.1987)

Рассмотрим упруго-пластическое равновесие пластинки, ограниченной двумя дугами концентрических окружностей и двумя радиусами (рис. 1). Пусть прямолинейные края пластинки оперты шарнирно, (а криволинейные: $r=a$, $r=b$) оперты или защемлены. Вдоль радиуса $r=r_1$ пластинка (рис. 1) имеет промежуточную опору, либо круговой шарнир.

Следуя [1] задачу решаем с помощью вариационного метода. Соответствующее уравнение имеет вид

$$\frac{1}{2} \iint (1-\Omega) \delta P_{\kappa} dr d\theta = \frac{1}{D} \iint q \delta w dr d\theta, \quad (1)$$

где w —прогиб пластинки; Ω —функция, характеризующая закон упрочнения; D —цилиндрическая жесткость, q —интенсивность распределенной нагрузки ($q=q_0\bar{q}$, $\bar{q}=\sin \frac{\pi(\alpha+\theta)}{2\alpha}$); P_{κ} —следующая квадратичная форма:

$$P_{\kappa} = \frac{\partial^2 w}{\partial r^2} \left(\frac{\partial^2 w}{\partial r^2} + \frac{\partial^2 w}{\partial \theta^2} \right) + \frac{1}{r^4} \left[\left(\frac{\partial w}{\partial \theta} \right)^2 + \left(\frac{\partial^2 w}{\partial \theta^2} \right)^2 \right] + \frac{1}{r^2} \left[\left(\frac{\partial^2 w}{\partial r \partial \theta} \right)^2 + \left(\frac{\partial w}{\partial r} \right)^2 \right] + \frac{2}{r^3} \left(\frac{\partial w}{\partial r} \frac{\partial^2 w}{\partial \theta^2} - \frac{\partial^2 w}{\partial \theta \partial r} \frac{\partial w}{\partial \theta} \right). \quad (2)$$

Сообразно применяемому методу необходимо знать упругие прогибы пластинки. Некоторые производные от прогиба из-за наличия промежуточной опоры или кругового шарнира, являются кусочно-непрерывными функциями, в силу этого искомое упругое решение строится с помощью одного из методов Ш. Е. Микеладзе [2]. Следуя А. А. Ильюшину [1] упругие и упруго-пластические прогибы пластинки представим соответственно в виде

$$w^{(e)} = \frac{q_0}{D} \bar{w}(\theta, r) \quad \text{и} \quad w = \frac{c}{D} \bar{w}(\theta, r), \quad (3)$$

где $\bar{w}(\theta, r) = m f(r) \sin \frac{\pi(\alpha+\theta)}{2\alpha}$, а c и m — неизвестные пока постоянные.

Очевидно, что такой подход является оправданным, поскольку (3) удовлетворяет граничным условиям и отражает характер нагрузки.

С учетом (3)

$$P_{\kappa} = \frac{c^2}{D^2} \bar{P}_{\kappa}, \quad (4)$$

где, в свою очередь, $P_{\kappa} = m^2 R$, а

$$R = \left[f''^2(r) + \frac{1}{r} f'(r) f''(r) - \left(\frac{\pi}{2\alpha} \right)^2 \frac{1}{r^2} f(r) f''(r) \right] \sin^2 \frac{\pi(\alpha+\theta)}{2\alpha} + \frac{1}{r^2} f'^2(r) \left[1 + \left(\frac{\pi^2}{4\alpha^2} - 1 \right) \cos^2 \frac{\pi(\alpha+\theta)}{2\alpha} \right] - \left(\frac{\pi}{2\alpha} \right)^2 \frac{2}{r^3} f(r) f'(r) + \left(\frac{\pi}{2\alpha} \right)^2 \frac{1}{r^4} f^2(r) \left[1 + \left(\frac{\pi^2}{4\alpha^2} - 1 \right) \sin^2 \frac{\pi(\alpha+\theta)}{2\alpha} \right].$$

Из (3) и (4)

$$\delta\omega = \frac{\bar{w}}{D} \delta c, \quad \delta P_x = \frac{\bar{P}_x}{D^2} 2c\delta c.$$

С учетом этих формул, из уравнения (1) имеем

$$q_0 = c \frac{\iint P_x d\theta dr - \iint \Omega \bar{P}_x d\theta dr}{\iint \bar{q} \bar{w} d\theta dr}. \quad (5)$$

Второй интеграл в числителе отличен от нуля лишь в случае упруго-пластических деформаций. Если вся пластинка деформируется

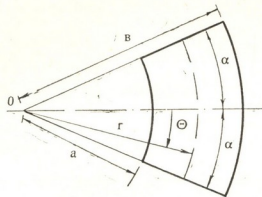


Рис. 1

в пределах упругости, то соответственно (3) $q_0 = c$, а формула (5) дает

$$\frac{\iint \bar{P}_x d\theta dr}{\iint \bar{q} \bar{w} d\theta dr} = 1.$$

Следовательно,

$$q_0 = c \left[1 - \frac{\iint \Omega \bar{P}_x d\theta dr}{\iint \bar{q} \bar{w} d\theta dr} \right]. \quad (7)$$

В дальнейшем предполагается, что материал плиты является нежимаемым (коэффициент Пуассона $\nu=0,5$) и следует линейному закону упрочнения.

Таким образом,

$$\Omega = \lambda \left(1 - \frac{3e_s}{2e_{i1}} + \frac{e_s^3}{2e_{i1}^3} \right), \quad \text{где } e_s = \frac{\sigma_s}{E}; \quad e_{i1} = \frac{h}{3} \sqrt{\bar{P}_x};$$

а λ — известная для данного материала постоянная величина. При этом σ_s обозначает предел текучести материала пластинки, e_s — соот-

ветствующую деформацию, а e_{11} — величину интенсивности деформации в крайних по толщине пластинки волокнах.

С учетом выражения P_{κ}

$$e_{11} = \frac{mch}{\sqrt{3}D} \sqrt{R}. \quad (8)$$

Вычислим значения величины R . «Так как в случае упругой деформации квадратичная форма P_{κ} с точностью до множителя совпадает с потенциальной энергией деформаций пластинки, приходящейся на единицу площади, а P_{κ} пропорционально R , поверхность R характеризует закон распределения упругой потенциальной энергии. Согласно (8) величина R пропорциональна квадрату интенсивности

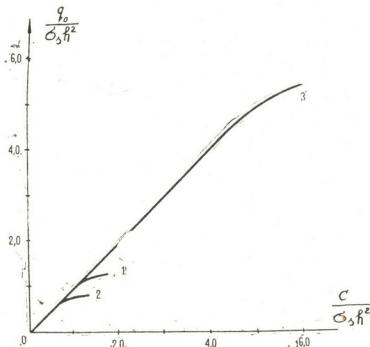


Рис. 2

деформаций наружных слоев пластинки и поэтому поверхность R позволяет указать, в какой последовательности и какие именно области пластинки выходят за предел упругости» [1]. Площади этих областей обозначим соответственно через $F_0, F_1, F_2, \dots, F_n$, а средние по каждой области значения R через $R_0, R_1, R_2, \dots, R_n$.

Учитывая выражения $\bar{P}_{\kappa}, \bar{w}, \bar{q}, \Omega, e_s, e_{11}, \nu$ в формуле (7) и заменив интегралы конечными суммами, приходим к зависимости нагрузки от деформации в следующем окончательном виде:

$$q_{0N} = C_N \left[1 - A\lambda \sum_0^N R_n F_n + \frac{A\lambda\sigma_s h^2}{2\sqrt{3}mC_N} \sum_0^N F_n \sqrt{R_n} - \frac{A\lambda\sigma_s^3 h^6}{162\sqrt{3}m^3 C_N^3} \sum_0^N \frac{F_n}{\sqrt{R_n}} \right], \quad A = \frac{\pi m}{4\alpha \int f(r) dr}. \quad (9)$$

В упруго-пластических областях пластинки ($F_0, F_1, F_2, \dots, F_n$) выполняется условие $e_s = e_{11}$ и, следовательно, с учетом выражений для D и ν имеем

$$C_N = \frac{\sigma_s h^2}{3\sqrt{3}m\sqrt{R_N}}.$$

Что касается постоянной m , то для ее определения мы располагаем условием (6).

В качестве примера была рассмотрена пластинка с жестко зашеченными криволинейными краями, для которой $a = 10$ см, $b = 50$ см, $\alpha = 60^\circ$. На основе формулы (9) построены графики зависимостей между q_0 и C как в случае промежуточной опоры, так и кругового шарнира, а также в случае отсутствия таковых (рис. 2).

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

(Поступило 26.2.1988)

მეცნიერება

ბ. მამათელაშვილი, დ. ტაბატაძე, თ. ჯავახიშვილი

ორი კონცენტრული წრიული რკალითა და ორი რადიუსით შემოსაზღვრული ფილის დრეკად-პლასტიკური წონასწორობის შესახებ, ზოგიერთი პარამეტრის ნახტომისეზურად ცვლილების პირობებში

რეზიუმე

ა. ილიუშინის [1] ვარიაციული მეთოდის დახმარებით შესწავლილია ორი კონცენტრული რკალითა და ორი რადიუსით შემოსაზღვრული ფილის დრეკად-პლასტიკური წონასწორობა შუალედური საყრდენის ან წრიული სახსრის არსებობის პირობებში.

დრეკადი წონასწორობის დიფერენციალურ ვანტოლებათა წყვეტილი ინტეგრირების ასაგებად გამოყენებულია შ. მიქელაძის მეთოდი.

განხილულია კონკრეტული მაგალითი, რომლისთვისაც აგებულია დეტირთვასა და ჩაღუნვას შორის გამოვლენილი დამოკიდებულების გრაფიკები.

MECHANICS

N. A. MAMATELASHVILI, D. V. TABATADZE, T. G. JAVAKHISHVILI

ON THE ELASTO-PLASTIC EQUILIBRIUM OF PLATES BOUNDED BY TWO ARCS OF CONCENTRIC CIRCUMFERENCES AND TWO RADII UNDER STEPWISE VARIATION OF SOME PARAMETERS

Summary

The elasto-plastic equilibrium of plates bounded by two arcs of concentric circumferences and two radii in the presence of an intermediate support or a circular hinge is considered by means of A. A. Ilyushin's variational method.

In order to construct the discontinuous integrals of differential equations of elastic equilibrium, Sh. E. Mikeladze's method has been used.

The concrete example is considered, for which the graph of dependence between the load and deflection is constructed.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. А. Ильюшин. Пластичность. М.—Л., 1948.
2. Ш. Е. Микеладзе. Некоторые задачи строительной механики. М.—Л., 1948.



М. С. ЭЛИЗБАРАШВИЛИ

РЕШЕНИЕ ПЕРВОЙ ОСНОВНОЙ ЗАДАЧИ ТЕОРИИ УПРУГОСТИ
 ДЛЯ КУСОЧНО-ОДНОРОДНОЙ ПЛОСКОСТИ
 С ПОЛУБЕСКОНЕЧНЫМ РАЗРЕЗОМ

(Представлено академиком Н. П. Векуа 8.9.1988)

Пусть упругое тело представляет всю комплексную плоскость, которая состоит из двух клиновидных изотропных областей, жестко сцепленных между собой вдоль прямолинейной границы с разными упругими постоянными, при этом одно из них имеет полубесконечный разрез по оси Ox , начинающийся из точки $x=1$. Уравнения прямой раздела имеют вид $\arg z = \pm\alpha$, $0 < \alpha \leq \pi$. Упругие постоянные правого и левого клиньев S_1 и S_2 обозначим соответственно (μ, κ, E, ν) [1,2].

Поставим первую основную задачу теории упругости: найти напряженное состояние тела, когда на границе разреза заданы симметричные нормальные напряжения.

Для решения поставленной нами задачи допустим, что касательные напряжения равны нулю везде, а нормальные напряжения симметрично распределены вдоль конечной части разреза, т. е.

$$\begin{aligned} \tau_{xy}^+ = \tau_{xy}^- = 0, \quad x \geq 1, \\ \sigma_y^+ = \sigma_y^- = p(x), \quad 1 \leq x \leq b, \quad b < \infty, \end{aligned}$$

где $p(x)$ — абсолютно непрерывная функция.

Ввиду симметрии поставленная задача приводится к смешанной задаче теории упругости для кусочно-однородной полуплоскости со следующими граничными условиями:

$$\begin{aligned} \tau_{xy} = 0, \quad -\infty < x < \infty, \quad v(x) = 0, \quad -\infty < x \leq 1, \\ \sigma_y(x) = p(x), \quad 1 \leq x \leq b, \quad b < \infty. \end{aligned} \quad (1)$$

В силу условий равновесия и непрерывности на прямой раздела $\arg z = -\alpha$ напряжения и перемещения удовлетворяют условиям

$$\begin{aligned} X_n^{(1)} + iY_n^{(1)} = - (X_n^{(2)} + iY_n^{(2)}), \\ u_1(x) = u_2(x), \quad v_1(x) = v_2(x). \end{aligned} \quad (2)$$

Будем считать, что перемещения ограничены всюду, а напряжения ограничены всюду, кроме точки $x=1$, где они имеют особенности.

При помощи формул Колосова—Мухелишвили граничные условия (1) и (2) примут вид [1]

$$\Phi_k(t) + \overline{\Phi_k(t)} + i\overline{\Phi_k'(t)} + \overline{\Psi_k(t)} = \begin{cases} p(x), & 1 \leq x \leq b, \\ \sigma_y(x), & x > b, \end{cases} \quad (3)$$

$$\sum_{k=1}^2 (-1)^{k-1} \{ \Phi_k(t) + \overline{\Phi_k(t)} - e^{2i\alpha} [\overline{i\Phi_k'(t)} + \overline{\Psi_k(t)}] \} = 0, \quad (4)$$



$$\sum_{k=1}^2 (-1)^{k-1} \left\{ \frac{1}{2\mu_k} [\chi_k \Phi_k(t) - \overline{\Phi_k(t)} - e^{2i\alpha} [t\Phi_k'(t) + \overline{\Psi_k(t)}]] \right\} = 0, \quad (5)$$

где $\Phi_k(t)$, $\Psi_k(t)$, ($k=1, 2$)—комплексные потенциалы Колосова—Мухелишвили, которые заданы соответственно в областях

$$S_1 = \{z / -\alpha \leq \arg z \leq 0\}, \quad S_2 = \{z / -\pi \leq \arg z \leq -\alpha\}.$$

Введем обозначения [1]

$$\Omega_k(z) = \Phi_k(z) + z\Phi_k'(z) + \Psi_k'(z). \quad (6)$$

Подставляя (6) в граничные условия (3), (4) и (5), получаем

$$\Phi_k(t) + \overline{\Omega_k(t)} = \begin{cases} P(x), & 1 \leq x \leq b, \\ \sigma_y(x), & x > b. \end{cases} \quad (7)$$

$$\sum_{k=1}^2 (-1)^{k-1} \{ \Phi_k(t) + (1 - e^{2i\alpha}) [\overline{t\Phi_k(t)}]' + e^{2i\alpha} \overline{\Omega_k(t)} \} = 0, \quad (8)$$

$$\sum_{k=1}^2 (-1)^{k-1} \left\{ \frac{1}{2\mu_k} [\chi_k \Phi_k(t) - (1 - e^{2i\alpha}) [\overline{t\Phi_k(t)}]' - e^{2i\alpha} \overline{\Omega_k(t)}] \right\} = 0. \quad (9)$$

Как известно ([1], § 91), функции Φ_k , Ω_k ($k=1, 2$) при больших $|z|$ имеют вид

$$\Phi_k(z) = O\left(\frac{1}{z}\right), \quad \Omega_k(z) = O\left(\frac{1}{z}\right),$$

а в окрестности точки $x=1$ удовлетворяют условия

$$z\Phi_k(z) \rightarrow 0, \quad z\Omega_k(z) \rightarrow 0.$$

Аналитические функции $\Phi_k(z)$ и $\Omega_k(z)$ будем искать в виде интегралов [3]

$$\Phi_k(z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi z}} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{A_k(t)}{t} e^{-it \ln z} dt - \frac{c_k}{z},$$

$$\Omega_k(z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi z}} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{B_k(t)}{t} e^{-it \ln z} dt - \frac{c'_k}{z},$$

где $c_k = i\sqrt{\pi/2} A_k(0)$, $c'_k = i\sqrt{\pi/2} B_k(0)$.

В точке $t=0$ интегралы понимаются в смысле главного значения по Коши.

Подставляя эти интегралы в формулу (7) и производя преобразования Фурье, получаем

$$A_1(t) - \overline{B_1(t)} = tN(t), \quad (10)$$

где

$$N(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\infty} \sigma_y(e^{\xi}) e^{(1+i)t\xi} d\xi.$$

Аналогично из формул (8) и (9) имеем систему уравнений относительно неизвестных коэффициентов A_k и B_k и функции $N(t)$, $V(t)$.

Согласно данным [4], уравнение (10) приводится к функциональному уравнению Винера—Хопфа [5]

$$G(t, \alpha) V^+(t) - N^-(t) = P^+(t), \quad (11)$$

где

$$V^+(t) = \frac{4i\mu_1}{(1+\alpha_1) \sqrt{2\pi}} \int_0^{\infty} \sigma_y(e^{\xi}) e^{(1+it)\xi} d\xi,$$

$$N^-(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^0 \sigma_y(e^{\xi}) e^{(1+it)\xi} d\xi,$$

$$P^+(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_0^{\infty} \sigma_y(e^{\xi}) e^{(1+it)\xi} d\xi.$$

Путем факторизации граничная задача (11) приводится к задаче линейного сопряжения, которая решается при помощи формул Сохоцкого—Племеля [2].

В частном случае, когда нормальные напряжения, заданные на [1; b], постоянны, получаем

$$V^+(z) = \frac{pz X^+(z; \alpha)}{2\pi i \sqrt{z+i}} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{dt}{X^+(t; \alpha) \sqrt{t-i} (1+it) (t-z)}, \quad (12)$$

$$N^-(z) = \frac{pX^+(z; \alpha) \sqrt{z-i}}{2\pi i} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{dt}{X^+(t; \alpha) \sqrt{t-i} (1+it) (t-z)}.$$

Функцию (12) можно представить так:

$$N^-(z) = \frac{C(\alpha)}{\sqrt{z-i}} + N_0^-(z), \quad (13)$$

где $N_0^-(z)$ является преобразованием Фурье от непрерывной функции $\Phi(\xi)$ при $\xi < 0$. Производя обратное преобразование Фурье и возвращаясь к старым обозначениям $x=e^{\xi}$, из формулы (13) получаем

$$\sigma_y(x) = \frac{C(\alpha)}{\sqrt{x-i}} + \Phi_0(x), \quad (14)$$

где $\Phi_0(x)$ — непрерывная функция в точке $x=1$.

Из формулы (14) видно, что нормальное напряжение имеет особенности вблизи точки $x=1$ с показателем $1/2$, а коэффициент интенсивности напряжения зависит как от упругих постоянных материалов, так и от угла раствора α и определяется формулой

$$C(\alpha) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{dt}{X^+(t; \alpha) \sqrt{t-i} (1+it)}.$$

ა. ელიზბარაშვილი

დრეკადობის თეორიის პირველი ძირითადი ამოცანის ამოხსნა,
 ნახევრადუსასრულო ჭრილის მქონე უზნობრივ-ერთგვაროვანი
 სიბრტყისათვის

რეზიუმე

ფურიეს ინტეგრალური გარდაქმნებითა და ანალიზურ ფუნქციათა თეორიის მეთოდების გამოყენებით დრეკადობის თეორიის პირველი ძირითადი ამოცანა უზნობრივ-ერთგვაროვანი ნახევრადუსასრულო ჭრილის მქონე სიბრტყისათვის მიყვანილია წრფივი შეუღლების ამოცანაზე. ამ გზით მიღებულია დასმული ამოცანის ამოხსნა ეფექტური სახით.

THEORY OF ELASTICITY

M. S. ELIZBARASHVILI

 THE SOLUTION OF THE FIRST BASIC PROBLEM OF ELASTICITY
 FOR A PIECEWISE HOMOGENEOUS PLANE WITH A SEMIINFINITE
 CUT

Summary

By means of the Fourier integral transforms and methods of analytic functions the first basic problem of elasticity for the piecewise homogeneous plane with a semiinfinite cut is reduced to the problem of linear conjugacy. In this way the effective solution of the problem is obtained.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. И. Мухелишвили. Некоторые основные задачи математической теории упругости. М., 1966.
2. Н. И. Мухелишвили. Сингулярные интегральные уравнения. М., 1968.
3. Р. Д. Банцური. ДАН СССР, т. 167, вып. 6, 1966.
4. М. С. Элизбарашвили. Труды ТГУ, Мат. мех., астр., 16—17 (252), 1984.
5. Б. Нобл. Метод Винера—Хопфа М., 1962.



Р. Л. МИТАИШВИЛИ, Е. Н. КВИТАШВИЛИ

О СИНТЕЗЕ РАЗНОРОДНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СИСТЕМ

(Представлено академиком И. И. Джорджадзе 20.1.1988)

Пусть заданы две разнородные производственные системы. Обозначим через y'_{ij} показатель j производственной системы i первой однородной в некотором смысле системы ($i = \overline{1, n_1}, j = \overline{1, n}$), и через y''_{ql} показатель l производственной системы q ($q = \overline{1, n_2}, l = \overline{1, p}$) второй однородной системы. Тогда $y'_{ij}(t)$ и $y''_{qp}(t)$ будут характеризовать значения этих показателей в момент времени t . Совокупность этих показателей

$$\begin{cases} y'_i(t) = F'_i(y'_{i1}(t), y'_{i2}(t), \dots, y'_{in}(t), x_{i1}(t), \dots, x_{im_1}(t)) + \varepsilon_i; \\ y''_q(t) = F''_q(y''_{q1}(t), y''_{q2}(t), \dots, y''_{qp}(t), x_{q1}(t), \dots, x_{qm_2}(t)) + \varepsilon_q \end{cases}$$

назовем состоянием производственных систем i и q в момент времени t , где $x_{im_1}(t)$ и $x_{qm_2}(t)$ — предопределенные переменные, а ε_i и ε_q — случайные переменные со средней, равной нулю и дисперсиями σ_i^2 и σ_q^2 .

Показатели, включенные в модель функционирования производственной системы, находятся в некотором отношении. Это отношение определяет необходимый уровень их значений и, если показатели взаимосвязаны, то при равенстве нулю некоторых из них функционирование производственной системы прекращается. Искомые отношения определяют эффективность и потенциал производственных систем.

В связи с вышесказанным рассмотрим изменение потенциала и эффективности функционирования разнородных производственных систем при их синтезе по некоторому признаку.

Пусть показатели

$$y'_1, y'_2, \dots, y'_k, y'_{k+1}, \dots, y'_m, y'_{m+1}, \dots, y'_{p-1}, y'_p, \dots, y'_{n-1}, y'_n$$

описывают производственные объекты первой системы,

$$y''_1, y''_2, \dots, y''_h, y''_{h+1}, \dots, y''_m, \dots, y''_{p-1}, y''_p$$

а $y'_1, \dots, y'_k, y''_1, \dots, y''_h, y'_{k+1}, \dots, y'_m, y''_{m+1}, \dots, y'_n, y''_{m+1}, \dots, y_p$ — показатели объединенной системы, где

$$y'_{k+1} = y'_{k+1} \cup y''_{h+1} = f_{k+1}(y'_{k+1}, y''_{h+1});$$

$$\dots$$

$$y''_m = y'_m \cup y''_m = f_n(y'_m, y''_m);$$

$$y'_{k+1} = \beta'_{k+1,1} y'_1 + \dots + \beta'_{k+1,n} y'_n + \gamma'_{k+1,1} x'_1 + \dots + \gamma'_{k+1,d} x'_d + \varepsilon'_{k+1};$$

$$\dots$$

$$y'_m = \beta'_{m1} y'_1 + \dots + \beta'_{mn} y'_n + \gamma'_{m1} x'_1 + \dots + \gamma'_{md} x'_d + \varepsilon'_m;$$

$$y''_{h+1} = \beta''_{h+1,1} y''_1 + \dots + \beta''_{h+1,p} y''_p + \gamma''_{h+1,1} x''_1 + \dots + \gamma''_{h+1,d} x''_d + \varepsilon''_{h+1};$$

$$\dots$$

$$y''_m = \beta''_{m1} y''_1 + \dots + \beta''_{mp} y''_p + \gamma''_{m1} x''_1 + \dots + \gamma''_{md} x''_d + \varepsilon''_m.$$

При одном и том же уровне x , величины y для разнородных производственных систем зависят от параметров структурных уравнений. Если цель производственных систем заключается в обеспечении народного хозяйства и населения необходимыми пропускными способностями дорог и перевозками, то у более эффективно функционирующих произ-



водственных систем показатели, характеризующие рост, будут больше, а эффективность выше, т. е.

$$y_{k+e}^* \geq y_{k+e}' + y_{k+e}'' (e = \overline{1, c}) \text{ и } y_{k+d}^* \geq y_{k+d}' + y_{k+d}'' (d = \overline{c+1, m}).$$

Рассмотрим фрагмент статических пространственных совместных регрессионных моделей, разработанных для производственных систем автомобильного транспорта общего пользования и дорожно-эксплуатационных участков министерства автомобильных дорог Грузинской ССР. Переменные с одним индексом принадлежат производственным системам автомобильного транспорта, а с двумя — автомобильных дорог.

В таблицах 1—3 приведены эконометрические модели производственных систем до и после их синтеза.

Таблица 1
Экономические модели, характеризующие потенциал разнородных производственных систем

№	Модели	Статистические характеристики		
		R	F	S _y
1	$\hat{y}'_1 = 1004,5 + 61,5y'_2 + 16,4x_1 + 197,6x_2$	0,995	649,4	2703,9
2	$\hat{y}'_2 = 21,2 + 0,523x_3$	0,973	356,9	27,6
3	$\hat{y}'_3 = 750,8 + 29,2x_3$	0,929	126,8	2584,7
4	$\hat{y}'_5 = 1467,8 + 1053,6x_6 + 1421,5x_7$	0,938	70,0	4903,5
5	$\hat{y}_4'' = 44,2 + 0,0001y_5'' + 0,0003y_6'' + 0,00025x_4 + 0,5x_5$	0,861	14,4	24,3
6	$\hat{y}_5'' = 8,9 + 0,36y_6'' + 2,0x_6 + 0,29x_9$	0,843	17,2	73,81

где R—коэффициент множественной корреляции; F—расчетное значение критерия Фишера; S_y—стандартное отклонение оценки зависимой переменной, y'₁—доходы (тыс. руб.); y'₂— грузооборот (млн. ткм.); x₁—пассажиروоборот, млн. тыс. км; x₂—платный пробег такси, млн. км; x₃—используемая грузоподъемность парка, тыс. тонн; y'₃—объем перевозок грузов, тыс. тонн; y'₄—текущий ремонт дорог, тыс. руб.; y'₅, y'₆—активная часть основных фондов, тыс. руб.; y'₆—среднегодовая стоимость основных фондов, тыс. руб.; x₄—численность производственного персонала, тыс. чел.; x₅—протяженность дорог, км.

Таблица 2
Эконометрические модели, характеризующие эффективность разнородных и производственных систем

№	Модели	Статистические характеристики		
		R	F	S _y
1	$\hat{y}'_7 = -22,5 + 67,3x_6 + 61,9x_7$	0,943	76,6	205,9
2	$\hat{y}'_8 = 267,7 + 1,95x_4$	0,987	748,3	844,8
3	$\hat{y}'_9 = 179,2 + 54,0x_2 + 902,0x_6 + 1178,6x_7$	0,993	415,3	1576,8
4	$\hat{y}_7'' = -1,83 + 0,09y_5'' + 0,05x_{10} + 0,38y_4''$	0,862	20,6	19,4
5	$\hat{y}_4'' = -59,8 + 0,33x_8 + 0,77x_9 + 0,36y_4''$	0,964	66,7	37,5
6	$\hat{y}'_9 = 42,3 + 4,064x_{11}$	0,805	36,9	221,3



где x_6 —грузоподъемность парка, тыс. тонн; x_7 —вместимость, автобусов, тыс. мест; x_8 —объем заготовок стройматериалов, м³; x_9 —средний ремонт дорог, тыс. руб.; x_{10} —капитальный ремонт дорог, тыс. руб.; x_{11} —численность рабочих ДЭУ (дорожно-эксплуатационный участок), чел; y'_7, y'_7 —сумма нормируемых оборотных средств, тыс. руб.; y'_8, y''_8 —фонд зарплаты производственного персонала, тыс. руб.

Таблица 3

Эконометрические модели, характеризующие эффективность синтезированных разнородных производственных систем

№	Модели	Статистические характеристики		
		R	F	S _y
1	$y^*_8 = -316,1 + 215 x_{12}$	0,985	368,2	375,6
2	$y^*_9 = 746,9 + 2,4 y'_8 + 0,41x_8 + 0,59x_9$	0,997	442,5	486,13

где y^*_8 —суммарные расходы АТПО (автотранспортное производственное объединение) и ДЭУ с учетом численности производственного персонала, тыс. руб.; y^*_8 —суммарный фонд зарплаты производственного персонала АТПО и ДЭУ с учетом экономии сокращения численности персонала, тыс. руб.; x_{12} —численность производственного персонала после объединения АТПО и ДЭУ, тыс. чел.

Так как две производственные системы разнородны, то естественно, что многие переменные после объединения остаются неизменными, некоторые такие, например, как основные фонды, их активная часть, сумма нормируемых оборотных средств и некоторые другие могут быть условно агрегированы, и только некоторые могут быть объединены. К ним следует отнести суммарные расходы, фонд заработной платы производственного персонала и т. д. Следовательно, получили совокупность следующих показателей:

$$y'_1, y'_2, y'_3, y'_6, y''_4, y''_5, y'_7, y'_8, y'_9,$$

где

$$y^*_8 = y'_8 \cup y''_8 \text{ и } y^*_9 = y'_9 \cup y''_9.$$

Объединение разнородных производственных систем позволяет сократить только численность управленческого персонала. Это сокращение позволило разработать новые модели, приведенные в табл. 3. Анализ моделей 2, 3, 5, 6 из табл. 2 и 1 и 2 из табл. 3 убеждает, что уровни y'_8, y'_9 и y''_8, y''_9 зависят от уровня независимых переменных, которые частично вошли и в модели 1 и 2 из табл. 3. При одинаковых уровнях независимых переменных ($x_1, x_2, x_3, x_5, x_6, x_7, x_8, x_9, x_{10}, x_{11}, y'_4$) все зависит от величины x_{12} . Если $x_{12} \leq x'_1 + x''_1$, тогда естественно, что $y^*_8 \leq y'_8 + y''_8$ и тем самым $y^*_9 \leq y'_9 + y''_9$.

Синтез разнородных производственных систем при равных прочих условиях должны обеспечить существенное уменьшение y^*_9 по сравнению с $y'_9 + y''_9$. В противном случае такое слияние теряет смысл. В нашем случае затраты уменьшаются на 0,22%, что составляет 526,3 тыс. руб. Следовательно, синтез исследуемых производственных систем не целесообразен.

Вместе с тем следует отметить, что синтез исследуемых производственных систем может обеспечить лучшее использование имеющихся научно-технического потенциала, вычислительной техники, повышение эффективности использования грузового автомобильного транспорта за счет эффекта концентрации автотранспортных производственных объединений.

НИИЭПУ при Госплане
 Грузинской ССР

(Поступило 29.1.1987)

კიბერნეტიკა

რ. მითაიშვილი, ე. კვიტაშვილი

არაერთგვაროვანი საწარმოო სისტემების სინთეზის შესახებ

რეზიუმე

ერთობლივ ეკონომეტრიკულ მოდელთა საფუძველზე დადგენილია არაერთგვაროვანი საწარმოო სისტემების ფუნქციონირების ეფექტიანობა გაერთიანებამდე და მის შემდეგ.

CYBERNETICS

R. L. MITAISHVILI, E. N. KVITASHVILI

ON THE SYNTHESIS OF HETEROGENEOUS PRODUCTIVE SYSTEMS

Summary

The operation efficiency of heterogeneous productive systems before and after their unification is determined on the basis of a system of econometric models.



ФИЗИКА

Е. И. СИХАРУЛИДЗЕ, Д. Т. САГАРЕИШВИЛИ, Г. А. СИХАРУЛИДЗЕ

О МЕХАНИЗМАХ РАССЕЯНИЯ НОСИТЕЛЕЙ ЗАРЯДА В
 ТВЕРДЫХ РАСТВОРАХ $GaInAs$

(Представлено академиком Г. А. Харадзе 13.7.1987)

Структурное совершенство кристаллической решетки твердых растворов во многом способствует улучшению физических характеристик приборов на их основе и расширяет возможности их практического применения. Анализ механизмов рассеяния носителей заряда дает наглядную картину решеточных несовершенств и помогает ставить технологические задачи их устранения.

Нами сделана попытка изучения этого сложного вопроса путем сопоставления экспериментальных результатов гальваномагнитных и оптических исследований с теоретическими представлениями.

Гальваномагнитные исследования были проведены потенциометрическим методом на постоянном токе, при величине магнитных полей до 20 Кгс. Холловская подвижность носителей заряда определялась с точностью до 9%. Измерения проводились в интервале температур 78—500 К. Исследования оптического поглощения, связанного со свободными носителями заряда с участием кристаллических несовершенств, проводились в области 5—25 мкм. Методика измерений аналогична описанной ранее [1].

Составы исследуемых твердых растворов $In_xGa_{1-x}As$, определенные микрорентгеноспектральным методом, и концентрации свободных электронов в образцах приведены в таблице.

№ образца	Состав, x	Концентрация N, см ⁻³	α	N_{np}/N	Θ
1	0,016	$6 \cdot 10^{16}$	2,6	7	0,76
2	0,03	$3,9 \cdot 10^{17}$	2,8	4,3	0,62
3	0,05	$8,2 \cdot 10^{16}$	3,0	10	0,83
4	0,09	$3,8 \cdot 10^{17}$	2,5	5	0,68
5	0,12	$1,35 \cdot 10^{18}$	2,5	1,9	0,31
6	0,15	$1,32 \cdot 10^{18}$	2,7	1,6	0,20
7	0,25	$1,53 \cdot 10^{18}$	2,8	—	—

При анализе экспериментальных результатов пользовались однозонной моделью проводимости, что правомерно вследствие установленной нами независимости коэффициента Холла от магнитного поля.

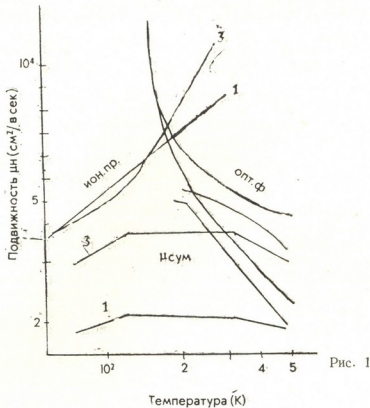
На рис. 1 приведены экспериментальные зависимости $\mu_n = f(T)$. Во всех исследуемых образцах в относительно низкотемпературной области 78—200 К наблюдается изменение подвижности электронов, близкое к характерной для рассеяния на ионизированных примесных центрах. Это наглядно видно из сопоставления экспериментальной кривой с теоретически рассчитанной (рис. 1) по формуле Брукса—Херринга [2]:

$$\mu = \frac{27^{1/2} e^2 \epsilon_0^2 (KT)^{3/2}}{N_{np} \pi^{3/2} e^3 (m^*)^{1/2} \ln y},$$



где $\ln y = \ln(1+b) - \frac{b}{1-b}$; $b = \frac{6\epsilon\epsilon_0 m^* (KT)^2}{\pi N h^2 e^2}$;

$N_{пр}$ — концентрация ионизированных примесей; m^* — эффективная масса электронов; ϵ — диэлектрическая проницаемость. Эти параметры были нами определены экспериментально по измерениям дифференциальной термо-э. д. с. и ИК отражения. Несколько более сла-



бая степенная зависимость $\mu \sim T^\chi$ на эксперименте ($0,2 < \chi < 0,62$), вероятно, можно объяснить увеличением радиуса экранирования кулоновского потенциала перераспределенными свободными носителями с повышением температуры, что согласно Девидсу и Конвелу [2], должен увеличивать сечения рассеяния.

В области комнатных температур, которая с практической точки зрения представляет наибольший интерес, наблюдается более сложная картина: помимо рассеяния на ионизированных примесных центрах, существенную роль начинают играть колебания решетки. Как показали расчеты, вклад акустических фононов в процессе рассеяния мал и его можно игнорировать по сравнению с долей оптических фононов. На рис. 1 приведены теоретические зависимости $\mu = f(T)$ в случае рассеяния электронов на полярных оптических колебаниях решетки, рассчитанные по соотношению Эренрайха [3] с учетом непараболичности зоны проводимости:

$$\mu = 1,7 \cdot 10^{30} \left(\frac{e}{e^*} \right)^2 \left(\frac{m_0}{m^*} \right)^{3/2} T^{1/2} \bar{M} v_0 - \frac{\omega_l}{2\pi} F \left(\frac{\theta_l}{T} \right) \times \left[\exp \left(\frac{\theta_l}{T} \right) - 1 \right].$$

Величины I_c^* и ω_l нами были определены по спектрам ИК отражения. Приведенная масса $\bar{M}(x)^{-1} = xM_{In}^{-1} + (1-x)M_{Ga}^{-1} + M_{As}^{-1}$. В случае совместного действия ионизированных примесных центров и оптических фононов кривые построены по правилу Маттисена $1/\mu = \sum_i 1/\mu_i$. Как видно из сопоставления этих кривых с экспериментальными данными, указанный смешанный механизм является преобладающим, хотя полностью не описывает картину.

Исследования оптических спектров показали, что в области $\lambda > 10$ мкм четко вырисовывается поглощение свободными носителями, которое подчиняется степенному закону $\alpha \sim (\hbar\omega)^{\alpha}$. Значения показателей степени приведены в таблице.

Так как при взаимодействии со свободными электронами участвует третья частица — кристаллическое несовершенство, а суммарный коэффициент поглощения можно представить как $\alpha = \sum_i \alpha_i$

(индекс i указывает на тип несовершенства), мы попытались теоретически рассчитать значения α_i для оптических, акустических фононов и ионизированных примесных центров. Расчеты были проведены по теоретическим представлениям, развитых Хага и Кимура [4]. Ввиду громоздкости выражений они в работе не приведены. Расчеты проводились на ЭВМ. Параметры, необходимые для расчета, нами были определены экспериментально [5].

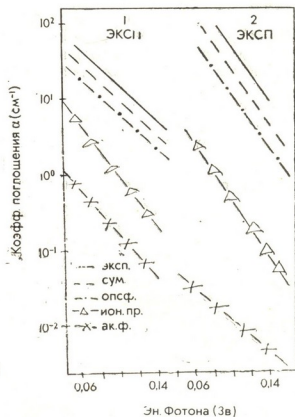


Рис. 2

В результате проведенных расчетов получены спектральные зависимости $\alpha_i = f(\hbar\omega)$ для указанных выше механизмов рассеяния и они приведены на рис. 2. Их сравнение с экспериментальными результатами, которые приведены для наглядности на том же рисунке, показывает, что при комнатной температуре акустическая ветвь рассеяния играет не первостепенную роль, а вклад оптических фононов совместно с ионизированными примесными центрами предпочтительнее. Коэффициент поглощения, полученный теоретически, несколько расходится с экспериментальным. Сказывается влияние некоторого дополнительного механизма поглощения. При анализе рассеивающих факторов учитывали, что роль пьезоэлектрического рассеяния в соединениях A^3B^5 мала [4] и внимание, особенно с технологической точки зрения, надо уделить двум дополнительным механизмам: рассеянию растворного характера, обусловленного флуктуационным распределением катионов в кристалле, и возможным существованием областей объемного заряда, которые формируются вокруг неомогенностей примесных концентраций. Учитывая невысокую чистоту монокристаллов, в данном случае в большой степени сказывается влияние



второго механизма. Согласно Вайсбергу [6], эти центры должны заметно влиять на величину подвижностей свободных носителей, но слабо — на ее температурную зависимость ($\mu_{0,3} \sim N^{1/3} T^{-5/6}$). Это согласуется с результатами электрических измерений (рис. 1). Проведенные исследования дали возможность оценить отношения концентраций примесей к концентрации свободных носителей заряда в кристалле, а также степень компенсации примесных центров. Представляя значение коэффициента поглощения в виде $\alpha_{\text{экс}} = \left(\frac{N_{\text{пр}}}{N}\right) \alpha_{\text{пр}} + \alpha_{\text{оп}} + \alpha_{\text{ак}}$, где $N_{\text{пр}}$ — полная концентрация ионизированных примесей, на основе экспериментальных и теоретически рассчитанных результатов были определены отношения $N_{\text{пр}}/N$. Отношение концентраций ионизированных акцепторов и доноров $\theta = N_A^-/N_D^+$ можно оценить по соотношению

$$\theta = \frac{\alpha_{\text{экс}} - (\alpha_{\text{оп}} + \alpha_{\text{ак}} + \alpha_{\text{пр}})}{\alpha_{\text{экс}} - \alpha_{\text{пр}} - (\alpha_{\text{оп}} + \alpha_{\text{ак}})},$$

$$N_{\text{пр}} = N_D^+ + N_A^-, \quad N = N_D^+ - N_A^-.$$

Значения этих параметров приведены в таблице. Контроль указанных величин при технологических поисках, видимо, является необходимым.

Академия наук Грузинской ССР
Институт кибернетики

(Поступило 3.9.1987)

ფიზიკა

მ. სიხარულიძე, დ. საგარეიშვილი, ზ. სიხარულიძე

მუხტის გავლენით გაბნევის მექანიზმთა შესახებ *GaInAs*
შპარ ხსნარებში

რეზიუმე

ექსპერიმენტულად შესწავლილია თავისუფალი ელექტრონების ძვრადობა და მათ მიერ გაპირობებული ოპტიკური შთანთქმის სპექტრები. მოსალოდნელი შედეგების თეორიული ანალიზი შედარებულია ექსპერიმენტულ მონაცემებთან. დადგენილია თავისუფალ ელექტრონთა გაბნევის მექანიზმი, მინარევთა კონცენტრაცია და მათი კომპენსაციის ხარისხი.

PHYSICS

E. I. SIKHARULIDZE, D. T. SAGAREISHVILI, G. A. SIKHARULIDZE
ON CHARGE CARRIERS SCATTERING MECHANISMS IN SOLID
SOLUTIONS OF *GaInAs*

Summary

An experimental study of the temperature dependence of electron mobility and optical absorption spectra connected with free charge carriers in solid solutions of $In_xGa_{1-x}As$ has been carried out. A theoretical analysis of the expected results has been performed. The mechanisms of scattering, concentration of impurities and compensation degree of impurities in the samples have been found.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Е. И. Сихарулидзе, О. А. Харатишвили, Г. А. Сихарулидзе. Сообщения АН ГССР. 97, № 1, 1980.
2. P. Devids, E. Conwell. Phys. Rev. 93, 693, 1954.
3. H. Ehrenreich. J. Phys. Chem. Sol. 9, 129, 1959.
4. E. Haga, H. Kimura. J. Phys. Soc. Jap. 18, 777, 1963.
5. Е. И. Сихарулидзе. Сообщения АН ГССР, 132, № 1, 1988.
6. L. Weisberg. J. Appl. Phys. 33, 1817, 1962.

Р. С. КАБИСОВ, В. И. КЕСАЕВ

ДИФFUЗИОННОЕ ВОЗБУЖДЕНИЕ КЛАССИЧЕСКОЙ МОЛЕКУЛЫ МОРСА В ВЫСОКОЧАСТОТНОМ ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ ПОЛЕ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Л. Л. Буишвили 5.1.1988)

В работе [1] было предположено, что для классической двухатомной молекулы Морса должна существовать возможность индуцирования стохастического движения внешним регулярным полем. Настоящая работа ставит своей целью аналитическое описание процесса стохастического возбуждения радиальных колебаний двухатомной молекулы, взаимодействующей по Морсу, методами нелинейной классической механики.

Можно показать, что в системе центра масс колебания невозмущенной двухатомной молекулы Морса в переменном действии I — угол Θ описываются гамильтонианом

$$H = A - A(1 - \sigma I)^2, \quad (1)$$

где A — энергия диссоциации молекулы; $\sigma = 1/\sqrt{8\mu a^2 A}$ (μ — приведённая масса, a — амплитуда гармонических колебаний). Самым существенным для дальнейших выводов является наличие нелинейности в системе (1), т. е. частота колебаний $\Omega = \Omega I = dH/dI$.

Хорошо известно [2, 3], что в классической гамильтоновой нелинейной колебательной системе под воздействием внешней гармонической силы при определенных условиях развивается стохастическая неустойчивость движения. Движение системы становится случайным и может быть описано статистически.

Предположим, что молекула обладает электрическим дипольным моментом. Тогда колебания молекулы в слабом внешнем гармоническом электрическом поле будут описываться гамильтонианом

$$\tilde{H} = H + \varepsilon V(I, \Theta, t). \quad (2)$$

Здесь безразмерный параметр $\varepsilon \ll 1$ характеризует малость воздействия,

$$V(I, \Theta, t) = \frac{A}{a} \cos \omega t \cdot \left(a_0 + \sum_{k=1}^{\infty} a_k(I) \cos 2k\Theta \right) \quad (3)$$

описывает дипольное взаимодействие молекулы с внешним полем, причем $\theta = \Omega t$; ω — частота поля; $a_k(I)$ — коэффициенты Фурье-разложения невозмущенной траектории, вид которых нам не понадобится¹.

¹ Внешнее поле выбрано так, что центр масс молекулы остается в покое.

Следуя [2, 3], находим критерий стохастической неустойчивости движения для системы (2)—(3):

$$N \gtrsim K = 20\varepsilon \left(\frac{\omega_e}{\omega} \right)^2 k^5 \gtrsim 1, \quad (4)$$

где N — число гармоник, реально участвующих в Фурье-разложении (3); $\omega_e \equiv 4A\sigma$ — частота гармонических колебаний молекулы. Отметим, что при выводе (4) мы полагали $(\omega_e/\omega)^2 \gg 1$, $k \gg 1$ (первое из этих неравенств обеспечивает наличие большого числа гармоник в разложении (3), могущих находиться в резонансе с фазой внешнего воздействия ωt).

Считая далее $K \gg 1$ и используя рассуждения, аналогичные рассуждениям в [3], находим, что среднеквадратическое отклонение энергии колебаний молекулы от ее начального значения растет линейно со временем⁽²⁾

$$\langle (\Delta H)^2 \rangle = 2Dt, \quad t \gg \tau_c, \quad (5)$$

где коэффициент диффузии $D = 2\pi\Omega (\varepsilon A)^2$, $\tau_c \sim kT/2 \ln K$ — время хаотизации по переменной θ . Другими словами, происходит диффузионное возбуждение молекулы. Отметим, что наше аналитическое описание справедливо для внешних полей, амплитуда которых удовлетворяет соотношению

$$2N \lesssim 4 \sqrt{\frac{1}{\varepsilon} \left(\frac{\omega}{\omega_e} \right)^2}. \quad (6)$$

В заключение приведем некоторые числовые оценки для реальной гетеромолекулы. В качестве примера выберем молекулу HCl [4]. Ее параметры имеют следующие значения: $\omega_e = 5,6 \cdot 10^{14} \text{ с}^{-1}$, $A = D_e = 4,43 \text{ эВ}$, $I_{\max} \approx 5 \cdot 10^{-26} \text{ эрг} \cdot \text{с}$. Подбирая параметры внешнего воздействия так, что $\omega \sim 5 \cdot 10^{13} \text{ с}^{-1}$, амплитуда напряженности поля $\mathcal{E}_0 \sim 10^{-2} \text{ В/см}$, а также выбирая $I(0)$ вблизи I_{\max} : $1 - \sigma I(0) \sim 0,02$, мы тем самым удовлетворим условию резонанса на обертоном $2k\Omega(I_k) \sim \omega$, критерию Чирикова $K \sim 30/\sqrt{2}$ (число гармоник в разложении (3) $N \sim 30/\sqrt{2}$). При этом период невозмущенных колебаний $T \sim 10^{-12} \text{ с}$, характерное время затухания корреляций фазы $\tau_c \sim 10^{-11} \text{ с}$, время диффузии по энергии $\sim 10^4 \text{ с}$.

Северо-Осетинский государственный
университет

(Поступило 14.1.1988)

ფიზიკა

რ. კაბისოვი, ვ. კესაევი

მორსის კლასიკური მოლეკულის დიფუზიური აღზნება
მაღალსიხშირულ ელექტრულ ველში

რეზიუმე

თეორიულად შესწავლილია მორსის ორატომიანი მოლეკულის გარეშე ჰარმონიული ელექტრული ველით ინდუცირებული სტოქასტიურად არამდგრადი

(² Результат (5) можно получить из первых принципов, используя аналогию с движением заряженной частицы в поле волнового пакета [2].

რადიალური რხევები. გამოკვლეულია პირობები, რომლებსაც უნდა აკმაყოფილებდეს გარეშე ზემოქმედება, რომ მოლეკულაში წარმოიქმნეს დინამიურ-ქაოსური მოძრაობა. ნაჩვენებია მოლეკულის დიფუზიური აღზნების შესაძლებლობა და გამოთვლილია დიფუზიის კოეფიციენტი.

PHYSICS

R. S. KABISOV, V. I. KESAEV

THE DIFFUSIVE EXCITATION OF THE CLASSICAL MORSE MOLECULE IN THE HIGH-FREQUENCY ELECTRIC FIELD

Summary

The possibility of setting up stochastic instability of radial oscillations of the classical diatomic Morse molecule induced by an external harmonic electric field is theoretically investigated. The strengths and frequencies of the electric field corresponding to stochasticity are determined. The possibility of the diffusive excitation of the molecule is demonstrated and the diffusion coefficient is calculated.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. I. Reichl *et al.* Phys. Rev. A. v. 28, № 5, 1983.
2. Г. М. Заславский. Стохастичность динамических систем. М., 1984.
3. Н. Б. Делоне, В. П. Крайнов, Д. Л. Шепелянский. УФН, т. 140, № 3, 1983.
4. Г. Герцберг. Спектры и строение двухатомных молекул. М., 1949.



В. А. УДОВЕНКО, В. В. САНАДЗЕ, И. А. ПОЛЯКОВА, Э. Д. ЧИЧАУ,
Л. Д. ГОГУА

ДИАГРАММА РАВНОВЕСНОГО СОСТОЯНИЯ СОСТАРЕННЫХ СПЛАВОВ КВАЗИБИНАРНОГО РАЗРЕЗА СИСТЕМЫ Cu Ni Mn

(Представлено академиком Ф. Н. Тавадзе 19.1.1989)

Сплавы тройной системы Cu Ni Mn в окрестности температуры Нееля (T_N) обладают температурно независимым модулем упругости и являются немагнитными эливирами [1]. Известно также [2], что сплавы, лежащие вблизи квазибинарного разреза системы Cu—Ni Mn, являются дисперсно твердеющими и приобретают после соответствующей термообработки высокие механические свойства, не уступающие свойствам широко известных бериллиевых бронз. В настоящее время твердо установлено, что дисперсионные твердения сплавов Cu—Ni Mn обусловлены процессом выделения при старении из закаленного твердого γ -раствора интерметаллического соединения Ni Mn, обладающего ГЦТ структурой с соотношением параметров решетки $c/a=0,95$. Однако вопрос о виде равновесной диаграммы сплавов квазибинарного разреза системы Cu Ni Mn остается открытым, так как систематические исследования сплавов различного состава не проводились, за исключением работы [3], в которой предпринята попытка построения диаграммы в основном по измерению механических свойств.

Целью настоящей работы является построение точной диаграммы равновесного состояния сплавов квазибинарного разреза системы Cu Ni Mn. Причем такое построение должно осуществляться опираясь на прямые структурные данные, полученные методом рентгеноструктурного анализа.

Исследовались 9 образцов различных сплавов: чистый интерметаллид Ni Mn и сплавы Cu Ni Mn, содержащие от 80% Cu—10% Ni—10% Mn с шагом через каждые 10% меди до 10% Cu—45% Ni—45% Mn (составы приведены в атомных процентах). Все сплавы выплавлялись в атмосфере аргона и проковывались при температуре 800°C в прутки, из которых электронским способом вырезались образцы для рентгеноструктурного анализа в форме пластины размерами 20×10×4 мм. После изготовления все образцы подвергали гомогенизирующему отжигу при $T=900^\circ\text{C}$ в течение 25 часов, с последующей закалкой в воде. Рентгеновские исследования проводились на дифрактометре ДРОН-3 с применением $\text{Fe}_{\text{K}\alpha}$ излучения. Марганец, содержащийся в образцах, служил естественным фильтром β -компоненты излучения.

Проводились определения температурных границ области растворимости интерметаллида в γ -твердом растворе. С этой целью исследовались эффекты возврата в сплавах. Как известно, для стареющих сплавов этот эффект заключается в том, что сплав, состаренный при определенной температуре, гомогенизируется при повышении температуры. После перехода через границу области несмешиваемости сплав становится однофазным и его структура и свойства, изменив-

шиеся при старении, возвращаются к исходному состоянию закаленного сплава.

Образцы сплавов разных составов предварительно отжигались для достижения равновесного состояния при $T=450^{\circ}\text{C}$ в течение 500 часов. Далее проводились съемки профилей отражений $\{311\}$ и $\{220\}$ в состаренном состоянии после отжигов при ступенчато повышающихся через 20° температурах. На каждой из температурных ступеней образец выдерживался до достижения нового равновесия, факт достижения которого контролировался путем съемок контрольных образцов, отжигавшихся в течение большего промежутка времени. Эксперимент показал, что для достижения нового равновесия достаточно выдержки на каждой ступени в течение 2 часов.

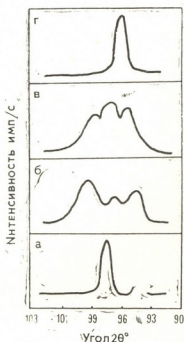


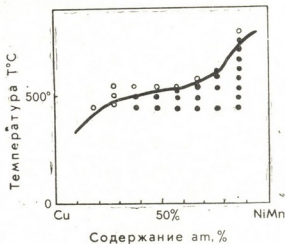
Рис. 1. Дифракционные профили отражений $\{220\}$ полученные на образце сплава 30% Cu—35% Ni—35% Mn: а) закаленное состояние, б) отжиг 450°C в течение 2 часов, в) отжиг 560°C в течение 2 часов, д) отжиг 600°C в течение 2 часов

На рис. 1 представлены отдельные данные, полученные на образце сплава 30% Cu—35% Ni—35% Mn. Профиль отражения $\{220\}$ этого сплава в закаленном состоянии (кривая а) отвечает селективному отражению от ГЦК фазы, несколько уширенному за счет наличия в закаленных сплавах неупорядоченных тетрагональных искажений [4]. После отжига при 450°C до равновесия профиль $\{220\}$ (кривая б) представляя собой суперпозицию отражений $\{202\}$, $\{220\}_{\tau}$ и $\{220\}_{\kappa}$, причем отражение $\{220\}_{\kappa}$ малой интенсивности, так как объемная доля интерметаллида велика. Дополнительный отжиг при 560°C в течение 2 часов не изменяет структурного состояния — профиль 220 (кривая в) отвечает случаю смеси γ -твердого раствора и интерметаллида NiMn, однако объемная доля интерметаллида резко уменьшилась, что свидетельствует о значительности сужения при $T=560^{\circ}\text{C}$ двухфазной области за счет положения ее границы со стороны меди. После отжига при $T=600^{\circ}\text{C}$ профиль вновь представляет собой селективное отражение от однородного γ -твердого раствора (кривая г), подобного наблюдавшемуся в закаленном образце. Так как температура ступенчатых отжигов повышалась через 20° , то температуру границы области растворимости для сплава 30% Cu—35 Ni—35% Mn следует считать равной $590^{\circ}\pm 10^{\circ}\text{C}$.

Определение вышеуказанным способом критических температур для сплавов всех исследуемых систем позволило построить равновесную диаграмму состояний сплавов квазибинарного разреза CuNiMn (рис. 2). Согласно этой диаграмме область растворимости интерметал-

ლიდა захватывает широкий концентрационный интервал (при $T=450^{\circ}\text{C}$ от 80% меди до ~ 5% меди). Обращает на себя внимание специфический вид кривой растворимости — наличие почти плоского участка в интервале концентрации 50—30% Cu. Наличие уплощенного участка свидетельствует о тенденции к образованию «горба» на кривой свободной энергии — участка с отрицательной кривизной. Это указывает

Рис. 2. Диаграмма равновесного состояния сплавов квазибинарного разреза системы CuNiMn: С—ГЦК структура, ● — ГЦТ структура



на возможное существование в концентрационной области расслоения двух изоморфных γ -твердых растворов разной концентрации. Ситуация полностью подобна случаю двойных сплавов γ -MnSi, у которых кривая растворимости γ -марганца и γ -твердого раствора также имеет аномальный уплощенный вид и в которых существует метастабильная область расслоения [5]. Однако в нашем случае трудно ожидать, что процессы установления стабильного и метастабильного равновесия могут протекать независимо друг от друга, так как структуры, реализующиеся при этом, близки между собой. Возможное метастабильное расслоение сплавов CuNiMn следует учитывать как фактор, оказывающий влияние на кинетику строения.

Грузинский политехнический институт
им. В. И. Лавиа

(Поступило 22.1.1988)

ფიზიკა

3. უღოვენი, 3. სანაძე, 5. კოლიაკოვა, 6. ჩიჩუა, ლ. გოგუა

CuNiMn სისტემის კვაზიბინარული კვეთის დაბერებულ შენადნობთა ფონაწორული მდგომარეობის დიაგრამა

რეზიუმე

რენტგენოსტრუქტურული ანალიზის გამოყენებით გამოკვლეულია CuNiMn სისტემის კვაზიბინარული კვეთის შენადნობები, რომელნიც განიცდიან დაბერებას საფეხურებრივი გამოწვისას სხვადასხვა ხანგრძლივობით 400-დან 800° ტემპერატურებზე 20-ის ინტერვალთ. დადგენილია სხვადასხვა კონცენტრაციის შენადნობებში წახნაგცენტრირებულ-კუბური-წახნაგცენტრირებულ-ტეტრაგონალური სტრუქტურული გარდაქმნების ტემპერატურები. აგებულია CuNiMn სისტემის კვაზიბინარული კვეთის დაბერებულ შენადნობთა წონასწორული მდგომარეობის ფაზური დიაგრამა. ამ დიაგრამაზე აღნიშნულია სტრუქტურულ ფაზათა არსებობის კონცენტრაციული და ტემპერატურული საზღვრები.

V. A. UDOVENKO, V. V. SANADZE, N. A. POLYAKOVA, E. D. CHICHUA,
 L. D. GOGUA

EQUILIBRIUM STATE DIAGRAM OF THE AGED ALLOY OF CuNiMn QUASI-BINARY SECTION

Summary

Using X-ray structure analysis the alloys of CuNiMn system quasi-binary section have been studied, which are subject to ageing at stepped annealing within the temperature range of 400 to 800°C. Temperatures of fcc→fct structural transformations in alloys with different concentration have been found. The phase diagram of equilibrium state of the aged alloys of CuNiMn system quasi-binary section has been constructed. This diagram shows temperature and concentration boundaries for any structural phase.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. I. Rolland, D. Whittham. "Sur developement de l'orden dans l'alliage 25 at. % Cu-37,5 at. % Ni-37,5 at. % Mn", C. R. Acad. Sc. Paris, (1970), t. 270, s. 176-179.
2. I. Rolland *et al.* "Dicoomposition des alliages pseudo-Binaires Cu-Ni-Mn", C. R. Acad. Sc. Paris (1970). t. 270, s. 1777-1780.
3. В. А. Удовенко, В. В. Санадзе, В. Б. Дмитриев, Л. Д. Гогуа, Э. Д. Чичуа. Сообщения АН ГССР, 122, № 3, 1986, 514.
4. В. А. Удовенко, В. В. Санадзе, А. А. Баркалая, Л. Д. Гогуа. Сообщения АН ГССР, 95, № 1, 1984, 127.
5. Е. З. Винтайкин, Д. Ф. Литвин, В. А. Удовенко. ДАН СССР, 95, № 5. 1954, 965.



З. С. КАЧЛИШВИЛИ, Н. М. МАХАРАДЗЕ, Ф. Г. ЧУМБУРИДZE

ПОПЕРЕЧНОЕ УБЕГАНИЕ ПРИ НАЛИЧИИ ПОЛЯ ПРОДОЛЬНО-ПОПЕРЕЧНОГО ГАЛЬВАНОМАГННОГО ЭФФЕКТА

(Представлено академиком Г. А. Харадзе 13.10.1987)

Понятие поперечного убегания (ПУ), появляющегося в присутствии магнитного поля при неограниченном росте греющего поля \vec{E} , было введено в [1].

В работе [2] развита теория ПУ и показано, что оно обусловлено зависимостью греющего поля от механизмов рассеяния энергии и импульса электронов. В [3] исследованы условия ПУ при произвольной ориентации друг относительно друга проложенных к образцу полей. В отличие от скрещенных полей в этом случае возникает порог ПУ по углу α между приложенным электрическим \vec{E}_x и магнитным \vec{H} полями. Кроме того, появляется зависимость пороговых значений E_x и H от угла α .

В этих работах граничные условия выбирались так, что везде отсутствовала Z-составляющая греющего поля. При наличии последней проведены исследования в настоящей работе. Граничные условия имеют вид

$$E_x \neq 0, E_y \neq 0, E_z \neq 0, j_x \neq 0, j_y = 0, j_z = 0. \quad (1)$$

Тогда полное поле представляется в виде

$$E^2 = E_x^2 \left(1 + \frac{E_y^2}{E_x^2} + \frac{E_z^2}{E_x^2} \right), \quad (2)$$

где E_x — приложенное поле; E_y — Холловское поле, а E_z — поле продольно-поперечного гальваномангнитного эффекта.

При условии (1) E_y/E_x и E_z/E_x имеет вид

$$\frac{E_y}{E_x} = \sqrt{\eta} \frac{(I_2/I_1)(1+I_3/I_1) \sin \alpha}{1+(I_3/I_1) \sin^2 \alpha + (I_2/I_1)^2 \cos^2 \alpha}, \quad (3)$$

$$\frac{E_z}{E_x} = \eta \frac{[(I_2/I_1)^2 - I_3/I_1] \sin \alpha \cos \alpha}{1+(I_3/I_1) \sin^2 \alpha + (I_2/I_1)^2 \cos^2 \alpha}, \quad (4)$$

где $I_k = \int_0^\infty - \left(\frac{\partial f_0}{\partial x} \right) \frac{x^{(k+3)/2}}{1+\eta x^t} dx, \quad k = 1, 2, 3 \quad (5)$

$$f_0 \sim \exp \left\{ - \int_0^x \frac{dx}{1+E^2 \theta(x)} \right\} \quad (6)$$

— симметричная часть неравновесной функции распределения горячих электронов

$$\theta(x) = \frac{x^{(t+s)/2}}{E_0^2} \frac{1+\eta x^t \cos^2 \beta}{1+\eta x^t} \text{ — функция разогрева, } t \text{ и } s \text{ — показатели сте-}$$

пени энергетической зависимости длин свободного пробега по импульсу по энергии:

$$l = l_0 x^{(1+t)/2}, \quad \tilde{l} = \tilde{l}_0 x^{(1+s)/2},$$

$$E_0 = \frac{3^{1/2} kT}{e (l_0 \tilde{l}_0)^{1/2}}, \quad \eta = (H/H_0)^2, \quad H_0 = \frac{(2mc^2 kT)^{1/2}}{e l_0}, \quad x = \epsilon/kT,$$

β — угол между \vec{H} и \vec{E} , который с углом Холла (θ) связан следующим образом:

$$\cos^2 \beta = \cos^2 \theta \cos^2 \alpha \frac{\left(1 + \frac{E_z}{E_x} \operatorname{tg} \alpha\right)^2}{1 + \frac{E_z^2}{E_x^2 + E_y^2}}. \quad (7)$$

Для удобства дальнейшего анализа (2) перепишем в виде

$$\alpha/\alpha_x - 1 = \eta(\varphi_1^2 + \eta\varphi_2^2) \equiv \eta\varphi(\alpha, \eta, x), \quad (8)$$

где введены следующие обозначения:

$$\alpha \equiv \left(\frac{E}{E_0}\right)^2, \quad \alpha_x \equiv \left(\frac{E_x}{E_0}\right)^2, \quad \varphi_1 \equiv \frac{1}{\sqrt{\eta}} \frac{E_y}{E_x}, \quad \varphi_2 \equiv \frac{1}{\eta} \frac{E_z}{E_x}.$$

Условия возникновения ПУ по приложенному электрическому и магнитному полям и по углу имеют вид $d\alpha/d\zeta = \infty$ где $\zeta \equiv \alpha, \eta, x$

$$\frac{\partial \alpha}{\partial \alpha_x} = \frac{\alpha/\alpha_x}{1 - 2\eta\alpha_x \left(\varphi_1 \frac{\partial \varphi_1}{\partial \alpha} + \eta\varphi_2 \frac{\partial \varphi_2}{\partial \alpha}\right)}, \quad (9)$$

$$\frac{\partial \alpha}{\partial \eta} = \frac{\alpha_x \left[\varphi_1^2 + 2\eta\varphi_2^2 + 2\eta \left(\varphi_1 \frac{\partial \varphi_1}{\partial \eta} + \eta\varphi_2 \frac{\partial \varphi_2}{\partial \eta}\right)\right]}{1 - 2\eta\alpha_x \left(\varphi_1 \frac{\partial \varphi_1}{\partial \alpha} + \eta\varphi_2 \frac{\partial \varphi_2}{\partial \alpha}\right)}, \quad (10)$$

$$\frac{\partial \alpha}{\partial x} = \frac{2\eta\alpha_x \left(\varphi_1 \frac{\partial \varphi_1}{\partial x} + \eta\varphi_2 \frac{\partial \varphi_2}{\partial x}\right)}{1 - 2\eta\alpha_x \left(\varphi_1 \frac{\partial \varphi_1}{\partial \alpha} + \eta\varphi_2 \frac{\partial \varphi_2}{\partial \alpha}\right)}. \quad (11)$$

Пороговые значения по полям и по углу определяются из условия

$$2\eta\alpha_x \left(\varphi_1 \frac{\partial \varphi_1}{\partial \alpha} + \eta\varphi_2 \frac{\partial \varphi_2}{\partial \alpha}\right) = 1. \quad (12)$$

Из приведенных выражений видно, что для развития ПУ необходима асимптотика типа $\varphi \sim \alpha$ при $\alpha \rightarrow \infty$.

Используя (3), (4), (5) и общий вид функции распределения, получаем, что при $\alpha \rightarrow \infty$, φ_2 не зависит от α , т. е. нужная асимптотика функции $\varphi(\alpha)$ полностью определяется асимптотикой φ_1 . Отсюда заключаем, что ПУ возникает для указанных в работе [3] комбинации механизмов рассеяния:

$$1) t > 0, 3t + s = 2, \quad 2) t > 0, t + s = 2.$$

Из известных механизмов рассеяния энергии и импульса электронов этим комбинациям удовлетворяют следующие механизмы:

$$1. t = 1, s = -1; \quad 2. a) t = 1, s = 1; \quad б) t = 3, s = -1.$$

1. В случае $t > 0, 3t + s = 2$ функция распределения принимает вид

$$f_0 = A \exp \left\{ -\frac{x}{1 + \alpha \cos^2 \beta} + \frac{\alpha \sin^2 \beta}{\eta(1 + \alpha \cos^2 \beta)} \ln \left(1 + \frac{\eta(1 + \alpha \cos^2 \beta)}{1 + \alpha} x \right) \right\}. \quad (13)$$

В приближении слабого магнитного поля $\frac{\eta(1 + \alpha \cos^2 \beta)}{1 + \alpha} \bar{x} \ll 1$

решая уравнение (8) и учитывая (13), находим пороговые значения по электрическому и магнитному полям:

$$E_x \rightarrow E_x^* = \frac{H_0}{H} \frac{0,2 \sin^2 \alpha + 2,8}{5 \sin \alpha} E_0, \quad (14)$$

$$H \rightarrow H^* = \frac{E_0}{E_x} \frac{0,2 \sin^2 \alpha + 2,8}{5 \sin \alpha} H_0. \quad (15)$$

Пороговое значение угла α^* с ростом E_x/E_0 и H/H_0 , убывает.

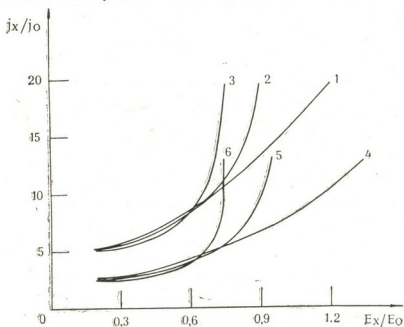


Рис. 1. ВАХ при $t > 0$, $t+s=2$, $t=1$, $s=1$,
 кр. 1-3 — $H/H_0=0,1$; 4-6 — $H/H_0=0,2$.
 1; 4— $\alpha=15^\circ$; 2; 5— $\alpha=45^\circ$; 3; 6— $\alpha=90^\circ$.

II. Для случая $t > 0$, $t+s=2$, функция распределения имеет вид

$$f_0(x) \sim x^{-(1/\beta)} \exp \left\{ -\frac{\text{tg}^2 \beta}{\alpha t} \ln(1 + \eta x^t \cos^2 \beta) \right\}. \quad (16)$$

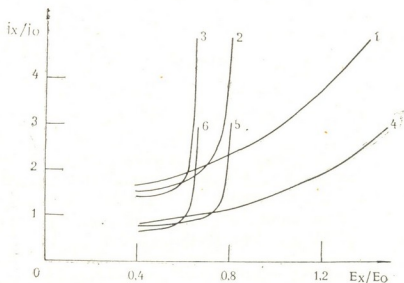


Рис. 2. ВАХ при $t > 0$, $t+s=2$, $t=3$, $s=-1$,
 кр. 1-3 — $H/H_0=0,1$; 4-6 — $H/H_0=0,2$

В приближении $\eta x^t \cos^2\beta \ll 1$ получаем

$$а) \quad t = 1, \quad s = 1 \quad E_x \rightarrow E_x^* = E_0 \frac{0,23 \sin^2 \alpha + 1,77}{2,66 \sin \alpha}, \quad (17)$$

$$б) \quad t = 3, \quad s = -1 \quad E_x \rightarrow E_x^* = E_0 \frac{0,21 \sin^2 \alpha + 0,79}{1,53 \sin \alpha}. \quad (18)$$

Вольтамперные характеристики (ВАХ) приведены на рис. 1 и 2. Полагая, что при вычислении макрохарактеристик существенную область интегрирования представляет $x \approx \bar{x}$ и вычисляя \bar{x} с помощью (13), (16) приближения $\eta \frac{1+\alpha \cos^2\beta}{1+\alpha} \bar{x} \ll 1$ и $\eta \bar{x}^t \cos^2\beta \ll 1$ можно записать в явном виде.

Следовательно, приведенный выше анализ показывает, что при выбранных граничных условиях новые комбинации механизмов рассеяния, отличные от приведенных в [1—3] не появляются. Однако зависимости пороговых значений и вид ВАХ меняются. Таким образом, можно заключить, что механизмы рассеяния $t>0$, $t+S=2$ и $t>0$, $3t+S=2$ полностью исчерпывают все возможные комбинации, для которых развивается ПУ.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 22.10.1987)

ფიზიკა

წ. ძაჩლიშვილი, ნ. მახარაძე, ფ. ჭუმბურიძე

განივი გაქცევა გარდობივ-განივი გარდობივ-განივითი ეფექტის
ძელის თანდასწრებით

რეზიუმე

თეორიულად გამოკვლეულია განივი გაქცევის პირობები ნიშნულზე მოდებული ელექტრული და მაგნიტური ველების ნებისმიერი ორიენტაციის შემთხვევაში. ნაპოვნია ზღვრულური მნიშვნელობები ელექტრული და მაგნიტური ველებისა და მათ შორის არსებული კუთხის მიხედვით. გამოკვლეულია ვოლტ-ამპერული მახასიათებელი განივი გაქცევის პირობებში.

PHYSICS

Z. S. KACHLISHVILI, N. M. MAKHARADZE, F. G. CHUMBURIDZE

TRANSVERSAL ESCAPE IN THE PRESENCE OF LONGITUDINAL — TRANSVERSAL GALVANOMAGNETIC EFFECT FIELD

Summary

Conditions of transversal escape (TE) at arbitrary orientation of the fields applied to a sample relative to each other have been investigated. The threshold values of TE corresponding to the applied electromagnetic fields and to the angle between them have been found. Voltage-current characteristics in the case of TE have been studied.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. З. С. Качлишвили. ЖЭТФ. 78, 5, 1980.
2. З. С. Качлишвили, Ф. Г. Чумбуридзе. ЖЭТФ. 87, 5 (II), 1984.
3. З. С. Качлишвили, Ф. Г. Чумбуридзе. Тр. ТГУ, 23, 1987.



Д. В. МАЛАЗОНИЯ

К МИКРОСКОПИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ КОМБИНАЦИОННОГО
РАСSEЯНИЯ СВЕТА В АНТИФЕРРОМАГНЕТИКАХ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Л. Л. Буишвили 28.1.1988)

Энергия расщепления $3d$ термов ионов группы железа в кристаллах кубической симметрии сравнима по величине с энергией кванта инфракрасного излучения или видимого света. Электродипольные переходы между этими уровнями запрещены по четности, так как в большинстве магнитных кристаллов магнитный ион расположен в центре инверсии. Механизм электродипольного поглощения в антиферромагнитных кристаллах основывается на общей теории парного возбуждения [1], при котором квант света возбуждает два взаимодействующих иона. Вероятность такого процесса пропорциональна квадрату энергии взаимодействия между электронами соседних ионов, которое устраняет запрет по четности.

Аналогичный механизм лежит в основе комбинационного рассеяния света (КРС) в антиферромагнетиках (АФМ) соединений элементов группы железа. Для его описания воспользуемся одноэлектронным представлением. Пусть $|n\alpha\gamma\sigma\rangle$ и $|l\lambda\sigma\rangle$ — полная система одноэлектронных состояний магнитного и лигандного электронов соответственно, n и l задают элементарную ячейку и позицию магнитного иона, α задает элементарную ячейку лигандного электрона. Орбитальные и спиновые состояния определяются квантовыми числами γ , λ и σ , причем σ принимает значения ± 1 — знак проекции спинов на собственные оси квантования. Построив волновые функции молекулярных орбит магнитных и лигандных электронов в виде линейных комбинаций атомных орбит, можно записать гамильтониан системы в представлении вторичного квантования с помощью операторов рождения и уничтожения $a_{n\alpha\gamma\sigma}^+$, $a_{n\alpha\gamma\sigma}$ магнитных и $c_{l\lambda\sigma}^+$, $c_{l\lambda\sigma}$ лигандных электронов [1]. Представим его в виде

$$H = H_0 + V(t),$$

$$V(t) = H' + H_{\text{эд}}(t), \tag{1}$$

где H_0 включает в себя операторы кинетической и потенциальной энергии электрона в поле атомов магнитных ионов, а также взаимодействия магнитных и лигандных электронов. Их явный вид можно найти, например, в [1], H' — оператор прямого кулоновского и обменного взаимодействий электронов ионов различных подрешеток АФМ, а $H_{\text{эд}}(t)$ — гамильтониан электродипольного взаимодействия света с кристаллом. В представлении вторичного квантования они имеют вид

$$H' = -\frac{1}{2} \sum_{mm'} \{ m, m' | m', m \rangle a_m^+ a_{m'}^+ a_m a_{m'} +$$

$$+ \langle m, m' | m, m' \rangle a_m^+ a_{m'}^+ a_m a_{m'} \}, \tag{2}$$



$$H_{\beta 0}(t) = FE e^{-i\omega t} + \text{э. с.},$$

$$\text{где } F = -\frac{i e}{m_l \omega} \sum_{(n\alpha\gamma\sigma, n'\alpha'\gamma'\sigma')} \langle n\alpha\gamma | p | n'\alpha'\gamma' \rangle \Phi_{\sigma\sigma'} \left(\frac{\theta_\alpha - \theta_{\alpha'}}{2} \right) a_{n\alpha\gamma\sigma}^* a_{n'\alpha'\gamma'\sigma'}$$

$$\Phi_{\sigma\sigma'}(\beta) = \delta_{\sigma\sigma'} \cos \beta + \sigma' \delta_{\sigma_1 - \sigma'} \sin \beta.$$

В (2) и (3) использованы следующие обозначения:

$$m = n\alpha\gamma\sigma, m' = n'\alpha'\gamma'\sigma' \quad (\alpha \neq \alpha'), \langle ab|cd \rangle = \langle ab|e^2|r|cd \rangle -$$

—матричные элементы кулоновского оператора; $\theta_\alpha - \theta_{\alpha'}$ — угол между осями квантования спинов ионов в позициях α и α' .

Метод усреднения Крылова—Боголюбова—Митропольского [2] успешно может быть применен к задачам парного поглощения и рассеяния света в магнитных кристаллах. Следуя этому методу, запишем эффективный гамильтониан системы с точностью до второго порядка по малому параметру в виде

$$H = H_0 + \bar{V} + \frac{1}{2} [\widetilde{V}(t), \widetilde{V}(t)] + \frac{1}{3} [\widetilde{V}(t) [\widetilde{V}(t), \widetilde{V}(t) + \frac{1}{2} \bar{V}]], \quad (4)$$

где

$$\bar{V} = \lim_{T \rightarrow \infty} (1/T) \int_0^T dt \widetilde{V}(t), \quad \widetilde{V}(t) = -i \int_0^t d\tau (\widetilde{V}(\tau) - \bar{V}), \quad \widetilde{V}(t) = \exp(i H_0 t).$$

$V(t) \exp(-i H_0 t)$. Подставляя $V(t)$ из (1) в (4), получаем эффективный гамильтониан системы с электродипольным взаимодействием со светом с точностью до второго порядка по малому параметру. В первом приближении $H_{\beta 0\Phi}^{(2)}$ дает парное электродипольное поглощение света в магнетиках, совпадающее с полученным в [1]. Во втором порядке $H_{\beta 0\Phi}^{(2)}$ выпишем члены, дающие наибольший вклад в КРС:

$$H_{\beta 0\Phi}^{(2)} = \frac{1}{2} \frac{e^2 E_i E_j}{m_i^2 \omega_1 \omega_2} \sum_{(n\alpha\gamma, n'\alpha'\gamma')} \frac{\langle n\alpha\gamma | p_i | n'\alpha'\gamma' \rangle \langle n'\alpha'\gamma' | p_j | n\alpha\gamma \rangle}{\left[\Delta E(n\alpha\gamma \leftarrow n'\alpha'\gamma') - \omega_i \right] \left[\Delta E(n\alpha\gamma \leftarrow n'\alpha'\gamma') - \omega_2 \right]}, \quad (5)$$

$$\langle m_1 \sigma_1, m_2 \sigma_2 | m_3 \sigma_3, m_4 \sigma_4 \rangle \Phi_{\sigma\sigma'} \left(\frac{\theta_\alpha - \theta_{\alpha'}}{2} \right) \Phi_{\sigma'\sigma''} \left(\frac{\theta_{\alpha'} - \theta_\alpha}{2} \right)$$

$$[a_{n\alpha\gamma\sigma}^* a_{n'\alpha'\gamma'\sigma'}, [a_{n'\alpha'\gamma'\sigma''}^* a_{n\alpha\gamma\sigma}, a^+ m_1 \sigma_1 a^+ m_2 \sigma_2 a_{m_3 \sigma_3} a_{m_4 \sigma_4}],$$

где ω_1, ω_2 — частоты падающего и рассеянного света, $\Delta E(n\alpha\gamma \leftarrow n'\alpha'\gamma')$ — энергия перехода электрона $n\alpha\gamma \rightarrow n'\alpha'\gamma'$.

Гамильтониан (5) дает КРС при парном возбуждении иона. Его можно редуцировать стандартным способом [1, 3] к гамильтониану КРС с экситонным и экситон-магнонными возбуждениями. В частности, приведем его вид для КРС на магнонах:

$$H_{\beta 0\Phi}^{(2)}(2) = \sum_{\substack{(n\alpha, n'\alpha') \\ ij}} \pi_{n\alpha, n'\alpha'}^{ij} E_i E_j b_{n\alpha}^+ b_{n'\alpha'}^+ + \text{э. с.}, \quad (6)$$

$$H_{\beta 0\Phi}^{(2)}(1) = \sum_{(n\alpha, i, j)} p_{n\alpha}^{ij} E_i E_j b_{n\alpha}^+ + \text{э. с.}, \quad (7)$$



где

$$\pi_{n\alpha, n'\alpha'}^{ij} = \frac{e^2}{m_e^2 \omega_1 \omega_2} \sum_{(\alpha'\gamma'\sigma=\pm 1)} \left[\frac{\langle n\alpha\gamma | p_i | n'\alpha'\gamma' \rangle \langle n'\alpha'\gamma' | p_j | n\alpha\gamma \rangle}{(\Delta E - \omega_1) (\Delta E - \omega_2)} + \frac{\langle n\alpha\gamma | p_j | n'\alpha'\gamma' \rangle \langle n'\alpha'\gamma' | p_i | n\alpha\gamma \rangle}{(\Delta E + \omega_1) (\Delta E + \omega_2)} \right] \langle n\alpha\gamma, n'\alpha'\gamma' | n'\alpha'\gamma', n\alpha\gamma \rangle. \quad (8)$$

$$\langle \psi_{n\alpha}^s | a_{n\alpha\gamma\sigma}^+ a_{n\alpha\gamma-\sigma} | \psi_{n\alpha}^0 \rangle \langle \psi_{n'\alpha'}^s | a_{n'\alpha'\gamma\sigma}^+ a_{n'\alpha'\gamma-\sigma} | \psi_{n'\alpha'}^0 \rangle \sin^2 \left(\frac{\theta_{\alpha} - \theta_{\alpha'}}{2} \right),$$

$$p_{n\alpha}^{ij} = \frac{1}{2} \frac{e^2}{m_e^2 \omega_1 \omega_2} \sum_{\gamma, \gamma'\sigma} \left[\frac{\langle n\alpha\gamma | p_i | n'\alpha'\gamma' \rangle \langle n'\alpha'\gamma' | p_j | n\alpha\gamma \rangle}{(\Delta E - \omega_1) (\Delta E - \omega_2)} + \frac{\langle n\alpha\gamma | p_j | n'\alpha'\gamma' \rangle \langle n'\alpha'\gamma' | p_i | n\alpha\gamma \rangle}{(\Delta E + \omega_1) (\Delta E + \omega_2)} \right] \cdot \langle m_1 m_2 | m_2 m_1 \rangle \langle \psi_{n\alpha}^s | a_{n\alpha\gamma\sigma}^+ a_{n\alpha\gamma-\sigma} | \psi_{n\alpha}^0 \rangle \sin(\theta_{\alpha} - \theta_{\alpha'}),$$

$|\psi_{n\alpha}^0\rangle$ и $|\psi_{n\alpha}^s\rangle$, $|\psi_{n'\alpha'}^0\rangle$ — волновые функции состояния иона в основном с односпиновым и с двухспиновым возбуждениями.

Операторы (6) и (7) пропорциональны прямому кулоновскому взаимодействию электронов соседних ионов. Они описывают двухмагнитное КРС соответственно без поворота плоскости поляризации света. Как видно из (8), двухмагнитное рассеяние возможно в АФМ. Оно наблюдалось на эксперименте [4]. В сильных поперечных магнитных полях, вызывающих нелинейность АФМ системы, $\theta_{\alpha} - \theta_{\alpha'} \neq \pi$, как видно из (9), возможно одномагнитное КРС.

Из (5) легко получить аналогичные выражения для гамильтонианов КРС на магнонах, пропорциональные обменной части прямого кулоновского взаимодействия. Поскольку это взаимодействие имеет вид

$$V_{обм} = \sum \left(-\frac{1}{2} \right) \langle mm' | mm' \rangle a_m^+ a_m^+, a_m a_m = -$$

$$-\frac{1}{2} \sum_{\substack{n\alpha\gamma\sigma \\ n'\alpha'\gamma'\sigma'}} \langle n\alpha\gamma\sigma, n'\alpha'\gamma'\sigma' | n\alpha\gamma\sigma, n'\alpha'\gamma'\sigma' \rangle$$

$$\Phi_{\sigma\sigma'} \left(\frac{\theta_{\alpha} - \theta_{\alpha'}}{2} \right) \Phi_{\sigma'\sigma} \left(\frac{\theta_{\alpha} - \theta_{\alpha'}}{2} \right),$$

то оно, наряду с двухмагнитным рассеянием в АФМ фазе, дает сравнимый с ним четырехмагнитный КРС. Тот факт, что в АФМ соединениях элементов группы железа четырехмагнитные рассеяния не наблюдались, свидетельствуют о том, что (6) и (7) дают определяющий вклад в КРС на магнонах в этих веществах. Однако в случае одноионных электродипольных переходов двухмагнитный и одномагнитный КРС будет определяться обменным механизмом [5].

Грузинский политехнический институт
им. В. И. Ленина

(Поступило 28.1.1988)

დ. ვალაზონია

 სინათლის ანტიფერომაგნეტიკაში კომბინაციური გავანტვის
 მიკროსკოპული თეორიის შესახებ

რეზიუმე

განხილულია სინათლის კომბინაციური გავანტვა რკინის ჯგუფის ელემენტების ანტიფერომაგნეტიკურ შენაერთებში. გამოყენებულია სინათლის კვანტის მიერ წყვილიონური აღგზნების მიკროსკოპული თეორია. კრილოვ—ბოგოლიუბოვ—მიტროპოლსკის გასაშუალებების მეთოდით მიღებულია ეფექტური ჰამილტონიანის გამოსახულება მცირე პარამეტრის მიმართ მეორე რიგში, რომლის საშუალებითაც აღიწერება სინათლის კომბინაციური გავანტვა. ნაჩვენებია რომ ორმაგონური გავანტვის ჰამილტონიანი პროპორციულია ანტიფერომაგნეტიკის სხვადასხვა ქვემესრის იონების ელექტრონებს შორის კულონური ურთიერთქმედებისა. განხილულია შემთხვევა განივი მაგნიტური ველის მოდებისა და ამასთან დაკავშირებით ერთმაგონური გავანტვის შესაძლებლობა წყვილი იონური აღგზნების შემთხვევაში.

PHYSICS

D. V. MALAZONIA

 ON THE MICROSCOPIC THEORY OF RAMAN SCATTERING ON
 ANTIFERROMAGNETS

Summary

Raman scattering on antiferromagnetic compounds of iron group elements is considered. The microscopic theory of ion-pair excitation by a light quantum is applied. The effective Hamiltonian in the second order was obtained using the Krylov—Bogolyubov—Mitropolsky averaging method. It is shown that the two-magnon scattering Hamiltonian is proportional to the Coulomb interaction of different antiferromagnetic sublattice ion electrons. The possibility of single-magnon scattering is considered in case of ion-pair excitation when the transverse magnetic field is applied.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Э. Г. Петров. Теория магнитных экситонов. Киев, 1976.
2. Н. И. Боголюбов, Ю. А. Митропольский. Асимптотические методы теории нелинейных колебаний. М., 1974.
3. В. В. Еременко. Введение в оптическую спектроскопию магнетиков. Киев, 1975.
4. P. A. Fleury, R. Loudon. Phys. Rev. 166. 514, (1968).
D. T. Lockwood, M. G. Cottam. Phys. Rev. B35, № 4, 1973 (1987).
5. С. О. Демокритов, Н. М. Крейнс, В. И. Кудинов. ЖЭТФ, 92, 1987, 689—703.

Г. Е. ВАЧНАДЗЕ, В. Н. КИВИЛАДЗЕ

ПАРАМЕТРИЧЕСКИЙ РЕЗОНАНС В АНТИФЕРРОМАГНИТНОЙ ФАЗЕ ТВЕРДОГО ^3He И В $^3\text{He-A}$

(Представлено академиком Г. А. Харадзе 8.2.1988)

В последнее время большое внимание привлекает магнитная динамика твердой антиферромагнитной фазы ^3He . Уравнения, предложенные Ошеровым, Кроссом и Фишером (ОКФ) [1], за исключением знака перед дипольным членом, совпадают с уравнениями Леггетта для магнитной динамики $^3\text{He-A}$. Представляет интерес исследовать те явления, которые характерны для сверхтекучей фазы $^3\text{He-A}$. Ниже мы рассмотрим параметрический резонанс в этих системах (распад однородной поперечной спиновой волны на две продольные). Этот процесс разрешен законами сохранения энергии импульса, однако, как было показано для $^3\text{He-A}$, его амплитуда отлична от нуля лишь для т. н. нелеггетовской конфигурации [2], т. е. когда в равновесии $\vec{H} \cdot \vec{l} \neq \pi/2$, где \vec{H} — магнитное поле; \vec{l} — ось орбитальной анизотропии. Уравнения ОКФ имеют вид [3]

$$\begin{aligned} \frac{d\vec{M}}{dt} &= \gamma \vec{M} \times \vec{H} - \gamma \chi_{\perp} (\Omega_0/\gamma)^2 (\vec{d} \cdot \vec{l}) (\vec{d} \times \vec{l}) + \gamma \chi_{\perp} \frac{c_{ij}^2}{\gamma^2} \vec{d} \times \nabla_i \nabla_j \vec{d}, \\ \frac{d\vec{d}}{dt} &= \gamma \vec{d} \times (\vec{H} - \vec{M}/\chi_{\perp}), \end{aligned} \quad (1)$$

где \vec{M} — магнитный момент; \vec{l} — ось анизотропии; \vec{d} — единичный вектор; $c_{ij}^2 = c_{\perp}^2 (\delta_{ij} - l_i l_j) + c_{\parallel}^2 l_i l_j$ (c_{\perp} , c_{\parallel} — соответствующие скорости спиновых волн).

Рассматривая случай, когда в равновесии магнитное поле направлено по оси \vec{z} , вектор \vec{l} лежит в плоскости ZOY и составляет угол α с осью \vec{y} , вектор \vec{d} удобно записать в виде

$$\vec{d} = \widehat{x} \cos \theta \cos \varphi + \widehat{y} \cos \theta \sin \varphi + \widehat{z} \sin \theta,$$

где φ и θ описывают малые отклонения вектора \vec{d} от оси \widehat{x} .

Нетрудно написать лагранжиан, который воспроизводит уравнения (1) в терминах φ и θ с точностью до второго порядка:

$$\begin{aligned} \tilde{L} = \sum_k \left\{ \frac{1}{2} (\dot{\varphi}_k \dot{\varphi}_{-k} + \dot{\theta}_k \dot{\theta}_{-k}) - \frac{1}{2} (\omega_{\varphi}^2 \varphi_k \varphi_{-k} + \omega_{\theta}^2 \theta_k \theta_{-k}) - \right. \\ \left. - \frac{\varepsilon^2 \sin 2\alpha}{2} \varphi_k \theta_{-k} \right\} - \sum_{k_1 k_2 k_3} \dot{\varphi}_{k_1} \theta_{k_2} \theta_{k_3} \delta(k_1 + k_2 + k_3), \end{aligned}$$

где $\dot{\varphi}_k$; $\dot{\theta}_k = \partial \varphi_k / \partial(\omega_0 t)$; $\partial \theta_k / \partial(\omega_0 t)$; $\omega_0 = \gamma H$ — частота Лармора;

$$\omega_{\varphi}^2 = \varepsilon^2 \cos^2 \alpha + c_{ij}^2 k_i k_j / \omega_0^2;$$

$$\omega_{\theta}^2 = 1 + \varepsilon^2 \sin^2 \alpha + c_{ij}^2 k_i k_j / \omega_0^2; \quad \varepsilon = \Omega_0 / \omega_0.$$

Лагранжиан написан для единицы объема.



От недиагонального члена в лагранжиане можно избавиться с помощью канонического преобразования переменных:

$$\dot{\varphi}_k = \sqrt{\Omega_{\parallel}(\bar{k})/2} (b_k + b_{-\bar{k}}^+) \cos \lambda + \sqrt{\Omega_{\perp}(\bar{k})/2} (a_k + a_{-\bar{k}}^+) \sin \lambda,$$

$$\dot{\theta}_k = \sqrt{\Omega_{\perp}(\bar{k})/2} (a_{\bar{k}} + a_{-\bar{k}}^+) \cos \lambda - \sqrt{\Omega_{\parallel}(\bar{k})/2} (b_k + b_{-\bar{k}}^+) \sin \lambda,$$

$$\varphi_{\bar{k}} = -i \frac{b_k - b_{-\bar{k}}^+}{\sqrt{2\Omega_{\parallel}(\bar{k})}} \cos \lambda - i \frac{a_{\bar{k}} - a_{-\bar{k}}^+}{\sqrt{2\Omega_{\perp}(\bar{k})}} \sin \lambda,$$

$$\theta_{\bar{k}} = -i \frac{a_{\bar{k}} - a_{-\bar{k}}^+}{\sqrt{2\Omega_{\perp}(\bar{k})}} \cos \lambda + i \frac{b_k - b_{-\bar{k}}^+}{\sqrt{2\Omega_{\parallel}(\bar{k})}} \sin \lambda,$$

где

$$\operatorname{tg} 2\lambda = \varepsilon^2 \sin 2\alpha / 2(\omega_0^2 - \omega_{\varphi}^2);$$

$$\Omega_{\perp, \parallel}(\bar{k}) = \frac{1}{2} \left\{ 1 + \varepsilon^2 + 2 \frac{c_{ij}^2}{\omega_0^2} k_i k_j \pm D \right\}; \quad D^2 = (1 - \varepsilon^2 \cos 2\alpha) + \frac{\varepsilon^4 \sin^2 2\alpha}{4}.$$

В новых переменных гамильтониан системы будет иметь вид

$$\tilde{H} = \sum_{\bar{k}} (\Omega_{\parallel}(\bar{k}) b_{\bar{k}}^+ b_{\bar{k}} + \Omega_{\perp}(\bar{k}) a_{\bar{k}}^+ a_{\bar{k}} - V a_0^+ b_{\bar{k}}^+ b_{-\bar{k}}^+),$$

где

$$V = \frac{\sin \lambda}{\sqrt{2\Omega_{\perp}(0)}} = \frac{1}{4} \frac{\varepsilon^2 \sin 2\alpha}{(1 + \varepsilon^2 \cos 2\alpha + D)^{1/2} (1 + \varepsilon^2 + D)^{1/2} D^{3/2}}.$$

В члене третьего порядка мы оставили только те слагаемые, которые описывают параметрический резонанс в соответствии с законами сохранения энергии и импульса:

$$\begin{cases} \Omega_{\perp}(0) = \Omega_{\parallel}(\bar{k}_1) + \Omega_{\parallel}(\bar{k}_2), \\ 0 = \bar{k}_1 + \bar{k}_2. \end{cases} \quad (2)$$

Используя канонические уравнения Гамильтона, нетрудно получить условие для амплитуды поперечной накачки:

$$\gamma h_0 \geq \frac{\Gamma_{\parallel} \Gamma_{\perp} \Omega_{\perp}(0)}{V \omega_0}. \quad (3)$$

В случае сильного магнитного поля

$$\gamma h_0 \geq \frac{4\Gamma_{\parallel} \Gamma_{\perp}}{\omega_0 \varepsilon^2 \sin 2\alpha},$$

где Γ_{\perp} , Γ_{\parallel} — коэффициенты затухания соответствующих колебаний. В антиферромагнитной фазе твердого ${}^3\text{He}$ Γ_{\perp} , Γ_{\parallel} достаточно малы и поэтому для амплитуды поперечной накачки h_0 получается вполне доступное значение. Например, на основании результатов работы [4], при $(T/T_N)^2 = 0,8$ (T_N — температура Нееля) и $H = 300$ Гс (т. е. когда $\omega_0 \sim \Omega_0$) амплитуда $h_0 \sim 10^{-2}$ Гс.

В работе [2] параметрический резонанс для сверхтекучего ${}^3\text{He}$ -А был рассмотрен при сильных магнитных полях. Как следует из вышеизложенного, этот эффект удобнее наблюдать в условиях, когда маг-

нитное поле не слишком сильно ($\varepsilon_A^2 = \Omega_A^2 / \omega_0^2 \leq 1$). Рассмотрим равновесную конфигурацию А фазы ${}^3\text{He}$, когда вектора $\vec{h} = \vec{H}/H$, ось орбитальной анизотропии \vec{l} и ось анизотропии в спиновом пространстве \vec{d} лежат в плоскости ZOY . Направив ось \vec{y} вдоль вектора \vec{d} и обозначив $\vec{h} \sim \vec{z} = \beta$, а $\vec{l} \sim \vec{y} = \alpha - \beta$, для равновесного угла β получим

$$\operatorname{tg} 2\beta = \frac{\varepsilon_A^2 \sin 2\alpha}{a + \varepsilon_A^2 \cos 2\alpha},$$

где $a = (\chi_{\perp} - \chi_{\parallel}) / \chi_{\perp}$ определяет анизотропию магнитной восприимчивости ${}^3\text{He-A}$.

Следуя вышесказанному методу, для собственных частот ${}^3\text{He-A}$ получаем

$$\Omega_{\perp, \parallel}^2(\vec{k}) = \frac{1}{2} (\tilde{\omega}_{\perp}^2(\vec{k}) + \tilde{\omega}_{\parallel}^2(\vec{k}) \pm \sqrt{(\omega_{\perp}^2(\vec{k}) - \tilde{\omega}_{\parallel}^2(\vec{k}))^2 + 4H_0^2 \tilde{\omega}_{\perp}^2(\vec{k})}), \quad (4)$$

где

$$\tilde{\omega}_{\perp}^2(\vec{k}) = \cos^2 \beta - a \sin^2 \beta + \varepsilon_A^2 \cos 2(\alpha - \beta) + \frac{c^2}{\omega_0^2} a_{ij} k_i k_j;$$

$$\tilde{\omega}_{\parallel}^2(\vec{k}) = -a \sin^2 \beta + \varepsilon_A^2 \cos^2(\alpha - \beta) + H_0^2 + \frac{c^2}{\omega_0^2} a_{ij} k_i k_j;$$

$$H_0 = -(1+a) \sin \beta; \quad c^2 = c_{\parallel}^2 (1 + \cos^2(\alpha - \beta));$$

c_{\parallel} — продольная спиновая скорость; $a_{ij} = 2\delta_{ij} - l_i l_j$.

После несложных, но громоздких преобразований для коэффициента V имеем

$$V = \cos^2 \beta \frac{\sin \lambda \Omega_{\perp}^{3/2}(0)}{4 \sqrt{2} \tilde{\omega}_{\perp}^2} (1 - 3 \cos^2 \lambda) + \frac{B_1 \cos \lambda}{\tilde{\omega}_{\perp} \sqrt{2\Omega_{\perp}(0)}} - \frac{3B_2 \cos \lambda \sin^2 \lambda \Omega_{\perp}^{3/2}(0)}{4 \sqrt{2} \tilde{\omega}_{\perp}^3},$$

где

$$B_2 = (3 + a) \sin 2\beta / 12 - \varepsilon_A^2 \sin 2(\alpha - \beta) / 3;$$

$$B_1 = \frac{1}{4} (\sin 2\beta - \varepsilon_A^2 \sin 2(\alpha - \beta)); \quad \operatorname{tg} 2\lambda = \frac{2(1+a) \sin \beta \tilde{\omega}_{\perp}}{\tilde{\omega}_{\perp}^2 - \tilde{\omega}_{\parallel}^2}.$$

Частоты ω_{\perp} , ω_{\parallel} определяются из уравнения (4) с учетом законов сохранения (2):

$$\tilde{\omega}_{\perp, \parallel}^2 = \frac{1}{2} \left\{ \frac{5}{4} \Omega_{\perp}^2(0) \mp H_0^2 \pm \sqrt{\left(\frac{5}{4} \Omega_{\perp}^2(0) - H_0^2 \right)^2 - \Omega_{\perp}^2(0)} \right\}.$$

Пороговая амплитуда поперечной накачки дается формулой (3), где Γ_{\perp} , Γ_{\parallel} — коэффициенты затухания для ${}^3\text{He-A}$. В пределе сильного магнитного поля ($\varepsilon_A \ll 1$), когда $V \sim \varepsilon_A^2 \sin 2\alpha$, наш результат совпадает с ранее полученным значением для амплитуды поперечной накачки [2].

ბ. ვაჩნაძე, ბ. კივილაძე

 პარამეტრული რეზონანსი მყარი ^3He -ის ანტიფერომგანტურ
 ფაზაში და $^3\text{He-A}$ -ში

რეზიუმე

ზედენადი ^3He -ის A ფაზის მსგავსად, მყარი ^3He -ის ანტიფერომგანტურ ფაზაში პარამეტრული რეზონანსი აღინიშნება მხოლოდ არალევეტური კონფიგურაციის შემთხვევაში (როდესაც წონასწორობაში $\vec{H} \sim \vec{l} \neq \frac{\pi}{2}$, სადაც \vec{H} მაგნიტური ველია, \vec{l} — ორბიტალური ანიზოტროპიის დერძი). მითითებულია განივი დაჭირხენის ზღვრული ამპლიტუდა მყარი ^3He -ის ანტიფერომგანტური ფაზისათვის და ზედენადი ^3He -ის A ფაზისათვის მაგნიტური ველის ნებისმიერი მნიშვნელობის დროს.

PHYSICS

G. E. VACHNADZE, V. N. KIVILADZE

 PARAMETRIC RESONANCE IN THE ANTIFERROMAGNETIC
 PHASE OF SOLID ^3He AND IN $^3\text{He-A}$

Summary

Similarly to the superfluid $^3\text{He-A}$, parametric resonance in the antiferromagnetic phase of solid ^3He takes place only in the case of non-Legget configuration when $\vec{H} \sim \vec{l} \neq \pi/2$ is in equilibrium, where \vec{H} is the magnetic field, \vec{l} is the axis of anisotropy. The threshold amplitude of the transverse pumping for the parametric resonance in the antiferromagnetic phase of solid ^3He and $^3\text{He-A}$ are found in the case of arbitrary magnetic field.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. D. D. Osheroff, M. C. Cross, D. S. Fisher. Phys. Rev. Lett. v. 44. № 12, 1980. p. 792-795.
2. А. Д. Гонгадзе, Г. Е. Гургенишвили, Г. А. Харадзе. ЖЭТФ, т. 78, вып. 2, 1980, 616—621.
3. T. Ohmi *et al.* Prog. Theor. Phys. v. 73, № 5, 1985. p. 1075-1083.
4. T. Kusumoto *et al.* J. L. T. P. v. 59, № 3/4, 1985. p. 269-289.

А. М. АНДРЕЕВ, В. М. ГИНЗБУРГ, Н. М. РАМИШВИЛИ

ПРИМЕНЕНИЕ ЯВЛЕНИЯ САМОРЕПРОДУКЦИИ В УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ГОЛОГРАФИИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. И. Санадзе 20.1.1989)

Одна из первых попыток использования оптического диапазона для исследования поверхностей раздела двух сред, возмущенных акустической волной, была осуществлена еще в 30-х годах С. Я. Соколовым [1], который разработал для этой цели так называемый метод левитации.

Примечательно к ультразвуковой голографии с внеосевым опорным пучком этот метод был впервые использован Р. К. Мюллером [2]. Однако в своем первоначальном виде схема Мюллера не нашла практического применения главным образом из-за больших абберационных искажений восстановленных изображений. Эти искажения связаны с тем, что при работе в непрерывном режиме излучения ультразвуковой волны, помимо поверхностного рельефа, обусловленного интерференцией, возникает подъем поверхности в целом («горб»), вызванный радиационным давлением ультразвука [3].

В настоящей работе предлагаются основанный на применении явления саморепродукции [4, 5] принципиально новый подход к получению оптической информации о форме «горба» и способ машинного восстановления неискаженного изображения объекта с голограмм, сформированных на таких поверхностях.

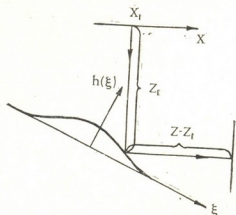


Рис. 1. К расчету искажений, вносимых деформированной поверхностью в плоскости саморепродукции

Как описано в работе [6], определение формы поверхности можно производить по оптическому изображению периодической решетки в плоскости первой саморепродукции. На пути формирования этого изображения происходит отражение света от возмущенной поверхности (рис. 1), приводящее к искажению изображения решетки в плоскости регистрации. В результате анализа было получено выражение для комплексной амплитуды поля $U(x, z)$ в плоскости саморепродукции:

$$U(x, z) = \exp ik \left\{ z - 2x \frac{dh}{d\xi} - 2(z - z_1) \left(\frac{dh}{d\xi} \right)^2 \right\} \times$$



$$\times \sum_n U_0 \left[x + 2(z - z_1) \frac{dh}{d\xi} + na \right], \quad (1)$$

где $h(\xi)$ — профиль рельефа поверхности; a — период решетки; $k = \frac{2\pi}{\lambda}$; $z - z_1 = A$ — расстояние от основания горба до плоскости саморепродукции; U_0 — амплитуда поля.

Из выражения (1) видно, что с точностью до фазового множителя $U(x, z)$ описывает исходную решетку с локальными сдвигами его элементов на величину $\sigma(\xi) = 2A \frac{dh}{d\xi}$, что позволяет по результатам измерений смещений $\sigma(\xi)$ рассчитывать функцию рельефа $h(\xi)$.

При асимметричной форме поверхности необходимо использовать двумерную решетку (точечные растры). Уравнение для смещения элементов двумерной решетки и их решения имеют такой же вид, как

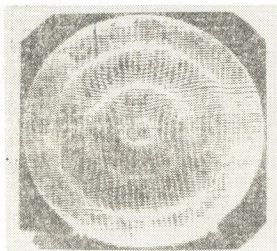


Рис. 2. Изображение УЗ голограммы и одномерной решетки в плоскости саморепродукции

и для осесимметричной поверхности, только вместо смещений $\sigma(\xi)$ необходимо использовать проекцию $\sigma(x)$ либо $\sigma(y)$. Форма всей поверхности определяется вычислением каждого из сечений по соответствующим смещениям точек раstra из выражений

$$Z(y) = (1/2A) \int_{x_0}^{y_0} \sigma(y') dy' \quad \text{при } x = \text{const},$$

$$Z(x) = (1/2A) \int_x^y \sigma(x') dx' \quad \text{при } y = \text{const},$$

где x_0, y_0 — точки на $Z(x, y)$, для которых $\sigma(x_0) = \sigma(y_0) = 0$, $Z(x)$ и $Z(y)$ представляют собой сечения поверхности $Z(x, y)$.

Если интенсивность опорной волны намного превосходит интенсивность предметной волны (или если объект является фазовым), то поверхность УЗ голограммы является осесимметричной, и в качестве решетки для саморепродукции достаточно использовать одномерную решетку из параллельных полос.

Поскольку существует необходимость одновременно получать информацию и о форме поверхности голограммы, и о существующих на ней интерференционных полосах, то линии решетки ориентируются

ортогонально к голографическим полосам. На рис. 2 приведено изображение акустической голограммы трех щелей. Длина и ширина каждой щели соответственно равны 28λ и 36λ . Частота УЗВ составляет 1,075 мГц.

На изображении голограммы видны линии одномерной решетки, по которым рассчитан профиль поверхности голограммы, изображенный на рис. 3. Для машинного восстановления изображения с таких голограмм была использована дифракционная формула Релея—Зомерфельда. Вдоль интерференционных ультразвуковых полос отражатель-

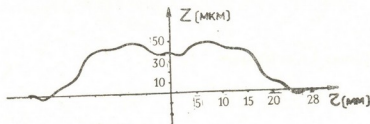


Рис. 3. Центральное сечение поверхности УЗ голограммы

ная способность $S(x, y, z) = \text{const}$ и формула Релея—Зомерфельда принимает вид

$$U(P) \approx \iint_Q \frac{\exp [ik(\rho+r)]}{r} \cos jds, \quad (2)$$

где $\cos j$ — фактор наклона; $k\rho$ — фаза плоской волны на поверхности голограммы; r — расстояние от точек на голограмме до точек в плоскости восстановления. По выражениям $x = x_\tau [1 - \sigma(\xi) / \sqrt{x_\tau^2 - y_\tau^2}]$, $y = y_\tau [1 - \sigma(\xi) / \sqrt{x_\tau^2 + y_\tau^2}]$ определяются координаты точек интер-

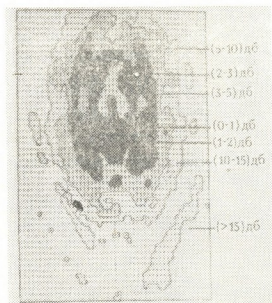


Рис. 4. Восстановленное с помощью ЭВМ изображение исходного объекта

ференционных полос на голограмме по выбранным дискретным координатам точек (x_τ, y_τ) изображения в плоскости саморепродукции. Распределение поля интенсивностей (выраженных в децибелах), восстановленного на ЭВМ с помощью выражения (2) изображения,



рассчитанное на расстояние $r=130$ мм, по массиву из 50×50 точек показано на рис. 4. Как видно, разрешение между щелями составляет $\sim 5\lambda$, что примерно соответствует теоретическому значению $\delta \approx 1,22 \times r\lambda/D \approx 3,2\lambda$ для голограммы, имеющей размер $D=35,7\lambda$. Искажение изображения, по-видимому, обусловлено частичной асимметрией поверхности голограммы, вызванной затуханием, вносимым объектом, а также аберрациями оптического коллиматора.

Для восстановления УЗ голограмм динамических объектов можно использовать киносъемку с последующей покадровой обработкой по описанному методу.

Академия наук Грузинской ССР

(Поступило 27.1.1989)

ფიზიკა

ა. ანდრეევი, ვ. გინზბურგი, ნ. რამიშვილი

თვითგამეორების მოვლენის გამოყენება ულტრაბგერულ
ჰოლოგრაფიაში

რეზიუმე

აღწერილია სიტხე — აირის გამყოფი შეშფოთებული ზედაპირის ფორმის დადგენის მეთოდი თვითგამეორების მოვლენის საშუალებით. ნაჩვენებია მისი გამოყენება ლევიტაციის მეთოდით მიღებული არაბრტყელი ულტრაბგერითი ჰოლოგრამებისაგან დაუმახინჯებელი გამოსახულებების მანქანური აღდგენისათვის. მოყვანილია ექსპერიმენტული შედეგები.

PHYSICS

A. M. ANDREEV, V. M. GINZBURGH, N. M. RAMISHVILI

THE USE OF SELF-REPRODUCTION PHENOMENON IN ULTRASONIC HOLOGRAPHY

Summary

The method for defining gas-liquid disturbed interface form is described using the self-reproduction phenomenon. Its use for machine restoration of undistorted images from ultrasonic nonplanar holograms obtained by the method of levitation is demonstrated. The experimental results are adduced.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. С. Я. Соколов. Патент США № 2164125. Приоритет — август 1937, 21 : июнь 1939, 27.
2. R. K. Mueller, N. K. Sheridan. Appl. Phys. Lett., v. 9, 1966, p. 328.
3. Р. К. Мюллер. Акустическая голография. В кн.: «Применение голографии». М., 1973.
4. H. F. Talbot. Phil. Mag. and J. Sci. London, v. 9, 1836, p. 401.
5. Ю. Н. Денисюк, Н. М. Рамишвили, В. В. Чавчавадзе. Оптика и спектроскопия, т. 30, № 6, 1971, 1130.
6. А. М. Андреев, А. Р. Ванян, Н. М. Рамишвили. Радиотехника и электроника, т. 30, № 10, 1985, 2057.



Ц. Д. ПОРЧХИДЗЕ, Л. В. КИЗИРИЯ, Я. И. ФЕЛЬДШТЕИН

МАГНИТНОЕ ПОЛЕ В ОБСЕРВАТОРИИ ДУШЕТИ В МАГНИТНО-СПОКОЙНЫЕ ДНИ

(Представлено академиком Б. К. Балавадзе 27.2.1987)

Магнитное поле на поверхности Земли H в магнитно-спокойный день можно представить в виде суммы

$$H = H_{\text{пос}} + S_q + DCF_{\text{сн}} + DR_{\text{сн}}, \dots, \quad (1)$$

где $H_{\text{пос}}$ — постоянное геомагнитное поле; S_q — поле спокойных солнечно-суточных вариаций; $DCF_{\text{сн}}$ — поле токов на поверхности магнитосферы; $DR_{\text{сн}}$ — поле кольцевого тока [1]. Магнитными эффектами продольных токов в спокойные дни на широтах обс. Душети (геомагнитные координаты $36,5^\circ$ с. ш., $123,2^\circ$ в. д.) можно пренебречь. Так как в дальнейшем нас будут интересовать магнитные эффекты, связанные с кольцевым током, то под H понимается горизонтальная компонента геомагнитного поля, наиболее чувствительная к DR на достаточно низких широтах.

Для выделения магнитных эффектов кольцевого тока из значений H в обсерватории необходимо исключить магнитные поля других источников, входящие в (1). Во-первых, это поля S_q [2]. Эта вариация на средних и низких широтах дает вклад в среднесуточные значения H -компоненты. Оценить этот вклад можно или путем выделения S_q вариации на обсерватории Душети, либо сопоставив среднесуточные значения с полем в околополуночные часы [3]. Поэтому ниже использовались среднесуточные и околополуночные (19—23 час Всемирного времени) значения поля. Отбирались дни, для которых в [4] приведены значения плотности и скорости солнечного ветра. Это позволяет по эмпирическим соотношениям, полученным в [5] для связи между давлением солнечного ветра и вариациями поля на геомагнитном экваторе, рассчитать поле $DCF_{\text{сн}}$ в конкретный день или конкретный интервал часов. На широте обсерватории симметричная часть поля DCF_c в H -компоненте составляет

$$DCF_c = DCF_s \cdot \cos \Phi, \dots \quad (2)$$

где Φ — геомагнитная широта обсерватории, а DCF_s рассчитывается по скорости и плотности солнечного ветра.

Исследуемый интервал охватывает магнитно-спокойные дни с 1966 г. по 1980 г.

Во время геомагнитных возмущений в значения H на низкоширотных обсерваториях существенный вклад вносят поля DR . Однако и международные магнитно-спокойные дни могут оказаться расположен-



ными близко к концу магнитной бури. Эффекты последствия магнитных бурь на поле в Душети исключались нахождением количественных связей между среднесуточными или околополуденными значениями поля и D_{st} индексами. Предварительно в значениях H исключался вклад полей DCF_c по соотношению (2).

На рис. 1 приведены в качестве примера зависимости H_{76} в магнитно-спокойные дни от D_{st} индексов по [6] за 1967, 1972, 1973, 1974, 1977 и 1979 гг. по среднесуточным значениям (крестики) и околополуденным значениям (точки). Отчетливо видно:

1) увеличение H_{Dy} при приближении отрицательных D_{st} к нулевым значениям, отсутствие связи H_{Dy} с D_{st} при $D_{st} > 0$;

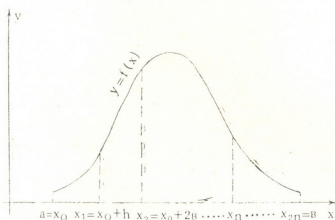


Рис. 1. Среднесуточные (крестики) и околополуденные (точки) значения горизонтальной компоненты H в обсерватории Душети в международные магнитно-спокойные дни. Введена поправка на значения DCF_c

2) расположение точек и крестиков в одной области свидетельствует о малости вклада S_q -вариации в среднесуточные значения поля в обсерватории Душети. Эта обсерватория располагается вблизи фокуса S_q -вариации, что и обуславливает малую величину S_q -поля.

Для интервалов с $D_{st} < 0$ методом наименьших квадратов вычислены коэффициенты корреляции и коэффициенты уравнения линейной регрессии

$$H = k D_{st} + H_0, \quad (3)$$

величины которых сведены в таблицу. Значения H_0 определялись за каждый год и их вариации в интервале 1966—1980 гг. приведены на

Коэффициенты уравнения линейной регрессии $H = kD_{st} + H_0$ и коэффициенты корреляции R в обсерватории Душети

Годы	K	H_0	R
1967	$0,86 \pm 0,13$	$147 \pm 1,4$	$0,85 \pm 0,2$
1972	$0,64 \pm 0,19$	$176 \pm 1,9$	$0,57 \pm 0,4$
1973	$0,47 \pm 0,14$	$171 \pm 1,8$	$0,56 \pm 0,4$
1974	$0,76 \pm 0,12$	$171 \pm 1,2$	$0,85 \pm 0,2$
1977	$0,76 \pm 0,17$	$182 \pm 1,7$	$0,67 \pm 0,32$
1979	$0,8 \pm 0,1$	$164 \pm 1,5$	$0,81 \pm 0,17$



рис. 2. Они характеризуют изменения магнитного поля в обс. Душети после исключения эффектов последствия магнитных бурь и полей токов, текущих по магнитопаузе и в ионосфере.

Определение постоянной части геомагнитного поля и его вековых вариаций проведено методом 11-летнего скользящего среднего [7]. Этот метод позволяет получить значения $H_{\text{пос.}}$, в которых сглажены практически полностью вариации магнитного поля с периодами до 11 лет включительно. В наиболее чистом виде постоянное поле, включая его вековые вариации, получается после второго сглаживания, при котором практически полностью исключаются вариации поля с периодами меньше 11 лет. Эти вариации предполагаются относящимися к внешнему источнику поля. На рис. 2 значения H после I сглажи-

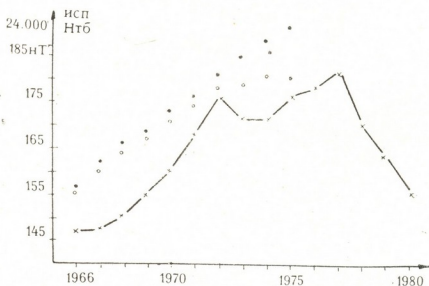


Рис. 2. Вариации геомагнитного поля после исключения эффектов последствия магнитных бурь и DCF_c (сплошная линия с крестиками). Кружки — постоянное поле с учетом векового хода после сглаживания методом 11-летнего скользящего среднего (I сглаживание), точки — после II сглаживания

вания изображены кружками, после II сглаживания — точками. Видно, что наблюдаемые поля при $D_{st}=0$ в отдельные годы на ~ 20 нТ ниже значений постоянного поля. Такое понижение естественно связать с эффектом кольцевого тока. Во всяком случае циклические изменения поля на обсерватории Душети нельзя отнести практически полностью за счет DCF вариации, как предполагается в [8]. Анализ данных на спутнике МАГСАТ [9] также указывает на линейную связь значений геомагнитного поля на экваторе с уровнем D_{st} вариации и вкладе кольцевого тока в циклические вариации H -компоненты в низких широтах ~ 20 нТ в интервалы с $D_{st} \sim 0$.

ც. ფორჩხიძე, ლ. კიზირია, ი. ფელდშტეინი

მაგნიტური ველი დუშეთის ობსერვატორიაში მაგნიტურად წყნარ დღეებში

რეზიუმე

დაკვირვების მასალის ანალიზმა აჩვენა, რომ ველის ციკლური ვარიაციები არ შეიძლება განხილული იყოს როგორც მხოლოდ DCF ვარიაციის შედეგი. თანამგზავრ MAGSAT-ის მონაცემების ანალიზმა გვიჩვენა, რომ ახსებობა წრფივი დამოკიდებულება ეკვატორზე მაგნიტური ველის მნიშვნელობებსა და D_{st} ვარიაციის მნიშვნელობათა დონეს შორის. გარდა ამისა, შესაძლებლობა შეიქმნა შეგვეფასებინა წრიული დენის გავლენა დაბალ განედებში მაგნიტური ველის H კომპონენტის ციკლური ვარიაციების სიდიდებზე $H \sim 20$ ნ. ტ. ინტერვალში $D_{st} \sim 0$ -ის დროს.

GEOPHYSICS

Ts. D. PORCHKHIDZE, L. V. KIZIRIA, Ya. I. FELDSTEIN

MAGNETIC FIELD IN THE DUSHETI OBSERVATORY DURING
MAGNETIC QUIET DAYS

Summary

Analysis of cyclic variations on the ring current magnetic field during magnetic quiet days has been carried out based on the data of terrestrial observations in the Dusheti observatory. The analysis showed that cyclic changes of the field in this observatory cannot be considered only as resulting from DCF variations. Analysis of the MAGSAT spacecraft data pointed out a linear correlation between the geomagnetic field values at the equator and the level of D_{st} variation. The analysis made it possible to assess the effect of ring current on the cyclic variations of H-component at low latitudes — ~ 20 nT in the range with $D_{st} \sim 0$.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. С. И. Акасофу, С. Чепмен. Солнечно-земная физика. М., 1975.
2. Н. П. Бенькова Спокойные солнечно-суточные вариации земного магнетизма. 1941.
3. М. Н. Фаткуллин, Я. И. Фельдштейн. Геомагнетизм и Аэрономия, 1965, 5, № 2, 312—321.
4. J. H. King. Interplanetary medium data book-appendix, NSSDC/WDC—A—R and S GSFC.
5. Ц. Д. Порчхидзе. Автореферат канд. дисс. Тбилиси, 1984.
6. IAGA Bulletin. 32a—32k.
7. А. Д. Шевнин, Л. З. Сизова, В. И. Афанасьева, Н. Ф. Шевнина. Сб. «Солнечный ветер и магнитосферные исследования». М., 1980, 140—148.
8. А. Д. Шевнин, Л. З. Сизова, В. И. Афанасьева, Н. Ф. Шевнина. Сб. «Магнитосферные исследования». М., 1983, № 2, 89—92.
9. R. A. Langel, R. H. Eastes. J. Geophys. Res., 1985. B90, № 3, 2487—2494.



З. Л. КОБАЛАДЗЕ, А. Г. ХАНТАДЗЕ

О РАСПРОСТРАНЕНИИ КРУПНОМАСШТАБНЫХ ВОЗМУЩЕНИЙ В ИОНОСФЕРЕ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Дж. Г. Ломинадзе 19.10.1987)

Верхняя атмосфера, начиная с высот 80 км и выше является сильно диссипативной средой. Коэффициент турбулентного перемешивания в нижней ионосфере по всем существующим оценкам имеет порядок $10^6 \text{ см}^2/\text{с}$. Часто при моделировании крупномасштабных процессов в верхней атмосфере вместо коэффициента турбулентного перемешивания вводят эффективный коэффициент релеевского трения, которая на высотах около 100 км достигает значения 10^{-5} с^{-1} . Выше 120 км быстро возрастает с высотой роль ионного трения, аналитическое выражение которой по форме совпадает с формулой релеевского трения. Поэтому при исследовании в ионосфере крупномасштабных возмущений учет затухания волны становится необходимым.

Рассмотрим колебания ионосферы в узком динамо-слое, где преобладающим является холловская проводимость. Из уравнений движения и Максвелла, а также обобщенного закона Ома для E и F областей ионосферы, с учетом общеизвестных допущений для ионосферной среды [1, 2] можно получить систему двух уравнений следующего вида:

$$\frac{\partial \vec{\Omega}}{\partial t} - \text{rot} [\vec{v} (2 \vec{\omega} + \vec{\Omega})] - \frac{1}{4\pi\rho} \text{rot} [\text{rot} \vec{H} \vec{H}] + \lambda \vec{\Omega} = 0, \quad (1)$$

$$\frac{\partial \vec{H}}{\partial t} - \text{rot} [\vec{v} \vec{H}] + \frac{c}{4\pi N e} \text{rot} [\text{rot} \vec{H} \vec{H}] + \frac{1}{4\pi N m_i v_{in}} \text{rot} [\vec{H} [\text{rot} \vec{H} \vec{H}]] = 0, \quad (2)$$

где $\vec{\Omega} = \text{rot} \vec{v}$; $\vec{\omega}$ — угловая скорость вращения Земли; $\vec{H} = \vec{H}_0 + \vec{h}$; H_0 — геомагнитное поле; h — возмущение; ρ — плотность нейтральной атмосферы; N — концентрация плазмы; v_{in} — частота столкновений ионов с нейтралами; λ — «эффективный» коэффициент релеевского трения. В отсутствии затухания и при вертикальном геомагнитном поле уравнения (1, 2) были рассмотрены в [3].

Рассмотрим горизонтальное бездивергентное течение в приближении β -плоскости [2]. Введем функцию тока $\psi = [\vec{\nabla} \psi \vec{n}]$, \vec{n} — единичный вектор вдоль вертикали (ось z). Будем считать, что геомагнитное поле H_0 имеет как вертикальную H_{0z} , так и горизонтальную H_{0y} компоненту. Кроме того, учтем неоднородность и кривизну геомагнитного поля. Принимая во внимание все вышесказанное, линеаризуем уравнения (1, 2) с учетом малых возмущений. Исследуем крупномасштабные возмущения, распространяющиеся вдоль параллели (ось x).

$$\frac{\partial}{\partial t} \frac{\partial^2 \psi}{\partial x^2} + \frac{\partial}{\partial x} \left[\beta \psi - \frac{1}{4\pi\rho} (\beta_1 h_z + 3\beta_2 h_y) \right] + \lambda \frac{\partial^2 \psi}{\partial x^2} = 0, \quad (3)$$



$$\frac{\partial h_z}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left[\beta_1 \psi + \frac{c}{4\pi e N} (\beta_1 h_z + 3\beta_2 h_y) \right] -$$

$$- \frac{1}{4\pi N m_i v_{in}} \frac{\partial^2}{\partial x^2} [H_{0z}^2 h_z + H_{0y} H_{0z} h_y] = 0, \quad (4)$$

$$\frac{\partial h_y}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left[6\beta_2 \psi + \frac{c}{4\pi e N} (6\beta_2 h_z - 2\beta_1 h_y) \right] -$$

$$- \frac{1}{4\pi N m_i v_{in}} \frac{\partial^2}{\partial x^2} [H_{0y}^2 h_y + H_{0y} H_{0z} h_z] = 0, \quad (5)$$

где $\beta = \frac{2\omega_z}{R} \cos \theta$ — параметр Россби; $H_{0z} = \frac{2M}{R^3} \cos \theta$; $H_{0y} = -\frac{M}{R^3} \sin \theta$;
 $\beta_1 = \frac{2M}{R^4} \sin \theta$; $\beta_2 = \frac{M}{R^4} \cos \theta$ — соответственно вертикальная и горизонтальная составляющие дипольного магнитного поля Земли и их градиенты; θ — дополнение к широте; R — радиус Земли.

Из этих уравнений можно получить дисперсионное уравнение для плоской волны. Считая возмущения пропорциональными $\exp[i(kx - \sigma t)]$, где $\sigma = \sigma_0 + i\gamma$, будем иметь

$$(\sigma_0 k + \beta) [(\sigma_0 + 2v_1 k)(\sigma_0 - v_1 k) - 18v_2^2 k^2] - \frac{1}{4\pi\rho} [\sigma_0 k (3\beta_1^2 + 18\beta_2^2) +$$

$$+ 2v_1 k^2 (\beta_1^2 + 9\beta_2^2)] = 0, \quad (6)$$

$$(\sigma_0 k + \beta) [\gamma (2\sigma_0 + v_1 k) + \lambda_1^2 (\sigma_0 - v_1 k) + \lambda_2^2 (\sigma_0 + 2v_1 k) - 9v_2 k \lambda_1 \lambda_2] +$$

$$+ k(\gamma + \lambda) [(\sigma_0 + 2v_1 k)(\sigma_0 - v_1 k) - 18v_2^2 k^2] - \frac{1}{4\pi\rho} [\beta_1^2 k (\gamma + \lambda_1^2) +$$

$$+ 18\beta_2^2 k (\gamma + \lambda_2^2) - 9\beta_1 \beta_2 k \lambda_1 \lambda_2] = 0, \quad (7)$$

где

$$v_1 = \frac{\beta_1 c}{4\pi N e}, \quad v_2 = \frac{\beta_2 c}{4\pi N e}, \quad \lambda_1^2 = \frac{k^2 H_{0y}^2}{4\pi N m_i v_{in}}, \quad \lambda_2^2 = \frac{k^2 H_{0z}^2}{4\pi N m_i v_{in}}.$$

Уравнения (6, 7) можно решить относительно σ_0 и γ приближенно, если учесть малость некоторых величин. Так, например, можно считать, что $k \gg k_0$, где $k_0^2 = \frac{4\pi N^2 e^2}{c^2 \rho}$. Соответствующая k_0 длина волны намного превышает земной радиус. Таким образом, если считать, что длина волны имеет порядок радиуса Земли, то можно получить следующие две ветви колебаний:

$$\sigma_0 = -(\beta'/k) (1 - \beta' k_0^2/k^3), \quad \gamma = -\lambda - \frac{\Omega_{0n}^2}{v_{in}} \frac{N}{N_m} \sin^2 I, \quad (8)$$

$$\sigma_{0z} = \frac{v_1 k}{2} \left\{ -1 \pm D + \frac{k_0^2}{k^2} \left[1 \pm \frac{4(\alpha^2 + \alpha - 2)}{\alpha D} \right] \right\}, \quad (9)$$

$$\gamma_{\pm} = \frac{\Omega_{0n}^2 k^2 c^2}{2 \omega_{pi}^2 v_{in}} \left[-1 \pm \frac{3}{2D} (1 + \cos^2 I) \right],$$

где

$$\beta' = \beta + \frac{eN}{\rho c} \beta_1, \quad \alpha^2 = 1 + \frac{9}{4} \operatorname{ctg}^2 \theta, \quad D^2 = 9(1 + 2 \operatorname{ctg}^2 \theta),$$

I — наклонение геомагнитного поля.

Таким образом, вдоль параллели могут распространяться два типа волн. Первый тип, который распространяется только в западном направлении, является волной Россби. В дисперсии этой волны играет роль и градиент геомагнитного поля. Оценка периода и времени затухания волн Россби показывает, что эти волны сильно затухают. Второй тип колебаний, который обусловлен только градиентом магнитного поля, может распространяться как в западном, так и в восточном направлении. Остановимся более подробно на этих волнах. Фазовая скорость их распространения зависит от направления волны. Так, например, в экваториальной области ($D \approx 3$), в западном направлении волна распространяется с фазовой скоростью вдвое больше, чем в восточном направлении. Как видно из выражения v_1 , фазовая скорость обратно пропорциональна концентрации электронов ионосферной плазмы. Следовательно, скорость этих волн на ночной стороне будет превосходить на один—два порядка скорости на дневной стороне. Например, на высоте 120 км $v_\phi = 1,2$ км/с — днем и 15 км/с ночью. Оценим период и время затухания волн второго типа. На высоте 100—120 км, если будем считать длину волны порядка 2000 км, то получим для дневной стороны $T_+ = 1,7 \cdot 10^3$ с, $\tau_+ = 1,9 \cdot 10^4$ с. Расчеты выполнены для средних широт. Для ночной стороны $T_+ = 140$ с, $\tau_+ = 1,5 \cdot 10^3$ с. На высоте 140—150 км $T_+ = 1,5 \cdot 10^3$ с, $\tau_+ = 0,7 \cdot 10^3$ с, днем и $T_+ = 120$ с, $\tau_+ = 56$ с ночью. Значения параметров ионосферы взяты из [4]. Таким образом в верхней части области E эти волны сильно затухают за счет педерсеновской проводимости. Однако, как видно из (9), более длинные волны затухают менее сильно. Так, например, для тех же параметров и для длины волны 10000 км, получим следующие значения: на высоте 120 км $T_+ = 8,5 \cdot 10^3$ с, $\tau_+ = 4,8 \cdot 10^5$ с днем и $T_+ = 680$ с, $\tau_+ = 3,8 \cdot 10^4$ с ночью; а на высоте 140 км $T_+ = 8,1 \cdot 10^3$ с, $\tau_+ = 1,7 \cdot 10^4$ с днем и $T_+ = 650$ с, $\tau_+ = 1400$ с ночью. Следовательно, чем больше длина волны, тем шире слой, в котором волны затухают слабо. Для оценки возмущения магнитного поля из уравнения (4) можно получить

$$h_z \approx \frac{\rho c}{eN} k |v|.$$

Если считать длину волны 10^4 км, а амплитуду скорости 10 м/с, то будем иметь $h_z = 45$ нтл.

Таким образом, длины второго типа, которые обусловлены только градиентом магнитного поля, могут распространяться в среднеширотной ионосфере вдоль параллели как в западном, так и в восточном направлениях с периодами от нескольких минут до нескольких часов, со скоростью распространения несколько километров в секунду и с возмущением магнитного поля до десятков нтл. Параметры рассмотренных волн хорошо совпадают с параметрами среднеширотных длиннопериодных колебаний СДК [5], которые перемещаются вдоль земной поверхности со скоростью порядка единиц километров в секунду. Периоды варьируют от единиц до нескольких десятков минут, а амплитуда составляет единицы и десятки нтл. СДК подразделяют на фоновые колебания средней и малой интенсивности, типичной для спокойных и возмущенных условий, и на отдельные всплески, возникаю-



щие при импульсном воздействии на ионосферу либо во время магнитных бурь, либо снизу — в результате землетрясений или искусственных взрывов. В последнем случае СДК выявляются как изолированные возмущения, регистрируемые в обсерваториях, удаленных друг от друга на тысячи километров с запаздыванием во времени, указывающем на их перемещения. Рассмотренные нами волны можно отнести к типу фоновых колебаний СДК, обусловленных градиентом магнитного поля.

Академия наук Грузинской ССР
Институт геофизики

Тбилисский государственный
университет

(Поступило 22.10.1987)

გეოფიზიკა

ზ. კობალაძე, ა. ხანთაძე

იონოსფეროში ფართომასშტაბიანი შეშფოთებების გავრცელების
შესახებ

რეზიუმე

მიღებულია ფართომასშტაბიანი შეშფოთებების დისპერსიული განტოლება იონოსფეროს დინამო-ფენისათვის. მიღებული ტალღები შეიძლება მივაკუთვნოთ იონოსფეროს საშუალოგანედურ გრძელპერიოდთან რხევებს.

GEOPHYSICS

Z. L. KOBALADZE, A. G. KHANTADZE

ON PROPAGATION OF LARGE-SCALE DISTURBANCES IN THE IONOSPHERE

Summary

A dispersion equation of large-scale disturbances for the dynamic layer of the ionosphere has been derived. The obtained waves may be due to mid-latitude long-period vibrations of the ionosphere.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Б. Н. Гершман. Динамика ионосферной плазмы. М., 1974.
2. А. Г. Хантадзе. Некоторые вопросы проводящей атмосферы. Тбилиси, 1973.
3. А. Г. Хантадзе. Сообщения АН ГССР, 123, № 1, 1986.
4. Н. П. Бенькова, П. Н. Фаткулин. Сб. «Ионосферные исследования», № 9. М., 1970.
5. В. М. Сорокин, Г. В. Федорович. Физика медленных МГД волн в ионосферной плазме. М., 1982.

Т. Г. АНДРОНИКАШВИЛИ (член-корреспондент АН ГССР),
 З. А. ГВЕЛЕСИАНИ, Л. О. КИКНАДЗЕ

ПРОСТАЯ СИСТЕМА ВВОДА ПРОБЫ С ДЕЛЕНИЕМ ПОТОКА, ИСПОЛЬЗУЕМАЯ В КАПИЛЛЯРНОЙ ХРОМАТОГРАФИИ

Система ввода (дозирование) пробы является одним из основных факторов, определяющих точность и воспроизводимость капиллярной хроматографии [1—3].

Обычно в капиллярные колонки необходимо вводить пробы, которые по объему в 100—1000 раз меньше проб, используемых в насадочных колонках. Вводимая проба должна занять по мере возможности в колонке объем, не превышающий объем одной теоретической тарелки [4].

В настоящее время существуют разнообразные способы ввода пробы в капиллярную колонку [5]. В основном их можно распределить в две группы: ввод без деления потока и ввод с делением потока. Наибольшее распространение получил последний способ.

Основные требования, которые предъявляются системе ввода пробы, следующие:

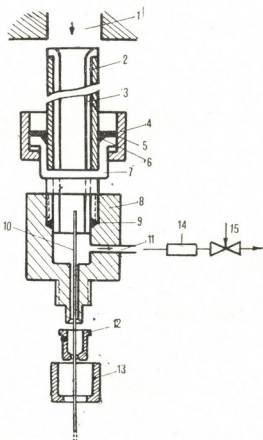


Рис. 1. Система ввода пробы: 1 — разрез испарителя, 2 — труба из нержавеющей стали, 3 — стеклянная вставка, 4 — гайка, 5 — алюминиевая прокладка, 6 — пайка, 7 — штуцер, 8 — корпус делителя, 9 — уплотнение из стекловаты, 10 — капиллярная колонка, 11 — линия сброса, 12 — вставка, 13 — гайка, 14 — фильтр, 15 — газовый кран

1. Проба должна занимать наиболее возможную узкую начальную зону колонки.

2. Проба должна испаряться быстро и равномерно распределяться в виде концентрированной зоны в газе-носителе.

3. Во время испарения проба должна контактировать только с инертным материалом.

4. Состав пробы в начальной зоне колонки должен соответствовать содержанию исходной пробы (линейность делителя).

Для удовлетворения вышеприведенных требований предложено простое устройство (см. рис. 1), изготовленное из нержавеющей стали и латуни, вмонтированное в испаритель газового хроматографа ЛХМ-8МД.

Система ввода пробы представляет собой трубку 2 из нержавеющей стали, на которой с помощью пайки закреплен штуцер 7 с алюминиевой прокладкой 5. Внутри трубки 2 находится стеклянная вставка 3.

Стеклянная капиллярная колонка 10 крепится к корпусу делителя 8 с помощью вставки 12 и гайки 13. Для уплотнения используется графитовый порошок. Крепление с испарителем осуществляется с помощью гайки 4.

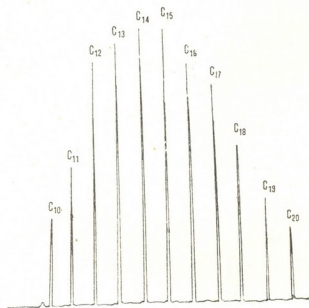


Рис. 2. Хроматограмма смеси n-парафинов C₁₀-C₂₀. Колонка стеклянная, капиллярная, с жидкой фазой СУ-101, длиной 50 м. Режим программирования температуры от 100—до 280°C, со скоростью 5°/мин

Система ввода пробы работает следующим образом: газ-носитель (обычно азот или гелий) из испарителя 1 проходит через стеклянную вставку 3, где происходит испарение вводимой пробы через испаритель пробы. Смесь газа-носителя и пробы направляется в капиллярную колонку 10 (обычно 1/50—70 часть), остальная часть проходит через линию сброса 11, фильтр 14 и посредством газового крана 15 выходит в атмосферу.

Для предотвращения утечки газа между трубкой 2 и стеклянной вставкой 3 вмонтировано уплотнение из стекловаты 9.

Предложенное устройство позволяет решить следующие задачи: 1) без изменения конструкции хроматографа обеспечение крепления капиллярной колонки; 2) варьирование коэффициента деления в широком диапазоне; 3) в достаточной степени обеспечение выполнения вышеперечисленных требований.

Дейнингер и Халаш [6] обратили внимание на тот факт, что в момент прохождения пробы по пневмосопротивлению делителя изменяется отношение деления потока. При изменении состава газа меняется его вязкость, а следовательно, и скорость прохождения через капилляр или игольчатый вентиль делителя. Для устранения этого недостатка рекомендуется разместить между устройством ввода и пневмосопротивлением емкость со сравнительно большим объемом, что позволит вводить пробу в установленном отношении деления.

В нашем случае роль буферной емкости выполняет фильтр 14, заполненный цеолитом СаХ зернением 0,5—1 мм, подвергнутым предва-

რითელითერმической обработке (нагревом до 400°C в течении 6 часов в потоке газа-носителя). Кроме этого, фильтр исключает возможность загрязнения газового крана 15 компонентами пробы.

Следует отметить, что приведенную конструкцию ввода пробы предпочтительно использовать при изотермическом режиме работы хроматографа. В случае применения режима программирования температуры необходимо произвести обдувку газом-носителем пространства между мембраной испарителя и верхней частью трубки 2, чем предотвращается появление ложных пиков при десорбции адсорбированных на холодной части мембраны высококипящих веществ.

С использованием предложенной нами системы ввода пробы на стеклянной капиллярной колонке длиной 50 м с нанесенной жидкой фазой ОУ-101 осуществлен анализ смеси n-парафинов C₁₀—C₂₀ (рис. 2). Режим программирования температуры в диапазоне 100—280°C осуществлялся со скоростью 10°/мин.

Относительное стандартное отклонение (коэффициент вариации) площадей пиков не превышает 1,5%.

Академия наук Грузинской ССР

Институт физической и
органической химии
им. П. Г. Меликишвили

(Поступило 31.3.1988)

ანალიზური ქიმია

თ. ანდრონიკაშვილი (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი),
ზ. გველესიანი, ლ. კიკნაძე

კაპილარულ ქრომატოგრაფიაში სინჯის შეყვანის მარტივი
სისტემა ნაკადის დაყოფით

რეზიუმე

აღწერილია სინჯის შეყვანის მარტივი სისტემა ნაკადის დაყოფით, რომელიც შეიძლება გამოყენებულ იქნეს სამამულო წარმოების LXМ სერიის ქრომატოგრაფში. უნდა აღინიშნოს, რომ მოცემული სისტემა არ საჭიროებს ქრომატოგრაფის გადაკეთებას, ხოლო მისი დამზადებისათვის შეიძლება გამოყენებულ იქნეს თვითონ ქრომატოგრაფის დეტალები. სისტემის მუშაობა აღწერილია როგორც სტატიკურ, ისე დინამიურ რეჟიმებში.

ANALYTICAL CHEMISTRY

T. G. ANDRONIKASHVILI, Z. A. GVELESIANI, L. O. KIKNADZE

A SIMPLE SYSTEM OF SAMPLE INTRODUCTION WITH FLOW SEPARATION USED IN CAPILLARY CHROMATOGRAPHY

Summary

A simple system of sample introduction with a subsequent separation of flow which can be used in home-made chromatographs "LXM" is studied in the paper. It should be noted that the present system does not require any adaptation of the chromatograph and in order to construct it parts of the chromatograph itself can be used. Operation of the system is described both in static and in dynamic regimes.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. К. Тесаржик, К. Комярек. Капиллярные колонки в газовой хроматографии. М., 1987, 222.
2. В. Г. Березкин. Высокоэффективная газовая хроматография. М., 1987, 48.
3. В. Дженингс. Газовая хроматография на стеклянных капиллярных колонках. М., 1980, 232.
4. R. Kaiser. "Gas Chromatography", vol. 7, "Capillary Chromatography" London-Butterworths, 1963, p. 2.
5. А. Ф. Шляхов. Капиллярная газовая хроматография. В кн.: «Хроматография», т. 2. М., 1978, 71.
6. G. Deininger *et al.* Anal. Chem; 228, 321, (1967)



ОБЩАЯ И НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

М. И. МАМАРДАШВИЛИ, И. Г. БАХТАДЗЕ, Р. Г. ТУШУРАШВИЛИ,
 Е. М. НАНОБАШВИЛИ

ВЛИЯНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ БРОМАТ-ИОНОВ НА ВЫХОД
 РАДИАЦИОННО-ХИМИЧЕСКОГО ПРЕВРАЩЕНИЯ СИСТЕМЫ
 $As_2S_3-NaOH-H_2O$ И СУСПЕНЗИЙ МЫШЬЯКОВИСТЫХ РУД

(Представлено академиком Р. И. Агладзе 20.2.1988)

Исследован γ -радиолиз водных щелочных ($pH \geq 12$) растворов тиосолей мышьяка и суспензий мышьяковистых руд. Исследование проводилось на установке Co^{60} при мощности дозы $0,33$ кГр/час. Изменение концентрации $As(3+)$ определяли иодометрическим, а образование сульфат-ионов — комплексонометрическим методами. Как видно из полученных данных (рис. 1), выход превращения арсенит-ионов с увеличением концентрации бромат-ионов постепенно увеличивается. В частности, если в $0,01$ М растворе $KBrO_3$ выход превращения $As(III) = 0,78 \frac{\text{молек}}{100\text{эВ}}$ то в $0,1$ М растворе выход превращения $As(III)$ достигает $8,6 \frac{\text{молек}}{100\text{эВ}}$, а в $0,2$ М в растворе $10 \frac{\text{молек}}{100\text{эВ}}$.

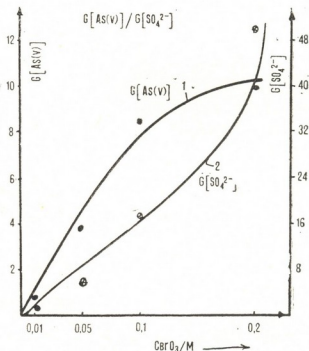


Рис. 1. Зависимость выходов арсената и сульфата от концентрации бромат-ионов: 1. $pH \geq 12$, $As(III)$ ($3,1-2,4 \cdot 10^{-2}M$) + $+BrO_3^-$ ($10^{-2}-2 \cdot 10^{-1}M$) 2. $pH \geq 12$, S^{2-} ($4,6-3,7 \cdot 10^{-2}M$) + $+BrO_3^-$ ($10^{-2}-2 \cdot 10^{-1}M$)

Следует отметить, что при этом выход превращения сульфидной серы увеличивается от $0,9$ до $50 \frac{\text{молек}}{100\text{эВ}}$; т. е. окисление сульфидной серы происходит более эффективно.

В присутствии бромат-ионов аналогично повышается выход образования арсенатов и сульфатов в суспензиях мышьяковистых руд (табл. 1).

Таблица 1

Радиационно-химическое превращение суспензий $As_2S_3(AsS)-NaOH-KBrO_3$
 $[BrO_3^-]=10^{-4}M$ (воздушная среда, pH 12)

Доза кГр	As(III)	SO_4^{2-}	G Молекула 100эВ
	$\frac{\text{моль}}{\text{л}} \cdot 10^{-3}$	$\frac{\text{моль}}{\text{л}} \cdot 10^{-3}$	
0	24,2	0	$G_0[As(III)]=7,60$
21	7,71	33,9	
54	4,92	34,77	
76	0	37,0	$G_0[SO_4^{2-}]=15,60$

В литературе [1, 2] имеются данные по радиолизу оксосоединений мышьяка в аналогичных условиях, однако нет сведений по тиосоединениям.

Исходя из полученных в настоящей работе данных, в растворе тиоарсенита, в отсутствии и присутствии бромат-ионов, в воздушной среде при γ -облучении наблюдается увеличение выхода As(V) от 0,39 (табл. 2) для чистого тиоарсенита до 10 (рис. 1) в присутствии 0,2 M раствора бромата. При этом выход превращения сульфидной серы увеличивается от 1,14 до 50 $\frac{\text{молек}}{100\text{эВ}}$, что указывает на важную роль бромат-ионов и продуктов радиоллиза в окислении тиоарсенита.

Таблица 2

Радиационно-химическое превращение системы

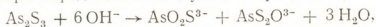
$As_2S_3-NaOH-H_2O$

(воздушная среда, pH ~ 12). Содержание сульфидной серы в исходной системе

$14,4 \cdot 10^{-3} \frac{\text{моль}}{\text{л}}$

Доза кГр	Количество, моль/л. 10^{-3}			G Молекула 100эВ
	SO_4^{2-}	As(III)	As(V)	
0	0	10,0	0	$G_0[SO_4^{2-}]=1,14$
15	1,8		0,5	
22	2,3		0,8	
28	3,1		1,0	
34	4,8		1,6	$G_0[As(V)]=0,39$

В сильнощелочном растворе (pH ≥ 12) тиоарсенита в отсутствии бромат-ионов в воздушной среде за время эксперимента (порядка суток) не происходит значительного обмена атомов серы на кислород и состав раствора определяется следующим процессом:



т. е. в начальной стадии отсутствуют ионы гидросульфида, поэтому окислительный продукт радиоллиза — радикал OH участвует только в реакции с ионами мышьяка



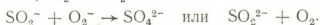
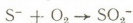
Ион гидросульфида постепенно накапливается, по-видимому, вследствие быстрого обмена серы на кислород в промежуточных фор-

мах AsOS_2^{2-} и AsSO_2^{2-} , либо накапливающихся арсенидных формах мышьяка. После накопления некоторого количества ионов гидросульфида начинают образовываться и ионы сульфата, а ионы четырехвалентного мышьяка, освободившиеся от серы, диспропорционируют с образованием AsO_4^{3-} и AsO_3^{3-} . Однако в этом случае элементарная сера не образуется. Это может быть вызвано различными причинами.

1. При таком pH нет радикалов HS, а есть только радикалы S^- , для которых константа скорости диспропорционирования существенно ниже, чем в слабощелочных растворах.

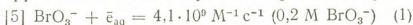
2. Радикал S^- вступает в реакцию с ионами HS^- и образует дианионы HS_2^- , которые более эффективно, чем ионы S^- взаимодействуют с кислородом.

Следует предположить, что SO_4^{2-} в воздушной сильнощелочной среде образуется по реакциям

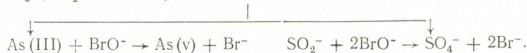
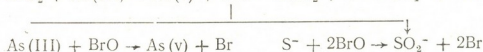
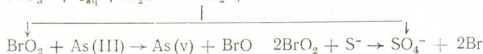


Относительно низкие выходы G [SO_4^{2-}] в воздушной среде по сравнению с кислородной [3] объясняются эффективным протеканием обратных процессов.

В присутствии бромата растворенный кислород не играет важной роли в окислении тиоарсенита, на что указывают данные [4], проведенные на облученных резаэрированных системах As (III) + BrO_3^- , где получены идентичные результаты. В присутствии бромат-ионов, продукты радиолитической воды, особенно восстановительные частицы H, \bar{e}_{aq} , более эффективно взаимодействуют с BrO_3^- , чем AsO_3^{2-} .



Как видно, константа скорости реакции (1) на порядок выше, чем константа скорости второй реакции. Поэтому более вероятна реакция (1); т. е. гидратированный электрон восстанавливает Br (V) до Br (IV), который эффективно окисляет тиоарсенит-ионы. Ниже представлен предполагаемый механизм по радиолитическому окислению тиосолей мышьяка в присутствии бромат-ионов:



Таким образом, фрагменты радиолитического окисления броматов (BrO , BrO_2) способствуют превращению арсенидов в арсенаты, сульфидов в сульфаты и объясняют высокое значение G [As(v)] и G [SO_4^{2-}].

Академия наук Грузинской ССР
Институт неорганической
химии и электрохимии

(Поступило 25.2.1988)

ა. მამარდაშვილი, ი. ბახტაძე, რ. თუშურაშვილი, ე. ნანობაშვილი

ბრომატ-იონების კონცენტრაციის გავლენა $As_2S_3-NaOH-H_2O$ სისტემის და დარიშხანოვანი მადნების სუსპენზიების რადიაციულ-ქიმიურ ბარდაქმნაზე

რეზიუმე

შესწავლილია თიოარსენიტების და დარიშხანოვანი მადნების სუსპენზიების ტუტე ხსნარების რადიოლიზი სხვადასხვა კონცენტრაციის ბრომატ-იონების თანაობისას და დადგენილია ბრომატ-იონთა გავლენა გარდაქმნაზე.

საკვლევ ხსნარებში ბრომატ-იონთა თანაობისას ($1:10^{-2}$ — $2:10^{-1} M$) არსენატ-იონების წარმოქმნის გამოსავალი იზრდება 0,78-დან 10 მოლ/(100 ევ-მდე, ხოლო სულფატ-იონებისა 0,90-დან 50 მოლ/100 ევ-მდე.

GENERAL AND INORGANIC CHEMISTRY

M. I. MAMARDASHVILI, I. G. BAKHTADZE, R. G. TUSHURASHVILI,
E. M. NANOBASHVILI

THE INFLUENCE OF BROMATE-IONS CONCENTRATION ON THE
YIELD OF RADIATION-CHEMICAL TRANSFORMATION OF THE
 $As_2S_3-NaOH-H_2O$ SYSTEM AND ARSENIC ORES SUSPENSIONS

Summary

The radiation-chemical transformation of thioarsenite and suspensions of arsenic ores in alkali solutions in the presence of bromate-ions has been investigated. The dependence of arsenate and sulphate yield on bromate-ions concentration is determined.

The yield of thioarsenate-ions transformation in the presence of bromate-ions (1.10^{-2} - $2.10^{-1}M$) increases from 0.78 to 10 molec·for As (v) and from 0.90 to 50 molec·for sulphate.

100eV

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. S. K. Patnaik. Prakruti Utkal Univ. J. Sci., 13, № 1-2, 1976, 37-42.
2. V. G. Dedgaonhar, C. T. Mahajan. Radiochemica Acta 25, 1978, 49-52.
3. E. M. ნანობაშვილი, M. I. მამარდაშვილი, I. G. ბახტაძე. Всес. коифер. по теорет. и прикл. радиационной химии. Тезисы докладов. Обнинск, 1984, 262.
4. G. V. Buxton, F. S. Dainton. Proc. Royal. Soc., A 304, 1968, 427.
5. A. К. Пикаев, С.А. Кабакчи. Реакционная способность первичных продуктов радиолиза воды. М., 1983, 210.
6. J. C. Muller, C. Ferradini, J. Pucheault. Int. J. Radiat. Phys. Chem. № 7, 1975, 643-650.

ОБЩАЯ И НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

З. Б. ЧАЧХИАНИ, Э. У. ЦУЦКИРИДZE, А. С. ИЛЮШИН,
 А. В. ПЕЧЕННИКОВ, Л. Г. ЧАЧХИАНИ, М. М. АБД-ЭЛЬ АЛЛ

СТРУКТУРА И МАГНИТНЫЕ СВОЙСТВА
 ИНТЕРМЕТАЛЛИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ СО СТРУКТУРОЙ
 ТИПА C15

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. В. Цицадзе 20.6.1988)

Редкоземельные металлы образуют с алюминием и 3d-металлами ряд интерметаллических соединений и в том числе соединения с кубической структурой типа $MgCu_2$ (C15), причем если в соединениях с алюминием реализуется только ферромагнитная структура, то в соединениях с переходными металлами — ферро- и антиферромагнитная.

Магнитные моменты атомов 3d-переходных металлов в этих соединениях изменяются в широких пределах, а моменты атомов редкоземельных металлов меньше теоретической величины и зависят от влияния кристаллического поля [1].

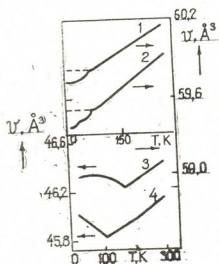


Рис. 1. Зависимость объема элементарной ячейки V от температуры для образцов системы $Tb_{1-x}Nd_xAl_2$ при $x=0,4$ (1) и $0,6$ (2) и $Tb_{1-x}Nd_xCo_2$ при $x=0,4$ (3) и $0,8$ (4)

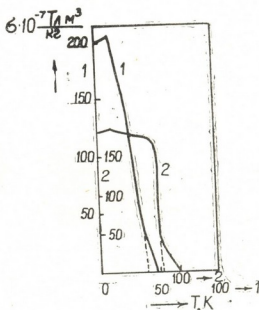


Рис. 2. Зависимость удельной намагниченности от температуры для соединений $HoAl_2$ (1) и $HoCo_2$ (2)

В связи с этим представляло интерес исследовать псевдобинарные соединения редкоземельных металлов с указанными выше металлами. В таких соединениях при наличии нескольких типов обменного взаимодействия изменяются концентрация магнитноактивных атомов и их окружение.

В настоящей статье сообщаются результаты исследования кристаллической структуры и магнитных свойств в ферро- и парамагнитной областях псевдобинарных соединений систем $Tb_{1-x}Nd_xAl_2$ и $Tb_{1-x}Nd_xCo_2$ во всей области концентрации. Синтез и термическая об-



работка образцов с кобальтом проводилась по методу, описанному в работе [2]. Соединения с алюминием отжигались при 850С в течение 200 ч.

Рентгенофазовый анализ осуществлялся на дифрактометре с гелиевой приставкой от 4,2 до 300 К [3], а магнитные свойства изуча-

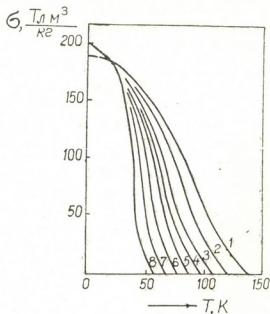
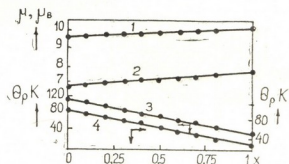


Рис. 3. Зависимость удельной намагниченности от температуры для соединений системы $Tb_{1-x}Ho_xAl_2$ при x , равных 0 (1); 0,1 (2); 0,2 (3); 0,3 (4); 0,4 (5); 0,5 (6); 0,6 (7); 0,7 (8)

лись в температурном интервале 4,2—1200 К в магнитных полях напряженностью до 640 кА/м при помощи вибрационного магнитометра [4].

Рентгенофазовый и микроструктурный анализы показали, что образцы были однофазными и имели структуру типа $C15$, при этом параметр элементарной ячейки с увеличением содержания гольмия уменьшается от 7,203 Å для $TbCo_2$ до 7,164 Å для $HoCo_2$ и от 7,860 Å

Рис. 4. Концентрационная зависимость магнитных параметров соединений системы $Tb_{1-x}Ho_xAl_2$: 1—эффективный магнитный момент, 2—магнитный момент при 4,2 К, 3—ферромагнитная температура Кюри, 4—парамагнитная температура Кюри



для $TbAl_2$ до 7,800 Å для $HoAl_2$, что хорошо согласуется с литературными данными [5—7].

На рис. 1 показана температурная зависимость объема V элементарной ячейки для некоторых соединений. У соединений системы $Tb_{1-x}Ho_xAl_2$ объем V монотонно уменьшается до температуры магнитного превращения, где наблюдается аномалия (кривые 1 и 2). Характерно, что с увеличением содержания гольмия температура, где имеется аномалия, понижается, а величина аномалии уменьшается. У соединений с $x > 0,5$ существует еще одна аномалия (кривая 2) на зависимости при более низких температурах, которая связана со спиновой переориентацией вектора магнитного момента [3]. У соединений системы $Tb_{1-x}Ho_xCo_2$ характер зависимости $V(T)$ существенно отличается. Так, при температуре Кюри величина V принимает минимальное значение, а затем опять возрастает. У соединений с $x=0; 0,2; 0,4$ при низких температурах V вновь уменьшается (кривая 3), что может быть обусловлено ромбоэдрическим искажением решетки.



У соединений с большим содержанием гольмия в этой области температур кристаллическая структура становится тетрагональной.

На рис. 2 и 3 приведена зависимость удельной намагниченности от температуры $\sigma(T)$ для соединений системы $Tb_{1-x}Ho_xCo_2$.

Магнитные моменты соединений, полученные из этой зависимости при 4,2 К, увеличиваются с ростом содержания гольмия от 8,3 μ_B для $TbCo_2$ до 9,3 μ_B для $HoCo_2$, а температура Кюри уменьшается от 240 до 78 К соответственно. Согласно данным работ [7, 8], в соединениях $TbCo_2$ и $HoCo_2$ конфигурация магнитных моментов ферромагнитная. Тогда, используя наши экспериментальные значения для магнитных

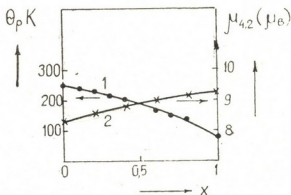


Рис. 5. Концентрационная зависимость ферромагнитной температуры Кюри (1) и магнитного момента при 4,2 К (2) в системе $Tb_{1-x}Ho_xCo_2$

моментов соединений и теоретические значения для трехвалентных ионов тербия и гольмия получаем, что в исследуемых соединениях магнитный момент атомов кобальта меньше единицы, что согласуется с данными работ [7, 8]. У соединений системы $Tb_{1-x}Ho_xAl_2$ удельная намагниченность изменяется с температурой аналогичным образом. Однако, в отличие от соединений с кобальтом, в этой системе реализуется ферромагнитная структура. Магнитные моменты соединений, определенные при 4,2 К, удовлетворительно согласуются с рассчитанными по формуле

$$\mu = \mu_1 x + \mu_2 (1 - x),$$

где μ_1 и μ_2 — магнитные моменты $HoAl_2$ и $TbAl_2$ соответственно, а x — концентрация гольмия в соединении, и увеличиваются с повышением содержания гольмия (рис. 4).

Так, экспериментальный магнитный момент соединения с $x=0,4$ равен 7,32 μ_B , а расчетное значение равно 7,33 μ_B , для соединения с $x=0,8$ соответственно 7,6 μ_B и 7,62 μ_B .

У соединений $HoCo_2$ и $HoAl_2$ на зависимости $\sigma(T)$ (см. рис. 2), так же как и на зависимости $V(T)$, ниже температуры ферромагнитного перехода обнаружена аномалия, что согласуется с литературными данными [6], где предполагается, что замеченные аномалии при исследовании теплоемкости в этой области температур обусловлены переориентацией спинов, связанной с кристаллическим полем.

Для всех синтезированных соединений была исследована зависимость магнитной восприимчивости от температуры в парамагнитной области. Оказалось, что во всем исследованном температурном интервале от ферромагнитной температуры Кюри до 1200 К у соединений системы $Tb_{1-x}Ho_xAl_2$ выполняется закон Кюри—Вейсса. У соединений системы $Tb_{1-x}Ho_xCo_2$ зависимость $1/\chi(T)$ изменяется по следующему закону и может быть описана формулой Нееля [9], согласно которой обратная величина восприимчивости $1/\chi$ в функции температуры



имеет гиперболический вид и выполняется у материалов, обладающих ферромагнитной структурой (рис. 5).

Полученные экспериментальные результаты показали, что в системе $Tb_{1-x}Ho_xAl_3$, где присутствуют только атомы редкоземельных металлов, реализуется ферромагнитное упорядочение, а в системе $Tb_{1-x}Ho_xCo_2$ при наличии атомов 3d-переходного металла кобальта существует ферромагнитная структура.

Грузинский политехнический институт
им. В. И. Ленина

(Поступило 30.6.1988)

ზოგადი და არაორგანული ქიმია

ზ. ჩაჩხიანი, ე. ცუცკირიძე, ა. ილუშინი, ა. პეჩენიკოვი,
ლ. ჩაჩხიანი, მ. აბდ-ელ აალი

C15 ტიპის ნაერთების სტრუქტურა და მაგნიტური თვისებები

რეზიუმე

ტემპერატურულ შედეგში 4,2—1000 K გამოკვლეულია $Tb_{1-x}Ho_xAl_3$ და $Tb_{1-x}Ho_xCo_2$ სისტემების სტრუქტურა და მაგნიტური თვისებები.

შეფასებულია ელემენტარული უჯრედის მოცულობის და დამაგნიტების ტემპერატურული დამოკიდებულება.

V (T) დამოკიდებულების ანომალია ახსნილია კრისტალური მესერის დამახინჯებით.

განსაზღვრულია ნაერთების კიურის ფერო-და პარამაგნიტური ტემპერატურები.

GENERAL AND INORGANIC CHEMISTRY

Z. B. CHACHKIANI, E. U. TSUTSKIRIDZE, A. S. ILYUSHIN, A. V. PECHENNIKOV,
L. G. CHACHKIANI, M. M. ABD EL AAL

STRUCTURE AND MAGNETIC PROPERTIES OF INTERMETALLIC COMPOUNDS WITH C 15-TYPE STRUCTURE

Summary

Crystalline structure (4,2-300 K) and magnetic properties (4,2-1000 K) of $Tb_{1-x}Ho_xAl_3$ and $Tb_{1-x}Ho_xCo_2$ system compounds have been studied within the whole domain of concentration. Temperature dependence of the volume of lattice cell V and unit magnetization σ is determined. Ferro- and paramagnetic Curie temperature and magnetic moments of alloys in ordered state and in paramagnetic domain are investigated.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. К. Тейлор, М. Дарби. Физика редкоземельных соединений. М., 1974.
2. А. С. Илюшин, Ю. В. Тебеньков. Вестник МГУ, сер. «Физика, астрономия», 18, 1977, 139—140.
3. Ю. В. Тебеньков, А. С. Илюшин. Деп. № 300—82. М., ВИНТИ, 1982, 1—49.
4. В. И. Чечерников. Магнитные измерения. М., 1969.
5. Н. Оестергейчер. J. Phys. Chem. Sol., 1973, 34, p. 1257-1280.
6. Л. А. Кириличева, А. С. Илюшин, А. П. Перов. Физика металлов и металловедение, т. 52, 430.
7. F. Rougier. Phys. Lett., 1979, v. 72A, №. 2, 175-177.
8. P. Gignoux *et al.* J. Phys. F; Metal Phys., 1979, v. 9, № 5, p. 763-772.
9. L. Néel. Ann. Phys., 1948, v. 3, p. 137.



УДК 665.666.2/4

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Э. Г. ЛЕКВЕИШВИЛИ

РАЗДЕЛЕНИЕ АРОМАТИЧЕСКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ
И СЕРНИСТЫХ СОЕДИНЕНИЙ ПОЛУГУДРОНА СМЕШАННОЙ
СЕРНИСТОЙ НЕФТИ

(Представлено академиком Л. Д. Меликадзе 9.2.1988)

Метод выделения фенантреновых углеводородов и их бензологов из нефтей, разработанный на основе реакции фотоконденсации индивидуальных модельных углеводородов с малениновым ангидридом [1], был успешно применен в отношении высококипящих масляных фракций некоторых грузинских нефтей — норийской, мирзаанской и самгорской, различающихся по природе [2, 3]. Указанные нефти являются малосернистыми ($S < 0,5\%$ масс.), поэтому представляло интерес опробовать разработанный нами метод в отношении нефтей с высоким содержанием серы. Как известно, задача разделения ароматических углеводородов и сераорганических соединений нефтей до сих пор остается сложной. Хотя в настоящее время существуют различные методы извлечения сернистых соединений из нефтей — хроматографический метод [4], сернокислотная экстракция [5, 6], комплексообразование с $TiCl_4$ [7], $AlCl_3$ [8], $AgNO_3$ [9], окисление перекисью водорода [10], однако перечисленные методы позволяют получить лишь концентраты сернистых соединений совместно с ароматическими углеводородами, поскольку разделение их весьма затруднено вследствие ассоциативного взаимодействия между собой [11].

Объектом исследования была взята углеводородная часть полу-гудрона смешанной сернистой нефти Батумского нефтеперерабатывающего завода, выделенная коагуляционным обессмоливанием [12] (1). Содержание серы в нефти составляет 2,0% масс., а в углеводородной части полугудрона — 3,1—3,7% масс. Указанная фракция облучалась с малениновым ангидридом (соотношение по массе 1:4) УФ-светом ртутно-кварцевой лампы ПРК-2 в кварцевом реакторе в *n*-гексане в атмосфере водорода при $t=10-15^\circ C$ в течение 6 ч. После отделения образовавшихся фотоаддуктов нагреванием с 10%-ным раствором едкого кали, экстракцией углеводородной части *n*-гексаном и подкислением щелочного раствора не вошедшая в реакцию часть нефтяной фракции облучалась вторично с малениновым ангидридом в вышеуказанных условиях в течение 28 ч. В дальнейшем аддукты, полученные при 6- и 28-часовом облучении с малениновым ангидридом, разлагались на исходные углеводороды и малениновый ангидрид под действием УФ-света ртутно-кварцевой лампы ПРК-2 в кварцевом реакторе в атмосфере водорода в этиловом спирте при $t=20-25^\circ$ в течение 70 ч. Выходы ароматических концентратов составили 12,0 и 17,2% масс. от исходной фракции. Контроль за содержанием серы в исходной нефтяной фракции (1), аддуктах с 6-часовым (2) и 28-часовым облучением (3) и продуктах фоторазложения соответствующих аддуктов (4 и 5) проводился исследованием элементного состава методом сжигания в горизонтальной трубке (2).

(1,2 Коагуляционное обессмоливание полугудрона проведено ст. н. с. Л. Ф. Топуридзе, а элементный анализ образцов — н. с. А. А. Дзамукашвили.

Результаты элементного анализа приведены в табл. 1.

Как показали результаты исследований, при облучении нефтяной фракции с маленновым ангидридом сернистые соединения вступают в реакцию фотоконденсации с маленновым ангидридом, наряду с ароматическими углеводородами. Однако при обратной реакции —

Таблица 1

Элементный состав исходной нефтяной фракции, аддуктов с маленновым ангидридом и продуктов фоторазложения аддуктов

Исследуемые образцы	Элементный состав, % масс.			
	С	Н	S	O
1	84,70; 84,30	12,20; 12,11	3,10; 3,70	—
2	73,47; 73,91	9,00; 8,90	3,50; 3,40	14,03; 13,79
3	71,43; 71,63	9,92; 9,70	2,15; 2,49	16,50; 16,18
4	89,35; 89,28	10,44; 10,45	0,17; 0,21	—
5	89,90; 89,81	9,91; 10,00	0,16; 0,17	—

фоторазложению аддуктов на исходные соединения разложение аддуктов сераорганических соединений, вероятно, протекает избирательно в зависимости от природы указанных соединений с весьма малой скоростью по сравнению с аддуктами ароматических углеводородов, и содержание общей серы в продуктах фоторазложения аддуктов составляет 0,16—0,21% масс., т. е. почти в 20 раз меньше, чем в исходной фракции.

Ароматический концентрат, полученный фоторазложением аддуктов с 28-часовым облучением, был разделен в дальнейшем хроматографически на оксиде алюминия I степени активности. Внесение образца в колонку проводилось в виде бензольного раствора с последующим продуванием колонки азотом для удаления растворителя, элюирование—н-гексаном и бензолом, экстракция—горячим бензолом и диоксаном при комнатной температуре. При этом получены следующие образцы: I—элюат гексаном, II—элюат бензолом, III—экстракт горячим бензолом, IV—экстракт диоксаном. Групповой состав указанных образцов, рассчитанный методом УФ-спектрофотометрии [13], приведен в табл. 2.

Таблица 2

Групповой углеводородный состав узких ароматических концентратов (I—IV)

№	Типы углеводородов	Ароматические концентраты			
		I	II	III	IV
1	Бензольные	52,2	40,9	39,7	62,3
2	Нафталиновые	9,4	10,4	9,8	12,1
3	Фенантроновые	36,2	43,3	44,6	11,2
4	Антраценовые	1,6	2,1	4,0	5,7
5	Пиреновые	0,6	2,9	1,9	3,9
6	Хризеновые	—	0,4	—	4,8

Для оценки степени извлечения фенантроновых углеводородов из нефтяных фракций была изучена фотоконденсация масляной фракции 350—400°C самгорской нефти с маленновым ангидридом при искусственном внесении в нее определенного количества фенантрена. Групповой состав исходной фракции по данным структурно-группового анализа по УФ-спектрам поглощения равен (% масс.): нафталиновые—5,8; фенантроновые—5,7; антраценовые—0,70; хризеновые—0,6; пиреновые—3,6; бензантрацен-бензфенантроновые—4,6, а после внесения фенантрена соответственно 4,92; 20,00; 0,59; 0,51; 3,05; 3,90.

Фотоконденсация нефтяных фракций — исходной и искусственно приготовленной с малеиновым ангидридом (время облучения 28 ч) и фоторазложение аддуктов на исходные углеводороды (время облучения 70 ч) были проведены в описанных выше условиях. Выходы ароматических концентратов, групповой состав их и степени извлечения фенантроновых углеводов приведены в табл. 3.

Таблица 3
 Групповой углеводородный состав ароматических концентратов и степени извлечения фенантроновых углеводов

№	Исследуемые образцы	Выходы, % масс. от исходной фракции	Групповой состав, % масс.					Степень извлечения фенантронов, % масс.	
			Бензолы	Нафталины	Фенантроны	Антрацены	Пирены		Хризены
1	Ароматический концентрат, выделенный из фракции с содержанием фенантронов 5,7%	9,6	56,3	12,5	24,3	3,2	1,2	2,5	41,4
2	Ароматический концентрат, выделенный из фракции с содержанием фенантронов 20% масс.	23,2	34,9	7,9	56,1	1,1	—	—	64,0

Из полученных данных видно, что при наличии в нефтяной фракции 20% фенантронов в полученном ароматическом концентрате содержание их увеличивается в 2,8 раза, достигая 56,1%. при этом степень извлечения фенантронов составляет 64%, масс.

Как показали проведенные исследования, метод выделения фенантроновых углеводов и их бензологов позволяет получать концентраты указанных углеводов при одновременном разделении их от сернистых соединений нефтей. Таким образом, намечается весьма оригинальный путь обессеривания сернистых нефтяных фракций, что имеет определенное методическое значение при исследовании ароматических углеводов сернистых нефтей.

Академия наук Грузинской ССР

Институт физической и органической химии
 им. П. Г. Меликишвили

(Поступило 19.2.1988)

ორგანული ქიმია

მ. ლავკინიშვილი

შემაშული გოგირდოვანი ნავთობის ნახევრადგულრონის არომატული ნახშირწყალბადებისა და გოგირდოვანი ნავთობის დაყოფა

რეზიუმე

ჩატარებულია ბათუმის ნავთობგადამამუშავებელი ქარხნის შერეული გოგირდოვანი ნავთობის ნახევრადგულრონის ნახშირწყალბადოვანი ნაწილის არომატული ნახშირწყალბადებისა და გოგირდოვანი ნავთობის დაყოფა მალენის ანჰიდრიდთან ფოტოკონდენსაციის რეაქციის საფუძველზე.

E. G. LEKVEISHVILI

SEPARATION OF AROMATIC HYDROCARBONS AND SULPHUR COMPOUNDS FROM SEMITAR OF THE MIXED SULPHUROUS OIL

Summary

Separation of aromatic hydrocarbons and sulphur compounds of hydrocarbon portion of semitar of the mixed sulphurous oil from the Batumi petroleum-processing plant has been conducted on the basis of its photocondensation with maleic anhydride.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Л. Д. Меликадзе, Э. Г. Леквейшвили. Фотохимическая конденсация малеинового ангидрида с углеводородами фенантренового ряда. Тбилиси, 1977, 104.
2. Э. Г. Леквейшвили, Ш. Ш. Барабадзе, М. Н. Тевдорашвили, Э. В. Картвелишвили, Н. И. Табашидзе. Тез. докл. Всесоюз. конф. «Химический состав нефти и нефтепродуктов». Тбилиси, 1984, 4.
3. Л. Д. Меликадзе, Э. Г. Леквейшвили, М. Н. Тевдорашвили, К. Д. Джапаридзе. Сообщения АН ГССР, 119, № 2, 1985, 309.
4. Н. К. Ляпина. Химия и физикохимия сераорганических соединений нефтяных дистиллятов. М., 1984, 120.
5. Р. Д. Оболенцев, Н. К. Ляпина, В. С. Пикитина, М. А. Парфенова. Нефтехимия, 11, № 1, 1971, 125.
6. Я. Б. Чертков, В. Г. Спиркин. Сернистые и кислородные соединения нефтяных дистиллятов. М., 1971, 307.
7. И. В. Гончаров, Ю. П. Туров, Н. П. Елецкий, А. Н. Плюснин. Нефтехимия, 16, № 1, 1976, 149.
8. Г. Л. Рыжова, В. П. Нехорошев, Ю. Г. Слизов. Нефтехимия, 17, № 6, 1977, 910.
9. R. D. Obolentsev. Sulfo-organic compounds in oils of USSR. In Proc. 7th world Petrol. Congr. L., 1968, 110.
10. Г. Д. Гальперн. УХ, 45, 1976, 1395.
11. Ю. А. Марков, И. А. Рубинштейн, Е. А. Попов, С. Э. Крейн. Органические соединения серы, т. 1. Состав, промышленное получение, переработка и применение. Рига, 1976, 196.
12. Л. Д. Меликадзе, Л. Ф. Топуридзе, Г. Ш. Хитири, Н. Т. Хецуриანი. Сообщения АН ГССР, 117, № 2, 1985, 293.
13. Я. А. Терской, Н. А. Шейнерман. Сб. «Методическое руководство по люминесцентно-битуминологическим и спектральным методам исследования органического вещества пород и нефтей». М., 1979, 87.

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Т. В. КОКОЧАШВИЛИ, В. В. АЗАТЯН, З. Г. ДЗОЦЕНИДЗЕ

ИЗМЕНЕНИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПЕРВОГО ПРЕДЕЛА
ВОСПЛАМЕНЕНИЯ СМЕСЕЙ ОКСИДА УГЛЕРОДА (II)
С КИСЛОРОДОМ ПОД ДЕЙСТВИЕМ БРОМИСТОГО
ВОДОРОДА

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. Г. Андрионикашвили 22.10.1987)

Теория ингибирования, основанная на учении о цепных реакциях, позволяет предсказать активность ингибиторов, во многих случаях рассчитать минимальное количество ингибитора, необходимое для предотвращения воспламенения и горения горючей газовой смеси в широком интервале концентраций реагентов и температур [1].

Одним из наиболее активных ингибиторов, широко применяемых на практике, являются галогенпроизводные органических соединений и в первую очередь хладоны [2, 3]. Высокая ингибирующая активность этих веществ во многом обусловлена наличием относительно слабой связи С—Br в молекуле, благодаря чему последние легко реагируют с активными промежуточными частицами, приводя к обрыву цепей.

Важным фактором, определяющим преимущество хладонов в качестве ингибиторов, является образование галогенводорода в первичной стадии ингибирования, протекающей с участием атомарного во-

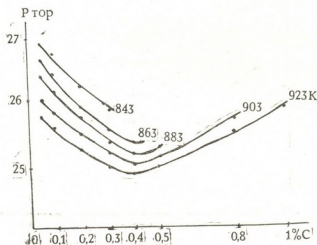
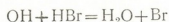
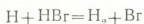


Рис. 1. Влияние HBr на первый предел воспламенения смесей $2CO+O_2+X\% HBr$

дорода. Например, бромистый водород выступает в качестве ингибитора, так как в быстрых реакциях



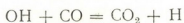
приводит к замене активного центра цепей на атом брома, фактически не способного регенерировать носителей цепей.

Благодаря своему большому дипольному моменту молекулы галогенводородов в процессе своего образования заметно будут адсор-



бирываться на поверхности, которая контактирует с реагирующим газом даже при температурах, превышающих комнатную [4]. Эти обстоятельства обусловили проведенное нами детальное исследование влияния бромистого водорода на первый предел воспламенения оксида углерода (II) с кислородом.

Из компонентов, участвующих в данной реакции (CO , O_2 , HBr) легче всех термически диссоциирует HBr , энергия связи которой не превышает 364 кДж [5]. Распад HBr частично может происходить и на поверхности. Диссоциация молекул HBr дает начало цепи, т. к. при этом образуются атомы водорода, приводящие к развитию цепей



Малая реакционная способность атомов брома позволяет допустить их рекомбинацию:



на поверхности или при тройных столкновениях в объеме сосуда. Механизм установления равновесия рекомбинации не может играть роли, т. к. термодинамическая равновесная концентрация при данной температуре всегда одна и та же, и не зависит от механизма реакции.

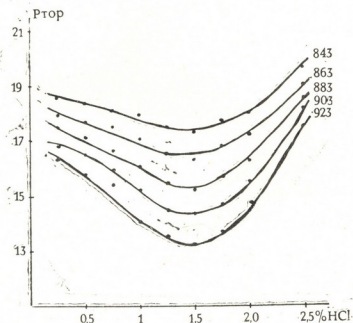


Рис. 2. Экстремальная зависимость P_1^{cr} от содержания HCl в смеси $2\text{CO} + \text{O}_2 + X\% \text{HCl}$

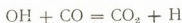
Следовало ожидать, что аналогично HCl [6] малые добавки HBr должны будут инициировать, а большие — ингибировать воспламенение смесей оксида углерода с кислородом. Экспериментальная проверка подтвердила наше предположение, что следует из приводимых ниже кривых на рис. 1, где ясно видна экспериментальная зависимость критического давления воспламенения как функция концентрации ингибитора HBr . При увеличении концентрации HBr в смеси до 0,4% P снижается, а дальнейшее повышение f_{HBr} приводит к росту P_1 . HBr является более сильным ингибитором, чем HCl .

Это ясно видно при сравнении положения минимумов кривых на рис. 1 и 2. В случае HBr критическое давление почти в два раза выше, чем в случае HCl.

Отметим, что при таких высоких давлениях становятся существенными реакции тримолекулярного обрыва



Радикалы HO₂ малоактивны и их образование является фактически обрывом цепей. В отличие от быстрой реакции



реакция



протекает очень медленно. Поэтому реакция (6) является обрывом цепей и обуславливает наличие II предела воспламенения CO+O₂.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 21.1.1988)

ფიზიკური ქიმია

თ. კოკოჩაშვილი, ვ. აზატანი, ზ. ძოჭენიძე

ბრომწყალბადის გავლენით ნახშირბადის (II) ოქსიდისა და ჟანგბადის ნარევიდან აალებების კირველი ზღვრის აღზომის გავლენის ცვლილება

რეზიუმე

შესწავლილია HBr გავლენა ნახშირბადის (II) ოქსიდისა და ჟანგბადის ნარევიდან აალებების I ზღვარზე. ექსპერიმენტის შედეგად დადგინდა, რომ HBr-ის შემცველობა ნარევი 0,4%-მდე მაინიცირებელ გავლენას ახდენს აალებების ზღვარზე, ხოლო HBr-ის კონცენტრაციის შემდგომი გაზრდა იწვევს აალებების ზღვრის ინჰიბირებას. HCl და HBr-ის მაინიბირებელი მოქმედების შედარებიდან ჩანს, რომ HBr ბევრად უფრო ძლიერი ინჰიბიტორია, ვიდრე HCl.

PHYSICAL CHEMISTRY

T. V. KOKOCHASHVILI, V. V. AZATYAN, Z. G. DZOTSENIDZE

THE CHANGE IN THE POSITION OF THE FIRST LIMIT OF IGNITION OF CARBON (II) OXIDE AND OXYGENE MIXTURE UNDER THE INFLUENCE OF HBr

Summary

A study has been made of the effect of HBr on the first limit of ignition of carbon (II) oxide and oxygen mixture. The experiment confirmed that an increase of HBr concentration up to 0,4% has an initiating effect on the limit of ignition, whereas further increase of HBr concentration inhibits the limit of ignition. Comparison of HCl and HBr curve minimums shows that HBr is a stronger inhibitor than HCl.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. В. Азатян. Кинетика и катализ, 16, № 3, 1975, 567.
2. А. Н. Баратов. Ж. ВХО им. Д. И. Менделеева, 21, 1976, 369.
3. А. Н. Баратов, В. И. Макеев, Н. М. Полознев. Материалы II Всес. симп. по горению и взрыву. Черноголовка, 1969, 145.
4. Т. В. Кокочашвили, В. В. Азатян, З. Г. Дзоценидзе, М. Д. Мусеридзе. Сообщения АН ГССР, 105, № 1, 1982, 77.
5. Сб. «Энергия разрыва химических связей, потенциалы ионизации и средство к электрону», М., 1974.
6. Т. В. Кокочашвили, В. В. Азатян, З. Г. Дзоценидзе, М. Д. Мусеридзе. Сообщения АН ГССР, 126, № 3, 197, 561.

В. В. ШАВГУЛИДЗЕ, М. Р. ЧАГУНАВА

МЕХАНИЗМ РАЗРЯДА-ИОНИЗАЦИИ ТАЛЛИЯ (I) НА РТУТНОМ ЭЛЕКТРОДЕ В ЭТИЛЕНГЛИКОЛЕВЫХ РАСТВОРАХ ПЕРХЛОРАТА НАТРИЯ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Л. Н. Джапаридзе 21.12.1987)

В настоящей работе изучен механизм разряда-ионизации таллия (I) на ртутном электроде в этиленгликолевых (ЭГ) растворах перхлората натрия методами классической и переменноточковой полярографии и хроновольтамперометрии. Классические и переменноточковые кривые снимались на полярограмме ПУ-1. Хроновольтамперограммы регистрировались на осциллографическом полярографе ЦЛА-02А, медленно капаящим ртутным капельным электродом ($t = 25$ с), с задержкой после отрыва капли в 12 с; константа капилляра $m^{2/3} t^{2/3}$ равна $3,81 \text{ мг}^{2/3} \text{ с}^{-1/2}$. Для снятия классических и переменноточковых кривых использовался капилляр с ударным устройством, с константой капилляра $1,9 \text{ мг}^{2/3} \text{ с}^{-1/2}$. Электрод сравнения — насыщенный каломельный электрод готовился на этиленгликоле. Насыщенный NaCl каломельный электрод на ЭГ обладает хорошей стабильностью и воспроизводимостью. Потенциал его по отношению к водному насыщенному каломельному электроду составляет +5 мВ; вспомогательный электрод — платиновая проволока или донная ртуть. Потенциалы контролировались с помощью прибора рН-340. В работе использовалась трехэлектродная термостатированная ячейка и температура поддерживалась постоянной, равной $25 \pm 0,2^\circ\text{C}$. Концентрация денитризатора 10^{-3} М TiNO_3 , фона — $1,0 \text{ М NaClO}_4$. Кислород из ячейки удалялся продувкой гелия, который предварительно пропускали через промывные склянки с раствором ЭГ. Методика очистки и осушки растворятеля и солей аналогична использованной в работе [1].

Таллий (I) дает обратимую полярографическую волну на фоне NaClO_4 при $E_{1/2} = -0,430 \text{ В}$ (отн. вод. нас. к. э.). Предельный ток во всех случаях контролируется диффузией, что подтверждается линейным соотношением между концентрацией TiNO_3 и высотой волны для различных электролитов, а также линейной зависимостью величины I_d от \sqrt{h} (h — высота ртутного столба) ($\lg I_d / \lg h = 0,5$). Анализ постоянноточковых волн к координатах $E - \lg I / (I_d - I)$ показал, что угловой коэффициент этих зависимостей близок к теоретическому (0,059), что свидетельствует об обратимости процесса электровосстановления Ti(I) в ЭГ растворах перхлората натрия.

Переменноточковая полярограмма электровосстановления ионов таллия (I) на ртутном капельном электроде симметрична. Высота максимума волны пропорциональна концентрации вещества в ячейке, т. е. отвечает условиям, предъявляемым к обратимым электродным процессам, для которых известно соотношение [2]

$$\sigma = 3,52 RT/nF = 88/n \text{ мВ.} \quad (1)$$

Среднее экспериментальное значение σ равно $87,5 \text{ мВ}$, что отвечает одноэлектронному обратимому процессу.

Для более глубокого изучения механизма разряда-нонизации таллия (I), наряду с переменноточковым, проводилось хроновольтамперометрическое исследование. Катодные и анодные вольтамперные кривые восстановления и окисления таллия на фоне $1,0 \text{ M NaClO}_4$ при

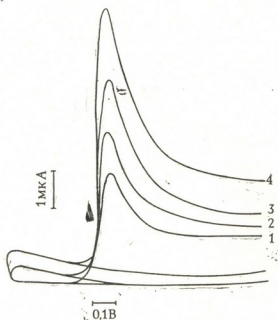


Рис. 1. Катодная хроновольтамперограмма восстановления ионов таллия

(I) на фоне $1,0 \text{ M NaClO}_4$; $v=1-0,125$; 2—0,25; 3—0,5; 4— $1,0 \text{ В/с}$

различных скоростях наложения потенциала приведены на рис. 1 и 2. Нижняя кривая на рис. 1—ток фона ($1,0 \text{ M NaClO}_4$), верхние—разряды таллия (I) при различных скоростях изменения потенциала (0,125; 0,25; 0,5 и 1 В/с).

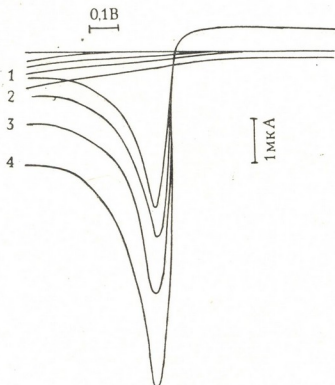


Рис. 2. Анодная хроновольтамперограмма окисления ионов таллия (I) на фоне $1,0 \text{ M NaClO}_4$, $v=1-0,125$; 2—0,25; 3—0,5; 4— $1,0 \text{ В/с}$

На ячейку подавалось постоянное напряжение от $0,0 \text{ В}$ для катодных и от $-1,125 \text{ В}$ для анодных кривых. Измерения, проведенные для разных скоростей наложения потенциала (v), показали, что ток пика линейно увеличивается с $v^{1/2}$. Между объемной концентрацией таллия (I) и I_p наблюдается линейная зависимость (рис. 3а), что свидетельствует о диффузионном контроле восстановления иона таллия (I) и возможности использования уравнений хроновольтамперометрии.

Разность потенциалов пика и полупика составляет 0,060 В, что близко к обратимому одноэлектронному процессу согласно соотношению [3]

$$E_{n/2} - E_n = 0,057/n. \quad (2)$$

Число электронов, принимающих участие в восстановлении, рассчитывалось по уравнению для нисходящей ветви для обратимых процессов [4]:

$$I_{\max}/I_{0,2} = 2,39 n^{1/2}. \quad (3)$$

Расчеты, проведенные для разных скоростей наложения потенциала, показали, что в электродной реакции участвует один электрон ($n=0,98$).

Коэффициент диффузии таллия (I) рассчитывался из уравнения нисходящей ветви кривой для тока $J_{0,2}$ [4]:

$$I_{0,2} = 1,143 \cdot 10^5 n S v^{1/2} D^{1/2} c_0. \quad (4)$$

Коэффициент диффузии таллия на фоне 1,0 М NaClO₄ в ЭГ составляет $D = 3,06 \cdot 10^{-6}$ см²/с.

I_{\max} реакции было рассчитано по уравнению Рендлса [5]

$$I_{\max} = 2,72 \cdot 10^5 n^{3/2} S v^{1/2} D^{1/2} c_0. \quad (5)$$

Экспериментальное значение максимального тока при $v = 0,25$ В/с, $I_{\max} = 4,0$ мкА хорошо согласуется со значением $I_{\max} = 4,7$ мкА, найденным из уравнения (5), что свидетельствует об обратимости процесса.

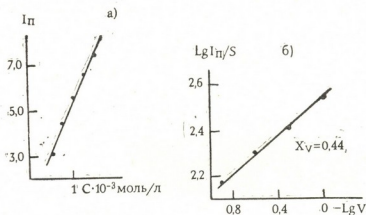


Рис. 3. Критерий обратимости электродного процесса: а — X_c , б — X_v

Для оценки характера электродного процесса рассчитывался «критерий Семерано» — угловой коэффициент логарифмической зависимости I_p от v . Как видно из рис. 3, б, тангенс угла наклона зависимости $\lg I_p/S - \lg v$ равен 0,44. Это означает, что процесс лимитируется диффузией.

Из линейной зависимости I_p от концентрации деполаризатора следует другой критерий:

$$X_c = \left(\frac{\Delta \lg I_p}{\Delta \lg c} \right)_{l,v}. \quad (6)$$

Как видно из рис. 3, а, тангенс угла наклона этой зависимости $X_c = 1$. Согласно [6], $X_c = 1$ и $X_c = 0,5$ для обратимых диффузионных процессов.

Для определения стандартной константы скорости переноса заряда k_s^0 при формальном потенциале E^0 был использован метод Никольсона [7]. При восстановлении TI (I) в 0,1 М NaClO₄ в ЭГ $k_s^0 = 0,08$ см/с (в воде при восстановлении TI(I) на фоне 0,1 М NaClO₄ $k_s^0 = 0,3$ см/с).

При анодной поляризации системы напряжение подавалось от —1,125 до 0,0 В. Верхняя кривая (рис. 2) — фон, нижняя — анодная волна таллия при различных скоростях изменения потенциала. Та часть волны таллия, которая находится выше тока фона, вызвана восстановлением Тl (I). Согласно [8], слияние анодной и катодной частей волны в результате анодной поляризации свидетельствует об обратимости процесса. I_{\max} измерялось от кривой фона до максимума, оно равно 4,0 мкА при $v=0,25$ В/с, что хорошо совпадает с I_{\max} , найденным по уравнению (5) (4,7 мкА).

Из соотношения (2) найдено, что разность потенциалов пика и полупика составляет 0,058 В, что отвечает обратимому одноэлектронному процессу. Из уравнения (3) рассчитано число электронов, принимающих участие в процессе окисления продуктов электролиза $n=1,1$. Максимальные токи восстановления и окисления таллия (I) имеют близкие значения.

На основании полученных данных можно заключить, что уравнения (1)—(6) можно использовать в ЭГ растворах для установления механизма электродного процесса. Данные настоящей работы подтверждают, что процесс разряда-ионизации таллия на ртути в ЭГ имеет диффузионный и обратимый характер.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт неорганической
 химии и электрохимии

(Поступило 14.1.1988)

ელექტროქიმია

ვ. შავგულიძე, მ. ჩაგუნავა

პერცხლისწყლის ელექტროდზე თალიუმის (I) განმუხტვა-
 იონიზაციის მექანიზმი ნატრიუმის პერკლორატის
 ეთილენგლიკოლიან ხსნარებში

რეზიუმე

კლასიკური და ცვლადი დენის პოლაროგრაფიით და ქრონოვოლტამპერ-
 მეტრული მეთოდით შესწავლილია ეთილენგლიკოლში თალიუმის განმუხტვა-
 იონიზაციის პროცესის მექანიზმი ვერცხლისწყლის მწვეთავ ელექტროდზე.

ELECTROCHEMISTRY

V. V. SHAVGULIDZE, M. R. CHAGUNAVA

THE MECHANISM OF THALLIUM (I) DISCHARGE-IONIZATION
 PROCESS IN ETHYLENE GLYCOL SOLUTIONS OF SODIUM
 PERCHLORATE AT THE MERCURY ELECTRODE

Summary

The mechanism of thallium (I) discharge-ionization process in ethylene glycol has been studied by classical and alternating-current polarographies and by chronovoltammetric method using the dropping mercury electrode

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. В. Шавгулидзе, Д. И. Джапаридзе, В. А. Чагелишвили. Электрохимия, 19, № 4, 1983, 489.
2. Б. Я. Каплан. Импульсная полярография. М., 1978, 80.
3. H. Matsuda, Y. Ayaabe. J. Electrochem., 59, 1955, 494.
4. Я. П. Гохштейн, А. Я. Гохштейн. ЖФХ, 34, 1960, 1654.
5. J. E. B. Randles. Trans. Faraday Soc., 44, 1948, 327.
6. В. И. Гороховская, В. М. Гороховский. Практикум по электрохимическим методам анализа. М., 1983.
7. R. Nicholson, J. Shain. Analyt. Chem., 37, 1955, 1351.
8. Я. П. Гохштейн, Л. А. Генкина, А. М. Демкин. ЖФХ, 34, 1960, 2308.

И. Ш. ДЖИДЖЕИШВИЛИ, В. М. ГОГЛИДZE, Н. В. ГАМКРЕЛИДZE,
М. К. ДГЕБУАДZE, Г. Ш. ТАТУРАШВИЛИ

ТКИБУЛЬСКИЕ ЛИПТОБИОЛИТЫ КАК АКТИВАТОРЫ МИНЕРАЛЬНОГО ПОРОШКА В ПРОИЗВОДСТВЕ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ СМЕСЕЙ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. В. Цинцадзе 31.5.1988)

В настоящее время ощущается острый дефицит в нефтяных битумах, используемых в дорожном строительстве. Это вызывает необходимость поиска новых видов органических вяжущих материалов или альтернативных источников углеводородного сырья, пригодного для использования в виде вяжущего материала или активного компонента в битумо-минеральной смеси [1].

С этой целью в качестве активного компонента в асфальтобетонной смеси нами были исследованы ткибульские смоляные липтобиолиты. Они являются битуминозными углями, которые представлены в ткибульском угольном бассейне в виде самостоятельных пластов или включений в пластах гумусового угля.

Ввиду своеобразного вещественного состава липтобиолитовые угли по своим физико-химическим свойствам довольно резко отличаются от других углей [2, 3]. Органическая часть липтобиолитов содержит значительное количество кислорода, кислородсодержащих соединений серы и других активных гетероатомов, что, по всей вероятности, обуславливает их высокие адгезионные свойства. Как показали предварительные исследования, порошкообразные липтобиолиты с успехом могут служить в качестве активных добавок к стандартным минеральным порошкам из известняков. При добавке липтобиолитов известняковый минеральный порошок приобретает гидрофобность и некоторую активность по отношению к битумам, способствуя интенсификации адсорбционных процессов. Одновременно добавление липтобиолита увеличивает объем органической субстанции в битумо-минеральной смеси, что в некоторой степени обуславливает экономию битума.

Активирующая способность липтобиолитов подтверждается экспериментальными данными. Исследования по термопластификации ткибульских липтобиолитов показали, что растворимая в бензоле часть пластификата характеризуется высокими кислотными и ионными числами [4], что свидетельствует о значительной реакционной способности составляющих компонентов. Очевидно, это и влияет на повышение адсорбционной способности битума на поверхности минерального порошка в присутствии липтобиолита.

Обогащенный липтобиолит получался по комбинированной схеме предложенной Институтом горной механики [5]. Расслаивание фракций осуществлялось раствором $ZnCl_2$. Выход концентрата составлял 3% от исходного. Качественная характеристика ткибульских смоляных липтобиолитов приводится в табл. 1.

Для более наглядного проявления положительного влияния липтобиолитов исследования проводились на минеральных порошках из низкосортных известняков Ничбисского месторождения, используемых для приготовления асфальтобетонных смесей. Минеральный порошок



Таблица 1

Качественная характеристика смоляных липтобиолитов

Липтобиолиты	Технический анализ				Элементарный анализ			
	W _a	A _c	V _r	S _{c об}	C _r	H _r	N _r	(O+S) _r
Рядовой	2,2	38,9	63,2	0,92	77,9	7,4	1,5	14,2
Концентрат с уд. весом 1,25	1,6	11,2	68,7	0,85	79,2	8,8	1,4	10,6
Промпродукт с уд. весом 1,25	2,3	43,7	64,1	0,95	76,1	6,7	1,6	14,6

готовился путем совместного помола липтобиолита и известняков в шаровой мельнице.

Средний химический состав ничбисских известняков следующий (%): CaO — 57,43—45,16; MgO — 0,47—0,67; Al₂O₃—1,94—3,06; Fe₂O₃—1,07—1,54; SiO₂—14,23—24,96; TiO₂—0,11—0,019; P₂O₅—0,05—0,08; K₂O—0,90—1,60; п. п. п. 29,66—34,96; влага—1,20%.

Для сравнительной оценки липтобиолитов были приготовлены асфальтобетонные смеси и определялись их физико-механические показатели по ГОСТу. Асфальтобетонная смесь готовилась при следующем соотношении компонентов (масс. %): битум—4,5—5,0; минеральный порошок—5—10; песок—30—55; липтобиолитовый порошок—0,1—2,5, а щебень—остальное. Испытания проводились по ГОСТу 9128—84. Были определены физико-механические показатели асфальтобетона: объемная масса, водонасыщение, набухание, прочность при сжатии цилиндров в водонасыщенном состоянии и прочность в сухом состоянии. Результаты испытаний приведены в табл. 2 и на графике (рис. 1).

Таблица 2

Характеристика асфальтобетонной смеси

№	Наименование пробы	Объемная масса, г/см ³	Водонасыщение, %	Набухание, %	Прочность при сжатии цилиндров в водонасыщенном состоянии R ₃₀ вод	R _{сух} , кг/см ²
1	Асфальтобетон с применением минерального порошка из доломитизированного известняка	2,35	3,7	0,26	62	20
2	Асфальтобетон с применением минерального порошка, активированного липтобиолитом	2,28	3,2	0,18	75	27,1

Как видно из графика, при увеличении содержания липтобиолита объемная масса уменьшается, понижаются водонасыщение и набухание, а прочность повышается. Судя по этим показателям, оптимальное содержание липтобиолита в асфальтобетонной смеси составляет около 1%. Дальнейшее увеличение содержания липтобиолита мало отражается на изменении физико-механических показателей смеси. Эти характеристики вполне удовлетворяют требованиям ГОСТа и техническим условиям [6].

Анализируя данные экспериментальных работ и специальной литературы, можно прийти к выводу, что лигнобиолитовые угли вполне пригодны в качестве активных компонентов в битумо-минеральных смесях.

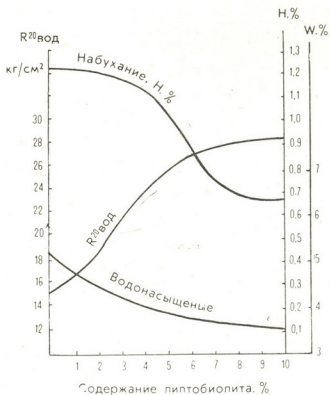


Рис. 1. Зависимость физико-механических характеристик асфальтобетона от содержания лигнобиолита в минеральном порошке

Принимая во внимание дефицитность нефтяных битумов, с одной стороны, и все увеличивающуюся стоимость активаторов нефтяного происхождения, с другой, использование ткибульских лигнобиолитов может дать определенный экономический эффект.

Академия наук Грузинской ССР
Институт неорганической
химии и электрохимии

Грузинский политехнический
институт
им. В. И. Ленина

(Поступило 2.6.1988)

კონსტრუქციული მეცნიერება

ბ. ჯიჯიოვილი, ვ. გოგლიძე, ნ. ბაყრაიძე, ა. დგვაძაძე,
გ. ტატურაშვილი

ტყიბულის ლიგნობიოლიტები როგორც მინერალური ფხვნილის
აქტივატორები ასფალტბეტონის ნარევის წარმოებაში

რეზიუმე

შესწავლილია ტყიბულის ფისოვანი ლიგნობიოლიტების მაქტივირებელა გავლენა ასფალტბეტონის ნარევეზე. ნაჩვენებია, რომ ლიგნობიოლიტის შეტანა, მისი მაღალი ადგეზიური თვისებების გამო, ხელს უწყობს ასფალტბეტონის ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების გაუმჯობესებას, ამცირებს წყალ-ჟღენთვას და გაჯირჯებას, ზრდის ხვედრით მასას და სიმტკიცეს.



N. Sh. JIJEISHVILI, V. M. GOGLIDZE, N. V. GAMKRELIDZE, M. K. DGEBUADZE,
G. Sh. TATURASHVILI

TKIBULI LIPTOBIOLITHS AS ACTIVATORS OF MINERAL POWDERS IN THE PRODUCTION OF ASPHALT-CONCRETE MIXTURES

Summary

The activating influence of Tkibuli resin liptobioliths upon the asphalt-concrete mixture has been studied. It is shown that, due to their high adhesive properties, the addition of liptobioliths improves the physico-chemical properties of the asphalt-concrete mixture, decreases its water content and swelling and increases stability.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. С. Колбановская, В. В. Михайлов. Дорожные бигумы. М., 1973.
2. П. Н. Джапаридзе, О. А. Лоладзе. Труды Ин-та металлургии и горного дела АН ГССР, т. VIII, 1957.
3. П. Н. Джапаридзе, Л. А. Дракин, Л. Р. Тварадзе. ЖПХ, т. XXX, № 2, 1967.
4. К. К. Джапаридзе, П. Д. Цискаришвили. Сообщения АН ГССР, L, № 1, 1968.
5. Т. А. Гогтидзе. Сб. «Методы разработки месторождений и обогащение полезных ископаемых Грузии». Тбилиси, 1971.
6. Руководство по строительству дорожных асфальтобетонных покрытий. М., 1978.

ФИЗИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ

Н. А. БРУСНИЧКИНА

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ БЗЫБСКОГО КАРСТОВОГО
МАССИВА ПО ДАННЫМ АЭРОФОТОСЪЕМКИ (район разгрузки
р. Мчишты)

(Представлено членом-корреспондентом Академии Н. Ш. Джаошвили 3.11.1988)

При картографировании закарстованных горных районов значительный интерес представляет выяснение информативности материалов дистанционных съемок, которые еще не нашли широкого применения в карстоведении и используются карстологами СССР преимущественно на равнинных территориях [1—3]. В настоящее время тематика по дистанционному изучению горного карста ГССР разрабатывается Институтом географии АН ГССР. В рамках названной тематики в пределах залесенной части Бзыбского карстового массива нами проведено дешифрирование аэрофотоснимков (АФС) с полевой проверкой его результатов в районе разгрузки р. Мчишты⁽²⁾. Установлено, что в условиях сомкнутого лесного покрова успешно дешифрируются как поверхностные карстовые формы рельефа, так и отдельные элементы геологического строения массива. На АФС четко проявляются карстовые воронки и котловины, структурно-денудационные уступы, карстовые рвы, карстово-эрозионные ложбины и другие формы; минимальный размер дешифрируемых карстовых воронок составляет 5—10 м. Возможности выявления на АФС элементов строения карстовых форм рельефа в лесных условиях ограничены по сравнению с районами задренованного и голого карста, однако и здесь определяются форма и характер склонов воронок и котловин. Дешифровочными признаками поверхностных карстовых форм являются резкое уменьшение видимой на АФС высоты древостоя в их пределах, разреженность лесного покрова, отсутствие леса в днищах воронок и котловин. В ряде случаев четко отмечаемое на снимках изменение плотности и высоты древостоя в замкнутых формах рельефа позволяет судить об интенсивности карстового процесса.

Из элементов геологического строения массива по АФС наиболее достоверно определяется трещиноватость разного ранга и генезиса, преимущественно тектоническая, а степень ее выраженности на снимках почти не уступает районам задренованного и голого карста. Выявленная по АФС в пределах залесенной части Бзыбского массива сеть трещин подтверждает известные в геологической литературе тектонические нарушения, уточняет и детализирует характер их выраженности в рельефе; на аэрофотоснимках находят также отражение ранее неизвестные или практически неизученные системы трещин, определяющие мозаичное блоковое строение Бзыбского известнякового массива в целом. В ряде случаев лес не является препятствием для определения простирающихся карстующихся пород, однако их литолого-стратиграфические особенности практически не дешифрируются.

⁽¹⁾ Площадь массива 550 км², залесенного карста — более 400 км².

⁽²⁾ Использовались АФС 1:12000 м-ба, 1971 г. залета, июльский аспект.

Полевые наблюдения проводились нами на эталонном участке в районе разгрузки р. Мчишты, что обусловлено хорошей геологической изученностью участка [4—7] и значительным интересом, который он представляет для исследования Мчиштинской пещерной системы и околитурирования подземного водосбора Мчиштинского источника — одного из крупнейших в СССР.

Итогом полевых наблюдений является «Схема дешифрирования разрывных нарушений и поверхностных карстовых форм рельефа в районе разгрузки р. Мчишты» площадью около 40 км², составленная на основе наземных маршрутов по результатам повторного дешифрирования (см. рисунок). Схема отражает общую картину геоморфоло-

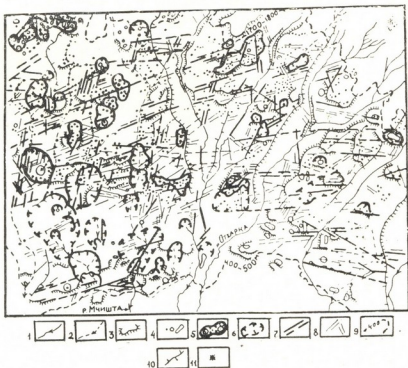


Рис. 1. Схема дешифрирования разрывных нарушений и поверхностных карстовых форм рельефа в районе разгрузки р. Мчишты. Условные обозначения: 1, 2 — эрозионные формы, выраженные в рельефе: 1 — отчетливо, 2 — не отчетливо; 3 — уступы; карстовые формы: 4 — воронки; 5, 6 — котловины: 5 — отчетливые, 6 — неясно выраженные; 7, 8 — разрывные нарушения, выраженные в рельефе и на АФС: 7 — отчетливо, 8 — не отчетливо; 9 — границы распространения лесной растительности с указанием абсолютных отметок; 10 — линии водоразделов; 11 — вклюдзы

гического строения участка, названного З. К. Тинтиловым «Мчиштинским амфитеатром» и представляющего собой обширную, разомкнутую в области выхода вклюдза р. Мчишты «чашу» с серией котловин, находящихся на ее бортах на разных гипсометрических уровнях. И в рельефе, и на АФС эти ступенчато расположенные котловины выражены с разной степенью отчетливости, расчленены карстово-эрозионными ложбинами, что существенно осложняет их идентификацию в полевых условиях и делает ее практически невозможной на этапе предварительного дешифрирования. Котловины разделяются уступами или их фрагментами и лучше опознаются на АФС, чем в полевых маршрутах, при этом на АФС нередко наблюдается совпадение простирающихся преобладающих в районе разрывных нарушений с ориентировкой уступов, что свидетельствует об их тектоническом происхождении.

Большинство разрывных нарушений, закарстованных при полевых исследованиях, совпадает с выявленными по АФС. Разрывные па-



рушения изученного участка могут быть объединены в четыре системы: I — субширотная (простираение 80—100°), II — субмеридиональная (0—15°) и две диагональные по отношению к ним системы: III — ЗЮЗ—ВСВ (60—70°) и IV — ССВ—ЮЮЗ (20—35°). В центральной и южной частях района преобладают субширотные нарушения, хорошо выраженные в рельефе и на АФС уступами той же ориентировки, чаще индикатором нарушений является упорядоченное распределение древостоя, создающее на АФС полосчатый рисунок фотонизображения. На севере и северо-западе участка доминируют трещины ЗЮЗ—ВСВ простираения, выраженные на АФС более отчетливо, чем на местности, резкими аномалиями фототона, полосчатым рисунком фотонизображения, реже фрагментами уступов ЗЮЗ—ВСВ ориентировки. Субмеридиональные нарушения развиты более ограниченно, однако четко проявляются в рельефе и на АФС в виде спрямленных участков речных долин и русел, субмеридионально ориентированных резко выраженных уступов и цепочек карстовых воронок; часто по трещинам этой системы заложены эрозионные и карстово-эрозионные ложбины. Нарушения ССВ—ЮЮЗ простираения отчетливо проявляются на АФС и в современном рельефе и индицируются по направлению сухих речных русел, эрозионных и карстово-эрозионных ложбин.

Результаты проведенных работ свидетельствуют о необходимости сочетания дистанционных и полевых методов исследования при изучении геолого-структурных особенностей горных карстовых массивов, при картографировании поверхностных карстовых форм в условиях сплошной заселенности наиболее перспективно использование высококачественных дистанционных материалов разного уровня генерализации.

Академия наук Грузинской ССР
Институт географии
им. Вахушти

(Поступило 4.11.1988)

ფიზიკური გეოგრაფია

ბ. ბრუსნიჩკინა

ბზიფის კარსტული მასივის აეროფოტომონაცემებით კვლევის
შედეგები (მზივთის ბანვითარების რაიონი)

რეზიუმე

ბზიფის კარსტული მასივის ტყიანი ნაწილის აეროფოტოსურათების დე-შიფრირებამ გვაჩვენა ამ მეთოდის გამოყენების ეფექტურობა ტექტონიკური რღვევებისა და მათთან მჭიდროდ დაკავშირებული რელიეფის კარსტული ფორმების გამოსავლინებლად. მთის კარსტის კარტოგრაფირებისათვის აუცილებელია სხვადასხვა დონის გენერალიზაციის დისტანციური მასალებით სარგებლობა.

PHYSICAL GEOGRAPHY

N. A. BRUSNICHKINA

THE RESULTS OF INVESTIGATION OF THE BZYBI KARST MASSIF
ACCORDING TO AERIAL PHOTOGRAPHS
(DISCHARGE AREA OF THE RIVER MCHISHTA)

Summary

Identification of aerial photographs of the Bzybi karst massif silvan zone showed the efficiency of their application for revealing dislocations with



a break in continuity and other forms of karst relief closely connected with them. While mapping the mountain karst, the remote sensing material of different degrees of generalization is required.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. А. Гвоздецкий. «Ландшафтная индикация природных процессов». М., 1976.
2. М. И. Бурляшин, А. Г. Чикишев. Землеведение (Москва). 16/56, 1985.
3. А. В. Садов. Изучение экзогенных процессов аэроландшафтным методом. М., 1978.
4. Геология СССР, т. X, Грузинская ССР, ч. I. II. М., 1964, 1970.
5. Т. З. Кикнадзе. Геология, гидрогеология и активность известнякового карста. Тбилиси, 1979.
6. Пещеры Грузии. Тбилиси, 1987.
7. З. К. Тинтилозов, В. Д. Резван, В. Н. Дублянский, А. Б. Климчук. Сообщения АН ГССР, 127, № 3, 1987.



Г. Г. СВАНИДЗЕ (член-корреспондент АН СССР и ГССР),
 В. И. КУТАВАЯ, Н. В. РУХАДЗЕ

О КОРРЕКТИРОВКЕ ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА И СТОКА ВЗВЕШЕННЫХ НАНОСОВ ГОРНЫХ РЕК

Горные реки характеризуются большими уклонами и, следовательно, высокими скоростями течения. Отбор проб мутности из придонных слоев этих потоков очень затруднен, а чаще всего из-за высоких скоростей невозможен. Поэтому пробы обычно берутся из поверхностных слоев, в лучшем случае пробоотборник достигает половины глубины потока. При этом сток взвешенных наносов, определяемый по этим пробам, получается заниженным, а гранулометрический состав — искаженным в сторону занижения количества крупных фракций. При этом в настоящее время нет рекомендаций по методике корректировки данных, полученных при отборе проб мутности воды горных рек с поверхности потока или при небольшом заглублении пробоотборника и невозможности захвата глубинных, насыщенных наносами слоев потока.

Для вывода зависимости, по которой возможно осуществить корректировку мутности горного потока при отборе проб с поверхности или небольшой глубины потока, рассмотрим закономерность распределения по глубине каждой фракции наносов. Многочисленные эксперименты показали [1], что распределение каждой фракции по глубине потока даже при высоких числах Фруда, характерных для горных рек, подчиняется диффузионной теории в том варианте, когда используется логарифмический закон распределения скорости.

Установлено, что распределение каждой фракции взвешенных наносов подчиняется закону

$$\frac{C_i}{C_{ai}} = \left(\frac{h-y}{y} \cdot \frac{a}{h-a} \right)^2, \quad (1)$$

$$Z = \frac{\omega_i}{\alpha \cdot \alpha \cdot \sqrt{ghJ}}, \quad \alpha = 60K^* + 0,8, \quad K^* = \frac{C_i \omega_i}{V^*} \cdot \frac{\gamma_T - \gamma}{\gamma},$$

где C_i — концентрация частиц i -й фракции на расстоянии y (по глубине) от поверхности речного аллювия; a — придонный слой, принимаемый равным $(0,1-0,15)h$; C_{ai} — концентрация частиц рассматриваемой фракции на расстоянии a от дна потока; ω_i — гидравлическая крупность этой фракции; V^* — динамическая скорость; J — уклон дна реки на участке измерения; γ_T и γ — объемный вес твердой и жидкой компоненты взвешенного потока.

Построенные по этим зависимостям кривые распределения по глубине разных фракций потока хорошо совпадают с данными измерений и могут быть использованы для корректировки гидрометрических данных по мутностям горных рек, если, разумеется, известно, с какой глубины бралась проба для определения мутности. Судя по зависимости (1), чем больше гидравлическая крупность частиц, тем больше неравномерность их распределения по глубине и ошибка определения количества этой фракции в полном стоке взвешенных наносов. Примером может служить река Риони в створе села Намахвани. При-

мерно в этом створе выклинивается кривая подпора Гуматского водохранилища, в котором откладываются все наносы, проходящие через створ. Сопоставляя данные измерений стока наносов в этом створе и объем их отложений в Гуматском водохранилище, можно определить ошибку определения объема взвешенных наносов по данным проб мутности. По данным обмеров объемов отложений наносов, произведенных ГрузНИИЭГС [2], в первый период заиления Гуматского водохранилища с 1958 по 1962 год там осело 19 млн. м³ наносов. Гранулометрический состав взвешенных наносов, поступающих в водохранилище, по данным измерений УГКС, в створе с. Намахвани был следующий: $d=1\div 0,5$ мм — 1%, $0,5\div 0,1$ мм — 20%, $<0,1$ мм — 79%. Осевшие в водохранилище наносы, по измерениям ГрузНИИЭГС, имели в среднем следующий состав: $d=1\div 0,5$ мм — 4%, $0,5\div 0,1$ мм — 65% и $d<0,1$ мм — 31%. Причем первые четыре года в водохранилище откладывалось 5,1 млн. м³ в год, а поступало, по данным измерений УГКС, 2,3 млн. т в год или при $\gamma_{отл.}=1,3$ т/м³ около 1,8 млн. м³ [3]. Поскольку крупные фракции, особенно в первые годы заиления, полностью оседают в водохранилище, то, по данным измерений УГКС, их должно было осесть 0,38 млн. м³ (21% от 1,8 млн. м³), в действительности, по данным измерений, осело 3,52 млн. м³ (69% от 5,1 млн. м³). Таким образом, количество крупных фракций (песок) взвешенных наносов было занижено более чем в 9 раз. Такие большие ошибки связаны с непопаданием в пробоотборник насыщенных песчаной фракцией придонных слоев потока.

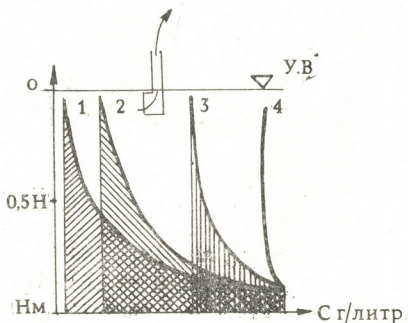


Рис. 1. Распределение по глубине фракций взвешенных наносов для средних диаметров: 1 — для 0,75 мм; 2 — для 0,37 мм; 3 — для 0,17 мм; 4 — для 0,07 мм в створе с. Намахвани на р. Риони. Отбор пробы с глубины 0,1 Н.

Наглядным примером причин ошибки оценки как гранулометрии, так и полного стока может служить график распределения по глубине реки Риони разных фракций взвешенных наносов (створ Намахвани). При расходе 150 м³/с средней глубине 1,4 м, скорости 2 м/с, $V^*=0,33$ м/с рассмотрим распределение по глубине частиц диаметром 1,0—0,5 мм, 0,5—0,25 мм, 0,25—0,1 мм, 0,1—0,05 мм и $<0,05$ мм. Для среднего диаметра каждой фракции по формуле (1) построим кривые распределения концентрации этой фракции по глубине. На



рис. 1 видно, что чем крупнее фракция, тем меньше ее в поверхностных слоях потока и тем больше ошибка оценки ее количества в потоке. И только фракции мельче 0,05 мм распределяются при скорости потока 1,5—2 м/с практически равномерно, и в этом случае не имеет значения место по глубине потока, где взята проба. На рисунке заштрихована неучтенная часть наносов при отборе пробы с глубины 0,1 h. Очевидно, что для крупных фракций ошибка может быть более значительной.

На основании зависимости (1) была получена формула, с помощью которой можно определить величину ошибки определения количества разных фракций взвешенных наносов при отборе проб с небольшой глубины:

$$\Delta C_i = 0,5 C_{i\alpha h} (1 - \alpha) \left[\frac{1}{[0,01 \cdot \alpha / (1 - \alpha)]^z - 1} \right], \quad (2)$$

где ΔC_i —ошибка определения концентрации i -той фракции; $C_{i\alpha h}$ —измеренная пробоотборником концентрация i -той фракции на глубине αh в г/м³; α —отношение глубины под поверхностью воды пробоотборника к полной глубине потока в измерительном створе. Если при отборе проб есть возможность взятия проб по всей глубине потока, включая и придонные слои, то надобность в поправке отпадает.

Определив ошибку измерения каждой фракции, по формуле (3) можно найти исправленную концентрацию $C_{испр}$ взвешенных наносов:

$$C_{испр} = C_{изм} + \sum_{i=1}^n \Delta C_i, \quad (3)$$

где n —число фракций взвешенных наносов.

Например, по данным УГКС, гранулометрический состав пробы взвешенных наносов, взятой с глубины 0,5 h в русле Риони, створ Намахвани включает четыре фракции: две первые фракции—крупный и мелкий песок, остальные—илистые и глинистые частицы, распределенные в потоке по глубине почти равномерно, поэтому поправки к этим фракциям, определенные по формуле (2), получены нулевыми. Измеренная концентрация взвешенных наносов 1400 г/м³, при

Концентрация г/м ³	Состав наносов по фракциям	P_1	P_2	P_3	P_4
Заглубление 0,1 h	d мм	0,25—0,85	0,05—0,25	0,01—0,05	0,01
1400 г/м ³ $C_{изм}$	% измеренных фракций	10	22	25	45
3667 г/м ³ $C_{испр}$	Исправленная концентрация и кривая гранулометрического состава	61	12	10	17

этом $C_{10,5h} = 140$ г/м³, $C_{20,5h} = 310$ г/м³, $C_{30,5h} = 350$ г/м³, $C_{40,5h} = 600$ г/м³, $d_1 = 0,55$ мм, $w_1 = 0,07$ м/с (см. формулу (1)), $Z_1 = 0,53$; по формуле (2) $\Delta C_1 = 370$ г/м³ и концентрация крупной фракции песка не 140, а $140 + 370 = 510$ г/м³, т. е. количество этой фракции занижено почти в 4 раза; ΔC_2 по формуле (2) равно 43,5 г/м³. ΔC_3 и $\Delta C_4 \approx 0$. Таким образом, исправленная концентрация по (3) равна $C_{испр} = 1813,5$ г/м³.

ბ. ზ. დუდაური, მ. გ. თოგონიძე, ე. ნ. ბარტნიკი

КАЛИЙ-АРГОНОВЫЙ ВОЗРАСТ ТЕШЕНИТОВ ЗАПАДНОЙ ГРУЗИИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. М. Заридзе 2.2.1988)

В Западной Грузии тешениты распространены довольно широко. Они представлены в виде пластовых интрузий, реже — секущих тел мощностью от нескольких до 100—120 м. Выходы тешенитов приурочены к двум крупным геоструктурным зонам — Грузинской глыбе и Рачинско-Лечхумской синклинали, фундаментом которой является северная, погруженная часть Грузинской глыбы, вовлеченная в нисходящие движения, происходящие в геосинклинали Южного склона Большого Кавказа.

Наиболее значительными интрузивными телами являются тешениты Курсеби, Оपुरчети, Цуцхвати, Баноджи, распространенные на Грузинской глыбе, и Никорцминда, Хончiori, Чквиши, Гендуши и др. — в Рачинско-Лечхумской синклинальной структуре.

На Грузинской глыбе тешенитовые интрузии секут мезозойские отложения от верхнего байоса до нижнего мела включительно. В Рачинско-Лечхумской синклинали тешениты Никорцминда и Хончiori секут нижнемеловые отложения, а тешениты Чквиши, Гендуши и другие — отложения олигоцена и среднего миоцена.

Тешениты и вмещающие их породы секутся маломощными жилами эссекитов, реже — комптонитов и мончикитов. Почти во всех интрузивных телах отмечаются секущие лейкократовые маломощные жилы, представленные анальцимовыми сиенитами — конечными дифференциатами щелочной основной магмы.

Петрографические особенности тешенитов Западной Грузии наиболее полно освещены в работах Н. И. Схиртладзе [1, 2], Д. С. Белянкина [3], Д. С. Белянкина и В. П. Петрова [4], Г. М. Заридзе [5], Г. С. Дзоенидзе [6]. В последние годы нами были проведены петрографические и геохронологические исследования отмеченных тешенитов.

По минеральному составу и структурным особенностям тешениты всех интрузивных тел почти однотипны. Они отличаются лишь количественным минеральным составом. Макроскопически они светло-, темно-, реже буровато- или зеленовато-серого цвета со средне- или крупнозернистым строением. В эндоконтактах породы более плотные, мелкозернистые и темноокрашенные. Структура офитовая или пойкило-офитовая, в мелкозернистых участках порфиоровая с призматически-зернистой основной массой.

Породообразующие минералы представлены моноклинным пироксеном, плагиоклазом, оливином, амфиболом, биотитом, анальцимом и калишпатом. Акцессорными являются апатит, сфен, циркон и рудные минералы.

Моноклинный пироксен, плагиоклаз и анальцим присутствуют во всех телах тешенитов, а другие минералы встречаются в отдельных участках. По содержанию этих минералов выделяются оливиновые, биотитовые, баркевикитовые и калишпатовые разновидности.



Плагноклаз представлен лабрадором, редко—кислым битовнитом. Краевые части зональных кристаллов иногда доходят до кислого андезина. Количество плагноклаза варьирует в широких пределах — от 20 до 42%, причем в центральных частях некоторых интрузивов он содержится в максимальном количестве.

Моноклинный пироксен по оптическим свойствам и химическому составу относится к авгиту. Содержание в нем титана невысокое ($\text{TiO}_2=0,22-0,82\%$). Количество авгита колеблется от 15—20 до 40%, причем максимальное содержание минерала замечается в периферийных частях интрузивов.

Анальцит прозрачный, изотропный, заполняет промежутки между другими минералами. Составляет до 15—20% породы.

Калишпат присутствует в малом количестве в виде ксеноморфных кристаллов, но иногда содержится до 12—15%.

Биотит образует мелкие чешуйки, плеохроирующие от светло-коричневого до темно-красновато-коричневого цвета. По данным химических анализов, представлен магниальной или магниально-железистой разновидностью. Минерал содержится в небольшом количестве, но иногда составляет 6—8% всей массы породы.

Оливин представлен форстеритом, его количество в породе не превышает 1—1,5%.

Амфибол представлен зеленой роговой обманкой и баркевикитом. Зеленая разновидность встречается редко. Баркевикит является породообразующим минералом периферических частей интрузивных тел и некоторых маломощных жил. Из вторичных минералов встречаются хлорит, пренит и цеолиты — натролит и томсонит.

По химическому и минеральному составу изученные тешениты относятся к семейству щелочных габброидов калиево-натриевой ($\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}=1,3-5,7$) серии, с высокой, реже умеренной глиноземистостью ($\text{al}'=0,6-1,6$).

До применения метода изотопной геохронометрии датировку тешенитов производили на основе геологических данных, что не давало возможности определения верхней возрастной границы. Одни принимали их за интрузивные аналоги верхнемеловых вулканитов свиты «Мтавари» [5,6], другие считали их более молодыми [2—4].

Таблица 1
Возраст тешенитов Западной Грузии по К-Аг геохронометрии

№ обр.	Место взятия	Минерал, валовая проба	К, %	40 Аг, рад·мм ³ /г	Возраст, млн. лет	Литературный источник
Д-552	Курсеби	Биотит	6,77	0,0231	84±4	О. З. Дудаури М. Г. Тогоидзе
Д-739	"	"	7,10	0,02256	80±5	"
Д-744	"	"	5,70	0,01267	82±5	"
Д-479	Опурчхети	"	7,28	0,02243	78±5	"
Р-215	Никорцминда	Вал	0,72	0,00627	95±6	"
Р-292	Хончюри	"	1,62	0,00627	97±6	"
Р-291	"	"	1,60	0,00642	100±7	"
Р-306	Чквиши	Биотит	6,46	0,00180	7±1	"
3	Окрестности Кутаиси	Вал	1,24	0,0042	82±9	[7]
б/н	Курсеби	"	3,48	0,0104	77±5	[8]
б/н	Опурчхети	"	1,16	0,0041	87±9	"

Геохронологические исследования проведенные калий-аргоновым методом по мономинеральным фракциям биотитов, выделенных из тешенитов, а также по валовым пробам пород, дали возможность решить вопрос возраста тешенитов Западной Грузии более уверенно (табл. 1).

Причем впервые были датированы тешениты, приуроченные к Рачинско-Лечхумской синклинали.

При расчете возраста были использованы следующие константы: $\lambda_k = 4,962 \cdot 10^{-10} \text{год}^{-1}$; $\lambda_l = 0,581 \cdot 10^{-10} \text{год}^{-1}$; $^{40}K = 0,01167 \text{ (at\%)}$.

Как видно из таблицы, по биотитам из тешенита Курсеби получены цифры, соответствующие позднемеловому времени. Для тешенитов Никорцминда и Хончиори получены такие же возрастные значения. Так что большинство тешенитов Западной Грузии являются позднемеловыми и представляют собой интрузивные аналоги верхнемеловых щелочных эффузивов свиты «Мтавари».

Однако в Рачинско-Лечхумской синклинали имеются и более молодые тешениты. По биотиту из тешенита Чквиши получена цифра 7 ± 1 млн. лет, что соответствует раннему плиоцену. По-видимому, такого же возраста и тешениты Гендуши, Патара Они и Кведа Шавра. Эти тешениты синхронны раннеплиоценовым тешенитам Ахалцихской депрессии в Аджаро-Триалетской зоны.

Таким образом, полученные данные позволяют среди тешенитов Западной Грузии выделить две возрастные группы — позднемеловую и раннеплиоценовую.

Для выяснения источника вещества тешенитовой магмы в ИГФМ АН УССР были измерены изотопные отношения стронция в апатитах из курсебских тешенитов (табл. 2). Известно, что апатиты, как минералы, не содержащие рубидия, сохраняют первичное отношение стронция.

Таблица 2

Изотопный состав стронция апатитов из тешенитов

№ обр.	Содержание Sr	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$
Д-552	0,152	$0,70381 \pm 0,00023$
Д-555	0,093	$0,70382 \pm 0,00021$

Полученные результаты указывают на мантийное происхождение тешенитовой магмы при, возможно, минимальном участии корового материала.

Академия наук Грузинской ССР
 Геологический институт
 им. А. И. Джanelидзе

Академия наук Украинской ССР
 Институт геохимии и
 физики минералов

(Поступило 12.2.1988)

გეოლოგია

ო. ლუაფური, ვ. ტოგონიძე, მ. პარტნიკვი

დასავლეთ საქართველოს ტექნიკური კალიუმ-არგონის ასაკი

რეზიუმე

ტექნიკური დაკავშირებულია საქართველოს ბელტთან და რაჭა-ლეჩხუმის სინკლინთან. პირველს მიეკუთვნება კურსების, იფურჩხეთის, ცუცხვათის და ბანოჯის ინტრუზიული სხეულები, ხოლო მეორეს — ნიკორწმინდის, ხონ-კიორის, ჭყვიშის, გენდუშისა და სხვა სხეულები.



ტეშენიტებიდან გამოყოფილი ბიოტიტებისა და ქანების ჯამური სინჯების მიხედვით კალიუმ-არგონის მეთოდით დადგენილ იქნა ტეშენიტების ორი ასაკობრივი ჯგუფი — გვიანცარცული და ადრეპლიოცენური.

აპატიტებში სტრონციუმის იზოტოპური შეფარდების მიხედვით დადგინდა ტეშენიტების მაგმის მანტიური წარმოშობა.

GEOLOGY

O. Z. DUDAURI, M. G. TOGONIDZE, E. N. BARTNITSKY

K-Ar AGE OF TESCHENITES OF WESTERN GEORGIA

Summary

Teschenites are related to the Georgian Block and Racha-Lechkhumi syncline. Intrusive bodies of Kursebi, Opurchkheti, Tsutskvati and Banodza belong to the Georgian Block, and intrusive bodies of N'kortsinda, Khonchiori, Chkvishi, Gendushi and others—to the Racha-Lechkhumi syncline.

According to biotites separated from teschenites and bulk samples of teschenitic rocks two age groups—Late Cretaceous and Early Pliocene—are stated by the K-Ar method.

According to the isotopic ratio of strontium in apatites, the mantle origin of teschenitic magma is established.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. И. Схиртладзе. Сообщения АН ГССР, 3, № 10, 1942.
2. Н. И. Схиртладзе. Труды ГИН АН ГССР, сер. минер. и петрогр., т. I, 1943.
3. Д. С. Белякин. Труды Петрограф. ин-та АН СССР, вып. 6, 1934.
4. Д. С. Белякин, В. П. Петров. Петрография Грузии. М., 1945.
5. Г. М. Заридзе. Закономерности развития вулканизма в Грузии и связанные с ним рудопроявления. Тбилиси, 1947.
6. Г. С. Дзоценидзе. Домиоценовый эффузивный вулканизм Грузии. Тбилиси, 1948.
7. М. М. Фрубинштейн. Труды ГИН АН ГССР, нов. сер., вып. II, 1967.
8. А. М. Борсук. Мезозойские и кайнозойские магматические формации Большого Кавказа. М., 1979.

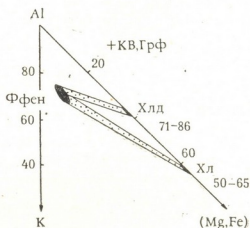
Д. М. ШЕНГЕЛИА, Г. Т. ВАШАКИДЗЕ

ХЛОРИТОИДСОДЕРЖАЩИЕ МЕТАМОРФИТЫ ЛОКСКОГО КРИСТАЛЛИЧЕСКОГО ВЫСТУПА ЗАКАВКАЗСКОГО СРЕДИННОГО МАССИВА

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. М. Заридзе 26.11.1987)

Большая часть Локского кристаллического выступа Закавказского срединного массива представлена палеозойскими гранитоидами [1, 2]. Палеозойская метаморфическая свита хорошо обнажается на западной периферии выступа по реке Мошевани (Пиназаури) и в ее правых притоках. Сравнительно узкая полоса свиты наблюдается на южной и северной периферии выступа. Максимальная ширина полосы выходов метаморфитов около 2000 м.

Рис. 1. Состав минералов и парагенезисы хлоритоидсодержащих сланцев Локского кристаллического выступа Закавказского срединного массива



Хлоритоидсодержащие метаморфиты предыдущими исследователями в Локском кристаллическом выступе Закавказского срединного массива не отмечались. В результате наших работ выяснилось, что эти породы широко распространены на западной периферии Локского кристаллического выступа по реке Мошевани. К-Аг возраст серицитовой фракции из этих пород в пределах $323-340 \pm 10$ млн. лет⁽¹⁾.

Хлоритоидсодержащие метаморфиты имеют постоянный состав: серицит, хлорит, хлоритоид, кварц, \pm графит (рис. 1). Максимальное содержание хлоритоида около 30%. Размеры обычно свежих призмочек (чешуек) хлоритоида не превышают 1,5 мм; железистость в пределах 71—86% (таблица). Хлоритоиды содержат в повышенном количестве MnO (от 1,41 до 3,40 вес.%). Результаты исследований сви-

(¹ Определение абсолютного возраста проведено в лаборатории абсолютного возраста горных пород ГИН АН ГССР. Обр. 16— 340 ± 10 млн. лет; К%—5,04; $Ar^{40} \frac{Hm^3}{r} - 0,07319$; обр. 22— 323 ± 10 млн. лет; К%—6,90; $Ar^{40} \frac{Hm^3}{r} - 0,09464$.)

Состав хлоритов и сосуществующих с ними хлоритов и белых калиевых слюд
из метаморфитов Локского кристаллического массива

№ обр.	Минерал, точка на рис. 2	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	Сумма	Парагенезис		
17	Хлд	1	24,55	нет	39,85	26,07	1,41	2,51	нет	нет	0,01	94,39	Хлд ₉₆ +Хлд ₉₂ + +(Ф _{Фен} ⁹⁶ , Пар 4)+Кп (см. рис. 2)	
		2	25,01	0,01	39,57	25,74	1,47	2,43	нет	0,02	0,01	94,26		
	Хл Сер	3	23,52	0,07	22,57	32,59	0,82	11,11	0,03	0,09	нет	90,80		
		4	50,68	0,19	29,45	2,78	0,05	2,48	0,01	0,24	8,22	94,04		
112	Хлд	1	24,51	0,02	39,35	24,98	3,20	2,70	0,01	0,06	0,03	95,80	Хлд ₉₁ + (Ф _{Фен} ⁶⁶⁻⁹² , МуО, Пар 8-10)+ +Хлд ₆₂₋₆₅ +Кп (см. рис. 2)	
		2	24,63	0,02	39,79	24,57	3,39	2,67	нет	0,06	0,02	94,14		
	Хл	5	24,26	0,09	23,21	32,19	1,77	10,73	нет	0,13	0,05	92,43		
		6	24,78	0,07	22,31	33,31	2,05	10,17	0,03	0,11	0,05	92,88		
		Сер	3	47,93	0,14	34,25	3,61	0,06	0,57	0,11	0,59	8,07		95,32
	7		50,21	0,12	30,78	3,31	0,08	1,97	нет	0,46	8,96	94,89		
	116	Хлд	1	25,12	нет	39,68	22,48	2,75	4,84	0,01	нет	нет		94,89
2			24,79	0,01	39,25	22,28	3,01	5,18	0,01	0,01	нет	94,53		
3			25,16	нет	39,44	21,70	3,35	4,69	нет	0,10	0,02	94,46		
4			24,36	0,02	39,72	22,88	2,84	5,04	0,01	0,01	0,02	94,97		
5			25,05	0,02	39,95	21,96	2,71	4,94	нет	нет	0,02	94,65		
Хл		8	25,04	0,05	23,29	25,86	1,60	14,53	0,06	0,14	0,27	90,83		
		9	25,29	0,06	23,70	26,82	1,59	14,39	0,10	0,08	0,02	92,04		
		10	25,00	0,07	23,83	26,49	1,59	14,47	0,05	0,03	нет	91,52		
		Сер	11	50,42	0,11	33,41	2,65	0,03	1,17	0,03	0,54	6,79	95,16	

Примечание: Анализы выполнены в Республиканском центре по спектральным методам исследований при ГПИ им. В. И. Ленина (аналитик — М. Ш. Иманшвили) на электронной рентгеновской микроаппаратуре «Сатебах microbit». В качестве эталонов были использо-

ваны природные незональные минералы, близкие по составу к исследованным. Во всех случаях анализированы прозрачно-полированные шлифы. Ошибка определения элементов, содержащихся в образце в количестве более 3-5%, не превышала 2%.



детельствуют, что порфиробласты хлоритонда химическую зональность не обнаруживают (рис. 2, таблица). Не устанавливается также влияние контактирующих минералов на состав хлоритондов, ибо хлоритонды в серицитовых, хлоритовых или кварцевых скоплениях в пределах одного шлифа по составу практически не отличаются друг от друга. Белая калиевая слюда (серицит) в парагенезисе с хлоритондом характеризуется высоким содержанием феррифенгитовой молекулы (до 96%, см. таблицу) (1, причем на контакте с хлоритондом она значительно богаче MgO, нежели на контакте с хлоритом (см. рис. 2 и таблицу). Хлорит имеет железистость в пределах 50—60% и содержит в повышенном количестве MnO (0,8—2%). По графитовому геотермометру [3] температура хлоритоидсодержащих сланцев 350°C, а давление по биотит-мусковит-хлорит-кварцевому геобарометру [4] применительно к хлорит-двуслюдяно-гранатовым сланцам, чередующихся с хлоритондными сланцами, — $3,5 \pm 0,2$ кбар.

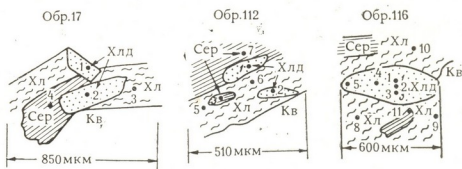


Рис. 2. Зарисовки участков шлифов хлоритоидсодержащих сланцев Локского кристаллического выступа Закавказского срединного массива. Цифрами обозначены точки, в которых сделаны микрозондовые анализы (см. таблицу)

Состав минералов и парагенетический анализ хлоритоидсодержащих сланцев, а также переслаивающихся с ними гранатовых (Слес — 20—43, Альм — 49—74, Пи — 2—7, Грос — 1—3%) метапелитов ($\text{Гр}_{88-92,5} + \text{Хл}_{48-73} + [\text{Ф}_{\text{Фен}}]_{24-49}$, Му 42—60, Пар 9—11) + Аб + Кв ± ± Грф) (2) и амфиболовых сланцев (Хл + Акт + Эп + Кб + Аб), наряду с данными геотермобарометров, показывают, что степень регионального метаморфизма хлоритоидсодержащих сланцев Локского кристаллического выступа Закавказского срединного массива соответствует биотитовой (кварц-альбит-эпидот-биотитовой) субфации зеленосланцевой фации.

Академия наук Грузинской ССР
Геологический институт
им. А. И. Джанелидзе

Грузинский политехнический
институт
им. В. И. Ленина

(Поступило 10.12.1987)

(1) Расчеты формул белых калиевых слюд по классификации К. Канехира и Ш. Банио [5]: феррифенгит — $\text{K}(\text{Mg}, \text{Fe})^{2+} \text{Al}_{1,5}(\text{Si}_{3,5} \text{Al}_{0,5}) \text{O}_{10}(\text{OH})_2$; мусковит — $\text{KAl}_2(\text{Si}_3\text{Al}) \text{O}_{10}(\text{OH})_2$; парагонит — $\text{NaAl}_2(\text{Si}_3\text{Al}) \text{O}_{10}(\text{OH})_2$.

(2) Принятые сокращения: Аб — альбит, Альм — алмаздин, Анд — андалузит, Акт — актинолит, Гр — гранат, Грос — гроссуляр, Грф — графит, Кб — карбонат, Кв — кварц, Пар — парагонит, Пи — Пирон, Сер — серицит, Слес — спессартин, ФФен — феррифенгит; Хл — хлорит, Хлд — хлоритонд.

დ. შენგელია, გ. ვაშიაკიძე

ამიერკავკასიის უშალედური მასივის ლოქის კრისტალური
 უმერილის ქლორიტოიდიანი მეტამორფიტიები

რეზიუმე

ლოქის კრისტალური შვერილის დასავლეთ პერიფერიაზე მეტამორფულ წარმონაქმნებში პირველად დადგენილია ქლორიტოიდიანი ფიქლების ფართო გამოსავლები. ქლორიტოიდები განვითარებულია სერიციტ-ქლორიტ-კვარცხანა-გრაფიტთან პარაგენეზისებში. მეტამორფიტებში ქლორიტოიდების მაქსიმალური შემცველობა 30% აღწევს. მათი პორფირობლასტები ქიმიურ ზონალობას არ ამჟღავნებენ და მანგანუმის ამაღლებული შემცველობით ხასიათდებიან. ქლორიტოიდების რკინიანობა 71—86% ფარგლებშია. ქლორიტოიდიანი ფიქლების მეტამორფიზმი მწვანე ფიქლების ბიოტიტის სუბფაციის პირობებში ($T \approx 350^{\circ}\text{C}$; $p \approx 2-3,5 \pm 0,2$ კ ბარი) მიმდინარეობდა.

PETROLOGY

D. M. SHENGELIA, G. T. VASHAKIDZE

CHLORITOID-BEARING METAMORPHITES OF THE LOKI
 CRYSTALLINE PROMINENCE OF THE TRANSCAUCASIAN MEDIAN
 MASSIF

Summary

For the first time wide outcrops of chloritoid slates have been found in metamorphic rocks of the western periphery of the Loki crystalline prominence. Chloritoids are developed in sericite-chlorite-quartz-graphite paragenesis.

The maximum content of chloritoids in metamorphic rocks amounts to 30%. Their porphyroblasts do not show chemical zonality and are characterized by high Mn content.

Ferruginity of chloritoids equals to 71—86%. Metamorphism of chloritoid slates was going on under conditions of green-schist facies biotite sub-facies ($T \approx 350^{\circ}\text{C}$; $P \approx 2-3,5 \pm 0,2$ K Bars).

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. М. Заридзе, Н. Ф. Татришвили. Вопросы петрографии и минералогии, т. I. М., 1953.
2. Ш. Н. Джавахишвили. Труды Геол. ин-та АН ГССР, минер.-петр. сер., т. VI, 1962.
3. Д. М. Шенгелиа, Р. А. Ахвледиანი, Д. Н. Кецохели. ДАН СССР, 235, № 6, 1977.
4. R. Powell, J. Evans. J. Metamorphic Geol. 1. 1983.
5. К. Канехира, Ш. Ванно. J. Geol. Soc. Japan, № 781, 66, 1960.



СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА

А. Н. АХВЛЕДИАНИ

О ВЛИЯНИИ СМЕЩЕНИЙ ОСЕЙ ПЛАСТИЧЕСКИХ ШАРНИРОВ
В ТЕОРИИ ПРЕДЕЛЬНОГО РАВНОВЕСИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ
КОНСТРУКЦИЙ

(Представлено академиком Э. А. Сехниашвили 13.10.1988)

Кинематический метод теории предельного равновесия применяется для учета влияния смещений осей пластических шарниров относительно срединных поверхностей железобетонных оболочек, сводов, рам и других конструкций с внецентренно сжатыми элементами на их несущую способность.

Понятие пластического шарнира относится к числу основных представлений теории предельного равновесия, получившей наибольшее распространение применительно к жестко- и упруго-пластическим конструкциям с изгибаемыми элементами. Ось пластического шарнира разграничивает область пластического сжатия и растяжения в нормальных сечениях. В изгибаемых элементах из мягкой стали ось пластического шарнира располагается на срединной поверхности. В изгибаемых железобетонных элементах эта ось, вообще говоря, смещается относительно срединной поверхности, однако это не влияет на несущую способность, если срединная поверхность может беспрепятственно растягиваться. В противном случае железобетонный изгибаемый элемент приобретает свойство распорности, аналогично раме, своду, оболочке. В этом случае влияние расположения осей пластических шарниров на несущую способность весьма велико и пренебрежение этим влиянием может приводить к существенным ошибкам. Сложность учета влияния упомянутого смещения препятствует широкому распространению теории предельного равновесия на распорные конструкции. Ниже это затруднение преодолевается на базе кинематического метода, согласно которому в задаче о несущей способности безраспорной системы предельная величина параметра полезной нагрузки $p-p^*$ является нижней границей значений, распределяемых в процессе вариации координат ϵ_i сечений с пластическими шарнирами:

$$p^* = \inf p(\epsilon_i). \quad (1)$$

Соответственно в задаче проектирования, когда при заданной нагрузке имеется предельное значение некоторого параметра $\mu = \mu^*$, определяющего величины предельных усилий в сечениях, имеем

$$\mu^* = \sup \mu(\epsilon_i). \quad (2)$$

Перейдя к распорным системам, обозначим через η_i параметры, определяющие расположение осей пластических шарниров по высоте соответствующих сечений.

Причислим величины η_i к аргументам функциональных зависимостей (1) и (2) на том основании, что они, наряду с величинами ϵ_i , определяют конфигурации полей виртуальных перемещений системы в состоянии предельного равновесия. Тогда в задаче о несущей способности

$$p^* = \inf (\epsilon_i, \eta_i). \quad (3)$$

Соответственно в задаче проектирования

$$\mu = \sup \mu(\varepsilon_i, \eta_i). \quad (4)$$

В общем случае сложного нагружения распорной конструкции на основе зависимости (3) в функциональном пространстве параметров p_n ($n=1, 2, \dots, N$) можно построить некоторую предельную гиперповерхность P^* , ограничивающую область допустимых значений p_n . Соответственно в многопараметровой задаче проектирования зависимость (4) определяет в функциональном пространстве параметров

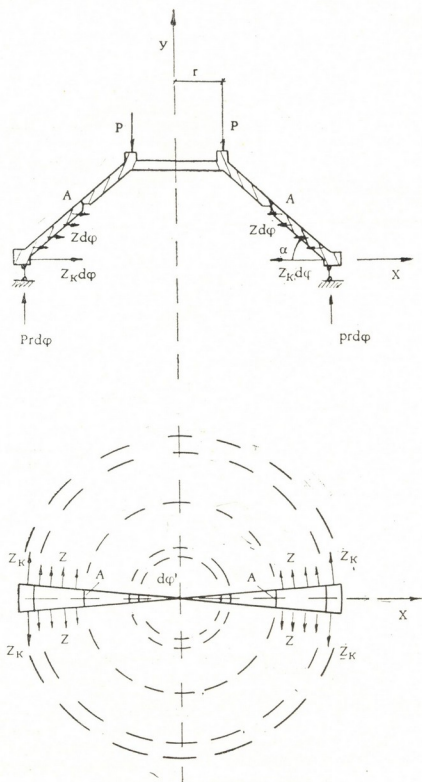


Рис. 1. Плоский аналог конической оболочки в состоянии предельного равновесия



μ_k ($k=1, 2, \dots, K$) некоторую предельную гиперповерхность M^* , ограничивающую область недопустимых значений μ_k .

В качестве примера рассмотрим задачу оценки несущей способности свободно опертой конической оболочки, находящейся под воздействием равномерно распределенной по внешнему кольцу нагрузки интенсивностью p (рис. 1).

В состоянии предельного равновесия растянутый внешний контур оболочки пластически деформируется, образуются кольцевой пластический шарнир (А) и система сквозных радиальных трещин, обусловленных течением кольцевой арматуры в приконтурной зоне. Плоский аналог [1] конической оболочки в состоянии предельного равновесия представлен на рис. 1.

Рассмотрим условия равновесия части плоского аналога, заключенного между кольцевым пластическим шарниром и внешним контуром (рис. 2). Здесь:

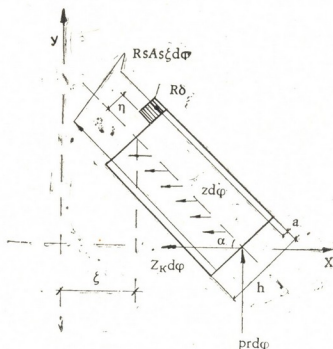


Рис. 2. Схема части плоского аналога, заключенного между кольцевым пластическим шарниром и внешним контуром

ξ — координата, определяющая положение сечения с пластическим шарниром;

η — координата, определяющая расположение оси пластического шарнира по высоте соответствующего сечения;

Z_k — предельное усилие в контуре;

z — интенсивность предельных усилий в кольцевой арматуре;

R_s — расчетное сопротивление арматуры растяжению и сжатию;

A_s — площадь меридиональной арматуры, приходящейся на единицу длины (в кольцевом направлении);

R_b — расчетное сопротивление бетона сжатию;

a — защитный слой бетона.

В качестве виртуального перемещения выберем поворот рассматриваемой части плоского аналога вокруг оси пластического шарнира, располагаемого на границе сжатой зоны сечения. Решая уравнение виртуальных работ относительно параметра p и используя соотношение (3), получаем

$$p^* = \inf \left\{ \frac{[0,5 R_0 (0,5 h - \eta)^2 + R_s A_s (h - 2a)] \varepsilon + Z_k [(R - \varepsilon) \operatorname{tg} \alpha + \eta \cos \alpha] + z s c \alpha (R - \varepsilon) [0,5 (R - \varepsilon) \operatorname{tg} \alpha + \eta \cos \alpha]}{r (R - \varepsilon - \eta \sin \alpha)} \right\}.$$

При решении многопараметрической задачи, проектирования будем считать оптимальным набор значений μ_k^* , соответствующий точке гиперповерхности M^* , при условии, что он максимизирует некоторый показатель качества V , являющийся функцией параметров μ_k

$$V_0 = \sup V(\mu_k).$$

За показатель качества можно принять относительную, несущую способность в виде отношения заданной (расчетной) величины параметра нагрузки к расходу материалов, в частности арматуры.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт строительной механики
 и сейсмостойкости

(Поступило 14.10.1988)

საშენობლო მექანიკა

ა. ახვლედიანი

კლასტიკური სახსრის ღერძის გადაადგილების გავლენის შესახებ
 რკინაბეტონის კონსტრუქციების ზღვრული წონასწორობის
 თეორიაში

რეზიუმე

ზღვრული წონასწორობის თეორია გამოყენებულია გარეცენტრულემენტიბიანი რკინაბეტონის კონსტრუქციების (გარსების, თაღების, ჩარჩოების და სხვა) ზიდესუნარიანობაზე პლასტიკური სახსრების ღერძების გადაადგილების გავლენის გათვალისწინებისათვის.

STRUCTURAL MECHANICS

A. N. AKHVLEDIANI

ON THE EFFECT OF PLASTIC HINGES AXES DISPLACEMENTS IN THE LIMIT EQUILIBRIUM THEORY OF REINFORCED CONCRETE STRUCTURES

Summary

The limit equilibrium theory is used for the consideration of the effect of plastic hinges axes displacements relative to the average surfaces of reinforced shells, domes, frames and other structures with eccentrically compressed elements.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА -- REFERENCES

1. Н. В. Ахвледiani. Сб. трудов Ин-та стронт. мех. и сейсм. АН ГССР, вып. 4, 1976, 5.

УДК 625.57.001.2

РАЗРАБОТКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ И ОБОГАЩЕНИЕ

Д. И. ПАТАРАЯ, Г. Ч. НОЗАДЗЕ

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТЕЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ОТ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ПОДВЕСНОЙ КАНАТНОЙ ДОРОГИ С ПОМОЩЬЮ ЭЦВМ

(Представлено академиком А. А. Дзидзигури 5.10.1988)

Производительность — основной исходный показатель при проектировании маятниковой подвесной канатной дороги (ПКД) зависит в первую очередь от вместимости и скорости вагона. Но в зависимости от конкретных условий на производительность равнозначное влияние могут оказать характер профиля, специфические условия эксплуатации, наличие опор на трассе, показатели ускорения-замедления. Правилами безопасности лимитирован ряд параметров: максимальная скорость на трассе и при проходе опор, скорость подхода к станциям, ускорение и замедление. Несмотря на эти ограничения, в распоряжении проектировщика находится широкий набор решений, близких к оптимальному, для окончательного выбора которого нужно просмотреть довольно большое количество (реально — несколько десятков) вариантов, усилив одновременно критерий оптимизации дополнительными ограничениями. Производительность определяется на основе тахограммы, вычисление которой несложно, но в особенности при наличии опор и асимметричном режиме эксплуатации весьма трудоемко. Названные факторы — многовариантность и трудоемкость делают эффективной моделирование зависимостей производительности ПКД с помощью ЭЦВМ.

Импульс проведению данной работы по моделированию зависимостей производительности был дан проблемой увеличения производительности ПКД, возникшей на Тырнаузской ПКД и заключающейся в следующем. Из-за большого перелома профиля на одной из опор (№ 1) в условиях нормальной эксплуатации ПКД при проектных значениях параметров (максимальная скорость — 9,5 м/с, загрузка вагона — 80 пассажиров) в канатах возникали непомерные колебания, приводящие к их захлестыванию. Обеспечить необходимую безопасность пришлось ценой значительного уменьшения производительности из-за ограничения максимальной скорости до 7,5 м/с и загрузки вагона до 60 пассажиров.

В результате выполненных исследований [1] было разработано несколько рекомендаций по устранению захлестывания канатов — уменьшение провеса тягового каната в пролете захлестывания кратковременным увеличением приводного момента при приближении вагона к опоре и скачкообразным изменением натяжения тягового каната при проходе вагоном опоры путем уменьшения натяжного усилия контргруза. Оба решения, наряду с самым очевидным и тривиальным — установкой дополнительной опоры, требуют сложных, дорогостоящих и мало надежных автоматических устройств и связаны с большими затратами.

Тщательный анализ конкретной задачи выявил еще один, по сравнению с вышеуказанными решениями, легко осуществимый и экономически выгодный путь перехода на более сложную, пилообразную тахограмму, обеспечивающую преодоление первой опоры на понижен-

ной скорости и с выходом на максимально допустимую скорость на трассе. Теоретическое исследование динамики процесса захлестывания [2] показало возможность определения максимально допустимой скорости прохода опоры, при которой не происходит захлестывания. Эта скорость для Тырнаузской ПКД при максимальной загрузке (80 человек) вагонов составила 4–5 м/с. Компенсации уменьшения производительности в определенной степени можно добиться увеличением максимальной скорости на трассе. Поэтому с целью охвата всех возможных ситуаций и определения оптимальных условий эксплуатации на ЭЦВМ были смоделированы зависимости производительности от основных параметров: вместимости вагона, максимальной скорости на трассе и скорости вагона на опоре. Результаты численных расчетов на ЭЦВМ приведены на рис. 1 и 2.

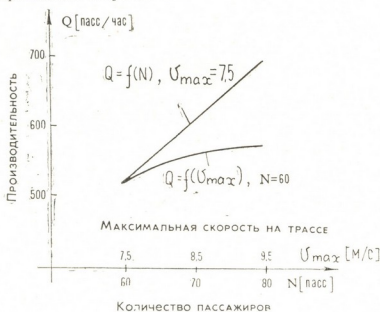


Рис. 1. Зависимость производительности от максимальной скорости на трассе и загрузки вагона

Модель и ее реализующий алгоритм, составленный для персональной ЭВМ «Искра-226», предусматривают возможность оптимизации в диалоговом режиме работы производительности и других параметров ПКД с выводом результатов (тахограммы) на графопроекторе.

Анализ полученных связей подтвердил ранее известную качественную картину: производительность находится в более сильной зависимости от загрузки вагона, чем от максимальной скорости. Одновременно данные рис. 2 позволяют сделать новые выводы: производительность довольно слабо зависит от скорости прохода вагона через опору и эта зависимость тем слабее, чем меньше степень загрузки вагона. Данное положение подсказывает весьма эффективный путь увеличения производительности Тырнаузской ПКД — понижение скорости прохода вагоном опоры во время движения груженого вагона от верхней станции к нижней при одновременном увеличении загрузки вагонов. Рабочему режиму, принятому в настоящее время ($v_{max} = 7,5$ м/с, $N = 60$ человек), на рис. 2 соответствует точка, обозначенная через А. При этом производительность составляет 525 пасс/час. Увеличив загрузку вагона на 20 пассажиров, т. е. до 80 человек, несмотря на уменьшение скорости прохода первой опоры до 4 м/с, производительность повысится до 680 пасс/час, т. е. на 155 человек (29,5%). Эта точка обозначена на рис. 2 буквой В.

Несколько меньший, но стоящий обсуждения резерв, кроется также в увеличении максимальной скорости, достигающей в пролете

9,5 м/с, что предусмотрено первоначальным проектом. Этому режиму соответствует точка, обозначенная С. Здесь производительность составит 730 пасс/час. Прирост часовой производительности в абсолютных величинах будет 205 человек, в относительном выражении 39%, что соответствует трем дополнительным рейсам против семи, осуществляемых в настоящее время за каждый час.

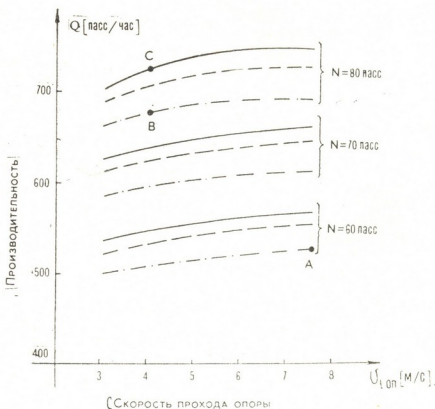


Рис. 2. Зависимость производительности ПЖД от скорости прохода опоры (максимальная скорость на трассе: сплошная линия — 9,5 м/с, прерывистая — 8,5 м/с, прерывистая с точками — 7,5 м/с).

Примечательно, что тахограмма, разработанная машинным моделированием зависимостей производительности, позволяющая добиться для условий Тырнаузской ПЖД столь значительного — 39%-го роста производительности, может быть реализована несложными и недорогими переделками схемы управления приводом.

Результаты машинных расчетов и специально проведенного хронометража совпали с большой точностью, что позволяет считать вытекающие из выполненной работы выводы достоверными.

Несмотря на частный характер исходного материала, полученные выводы могут быть распространены на довольно широкий класс имеющихся на практике маятниковых ПЖД, включающих две и более опор.

Окончательно основные результаты данного исследования можно сформулировать следующим образом. Составлены универсальный алгоритм и программа, позволяющие на стадии проектирования численным экспериментированием получать зависимости производительности ПЖД от основных параметров и на их основе в диалговом режиме разрабатывать оптимальную тахограмму, обеспечивающую максимальную производительность ПЖД при заданных ограничениях, накладываемых, например, динамическими явлениями.

Анализ связей, полученных с помощью моделирования на ЭЦВМ для условий Тырнаузской ПЖД, выявил слабое падение произво-

დითელობის პირობებში უმცირესი სიჩქარის ტაქოგრამის მიხედვით. ამის საფუძველზე შედგენილია ახალი ტაქოგრამა, რომელიც უზრუნველყოფს მწარმოებლობის მნიშვნელოვან გაზრდას.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт горной механики
 им. Г. А. Цулукидзе

(Поступило 28.10.1988)

საბადოთა დამუშავება და ბამფიკრება

დ. პატარაია, გ. ნოზადე

ბაგირგზის მწარმოებლობის ძირითად პარამეტრებზე
 დამოკიდებულებათა მოდელირება ეგმ-ის გამოყენებით

რეზიუმე

ეგმ-ის საშუალებით მიღებულია ბაგირგზის მწარმოებლობის დამოკიდებულებები სხვა პარამეტრებზე. კონკრეტული გზის მაგალითზე შესრულებული გამოთვლების შედეგების ანალიზმა გამოავლინა ადრე უცნობი კავშირის ხასიათი — მწარმოებლობის სუსტი დამოკიდებულება საყრდენზე ვაგონის გავლის სიჩქარისაგან. ეს ფაქტი საფუძვლად დაედო ოპტიმალური ტახოგრამის შემუშავებას, რომელიც უზრუნველყოფს მწარმოებლობის მნიშვნელოვან გაზრდას.

EXPLOITATION AND CONCENTRATION OF DEPOSITS

D. I. PATARAIA, G. Ch. NOZADZE

COMPUTER STIMULATION OF RELATIONSHIPS BETWEEN
 CAPACITY AND THE PRINCIPAL PARAMETERS OF TRAMWAY

Summary

The tramway capacity relationship with other parameters has been computed. Analysis results indicate that tramway capacity is weakly dependent on passage velocity over the tramway support. Optimal tachogram has been worked out which provides for a significant increase in tramway capacity.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Д. И. Патарая. Науч. труды. ГПИ им. В. И. Ленина. Горная электромеханика и автоматика, № 9 (321), 1987.
2. Д. И. Патарая. Сб. «Наука—производству», IV. Тбилиси, 1978.

А. Г. ГАБИСИАНИ, Н. Д. ГОНДЖИЛАШВИЛИ, Т. А. ЧУБИНИДZE,
З. А. МУШКУДИАНИ, Б. Г. МАРГИЕВ

КИНЕТИКА РАСКИСЛЕНИЯ СТАЛИ КАЛЬЦИЙ- И БАРИЙСОДЕРЖАЩИМИ СПЛАВАМИ

(Представлено академиком Ф. Н. Тавадзе 4.3.1988)

В современной металлургии широкое распространение получило раскисление стали комплексными сплавами, содержащими щелочноземельные элементы [1, 2]. Эффективность действия щелочноземельных элементов в значительной мере определяется их растворимостью в стали. При сравнительно малой растворимости кальция и особенно бария в железе термодинамические и кинетические факторы эффективности их использования, как раскислителей оказываются весьма низкими. В работе [3] при изучении условий взаимодействия растворенного в железе кислорода с комплексными раскислителями, содержащими кальций и барий, нами было установлено различие механизмов возникновения и удаления кальций- и барийсодержащих неметаллических включений. В этой связи представляет определенный научный интерес изучение кинетики процесса раскисления стали кальций- и барийсодержащими сплавами.

Опыты проводились в индукционной печи емкостью 10 кг с основной футеровкой. Шихтой служила сталь, содержащая (массовая доля — %): 0,21С; 0,56Мп; 0,07 Si; 0,03Р и 0,033 S.

После расплавления шихты при температуре 1827 К отбирали первую пробу (проба 0), а затем под уровень металла вводили раскислители, заключенные в железные капсулы. Температуру металла измеряли платино-платинородиевой термопарой погружения. Для раскисления использовали алюминий, металлический кремний (98,0% Si), силикокальцией (SiCa), силикобарий-алюминий (SiBaAl), силикокальций-барий-алюминий (SiCaBaAl). Сплавы присаживали из расчета ввода в металл 0,22% Si по массе (расход 0,5%). Расход алюминия составил 0,1% от массы плавки. Расплав после раскисления выдерживали 20 мин при температуре 1827 К. Опытные плавки проводили в атмосфере аргона с целью исключения угара элементов. В период выдержки вводом в расплав кварцевых пробирок ($l=120$ мм, $d=18$ мм) с боковым отверстием ($d\sim 10$ мм), прикрытым медной фольгой, отбирали пробы. Пробы отбирали после присадки раскислителя через 10 сек (проба 1), 30 сек (проба 2), 1 мин (проба 3), 2 мин (проба 4), 5 мин (проба 6), 8 мин (проба 7), 11 мин (проба 8), 15 мин (проба 9) и 20 мин (проба 10). В этих пробах методом вакуум-плавления определяли суммарную концентрацию кислорода. О скоростях всплывания из жидкого железа оксидных включений (продуктов реакции раскисления) судили по интенсивности снижения содержания кислорода в металле во времени.

Результаты определения содержания кислорода в пробах, отобранных по ходу раскисления плавки, представлены графически на рис. 1.

Как следует из полученных данных, при раскислении стали алюминием в начальный период наблюдается быстрое падение кислорода и минимальное содержание его достигается через 3 мин, при этом уда-

ляется около 75% исходного содержания кислорода. Дальнейшая выдержка стали в печи практически не приводит к снижению концентрации кислорода.

Точно также при раскислении стали кремнием концентрация кислорода заметно снижается в начальный период в минимальное содержание кислорода достигается через 5 мин, при этом удаляется около 58% исходного содержания кислорода.

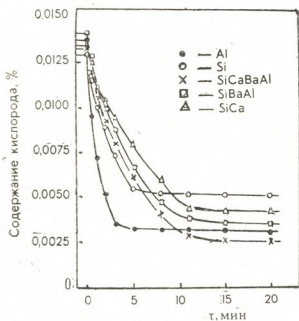


Рис. 1. Изменение содержания кислорода при различных вариантах раскисления

При раскислении стали силикокальцием содержание кислорода снижается значительно медленнее, чем при раскислении стали кремнием. Минимальное содержание кислорода достигается через 11 мин. При этом удаляется 67% исходного содержания кислорода.

При раскислении стали силикобарийалюминием наблюдается более быстрое снижение кислорода, чем при SiCa. В этом случае минимальное содержание кислорода достигается через 11 мин, при этом удаляется около 73% кислорода.

При раскислении стали кремнийкальцийбарийалюминием содержание кислорода в металле снижается в течении всей выдержки плавки в печи медленно и непрерывно. Через 11 мин после раскисления содержание кислорода достигает минимальных значений, при этом удаляется 80% исходного содержания кислорода.

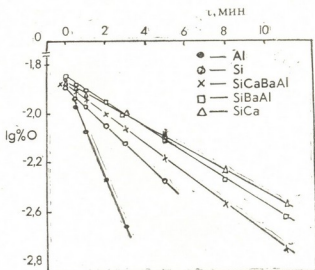
Из сопоставления поведения кислорода в процессе раскисления отдельных плавков следует, что различие в эффективности раскисления металла по опытным вариантам особенно отчетливо выявляется в характере изменения содержания кислорода в начальные промежутки времени. В начальном этапе процесса во всех плавках наблюдается наибольшая степень удаления кислорода из металла. При сравнении продолжительности достижения минимальных содержаний кислорода в отдельных плавках становится очевидным преимущество раскисления металла алюминием и металлическим кремнием.

Начальные отрезки кривых на рис. 1, соответствующие участкам резкого падения содержания кислорода до достижения наиминимальных его содержаний, описываются уравнениями гипербол. Путем математической обработки последних вычислены скорости достижения минимальных содержаний кислорода, измеренной отношением $dlg\% O/dt$, значения которых для отдельных плавков графически представлены на рис. 2.

Из полученных данных следует, что плавки, раскисленные алюминием и металлическим кремнием, отличаются гораздо большими скоростями снижения кислорода, чем плавки, раскисленные кальций- и барийсодержащими сплавами. Так, например, в плавке, раскислен-

ной алюминием, скорость достижения минимального содержания кислорода в 4,5 раз выше, чем в плавках, раскисленных сплавами силикокальций и силикокальцийбарий-алюминий.

Рис. 2. Скорости снижения содержания кислорода в жидкой стали в начальные периоды раскисления



Однако в целом эффективность раскисления, очевидно, неправомерно классифицировать только лишь начальным периодом процесса снижения кислорода, поскольку в реальных условиях процесса выдержка металла после присадки раскислителей составляет 15—20 мин. Исходя из этого, при анализе данных рис. 1 преимущество следует отдать использованию комплексных сплавов. Так, при раскислении SiCa и SiBaAl по сравнению с кремнием меньшие концентрации кислорода достигаются уже через 8—11 мин после их присадки, а при использовании сплава SiBaCaAl через 11—12 мин выдержки достигается более низкая концентрация кислорода, чем при раскислении алюминием. Необходимо отметить, что при этом удаляется 80% исходного содержания кислорода, против 75% при раскислении алюминием.

Сопоставление всех имеющихся данных по скоростям снижения содержания кислорода на начальном этапе процесса раскисления приводит к выводу, что плавки, раскисленные алюминием и металлическим кремнием, отличаются гораздо большими скоростями снижения кислорода, чем плавки раскисленные кальций- и барийсодержащими сплавами. Однако в целом плавки, раскисленные кальций- и барийсодержащими сплавами, характеризуются более низкими конечными концентрациями кислорода, чем плавки, раскисленные алюминием и металлическим кремнием. Наименьшие концентрации кислорода достигаются при раскислении металла сплавом кремниокальцийбарий-алюминий (SiCaBaAl), при этом удаляется 80% исходного содержания кислорода, против 75% при раскислении алюминием.

Известно, что связи алюминия и кремния с атомами железа относительно слабые и они весьма быстро растворяются в жидком железе и распределяются равномерно по всему объему металла. В случае комплексных сплавов связи кремния с кальцием, барием и алюминием значительно превышают связи этих элементов с железом, поэтому растворение и взаимодействие их с кислородом заметно замедляется, что обуславливает более низкие скорости удаления кислорода на начальном этапе раскисления. Замедленный характер взаимодействия сплавов с кислородом в свою очередь приводит к более полному использованию Ca и Ba в реакции раскисления.

Академия наук Грузинской ССР
Институт металлургии
им. 50-летия СССР

(Поступило 10.3.1988)

ა. გაბისიანი, ნ. გონჯილაშვილი, თ. ჩუბინიძე, ზ. მუშკუდიანი,
 ბ. მარგივი

კალციუმისა და ბარიუმის შემცველი შენადნობებით ფოლადის
 განუანგვის კინეტიკა

რეზიუმე

10 კგ-იან ინდუქციურ ღუმელში ფოლადის ალუმინით, ლითონური კაჟ-ბადიუმით, კაჟბადკალციუმით, კაჟბადბარიუმალუმინითა და კაჟბადკალციუმ ბარიუმალუმინის კომპლექსური შენადნობებით განუანგვის დროს შესწავლილია ჟანგბადის მოშორების პროცესი. დადგენილია, რომ რკინის კაჟბადკალციუმბარიუმალუმინის კომპლექსური შენადნობით განუანგვისას ლითონში მიიღება ჟანგბადის შედარებით მცირე რაოდენობა, ვიდრე დანარჩენ შემთხვევებში, რაც აიხსნება თხევად ლითონში განმუანგველთა გახსნის სხვადასხვა სიჩქარისა და წარმოქმნილი ოქსიდური ჩანართების ხასიათით.

METALLURGY

A. G. GABISIANI, N. D. GONJILASHVILI, T. A. CHUBINIDZE, Z. A. MUSHKUDIANI
 B. G. MARGIEV

KINETICS OF DEOXIDATION OF STEEL BY ALLOYS CONSISTING
 OF CALCIUM AND BARIUM

Summary

The process of oxygen removal by the complex alloys of steel aluminium, metal silicon, silico-calcium, silico-barium-aluminium and silico-calcium barium-aluminium in 10 kg induction furnace has been studied.

It is found that deoxidation of steel by a complex alloy of silico-calcium-barium-aluminium results in a relatively smaller amount of oxygen as compared to other cases, which is accounted for by different solubilization rates of oxidatives in the liquid metal and the nature of formed oxide inclusions.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. С. Куликов. Раскисление металлов. М., 1975.
2. Г. Кньюпель. Раскисление и вакуумная обработка стали. М., 1973.
3. А. Г. Габисония и др. Сталь, № 1, 1987.

В. С. ЗВИАДАУРИ, М. В. ХВИНГИЯ (член-корреспондент АН ГССР)

О ВИБРАЦИОННОМ ДВИЖЕНИИ СЫПУЧИХ МАТЕРИАЛОВ С РАЗЛИЧНЫМИ РЕОЛОГИЧЕСКИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ

Вибрационные технологические процессы, связанные с обработкой или с транспортированием сыпучих сред, характеризуются многообразием динамических зависимостей реологических характеристик обрабатываемого материала от параметров вибрации и самой среды [1, 2]. Периодическое внешнее воздействие на сыпучую среду с определенной жесткостью в установившемся режиме вызывает также периодические упругие деформации среды с частотой внешней силы, однако в зависимости от реологических характеристик амплитуда и фаза деформации различных сред будут различными, что предопределяет степень интенсивности технологического процесса [2, 3].

Таким образом, основными показателями подвижности сыпучих материалов под воздействием вибраций являются внутреннее трение и жесткость среды, точный учет которых в математической модели вибрационного технологического процесса затрудняется отсутствием точной аналитической зависимости, учитывающей изменения физических и геометрических параметров сред для материалов различной дисперсности.

В настоящей работе с помощью вычислительного эксперимента проведены исследования с целью определения характера влияния жесткости и демпфирования сыпучей среды на ее транспортабельность, в частности скорость перемещения материала.

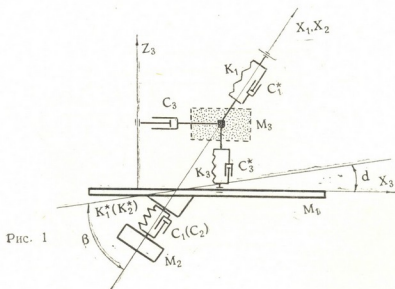


Рис. 1

Уравнения движения двухмассной электромагнитной вибрационной машины с технологической нагрузкой имеют следующий вид [4] (рис. 1):

$$\ddot{x}_1 = \dot{f}_M \cdot \dot{f}_1(z_3, \ddot{x}_3) + \dot{f}_M \cdot [K_1 \cdot f_1^*(z_3) + C_1^* \cdot \dot{f}_1^{**}(z_3)] - \\ - \frac{K_1^*}{M_1} (x_1 + x_2) - \frac{C_1}{M_1} (\dot{x}_1 + \dot{x}_2) + Q_{x_1} + Q_{x_2}^*,$$



$$\ddot{x}_2 = -\frac{K_2}{M_2} (x_1 + x_2) - \frac{C_2}{M_2} (\dot{x}_1 + \dot{x}_2) + Q_{x_2},$$

$$\ddot{x}_3 = f_2(\ddot{x}_1, g) - C_3 \cdot f_3^*(\dot{x}_3, \dot{x}_1) + Q_z \operatorname{sign}(\dot{x}_3),$$

$$\ddot{z}_3 = f_3(\ddot{x}_1, g) - K_3 \cdot f_3^*(z_3, x_1) - C_3^* \cdot f_3^{**}(\dot{z}_3, \dot{x}_1),$$

$$\dot{\Phi} = A \sin \omega t - B [\delta - (x_1 + x_2)] \Phi, \quad Q_z = f_4(z_3, \dot{x}_1, \dot{z}_3),$$

где первые два уравнения описывают движение активной M_1 и реактивной M_2 масс вибромашины; третье и четвертое — движение сыпучей среды M_3 ; последнее — изменение электромагнитного потока в вибровозбудителе; Q_z , $Q_{x_1}^*$ — приведенные силы трения между нагрузкой и рабочим органом; Q_{x_1} , Q_{x_2} — приведенные электромагнитные возмущающие усилия; g — ускорение силы тяжести; ω — частота внешнего воздействия; K_1^* , K_2^* , C_1 , C_2 — коэффициенты жесткости и демпфирования упругой системы вибромашины; f_1 , f_1^* , f_2 , f_2^* , f_3 , f_3^* , f_4 — функции соответствующих переменных [4]; f_M — единичная функция, зависящая от Q_x ; $f_M = \begin{cases} 1 & \text{при } Q_x > 0 \\ 0 & \text{при } Q_x \leq 0 \end{cases}$; K_1 , K_3 , C_3 , C_3^* — переменные коэффициенты, отражающие упруго-вязкую характеристику сыпучего материала.

Анализ существующих исследований дает основание считать, что посредством изменения K_1 , K_3 , C_3 , C_3^* в реальных пределах можно для определенных сыпучих материалов путем математического моделирования определить параметры для оптимального транспортирования материалов с различными реологическими характеристиками и степенью дисперсности.

Решение системы (1) проводилось на ЭЦВМ ЕС-1040 по следующим этапам: изменение упругости сыпучего груза при постоянном значении вязкости; изменение коэффициента вязкости без изменения жесткости; изменение упруго-вязкой характеристики, зависящей от обоих параметров.

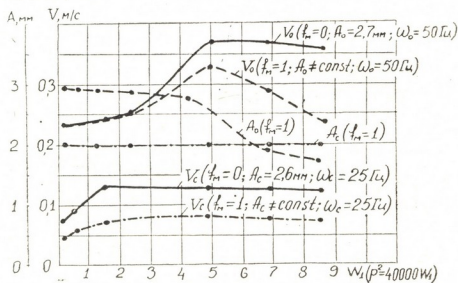


Рис. 2

Решение проводилось в основном и субгармоническом режимах работы вибромашины с учетом и без учета обратного влияния перемещаемого материала на закономерность движения рабочего органа.

На рис. 2 даны зависимости скорости транспортирования от изменения упругой характеристики W_1 материала ($p^2 = 20000 \cdot W_1$; p — частота



деформации сыпучей среды). В основном режиме (V_0 —скорость перемещения; $\omega = \omega_0 = 50$ Гц и $A_0 = 2,7$ мм—амплитуда колебания рабочего органа) приведены две зависимости V_0 от W_1 для $f_M = 0; 1$. Такие же зависимости приведены для субгармонического режима (V_c ; $A_c = 2,6$ мм; $\omega_c = 25$ Гц; $f_M = 0; 1$). Приведены также изменения амплитуды рабочего органа (A_0 и A_c) в зависимости от W_1 .

По кривым рис. 2 видно, что материалы определенной упругости ($W_1 = 4-5$) характеризуются наибольшей транспортабельностью; с дальнейшим увеличением W_1 ($W_1 > 4,8$ при $\omega_0 = 50$ Гц и $W_1 > 1,5$ при $\omega_c = 25$ Гц) скорость уменьшается. При этом этот процесс имеет для высоких частот колебаний ($\omega_0 = 50$ Гц) больший градиент скорости, чем для низких частот ($\omega_c = 25$ Гц).

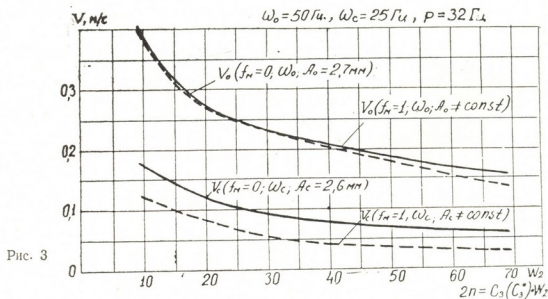


Рис. 3

Анализируя полученные результаты, можно сделать вывод о том, что для вибротранспортирования мелкодисперсных материалов предпочтительнее режимы с низкими частотами колебаний. Справедли-

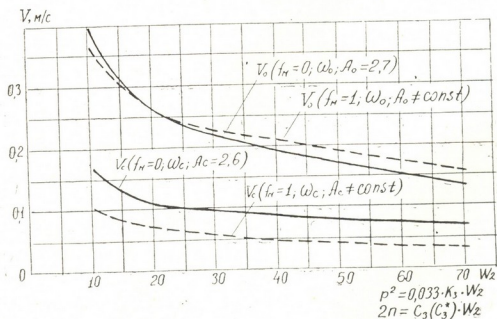


Рис. 4

вость настоящих выводов подтверждают результаты экспериментов [3], где показано, что с увеличением толщины слоев некоторых мел-



кодисперсных (цемент и др.) материалов транспортирование может осуществляться только при частотах $\omega < 50$ Гц.

На рис. 3 приведены зависимости скорости перемещения от коэффициентов демпфирования (C_3, C_3^*), определяющие ее вязкость; при этом упругость среды остается неизменной. Зависимость имеет более чувствительный характер для низких значений коэффициентов демпфирования ($W_2 < 40$).

На рис. 4 показаны кривые зависимости скорости перемещения от изменения упруго-вязкой характеристики среды. При одновременном увеличении коэффициентов сопротивления и жесткости скорость уменьшается и с ростом W_2 уменьшение V становится менее резким ($p^2 = 0,033 \cdot 20000 W_2; 2n = C_3 \cdot W_2$).

Представленные результаты свидетельствуют о том, что с целью достижения наибольшей интенсивности вибрационного технологического процесса сыпучего материала нужно в зависимости от степени дисперсности и реологических характеристик выбрать рабочие режимы с определенной амплитудно-частотной и силовой характеристикой вибромашины. В частности, для мелкодисперсных сыпучих материалов изменение скорости перемещения в зависимости от изменения реологических характеристик носит более плавный характер при низкочастотных режимах работы вибромашины.

Академия наук Грузинской ССР
Институт механики машин

(Поступило 21.1.1988)

განაჩნათმცოდნეობა

3. ზვიადაური, ვ. ზვიადია (საქართველოს სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი)

სხვადასხვა რეოლოგიური მახასიათებლების მქონე ფხვიერი მასალების ვიბრაციული მოძრაობის უმსახავ

რეზიუმე

მოცემულია ფხვიერი მასალის ვიბრაციული მოძრაობის მათემატიკური მოდელი, რომელშიც შესაბამისი კოეფიციენტების ცვლილებით შესაძლებელია მივიღოთ სხვადასხვა სახის ფხვიერი მასალის იმიტაცია. გამოთვლითი ექსპერიმენტის მეთოდით გამოკვლეულია რეოლოგიური მახასიათებლების ცვლილების გავლენა მასალის გადაადგილების ხასიათზე.

MACHINE BUILDING SCIENCE

V. S. ZVIADAURI, M. V. KHVINGIA

ON VIBRATION MOTION OF LOOSE MATERIAL WITH DIFFERENT RHEOLOGICAL CHARACTERISTICS

Summary

The vibration motion mathematical model of loose material is given where with the change of the suitable coefficient it is possible to imitate different loose materials. By the method of computing experiment the effect of the change of rheological characteristics on displacement regularity is investigated.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. П. Ф. Овчинников. Виброреология. Киев, 1983.
2. И. Ф. Гончаревич. Виброреология в горном деле. М., 1977.
3. В. А. Бауман, И. И. Быховский, Б. Г. Гольдштейн. Вибрационные машины в строительстве и производстве строительных материалов. М., 1970.
4. М. В. Хвингия, В. С. Звиадаური. Машиноведение, № 3, 1981.

Н. В. МЕЛАДЗЕ, Г. Р. БИРЮКОВ, Е. П. АНТОНОВ

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ РАСЧЕТА ЭФФЕКТИВНОСТИ НЕТРАДИЦИОННЫХ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ

(Представлено академиком В. И. Гомелаури 25.5.1988)

При решении вопросов теплоснабжения все большее внимание уделяется использованию нетрадиционных возобновляемых источников энергии, к числу которых относятся солнечная энергия, энергия ветра, геотермальная энергия и т. п. В Грузии уже действуют системы теплоснабжения с применением тепловых насосов [1], энергии солнца [2], комбинированные солнечно-тепловые системы [3], а также установки, использующие геотермальное тепло.

Наибольшее применение возобновляемые источники энергии находят в сфере децентрализованного теплоснабжения. В этой области основными поставщиками тепловой энергии на сегодняшний день являются мелкие отопительные котельные мощностью до 3 Гкал/ч, оборудованные, главным образом, котлами теплопроизводительностью 0,2—0,5 Гкал/ч. Несмотря на существующую тенденцию к централизации теплоснабжения, количество мелких котельных не уменьшается. Так, в стране насчитывается более 120 тыс. отопительных котельных теплопроизводительностью до 3 Гкал/ч, суммарная тепловая мощность которых составляет около 20% общей установочной мощности всех отопительных котельных теплопроизводительностью до 100 Гкал/ч. Число эксплуатируемых в малых отопительных котельных чугунных секционных котлов превышает 300 тыс. единиц. Почти 2/3 указанного количества малых котельных — твердотопливные котельные без водоподготовки, средств автоматизации и механизации, оборудованные котлами с ручным обслуживанием. Паспортные значения КПД котлов этих мелких котельных из-за несоблюдения правил технической эксплуатации, поставок низкокачественного топлива, а также ряда других факторов снижаются в среднем на 20% и в реальных условиях составляют не более 50—60%. Это приводит к значительному перерасходу топлива в котельных этой категории, который в целом по стране оценивается в 10—12 млн. тонн топлива в условном исчислении (ту. т.).

Аналогичная ситуация имеет место и в Грузии. Например, проведенные Грузинским научно-исследовательским институтом энергетики и гидротехнических сооружений (ГрузНИИЭГС) обследования теплоснабжения курортных объектов, расположенных на территории республики, показали, что число объектов, присоединенных к централизованному источнику, не превышает 20% от общего числа, а остальные 80% получают тепло от автономных мелких теплогенераторов, значительное большинство из которых имеют мощность до 3 Гкал/ч.

Кроме перечисленных отрицательных аспектов эксплуатации мелких отопительных котельных, последние оказывают крайне негативное воздействие на окружающую природную среду, что проявляется, главным образом, в загрязнении атмосферы. При сжигании органического топлива в атмосферу поступает значительное количество твердых частиц (зола, пыль, сажа), оксидов серы и азота, а также, в меньших количествах, оксид углерода и различные органические кислоты. В то



время как на крупных котельных и ТЭС имеется пылегазоулавливающая техника, рассматриваемые нами мелкие котельные подобными устройствами не оснащены. В этих условиях выбросы твердых частиц мелкими котельными соизмеримы с выбросами от ТЭЦ и ТЭС. Использование даже наиболее дешевого известкового способа обессеривания уходящих газов увеличивает затраты на строительство ТЭС на 10—20%, а эксплуатационные расходы — на 15—20%. При устройстве этих систем в мелких котельных удельный вес указанных затрат резко возрастает. Такой хорошо известный способ снижения опасных концентраций вредных выбросов, как рассеивание через высокие дымовые трубы, с относительным успехом применяемый на ТЭС, также неприменим для мелких котельных.

Таким образом, мелкие котельные в силу своей многочисленности, низких эксплуатационных характеристик, отсутствия очистных сооружений и расположения, как правило, в местах проживания и отдыха людей представляют серьезный источник загрязнения атмосферы вредными веществами, главным образом, твердыми частицами. В связи с этим неоднократно отмечалось [4, 5], что при проведении расчетов по экономической сопоставимости теплоснабжения от «экологически чистых» источников энергии, к которым относятся и возобновляемые источники, с традиционным теплоснабжением от мелких котельных необходимо учитывать ущерб, наносимый народному хозяйству и здоровью людей загрязнением атмосферы при сжигании топлива в котельных.

Результаты расчетов, выполненных нами на основании [6, 7] по определению ущерба от сжигания топлива в мелких котельных для различных типов территорий приведены в табл. 1.

Таблица 1

Ущерб от сжигания топлива в мелких котельных, не оснащенных пылегазоулавливающей техникой (округленно), руб./ту.т

Вид топлива	Тип территории		
	сельская местность	пригородные районы	зоны рекреации
Уголь	50	120	230
Мазут	20	40	80
Газ (на 1000 м ³)	0,5	1,0	2,0

В качестве примера использования полученных величин ущерба при расчетах эффективности нетрадиционных возобновляемых источников энергии в табл. 2 приведены результаты расчета срока окупаемости солнечных систем теплоснабжения (ССТ) в условиях Закавказья с учетом и без учета ущерба, наносимого народному хозяйству загрязнением атмосферы при сжигании органического топлива (уголь и мазут) в мелких котельных. При выполнении расчетов для табл. 2 нами было принято, что стоимость 1 м² солнечной системы составляет 120 руб.; замыкающие затраты на топливо приняты в соответствии с действующими рекомендациями; коэффициент, учитывающий затраты на внутрирайонный транспорт, принят равным 1,15. Экономия заработной платы на традиционной теплогенерирующей установке, возникающая вследствие высвобождения части персонала благодаря использованию ССТ, и дополнительные затраты на амортизационные отчисления по ССТ считались примерно равными и при проведении настоящих расчетов не учитывались.

Анализ табл. 2 показывает, что учет ущерба, наносимого сжиганием топлива, приводит к снижению срока окупаемости ССТ в 1,7—

4,4 раза в случае вытеснения угля и в 1,2—1,9 раза при вытеснении мазута.

Таблица 2

Срок окупаемости солнечных систем теплоснабжения (ССТ), год

Вид замещаемого топлива	Т и щ т е р р и т о р и и					
	сельская местность		пригородные районы		зоны рекреации	
	1*	2**	1*	2**	1*	2**
Уголь	8,4	14,5	5,3	14,5	3,3	14,5
Мазут	9,5	11,8	8,0	11,8	6,1	11,8

Примечание: 1*—с учетом ущерба от сжигания топлива, 2**—без учета ущерба от сжигания топлива

Это свидетельствует о необходимости совершенствования методов расчета эффективности нетрадиционных возобновляемых источников энергии путем учета ущерба, наносимого народному хозяйству загрязнением атмосферы при сжигании органического топлива в мелких котельных установках.

Проектно-производственное объединение
«Спецгелиотепломонтаж»

(Поступило 16.6.1988)

ენერჯეტიკა

ბ. მელაძე, გ. ბირიუკოვი, ე. ანტონოვი

არატრადიციული აღდგენადი ენერჯის წყაროების ეფექტურობის
ბათვის მეთოდების სრულყოფა

რეზიუმე

განხილულია ორგანული საწვავის გამოყენების პირობებში ატმოსფეროს გაქუჩყიანებით გაპირობებული სახალხო მეურნეობრივ ზარალთან დაკავშირებული საკითხები. მოყვანილია ხსენებული ზარალის მაჩვენებლები სხვადასხვა სახის სათბობისათვის და ფაქტორების გავლენა აღდგენადი ენერჯის წყაროების ეფექტურობაზე.

POWER ENGINEERING

N. V. MELADZE, G. R. BIRYUKOV, E. P. ANTONOV

AN IMPROVED METHOD FOR CALCULATION OF THE EFFICIENCY
OF NON-TRADITIONAL RENEWABLE ENERGY SOURCES

Summary

Problems concerning the economic assessment of the damage to national economy, because of air pollution are discussed. The estimates of this damage with reference to different fuels are presented and the influence of various factors on the efficiency of renewable energy sources is studied.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. И. Гомелаури, О. Ш. Везиришвили. Теплоэнергетика, № 4, 1978, 22—25.
2. Н. В. Меладзе, Т. А. Грдзелидзе. Экономика монтажных и специальных строительных работ. № 10, 1986, 14—17.
3. Н. В. Меладзе, Т. А. Грдзелидзе. Гелиотехника, № 2, 1987, 82—84.
4. Л. Г. Мельник. Экономические науки, № 2, 1983 58—63.
5. К. Г. Гофман. Экономическая оценка природных ресурсов в условиях социалистической экономики. М., 1977.
6. Временная типовая методика определения экономической эффективности осуществления природоохранных мероприятий и оценка экономического ущерба, причиняемого народному хозяйству загрязнением окружающей среды. М., 1986.
7. Руководство по расчету количества и удельных показателей выбросов вредных веществ в атмосферу. М., 1982.



А. Н. АБУРДЖАНИЯ, Т. П. ВЕКУА, Е. Д. ГАБУНИЯ, Л. Ф. СИГУА,
Т. Г. МУСЕЛИАНИ, Г. А. НИКУРАДZE

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДВУХОБОМОТОЧНОГО ТРЕХФАЗНОГО ТРАНСФОРМАТОРА С ДВУСТОРОННИМ ПИТАНИЕМ

(Представлено членом-корреспондентом Академии З. Е. Круашвили 15.6.1988)

Для исследования установившихся и переходных электромагнитных процессов двухобмоточного трехфазного трансформатора с двусторонним питанием с помощью современных вычислительных машин предлагается соответствующая однозначная математическая модель, которая составляется с учетом следующих известных положений: 1. Взаимная индуктивность положительна (отрицательна), когда векторы магнитной индукции самоиндукции и взаимной индукции контуров совпадают (не совпадают) по направлению. 2. Э. д. с. взаимной индукции в контуре и вызвавшее ее приращение вектора магнитной индукции через поверхность этого контура: а) при положительной взаимной индуктивности связаны левым винтом [1, 2] (рис. 1) и э. д. с. взаимной индукции выражаются как

$$e_{km} = -L_{km} \frac{di_m}{dt}; \quad e_{mk} = -L_{mk} \frac{di_k}{dt}; \quad (1)$$

б) при отрицательной взаимной индукции э. д. с. взаимной индукции и вызвавшее ее приращение вектора магнитной индукции связаны правым винтом (рис. 2) и э. д. с. взаимной индукции выражаются как

$$e_{qp} = L_{qp} \frac{di_p}{dt}, \quad e = L_{pq} \frac{di_q}{dt}. \quad (2)$$

В отличие от двухобмоточного трехфазного трансформатора, включенного между источником и приемником энергии с целью повышения или понижения напряжения, когда энергия передается в одну сторону — от источника к приемнику [3], при двустороннем питании, когда трансформатор включен между двумя системами энергоснабжения с целью автоматической балансировки генерируемых и потребляемых мощностей, возможны следующие режимы работы:

1. Режим равновесия, когда фазные напряжения двух систем энергоснабжения равны между собой:

$$u_1 = u'_1, \quad u_3 = u'_3, \quad u_5 = u'_5. \quad (3)$$

При этом приложенные к обмоткам напряжения уравниваются э. д. с. взаимной индукции, в результате чего их токи практически равны нулю, отсутствуют магнитные потоки в магнитопроводе, отсутствует передача энергии от одной системы энергоснабжения к другой.

2. Режим передачи энергии от системы u_1, u_3, u_5 к системе u'_1, u'_3, u'_5 . При этом имеем соотношения напряжения:

$$u_1 > u'_1, \quad u_3 > u'_3, \quad u_5 > u'_5. \quad (4)$$

Положительные направления напряжений, токов и магнитных потоков указаны на рис. 3.



Полагая, что числа витков обмоток равны и рассеивание отсутствует, индуктивности и взаимные индуктивности выражаются как

$$L_{11}=L_{22}=L_{55}=L_{66}=-L_{12}=-L_{56},$$

$$L_{33}=L_{44}=-L_{34}; \quad -L_{13}=L_{14}=L_{23}=-L_{24}=-L_{53}=L_{54}=L_{63}=-L_{64}. \quad (5)$$

Для результирующих магнитных потоков стержней магнитопровода получим выражения

$$\Phi_1 = -\Phi_2 = L_{11}(i_1 - i_2) + L_{13}(i_4 - i_3) + L_{15}(i_6 - i_5),$$

$$\Phi_3 = -\Phi_4 = L_{33}(i_3 - i_4) + L_{13}(i_2 - i_1) + L_{15}(i_6 - i_5),$$

$$\Phi_5 = -\Phi_6 = L_{11}(i_5 - i_6) + L_{15}(i_2 - i_1) + L_{13}(i_4 - i_3). \quad (6)$$

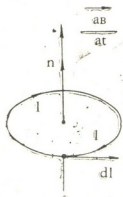


Рис. 1

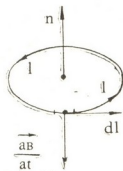


Рис. 2

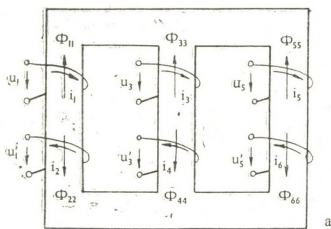
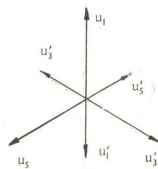
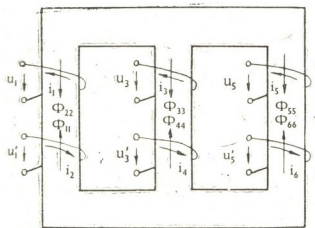


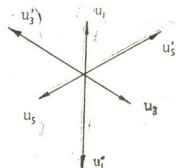
Рис. 3



б



а



б

Рис. 4

Согласно законам электромагнитной индукции и равновесия сумм э. д. с. и напряжений, уравнения трансформатора выражаются как

$$\begin{aligned}
 u_1 &= r_1 i_1 + \frac{d\Phi_1}{dt}, & u_3 &= r_3 i_3 + \frac{d\Phi_3}{dt}, & u_5 &= r_5 i_5 + \frac{d\Phi_5}{dt}, \\
 -u'_1 &= r_2 i_2 + \frac{d\Phi_2}{dt}, & -u'_3 &= r_4 i_4 + \frac{d\Phi_4}{dt}, & -u'_5 &= r_6 i_6 + \frac{d\Phi_6}{dt}.
 \end{aligned} \quad (7)$$

При этом полагаем, что направление обхода контуров совпадает с направлением их токов, а направление нормалей поверхностей, ограниченных контурами, — с направлением их векторов магнитной индукции самоиндукции.

Из (7) с учетом (6) матрица индуктивностей определяется как

$$\begin{bmatrix}
 L_{11} - L_{12} - L_{13} & L_{14} - L_{15} & L_{16} \\
 -L_{21} & L_{22} & L_{23} - L_{24} & L_{25} - L_{26} \\
 -L_{31} & L_{32} & L_{33} - L_{34} - L_{35} & L_{36} \\
 +L_{41} - L_{42} - L_{43} & L_{44} & L_{45} - L_{46} \\
 -L_{51} & L_{52} - L_{53} & L_{54} & L_{55} - L_{56} \\
 L_{61} - L_{62} & L_{63} - L_{64} - L_{65} & L_{66}
 \end{bmatrix}. \quad (8)$$

3. Режим передачи энергии от системы u'_1, u'_3, u'_5 к системе u_1, u_3, u_5 (рис. 4). При этом имеем неравенства

$$u_1 < u'_1, \quad u_3 < u'_3, \quad u_5 < u'_5. \quad (9)$$

Магнитные потоки определяются как

$$\begin{aligned}
 \Phi_2 &= -\Phi_1 = L_{11}(i_2 - i_1) + L_{13}(i_3 - i_4) + L_{15}(i_5 - i_6), \\
 \Phi_4 &= -\Phi_3 = L_{33}(i_4 - i_3) + L_{13}(i_1 - i_2) + L_{35}(i_5 - i_6), \\
 \Phi_6 &= -\Phi_5 = L_{11}(i_6 - i_5) + L_{35}(i_3 - i_4) + L_{15}(i_1 - i_2),
 \end{aligned} \quad (10)$$

Уравнения равновесия выражаются как

$$\begin{aligned}
 -u_1 &= r_1 i_1 + \frac{d\Phi_1}{dt}; & -u_3 &= r_3 i_3 + \frac{d\Phi_3}{dt}; & -u_5 &= r_5 i_5 + \frac{d\Phi_5}{dt}, \\
 u'_1 &= r_6 i_6 + \frac{d\Phi_2}{dt}; & u'_3 &= r_4 i_4 + \frac{d\Phi_4}{dt}; & u'_5 &= r_6 i_6 + \frac{d\Phi_6}{dt}.
 \end{aligned} \quad (11)$$

Матрицу индуктивностей можно представить в следующем виде:

$$\begin{bmatrix}
 L_{11} - L_{12} - L_{13} & L_{14} - L_{15} & L_{16} \\
 -L_{21} & L_{22} & L_{23} - L_{24} & L_{25} - L_{26} \\
 -L_{31} & L_{32} & L_{33} - L_{34} - L_{35} & L_{36} \\
 +L_{41} - L_{42} - L_{43} & L_{44} & L_{45} - L_{46} \\
 -L_{51} & L_{52} - L_{53} & L_{54} & L_{55} - L_{56} \\
 L_{61} - L_{62} & L_{63} - L_{64} - L_{65} & L_{66}
 \end{bmatrix}. \quad (12)$$

Таким образом, составлены однозначные математические модели двухобмоточного трехфазного трансформатора с двусторонним питанием для трех возможных режимов работы.

ა. აბურჯანია, თ. ვეკუა, ე. გაბუნია, ლ. სიგუა, თ. მუსელიანი,
 ზ. ნიკურაძე

ორმხრივი კვების ორგრაგნილს სამფაზა ტრანსფორმატორის
 მათემატიკური მოდელირება

რეზიუმე

დადგენილია ურთიერთინდუქციურობის ნიშნები, შედგენილია ინდუქციურობათა მატრიცა და გამოყვანილია წონასწორობის განტოლებები ორმხრივი კვების ორგრაგნილს სამფაზა ტრანსფორმატორისათვის მუშაობის ორ შესაძლო რეჟიმში.

ELECTROTECHNICS

A. N. ABURJANIA, T. P. VEKUA, E. D. GABUNIA, L. Ph. SIGUA,
 T. G. MUSELIANI, G. A. NIKURADZE

MATHEMATICAL MODELLING OF DOUBLE-WOUND THREE-PHASE
 TRANSFORMER WITH TWO-WAY FEEDING

Summary

Signs of mutual inductances are established, inductance matrices are formed and equilibrium equations are derived for three-phase transformers with two-way feeding in the three possible modes of operation.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. A. H. აბურჯანია. Сообщения АН ГССР, 112, № 1, 1983, 129—132.
2. A. H. აბურჯანია. Сообщения АН ГССР, 116, № 3, 1984, 576—580.
3. A. H. აბურჯანია, Г. Г. Буденный, Т. Г. Муселиани. Сообщения АН ГССР, 125, № 3, 1987, 605—608.



ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

Е. Е. КАПАНАДЗЕ

СОДЕРЖАНИЕ СВОБОДНЫХ АМИНОКИСЛОТ В ПОБЕГАХ
У КРИПТОМЕРИИ ЯПОНСКОЙ В СВЯЗИ С ПЕРЕЗИМОВКОЙ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. Н. Гигаური 15.12.1988)

Как известно, аминокислоты являются основной частью протоплазмических белков.

Под обменом веществ можно понимать как обмен между средой (внешний обмен веществ), так и транспорт и превращение веществ в организме (внутренний обмен) промежуточный обмен [1].

Состав белков содержит 20 аминокислот и два амида аспаргина и глутамина. У разных видов растений обнаружено более 100 различных аминокислот. Накопление свободных аминокислот наблюдалось при недостаточном питании растений калием, серой, кальцием, магнием и другими микроэлементами.

Значение свободных аминокислот в отношении морозостойкости растений в современной литературе освещено по-разному.

Многие исследователи изучали содержание свободных аминокислот в растениях в состоянии покоя и во время выхода из него. Так, Е. З. Окнина и Т. И. Пустовойтова [2] указывают на снижение количества свободных аминокислот в почках плодовых растений в состоянии покоя и увеличение их числа и количества во время выхода растений из состояния покоя. В [3] отмечено, что в почках морозостойких сортов плодовых растений в период покоя в зимнее время наблюдается накопление аминокислот (особенно пролина), что свидетельствует о их защитной роли.

Накопление свободных аминокислот в побегах черемухи к началу периода глубокого покоя, за исключением аминокислоты пролина, обнаружено также К. А. Сергеевой [4].

Прямая связь между содержанием свободных аминокислот (особенно пролина) и морозостойкостью плодовых растений установлено О. И. Романовской [5]. На увеличение таких аминокислот, как аланин, валин, глутамин и аспарагин, зимой указывают Д. Ф. Проценко и др. [6].

Некоторые исследователи указывают, что зимой содержание свободных аминокислот у морозостойких сортов значительно уменьшается, а у неморозостойких возрастает. Наблюдая уменьшение числа свободных аминокислот в побегах плодовых растений в ноябре и декабре, О. И. Романовская [7] указывает, что чем меньше свободных аминокислот в клетках, тем выше их морозостойкость.

Уменьшение числа свободных аминокислот в альпийских растениях зимой наблюдали и мы [8].

Динамика накопления свободных аминокислот изучена нами в побегах японской криптомерии (*Cryptomeria japonica* Don).

Криптомерия японская представляет большой интерес для декоративного садоводства, лесоразведения (растет быстро и дает ценную древесину) и создания ветрозащитных лесных полос на чайных и цитрусовых плантациях Западной Грузии.



Состав свободных аминокислот в 1—2-летних побегах японской криптомерии изучали по методу нисходящей хроматографии на бумаге ленинградской медленной.

Качественный и количественный состав аминокислот в клетках растений при их жизнедеятельности не остаются постоянными.

В результате анализа собранных материалов выяснилось, что количественный состав свободных аминокислот в тканях 1—2-летних побегов криптомерии японской изменяется мало.

В побегах нами обнаружены 8 форм аминокислот: цистейн, глутаминовая кислота, аспарагин, норлейцин, серин, аргинин, пролин, валин (табл. 1). Сравнительно большой концентрацией характеризуются аминокислоты серин, аргинин и валин.

Таблица 1

Содержание свободных аминокислот в побегах у криптомерии японской

М е с я ц ы			
III	IV	VII	IX
Глутамин. к-та Аспарагин Норлейцин Серин Аргинин Пролин Валин	Глутамин. к-та Аспарагин Норлейцин Серин Аргинин Пролин Валин	Глутамин. к-та Норлейцин Серин Аргинин Пролин	Цистейн Глутамин. к-та Норлейцин Серин Аргинин Пролин Валин
X	XII	I	II
Цистейн Глутамин. к-та Норлейцин Серин Аргинин Пролин Валин	Глутамин. к-та Аспарагин Норлейцин Серин Аргинин Пролин Валин	Глутамин. к-та Аспарагин Норлейцин Серин Аргинин Пролин Валин	Глутамин. к-та Аспарагин Норлейцин Серин Аргинин Пролин Валин

Весной с началом вегетации и летом возрастает количество серина до 4-х баллов, а зимой он уменьшается до 3-х баллов (табл. 2).

Таблица 2

Динамика содержания свободных аминокислот в побегах у криптомерии японской (в баллах)

Аминокислоты	М е с я ц ы							
	III	IV	VII	IX	X	XII	I	II
Цистейн	—	—	—	1	1			
Аспарагин	1	1	—	—	—	2	1	1
Аргинин	2	2	2	3	2	3	3	3
Глутамин. к-та	1	2	2	3	3	2	2	2
Норлейцин	3	2	3	—	—	1	2	2
Серин	2	4	4	4	4	3	3	3
Пролин	+	+	+	+	+	+	+	+
Валин	1	1		4	4	2	1	1
Всего	7	7	5	6	6	7	7	7

Содержание аргинина весной и летом было равно 2-м баллам, а осенью и зимой увеличивалось до 3-х баллов. Количество валина осенью достигает 4-х баллов, а зимой падает до 1—2 баллов.

Остальные виды аминокислот — цистеин, аспарагин, глутаминовая кислота, норлейцин, пролин — встречаются в небольшом количестве (1—2 балла).

Аминокислота пролин, которая накапливается обычно зимой у более зимостойких пород, в побегах криптомерии японской обнаруживается в течение всего года, хотя в небольшом количестве.

Таким образом, в побегах криптомерии японской общее количество аминокислот и их состав меняется в зависимости от интенсивности вегетации и состояния покоя. Летом и осенью их число уменьшается до 5 аминокислот, а зимой увеличивается до 7.

Институт горного лесоводства

(Поступило 16.12.1988)

გენერალთა ფიზიოლოგია

ბ. კაპანაძე

თავისუფალი ამინომჟავების შემცველობა იაკონურ
 კრიპტომერიის მრტ-მრწლიან ყლორტებში გაღაზამთრებასთან
 დაკავშირებით

რეზიუმე

ქრომატოგრაფიის მეთოდით შესწავლილია თავისუფალი ამინომჟავების შემცველობა იაკონური კრიპტომერიის ყლორტებში.

აღმოჩნდა, რომ კრიპტომერიის 1—წლიანი ტოტები შეიცავენ 8 დასახელების ამინომჟავას: ცისტეინი, გლუტამინის მჟავა, ასპარგინი ნორლეიცინი, სერინი, არგინინი პროლინი, ვალინი. აქედან შედარებით მაღალი კონცენტრაციით აღინიშნა: სერინი, არგინინი და ვალინი. მათი რიცხვი და შემადგენლობა იცვლება წლის განმავლობაში.

გაზაფხულზე და ზამთარში ამინომჟავების რაოდენობა იმატებს, ხოლო ზაფხულსა და შემოდგომაზე მცირდება.

PLANT PHYSIOLOGY

E. E. KAPANADZE

THE CONTENT OF FREE AMINO ACIDS IN THE SHOOTS OF
CRYPTOMERIA JAPONICA IN CONNECTION WITH HIBERNATION

Summary

The content of free amino acids in the shoots of *Cryptomeria japonica* was studied by the chromatographic method. It was found that one-two-year-old shoots consisted of 8 types of amino acids: cysteine, glutaminic acid, asparagine, norleucine, serine, arginine, proline, valine, of which serine, arginine and valine were marked with relatively high concentrations. The number of amino acids changes during a year, in spring and in winter it increases, whereas in summer and in autumn it goes down. The presence of proline indicates that the species under consideration is frost-resistant.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Э. Лимберт. Физиология растений. М., 1976.
2. Е. З. Окнина и Т. Н. Пустовойтова. Тезисы докл. конф. «Пути и методы повышения стойкости акклиматизированных растений», 34. М., 1962.
3. Л. И. Сергеев, К. А. Сергеева, В. И. Мельников. Морфо-физиологическая периодичность и зимостойкость древесных растений. Уфа, 1961.
4. К. А. Сергеева. Физиологические и биохимические основы зимостойкости растений. М., 1971.
5. О. И. Романовская. 1-я биохимическая конференция прибалтийских республик. Тарту, 1961, 118—119.
6. Д. Ф. Проценко, Е. А. Рубанюк. Рост и устойчивость растений, вып. 3. Киев, 1967.
7. О. И. Романовская. Сб. «Физиология устойчивости растений». М., 1963, 228—292.
8. Е. Е. Канадзе. Сообщения АН ГССР, 100, № 2. 1980.



УДК 612.826.1

ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

Н. А. ХИЗАНИШВИЛИ, З. И. НАНОБАШВИЛИ

ЭФФЕКТЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО РАЗДРАЖЕНИЯ
МЕЗЕНЦЕФАЛИЧЕСКОЙ РЕТИКУЛЯРНОЙ ФОРМАЦИИ
НА АКТИВНОСТЬ НЕЙРОНОВ РЕТИКУЛЯРНОГО ЯДРА
ТАЛАМУСА КОШКИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии С. П. Нарикашели 20.1.1988)

Внутриклеточной регистрацией активности нейронов неокортекса и таламических ядер было выявлено, что электроэнцефалографическая десинхронизация, вызванная высокочастотным раздражением мезенцефалической ретикулярной формации (МРФ) вместе с облегчением передачи афферентных импульсов, вызывает ослабление тормозных постсинаптических потенциалов регистрируемых нейронов [1, 2]. Исходя из того факта, что ретикулярное ядро таламуса (РЯ) может оказывать тормозное влияние на другие таламические ядра [3—5], нами [6], а также другими исследователями было показано, что [7] активирование МРФ блокирует активность большинства нейронов РЯ. Более того, результаты наших недавних исследований [6] говорят о том, что раздражение РЯ также оказывает угнетающее действие на активность нейронов МРФ. Иначе говоря, между этими структурами существуют антагонистические отношения.

В настоящем сообщении представлены результаты дальнейшего изучения эффектов раздражения МРФ и возможные пути его действия на активность нейронов РЯ.

Опыты проводились на обездвиженных (д-тубокураринном) кошках в условиях острого эксперимента. Предварительная операция (трахеотомия, двусторонний пневмоторакс, вживление раздражающих bipolarных электродов) производилась под эфирным наркозом. Раздражение МРФ, а также отведение активностей нейронов РЯ микроэлектродами были описаны ранее [6]. В контрольных опытах активность нейронов РЯ регистрировалась методом, предложенным другими авторами [8]. В некоторых опытах производилось функциональное выключение (путем охлаждения хлорэтилом) фронтальной коры обоих больших полушарий головного мозга. После завершения опытов, вслед за фиксацией мозга, на фронтальных срезах определялось местонахождение изолированных кончиков раздражающих электродов.

Как и в предыдущих наших исследованиях [6], раздражение МРФ вызывало блокирование активности большинства нейронов РЯ. Однако следует отметить, что такие реакции нейронов РЯ наступают при умеренных силах раздражения МРФ. С повышением параметров стимуляции характер ответных реакций нейронов РЯ качественно меняется — вместо угнетения происходит активирование (68% из 45 зарегистрированных нейронов). Так, на рис. 1 видно, что асинхронные спонтанные разряды регистрируемого нейрона РЯ (А) блокируются полностью при относительно слабом раздражении МРФ (Б). С увеличением силы раздражения происходит явное активирование нейрона РЯ (В), который генерирует более мощные спайковые разряды при дальнейшем увеличении параметров раздражения МРФ (Г). Однако в РЯ встречаются нейроны, в которых угнетение активности тем глубже и длительнее, чем сильнее раздражение МРФ (15% из 45 нейронов).



В одной серии наших опытов, наряду с реакциями нейронов РЯ, исследовались изменения суммарной электрической активности неокортекса при раздражении МРФ. На рис. 2, А, Б видно, что регистрируемый нейрон РЯ на фоне относительной синхронизации электроэнцефалограммы генерирует высокочастотные групповые разряды.

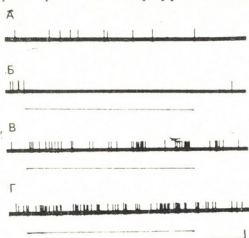


Рис. 1. Влияние раздражения (Б — 1 в, продолжительность импульса — 0,3 мсек, частота — 100 в сек, В — 4 в, Г — 10 в) МРФ (горизонтальные линии под кривыми) на спонтанную (А) активность нейрона РЯ. Калибровка — 500 мсек, 250 мкв

Раздражение МРФ, наряду с некоторой десинхронизацией электрической активности неокортекса, вызывает устранение групповых разрядов нейрона РЯ — в это время возникают редкие асинхронные одиночные пиковые потенциалы. С увеличением параметров стимуляции

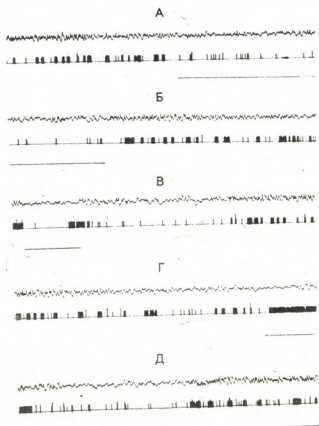


Рис. 2. Влияние раздражения (А, Б — 1,5 в, 0,3 мсек, 100 в сек, В — 5 в, Г — 12 в) МРФ на активность нейрона РЯ. Верхняя кривая — суммарная электрическая активность сенсорной коры больших полушарий. Калибровка — 1 сек, 250 мкв

МРФ (В, Г), наряду с более сильной десинхронизацией электроэнцефалограммы, происходит полное угнетение активности нейрона РЯ (В). Однако до выключения раздражения МРФ, когда на электро-

энцефалограмме еще регистрируются низкочастотные быстрые волны, происходит некоторое активирование нейрона РЯ — угнетение сменяется облегчением (В). Это облегчение хорошо проявляется при дальнейшем увеличении силы раздражения МРФ. Хорошо видно (рис. 2,Г), что в это время на фоне десинхронизации электрической активности неокортекса после кратковременной фазы угнетения активность нейрона РЯ сильно облегчается как во время, так и после выключения раздражения МРФ (Д).

Очевидно, первичным эффектом раздражения МРФ является угнетение активности нейронов РЯ. Вторичное же облегчение активности нейронов РЯ (при сильных раздражениях МРФ), возможно, происходит через неокортекс. Такое допущение становится очевидным, если учитывать данные некоторых авторов о том, что раздражение неокортекса является весьма эффективным для активирования нейронов РЯ [9—12].



Рис. 3. Эффекты стимуляции (Б—1 в, 0,3 мсек, 100 в сек, В—3 в, Г, Е—4 в) МРФ-линии под кривыми на активность нейрона РЯ до (Б, Г) и после (Д) функционального выключения сенсорной коры обоих полушарий головного мозга. Калибровка—500 мсек, 30 мв

Для проверки вышесказанного предположения специально изучалось влияние функционального выключения неокортекса на эффекты раздражения МРФ. На рис. 3 видно, что регистрируемый нейрон РЯ спонтанно разряжается асинхронными пиковыми потенциалами (А). Умеренные раздражения МРФ вызывают угнетение (Б) спонтанной активности регистрируемого нейрона РЯ. При относительно сильных раздражениях МРФ после начального угнетения происходит активирование нейрона РЯ (В, Г). Через 30—60 сек после охлаждения неокортекса такое же сильное (как в случай В и Г) раздражение МРФ уже не вызывает вторичного облегчения активности нейрона РЯ — разряды блокируются на всем протяжении раздражения МРФ (Д). Через некоторое время (10—15 мин) после отмывания неокортекса теплым физиологическим раствором (Е) происходит восстановление ответных реакций нейрона РЯ, которые наблюдались при сильных раздражениях МРФ.

Академия наук Грузинской ССР
Институт физиологии
им. И. С. Бериташвили

(Поступило 25.2.1988)

ნ. ხიზანიშვილი, ზ. ნანობაშვილი

მეზენცეფალური ბაღებრივი ფორმაციის ელექტრული გაღიზიანების
 ეფექტები კატის თალამუსის რეტიკულური ბირთვის აქტივობაზე

რეზიუმე

მეზენცეფალური ბაღებრივი ფორმაციის (მბფ) შედარებით სუსტი გაღი-
 ზიანება იწვევს თალამუსის რეტიკულური ბირთვის (თრბ) ნეირონების აქტი-
 ვობის დათრგუნვას, ხოლო მბფ-ის ძლიერი გაღიზიანებისას თრბ-ის ნეირო-
 ნების აქტივობა გაადვილებულია. ფრონტალური ქერქის ფუნქციური გამო-
 თიშვის შემდეგ მბფ-ის გაღიზიანება იწვევს თრბ-ის ნეირონების აქტივობის
 მხოლოდ დათრგუნვას.

HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY

N. A. KHIZANISHVILI, Z. I. NANOBASHVILI

 EFFECTS OF ELECTRICAL STIMULATION ON THE MESENCEPHALIC
 RETICULAR FORMATION ON THE UNIT ACTIVITY OF THE
 THALAMIC RETICULAR NUCLEUS IN CATS

Summary

The stimulation of the mesencephalic reticular formation (MRF) with
 rather weak intensity evokes suppression of the spontaneous activity of the
 thalamic reticular nucleus neurons. The strong stimulation of the MRF evokes
 facilitation of the unit activity of the thalamic reticular nucleus. After
 the functional exclusion of the frontal cortex the stimulation of the
 MRF results only in suppression of the unit activity of the thalamic reticular
 nucleus.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. D. P. Purpura, R. I. Shofer. *J. Neurophysiol.*, 26, 1963, 494-505.
2. W. Singer, U. Drager. *Brain Res.*, 41, № 1, 1972, 214-220.
3. I. Sumitomo, M. Nakamura, K. Iwama. *Exp. Neurol.*, 51, № 1, 1976, 110-123.
4. T. L. Frigiesi. *Brain Res.*, 48, № 1, 1972, 157-172.
5. A. Shosaku, I. Sumitomo. *Exp. Brain Res.*, 49, № 3, 1983, 432-442.
6. ზ. ი. ნანობაშვილი, ნ. ა. ხიზანიშვილი. *Сообщения АН ГССР*, 121, № 3, 1986, 613-616.
7. R. Dingleline, J. Kelly. *J. Physiol.*, 271, № 1, 1977, 335-356.
8. М. Я. Волошин. *Нейрофизиология*, 6, № 5, 1974, 472-480.
9. A. Angel. *J. Physiol.*, 171, № 1, 1964, 42-60.
10. S. Schlag, M. Waszak. *Exp. Neurol.*, 42, № 3, 1972, 514-520.
11. M. Steriade, W. J. Izinski. *Brain Res.*, 42, № 3, 1972, 514-520.
12. G. Ahlsen, S. Lindstrom. *Brain Res.*, 236, № 2, 1982, 477-481.



Э. А. РАПАВА, Г. И. АЛЕКСИДЗЕ, Л. В. КЛКЕНАДЗЕ, Н. Г. АЛЕКСИДЗЕ

ВЫДЕЛЕНИЕ И ЧАСТИЧНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА БЕЛКА ИЗ СЕМЯН ГРУЗИНСКОГО СОРТА ФАСОЛИ С АГГЛЮТИНИРУЮЩЕЙ И МИТОГЕННОЙ АКТИВНОСТЯМИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Д. И. Джодадзе 17.3.1988)

Белки с особой специфичностью к углеводам — лектины находят широкое применение в биологии, сельском хозяйстве и биотехнологии. Намечается перспектива их практического применения и в медицине [1]. В настоящее время лектины с митогенной активностью преимущественно закупаются за границей из-за отсутствия их отечественного производства.

Исходя из вышеизложенного мы предприняли поисковое исследование с целью изыскания новых источников белков с лектиновой и митогенной активностями. Особое внимание было обращено на семена грузинских сортов фасоли, практически до последнего времени не изученных. В качестве объекта исследовали семена грузинского сорта *Phaseolus vulgaris* L. var. *oblongo-ovatus* subvar. *ochroleucus vinoso-variegatus* A. Kob. Важно отметить, что большинство отечественных сортов фасоли не обладает агглютинирующей и митогенной активностями [2].

Семена фасоли гомогенизировали в 0,02 М К-фосфатном буфере (рН 7,4). Белковый экстракт фракционировали сульфатом аммония: 0—40; 40—80%. В надосадочных жидкостях — во фракциях белков при 0—40% от насыщения (LPM_{0-40}) и 40—80% от насыщения (LPM_{40-80}) определяли содержание белка [3] и гемагглютинирующую активность на трипсилизированных кроличьих эритроцитах [4].

С целью дальнейшей очистки лектина осадок белков фракции LPM_{40-80} ресуспендировали в 50 мМ калийфосфатном буфере (рН 7,4) и затем наносили (6,67 мг белка в объеме 200 мкл) на колонку (40×1 см) с биоге́лем Р-200.

Электрофорез проводили в присутствии додецилсульфата натрия (ДСН) в полиакриламидном геле (ПААГ) в условиях линейного градиента концентрации геля (3—25%) [4]. В пробу вносили по 10—50 мкг белка. В качестве стандартных белков использованы: фосфоорилаза ММ 94 кД; альбумин ММ 67 кД; овальбумин 43 кД; карбоангидраза ММ 30 кД; ингибитор трипсина ММ 20,1 кД; лактальбумин ММ 14,4 кД (рис. 1, D).

В первой серии опытов было показано, что грубый экстракт семян фасоли Subvar. *ochroleucus vinoso variegatus*, а также фракций LPM_{0-40} и LPM_{40-80} обладает гемагглютинирующей активностью, причем минимальное количество белка, вызывающее агглютинацию трипсилизированных эритроцитов, соответственно равно 1; 0,5 и 0,005 мкг на 200 мкл. Как выясняется, максимальное осаждение лектинов происходит при 40—80% от насыщения сульфатом аммония, что позволяет повысить удельную активность лектина в 200 раз по сравнению с грубым экстрактом.



С целью упрощения методики дальнейшей очистки и препаративного получения лектинов, учитывая термостабильность большинства растительных лектинов [2], мы подвергали белковые фракции термообработке. Инкубация фракции LPM_{40-80} при 45°C в течение 10 мин не привела к изменению ее активности, однако при более высокой

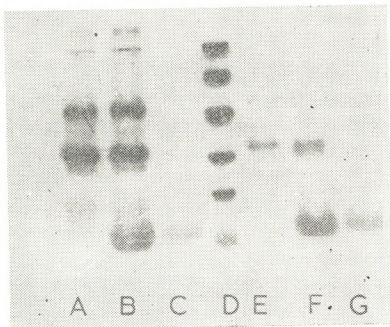


Рис. 1. Электрофорез в 3—25%-ном полиакриламидном геле в присутствии додецилсульфата натрия: А — фракция LPM_{40-80} ; В — фракция LPM_{40-80} в присутствии трипсинизированных кроличьих эритроцитов; С — трипсинизированные кроличьи эритроциты; D — стандартные белки; Е — колоночная фракция Ф19; F — колоночная фракция Ф19 плюс эритроциты без предварительного центрифугирования; G — колоночная фракция Ф19 плюс эритроциты после предварительного центрифугирования

температуре (75°C , 10 мин) активность падала в 1,5 раза (таблица). При кипячении экстракта на водяной бане в течение 3 мин лектиновая активность полностью исчезала (таблица). К сожалению, термообработка для частичной очистки лектинов семян использованного нами сорта фасоли в связи с отсутствием устойчивости к высокой температуре не оказалась перспективной.

Согласно данным электрофореза в ПААГ (рис. 1,А), фракция LPM_{40-80} все еще содержит примеси белков, так что требовалась ее дальнейшая очистка. С этой целью был применен метод гель-фильтрации (рис. 2). Всего было получено 77 колоночных фракций. Из них максимальной агглютинирующей активностью характеризовалась фракция Ф19.

Эта фракция, а также фракция LPM_{40-80} были подвержены электрофорезу в ПААГ до и после обработки трипсинизированными кроличьими эритроцитами.

Как видно из электрофореграммы (рис. 1), колоночная фракция Ф19 представлена всего лишь одной полосой (рис. 1,Е), тогда как во фракции LPM_{40-80} , т. е. до гель-фильтрации, количество полос значительно больше (рис. 1,А). После обработки фракции Ф19 трипсинизированными кроличьими эритроцитами и при последующем центрифугировании с целью удаления комплекса лектин-рецептор на электро-



фореграмме центрифугата не удается обнаружить лектиновой фракции в результате связывания ее с рецепторами эритроцитов (рис. 1, G). Однако при электрофорезе смеси лектина и эритроцитов без центрифугирования в среде электрофореза происходит распад на отдельные компоненты и вновь появляются лектин и белки эритроцитов (рис. 1, F).

Агглютинирующая активность белковых фракций из семян
грузинского сорта фасоли

Экстракт семян	2	1	0,5	0,25	0,125	0,062	0,031
Фракция LPM ₀₋₄₀	2	1	0,5	0,25	0,125	0,062	0,031
Фракция LPM ₄₀₋₈₀	0,16	0,08	0,04	0,02	0,01	0,005	0,0025
Фракция LPM ₄₀₋₈₀ после термообработки 45°C, 10	0,16	0,08	0,04	0,02	0,01	0,005	0,0025
Фракция LPM ₄₀₋₈₀ после термообработки 75°C, 10	0,356	0,128	0,064	0,032			
Фракция LPM ₄₀₋₈₀ после термообработки 100°C, 3	0,16						
Фракция Ф19	0,0512	0,0256	0,0128	0,0064	0,0032	0,0016	0,0008

Примечание: цифры—концентрация белка в мкг/200 мкл. Точками обозначено отсутствие гемагглютинации, кружками—агглютинация.

Из рис. 1 видно также, что молекулярная масса лектина, мигрирующего в виде одной полосы, соответствует белку с ММ 33 кД.

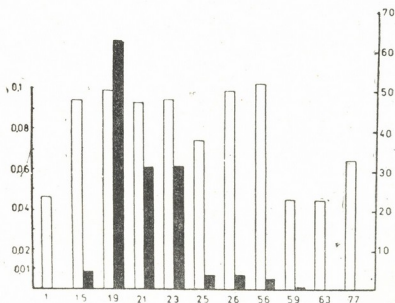


Рис. 2. Содержание белков (белые столбики) и гемагглютинирующая активность (черные столбики) разных колоночных белковых фракций LPM₄₀₋₈₀. Биогель Р-200. По абсциссе—колоночные фракции (Ф). По ординате (справа)—коэффициент относительной гемагглютинации. Активность лектина выражена в условных единицах (0,1—минимальная концентрация белка, вызывающая агглютинацию). Слева—оптическая плотность— ΔE_{280} .



Убедившись в относительной чистоте и биологической активности лектинового препарата, мы апробировали его способность бласттрансформации малых лимфоцитов периферической крови человека. По имеющимся в литературе данным, среди препаратов лектинов, полученных из разных сортов фасоли, имеются и сильные митогены и полностью митогеннонеактивные образцы [4].

Опыты, проведенные на кафедре генетики Тбилисского государственного университета, а также в Институте морфологии АН ГССР, показали, что препарат в концентрации 80—100 мкг/мл вызывает интенсивное деление лимфоцитов с наивысшим содержанием метафазных клеток, что по активности не уступает митогенным препаратам лектинов общеизвестных фирм. Хранение лектина в растворе при низкой температуре (-20°) в течение 4 месяцев не оказывает существенного влияния на митогенную активность.

Таким образом, лектин из семян грузинского сорта *Phaseolus vulgaris oblongo-ovatus subvar. ochroleucus vinoso-variegatus* A. Kob. обладает высокой митогенной активностью и представляется возможным его использование в практике.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 7.4.1988)

ბიოქიმიკა

მ. რაპავა, ბ. ალექსიძე, ლ. კეკენაძე, ნ. ალექსიძე

ქართული ჯიშის ლობიოდან ავლუტინაციისა და მიტოგენური აქტივობის მქონე ცილის გამოყოფა და ნაწილობრივი დახასიათება

რეზიუმე

ჩვეულებრივ ლობოს *Phaseolus vulgaris* L. ქართული ჯიშის *var. oblongo-ovatus subvar. ochroleucus vinoso-variegatus* A. Kob. თესლიდან გამოყოფილია ლექტინი მაღალი ავლუტინაციური და მიტოგენური აქტივობით. მოლეკულური მასა შეადგენს 33 კდალტონს.

BIOCHEMISTRY

E. A. RAPAUA, G. I. ALEKSIDZE, L. V. KEKENADZE, N. G. ALEKSIDZE

ISOLATION AND CHARACTERIZATION OF PROTEIN WITH
AGGLUTINATING AND MITOGENIC ACTIVITY FROM THE
SEEDS OF A GEORGIAN SPECIES OF BEAN

Summary

An attempt has been made to isolate and purify lectin from the seeds of *Phaseolus vulgaris* L. *var. oblongo-ovatus subvar. ochroleucus vinoso-variegatus* A. Kob.

The preparation was shown to be characterized by high agglutinating ($0,005\mu\text{g}/100\mu\text{l}$) and mitogenic activity. After gel-filtration with biogel P-200 lectin corresponds to the protein with the molecular weight of 33kDa.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Sharon Nathan. FEBS Letters, 217, 2, 1987, 145-157.
2. Н. П. Королев. Итоги науки и техники, 1, 1984.
3. O. H. Lowry *et al.* J. Biol. Chem., 193, 1951, 265-275.
4. М. Д. Луцки, Е. Н. Панасюк, А. Д. Луцки. Лектины. Львов, 1981.
5. U. K. Laemly. Nature, 227, 1970, 25-28.



МИКРОБИОЛОГИЯ И ВИРУСОЛОГИЯ

Г. Н. ХЕЧИНАШВИЛИ, И. В. КРАСИЛЬНИКОВ, Т. Т. БЕГИШВИЛИ,
 А. Л. ЛЮЗНЕР

ОПРЕДЕЛЕНИЕ АНТИГЕНОВ ВИРУСА ГРИППА В
 СЫВОРОТКАХ БОЛЬНЫХ БРОНХИАЛЬНОЙ АСТМОЙ
 МЕТОДОМ ИММУНОФЕРМЕНТНОГО АНАЛИЗА

(Представлено членом-корреспондентом Академии В. И. Бахуташвили 10.5.1988)

В связи с тем, что грипп и другие острые респираторные вирусные инфекции являются не только одной из основных причин усугубления клинического течения бронхиальной астмы (БА) [1, 2], но и ведущими этиологическими факторами в формировании и развитии последней [3], исследованиям иммунологических особенностей БА на фоне гриппа в последнее время придается первостепенное значение [4—9].

Данное исследование посвящено изучению элиминирующих способностей иммунной системы больных бронхиальной астмой антигенов вируса гриппа, разработанным нами способом определения вирусных антигенов в сыворотке крови, принцип которого заключается в следующем: антиген вируса гриппа, находившийся в сыворотке, осаждается полиэтиленгликолем, инкубируется с тиоцианатом калия для нарушения активных связей антител с антигеном. Освобождается от сывороточных факторов жидкостной гельпроникающей хроматографией и сорбируется на полистироловых планшетах. Этот антиген реагирует со специфической кроличьей противовирусной сывороткой, образуя на твердой фазе комплекс. При добавлении к этому комплексу конъюгата козьей антикроличьей сыворотки, меченой пероксидазой хрена, образуется трехкомпонентный комплекс антиген-противовирусное антитело-конъюгат, количество которого определяется по ферментативной активности пероксидазы, регистрируемое спектрофотометрически. В качестве контроля применяются сыворотки практически здоровых лиц. Реакция считается положительной в тех случаях, когда оптическая плотность исследуемого образца в два и более раза превышает оптическую плотность контрольного образца.

Обследованы сыворотки 58 больных atopической и 52 неatopической бронхиальной астмой (АБА, НАБА). В 20 случаях atopической и 25 неatopической астмы комплексом вирусологических методов исследования диагностирована гриппозная инфекция, обусловленная вирусом типа А(Н3N2). Сыворотки больных, у которых был диагностирован грипп, исследованы в динамике.

В результате проведенных исследований установлено, что антиген вируса гриппа у больных бронхиальной астмой и лиц, страдающих гриппозным ОРЗ, может быть обнаружен в сыворотках крови как в острый период инфекции, так и после перенесения последней (табл. 1). Можно предположить, что выявляемый вирусный антиген находится в прочной связи с рядом сывороточных факторов. Не исключено, что он входит в состав циркулирующих иммунных комплексов, так как предварительные исследования показали, что последний доступный (определяемый) для иммуноферментного анализа оказывался только после предварительной обработки сывороток 3М тиоцианатом калия проведения жидкостной гельпроникающей хроматографии на пористом кремнеземе МПС-100/П [10].

Определение антигенов вируса гриппа А(Н3N2) у больных бронхиальной астмой и
гриппозной инфекцией

Клинические группы	n	Сроки гриппозной инфекции, дни				Статистическая достоверность
		I—III (1)	V—VII (2)	X—XV (3)	XXX (4)	
I АБА + Грипп	20	11	8	3	—	I_1-I_2 $P > 0,05$ I_3-I_1 $< 0,01$ I_3-I_2 $> 0,05$
II АБА без гриппа	38	1	—	—	—	II—IV $> 0,05$
III НАБА + Грипп	25	15	13	11	6	III_1-III_2 $> 0,05$ III_4-III_1 $P < 0,01$ III_2-III_1 $> 0,05$ III_4-III_2 $< 0,05$ III_3-III_2 $> 0,05$ III_4-III_3 $< 0,05$
IV НАБА без гриппа	27	—	—	—	—	IV—II $> 0,05$
Грипп А	25	10	5	1	—	$Гр_1-Гр_2$ $> 0,05$ $Гр_2-Гр_1$ $< 0,01$ $Гр_2-Гр_2$ $> 0,05$
Доноры	25	1	—	—	—	D—II $> 0,05$ D—IV $> 0,05$
Статистическая достоверность		$D-Гр_1$ $P < 0,01$ $D-I_1$ $< 0,01$ $D-III_1$ $< 0,01$ $Гр_1-I_1$ $> 0,05$ $Гр_1-III_1$ $> 0,05$ I_1-III_1 $> 0,05$	$D-Гр_2$ $P < 0,01$ $D-I_1$ $< 0,01$ $D-III_2$ $< 0,01$ $Гр_2-I_2$ $> 0,05$ $Гр_2-III_2$ $< 0,01$ I_2-III_2 $> 0,05$	$D-Гр_3$ $P > 0,05$ $D-I_3$ $> 0,05$ $D-III_3$ $< 0,01$ $Гр_3-I_3$ $> 0,05$ $Гр_3-III_3$ $< 0,01$ I_3-III_3 $< 0,05$	$D-III_4$ $P < 0,05$ $Гр_4-III_4$ $< 0,01$ I_4-III_4 $< 0,01$	

Примечание: Д—доноры, Гр—грипп.

Надо отметить, что формирование циркулирующих иммунных комплексов является обязательным компонентом нормального иммунного ответа при многих вирусных инфекциях, значительной степени определяющим выздоровление [11].

Частота определения гриппозного антигена в значительной степени зависит не только от сроков инфекции, но и от характера и формы патологии, на фоне которой и развилась гриппозная инфекция. Так, если в период развернутой клинической картины гриппа у больных гриппозным ОРЗ, АБА и НАБА частота определения антигена была практически одинаковой, то к периоду полного выздоровления лиц, страдающих АБА и гриппозным ОРЗ последние определялись крайне редко, при незначительном снижении частоты их выявления у больных НАБА по сравнению с исходным уровнем. Обращает на себя внимание и то, что на 30-й день гриппозной инфекции исследуемый антиген определялся только у больных НАБА. Это и вышеупомянутое говорит о значительном снижении степени элиминации гриппозных антигенов иммунной системой больных неатопической бронхиальной астмой, по всей вероятности, обусловленной функциональной недостаточностью фагоцитирующих клеток, супрессией антителообразования, синтезом низкоаффинных антител, подавлением клеточного противовирусного иммунитета и системы интерферонообразования.

Для определения специфичности гриппозного антигена были подобраны 62 сыворотки крови, взятые от больных на I—III и V—VII дни гриппозной инфекции и в которых предварительно был определен антиген вируса гриппа А(Н3N2). Сыворотки обрабатывались согласно разработанной методике, однако вместо антивирусной кроличьей сыворотки против гриппозного антигена А(Н3N2) были использованы кроличья сыворотка против антигена гриппа А(Н1N1) и мышьяная сыворотка, полученная против конъюгата М-белка вируса гриппа А(Н3N2) с полиэлектролитом [12]. Проведенные исследования показали, что применение в тест-системе сывороток против других гриппозных антигенов значительно снижает число положительных результатов иммуноферментного анализа. Так, в случаях применения сыворотки против М₁ белка зарегистрировано всего два позитивных результата, а при использовании сыворотки против антигена А(Н1N1) все результаты оказались отрицательными. Крайне редкое определение М₁ белка общего для практически всех серотипов вируса гриппа А [13], может быть, обусловлено либо низким содержанием указанного антигена в сыворотке крови, не позволяющего иммуноферментным методом выявить последний, либо наличием в последней только поверхностных гриппозных антигенов. Отсутствие позитивных результатов при использовании в тест-системе сыворотки против антигена А(Н1N1) убедительно говорит о наличии в основном поверхностных антигенов вируса А(Н3N2), определяющих его серотипоспецифичность.

Исходя из вышесказанного, метод определения гриппозного вирусного антигена в сыворотках крови может быть применен с целью диагностики гриппа по истечении острого периода инфекции, при котором экспресс-диагностика (метод иммунофлуоресценции и иммуноферментная диагностика гриппа по М₁ белку (малоинформативны), а серодиагностика (РТГА, РСК, ELIZA) не осуществима из-за отсутствия парных сывороток. Предлагаемый метод может быть использован для определения этиологической роли гриппа в формировании вирусиндуцированной БА.

ზ. ხჩინაშვილი, ი. კრასილნიკოვი, თ. ბეგიშვილი, ა. ლიოზნერი

ბრონქული ასთმით დაავადებულთა სისხლის შრატში ბრძვის ვირუსის ანტიგენის განსაზღვრა იმუნოფერმენტული ანალიზის მეთოდით

რეზიუმე

გამოკვლეულია გრიბით დასნებოვნებული ატოპური და არაატოპური ბრონქული ასთმით დაავადებულ ავადმყოფთა სისხლის შრატები. გამოკვლევები ჩატარებულია გრიპოზული ინფექციის დინამიკაში.

რეკომენდებულია წარმოდგენილი მეთოდის გამოყენება ვირუსინდუცირებული ბრონქული ასთმის დიაგნოსტიკაში მიზანდასახული სამკურნალო-პროფილაქტიკური ღონისძიებების ჩატარების მიზნით.

MICROBIOLOGY AND VIROLOGY

G. N. KHECHINASHVILI, I. V. KRASILNIKOV, T. T. BEGISHVILI, A. L. LIOZNER

THE DETERMINATION OF INFLUENZA ANTIGENS IN THE SERUM OF PATIENTS WITH BRONCHIAL ASTHMA BY IMMUNOFERMENT ANALYSIS

Summary

The serum of patients with atopic and non-atopic bronchial asthma suffering from influenza has been investigated, the observation being carried out in the dynamics of influenza acute respiratory disease. It is advisable to use the proposed method for diagnosing virus-induced bronchial asthma and for carrying out preventive measures.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. Г. Чучалин. Бронхиальная астма. М., 1985.
2. Н. Д. Беклемишев. Иммунопатология и иммунорегуляция. М., 1986.
3. I. B. Iamadescu. *Viata med.* 33, № 5, 1986.
4. А. Г. Чачулин. *Тер. архив.* LIX, № 3, 1987.
5. Г. Б. Федосеев, Г. П. Хлопотова, В. И. Наумов. *Клин. медицина*, № 7, 1987.
6. М. П. Бакулин, В. П. Сильвестров, А. В. Караулов, В. Ю. Маруиновский. *Тер. архив.* LIX, № 12, 1987.
7. Y. Katsura, T. Kina, N. Minata. *Mechanisms of Lymphocyte Activation.* Amsterdam, 1981.
8. R. D. Tee, J. Pepys. *Clin. Allergy*, Vol. 12, № 4, 1982.
9. R. C. Welliver, T. N. Kaul, M. Sun, P. L. Ogra. *J. Immunol.*, vol. 133, № 4, 1984.
10. Л. Е. Эльберт, И. В. Красильников, В. Н. Борисова. *Хроматография в биологии и медицине.* М., 1983.
11. Ю. В. Первиков, Л. Б. Эльберт. *Иммунные комплексы при вирусных инфекциях.* М., 1984.
12. Р. В. Петров, Р. М. Хантов. *Иммуногенетики и искусственные антигены.* М., 1983.
13. А. А. Смородинов. *Грипп и его профилактика.* М., 1984.



М. С. ЧКОИДZE

ИЗУЧЕНИЕ ДЕЙСТВИЯ ПИРЕТРОИДОВ НА ГЕМОЛИМФУ СОСНОВОГО КОКОНОПРЯДА В КОМБИНАЦИИ С БАКТЕРИАЛЬНЫМИ ПРЕПАРАТАМИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Б. Е. Курашвили 25.3.1988)

Изучение гематологических изменений соснового коконопряда при воздействии разных агентов представляет определенный интерес как в физиологическом отношении, так и в плане борьбы против вредных лесных насекомых.

Существует определенная связь между количественно-качественным соотношением гемоцитов, содержанием белков и жизнеспособностью популяции насекомого [1—3].

Целью нашего исследования было выяснение влияния на гемолимфу соснового коконопряда пиретрондного препарата — амбуша в концентрациях от 0,1 до 0,003% (0,1; 0,05; 0,025; 0,012; 0,006; 0,003%) отдельно и в комбинациях с гомелином.

Испытание нисходящей концентрации химпрепарата было необходимо для установления минимальной эффективной концентрации действия препарата в комбинации с гомелином против соснового коконопряда.

Использование гематологического метода для установления минимальной эффективной концентрации вышеупомянутого комбинированного препарата имеет большое практическое значение в связи с охраной природы от загрязнения остатками ядовитых веществ.

Так как для различных возрастных групп данного вредителя характерен определенный по количеству состав форменных элементов, то мы проводили исследование комбинированных препаратов в разных концентрациях на гусеницах разных возрастов хашурской популяции соснового коконопряда.

Результаты гематологических исследований говорят о довольно высокой реактивности гемолимфы на воздействие 0,1% амбуша отдельно и в комбинации с гомелином.

Исследованиями следующих серий по обработке гусениц соснового коконопряда 0,05% раствором амбуша со смесью гомелина выявлено, что гусеницы разных возрастов проявляют различную устойчивость к воздействию препарата, что проявляется в наступлении фагоцитоза в различные сроки, нарастании патологических изменений в клетках гемолимфы вредителя и наступлении 100% их гибели. Гемограмма гусениц разных возрастов соснового коконопряда, контрольных и обработанных 0,05% раствором амбуша со смесью гомелина, приведены в табл. 1.

Опыты, поставленные с применением более низкой концентрации амбуша (0,025%) с добавлением гомелина, показали патологические изменения самих гемоцитов, которые различались в зависимости от типа гемоцитов. В пролейкоцитах и макроулеоцитах наблюдалось нарушение структуры ядра. Окраска ядер была более светлой, чем в норме, четко была видна зернистость. У микронуклеоцитов и фагоцитов ядра приобретали темную окраску, их трудно было отличить от

протоплазмы. В опытных группах отмечалось также увеличение размеров отдельных типов гемоцитов. На фоне общего распада гемоцитов встречались только единичные пролейкоциты. Этот факт свидетельствует о том, что новообразование гемоцитов происходит до гибели гусениц.

Таблица 1
Гемограмма гусениц соснового коконопряда при воздействии 0,05 % раствора амбуша с гомелином (на 2—3-е сутки опыта)

Варианты	Соотношение гемоцитов, %							Мертвые клетки
	Пролейкоциты	Макронуклеоциты	Микронуклеоциты	Фагоциты		Эозинофилы	Эноциты	
				веретеновидные	неверетеновидные			
Гусеницы V возраста								
Контроль	15,1	22,1	29,1	8,1	10,1	9,1	3,2	4,1
Опыт	8,4	17,0	15,7	20,0	13,2	3,3	1,1	22,3
Гусеницы VI возраста								
Контроль	8,2	15,0	38,2	7,1	13,0	14,1	4,2	3,2
Опыт	4,1	13,2	23,4	21,7	8,9	6,7	2,9	22,0
Гусеницы VII возраста								
Контроль	3,4	7,2	46,4	6,2	14,3	15,2	5,1	2,3
Опыт	2,1	5,3	27,4	37,4	7,1	5,1	1,2	23,1

При воздействии комбинированного препарата в гемолимфе гусениц соснового коконопряда происходили также количественные изменения форменных элементов. Увеличивалось количество защитных и мертвых клеток, уменьшилось число молодых и родоначальных гемоцитов (табл. 2).

Таблица 2
Гемограмма гусениц соснового коконопряда при воздействии 0,025 % раствора амбуша с гомелином (на 5—6-е сутки опыта)

Варианты	Соотношение гемоцитов, %					Эозинофилы	Эноциты	Мертвые клетки
	Пролейкоциты	Макронуклеоциты	Микронуклеоциты	Фагоциты				
				веретеновидные	неверетеновидные			
Гусеницы V возраста								
Контроль	15,1	22,1	29,2	8,1	10,1	9,1	3,2	4,1
Опыт	9,3	19,2	20,1	18,2	9,4	4,5	2,6	16,7
Гусеницы VI возраста								
Контроль	8,2	15,0	38,2	7,1	13,0	14,1	4,2	3,2
Опыт	6,4	11,5	25,1	19,2	10,2	7,4	3,3	16,9
Гусеницы VII возраста								
Контроль	3,4	7,2	46,4	6,2	14,3	15,2	5,1	2,3
Опыт	3,2	6,1	29,5	25,7	10,9	9,9	4,5	13,2

Гематологические исследования дали нам возможность установить степень восприимчивости бакпрепарата и минимальную концентрацию

ядохимиката отдельно и в комбинации. Скрыто происходящие, медленно текущие патологические изменения внутренней среды вредителя при действии комбинированного препарата были установлены с помощью анализа гемолимфы.

На основании полученных результатов считаем целесообразным применение комбинированного препарата (0,025% амбуша с гомелином) в борьбе против соснового коконопряда в природных условиях.

Следовательно, использование гематологического метода дает возможность снизить концентрации инсектицида, что способствует предотвращению загрязнения окружающей среды остатками ядохимикатов.

НИИ горного лесоводства
им. В. З. Гулисашвили

Министерства лесного хозяйства ГССР

(Поступило 25.3.1988)

ენტომოლოგია

მ. შაქოიძე

პირეტროიდების მოქმედების შესწავლა ფიზიკის პარკხვევისას
ჰემოლიმფაში ბაქტერიულ პრეპარატთან კომბინაციაში

რეზიუმე

აღწერილია ექსპერიმენტი, სადაც ფიჭვის პარკხვევიას მამართ გამოცდილია პირეტროიდული პრეპარატის — ამბუშის და მიკრობიოლოგიური პესტიციდის — გომელინის ნაზავი.

მაგნებლის სისხლის უჯრედებში მიმდინარე პათოლოგიური პროცესის შესწავლის გზით დადგენილია პირეტროიდული პრეპარატის მინიმალური ეფექტური დოზა გომელინთან კომბინაციაში, რასაც დიდი მნიშვნელობა აქვს გარემოს დაცვის თვალსაზრისით.

ENTOMOLOGY

M. S. CHKHOIDZE

PYRETHROIDS EFFECTS ON *OCNERRIA DISPAR* HEMOLYMPH IN COMBINATION WITH BACTERIAL PREPARATIONS

Summary

The pyrethroidal preparation Ambush and microbiological pesticide Gomelin mixture was tested against *Ocnerria dispar* Payk. The study of the pest blood cells pathological process made it possible to determine the pyrethroidal preparation minimal effective dose in combination with Gomelin, which is of major importance from the point of view of environmental protection.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. М. И. Молчанов, Ф. С. Кутеев, В. А. Молчанова, В. В. Никифоров. Прикл. биохим. и микробиол., т. 16, № 5, 1980, 741.
2. Н. В. Лаппа. Защита растения (Киев), № 31, 1984, 29--33.
3. Ф. С. Кутеев, В. А. Молчанова. Сб. «Защита леса от вредителей и болезней». М., 1986, 66—73.



Б. Е. КУРАШВИЛИ (член-корреспондент АН ГССР), Ц. В. ЛОМИДZE

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ФОСФИДА ЦИНКА НА АКТИВНОСТЬ АЦЕТИЛХОЛИНЭСТЕРАЗЫ ГОЛОВНОГО МОЗГА ОБЩЕСТВЕННОЙ ПОЛЕВКИ

Одним из родентицидов, применяемых в Грузии, является фосфид цинка. Он характеризуется быстротой действия, однако общезвестно его отрицательное воздействие на полезную фауну [1, 2]. Поэтому сейчас, когда особо остро стоит вопрос об охране окружающей среды, большое значение приобретает всестороннее изучение действия используемых химических веществ и, в частности, выяснение их роли в механизмах биохимических изменений. В практике в настоящее время широко применяется множество паразитоцитарных, моллюскоцидных и других соединений, действие которых направлено на изменение ацетилхолин-холинэстеразной активности обрабатываемого организма. Такие сведения по фосфиду цинка в литературе отсутствуют.

Исходя из этого целью настоящей работы являлось изучение влияния фосфида цинка на ацетилхолинэстеразную активность (АХЭ) головного мозга общественной полевки.

Опыты проводились на двух группах животных. Животным первой опытной группы в условиях свободного выбора, по методике Б. Е. Курашвили и др. [3], предлагалась приманка с 1%-ным содержанием фосфида цинка (летальная доза для мышевидных грызунов [2]), которая маскировалась 0,4% содержанием мочи самки своего подвида. Для решения вопроса об адаптации организма полевки к интоксикации фосфидом цинка второй опытной группе предварительно в течение месяца в 4 приема с интервалом в 1 неделю скармливалась приманка с сублетальными дозами фосфида цинка в содержании

Таблица 1

Действие фосфида цинка (in vivo) на АХЭ активность головного мозга общественной полевки (звездочкой обозначено $P < 0,05$)

Группы животных	Средние значения активности АХЭ, мкМ АХ/г влажной ткани/час	
	Самцы	Самки
Контрольные	28,09 ± 1,937 (n=8)	30,81 ± 3,98 (n=7)
Отравленные однократной летальной дозой фосфида цинка	41,41* ± 5,517 (n=11) P < 0,05	68,625* ± 14,314 (n=4) P < 0,05
Отравленные после 4-кратного кормления сублетальными дозами фосфида цинка	49,83* ± 5,01 (n=6) P < 0,01	39,8 ± 8,72 (n=5) P > 0,1

отравы от 0,033 до 0,5%. В дальнейшем эти животные, как и первой группы, подвергались воздействию летальных доз фосфида цинка. Сразу после наступления смерти животные декапитуировались. В гомогенатах головного мозга в разведении 1:20 определялась АХЭ



активность колориметрическим методом Вильгерота и др. [14]. Контролем служили полевки, не подвергавшиеся воздействию отравляющих веществ. Результаты исследований представлены в табл. 1.

Как видно из табл. 1, фосфид цинка, введенный животным *in vivo*, вызывает увеличение активности фермента у всех опытных групп животных. У самцов и самок, отравленных однократными летальными дозами фосфида цинка, активность АХЭ увеличена соответственно в 1,47 и 2,23 раза. По сравнению с контролем достоверно увеличена активность фермента у самцов второй опытной группы, что соответствует $28,09 \pm 1,937$ и $49,83 \pm 5,01$ мкМ АХ/г влажной ткани/час. Лишь у самок, 4-кратно получивших сублетальные дозы фосфида цинка, отмечено недостоверное увеличение активности фермента ($P > 0,1$). Так как АХЭ активность тесно связана с активностью нервной системы и в какой-то степени определяет поведенческие реакции организма, можно предположить, что у самок полевок вырабатывается определенная устойчивость к сублетальным дозам яда.

Известно, что фосфорорганические соединения ингибируют АХЭ систему и вызывают гибель животных в результате необратимого блокирования указанной ферментативной активности [5]. Установлено [6], что наилучшие пестициды (в первую очередь фосфорорганические соединения) по характеру действия подобны антигельминтикам. Так, шистосомоцидные препараты трихлорфон и тиамин вызывали заметное снижение активности АХЭ в тегументе паразита, в то же время другие — иридазол и фувиразол не проявляли какого-либо воздействия на АХЭ систему шистосом [7]. После обработки фресконом в тканях моллюсков *Bulinus truncatus* (промежуточного хозяина шистосом) обнаружено повышение активности холинэстеразы и неспецифической эстеразы [8].

Результаты наших исследований дают основание полагать, что применяемый нами на полевках родентицид фосфид цинка действует на АХЭ мозга животного по типу моллюскоцида фрескона. Можно предположить, что в результате сильной активации указанной системы происходит дезорганизация нейрональной функции в организме, в чем, вероятно, и состоит основной механизм действия такого типа соединений.

Установлено, что фосфид цинка, попадая внутрь, в кислой среде желудка разлагается с выделением высокотоксического соединения.

Таблица 2

Влияние (*in vitro*) соединений цинка на активность АХЭ головного мозга общественной полевки (активность выражена в мкМ АХ/г влажной ткани/час, среднее из 5—6 определений, звездочкой обозначено $P < 0,05$, + активирование в %, — ингибирование в %)

Группы	Исходная активность	Концентрация химического агента, моль			
		0,0001	0,001	0,01	0,1
+фосфид цинка	$42,79 \pm 4,42$	$40,2 \pm 6,04$ (-6,053) $P > 0,1$	$34,5 \pm 7,25$ (-19,37) $P > 0,1$	$22,5^* \pm 6,35$ (-47,42) $P < 0,05$	$14,3^* \pm 5,53$ (-66,58) $P < 0,05$
+ZnCl ₂		$57,0 \pm 15,37$ (+33,21) $P > 0,1$	$46,38 \pm 10,06$ (+8,39) $P > 0,1$	$35,0^* \pm 9,4$ (-18,21) $P < 0,05$	$19,13^* \pm 4,79$ (-55,32) $P < 0,05$

фосфористого водорода [2]. Не исключено влияние на организм (фермент) и другого продукта распада — ионов цинка. Поэтому для выяснения механизма биохимического воздействия продуктов распада фосфида цинка нами проведены опыты *in vitro*. Фермент пренникубировал-



ся в течение 15—30 мин при температуре 37°C в кислой среде (рН инкубационной среды соответствовал рН желудочного сока), содержащей фосфид и хлорид цинка в различных концентрациях. После преинкубации АХЭ активность определялась по вышеупомянутой методике. Результаты этих исследований представлены в табл. 2.

Как видно из табл. 2, фосфид и хлорид цинка *in vitro* действуют как ингибиторы АХЭ. Достоверные изменения ферментативной активности отмечались при концентрациях химических агентов в 0,01 и 0,1 М с преобладанием ингибирующего эффекта фосфида цинка. Хотя при низких концентрациях (0,0001 и 0,001 М) ионы цинка и оказывали активизирующий эффект, но эти изменения находились в пределах ошибки ($P > 0,1$).

Фосфористый водород, продукт разложения фосфида цинка, поступает с потоком крови в нервную систему животного и вызывает нарушение ее функции [2]. Полученные нами результаты также указывают на изменение активности одного из важных ферментов нервной системы АХЭ. Вероятно, при действии этого яда сопутствующее воздействие оказывают и ионы цинка. Интоксикация человека соединениями цинка проявлялась существенным снижением активности АХЭ в крови [9], тогда как хлорид цинка в концентрации от 0,0015 до 0,15 мМ не оказывал заметного влияния на гидролиз различных субстратов АХЭ у паразита *Trichostrongylus colubriformis* [10].

Результаты, полученные нами, свидетельствуют о том, что определенные условия *in vivo* и *in vitro* различно влияют на АХЭ. Этого можно было ожидать, так как места соприкосновения исследуемых веществ с ферментом в таких условиях разные. Нарушение функции нервной системы фосфидом цинка *in vivo* происходит на фоне отравления целого организма, что, в конечном счете, приводит к гибели животного, т. е. действие на АХЭ мозга здесь опосредованно. В условиях же *in vitro* происходит прямое воздействие отравляющих веществ на фермент. Это может быть еще одним доказательством известного в литературе факта, что не всегда наблюдается корреляция между экспериментами *in vivo* и *in vitro* [11].

Академия наук Грузинской ССР
Институт зоологии

(Поступило 2.9.1988)

ზოოლოგია

ბ. შურაშვილი (საქართველოს სსრ მეცნ. აკად. წევრ-კორესპონდენტი),
ც. ლომიძე

თუთის ფოსფიდის გავლენის შესახებ საზოგადოებრივი მეცნიერების თავის ტეინის აკეტილქოლინესთერაზულ აქტივობაზე

რეზიუმე

შესწავლილია როდენტიციდ თუთის ფოსფიდის გავლენა საზოგადოებრივი მეცნიერების თავის ტეინის აკეტილქოლინესთერაზულ აქტივობაზე.

ნაჩვენებია, რომ თუთის ფოსფიდის ლეტალური და სუბლეტალური დოზების მიღება მნიშვნელოვნად ცვლის ცხოველების თავის ტეინის აკეტილქოლინესთერაზულ აქტივობას. არ აღინიშნება *in vivo* და *in vitro* ექსპერიმენტებს შორის კორელაციური დამოკიდებულება.

B. E. KURASHVILI, Ts. V. LOMIDZE

 THE STUDY OF ZINC PHOSPHIDE EFFECT ON THE ACTIVITY
 OF BRAIN ACETYLCHOLINESTERASE OF *MICROTUS SOCIALIS*

Summary

The effect of zinc phosphide rodenticide on the activity of brain acetylcholinesterase of *Microtus socialis* has been studied.

The use of letal and subletal doses of zinc phosphide has been shown to cause appreciable changes of the acetylcholinesterase activity in the animal's brain. No correlation was noted between experiments in vivo and in vitro.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Методические указания о мероприятиях в борьбе против грызунов в Грузии. Грузинское управление защиты растений, 34, № 1, 1970, 220.
2. Справочная книга по ветеринарной токсикологии пестицидов. М., 1976.
3. Б. Е. Курашвили и др. Сообщения АН ГССР, 126, № 2, 1987, 429.
4. H. Willigerodt *et al.* Z. Klin. chem. u. klin. Biochem., 6, № 3, 1968, 149.
5. В. С. Одинцов. Биохимические основы применения фосфорорганических инсектицидов. Киев, 1972.
6. M. Sanchez *et al.* Rev. iber. parasitol., 38, № 1-2, 1978, 415.
7. G. Wang *et al.* Acta pharmacol. sin., 7, № 6, 1986, 567.
8. Н. Вапна. Histochem. J., 12, № 2, 1980, 145.
9. J. Lembes, K. Jacyzyn. Folia med. cracov, 22, № 3-4, 1980, 435.
10. L. Bone, K. Bottjer. Proc. Helminthol. Soc. Wash. 53, № 2, 1986, 248.
11. G. Bushell *et al.* Papua N. Guinea Med. J., 29, № 1, 1986, 69.



ლ. მაღალაშვილი

შინაური ფრინველების (ინდაური, იხვი) შუა ტვინის ციტო- და მიელოარქიტექტონიკის შედარებითი შესწავლისათვის

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა გ. თუმანიშვილმა 8.7.1988)

ისეთ ცხოველებს, რომელთაც ახასიათებთ სწრაფი ლოკომოციის უნარი, კარგად აქვთ განვითარებული მხედველობის ოპტიკური ცენტრი, რადგან მისი საშუალებით ხდება ორიენტაცია გარემოში.

ფრინველების შუა ტვინი წარმოადგენს ოპტიკურ ცენტრს. შუა ტვინი, სადაც შედის მხედველობის ნერვის ოპტიკური ბოჭკოები, ორი ნაწილით არის წარმოდგენილი: ოპტიკური ქერქის სახურავით — tectum opticum, და სახურავის ქვეშ მდებარე ნაწილით — subtectum. ეს ორი ნაწილი გამოყოფილია ერთმანეთისაგან პარაკუქის საშუალებით.

ფრინველების ტექტუმის შესწავლას დიდი ხნის ისტორია აქვს [1], მაგრამ ლიტერატურული მონაცემების მიხედვით, არ არსებობს ერთიანი აზრი ფრინველების ოპტიკური ცენტრის შრეების რიცხვთა რაოდენობის შესახებ. ს. ოლევევის ნაშრომში [2] მოცემული ლიტერატურის მიმოხილვიდან ჩანს, რომ ზოგი მკვლევარი აღწერს 3 (ვან-გეხუხტენი), 6 (კოელიკერი, რისი, პიუბნერი და კროსბი, ივანსი და ჰამლინი), 8 (ბელონსი), 9 (ლეგისა), 12 (შტილა), 15 (რამონ-კახალი) შრეს. ზოგიერთ ნაშრომში, რომლებიც ამ საკითხს ეხება [2,3], 6 შრეა აღწერილი, ტ. სკვ ო რ ც ო ვ ა, ტ. დავ ი დ ვ ა, ნ. გ ო ნ ჩ ა რ ო ვ ა [4,5] აღწერენ 15 შრეს. ამის გამო ეს საკითხი საბოლოოდ არ არის გარკვეული.

ამიტომ საჭირო აღმოჩნდა ტექტუმის არქიტექტონიკის ხელახალი შესწავლა და დაზუსტება შედარებით ასპექტში გარემო პირობების გათვალისწინებით.

შესწავლილ იქნა ხმელეთისა და წყლის გარემოში მცხოვრები ფრინველების — ინდაურისა და იხვის — ოპტიკური ცენტრის ციტო- და მიელოარქიტექტონიკის სტრუქტურა.

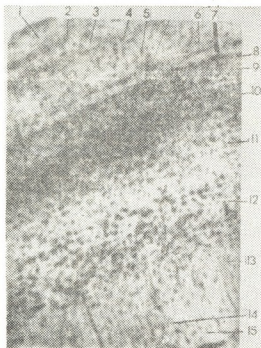
მასალას ვაფიქსირებდით 10%-იანი ფორმალინის ხსნარში და 90%-იან სპირტში. მასალის დამუშავების შემდეგ 10—20 მიკრონის ანათლებს ვღებავდით ნისლის, კახალის და გოლჯის მეთოდით.

მასალის შესწავლის საფუძველზე აღმოჩნდა, რომ ინდაურის მხედველობის ოპტიკური ცენტრი წარმოდგენილია 15 შრით, შრეები ერთმანეთისაგან განსხვავდება სისქით, უჯრედების ფორმით, ზომით და რაოდენობით. ამასთან ერთად მხედველობის ცენტრის ის მიდამოები, სადაც უჯრედები მცირე რაოდენობითაა, მდიდარია ნერვული ბოჭკოებით. დიდი ზომის პირამიდული, თითისტარა და განგლიოზური უჯრედები მდებარეობს ღრმად მდებარე შრეებში, ხოლო ტექტუმის ზედა მხარისაკენ მათი ზონები თანდათანობით მცირდება: ზედა შრეებში გვხვდება მცირე და საშუალო ზომის პირამიდული უჯრედები, ხოლო სულ ბოლო შრეებში — მცირე თითისტარა და მარცვალა უჯრედები.

ინდაურის ოპტიკური ცენტრი წარმოდგენილია 15 შრით, ეპენდიმის გარდა.

პირველი შრე წარმოდგენილია მხედველობის ბოჭკოებით, რომლებიც ტექტუმში შედიან მედიალური მხრიდან, შესვლის ადგილას ბოჭკოები მსხვილია, შემდეგ კი ვიწროვდება, რადგანაც ისინი ამ შრეში იტოტებიან, გარდა ამისა, პირველ შრეში აღწევს მის ქვეშ მდებარე ყველა შრის ბოჭკოები.

მეორე შრე წარმოდგენილია ბოჭკოებით, რომლებიც მასში მეზობელი შრეებიდან აღწევენ. აქ გვხვდება აგრეთვე მცირე თითისტარა ფორმის და მარცვალა უჯრედები. მათი ჰორიზონტალური ბოჭკოები აკავშირებს ამავე შრის უჯრედებს ერთმანეთთან, ვერტიკალურად მიმართული ბოჭკოები კი ამყარებენ კავშირს პირველი და მესამე შრის უჯრედებთან.



სურ. 1. ინდაურის შუა ტენის ობტიკური ცენტრის ციტოარქიტექტონიკა. შეღებვა-ნისლის მეთოდით. სურათზე აღნიშნული ციფრები შეესაბამება ტექსტში მიმდევრობით აღნიშნულ მხედველობის ცენტრის შრეებს.

მესამე შრე უჯრედებით ღარიბია. აქ ძირითადად გვხვდება მცირე ზომის პირამიდული, თითისტარა და მარცვალა უჯრედები, სამაგიეროდ აქ შემოდის დიდი რაოდენობით მეზობელი შრის ბოჭკოები.

მეოთხე შრეში მატულობს თითისტარა და პირამიდული უჯრედების რაოდენობა. თითისტარა უჯრედების მორჩები ადგილობრივ კავშირებს ემსახურება, პირამიდული უჯრედების მორჩები კი მეხუთე შრეში აღწევს. მეოთხე შრეში შემოდის ქვედა შრის ზოგიერთი ბოჭკო.

მეხუთე შრე წარმოდგენილია მცირე პირამიდული, მარცვალა და თითისტარა უჯრედებით, რომლებიც სხვადასხვა მიმართულებითაა ორიენტირებული. მათგან გამომავალი ბოჭკოები მეზობელ ზედა და ქვედა შრის ზონებს აღწევს და აქ მყოფ უჯრედებს უკავშირდება.

მექექსე შრე წარმოდგენილია ვიწრო ზოლის სახით, თითქმის ერთ რიგად მჭიდროდ განლაგებული პირამიდული, მარცვალა და თითისტარა უჯრედებით. თითისტარა უჯრედების მორჩები უკავშირდება ამ შრეში მყოფ სხვადასხვა უჯრედს, პირამიდული უჯრედების მორჩები კი მიემართება ქვემოთ და აღწევს მეცხრე, მეათე შრეების დონემდე.

მეშვიდე შრე ბოჭკოების შრეა, რომელიც წარმოდგენილია მის ქვემოთ მდებარე შრეების უჯრედების ბოჭკოებისაგან, უჯრედები აქ თითქმის არ შეიმჩნევა, შეიძლება შეგვხვდეს მხოლოდ მცირე რაოდენობით მარცვალა უჯრედები.



მერვე შრე ყველაზე დიდი შრეა, რომელიც ხასიათდება უჯრედების მრავალგვარობით. ამ შრის დასაწყისში გვხვდება მარცვალა და თითისტარა უჯრედები, სიღრმეში კი თანდათანობით მატულობს დიდი პირამიდული უჯრედები, რომელთა გრძელი აქსონები მიემართება ზემოთ, სტოვებს მერვე შრეს, გზადაგზა იძლევა კოლატერალებს ყველა შრისათვის და ბოლოვდება მეოთხე და მესამე შრის დონეზე. ამავე შრეში შემოდის მეცხრე შრის პირამიდული უჯრედების ბოჭკოები.

მეცხრე შრე გამოირჩევა დიდი მრავალგვარობით, რომლის სხვადასხვა ფორმის უჯრედები მეტად მჭიდროდაა განლაგებული. აქ იმყოფება დიდი და საშუალო ზომის თითისტარა უჯრედები, მცირე საშუალო და დიდი ზომის პირამიდული უჯრედები. აღნიშნული უჯრედების მორჩები გადის ამ შრიდან და აღწევს ტექტუმის ზედა შრეებამდე.

მეთექვსმეტე შრე წარმოდგენილია მის ქვეშ მდებარე შრეების უჯრედების აქსონებით. ბოჭკოებს შორის გვხვდება მცირე რაოდენობით თითისტარა უჯრედები, რომლებიც აქ მყოფ ბოჭკოებს აკავშირებს ერთმანეთთან.

მეთერთმეტე შრე მკვეთრად გამოყოფილია მეზობელი შრეებისაგან. მდიდარია პირამიდული უჯრედებით, რის გამოც მას შეიძლება ეწოდოს პირამიდული უჯრედების შრე.

მეთორმეტე შრე მკვეთრად გამოყოფილია მეზობელი შრეებისაგან, და წარმოდგენილია მცირე და საშუალო პირამიდული და მარცვალა უჯრედებით.

მეცამეტე შრე წარმოდგენილია საკმაოდ მსხვილი ბოჭკოებით: ნაწილი ბოჭკოებისა შემოდის მედიოვენტრალური მხრიდან, ნაწილი კი მის ქვეშ მდებარე მეოთხმეტე შრიდან.

მეთოთხმეტე შრე პოლიმორფული უჯრედების შრეს წარმოადგენს. აქ ვხვდებით მცირე, საშუალო და დიდ პირამიდულ უჯრედებს, დიდ განგლიოზურ და თითისტარა უჯრედებს, ამ უჯრედების ბოჭკოები გადის საკუთარი შრიდან და აღწევს ზემოთა შრეების ყველა ზონამდე.

მეთხუთმეტე შრე. ეპენდიმის მოსაზღვრე შრეა, ძირითადად წარმოდგენილია მეზობელი შრის უჯრედების დენდრიტებით, მცირე რაოდენობით გვხვდება გლიური უჯრედები მეთხუთმეტე შრე ეპენდიმის საშუალებით გამოყოფილია პარაკუქისაგან.

შევისწავლეთ აგრეთვე იხვის ოპტიკური ცენტრის ციტოარქიტექონიკა. იხვის ოპტიკური ცენტრი, ისევე როგორც ინდაურისა, წარმოდგენილია 15 შრით. იხვის ოპტიკურ ცენტრთან ინდაურის ოპტიკური ცენტრის შედარებისას აღმოჩნდა, რომ იხვის ტექტუმის პირველი და მეორე შრე სუსტად არის გამოყოფილი ერთმანეთისაგან.

ამრიგად, როგორც ინდაურის, ისე იხვის შუა ტენის ოპტიკური ცენტრი წარმოდგენილია 15 შრით, სადაც უჯრედებით, მდიდარ შრეებს ცვლის ბოჭკოებით მდიდარი და უჯრედებით ღარიბი შრეები და პირიქით.

როგორც ინდაურის, ისე იხვის ტექტუმის ზოგიერთი შრე მეტნაკლებად არის გამოყოფილი ერთმანეთისაგან, ზოგიერთ შრეს შორის კი მკვეთრი საზღვარი არსებობს. მხედველობის ცენტრის პირველი შრიდან დაწყებული უჯრედების ფორმა და ზომა თანდათანობით იცვლება, დასაწყისში მცირე მარცვალა და თითისტარა უჯრედებია, შემდეგ კი ჩნდება მცირე და საშუალო პირამიდული უჯრედები, ხოლო ყველაზე ღრმა შრეებში ჭარბობს საშუალო და დიდი პირამიდული უჯრედები, არის აგრეთვე განგლიოზური უჯრედები. ბოჭკოებიც იხვის ოპტიკურ ცენტრში შესაბამისად დასაწყისში წვრილია და ქვედა შრეებისაგან თანდათანობით სქელდება. აღსანიშნავია, რომ იხვის ოპტიკურ ცენტრში პირველი და მეორე შრე სუსტადაა გამოყოფილი ერთმანეთისაგან, რითაც იგი მცირედ განსხვავდება მხედველობის ოპტიკური ცენტრისაგან.



ჩვენს მიერ მიღებული შედეგები ფრინველების ოპტიკური ცენტრის ანობის შესახებ ძირითადად ეთანხმება ტ. სკვორცოვას [4], ტ. დავიდოვასა და ნ. გონჩაროვას [5], მონაცემებს.

ფრინველების მსგავს შრეობრივ სტრუქტურას (15 შრე) მიეყვართ იმ დასკვნამდე, რომ მისი ევოლუციის გზაზე ჩამოყალიბებისათვის არც საარსებო გარემო პირობები და არც ცხოვრების ნირი წამყვანი არ ყოფილა. როგორც ჩანს, ფრინველების მხედველობის ოპტიკური ცენტრის ციტოარქიტექტონიკა და შრეობრივი სტრუქტურა ფრინველთა კლასის ზოგადი თვისებაა.

თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

(შემოვიდა 8.9.1988)

ГИСТОЛОГИЯ

Л. И. МАГАЛАШВИЛИ

К ВОПРОСУ СРАВНИТЕЛЬНОГО ИЗУЧЕНИЯ ЦИТО- И МИЕЛОАРХИТЕКТониКИ СРЕДНЕГО МОЗГА У ДОМАШНИХ ПТИЦ (ИНДЕЙКА И УТКА)

Резюме

Отсутствие единого мнения о стратификации зрительной крышки (tectum opticum) у птиц потребовало дополнительного исследования.

При изучении тонкого строения архитектоники зрительного мозга у индейки и утки выявилось 15 слоев (не считая эпендимы), которые отличаются в большей или меньшей степени друг от друга как по строению цитоархитектоники, так и фиброархитектоники. Полученные данные в основном совпадают со сведениями в новейших работах по этому вопросу.

Сходная слоистая структура оптического центра у птиц ведет к заключению, что образование такой структуры на пути эволюции данных птиц (индейка и утка) зависит не от среды обитания и образа жизни, а является общим свойством для класса птиц.

HISTOLOGY

L. I. MAGALASHVILI

FOR THE STUDY OF THE INTERBRAIN (TECTUM OPTICUM) CYTO- AND MYELOARCHITECTONICS IN POULTRY (TURKEY AND DUCK)

Summary

A study has been made of cyto- and myeloarchitectonics of the interbrain cover in poultry. The study revealed that the optic cortex of the turkey and that of the duck are presented by 15 layers, which are their cyto- and fibroarchitectonics. A similar layered structure of the optic centre suggests that formation of this structure in the course of evolution did not depend upon living conditions and habitat.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Е. К. Сепп. История развития нервной системы позвоночных. М., 1949.
2. С. Н. Оленов. Архив анат., гистол. и эмбриол., 47, 9, 1964.
3. S. Leghissa. Zeitschr. Anat. und Entwicklungsgesch., 129, 4, 1958.
4. Т. А. Скворцова. Архив анат., гистол. и эмбриол., 38, 4, 1960.
5. Т. В. Давыдова, Н. В. Гончарова. Архив анат., гистол. и эмбриол. 59, 8, 1970.

Т. Г. ТУМАНИШВИЛИ, И. Г. КАХИДЗЕ

ВЛИЯНИЕ ВЫСОКИХ КОНЦЕНТРАЦИЙ ХЛОРИСТОГО ЛИТИЯ НА КИСЛОТНЫЙ ГИДРОЛИЗ ДНК

(Представлено академиком М. М. Заалишвили 29.7.1988)

Определение количества ДНК в отдельных клетках при цитологических исследованиях и ныне основывается на реакции Фельгена и ее различных модификациях. Реакции Фельгена посвящен целый ряд работ. Изучались кинетика кислотного гидролиза ДНК, стехиометрия окраски ДНК основным фуксином, влияние различных фиксаторов на ход реакции. В результате этих исследований были подобраны наиболее адекватные фиксаторы, оптимальная нормальность кислоты и температура для проведения гидролиза ДНК. Наилучшие результаты достигаются при фиксации материала в фиксаторах, содержащих формалин и хромовую кислоту [1—4]. Установлено, что при повышении концентрации кислоты достигается более полная депуринизация ДНК, при меньшей ее деполимеризации, причем чаще всего используется 5N кислота при температуре 37°C [5—8]. Но этими же авторами было показано, что, несмотря на значительное увеличение точности реакции Фельгена, полностью определить количество ДНК в клетке все же не удается, что обусловлено в основном двумя причинами: 1) во время кислотного гидролиза ДНК параллельно с депуринизацией происходит уменьшение молекулярного веса ДНК, вплоть до образования кислоторастворимых фрагментов [9, 10]; 2) в зависимости от состояния хроматина может меняться степень депуринизации и деградации ДНК [11, 12].

Целью нашей работы было установление оптимальных условий для полной депуринизации ДНК.

Опыты проводили на чистой ДНК фирмы «Serva» и ДНК, выделенной фенольным методом из печени беспородных белых мышей. Для проведения гидролиза использовали растворы ДНК и ДНК, нанесенную на покровные стекла. В первом случае раствор ДНК в концентрации 100 мкг/мл разливали по пробиркам в объеме 1 мл. Осаждали ее центрифугированием в 0,5N соляной кислоте при 1000 g в течение 10 мин. На осадленную ДНК наливали 0,5 мл теплого гидролизующего раствора и полученную смесь помещали в водяную баню при 37°C. Для остановки гидролиза добавляли 4,5 мл холодной дистиллированной воды и центрифугировали. Осадок промывали центрифугированием в 0,01 N хлорной кислоте, после чего проводили дальнейшую обработку ДНК. Центрифугирование во всех случаях проводили на холоду.

Во втором случае ДНК наносили на покровные стекла, на каждое по 10 мкл раствора, содержащего 5 мг/мл, и высушивали, после чего проводили гидролиз ДНК. Для остановки гидролиза стекла промывали в 0,01 N хлорной кислоте и переносили в пробирки, где и проводили их дальнейшую обработку. Для определения доли (%) деградированной ДНК использовали окраску дифениламином по Бартону. Степень депуринизации определяли по изменению поглощения в УФ-спектре и посредством измерения количества азотистых оснований после их хроматографии. Жесткий гидролиз ДНК, используемой для

хроматографии, проводили в запаянных ампулах, в 100% муравьиной кислоте при температуре 175—180°C в течение 2 часов. Контролем во всех случаях служила недепурицированная ДНК.

Для разрыва N-гликозидных связей применяли такие методы «непрямой» депурицизации и депиримидинизации ДНК, как ее обработка гидразином, 7M гидразин-гидратом и разбавленными растворами перманганата калия. С этой же целью проводили гидролиз в 1N соляной кислоте с добавлением органических соединений и неорганических солей. Параллельно проводили гидролиз в 1N, 3N, и 5N соляной кислоте (во всех случаях при 37°C).

Пригодность всех гидролизующих смесей для фельгеновского гидролиза апробировали на мазках, приготовленных из печени крысы.

«Непрямые» методы, дающие хорошие результаты при работе с чистой ДНК, оказались непригодными для работы с препаратами, предназначенными для световой микроскопии. Добавление органических соединений в основном ведет к ухудшению результатов гидролиза. Напротив, повышение ионной силы за счет нейтральных солей, ускоряет депурициацию ДНК, практически не меняя скорость деполимеризации.

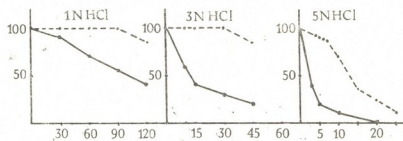


Рис. 1. Гидролиз ДНК в кислоте разной концентрации. По оси абсцисс отложено время гидролиза в минутах, по оси ординат —%. Сплошная линия показывает изменение количества недепурицированной ДНК, пунктирная —% деградации ДНК до кислоторастворимых фрагментов

На рис. 1 даны кривые, отражающие депурициацию и деградацию ДНК при ее гидролизе в кислоте разной концентрации. Из приведенных кривых явствует, что скорости депурициации и деградации ДНК возрастают с увеличением концентрации кислоты, но в то же время скорость депурициации увеличивается быстрее скорости деградации, что полностью соответствует литературным данным, упомянутым выше.

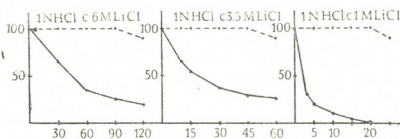


Рис. 2. Гидролиз ДНК в 1N HCl с добавлением различных количества LiCl. Обозначения такие же, как на рис. 1

Сравнение приведенных на рис. 1 трех графиков еще раз подтверждает то, что использование 5N HCl более целесообразно, чем 1N и 3N кислоты. В 5N HCl через 5 мин достигается 90% депурициация ДНК, тогда как деградация составляет 10%, т. е. количество свободных альдегидных групп составляет 80% от теоретически возможного. В 1N HCl эта величина равняется 50%, а в 3N HCl—70%.

Изменение соотношений скоростей депуринизации и деградации объясняют увеличением концентрации водородных ионов. Но рассматривая кривые, полученные путем гидролиза в 1 N кислоте с разной ионной силой (рис. 2), где изменения концентрации водородных ионов не происходит, мы видим аналогичную картину, а именно увеличение ионной силы влечет за собой увеличение скоростей депуринизации и деградации ДНК. Причем и здесь скорость депуринизации возрастает быстрее, чем скорость деградации. В случае гидролиза в 1 N HCl с 2 M LiCl через 120 мин после начала гидролиза депуринизация ДНК достигает 80%, а деградация — 15%, т. е. количество свободных альдегидных групп составляет около 65% от теоретически возможного. В 1 N HCl с 5 M LiCl полная депуринизация ДНК достигается через 30 мин, в то же время деградации ДНК до кислоторастворимых фрагментов не происходит. Тот же результат достигается в 1 N HCl с 6 M LiCl, но за более короткое время а именно через 20 мин. В обоих последних случаях количество свободных альдегидных групп равно теоретически возможному.

Надо отметить, что в бескислотных растворах нейтральных солей депуринизации и деградации ДНК не происходит.

Увеличение скорости депуринизации и деградации ДНК при добавлении нейтральных солей к раствору кислоты, возможно, вызвано увеличением суммарного положительного заряда и изменением условий протонирования азотистых оснований. Соли различных металлов, а также соли одного и того же металла с разными кислотами неодинаково эффективно воздействуют на изученные реакции.

Из наших данных следует, что с повышением ионной силы гидролизующего раствора достигается полная депуринизация ДНК, без ее деградации, что дает возможность определить ее абсолютное количество методом Фельгена.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 16.9.1988)

ციტოლოგია

თ. თუშანოვილი, ი. კახიძე

ლითიუმის ქლორიდის მაღალი კონცენტრაციის გავლენა დნმ-ს
მუცხურ ჰიდროლიზზე

რეზიუმე

დნმ-ს მეჯვური ჰიდროლიზი, რომლის მეშვეობითაც მიიღება აპურინული დნმ, გამოიყენება ფილგენის რეაქციაში ქსოვილის ცალკეულ უჯრედის დნმ-ს რაოდენობის განსაზღვრისათვის. მეჯვური ჰიდროლიზის დროს დეპურინირებასთან ერთად მიმდინარეობს მისი დეგრადირება მეჯვაში ხნად ფრაგმენტებამდე, რის გამოც ვერ ხერხდება დნმ-ს აბსოლუტური რაოდენობის განსაზღვრა. გამოიკვია, რომ მეჯვაში ნეიტრალური მარილის დამატება იწვევს დეპურინირების სიჩქარის ზრდას და 1 N HCl-ში 6 LiCl-ის თანაობისას მიიღება სრულად დეპურინირებული დნმ მისი დეგრადირების გარეშე.

T. G. TUMANISHVILI, I. G. KAKHIDZE

THE EFFECT OF HIGH CONCENTRATIONS OF LITHIUM CHLORIDE
ON DNA ACID HYDROLYSIS

Summary

DNA acid hydrolysis which is used in DNA depurination, is applied for the measurement of DNA amount in individual cells. During acid hydrolysis besides DNA depurination its degradation to acid soluble fragments takes place, which prevents the measurement of the DNA absolute amount.

As is established that the addition of neutral salts to acid solution increases the rate of depurination. The treatment of DNA in 1N HCL with 6 M LiCl at T 37° C allows to prevent degradation and makes it possible to obtain completely depurinated DNA.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. H. di n Stefano. Chromosoma, 3, 1948.
2. P. Kjellstrand. J. Histochem. Cytochem., 25, 1974.
3. A. Garsia. Introduction to Quantitative Cytochemistry, v. 2, N. Y., 1970.
4. В. Я. Бродский. Цитология, 2, 5, 1960.
5. S. Ghosh. J. Ghosh. Histochemie, 19, 1966.
6. В. Зандригер. Введение в количественную цитохимию. М., 1969.
7. A. Deitch *et al.* J. Histochem. Cytochem., 16, 1968.
8. M. Greenwood, G. Berlyn. Stain technology, 43, 1968.
9. L. Bolund *et al.* J. Cell. Sci., 4, 1969.
10. J. Decosse *et al.* J. Histochem. Cytochem., 14, 1966.
11. Т. Л. Маршак, В. Я. Бродский, И. В. Урываева. Онтогенез, 1, 4, 1970.
12. P. Kjellstrand, G. Anderson. Histochemical J., 7, 1975.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

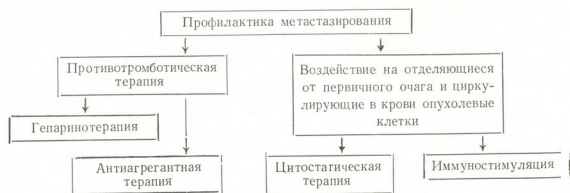
И. Ш. НАДИРАДЗЕ

НОВОЕ В ПРОФИЛАКТИКЕ МЕТАСТАЗИРОВАНИЯ
ЗЛОКАЧЕСТВЕННЫХ ОПУХОЛЕЙ ПРИ РАДИКАЛЬНЫХ
ОПЕРАЦИЯХ

(Представлено академиком О. Н. Гудушаури 5.4.1988)

Недостатком известных способов профилактики метастазирования злокачественных опухолей после радикальных операций является наблюдаемая у определенной части больных их невысокая эффективность, т. е. отсутствие существенной разницы в длительности безметастазного периода и в выживаемости между оперированными больными и больными, которым после операции проводится профилактическая адьювантная химиотерапия [1—3]. По всей видимости, это не в последнюю очередь объясняется как нарастанием во многих случаях иммунодепрессии при применении химиопрепаратов, так и прогрессированием при химиотерапевтическом лечении имеющихся, как правило, у онкологических больных патологических нарушений в коагуляционнолитической системе организма (КСО) [4] в виде диссеминированного внутрисосудистого свертывания (ДВС) крови (II—III стадии тромбгеморрагического синдрома — ТГС) [5—10], способствующего окутыванию циркулирующих опухолевых клеток фибрин-тромбоцитарными тромбами и оседанию их в русле микроциркуляции с последующим ростом метастаза [11]. Если помнить и учитывать, что ДВС прогрессирует и в связи с оперативным вмешательством (хирургической травмой) [12], во время которого может резко увеличиваться выброс опухолевых клеток в периферический кровоток [13], то логичным, хотя в то же время, может быть, и парадоксальным, представляется вывод о том, что радикальные операции по поводу злокачественных опухолей, дополняемые, к тому же, адьювантной химиотерапией, сами по себе могут в ряде случаев повышать риск возникновения метастазов.

Исходя из вышеизложенного следует считать патогенетически обоснованным интра- + послеоперационное одновременное введение больным химиопрепаратов и антикоагулянтов (гепарина) в сочетании с послеоперационной иммуностимуляцией и до- + послеоперационной антиагрегантной терапией: гепарин и антиагреганты, препятствуя образованию фибрин-тромбоцитарных микротромбов, окружающих отделяющиеся от первичной опухоли клетки, облегчают доступ к последним цитостатиков и активированных клеток-киллеров (см. схему).



Профилактическая адьювантная химиоиммунокоагулоактивная терапия проведена нами у 22 больных первичной меланомой кожи ($T_{1-3}N_0M_0$) с глубиной инвазии III—IV по Кларку.

Антиагрегант (дипиридамо́л) назначался за 3—4 суток до операции в дозе 0,05 (2 таблетки) 3 раза в день и давался больным ежедневно до окончания химиогепаринотерапии.

1 мг винкристина и 500 мкг дактиномицина вводились в процессе операции внутривенно на фоне капельной инфузии гепарина; интраоперационная доза последнего определялась из расчета: 40 ЕД на кг массы больного в течение 1 часа. Послеоперационная часть адьювантной химиотерапии проводилась теми же препаратами по общепринятой схеме, но на фоне подкожных инъекций гепарина (по 5000 ЕД через 6 часов) и, как указывалось выше, пероральных приемов дипиридамо́ла. Контроль гепаринизации осуществлялся коагулографией, включающей хронометрические показатели свертывания крови, тесты-маркеры ДВС (протаминсульфатный, этаноловый) и активность антитромбина III, и анализом мочи на неизмененные эритроциты: контроль эффективности противотромботической терапии — бульбарной биомикроскопией, выполняемой при помощи сконструированного нами устройства, представляющего собой оптическую часть щелевой лампы ЩЛ-56, специально приспособленную к штативу рентгеноаппарата «Арман-1».

Через неделю после операции к химиокоагулоактивной терапии подключалась иммуностимуляция Т-активином, вводимым подкожно по схеме: вначале по 1 ампуле ежедневно в течение 3 суток, затем по 1 ампуле каждые 10 суток (всего 5 ампул).

Хотя утверждать о значительных преимуществах предложенной нами методики профилактики метастазирования злокачественных опухолей (на примере меланомы кожи) при радикальных операциях пока, по-видимому, рано, результаты, полученные в ходе апробации, обнадеживают: во-первых, методика безопасна с точки зрения токсических (в связи с многокомпонентной лекарственной терапией) и геморрагических (в связи с сочетанной антикоагулянтно-антиагрегантной терапией) осложнений; во-вторых, что главное, ни у одного из 22 больных, наблюдаемых нами в течение 6—29 месяцев, не развились отдаленного метастаза и лишь у 3 (13,6%) имеются местные рецидивы опухоли, в 2 случаях сочетающиеся с поражением регионарных лимфоузлов.

Онкологический научный центр
МЗ ГССР

(Поступило 7.4.1988)

მასპრიმინტული მიწიწინა

ი. ნადირაძე

სიახლე ავთვისებიანი სიმსივნეების მეთასტაზირების
პროფილაქტიკაში რადიკალურ ოპერაციებთან დაკავშირებით

რეზიუმე

კანის პირველადი მელანომით ($T_{1-3}N_0M_0$) დაავადებულ 22 ავადმყოფს რადიკალური ქირურგიული მკურნალობის ფონზე ჩაუტარდა აღმუშავებული პროფილაქტიკური ქიმიოიმუნოკოაგულაქტიური თერაპია.

ავადმყოფებზე 6—29-თვიანი დაკვირვების შედეგები გვიამედებენ. არც ერთ ავადმყოფს არ განვითარებია შორეული მეტასტაზი და მხოლოდ 3 (13,6%) შემთხვევაში მივიღეთ პროცესის ადგილობრივი რეციდივი, აქედან 2 ავადმყოფთან — რეგიონული ლიმფური კვანძების დაზიანებით.

I. Sh. NADIRADZE

 NEWS IN THE PROPHYLAXIS OF MALIGNANT TUMOURS
 METASTATIC SPREADING FOLLOWING RADICAL EXCISION

Summary

As many as 22 skin melanoma ($T_{1-3}N_0M_0$) patients with invasion depth of the III-IV degree by Klark after radical surgical treatment received prophylactic adjuvant chemoimmunocoagulative therapy including intra- and post-operative injection of vinkristin, daktinomycin and heparin, pre- and post-operative injection of dipiridamol, and postoperative injection of T-aktivin.

The results of 6 to 29-month-long observations showed the absence of distant metastases in all patients, only 3(13,6%) patients have local recurrences of the tumour, with two cases of concurrent lesions of regional lymph nodes.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. M. Kaufman *et al.* Arch. Gynec., 1-4, 235, 1983, 239-240.
2. A. Howell *et al.* Lancet, 8398, 1984, 307-311.
3. L. De Martini Augela *et al.* J. Surg. Oncol., 1, 23, 1983, 32-34.
4. Л. С. Гинзбург. Материалы Всесоюз. конф. «Актуальные проблемы гемостаза в клинической практике». М., 1987, 287—288.
5. И. Ш. Надирадзе. Автореферат канд. дисс. М., 1984.
6. C. Merskey *et al.* Blood, 28, 1966, 1-18.
7. G. Вунjevacki *et al.* Nouv. Rev. Franc. Hemat., 4, 20, 1979, 575-584.
8. G. Gamba *et al.* Haematologica, 3, 64, 1979, 322-330.
9. М. С. Мачабели. Успехи физиологических наук, 2, 1986, 1—82.
10. О. К. Гаврилов и соавт. Диссеминированное внутрисосудистое свертывание крови. Метод. рекомендации МЗ СССР. М., 1981.
11. D. Ogston *et al.* J. Clin. Pathol., 9, 24, 1972, 822-826.
12. М. И. Кузин и соавт. Материалы I Всесоюз. конф. «Поражение сосудистой стенки и гемостаз». Полтава, 1981, 107—108.
13. J. Young, H. Griffith, J. Path. Bact., 62, 1950, 293.



М. В. ЭСАКИЯ

ТИП ИНФОРМАЦИИ И ЭКСПРЕССИВНЫЕ СРЕДСТВА СИНТАКСИСА

(Представлено академиком Ш. В. Дзидзигури 15.6.1988)

Объектом изучения в данной статье является роль экспрессивного синтаксиса в реализации коммуникативного намерения.

Нами используется понятие информатива [1], как основного типа речевого акта (РА). Связывая его с понятиями смысловой и эмоциональной информации [2], устанавливаем промежуточный тип информации — эмоционально-смысловая (ЭСИ), пытаемся установить как способствуют экспрессивные средства синтаксиса передаче указанных типов информации и выработать соответствующие модели.

Нами использованы образцы диалогической речи, а главным критерием анализа является выполнение (невыполнение) коммуникативного намерения (с возможными специфическими отклонениями), а также тип исходной информации (информации говорящего).

На основе указанных критериев нами выделены пять групп по две подгруппы в каждой.

За основу в первой группе взяты РА говорящего, содержащие ЭСИ. Первая подгруппа, содержащая РА с ЭСИ, не достигшей коммуникативной цели:

Julia: ... Anyway, it's obviously got you in it's grip!

Jim: What do you mean? What are you talking about? [3, 102].

В данном случае в метафорической форме выражается сожаление, экспрессивность подчеркивается интонацией восклицания. Однако неравнозначность трактовки ситуации говорящим и слушающим предопределяет дистантность коммуникации и соответствующую реакцию адресата. РА адресата, содержащий эмоциональную информацию (ЭИ), оформлен в виде параллельных вопросительных конструкций. В общем виде данная речевая ситуация может быть представлена в виде модели ЭСИ \supset ЭИ, где знак \supset обозначает недостижимую коммуникативную цель.

РА второй подгруппы, содержащие ЭСИ, достигают коммуникативной цели благодаря экспрессивной (восклицательная интонация), но не переносной, а до конца оформленной, конвенциональной формулировке мысли:

Julia: I mean you couldn't give it up!

Jim: Who? Me? Couldn't give up smoking? Nonsense! Of course I could! I know I could! [3, 102].

Реакция адресата содержит ЭСИ, выраженную в форме эллиптических предложений (восклицательных и вопросительных) с использованием эллипсиса-матрицы (термин наш. — М. Э.), параллельных конструкций и интонации. Вторая подгруппа может быть представлена в виде следующей формулы: ЭСИ \subset ЭСИ, где \subset обозначает реализованную коммуникативную цель.

Во вторую группу входят РА говорящего, содержащие только смысловую информацию (СИ). В случае достижения коммуникатив-



ной цели ответ адресата будет содержать отношение к сказанному, в данном случае — несогласие, выраженное иронически:

— I took a small part, to please Mr. Gay. We were friends,
I had that honour.

— Honour, indeed! [4, 67].

Соответствующая модель выглядит следующим образом: СИ ⊂ ЭСИ. В случае невыполнения коммуникативного задания в результате неадекватной оценки ситуации говорящим (в конкретном случае) РА адресата будет содержать только ЭИ (в нашем примере выраженную эллиптическими вопросительными предложениями с эллипсисом-матрицей):

Tom: I don't teach here. I just give oral examinations here now and then. Don't be nervous.

Woman: Nervous? Who? Me? [3, 54].

Модель: СИ ⊃ ЭИ.

К третьей группе относятся РА говорящих, содержащие только ЭИ. Передача ЭИ, рассчитанная на сильное воздействие на адресата (в нашем случае выражение раздражения, возмущения, оформленное в виде восклицательных и вопросительных предложений и усиленное паузами и обособлениями), в случае достижения коммуникативной цели вызывает в ответ эмоциональное отношение адресата к сказанному (в данном случае страх, желание сообщить что-то в свое оправдание, выраженные в виде обрывочных фраз с паузами и повторами:

Hugo: I told you you were a fool... and idiot! Do you believe me now?

Masters: But... but Hugo. Pl... please listen to me! [3, 143].

Соответствующая модель: ЭИ ⊂ ЭСИ.

В случае невыполнения коммуникативного задания в виде сообщения ЭИ (в основном междометные восклицания, подчеркнутые интонацией) ответ адресата тоже будет содержать ЭИ, но выражающую непонимание в виде вопросительных, интонационно окрашенных РА:

Peter: Oh, good Lord!

Tom: What's wrong? [3, 150].

Соответствующая модель: ЭИ ⊃ ЭИ.

Следующая, четвертая, группа представляет собой особый случай РА, которые в силу специфичности коммуникативного намерения вызывают ответ адресата, преднамеренно или непреднамеренно сводящий к нулю коммуникативную цель говорящего. Это такие случаи, когда адресат, понимая намерение собеседника или невольно переключает разговор на другой объект, или делает это специально. В случае непреднамеренно нелогичной реакции:

Susan: You see! They're heavier than you thought!

Tom: Perhaps it's not such a bad idea after all!

Taxi! Taxi! [3, 48]

(модель: ЭСИ ⊃ СИ, где ⊃ обозначает внешнюю нереализованность коммуникативного задания) и в случае, когда это сделано преднамеренно:

Peter: It's ... it's very heavy.

Old man: In fact, it'll be easier to show you the college if you take both bags. I'll have both hands free then. [3, 108]

(соответствующая модель: ЭСИ ⊂ СИ) РА адресата будет содержать СИ или ЭСИ в зависимости от ситуации и иметь своей целью — занять собеседника обсуждением другого информационного сообщения.



Специфичность пятой группы, в противоположность предыдущей, обусловлена ролью говорящего, преднамеренно или непреднамеренно скрывающего часть информации, совершая РА. В случае преднамеренного утаивания части ЭСИ (частичная эмоционально-смысловая информация — ЧЭСИ):

— What I should have of you is far more than thee, Fanny!

— Sir? [4, 83]

(соответствующая модель: ЧЭСИ \supset ЭИ) и в случае непреднамеренно-го ее скрытия:

Susan: We need much more than that! Much more!

Tom: I don't understand. What to you mean? [3, 24]

(модель: ЧЭСИ \supset ЭИ), причиной чего является желание говорящего затуманить коммуникативную цель своего РА или его собственное взволнованное состояние, недостаток информации восполняется такими синтаксическими экспрессивными средствами: интонация, паузы, повторы и восклицания. РА адресатов же, соответственно, представляют собой конвенционально оформленные выражения недоумения, непонимания (вопросительные предложения, часто в виде вопросов-обращений).

Выделенные группы, демонстрирующие реализацию (нереализацию) коммуникативного намерения, вид реализуемой и ответной информации, а также роль в этих процессах экспрессивного синтаксиса, обнаружены нами и на материале грузинского языка. Различия заключаются только в специфических свойствах грузинского синтаксиса и особенностях грузинского языка в этнографическом аспекте.

Таким образом, анализ позволяет установить следующие соотношения: в случае реализации коммуникативной цели РА, содержащий элемент экспрессии, вызывает ответный речевой акт с элементом экспрессии, но основу которого составляет смысловая информация. Это оформляется экспрессивными синтаксическими средствами (параллельные конструкции, интонация, повтор), которые вторичны по отношению к тем, что выражают смысловую информацию. Речевые акты с нереализованной коммуникативной целью в качестве ответа вызывают РА, содержащие только ЭИ; характерным для них является синтаксическая экспрессия: эллипсисы-матрицы, слова-обращения, конвенциональные вопросы. РА, содержащие только ЭИ, являются реакцией и на РА говорящего с передаваемой только частично информацией, синтаксическое оформление в этом случае идентично описанному выше. Так как эмоциональная информация в подобных РА занимает особое место, средства экспрессивного синтаксиса в нем ярче и контрастнее выражают эмоциональное состояние говорящих.

Тбилисский государственный
педагогический институт
иностранных языков
им. И. Чавчавадзе

(Поступило 16.6.1988)

ენათმეცნიერება

ა. მსაპია

ინფორმაციის ტიპი და სინტაქსის ექსპრესიული ხერხები

რეზიუმე

სტატია ეხება ექსპრესიული სინტაქსის ხერხების გამოყენებას დიალოგში ინფორმაციის ტიპის შესაბამისად.

M. V. ESAKIA

THE TYPE OF INFORMATION AND THE MEANS OF EXPRESSIVE
SYNTAX

Summary

The paper deals with the use of the means of expressive syntax in accordance with the type of information.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. Р. Гальперин. Информативность единиц языка. М., 1974.
2. Г. Г. Кларк, Т. Б. Карлсон. Сб. «Новое в зарубежной лингвистике», вып. XVII. М., 1986, 270—322.
3. Kernel Lessons Intermediate. Student's Book. Harlow, 1971.
4. J. F o w l e s. A Maggot. London, 1985.



В. Ю. ЗЫЦАРЬ

ПРОИСХОЖДЕНИЕ ЧИСЛИТЕЛЬНЫХ И АРХЕОЛОГИЯ (ВОПРОСЫ ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ ИНТЕРПРЕТАЦИИ МАТЕРИАЛОВ)

(Представлено академиком Ш. В. Дзидзигури 14.4.1988)

Начиная с середины 60-х годов была издана серия работ Б. А. Фролова, посвященных происхождению чисел и счета по данным археологии. Автор с 1965 года [1], а особенно в итоговой монографии [2] проанализировал обширный материал и пришел к весьма важным открытиям. Им доказано, что значительные пласты палеолитического искусства, распространенные от Пиренеев до Северо-Восточной Азии (нижняя дата 25600 ± 170 лет), носят следы операций с количествами (счета по Фролову) — насечки, штрихи, наконец, сами изображения сгруппированы в определенных ритмах. Наиболее важные выводы суммированы в следующих пунктах: 1) Люди позднего палеолита четко различали определенные количества. 2) Различные группировки палеолитического населения использовали различные способы операций с количествами. 3) При своеобразии вариантов операций на первый план выступает нечто общее в их результатах, а именно устойчивость в повторении группировок по 5, 7, 10, 14. 4) Очевидная способность людей в этот период самостоятельно применять ряд чисел для некоторых практических задач заставляет искать истоки их в более древнем «дографическом» периоде истории ([2], с. 93—94).

Автор широко употребляет термины «счет», «число» в применении к палеолитическим памятникам и пишет о людях верхнего палеолита, что они «умели расчленять явления окружающего мира на какие-то однородные единицы и соединять их в определенных количествах ...иными словами, мы вправе предположить, что люди позднего палеолита умели считать» ([2], с. 69). Какое же значение, какой смысл вкладывает Б. А. Фролов в понятия «счет», «число»? По поводу группировок 5, 7, 10, 14 говорится, что «обитатели древнестоянок знали об акценте на данные способы группировок и, более того, стремились получить именно их» ([2], с. 68). По поводу более крупных количеств: «...алгоритм лунного цикла схвачен и повторен без обращения к числу 280 как абстрактной величине» ([2], с. 135). Остается неясным, какой характер имели числа, находившиеся в промежутках между группировками 5, 7, 10, 14. Правда, на странице 141 сказано: «Эти числа, как и строившийся на их основе числовой ряд, были взяты только из действительного мира». Следует ли из этого, что названия для чисел, числовой ряд 25 тысяч лет назад уже существовали? Однако в другой части работы находим следующее высказывание: «Мы еще не знаем, насколько отвлеченными от других свойств предметов были эти числовые сочетания, и до сих пор вслед за предшественниками объясняем их как следствие счета, **не задаваясь вопросом, что такое счет**» ([2], с. 109). В свете последнего высказывания вырисовывается уже следующая картина: палеолитические люди производили некие количественные операции (засвидетельствованные графически), связанные с пальцами и фиксацией фаз луны.



Вполне понятно, что автор данного важного археологического труда мог бы не ставить перед собой задачу создания общей теории возникновения и развития счета, и, конечно, археологу вполне позволительно при интерпретации своих материалов оставить в стороне сопутствующие языковые вопросы, например: как вышеуказанные операции отражались в языке и мышлении древних людей? Но при употреблении терминов «понятие», «числительные», «абстрактное представление» следует учитывать, что вне вербальности, вне словесных обозначений не оформляются понятия, не осуществляется абстрактное мышление (об этом см., например, [3], с. 15—66). И тем более странно, что сам автор, критикуя концепции, отрицающие возможность счета в палеолите, пишет: «С разной интерпретацией понятия «счета» прямо связана разная оценка этнографических данных о понятии числа у наименее развитых в этом отношении народностей, а значит, и результаты применения этнографических данных к истолкованию немых археологических документов» ([2], с. 111). Спрашивается: а разве не связана разная интерпретация понятия «счета» с возможной разной оценкой и интерпретацией самих археологических документов? И как это понять в свете того, что автор не задается вопросом «что такое счет?».

В своих работах Б. А. Фролов четко зафиксировал ряд фактов. Эти факты должны занять свое место, свою «нишу» в поэтапной схеме становления счета. И автор, действительно, предпринимает попытку создания такой схемы ([2], с. 113—118), опираясь при этом на отдельные постулаты различных нумералистических построений, в основном на разработки историков математики. Первые две стадии описаны довольно кратко.

1. Первоначально счет и объекты счета сливались. Это непосредственное восприятие численности как элемента качества совокупности предметов. Ему соответствуют «числа-качества, числа-свойства». Пережиточный вариант их демонстрируют, например, чукчи, которые узнают о пропаже оленя, не пересчитывая стада. В. З. Панфилов отмечает, что в данном случае узнается о пропаже особи из стада не в связи с неким фактором непосредственного восприятия численности, а просто потому, что эти люди удивительно точно знали внешние отличительные признаки каждой особи ([4], с. 236). Что же касается способности ориентироваться в изменении малых количеств, не прибегая к пересчету, то это связано с емкостью каналов восприятия — 7 ± 2 и является физиологической особенностью, характерной и для животных (см. [4], с. 235).

2. На второй стадии совокупность расчленена на элементы и каждому противопоставлен элемент из другой совокупности. Таковы примеры обмена предметом «вещь за вещь». Между ними нет третьего опосредующего звена. Исторически этому должно соответствовать появление числительных 1 и 2, долгое время бывших до этого числами-совокупностями: 2 как пара рук, глаз и т. д. По поводу стадии 2 отметим: действительно, даже у самых примитивных австралийских племен известны примеры обмена «вещь за вещь», но им же хорошо известны и корпоральный способ учета количеств, некоторым из них — «ручной счет», а также числительные 1, 2, иногда 3, на основе которых аддитивно они получают числа до шести. Следуя логике автора, этот период следует относить в такие глубины палеолита, об обмене в которых мы ничего не знаем. При этом Б. А. Фролов помещает «ручной счет» в более позднюю, третью стадию, но сам пишет, что «рука была первым орудием труда, ...первым (выделено мной. — В. З.) инструментом для количественного членения предметов материального мира». Что касается числительных 1 и 2, то, как это показано в целом ряде лингвистических исследований, данные древнейшие числительные появились в результате разнообразных и сложных языковых



процессов (см. [4], с. 247—250). Выделенная вторая стадия оказывается лишь набором фактов, связанных с некоторыми количественными операциями, и не более того.

3. Гораздо сложнее разобраться с системой построений Б. А. Фролова, касающейся третьей выделенной им стадии. То, что связано с появлением числительных и касается языковых средств выражения количеств, рассматривается отдельно. На странице 115 говорится, что в третьей стадии функционирует древнейшая из всех систем — двочная, начинается постепенное появление числительных после 2; первые 5 чисел связаны с частотой функционирования и пальцевым счетом, причем эти процессы протекали в рамках чисел-совокупностей. Здесь числа-совокупности определяются как группы числительных, обозначающих как вид считаемых предметов, так и их число: так у гилеков разными словами обозначалось одно и то же число людей, рыб, сетей и т. д., т. е. термином «числа-совокупности» названы существующие у некоторых народов системы различных числительных, называемые в языкознании конкретными числительными. В. З. Панфилов на языковом материале доказал, что их появлению должно предшествовать появление абстрактного представления о числах (см. [5], с. 214—221), так что нельзя говорить о появлении чисел в рамках чисел-совокупностей. Но в другом разделе, где определяются историческая роль и место счетной графики (с. 122), автор оперирует этим термином уже в каком-то ином смысле: здесь говорится, что в графике палеолита различаются следы двух видов чисел-совокупностей — один тяготеет к 5 и 10 пальцам, другой — к 7 и 14 дням. Можно ли представить, что существовала отдельная система для счета только пальцев, в отличие от систем для счета других предметов, когда сами пальцы были основным инструментом счета?

Что касается использования средств счета, внутри третьей стадии выделено три последовательных этапа, соответствующих применению частей тела, естественных средств (камни, палочки и т. п.) и искусственных средств (зарубки, нарезки). Утверждается, что операции, соответствующие применению частей тела и естественных средств, происходили в «дографический» период. Автор полагает: зафиксированные в археологических документах способы счета отстают от уровня практически использованного тогда счета. Утверждается, что всякая система нумерации (палеолитические нарезки) фиксирует уже существующий устный счет. Но в другом месте сам автор пишет: «Фиксация этого важного числа — «14» могла происходить задолго до появления абстрактного представления о нем» ([2, с. 120]. Действительно, разрядная фиксация по пять элементов говорит о перенесении на графику эталона «рука» и вряд ли между этими точками-реперами (5, 10, 14) имелись вербально заполненные ряды числительных. В. З. Панфилов по этому поводу отметил: «то или иное количество зарубок, насечек и т. п. могли наноситься на орудия, фигурки и т. п. и на том этапе развития категории количества, когда палеолитические предки человека были способны устанавливать лишь равнозначность двух и более множеств, но не имели понятий о числах и, следовательно, не умели считать» ([4], с. 353).

Очевидно, что при интерпретации имеющегося материала, касающегося происхождения числа и счета, исследователь должен исходить из учета всех закономерностей развития категории количества в языке и мышлении, из теории, построенной на основе анализа всех данных смежных наук. Если же, наоборот, исходить из наличествующих в одной дисциплине (будь то археология, этнография, психология и т. д.) фактов и на их основе (пусть даже с параллельным привлечением смежных данных) создавать общетеоретическую схему, то, как мы убедились, последняя получает одностороннее содержание.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 24.6.1988)

ენათმეცნიერება

3. ზივარი

რიცხვითი სახელშეგების წარმოშობა და არქეოლოგია (მასალის
პრინციპული ინტერპრეტაციის საკითხები)

რეზიუმე

განხილულია ბ. ფროლოვის შესაბამისი კონცეფცია.

LINGUISTICS

V. Yu. ZYTSAR

ORIGIN OF NUMERALS AND ARCHEOLOGY

Summary

The corresponding theory of B. A. Frolov is discussed.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Б. А. Фролов. Изв. Сиб. отд. АН СССР, сер. общественных наук, № 9, вып. 3, 1965, 97—104.
2. Б. А. Фролов. Числа в графике палеолита. Новосибирск, 1974.
3. В. З. Панфилов. Язык и мышление. М., 1971.
4. В. З. Панфилов. Гносеологические аспекты философских проблем языкознания. М., 1982.
5. В. З. Панфилов. Грамматика нивхского языка, ч. I. М.—Л., 1962.



საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიაში В АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР

სესიები, კონფერენციები, თათბირები СЕССИИ, КОНФЕРЕНЦИИ, СОВЕЩАНИЯ

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ფიზიკის ინსტიტუტის ბაზაზე 15—24 იანვარს დაბა ბაკურიანში შედგა XIV საკავშირო სკოლა „ფუნდამენტური ურთიერთქმედებები მაღალ ენერგიებზე“.

სკოლის მუშაობაში მონაწილეობდა სსრკ მეცნიერებათა აკადემიის, უკრ. სსრ მეცნიერებათა აკადემიის, ატომური ენერჯის გამოყენების სახელმწიფო კომიტეტის, სსრკ უმაღლესი განათლების სამინისტროსა და სხვ. დაწესებულებათა 40 სპეციალისტი, აგრეთვე საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ფიზიკის ინსტიტუტის, მათემატიკის ინსტიტუტის, თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის, თსუ მაღალი ენერგიების ინსტიტუტის 45 თანამშრომელი.

სკოლის პროგრამაში ძირითადი ყურადღება დაეთმო შემდეგ საკითხებს:

1. ადრონ-ადრონული და ადრონ-ბირთვული ურთიერთქმედებები კვანტურა ქრომოდინამიკის, რეჯისტული და დუალურტოპოლოგიური სქემების ფარგლებში. 2. ახალი შედეგები β -მეზონების ფიზიკაში; 3. სუპერსიმეტრია, ველის ტოპოლოგიური კვანტური თეორია და ა. შ. 4. კოსმოსური სხივების ფიზიკის შედეგები და ექსპერიმენტების თანამედროვე მდგომარეობა.

წაკითხულ იქნა სკოლისათვის ტრადიციული მოხსენებები კოსმოლოგიასა და ასტროფიზიკაში. ისინი მიეძღვნა პირველად ნუკლეოსინთეზს და დაფარული მასის პრობლემას, თაობების სიმეტრიის დარღვევის ფიზიკურ და ასტროფიზიკურ შედეგებს, ზეახალ ვარსკვლავებს და სხვა.

სკოლაზე მოსმენილ იქნა 48 მოხსენება. სკოლის მუშაობამ ხელი შეუწყო მაღალი ენერგიების ფიზიკის პრობლემების უკეთ გაგებას და მომავალი სამეცნიერო კვლევების პროგრამების დაზუსტებას.

На базе Института физики АН Грузинской ССР с 15 по 24 января в пос. Бакуриани состоялась XIV Всесоюзная школа «Фундаментальные взаимодействия при высоких энергиях».

В работе школы приняли участие 40 специалистов из 13 учреждений АН СССР, АН УССР, ГКИАЭ, Минвуза СССР (ИФВЭ, ИТЭФ, ФИАН, ОИЯИ, ЛИЯФ и др.), а также 45 сотрудников ИФ АН Грузинской ССР, ИМ АН Грузинской ССР, ТГУ, ИФВЭ ТГУ.

Основное внимание в программе школы было уделено следующим вопросам: 1) адрон-адронные и адрон-ядерные взаимодействия в рамках КХД и в реджевской и дуальнотопологических схемах; 2) новые результаты в физике β -мезонов; 3) перспективные теоретические представления суперструны, суперсимметрия, топологическая квантовая теория поля и т. д.; 4) результаты и современное состояние экспериментов в физике космических лучей.



Были заслушаны традиционные для школы доклады по космологии и астрофизике, в которых обсуждались первичный нуклеосинтез и проблема скрытой массы, физические и астрофизические следствия нарушения симметрии поколений, сведения о сверхновых звездах.

На школе было заслушано 48 докладов, состоялись дискуссии по различным актуальным вопросам. Работа школы способствовала более четкому пониманию проблем физики высоких энергий и уточнению программ дальнейших научных исследований.

თანახმად „მყარი ტანის რადიაციული ფიზიკის“ სსრკ მეცნიერებათა აკადემიის სამეცნიერო საბჭოს გეგმისა 30 იანვრიდან 7 თებერვლამდე დაბა ბაკურიანში ჩატარდა საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ფიზიკის ინსტიტუტის მიერ ორგანიზებული XVI ბაკურიანის სკოლა შენადნობებისა და ლითონების რადიაციულ ფიზიკაში.

სკოლის მუშაობაში მონაწილეობდა 92 სპეციალისტი ჩვენი ქვეყნის 38 სამეცნიერო დაწესებულებიდან. შენადნობებისა და ლითონების რადიაციულ ფიზიკაში მოისმინეს და განიხილეს 55 ლექცია, მიმოხილვითი მოხსენება, ამასთან XV ბაკურიანის სკოლის გადაწყვეტილების თანახმად განსაკუთრებული ყურადღება დაეთმო მაღალტემპერატურულ ზეგამტარებსა და მასალებში რადიაციული დეფექტების პრობლემებს, რომელთა გამოყენება პერსპექტიულია კოსმოსურ ტექნიკაში.

განხილულ იქნა მაღალტემპერატურული ზეგამტარების ელექტრონული სტრუქტურის, მათი დრეკადი და არადრეკადი თვისებების, ზეგამტარული მდგომარეობის სიმეტრიის, გვირაბული მახასიათებლების გამოკვლევების შედეგები. აღინიშნა, რომ მაღალტემპერატურული ზეგამტარობის რადიაციული ფიზიკის დარგში ჩატარებული კვლევა როგორც შედეგების მეცნიერული მნიშვნელობით, ისე მოცულობით შეესაბამება საერთაშორისო დონეს.

ფართო დისკუსიისა და ლითონებისა და შენადნობების რადიაციული ფიზიკის თანამედროვე პრობლემების განხილვის შედეგად, როგორც სკოლის სხდომებზე, ისე სხდომებს შორის შესვენების დროს, სკოლის მონაწილეებმა დააზუსტეს შემდგომი გამოკვლევების პროგრამები, დასახეს სამეცნიერო კოლექტივებს შორის ახალი შემოქმედებითი კავშირები.

მიღებულ იქნა გადაწყვეტილება, რათა მორიგი XVII ბაკურიანის სკოლა მიეძღვნას არაწონასწორულ ლითონურ სისტემებში რადიაციული დეფექტების პრობლემას და მაღალტემპერატურულ ზეგამტარებში რადიაციული დარღვევების გამოკვლევებში არსებულ უკანასკნელ მიღწევებს.

В соответствии с планом Научного совета АН СССР по проблеме «Радиационная физика твердого тела» с 30 января по 7 февраля в пос. Бакуриани состоялась XVI Бакурианская школа по радиационной физике металлов и сплавов, организованная Институтом физики АИ Гruzинской ССР.

В работе школы приняли участие 92 специалиста из 38 научных организаций страны. Было заслушано и обсуждено 55 лекций, обзорных докладов и оригинальных сообщений в области радиационной физики металлов и сплавов. Особое внимание при этом, согласно решению XV Бакурианской школы, было уделено проблемам радиацион-

ных эффектов в высокотемпературных сверхпроводниках и материалах, перспективных для использования в космической технике.

В ходе творческой дискуссии были рассмотрены последние данные о влиянии облучения (нейтронами, протонами, электронами, гамма-квантами) на основные физические свойства высокотемпературных сверхпроводников (ВТСП), о радиационно-стимулированных или инициированных структурных изменениях и связанной с ними радиационной стойкости этих соединений. Были обсуждены результаты исследования электронной структуры ВТСП, их упругих и неупругих свойств, симметрии сверхпроводящего состояния, туннельных характеристик ВТСП и др. Было отмечено, что проведенные в СССР исследования в области радиационной физики ВТСП как по научной значимости результатов, так и по объему вполне соответствуют мировому уровню.

В результате широкой дискуссии и обсуждения современных проблем радиационной физики металлов и сплавов как непосредственно на заседаниях школы, так и в перерывах между заседаниями участники школы получили возможность скорректировать программы дальнейших исследований, наметить новые творческие связи между научными коллективами.

Было принято решение посвятить очередную XVII Бакурианскую школу проблеме радиационных эффектов в неравновесных металлических системах, а также последним достижениям в исследовании радиационных повреждений в ВТСП.

7—17 თებერვალს საქ. სსრ მეცნიერებათა აკადემიის გეოფიზიკის ინსტიტუტში ჩატარდა პირველი საკავშირო სკოლა-სემინარის მეცადინეობა ციფრობრივ სეისმომეტრიაში. სემინარის მუშაობაში მონაწილეობდნენ სხვადასხვა რესპუბლიკის წარმომადგენლები. ჩატარდა 20 ლექცია. სემინარის მონაწილეები გაეცნენ ჩვენი სამეცნიერო ხელსაწყოთმშენებლობის მიღწევებს ავტომატური შეკრების და სეისმოლოგიის ინფორმაციის დამუშავების დარგში.

7—17 февраля в Тбилиси в Институте геофизики АН ГССР проводились занятия 1-й Всесоюзной школы-семинара по цифровой сейсмометрии. В работе семинара принимали участие представители разных республик. Было прочтено более 20 лекций. Участники семинара ознакомились с достижениями отечественного научного приборостроения в области автоматизации сбора и обработки сейсмологической информации.

20—22 თებერვალს საქ. სსრ მეცნიერებათა აკადემიის გეოფიზიკის ინსტიტუტში ჩატარდა სპიტაკის მიწისძვრისადმი მიძღვნილი კავკასიის რეგიონალური სექციის სხდომა. სხდომაში მონაწილეობდა 80 მეცნიერი, მათ შორის 30 ჩვენი ქვეყნის ქალაქებიდან. წაითხული იყო 30 მოხსენება. სხდომამ მიიღო რეკომენდაციები სეისმოპროგნოზული სადგურების ქსელის განვითარებისა და სეისმოპროგნოზული სამუშაოების გაუმჯობესების შესახებ.

20—22 ფებრალი в Тбилиси в Институте геофизики АН ГССР проводилось заседание Кавказской региональной секции (КРС) МСССС, посвященное Спитакскому землетрясению. В заседании участвовало 80 ученых, в том числе 30 из разных городов нашей страны. Было заслушано 30 докладов. Были приняты рекомендации относительно развития сети сейсмопрогнозных станций, улучшения сейсмопрогностических работ, создания службы срочных донесений об аномальных изменениях геофизических полей.

7—11 მარტს გეოფიზიკის ინსტიტუტში ჩატარდა კავკასიის რეგიონალურ სექციებთან არსებული სეისმური დარაიონების კომისიის თათბირი.

თათბირის მუშაობაში მონაწილეობდა 50 მეცნიერი, მათ შორის 15 ჩეხოსლოვაკიის სხვადასხვა ქალაქიდან. წაკითხული იყო 6 მოხსენება. განხილული იყო კავკასიის სეისმური დარაიონების საკითხები.

7—11 марта в Тбилиси проводилось совещание комиссии по сейсмическому районированию при региональной секции Кавказа МСССС.

В работе совещания приняло участие 50 ученых, среди них 15 из разных городов СССР. Было заслушано 6 докладов. Были рассмотрены вопросы по сейсмическому районированию Кавказа.

11—25 თებერვალს დაბა ბაკურიანში ჩატარდა ზედენადობის და ზეგამტარობის ფიზიკაში 23-ე საკავშირო სკოლა-კოლოკვიუმი, რომელიც ორგანიზებული იყო სსრკ მეცნიერებათა აკადემიის დაბალი ტემპერატურების ფიზიკის პრობლემური საბჭოსა და საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ფიზიკის ინსტიტუტის მიერ.

სკოლის მუშაობაში მონაწილეობდა დაახლოებით 150 მეცნიერი, სსრკ, უკრაინის სსრ, საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიების 25 სამეცნიერო ორგანიზაციიდან. მათ შორისაა მოსკოვის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ფიზიკის, კიბერნეტიკის, მეტალოურგიის ინსტიტუტები, თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, საქართველოს პოლიტექნიკური ინსტიტუტი. წაკითხულ იქნა 60 ლექცია-მოხსენება, მიძღვნილი ზედენადობის, ზეგამტარობის, მაღალტემპერატურული ზეგამტარობის აქტუალური საკითხებისადმი. დიდი ინტერესი გამოიწვია ფიზიკის ინსტიტუტის ლექცია-მოხსენებამ ზედენადობასა და მაღალტემპერატურულ ზეგამტარობაში. აღნიშნული პრობლემების გარშემო სკოლის მონაწილეებმა ერთმანეთს გაუზიარეს უახლესი ინფორმაცია. განხილეს დაბალი ტემპერატურების, კერძოდ, მაღალტემპერატურული ზეგამტარობის ფიზიკაში სამუშაოთა კოორდინაციის საკითხები.

С 11 по 25 февраля в пос. Бакуриани проходила работа 23-й Всесоюзной школы-коллоквиума по физике сверхтекучести и сверхпроводимости, организованной Проблемным советом по физике низких температур АН СССР и Институтом физики АН ГССР.

В работе школы участвовало около 150 физиков из 25 научных организаций АН СССР, УССР, ГССР. Среди них Московский государственный университет, институты физики, кибернетики, металлургии АН ГССР, Тбилисский государственный университет, Грузинский политехнический институт.

На школе было заслушано 60 лекций-докладов.

Большой интерес вызвали лекции-доклады сотрудников Института физики АН ГССР по теории сверхтекучести и высокотемпературной сверхпроводимости.

Участники школы обменялись новейшей информацией вокруг указанных проблем.

Были рассмотрены вопросы координации работ по физике низких температур, в том числе высокотемпературной сверхпроводимости.





არჩილ ლუქაჩე ტაგარელი
АРЧИЛ ЛУКИЧ ЦАГАРЕЛИ

ქართულმა საბჭოთა მეცნიერებამ დიდი დანაკლისი განიცადა — 74 წლისა გარდაიცვალა გამოჩენილი მეცნიერი, თვალსაჩინო პედაგოგი და საზოგადო მოღვაწე, საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი, საქართველოს სსრ მეცნიერების დამსახურებული მოღვაწე, არჩილ ლუქაჩე ტაგარელი.

ა. ცაგარელი დაიბადა 1913 წ. 5 დეკემბერს ქ. თბილისში ექიმის ოჯახში. 1931 წ. დაამთავრა თბილისის პირველი საშუალო სკოლა, ხოლო 1936 წ. თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის გეოგრაფია-გეოლოგიის ფაკულტეტი გეოლოგიის სპეციალობით და აკადემიკოს ა. ჯანელიძის წინადადებით იქვე შევიდა ასპირანტურაში.

ა. ცაგარელმა წარმატებით დაიცვა გეოლოგიურ-მინერალოგიურ მეცნიერებათა კანდიდატის (1940 წ.) და დოქტორის (1951 წ.) სამეცნიერო ხარისხები და მიენიჭა ჯერ დოცენტის (1946 წ.), შემდეგ პროფესორის (1954 წ.) წოდება.

1961 წ. ა. ცაგარელი საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტად იქნა არჩეული, ხოლო 1969 წ. აკადემიკოსად.

ა. ცაგარელის მეცნიერული მოღვაწეობა ძირითადად ა. ჯანელიძის საბ. გეოლოგიურ ინსტიტუტთან არის დაკავშირებული, სადაც ის თითქმის ნახევარი საუკუნე მუშაობდა. 1951 წლიდან სიცოცხლის დასასრულამდე განაგებდა რეგიონული გეოლოგიის განყოფილებას. 1979—1981 წწ. კი ამ ინსტიტუტის დირექტორი იყო, ხოლო 1981—1988 წწ. — ჩვენი აკადემიის დედამიწის შემსწავლელ მეცნიერებათა განყოფილების აკადემიკოს-მდივანი.

ვრცელი იყო ა. ცაგარელის მეცნიერული კვლევის ინტერესები, დაკავშირებული საქართველოს და საერთოდ კავკასიის გეოლოგიის ისეთ მნიშვნელოვან დარგებთან, როგორიცაა რეგიონული გეოლოგია და ტექნიკა, პალეონტო-

ლოგია და სტრატეგრაფია, მეოთხეულის გეოლოგია და გეომორფოლოგია, ნეოტექტონიკა და გეოლოგიური ავგეგმა. ამ მიმართულებით ჩატარებული კვლევის შედეგები აისახა 100-ზე მეტ სამეცნიერო ნაშრომში, რომელთა შორის 7 მონოგრაფიაა.

მრავალმხრივ სამეცნიერო მოღვაწეობასთან ერთად ა. ცავარელი დიდი ხნის განმავლობაში ნაყოფიერ პედაგოგიურ მოღვაწეობას ეწეოდა თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტში, რომლის გეოლოგიისა და პალეონტოლოგიის კათედრას განაგებდა უკანასკნელ დრომდე, სოხუმის, გორის პედაგოგიურ და საქართველოს პოლიტექნიკურ ინსტიტუტებში. მის მოწაფეთა შორის მრავალი მეცნიერებათა კანდიდატი და დოქტორი.

ა. ცავარელი იყო მრავალი რესპუბლიკური, საკავშირო და საერთაშორისო სამეცნიერო ღონისძიების უშუალო მონაწილე და ხელმძღვანელ-ორგანიზატორი, იყო სსრკ გეოლოგთა ნაციონალური კომიტეტის და საუწყებათაშორისო სტრატეგრაფიული კომიტეტის წევრი, ამ კომიტეტის საქართველოს კომისიის თავმჯდომარე, სსრკ მეოთხეული პერიოდის შემსწავლელი კომისიის წევრი და ამავე კომისიის თავმჯდომარე საქართველოში, საქ. სსრ სახელმწიფო პრემიების კომიტეტის წევრი. ა. ცავარელის მოღვაწეობამ საერთაშორისო აღიარება ჰპოვა — იგი იყო გეოლოგთა საერთაშორისო ასოციაციის სტრატეგრაფიული კომისიის წევრი და ლონდონის გეოლოგიური საზოგადოების წევრი.

ა. ცავარელის ნაყოფიერი მეცნიერული, პედაგოგიური და საზოგადოებრივი მოღვაწეობა აღინიშნა შრომის წითელი დროშის, ხალხთა მეგობრობის ორდენებით და მედლებით. იგი იყო საქართველოს სსრ სახელმწიფო პრემიის და საქ. მეცნიერებათა აკადემიის ა. ჯანელიძის სახ. პრემიის ლაურეატი. არჩილ ცავარელის ნათელი სახე მარად იცოცხლებს მისი მრავალრიცხოვანი მოწაფეების, კოლეგების და ამხანაგების ხსოვნაში.

Грузинская советская наука понесла тяжелую утрату. После непродолжительной болезни на 74-м году жизни скончался известный ученый, выдающийся педагог и общественный деятель, академик АН ГССР, заслуженный деятель науки Грузинской ССР Арчил Луквич Цагарели.

А. Л. Цагарели родился 5 декабря 1913 г. в г. Тбилиси в семье врача. В 1931 г. он окончил I Тбилисскую среднюю школу. В 1936 г. по окончании геолого-географического факультета Тбилисского государственного университета по рекомендации академика А. И. Джанелидзе был оставлен в аспирантуре.

В 1940 г. А. Л. Цагарели успешно защитил кандидатскую, а в 1951 г. — докторскую диссертацию. Соответственно ему были присвоены звания доцента (1946 г.) и профессора (1954 г.).

В 1961 г. А. Л. Цагарели был избран членом-корреспондентом АН ГССР, а в 1969 г. — академиком.

Научная деятельность А. Л. Цагарели связана в основном с Геологическим институтом им. А. И. Джанелидзе, где он начиная с 1941 г. проработал почти полвека. С 1951 г. до последних дней жизни он возглавлял отдел региональной геологии, а в 1979—1981 гг. являлся директором названного института. В 1981—1988 гг. он академик-секретарь отделения наук о Земле АН ГССР.

Объектом научных исследований А. Л. Цагарели являлись важные направления геологического строения Грузии и всего Кавказа,



также как региональная геология, тектоника, палеонтология, стратиграфия, геология четвертичных отложений, геоморфология, неотектоника и геологическая съемка. Результаты проведенных исследований отразились в свыше 100 научных трудах, семь из которых монографии.

Наряду с многосторонней научной работой А. Л. Цагарели в течение длительного времени вел плодотворную педагогическую деятельность в Тбилисском госуниверситете, где до последних дней жизни заведывал кафедрой геологии и палеонтологии, в Сухумском и Горийском педагогических институтах и Грузинском политехническом институте. Среди его многочисленных учеников немало кандидатов и докторов наук.

Под руководством и при непосредственном участии А. Л. Цагарели было проведено множество республиканских, союзных и международных научных мероприятий.

А. Л. Цагарели был избран членом Национального комитета советских геологов, Междуведомственного стратиграфического комитета СССР, председателем Стратиграфической комиссии Грузии, членом Всесоюзной комиссии по изучению четвертичного периода и председателем этой же комиссии в Грузии, членом Комитета по присуждению государственных премий Грузинской ССР и др. Многосторонняя деятельность А. Л. Цагарели получила международное признание — он был избран членом стратиграфической комиссии Международной ассоциации геологов и членом Лондонского геологического общества.

За плодотворную научную, педагогическую и общественную деятельность А. Л. Цагарели был награжден орденами Трудового Красного Знамени и Дружбы народов, медалями. Он являлся лауреатом Государственной премии Грузинской ССР, а также премии им. А. Джанелидзе АН ГССР.

Светлая память о А. Л. Цагарели навсегда сохранится в сердцах его многочисленных учеников, коллег и товарищей.



ა ვ ტ ო რ თ ა ს ა ყ უ რ ა დ ე ბ ო დ

1. ჟურნალ „საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბეში“ ქვეყნდება აკადემიკოსთა და წევრ-კორესპონდენტთა, აკადემიის სისტემაში მომუშავე და სხვა მეცნიერთა მოკლე წერილები, რომლებიც შეიცავს ახალ მნიშვნელოვან გამოკვლევათა ჭერ გამოუქვეყნებულ შედეგებს. წერილები ქვეყნდება მხოლოდ იმ სამეცნიერო დარგებიდან, რომელთა ნომენკლატურული სია დამტკიცებულია აკადემიის პრეზიდიუმის მიერ.

2. „მოამბეში“ არ შეიძლება გამოქვეყნდეს პოლემიკური წერილი, აგრეთვე მიმოხილვითი ან აღწერითი ხასიათის წერილი ცხოველთა, მცენარეთა ან სხვათა სისტემატიკაზე, თუ მასში მოცემული არაა მეცნიერებისათვის განსაკუთრებით საინტერესო შედეგები.

3. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსთა და წევრ-კორესპონდენტთა წერილები უშუალოდ გადაეცემა გამოსაქვეყნებლად „მოამბის“ რედაქციას, ხოლო სხვა ავტორთა წერილები ქვეყნდება აკადემიკოსთა ან წევრ-კორესპონდენტთა წარდგინებით. როგორც წესი, აკადემიკოსს ან წევრ-კორესპონდენტს „მოამბეში“ დასაბეჭდად წელიწადში შეუძლია წარმოდგინოს 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. გამონაკლის შემთხვევაში როცა აკადემიკოსი ან წევრ-კორესპონდენტი მოითხოვს 12-ზე მეტ წერილის წარდგენას, საკუთარ წევრებს 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. წერილს აუცილებლად უნდა ახლდეს ჟურნალ „მოამბის“ რედაქციის სახელზე იმ სამეცნიერო დაწესებულებების მითითება, სადაც შესრულებულია ავტორის სამუშაო.

5. წერილი წარმოდგენილი უნდა იყოს ორ ცალად, დასაბეჭდად საცემით მზა სახით, ავტორის სურვილისამებრ ქართულ ან რუსულ ენაზე. ქართულ ტექსტს თან უნდა ახლდეს რუსული და მოკლე ინგლისური რეზიუმე, ხოლო რუსულ ტექსტს — ქართული და მოკლე ინგლისური რეზიუმე. წერილის მოკულობა ილუსტრაციებითურთ, რეზიუმეებითა და დამოწმებული ლიტერატურის ნუსხითურთ, რომელიც მას ბოლოში ერთვას, არ უნდა აღემატებოდეს ჟურნალის 4 გვერდს (8000 სასტამბო ნიშანი), ანუ საწერ მანქანაზე ორი ინტერვალით გადაწერილი 6 სტანდარტულ გვერდს (ფორმულებიანი წერილი კი 5 გვერდს). არ შეიძლება წერილების ნაწილებად დაყოფა სხვადასხვა ნომერში გამოსაქვეყნებლად. ავტორისაგან რედაქცია ღებულობს თავში მხოლოდ ერთ წერილს.

6. აკადემიკოსთა ან აკადემიის წევრ-კორესპონდენტთა წარდგინება რედაქციის სახელზე დაწერილი უნდა იყოს ცალკე ფურცელზე წარდგინების თარიღის აღნიშვნით. მასში აუცილებლად უნდა აღინიშნოს, თუ რა არის ახალი წერილში, რა მეცნიერული ღირებულება აქვს მას და რამდენად უპასუხებს ამ წესების 1 მუხლის მოთხოვნას.

7. წერილი არ უნდა იყოს ვადატვირთული შესავალი, მიმოხილვით, ცხრილებით, ილუსტრაციებითა და დამოწმებული ლიტერატურით. მასში მთავარი ადგილი უნდა ჰქონდეს დამთბილი საკუთარი გამოკვლევის შედეგებს. თუ წერილში ვჭადავბა, ქვეთავების მიხედვით დამოცემულია დასკვნები, მაშინ საჭირო არაა მათი გამეორება წერილის ბოლოს.

8. წერილი ასე ფორმდება: თავში ზემოთ უნდა დაიწეროს ავტორის ინიციალები და გვარი, ქვემოთ — წერილის სათაური. ზემოთ მარჯვენა მხარეს, წარმოდგენმა უნდა წააწეროს, თუ მეცნიერების რომელ დარგს განეკუთვნება წერილი. წერილის ძირითადი ტექსტის ბოლოს, მარცხენა მხარეს, ავტორმა უნდა აღნიშნოს იმ დაწესებულების სრული სახელწოდება და ადგილმდებარეობა, სადაც შესრულებულია შრომა.

9. ილუსტრაციები და ნახაზები წარმოდგენილ უნდა იქნეს ორ ცალად კონვერტით. ამასთან, ნახაზები შესრულებული უნდა იყოს კალკაზე შავი ტუშით. წარწერები ნახაზებს უნდა გაეკუთვნოს კალიგრაფიულად და ისეთი ზომისა, რომ შემცირების შემთხვევაშიც 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 დაწკარავდეს უნდა აღნიშნოს რა ადგილას მოთავსდეს ესა თუ ის ილუსტრაცია. არ შეიძლება წარმოდგენილ იქნეს ისეთი



გან უნდა გაეგვას თითო ხაზი წითელი ფანქრით, მთავრულ ასოებს — ქვემოთ ორ-ორი პატარა ხაზი შავი ფანქრით, ხოლო არამთავრულ ასოებს — ზემოთ ორ-ორი პატარა ხაზი შავი ფანქრით. ფანქრითვე უნდა შემოიფარგლოს ნახევარწრით ნიშნაკებიც (ინდექსები და ხარისხის მაჩვენებლები). რეზიუმეები წარმოდგენილ უნდა იქნეს ცალ-ცალკე ფურცლებზე. წერილში არ უნდა იყოს ჩასწორებები და ჩამატებები ფანქრით ან მელნით.

10. დამოწმებული ლიტერატურა უნდა დაიბეჭდოს ცალკე ფურცელზე. საჭიროა დაცულ იქნეს ასეთი თანმიმდევრობა: ავტორის ინიციალები, გვარი, თუ დამოწმებულთა საყურნალო შრომა, ვუჩვენოთ ეურნალის შემოკლებული სახელწოდება, ტომი, ნომერი, გამოცემის წელი. თუ დამოწმებულია წიგნი, აუცილებელია ვუჩვენოთ მისი სრული სახელწოდება, გამოცემის ადგილი და წელი. თუ ავტორი საჭიროდ მიიჩნევს, ბოლოს შეუძლია გვერდების ნუმერაციაც უჩვენოს. დამოწმებული ლიტერატურა უნდა დალაგდეს არა ანბანური წესით, არამედ დამოწმების თანმიმდევრობით. ლიტერატურის მისათიებლად ტექსტსა თუ შენიშვნებში კვადრატულ ფრჩხილებში ნაჩვენები უნდა იყოს შესაბამისი ნომერი დამოწმებული შრომისა. არ შეიძლება დამოწმებული ლიტერატურის ნუსხაში შევიტანოთ ისეთი შრომა, რომელიც ტექსტში მითითებული არ არის. ასევე არ შეიძლება გამოუქვეყნებელი შრომის დამოწმება. დამოწმებული ლიტერატურის ბოლოს ავტორმა უნდა მოაწეროს ხელი, აღნიშნოს სად მუშაობს და რა თანამდებობაზე, უჩვენოს თავისი ზუსტი მისამართი და ტელეფონის ნომერი.

11. „მოამბევი“ გამოქვეყნებული ყველა წერილის მოკლე შინაარსი იბეჭდება რეფერატულ ეურნალში. ამიტომ ავტორმა წერილთან ერთად აუცილებლად უნდა წარმოადგინოს მისი რეფერატი რუსულ ენაზე (ორ ცალად).

12. ავტორს წასაკითხად ეძლევა თავისი წერილის გვერდებზე შეკრული კორექტურა მკაცრად განსაზღვრული ვადით (არაუმეტეს ორი დღისა). თუ დადგენილი ვადისათვის კორექტურა არ იქნა დაბრუნებული, რედაქციას უფლება აქვს შეაჩეროს წერილის დაბეჭდვა ან დაბეჭდოს იგი ავტორის ვიზის გარეშე.

13. 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, 37-85-61

საფოსტო ინდექსი 380060

ხ ე ლ მ ო წ ე რ ი ს პ ი რ ო ბ ე ბ ი: ერთი წლით 22 მან. 80 კაპ.

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 обязательно должна иметь направление из научного учреждения, где проведена работа автора, на имя редакции «Сообщений АН ГССР».

5. 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.

6. 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.

7. 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.

8. 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.

9. Иллюстрации и чертежи должны быть представлены в двух экземплярах 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. Подписные 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 уместиться на одной странице журнала. Формулы должны быть четко вписаны чернилами в оба экземпляра текста; под греческими буквами проводится одна черта красным карандашом, под прописными — две черты черным карандашом 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.

10. 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.

11. 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).

12. Автору направляется корректура статьи в сверстанном виде на строго ограниченный срок (не более двух дней). В случае невозвращения корректуры к сроку редакция вправе приостановить печатание статьи или печатать ее без визы автора.

13. 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, 37-85-61

Почтовый индекс 380060

Условия подписки: на год — 22 руб. 80 коп.

6 14/96



ՅՆՆՈ 1 ՅՆԵ. 90 ՀԾԾ.
ЦЕНА 1 РУБ. 90 КОП.

ИНДЕКС 76181