

524
1982. 108



ISSN—0182—1447

საქართველოს სსრ
მეცნიერებათა აკადემიის

მოაზება

СООБЩЕНИЯ

АКАДЕМИИ НАУК
ГРУЗИНСКОЙ ССР

BULLETIN

OF THE ACADEMY OF SCIENCES
OF THE GEORGIAN SSR

ტომი 108 ტომ

№ 2

ნოემბერი 1982 НОЯБРЬ

თბილისი • ТБИЛИСИ • TBILISI

საქართველოს სსრ
მეცნიერებათა აკადემიის

ბულეტენი

СООБЩЕНИЯ

АКАДЕМИИ НАУК
ГРУЗИНСКОЙ ССР

BULLETIN

OF THE ACADEMY OF SCIENCES
OF THE GEORGIAN SSR

III - სექტემბერი
26

ტომი 108 ТОМ

№ 2

ნოემბერი 1982 НОЯБРЬ

ს ა რ ე დ ა კ ტ ო რ კ ო ლ ე გ ი ა

ანდრონიკაშვილი, ა. აფაქიძე, ა. ბიწაძე, ლ. ვაბუნია (მთავარი რედაქტორის მოადგილე),
თ. ვამბრელიძე, ი. გვერდწითელი, ა. გუნია, ს. დურმიშიძე, ა. თავხელიძე, ნ. კეცხოველი,
ვ. კუპრაძე (მთავარი რედაქტორის მოადგილე), ნ. ლანდია, ვ. მახალდიანი,
გ. მელიქიშვილი, ვ. ოკუჩავა, ა. ფრანგიშვილი, ა. ცაგარელი, გ. ციციშვილი,
ა. ძიძიგური, შ. ძიძიგური, გ. ხარატიშვილი, ე. ხარაძე (მთავარი
რედაქტორი), ნ. ჭავჭავაძე, გ. ჭიბლაძე

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Э. Л. Андрикошвили, А. М. Апакидзе, А. В. Бицадзе, Л. К. Габуния (заместитель
главного редактора), Т. В. Гамкрелидзе, И. Г. Гвердцители, А. Л. Гуня,
Н. А. Джавахишвили, Г. Н. Джибладзе, А. А. Дзидзигури, Ш. В. Дзидзи-
гури, С. В. Дурмишидзе, Н. Н. Кецохвели, В. Д. Купрадзе (заместитель
главного редактора), Н. А. Ландия, В. В. Махалдиани, Г. А. Мели-
кишвили, В. М. Окуджава, А. С. Прангишвили, А. Н. Тавхелидзе,
Е. К. Харадзе (главный редактор), Г. В. Харатишвили,
А. Л. Цагарели, Г. В. Цицишвили

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

გადაეცა ასაწეობად 20.9.1982; ხელმოწერილია დასაბეჭდად 28.1.1983; შვეც.
№ 3206; ანაწეობის ზომა 7×12³/₄; ქაღალდის ზომა 70×108; ფიზიკური ფურცე-
ლი 14; სააღრიცხვო-საგამომცემლო ფურცელი 18,5; ნაბეჭდი ფურცელი 19,6;
უფ 05020; ტირაჟი 1570; ფასი 1 ზან. 90 კპ.

Сдано в набор 20.9.1982; подписано к печати 28.1.1983; зак. № 3206; размер
набора 7×12³/₄; размер бумаги 70×108; физический лист 14; уч. издатель-
ский лист 18,5; печатный лист 19,6; УЭ 05020; тираж 1570;
цена 1 руб. 90 коп.

• • •

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

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



От Центрального Комитета Коммунистической партии Советского Союза, Президиума Верховного Совета СССР, Совета Министров СССР

Центральный Комитет Коммунистической партии Советского Союза, Президиум Верховного Совета СССР и Совет Министров СССР с глубокой скорбью извещают партию и весь советский народ, что 10 ноября 1982 года в 8 часов 30 минут утра скоропостижно скончался Генеральный секретарь Центрального Комитета КПСС, Председатель Президиума Верховного Совета СССР Леонид Ильич БРЕЖНЕВ.

Имя Леонида Ильича Брежнева — верного продолжателя великого ленинского дела, пламенного борца за мир и коммунизм — будет всегда жить в сердцах советских людей и всего прогрессивного человечества.

От советских ученых



Ученые Академии наук СССР глубоко скорбят о скоростижной кончине выдающегося деятеля Коммунистической партии и Советского государства, международного коммунистического и рабочего движения, верного продолжателя великого ленинского дела, пламенного борца за мир и социальный прогресс Генерального секретаря ЦК КПСС, Председателя Президиума Верховного Совета СССР Леонида Ильича Брежнева.

Леониду Ильичу Брежневу принадлежит выдающаяся роль в разработке и реализации внутренней и внешней политики КПСС и Советского государства, социально-экономической стратегии на этапе развитого социализма, в упрочении обороны страны. В годы Великой Отечественной войны Леонид Ильич как крупный политический деятель Советской Армии прошел в ее рядах весь трудный ратный путь до дня Победы.

Под руководством возглавлявшегося Л. И. Брежневым на протяжении 18 лет Центрального Комитета КПСС наша страна добилась выдающихся успехов в экономическом, политическом и культурном развитии, укреплении союза рабочего класса, колхозного крестьянства, народной интеллигенции, в повышении уровня материальной и духовной жизни трудящихся. Сотни миллионов людей во всем мире хорошо знали Леонида Ильича Брежнева как выдающегося поборника мира и дружбы между народами, как творца Программы мира, открывшей новые горизонты в мировой политике.

Вся неутомимая и плодотворная деятельность Леонида Ильича Брежнева служит вдохновляющим примером самоотверженного служения ленинской партии, делу коммунизма. Неиссякаемая энергия, партийная принципиальность, неразрывная связь с жизнью народа снискали Леониду Ильичу Брежневу всеобщую любовь и глубокое уважение.

Имя Леонида Ильича Брежнева, внесшего огромный вклад в укрепление научно-технического потенциала страны, проявлявшего постоянное внимание к развитию советской науки, к работе Академии наук, дорого всем советским ученым. По инициативе Леонида Ильича Брежнева были осуществлены широкие меры, направленные на ускорение научно-технического прогресса, соединение преимуществ социализма с достижениями научно-технической революции, гармоничное развитие фундаментальных и прикладных наук. Исключительно большой вклад внесен Леонидом Ильичом Брежневым в творческое развитие марксизма-ленинизма, теории и практики социалистического и коммунистического строительства. Особенно крупный вклад внес Л. И. Брежнев в разработку теории развитого социализма, в разработку новой Конституции СССР, в обоснование политики мира и рядки. Вклад Л. И. Брежнева в развитие марксистско-ленинских общественных наук отмечен высшей наградой АН СССР — Золотой медалью им. К. Маркса.

Смерть Л. И. Брежнева глубокой болью отозвалась в сердцах всех советских людей.

Мы, советские ученые, видим свой долг в том, чтобы еще теснее сплотиться вокруг родной партии и ленинского Центрального Комитета КПСС, еще активнее трудиться на благо советского народа, еще энергичнее крепить оборону СССР, еще решительнее бороться за мир на земле.

Советская наука, советские ученые призваны внести свой весомый вклад в то дело, которому отдавал все свои силы Л. И. Брежнев, — в дело процветания нашей великой Родины, укрепления мира и безопасности народов.

Вместе со всем советским народом ученые АН СССР глубоко скорбят о тяжелой утрате и заверяют, что они отдадут все свои знания и силы претворению в жизнь решений XXVI съезда КПСС, великих идеалов коммунизма.

Академия наук СССР

ИНФОРМАЦИОННОЕ СООБЩЕНИЕ

о Пленуме Центрального Комитета

Коммунистической партии Советского Союза

12 ноября 1982 г. состоялся внеочередной Пленум Центрального Комитета КПСС.

По поручению Политбюро ЦК Пленум открыл и выступил с речью член Политбюро ЦК КПСС, секретарь ЦК КПСС тов. Андропов Ю. В.

В связи с кончиной Генерального секретаря ЦК КПСС, Председателя Президиума Верховного Совета СССР Л. И. Брежнева члены Пленума ЦК почтили память Леонида Ильича Брежнева минутой скорбного молчания.

Пленум ЦК отметил, что Коммунистическая партия, советский народ, все прогрессивное человечество понесли тяжелую утрату. Из жизни ушел выдающийся деятель Коммунистической партии, Советского государства, международного коммунистического, рабочего и национально-освободительного движения, пламенный борец за мир.

Леонид Ильич Брежнев, находясь в рядах ленинской Коммунистической партии более 50 лет, из них 18 лет на посту ее руководителя, внес огромный вклад в укрепление монолитности ее рядов, политического, социально-экономического и оборонного могущества Советского Союза. Исключительно велика его роль в укреплении мира и международной безопасности. Имя Леонида Ильича Брежнева, с которым непосредственно связаны великие свершения в жизни нашей страны — индустриализация и коллективизация сельского хозяйства, историческая победа советского народа в Великой Отечественной войне, послевоенное восстановление народного хозяйства нашей Родины, исследование космоса, все успехи в развитии экономики, науки и культуры Советского государства, навсегда вошло в историю Коммунистической партии Советского Союза, нашей великой Родины.

Участники Пленума ЦК выразили глубокое соболезнование родным и близким покойного.

Пленум ЦК рассмотрел вопрос об избрании Генерального секретаря ЦК КПСС.

По поручению Политбюро ЦК выступил с речью член Политбюро ЦК КПСС, секретарь ЦК КПСС тов. Черненко К. У. Он внес предложение избрать Генеральным секретарем ЦК КПСС тов. Андропова Ю. В.

Генеральным секретарем Центрального Комитета КПСС Пленум единогласно избрал тов. Андропова Юрия Владимировича.

Затем на Пленуме выступил Генеральный секретарь ЦК КПСС тов. Андропов Ю. В. Он выразил сердечную благодарность Пленуму ЦК за оказанное высокое доверие — избрание его на пост Генерального секретаря ЦК КПСС.

Тов. Андропов Ю. В. заверил Центральный Комитет КПСС, Коммунистическую партию, что приложит все свои силы, знания и жизненный опыт для успешного выполнения начертанной в решениях XXVI съезда КПСС программы коммунистического строительства, обеспечения преемственности в решении задач дальнейшего укрепления экономического и оборонного могущества СССР, повышения благосостояния советского народа, упрочения мира, в осуществлении всей ленинской внутренней и внешней политики, проводившейся при Л. И. Брежневе.

На этом Пленум закончил свою работу.

Գ. ՅԱՐՈՍԵՆԻՆ ԵՎ. Ն. ՆՆԻ
ՆԱԽՈՒՅՑՈՒՄՈՒ Ե. ՎՅՁԵԼ.
Հ Ո Յ Լ Ե Ղ Օ Մ Ե Դ Ը

Юрий Владимирович АНДРОПОВ

Юрий Владимирович Андропов родился 15 июня 1914 г. в семье железнодорожника на станции Нагутская Ставропольского края. Образование высшее. Член КПСС с 1939 г.

Шестнадцатилетним комсомольцем Ю. В. Андропов был рабочим в г. Моздок Северо-Осетинской АССР. Затем его трудовая биография продолжилась на судах Волжского пароходства, где он работал матросом.

С 1936 г. Ю. В. Андропов — на комсомольской работе.

Он был избран освобожденным секретарем комсомольской организации техникума водного транспорта в г. Рыбинске Ярославской области. Вскоре его выдвинули на должность комсорга ЦК ВЛКСМ судоверфи им. Володарского в г. Рыбинске. В 1938 г. комсомольцы Ярославской области избирают Ю. В. Андропова первым секретарем Ярославского обкома ВЛКСМ. В 1940 г. Ю. В. Андропов избирается первым секретарем ЦК ЛКСМ Карелии.

С первых дней Великой Отечественной войны Ю. В. Андропов — активный участник партизанского движения в Карелии. После освобождения в 1944 г. города Петрозаводска от фашистских захватчиков Ю. В. Андропов — на партийной работе. Он избирается вторым секретарем Петрозаводского горкома партии, а в 1947 г. — вторым секретарем ЦК Компартии Карелии.

В 1951 г. Ю. В. Андропов по решению ЦК КПСС переводится в аппарат ЦК КПСС и назначается инспектором, а затем заведующим подотделом ЦК КПСС.

В 1953 г. партия направляет Ю. В. Андропова на дипломатическую работу. Несколько лет он являлся Чрезвычайным и Полномочным Послом СССР в Венгерской Народной Республике.

В 1957 г. Ю. В. Андропов был выдвинут заведующим отделом ЦК КПСС.

На XXII и последующих съездах партии Ю. В. Андропов избирается членом Центрального Комитета КПСС.

В 1962 г. Ю. В. Андропов избирается секретарем ЦК КПСС.

В мае 1967 г. Ю. В. Андропов назначается председателем Комитета государственной безопасности при Совете Министров СССР. В июне того же года он избран кандидатом в члены Политбюро ЦК КПСС.

В мае 1982 г. Ю. В. Андропов был избран секретарем ЦК КПСС.

С апреля 1973 г. Ю. В. Андропов — член Политбюро ЦК КПСС.

Юрий Владимирович Андропов — депутат Верховного Совета СССР ряда созывов.

На всех постах, где по воле партии трудился Ю. В. Андропов, проявлялась его преданность великому делу Ленина, партии. Он отдает все свои силы, знания и опыт претворению в жизнь решений партии, борьбе за торжество коммунистических идей.

За большие заслуги перед Родиной Ю. В. Андропову — видному деятелю Коммунистической партии и Советского государства — в 1974 г. присвоено звание Героя Социалистического Труда. Он награжден четырьмя орденами Ленина, орденами Октябрьской Революции, Красного Знамени, тремя орденами Трудового Красного Знамени и медалями.



შ ი ნ ა რ ს ი

მათემატიკა

- *რ. ხ ა ბ უ რ ძ ა ნ ი ა. ბაღთა შესახებ გაფართოებულ ეკვიდურ სივრცეში 247
- *თ. ქ ა დ ე ი შ ვ ი ლ ი. ალგებრული სტრუქტურა $A(\infty)$ -ალგებრის პომოლოგიებში 251
- *ვ. ნ ი კ ო ნ ე ნ კ ო. მეორე რიგის ჩვეულებრივ დიფერენციალურ განტოლებათა ამონახსნების ასიმპტოტური თვისებები 256
- *ო. ძ ა გ ნ ი ძ ე. ფუნქციათა ჰოლომორფულობისა და ფიოდოროვ — სმირნოვის კლასისადმი მიკუთვნების შესახებ 259
- *ე. ნ ა დ ა რ ა ი ა. შენიშვნა განაწილების სიმკვრივის ლეჟანდრის პოლინომებით შეფასების შესახებ 264
- *გ. რ ა ქ ვ ი ა შ ვ ი ლ ი. ლის P-ალგებრის ჯვარედინი მომვლები ალგებრის შესახებ 267
- *გ. დ ა რ ჯ ა ნ ი ა, ნ. ფ ხ ა კ ა ძ ე. ერთი უნივერსალური მოდალური თეორიის შესახებ 272
- *გ. ხ ი მ შ ი ა შ ვ ი ლ ი. შებრუნებად სინგულარულ ინტეგრალურ ოპერატორთა სივრცის ტოპოლოგიის შესახებ 276
- *ა. ხ ა რ ა ზ ი შ ვ ი ლ ი. კვაზინვარიანტული ზომები ტოპოლოგიურ ჯგუფებში 279
- *ლ. ზ ა მ ბ ა ხ ი ძ ე. ტოპოლოგიური სივრცეების ღია სიმრავლეთა დიზინქციურ სისტემებზე დაფუძნებულ განზომილებათა შესახებ 283

მეცნიერება

- *ვ. რ უ ბ ა ნ ო ვ ს კ ი, გ. ნ ო ზ ა ძ ე. სივრცე ჩამოკიდებული და სითხით ავსებული მყარი სხეულის სტაციონარული მოძრაობის შესახებ 287

დრეკადობის თეორია

- *ი. ზ ო ნ ე ნ ა შ ვ ი ლ ი, მ. კ ა ც ი. ფირფიტის თანაბარმეტყვე გამაგრება 291
- *ნ. ფ ლ ე ი შ მ ა ნ ი, ი. ზ ო ნ ე ნ ა შ ვ ი ლ ი. ცვლადი სიხისტის წიბოებით გამაგრებული ფირფიტების გაანგარიშება ჩადგმის მეთოდის გამოყენებით 295

კიბერნეტიკა

- *ი. ო რ ლ ო ვ ი, რ. ჩ ი ტ ა შ ვ ი ლ ი. სიხშირული სექტრის განაწილების შესახებ მცირე სტატისტიკურ შერჩევებში 300
- *ლ. გ ვ ა რ ა მ ა ძ ე. დ. კ ა კ ა ბ ა ძ ე, თ. ტ რ ო ყ ა შ ი ლ ი. პროგნოზისა და ოპტიმიზაციის სისტემაში ერთი შემთხვევითი ძიების ალგორითმის რეალიზაციის შესახებ 303
- *ს. ც ი რ ა მ შ ა. ფუნქციონალური სიჭარბის მქონე ელემენტებისაგან შემდგარი გადაწყობადი სისტემების კვლევისათვის 307
- *ი. ჯ ა ნ დ ი ე რ ი. კოლექტიური გადაწყვეტილების მიღების ოპტიმიზაციის ზოგიერთი ხერხი სახეთა ამოცნობის ამოცანებში 312

*რ. ე ა ჩ ნ ა ძ ე, ნ. მ ა რ კ ო ზ ა შ ვ ი ლ ი. ა ლ გ ე ბ რ უ ლ ი ო ბ ე რ ა ც ი ე ბ ი ა რ ა მ კ ა ე ლ ო რ ი ც ხ ე ვ ე ბ ზ ე 314

ფიზიკა

*გ. ს ტ ე ფ ნ ა ძ ე, ჯ. წ ა ქ ა ძ ე, ს. წ ა ქ ა ძ ე. Cu-Cu და In-Cu კონტაქტების სიბოგამტარობა დაბალ ტემპერატურებზე 319

*ი. ბ ე რ ო ზ ა შ ვ ი ლ ი, ა. ნ ა ც ე ლ ი შ ვ ი ლ ი, ს. მ ა ქ ა ვ ა რ ი ა ნ ი, ა. ჭ ი რ ა ქ ა ძ ე. CaAs და CaP კრისტალების ელექტროობტიკური კოეფიციენტის გაზომვის შესახებ 324

*ვ. ს ა ნ ა ძ ე, ვ. უ ლ ო ვ ე ნ კ ო, ა. ბ ა რ კ ა ლ ა ი ა, ლ. გ ო გ უ ა. γ -MnNi და γ -MnFe შენადნობების ნაზი სტრუქტურა 328

გეოფიზიკა

*ბ. ზ ა ლ ა ვ ა ძ ე (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი), მ. ა რ ტ ე მ ი ე ვ ი, გ. ნ ი ა უ რ ი, ვ. გ ო ლ ა ნ დ ი. კ ა ე ვ ს ი ს ი იზოსტაზიური კომპენსაციის მოდელის აგებისათვის 331

*თ. ჭ ე ლ ი ძ ე. ძვრისა და გაჭიმვის სიმტკიცის შესახებ მყარი სხეულების რღვევის პერკოლაციურ მოდელში 335

ზოგადი და არაორგანული ქიმია

*ნ. გ უ ბ ე ლ ა ძ ე. გარდამავალ ლითონთა მეტაასენიტების იწ-სპექტრები 339

ორგანული ქიმია

*ლ. ხ ა ნ ა ნ ა შ ვ ი ლ ი (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი), ც. კ ა კ უ ლ ი ა, ი. ნ ო ვ ი კ ო ვ ი, მ. ვ ო ლ ბ ი ნ ი (სსრკ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი). 1,3,5-ტრიმეთილ-1,3,5-ტრიფენილციკლოტრისილოქსანის პოლიმერიზაცია ტუტე მეთალებთან გრაფიტის ფენოვანი ნაერთების თანდასწრებით 344

ფიზიკური ქიმია

*ვ. ე რ ი ს თ ა ვ ი, გ. ჩ ი ჩ უ ა. ქრომატოგრაფიული ხსნარის ნაკადის სიჩქარის გავლენა სპილენძის (II) სორბციის დინამიკაზე C_2O_4 -ფორმის ანიონებზე 348

*მ. მ ა მ ა რ დ ა შ ვ ი ლ ი. დარიშხანის (III) თიონაერთების ხსნართა რადიოლიზი 351

*ე. ბ ე მ ა შ ვ ი ლ ი, ო. ბ ა ი დ ო შ ვ ი ლ ი. ტრიმეთილბენზოლების კატალიზური გარდაქმნები მორდენიტშემცველი ტუფის წყალბადურ-დეკატონირებული ფორმის თანდასწრებით 355

ქიმიური ტექნოლოგია

*ა. კ ა ნ დ ე ლ ა კ ი. რეაქტიული საწვავის მარგანეცის კატალიზატორზე დემეტალიზაციის საკითხისათვის 359

საფინანსო მუშაობა

*ი. მ ე გ რ ე ლ ი შ ვ ი ლ ი. რკინიგზის სადგურის შენობათა კომპლექსის სეისმური შემოქმედებისადმი წინაღობის ალბათობის განაწილება 364

*ო. ს უ ლ ა ბ ე რ ი ძ ე. სივრცითი ვადახურვების აეროდინამიკური კოეფიციენტების ნორმირების საკითხისათვის 366

*ს. ა ლ ი ე ვ ი. ლიოსისებური დაჯდომადი გრუნტების სიმტკიცისა და დეფორმაციის კანონზომიერება რთული დაძაბული მდგომარეობის პირობებში 372

მეტალურგია

- *ფ. თავაძე (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიოსი), ზ. ოქროსცვარიძე, ლ. თავაძე, ც. ხარაზიშვილი. სილიციუმის, მოლიბდენის, სპილენძის და ნიობიუმის გავლენა 03×18×20 ტიპის ფოლადში კრისტალთშორის კოროზიაზე 376
- *ა. ნოზაძე, ლ. ქოქრაშვილი, რ. ბედინეიშვილი, ბ. კვანჭახაძე. მიღების უსამართლო გლინვისას ნეიტრალური კვეთის მდებარეობა 378

თბოტექნიკა

- *გ. ჯამარჯაშვილი, ი. ალადიევი. თხევად ლითონზე მომუშავე ორგენერატორიანი მაგნიტოჰიდროდინამიკური გარდამქმნელი სითხის ამაჩქარებელი კომბინირებული მოწყობილობით 383

ავტომატური მართვა და გამომთვლითი ტექნიკა

- *ი. კრასიკოვი. იდენტიფიკაციის ერთბიჯიანი ალგორითმის ეფექტურობის შესახებ დროში კორელირებული შესასვლელ ზემოქმედებათა დროს 388

ბოტანიკა

- *გ. სალინაძე. თბილისის პირობებში ინტროდუცირებული მერქნიანი ლიანების ბიოეკოლოგიური თავისებურებანი 391

მცენარეთა ფიზიოლოგია

- ლ. რაფაევა, თ. ცერცვაძე, გ. ყლენტი. ქლორქოლინქლორიდისა და გამობრძმედის გავლენა სახამებლის შემცველობაზე ვაზის საწარმოო ჯიშებში 393

აღამიანისა და ცხოველთა ფიზიოლოგია

- *თ. იოსელიანი, თ. ჩიქოვანი, ი. კედია, ქ. ჩოხელი. ნაკერის ბირთვების სეროტონინშემცველი ნეირონების შეკავების ზოგიერთი თავისებურება 399

ბიოქიმია

- *ა. ქოლოშვილი. მიტოქონდრიების გარე და შიდა მემბრანების კრიოდაზიანება პროტექტორის თანხლების დროს 403

ენტომოლოგია

- *ი. ჯამბაზიშვილი. ლაგოდების ნაკრძალში გავრცელებული ულვაშფირფიტოვანი ხოჭოების (Coleoptera, lamellicornia) ვერტიკალური განაწილება 407
- *ნ. რეკვი. აღმოსავლეთ საქართველოს ბზუალა ხოჭოების ვერტიკალურ-ჰონალური განაწილება 411

ზოოლოგია

- *თ. ყურაშვილი, ლ. ბოევა. ანტიჰელმინთური პრეპარატების მოქმედება ნემატოდა Syncamus tracheae-ს ქსოვილებისა და უჭრედების ულტრასტრუქტურის თავისებურებებზე 416
- *თ. მუსხელიშვილი. საქართველოს ჰერპეტოგეოგრაფიული დარაიონება 419

მეცხარეობის მედიცინა

- *ა. გაგუა, ლ. გუგუშვილი. ანატომიურ-კლინიკური ერთიანობის როლი დვიძლის მწვავე უკმარისობის შესწავლაში 423

- *რ. მაღალაშვილი, ს. გლადკიხი, კ. კილდიშევი, ვ. კარპოვი,
გ. სუხინინა. შეხორცებიით დაადგებების პათოგენზის ზოგადი სქემა 427

ენათმეცნიერება

- ზ. სარჯელიძე. ერთი ზმნური ფორმის შესახებ 429
გ. ბურჭულიძე. ადგილობით -ლუ „ქვეშ“ და -ტუ „ში“ ბრუნვათა ნიშნების
გენეზისისათვის ლაკურში 433

ფილოლოგია

- კ. გეწაძე. ქართული ვოდვეილი ეურნალ „ცისკარში“ (1852—1875 წწ.) 437

მთნობრაფია

- ნ. მაისურაძე. ქართულ (აპარულ) ხალხურ სიმღერებში ოთხხმიანობის წარმო-
შობის საკითხისათვის 441

СОДЕРЖАНИЕ

МАТЕМАТИКА

Р. Т. Хабурдзания. О сетях в расширенном евклидовом пространстве E_5	245
Т. В. Кадеишвили. Алгебраическая структура в гомологиях $A(\infty)$ -алгебры	249
В. В. Никоненко. Асимптотические свойства решений обыкновенных дифференциальных уравнений второго порядка	253
О. П. Дзагидзе. О голоморфности и принадлежности функций классу Федорова—Смирнова	257
Э. А. Надарая. Замечание об оценке плотности распределения по полиномам Лежандра	261
Г. Г. Раквишвили. О скрещенной обертывающей алгебре p -алгебры Li	265
Г. К. Дарджания, Н. М. Пхакадзе. Об одной универсальной модальной теории	269
Г. Н. Химшиашвили. О топологии пространства обратимых сингулярных интегральных операторов	273
А. Б. Харазишвили. Квазинвариантные меры в топологических группах	277
Л. Г. Замбахидзе. О размерностях, основанных на дизъюнктивных системах открытых подмножеств топологических пространств	281

МЕХАНИКА

В. Н. Рубановский, Г. Т. Нозадзе. О стационарных движениях подвешенного на струне твердого тела с жидким наполнением	285
--	-----

ТЕОРИЯ УПРУГОСТИ

И. А. Зоненашвили, М. Л. Кац. Равнопрочное подкрепление пластин с отверстиями	289
Н. П. Флейшман, И. А. Зоненашвили. Применение метода погружения к расчету пластин с ребрами переменной жесткости	293

КИБЕРНЕТИКА

Ю. К. Орлов, Р. Я. Читашвили. О распределении частного спектра в малых выборках из распределений с большим числом возможных событий	297
---	-----

* Заглавие, отмеченное звездочкой, относится к резюме статьи.

- Л. Л. Гварамадзе, Д. П. Какабадзе, Т. М. Трочакишвили. О реализации одного алгоритма случайного поиска в системе прогноза и оптимизации 301
- С. Г. Цирамуа. К исследованию перестраиваемых систем, состоящих из функционально-избыточных элементов 305
- И. В. Джандиери. Некоторые способы оптимизации принятия коллективного решения в задачах распознавания образов 309
- Р. Г. Вачнадзе, Н. И. Маркозашвили. Алгебраические операции над четкими числами 313

ФИЗИКА

- Г. Г. Степнадзе, Дж. С. Цакадзе, С. Дж. Цакадзе. Теплопроводность контактов *Cu-Cu* и *In-Cu* при низких температурах 317
- Ю. Н. Берозашвили, А. Г. Нацвлишвили, С. З. Мачавариани, А. А. Чиракадзе. Об измерении электрооптического коэффициента кристаллов *GaAs* и *GaP* 321
- В. В. Санадзе, В. А. Удовенко, А. А. Баркалаея, Л. Д. Гогуа. Тонкая структура сплавов $\gamma\text{-MnNi}$ и $\gamma\text{-MnFe}$ 325

ГЕОФИЗИКА

- Б. К. Балавадзе (академик АН ГССР), М. Е. Артемьев, Г. А. Ннаური, В. Э. Голланд. К построению модели изостатической компенсации Кавказа 329
- Т. Л. Челидзе. О сдвиговой и разрывной прочности в перколяционной модели разрушения твердых тел 333

ОБЩАЯ И НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- Н. Я. Губеладзе. ИК-спектры метаарсенидов 337

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- Л. М. Хананашвили (член-корреспондент АН ГССР), Ц. В. Какулия, Ю. Н. Новиков, М. Е. Вольпин (член-корреспондент АН СССР). Полимеризация 1,3,5-триметил-1,3,5-трифенилциклотрисилоксана в присутствии слоистых соединений графита со щелочными металлами 341

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- В. Д. Эристави, Г. П. Чичуа. Влияние скорости потока хроматографируемого раствора на динамику сорбции меди (II) на анионитах в C_2O_4 -форме 345
- М. И. Мамардашвили. Радиолит растворов тиосоединений мышьяка (III) 349



17.308

Е.М. Бенашвили, О. С. Бандошвили. Каталитические превращения триметилбензолов на водороднодекатинированной форме морденитсодержащего туфа 353

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

А. Ш. Канделаки. К вопросу деме­таллизации реактивного топлива на марганцевом катализаторе 357

СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА

И. Ю. Мегрелишвили. Распределение вероятностей сопротивляемости комплекса станционных зданий сейсмическим воздействиям 361

О. Г. Сулаберидзе. К вопросу нормирования аэродинамических коэффициентов для пространственных покрытий 365

С. К. Алиев. Закономерности прочности и деформирования лёссовых просадочных грунтов в условиях сложного напряженного состояния 369

МЕТАЛЛУРГИЯ

Ф. Н. Тавадзе (академик АН ГССР), З. Ш. Окроцваридзе, Л. Ф. Тавадзе, Ц. Г. Харашвили. Исследование влияния кремния, молибдена, меди и ниобия на межкристаллитную коррозию стали 03X18H20 373

А. Д. Нозадзе, Л. Р. Кокрашвили, Р. В. Бединешвили, Б. Ш. Кванчахадзе. Положение нейтрального сечения при безо­правочной прокатке труб 377

ТЕПЛОТЕХНИКА

В. А. Джамарджашвили, И. Т. Аладьев. Двухгенераторный МГД-преобразователь на жидких металлах (МГДПЖМ) с комбинированным разгонным устройством (КРУ) жидкости 381

АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ И ВЫЧИСЛИТ. ТЕХНИКА

Я. С. Красиков. Об эффективности одношагового алгоритма идентификации в условиях коррелированных во времени входных воздействий 385

БОТАНИКА

Г. И. Сагинадзе. Биоэкологические особенности древесных лиан, интродуцированных в условиях Тбилиси 389

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

* Л. П. Рапава, Т. А. Церцвадзе, Г. В. Жгенти. Влияние хлорхолинхлорида и закалки на содержание крахмала в промышленных сортах виноградной лозы 396

ქ. მარტინი სპ. ს.მ. სსრ
საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა აკადემია

ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

- Т. К. Иоселиани, Т. А. Чиковани, И. А. Кедия, К. Г. Чохели. Некоторые особенности процесса торможения серотонинсодержащих нейронов ядер шва 397

БИОХИМИЯ

- А. Г. Чогошвили. Криповреждение внешних и внутренних мембран митохондрий в присутствии протектора 401

ЭНТОМОЛОГИЯ

- Я. С. Джамбазшвили. Вертикальное распределение пластинчатых жуков (Coleoptera, Lamellicornia) в Лагодехском заповеднике 405
- Н. Г. Рекк. Вертикально-зональное распределение жужелиц (Coleoptera, Carabidae) Восточной Грузии 409

ЗООЛОГИЯ

- Т. Б. Курашвили, Л. П. Боева. Изменение структуры и ультраструктуры тканей нематоды *Syngamus trachea* под влиянием антгельминтика препарата-К 413
- Т. А. Мухелишвили. Герпетогеографическое районирование Грузии 417

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

- А. М. Гагуа, Л. Л. Гугушвили. Роль анатоми-клинического единства в изучении патогенеза острой печеночной недостаточности 421
- Р. Д. Магалашвили, С. П. Гладких, К. И. Қильдишев, В. С. Карпов, Г. П. Сухинина. Общая схема патогенеза спаячной болезни 425

ЯЗЫКОЗНАНИЕ

- * З. А. Сарджвеладзе. Об одной глагольной форме 430
- * Г. Т. Бурчуладзе. К генезису местных падежных флексий -lu «под» и wi «в» в лакском языке 436

ФИЛОЛОГИЯ

- * К. Н. Гецадзе. Грузинский воевиль в журнале «Цискари» (1852—1875 гг.) 439

* Н. М. Майсурадзе. К вопросу о происхождении четырехголосья в грузинских (аджарских) народных песнях

CONTENTS

MATHEMATICS

R. T. Khaburdzania. On nets in an extended euclidian space \bar{E}_5	247
T. V. Kadeishvili. Algebraic structure in the homologies of an $A(\infty)$ -algebra	252
V. V. Nikonenko. Asymptotic properties of the solutions of second-order ordinary differential equations	256
O. P. Dzagnidze. On the holomorphy and belonging of functions to the Fedorov-Smirnov class	259
E. A. Nadaraya. A note on the distribution density estimation by means of legendre's polynomials	264
G. G. Rakviashvili. On the crossed enveloping algebra of Lie p -algebra	268
G. K. Darjania, N. M. Pkhakadze. On one universal modal theory	272
G. N. Khimshiashvili. On the topology of a space of invertible singular integral operators	276
A. B. Kharazishvili. Quasiinvariant measures in the topological groups	280
L. G. Zambakhidze. On dimensions, defined on the open disjunction subsets of topological spaces	284

MECHANICS

V. N. Rubanovsky, G. T. Nozadze. On the steady motion of a string-suspended rigid body liquid-filled cavity	287
---	-----

THEORY OF ELASTICITY

I. A. Zonenashvili, M. L. Kats. Equipotent reinforcement of plates with holes	291
N. P. Fleishman, I. A. Zonenashvili. Application of the submersion method to the analysis of plates with ribs of variable stiffness	295

CYBERNETICS

J. K. Orlov, R. J. Chitashvili. On the distribution of frequency spectrum in small samples from populations with a large number of events	300
L. L. Gvaramadze, D. P. Kakabadze, T. M. Trokashvili. On the realization of a random search algorithm in a system of prognosis and optimization	304
S. G. Tsiramua. Toward the investigation of reordering systems involving functionally-redundant elements	307
I. V. Jandieri. Some techniques of optimization of collective decision-making in pattern recognition problems	312
R. G. Vachnadze, N. I. Markozashvili. Algebraic operations on fuzzy numbers	315

PHYSICS

- G. G. Stepnadze, J. S. Tsakadze, S. J. Tsakadze. Heat conductivity of Cu-Cu and In-Cu contacts at low temperatures
- I. N. Berozashvili, A. G. Natsvlishvili, S. Z. Machavariani, A. A. Chirakadze. On the measurement of the electrooptic coefficient of GaAs and GaP crystals
- V. V. Sanadze, V. A. Udovenko, A. A. Barkalaja, L. D. Gogua. Fine structure of FCC alloys of γ MnNi and γ MnFe

GEOPHYSICS

- B. K. Balavadze, M. E. Artemyev, G. A. Niauri, V. E. Golland. Towards the construction of an isostatic compensation model of the Caucasus
- T. L. Chelidze. On the shear and tensile strength in a percolation model of fracture

GENERAL AND INORGANIC CHEMISTRY

- N. I. Gubeladze. Infrared spectra of the metaarsenites of transient metals

ORGANIC CHEMISTRY

- L. M. Khananashvili, Ts. V. Kakulia, Yu. N. Novikov, M. Ye. Vol'pin. Polymerisation of 1,3,5-trimethyl-1,3,5-triphenylcyclotrisiloxanes in the presence of graphite lamellar compounds with alkaline metals

PHYSICAL CHEMISTRY

- V. D. Eristavi, G. P. Chichua. Effect of chromatographed solution flow rate on the dynamics of copper (II) sorption on anionites in C_2O_4 -form
- M. I. Mamardashvili. Radiolysis of arsenic thio compound solutions
- E. M. Benashvili, O. S. Baidoshvili. Catalytic transformation of trimethylbenzenes over hydrogen-decationated mordenite-containing tuffs

CHEMICAL TECHNOLOGY

- A. Sh. Kandelaki. Concerning the removal of metals from jet fuel on a manganese catalyst

STRUCTURAL MECHANICS

- I. I. Megrelishvili. The distribution of the resistance probabilities of a complex of railway station buildings to seismic influences
- O. G. Sulaberidze. Towards rating the aerodynamic coefficients for spatial coverings
- S. K. Aliev. Regularities of stability and strain of loess subsiding soils in conditions of complex stress state

METALLURGY

- F. N. Tavadze, Z. Sh. Okrostsvaridze, L. F. Tavadze, Ts. G. Kharashvili. Investigation of the effect of silicon, molybdenum, copper and niobium on the intercrystalline corrosion of 03X18H20 steel

- A. D. Nozadze, L. R. Kokrashvili, R. V. Bedineishvili, B. Sh. Kvanchakhadze. A position of angle of nonslip point during mandrelless tube rolling

379

HEAT ENGINEERING

- V. A. Jamarjashvili, I. T. Aladyev. Two-generator MHD-converter on liquid metals (MHDCLM) with a combined speeding up mechanism (CSM) of the liquid

383

AUTOMATIC CONTROL AND COMPUTER ENGINEERING

- Ya. S. Krasikov. On the efficiency of a single-step identification algorithm under conditions of time-correlated input actions

388

BOTANY

- G. I. Saginadze. The bioecological peculiarities of introduced woody lianas in Tbilisi conditions

391

PLANT PHYSIOLOGY

- L. P. Rapava, T. A. Tsertsvadze, G. V. Zhgenti. The influence of chlorcholinechloride and hardening on starch content in commercial varieties of vine

396

HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY

- T. K. Ioseliani, T. A. Chikovani, I. A. Kedia, K. G. Chokheli. Some peculiarities in the process of inhibition of serotonergic raphe neurones

400

BIOCHEMISTRY

- A. G. Chogoshvili. Cryodamage of the outer and inner membranes of mitochondria in the presence of protector

403

ENTOMOLOGY

- I. S. Jambazishvili. Vertical distribution of beetles (Coleoptera, Lamellicornia) in the Lagodekhi nature reserve

407

- N. G. Reck. Distribution of Carabidae beetles in the natural vertical zones of Eastern Georgia

411

ZOOLOGY

- T. B. Kurashvili, L. P. Boeva. The action of anthelmintic preparations on the ultrastructure of tissues and cells of the nematode *Syngamus trachea*

416

- T. A. Muskhelishvili. Herpetogeographical regions of Georgia

419

EXPERIMENTAL MEDICINE

- A. M. Gagua, L. L. Gugushvili. The role of anatomico-clinical unity in studying the pathogenesis of acute hepatic insufficiency

424

- R. D. Magalashvili, S. P. Gladkikh, K. I. Kildishev, V. S. Karapov, G. P. Sukhinina. A General scheme of the pathogenesis of adhesive disease 427

LINGUISTICS

- Z. A. Sarjveladze. Concerning one verbal form 431
- G. T. Burchuladze. On the genesis of the locative case flexions *-lu* "under" and *-wu* "in" in Lak 436

PHILOLOGY

- K. N. Getsadze. Georgian vaudeville in the *Tsiskari* (1852—1875) 439

ETHNOGRAPHY

- N. M. Maisuradze. Concerning the origin of four-part Georgian folk songs 444

Р. Т. ХАБУРДЗАНИЯ

О СЕТЯХ В РАСШИРЕННОМ ЕВКЛИДОВОМ ПРОСТРАНСТВЕ E_5

(Представлено академиком Р. В. Гамкрелидзе 29.6.1981)

1. Рассмотрим поверхность V_4 в расширенном евклидовом пространстве $\bar{E}_5 = E_5 \cup E_4^*$, где E_4^* — несобственная гиперплоскость, несущая структуру эллиптического пространства S_4 .

Присоединим к поверхности V_4 подвижный репер $R = \{A, A_i, A_5\}$ ($i, j, k = \bar{1, 4}$), $A \in V_4$, $A_i \in T_1(A)$ ($T_1(A)$ — касательная 4-плоскость к поверхности V_4 в точке A), $A_5 \in N_1(A)$ ($N_1(A)$ — нормаль к поверхности V_4 в точке A), $A_i, A_5 \in E_4^*$.

Деривационные формулы репера $R: d\vec{A} = \omega^i \vec{A}_i$, $d\vec{A}_i = \omega^j \vec{A}_j + \omega_5^i \vec{A}_5$, $d\vec{A}_5 = \omega_5^i \vec{A}_i + \omega_5^5 \vec{A}_5$. Следовательно, $\omega^5 = 0$ и $\omega_5^i = b_{ij}^5 \omega^j$ ($b_{ij}^5 = b_{ji}^5$) [1].

Пусть репер R построен на касательных (AA_i) к линиям сети $\Sigma_4 = (\omega^1, \omega^2, \omega^3, \omega^4)$. Тогда $\omega^i = a_{ik}^i \omega^k$ ($i \neq j$).

При перемещении точки A по поверхности V_4 точки A_i, A_5 в пространстве E_4^* описывают, в общем случае, 4-поверхности $(A_i), (A_5)$ соответственно, на которых естественным образом возникают плоские сети линий $(\omega^1, \omega^2, \omega^3, \omega^4)$.

В данной статье рассматриваются эти плоские сети, некоторые случаи понижения размерности поверхностей (A_i) и аналогично построенные поверхности (A_i) для поверхности $V_2 \subset \bar{E}_5$.

2. Теорема 1. Если поверхность V_4 — 4-сопряженная система относительно сети $(\omega^1, \omega^2, \omega^3, \omega^4)$, то поверхности (A_i) — также 4-сопряженные системы относительно плоской сети линий $(\omega^1, \omega^2, \omega^3, \omega^4)$.

Теорема 2. Если сеть линий Σ_4 на поверхности V_4 является сетью линий кривизны, то 1) поверхность (A_5) — 4-сопряженная система относительно плоской сети $(\omega^1, \omega^2, \omega^3, \omega^4) \iff$ поверхность V_4 является 4-сопряженной системой относительно сети Σ_4 и все $b_{ii}^5 \neq 0$, 2) плоская сеть линий $(\omega^1, \omega^2, \omega^3, \omega^4)$ на поверхности (A_5) — циклически сопряженная система I рода [2] $\iff a_{i,i+1}^k = 0$ ($k \neq i$).

Теорема 3. Если сеть линий Σ_4 на поверхности V_4 является сетью линий кривизны, то на поверхности (A_i) плоская сеть линий $(\omega^1, \omega^2, \omega^3, \omega^4)$ будет ортогональной, если $\sum_p a_{ij}^p a_{ik}^p = 0$ ($i, j, k, p = \bar{1, 4}; j \neq k; p \neq i$).

3. Пусть поверхность V_4 — 4-сопряженная система. На прямой $(A_1 A_2) \subset E_4^*$ фокусами будут: а) при $\omega^1 = 0$ — точки A_2 и F_{12}^* , F_{12}^* — порожденные векторами $\vec{F}_{12}^* = -\frac{a_{23}^3}{a_{13}^3} \vec{A}_1 + \vec{A}_2$, $\vec{F}_{12}^* = -\frac{a_{24}^4}{a_{14}^4} \vec{A}_1 + \vec{A}_2$, б) при

$\omega^2 = 0$ — точки A_1 и F'_{12} , F''_{12} , в) при $\omega^3 = 0$ — точки A_1 , A_2 , F'_{12} , г) при $\omega^4 = 0$ — точки A_1 , A_2 , F'_{12} .

Пусть $F'_{22} \neq F''_{12}$, т. е. $\begin{vmatrix} a'_{13} & a'_{14} \\ a'_{23} & a'_{24} \end{vmatrix} \neq 0$. Тогда $(A_1 A_2 F'_{12} F''_{12}) = -1$, если $\begin{vmatrix} a'_{13} & a'_{14} \\ a'_{23} & a'_{24} \end{vmatrix} = 0$. Аналогично можно рассмотреть другие прямые $(A_i A_j) \subset E^*_i$ ($i \neq j$).

4. Рассмотрим некоторые случаи, когда поверхность (A_1) понижает размерность [3]. Пусть сеть линий Σ_4 на поверхности V_4 является сопряженной сетью. Доказаны следующие теоремы:

Теорема 4. $\dim(A_1) = 3 \iff \text{ранг } \|a^e_{1i}\| = 3$ и а) $\det \|a^e_{1i}\| = 0$ ($i = 1, 4$; $\varepsilon, \eta = 2, 3, 4$). При движении точки A вдоль линии семейства γ_1 : $\omega^1 = 0$, $\omega^2 = \det \|a^e_{11}, a^e_{13}, a^e_{13}\| \theta$, $\omega^3 = \det \|a^e_{11}, a^e_{13}, a^e_{12}\| \theta$, $\omega^4 = \det \|a^e_{11}, a^e_{14}, a^e_{12}\| \theta$, где θ — параметрическая форма, точка A_1 неподвижна, б) линия ω^1 на поверхности V_4 асимптотическая ($b^5_{11} = 0$) При движении точки A вдоль линии семейства γ'_1 : $\omega^1 = \det \|a^e_{12}, a^e_{12}\| \theta$, $\omega^2 = \det \|a^e_{11}, a^e_{13}, a^e_{14}\| \theta$, $\omega^3 = \det \|a^e_{11}, a^e_{14}, a^e_{12}\| \theta$, $\omega^4 = \det \|a^e_{11}, a^e_{12}, a^e_{13}\| \theta$ точка A_1 неподвижна.

Теорема 5. $\dim(A_1) = 2 \iff \text{ранг } \|a^e_{1i}\| = 1$. При движении точки A вдоль двумерного направления $\left(\vec{A}, -\frac{a^2_{13}}{a^2_{12}} \vec{A}_2 + \vec{A}_3, -\frac{a^2_{14}}{a^2_{13}} \vec{A}_3 + \vec{A}_4 \right)$ точка A_1 неподвижна.

Теорема 6. $\dim(A_1) = 1 \iff a^e_{1\varepsilon} = 0$ ($\varepsilon \neq \eta$) и без фокусов на касательной к линии ω^1 сети Σ_4 (фокус A_1 — несобственный). При движении точки A вдоль трехмерного направления $(\vec{A}, \vec{A}_2, \vec{A}_3, \vec{A}_4)$ точка A_1 неподвижна.

Теорема 7. $\dim(A_1) = 0 \iff$ семейство линий ω^1 является связкой прямых.

Замечание. $\dim(A_i) = 0$ ($i = \overline{1, 4}$) \iff поверхность V_4 плоская. Данная сеть Σ_4 образована четырьмя семействами параллельных прямых.

5. Присоединим к поверхности $V_2 \subset \bar{E}_5$, аналогично изложенному в п. 1, подвижной репер $R' = \{A, A_i, A_a\}$ ($i, j, k, t = 1, 2$; $\alpha, \beta = 3, 4, 5$). Справедлива

Теорема 8. Пусть сеть линий (ω^1, ω^2) на поверхности V_2 является сетью линии кривизны относительно средней нормали $[A, \vec{A}_3]$. Тогда на поверхности (A_i) сеть линий (ω^1, ω^2) будет полугеодезической, если $a^i_{1i} = -b^5_{ii} = 0$ ($i \neq j$). (Здесь $b^5_{ij} \omega^i = d b^5_{ij} - b^5_{kj} \omega^k - b^5_{ik} \omega^i + b^5_{ij} \omega^5$.)

Теорема 9. Поверхность (A_i) 2-сопряженная система \iff поверхность V_2 2-сопряженная система.

რ. ხაბურძანია

ბადეთა შესახებ გაფართოებულ ევკლიდურ სივრცეში

რეზიუმე

V_4 ზედაპირს გაფართოებულ ევკლიდურ $\overline{E}_5 = E_5 \cup E_4^*$ სივრცეში, სადაც E_4^* არასაკუთრივე ჰიპერსიბრტყეა, მიუერთდება მოძრავი $R = \{A_1, A_2, A_3\}$ ($i = 1, 4$), $A \in V_4$, $A_i, A_5 \in E_4^*$. (AA_i) მხეზია სიმრუდის წირებისადმი. E_4^* სივრცეში შესწავლება A_i ზედაპირები. განიხილება ანალოგიურად აგებული (A_i) ზედაპირები $V_2 \subset \overline{E}_5$ ზედაპირისათვის.

MATHEMATICS

R. T. KHABURDZANIA

ON NETS IN AN EXTENDED EUCLIDIAN SPACE \overline{E}_5

Summary

The movable frame of axes $R = \{A, A_1, A_2\}$ ($i = 1, 4$), $A \in V_4$, $A_1, A_2 \in E_4^*$, where E_4^* is an improper hyperplane, is attached to the surface $V_4 \subset \overline{E}_5 = E_5 \cup E_4^*$. (AA_i) are tangents to the lines of curvature with respect to the midnormal $[A, \overline{A}_5]$. Surfaces (A_i) in space E_4^* are studied. Similarly constructed surfaces (A_i) for the surface $V_2 \subset \overline{E}_5$ are considered.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. Т. Базылев. Лит. матем. сборник, VI, № 4, 1966.
2. В. Т. Базылев. Изв. вузов. Математика, № 9 (64), 1967.
3. Р. Т. Х а б у р д з а н и я. Сообщения АН ГССР, 100, № 2, 1980.



Т. В. КАДЕИШВИЛИ

АЛГЕБРАИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА В ГОМОЛОГИЯХ
 $A(\infty)$ -АЛГЕБРЫ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Н. А. Берикашвили 20.7.1981)

В данной работе на модуле гомотопии $A(\infty)$ -алгебры в смысле Сташеффа [1] вводится алгебраическая структура, превращающая его также в $A(\infty)$ -алгебру, и доказывается, что \tilde{B} -конструкции этих $A(\infty)$ -алгебр имеют изоморфные гомотопии. Этот результат является обобщением опубликованного ранее результата [2], утверждающего существование $A(\infty)$ -структуры в гомотопиях дифференциальной алгебры.

$A(\infty)$ -алгеброй в смысле Сташеффа [1] называется градуированный Λ -модуль $M = \sum_{q=0}^{\infty} M_q$, снабженный набором операций $\{m_i: M \otimes \dots \otimes (i) \dots \otimes M = \otimes^i M \rightarrow M, i = 1, 2, 3, \dots\}$, удовлетворяющим условиям $\deg m_n = n - 2$ (т. е. $m_n[(\otimes^n M)_q] \subset M_{q+n-2}$) (1)

$$\sum_{i, j, k} (-1)^k m_j(\widehat{a}_1 \otimes \dots \otimes \widehat{a}_k \otimes m_i(a_{k+1} \otimes \dots \otimes a_{k+i}) \otimes \dots \otimes a_n) = 0 \dots (2)$$

для произвольных $a_i \in M$ и $i \geq 1$ (здесь $\widehat{a} = (-1)^{\dim a} \cdot a$).

В частности, произвольная дифференциальная алгебра (C, d, \cdot) является $A(\infty)$ -алгеброй вида $(C, \{m_i\})$, где $m_1 = d, m_2(a_1 \otimes a_2) = -\widehat{a}_1 \cdot a_2, m_3 = m_4 = \dots = 0$; а произвольная ассоциативная градуированная алгебра A является $A(\infty)$ -алгеброй вида $(A, \{m_i\})$ где $m_1 = 0, m_2(a_1 \otimes a_2) = -\widehat{a}_1 \cdot a_2, m_3 = m_4 = \dots = 0$.

Для произвольной $A(\infty)$ -алгебры $(M, \{m_i\})$ Сташеффом определено понятие \tilde{B} -конструкции: $\tilde{B}(M, \{m_i\})$ это есть тензорная коалгебра $T(M) = \Lambda + M + M \otimes M + \dots$ с дифференциалом $d: T(M) \rightarrow T(M)$, заданным равенством

$$d(a_1 \otimes \dots \otimes a_n) = \sum_{i, k} (-1)^k \widehat{a}_1 \otimes \dots \otimes \widehat{a}_k \otimes m_i(a_{k+1} \otimes \dots \otimes a_{k+i}) \otimes \dots \otimes a_n;$$

d превращает $T(M)$ в дифференциальную коалгебру. Для дифференциальных алгебр и ассоциативных алгебр \tilde{B} -конструкция совпадает с обычной B -конструкцией.

В работе [2] было введено понятие морфизма $A(\infty)$ -алгебр: морфизм $A(\infty)$ -алгебр $f: (M, \{m_i\}) \rightarrow (M', \{m'_i\})$ представляет собой набор гомоморфизмов $f = \{f_i: \otimes^i M \rightarrow M', i = 1, 2, 3, \dots\}$, удовлетворяющий условиям $\deg f_n = n - 2$ и

$$\sum_{i, j, k} f_i(\widehat{a}_1 \otimes \cdots \otimes \widehat{a}_k \otimes m_j(a_{k+1}) \otimes \cdots \otimes a_{h+j}) \otimes \cdots \otimes a_n =$$

$$= \sum_{t=1}^n \sum_{S(t, n)} m'_i(f_{k_1}(a_1 \otimes \cdots \otimes a_{h_1}) \otimes \cdots \otimes f_{k_t}(a_{n-k_t+1} \otimes \cdots \otimes a_n)) \cdots \quad (3)$$

для произвольных $a_i \in M$ и $i \geq 1$ (здесь $S(t, n) = \{k_1, k_2, \dots, k_t; \sum k_i = n\}$). Произвольный морфизм $A(\infty)$ -алгебр $f = \{f_i\}$ индуцирует отображение дифференциальных коалгебр $\widetilde{B}(f): \widetilde{B}(M, \{m_i\}) \rightarrow \widetilde{B}(M', \{m'_i\})$, задаваемое равенством $\widetilde{B}(f)(a_1 \otimes \cdots \otimes a_n) = \sum_t \sum_{S(t, n)} f_{k_1}(a_1 \otimes \cdots \otimes a_{k_1}) \otimes \cdots \otimes$

$\otimes f_{k_t}(a_{n-k_t+1} \otimes \cdots \otimes a_n)$. Таким образом, \widetilde{B} [является функтором из категории $A(\infty)$ -алгебр в категорию дифференциальных коалгебр.

Из условия (1), (2) определения $A(\infty)$ -алгебры, [в частности, для $m_1: M \rightarrow M$ и $m_2: M \otimes M \rightarrow M$ имеем: $\deg m_1 = -1$, $\deg m_2 = 0$, $m_1 m_1 = 0$ и $m_1(m_2(a_1 \otimes a_2)) + m_2(m_1(a_1) \otimes a_2) - m_2(\widehat{a}_1 \otimes m_1(a_2)) = 0$, следовательно, M можно рассматривать как дифференциальную алгебру с дифференцированием $m_1: M \rightarrow M$ и с согласованным с ним умножением $m_2: M \otimes M \rightarrow M$, вообще говоря не ассоциативным, однако из условия (2) для $n = 3$ следует, что это умножение гомотопически ассоциативно ($m_3: M \otimes M \otimes M \rightarrow M$ является гомотопией).

Обозначим через $H(M)$ градуированный модуль гомологии M относительно дифференцирования m_1 . Тогда из вышесказанного следует, что $m_2: M \otimes M \rightarrow M$ индуцирует на $H(M)$ ассоциативное умножение $m'_2: H(M) \otimes H(M) \rightarrow H(M)$. Таким образом, для произвольной $A(\infty)$ -алгебры $(M, \{m_i\})$ $H(M)$ является ассоциативной градуированной алгеброй. Однако гомологии \widetilde{B} -конструкции $\widetilde{B}(M, \{m_i\})$ и B -конструкции $B(H(M))$ вообще говоря не изоморфны.

Ниже будет показано, что $A(\infty)$ -алгебра $(M, \{m_i\})$ задает на $H(M)$ не только структуру ассоциативной алгебры, но и структуру $A(\infty)$ -алгебры, причем гомологии \widetilde{B} конструкции последней $A(\infty)$ -алгебры изоморфны гомологиям \widetilde{B} -конструкции $\widetilde{B}(M, \{m_i\})$.

Теорема. Если для $A(\infty)$ -алгебры $(M, \{m_i\})$ все $H_i(M)$ свободны, то на $H(M)$ задается структура $A(\infty)$ -алгебры $(H(M), \{X_i\})$, $X_i: \otimes^i H(M) \rightarrow H(M)$, $i = 1, 2, 3, \dots$ и морфизм $A(\infty)$ -алгебр

$$\{f_i\}: (H(M), \{X_i\}) \rightarrow (M, \{m_i\})$$

такие, что $X_1 = 0$, $X_2 = m'_2$ и $f_1: H(M) \rightarrow M$ является цепным отображением, индуцирующим тождественный изоморфизм в гомологиях.

Доказательство. Наборы $\{X_i\}$ и $\{f_i\}$ строятся индукцией по i по условиям (2) и (3) из определений $A(\infty)$ -алгебры и морфизма:

$$\sum_{i, j, k} f_i(\widehat{a}_1 \otimes \cdots \otimes \widehat{a}_k \otimes X_j(a_{k+1}) \otimes \cdots \otimes a_{h+j}) \otimes \cdots \otimes a_n =$$

$$= \sum_t \sum_{S(t, n)} m'_i(f_{k_1}(a_1 \otimes \cdots \otimes a_{k_1}) \otimes \cdots \otimes f_{k_t}(a_{n-k_t+1} \otimes \cdots \otimes a_n)) \cdots \quad (4)$$

$$\sum_{i, j, k} (-1)^k X_i (\widehat{a}_1 \otimes \dots \otimes \widehat{a}_k \otimes X_j (a_{k+1} \otimes \dots \otimes a_{k+j}) \otimes \dots \otimes a_n) = 0. \quad (5)$$

Для $n = 1$ возьмем $X_1 = 0$, а $f_1 : H(M) \rightarrow M$ определим как гомоморфизм выбора циклов; условия (4), (5) для $n = 1$, а также начальное условие на f_1 очевидно выполнены. Предположим теперь, что для $i < n$ X_i и f_i построены и выполнены условия (4), (5). Определим гомоморфизм $U_n : \otimes^n H(M) \rightarrow M$ равенством

$$U_n(a_1 \otimes \dots \otimes a_n) = \sum_{i > 1} \sum_{k, j} f_i(\widehat{a}_1 \otimes \dots \otimes \widehat{a}_k \otimes X_j(a_{k+1} \otimes \dots \otimes a_{k+j}) \otimes \dots \otimes a_n) - \sum_{i=2}^n \sum_{S(i, n)} m_i (f_{h_1}(a_1 \otimes \dots \otimes a_{h_1}) \otimes \dots \otimes f_{h_i}(a_{n-h_i+1} \otimes \dots \otimes a_n))$$

(здесь участвуют f_i и X_i с $i < n$).

Тогда условие (4) примет вид

$$U_n(a_1 \otimes \dots \otimes a_n) - f_1(X_n(a_1 \otimes \dots \otimes a_n)) = m_1 f_n(a_1 \otimes \dots \otimes a_n) \dots \quad (4')$$

Непосредственная проверка показывает, что $m_1 U_n(a_1 \otimes \dots \otimes a_n) = 0$ для любых $a_i \in M$, т. е. $U_n(a_1 \otimes \dots \otimes a_n)$ является циклом; определим $X_n(a_1 \otimes \dots \otimes a_n)$ как класс этого цикла, т. е. $X_n = \{U_n\}$. Так как f_1 является гомоморфизмом выбора циклов, то разность $U_n(a_1 \otimes \dots \otimes a_n) - f_1 X_n(a_1 \otimes \dots \otimes a_n)$ гомологична нулю; предположив здесь, что a_i суть свободные образующие $H(M)$, определим $f_n(a_1 \otimes \dots \otimes a_n)$ как элемент из M , ограничивающий эту разность. Таким образом, для построенных X_n и f_n условие (4') и, следовательно, (4) выполнены. Оставшееся условие (5) непосредственно проверяется.

Следствие. Огображение $\tilde{B}(f) : \tilde{B}(H(M), \{X_{ij}\}) \rightarrow \tilde{B}(M, \{m_{ij}\})$ индуцирует изоморфизм в гомологиях.

Доказательство использует обычную технику спектральной последовательности, связанной с B -кострукцией и начальными условиями на X_1 и f_1 .

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

(Поступило 31.7.1981)

გათემატიკა

თ. კადნიშვილი

ალგებრული სტრუქტურა $A(\infty)$ -ალგებრის ჰომოლოგიებში

რეზიუმე

$A(\infty)$ -ალგებრის ჰომოლოგიის გრადუირებულ მოდულში შემოყვანილია ალგებრული სტრუქტურა, რომელიც მასაც $A(\infty)$ -ალგებრად აქცევს. ნაჩვენებია, რომ ამ $A(\infty)$ -ალგებრათა \tilde{B} -კონსტრუქციებს აქვთ იზომორფული ჰომოლოგიები.

T. V. KADEISHVILI

ALGEBRAIC STRUCTURE IN THE HOMOLOGIES OF AN
 $A(\infty)$ -ALGEBRA

Summary

For an arbitrary $A(\infty)$ -algebra $(M, \{m_i\})$, in the sense of Stasheff, the operation $m_1: M \rightarrow M$ is differential. Let $H(M)$ be the homology of M with respect to m_1 . The $A(\infty)$ -algebra structure on $H(M)$ is constructed, and it is shown that the homology of B -constructions of such $A(\infty)$ -algebras are isomorphic.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. J. D. Stasheff. Trans. Amer. Math. Soc. **108**, 2, 1963, 275 — 313.
2. T. V. Кадеишвили, УМН, 35, № 3, 1980.

В. В. НИКОНЕНКО

АСИМПТОТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА РЕШЕНИЙ ОБЫКНОВЕННЫХ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ ВТОРОГО ПОРЯДКА

(Представлено членом-корреспондентом Академии И. Т. Кигурадзе 9.9.1981)

Предлагаемая заметка посвящается изучению поведения при $x \rightarrow x_0$ решений дифференциальных уравнений вида

$$y'' + p(x)y' + q(x)y = 0, \tag{1}$$

$$y'' = f(x, y, y'), \tag{2}$$

где $-\infty < a < x_0 \leq +\infty$, $\Delta = [a, x_0[$; R и Z — соответственно, множества действительных и комплексных чисел, а $p: \Delta \rightarrow Z$, $q: \Delta \rightarrow Z$ и $f: \Delta \times R \times R \rightarrow R$ — непрерывные функции. Приведенные в ней утверждения дополняют результаты работ [1 — 5].

Ниже приняты следующие обозначения.

$L(\Delta, Z)$ — множество функций $u: \Delta \rightarrow Z$, модули которых интегрируемы в несобственном смысле Римана на Δ .

A_{x_0} — множество функций $u: \Delta \rightarrow Z$, действительная часть которых сохраняет знак в некоторой левой окрестности точки x_0 .

Пусть $x_1 \in \Delta$ и $v_k: [x_1, x_0] \rightarrow Z$ ($k = 1, 2$) — непрерывные функции. Будем говорить, что уравнение (1) обладает свойством $\Lambda(v_1, v_2)$, если оно имеет фундаментальную систему решений y_k ($k = 1, 2$) такую, что

$$y_k(x) \sim u_k(x), \quad y'_k(x) = u_k(x)[v_k(x)(1 + \varepsilon_{kk}(x)) + v_{3-k}(x)\varepsilon_{3-kk}(x)],$$

$$u_k(x) = \exp\left(\int_{x_1}^x v_k(t) dt\right), \quad \varepsilon_{jk}(x) \rightarrow 0 \quad \text{при } x \rightarrow x_0 \quad (j, k = 1, 2).$$

Положим

$$h(x) = \int_{a_0}^x \exp\left(\int_{\tau}^x p(t) dt\right) d\tau,$$

где $a_0 = x_0$, если функция $\tilde{p}(x) = \exp\left(-\int_a^x p(t) dt\right)$ принадлежит $L(\Delta, Z)$

и $a_0 = a$, если $\tilde{p} \notin L(\Delta, Z)$.

Имеет место

Теорема 1. Если $h \in A_{x_0}$ и $qh \in L(\Delta, Z)$, то уравнение (1) обладает свойством $\Lambda\left(0, \frac{1}{h}\right)$.



В дальнейшем будем предполагать, что функции p и q , а также функция $d: \Delta \rightarrow Z$, $d^2 = p^2 - 4q$, дважды непрерывно дифференцируемы при $x \in \Delta$. Пусть λ_k и l_k ($k = 1, 2$) — функции, заданные равенствами

$$\lambda_k(x) = \frac{1}{2}[-p(x) + (-1)^{k-1} d(x)], \quad l_k(x) = \lambda'_k(x) [\lambda_2(x) - \lambda_1(x)]^{-1} \quad (k=1, 2),$$

а η_k, ζ_k и $\gamma_k: \Delta \rightarrow Z$ ($k = 1, 2$) — непрерывные функции, являющиеся, соответственно, корнями уравнений

$$\eta^2 + (l_2(x) - l_1(x) - 1)\eta + l_1(x) = 0, \quad \zeta^2 - \left(1 + \frac{\lambda_2(x)}{\lambda_1(x)} - \frac{\lambda'_1(x)}{\lambda_1^2(x)}\right)\zeta + \frac{\lambda_2(x)}{\lambda_1(x)} = 0,$$

$$\gamma^2 + (\lambda_1(x) - \lambda_2(x))\gamma + \lambda'_1(x) = 0.$$

Теоремы 2—4 справедливы при условии $d(x) \neq 0$ при $x \in \Delta$.

Теорема 2. Пусть $l'_k \in L(\Delta, Z)$ ($k = 1, 2$), $(\eta_1 - \eta_2)d \in A_{x_0}$ и $(l_{20} - l_{10} - 1)^2 - 4l_{10} \neq 0$, где

$$l_{k0} = \lim_{x \rightarrow x_0} l_k(x) \quad (k = 1, 2).$$

Тогда уравнение (1) обладает свойством $\Lambda(v_1, v_2)$, где $v_k = \lambda_1 + (\lambda_2 - \lambda_1)\eta_k$ ($k = 1, 2$).

Теорема 3. Если

$$l'_k + (-1)^k (\lambda_1 - \lambda_2) l_1 l_2 \in L(\Delta, Z) \quad (k = 1, 2), \quad \lambda_1 - \lambda_2 + \frac{\lambda'_1 + \lambda'_2}{\lambda_2 - \lambda_1} \in A_{x_0},$$

то уравнение (1) обладает свойством $\Lambda(v_1, v_2)$, где $v_k(x) = \lambda_k(x) + (-1)^k \lambda'_k(x) [\lambda_2(x) - \lambda_1(x)]^{-1}$ ($k = 1, 2$).

Теорема 4. Пусть существуют конечные пределы (3), $\eta_0 = \frac{1}{2}(l_{20} - l_{10} - 1)$, $l_{10} = \eta_0^2$,

$$\varphi = (\lambda_2 - \lambda_1) [l_1 - (l_2 - l_1 - 1)\eta_0 + \eta_0^2] \in L(\Delta, Z),$$

$$(\lambda_2 - \lambda_1)(l_2 - l_1 - 1 + 2\eta_0) \in L(\Delta, Z),$$

$$\alpha_2(x) = \left[\int_{x_0}^x (\lambda_2(t) - \lambda_1(t)) dt \right]^{-1} \rightarrow 0 \quad \text{при } x \rightarrow x_0,$$

$$\alpha_1(x) = \int_{x_0}^x \varphi(t) dt, \quad \frac{\alpha_1(x)}{\alpha_2(x)} \rightarrow 0 \quad \text{при } x \rightarrow x_0,$$

$$(\lambda_2 - \lambda_1)\alpha_1 \in L(\Delta, Z) \quad \text{и} \quad \frac{\alpha'_1}{\alpha_2} \in L(\Delta, Z).$$

Тогда уравнение (1) обладает свойством $\Lambda(v_1, v_2)$, где $v_k = \lambda_1 + (\lambda_2 - \lambda_1)(\eta_0 + \alpha_k)$ ($k = 1, 2$).

Теорема 5. Пусть

$$\left(\frac{\lambda_2}{\lambda_1}\right)' \in L(\Delta, Z), \quad \left(\frac{\lambda'_1}{\lambda_1^2}\right)' \in L(\Delta, Z)$$

$u(l-1-\mu)^2 - 4\mu \neq 0$, где

$$l = \lim_{x \rightarrow x_0} \frac{\lambda'_1(x)}{\lambda_1^2(x)}, \quad \mu = \lim_{x \rightarrow x_0} \frac{\lambda_2(x)}{\lambda_1(x)}.$$

Тогда уравнение (1) обладает свойством $\Lambda(\lambda_1 s_1, \lambda_2 s_2)$.

Теорема 6. Пусть $\lambda'_1(x) \neq 0$ при $x \in \Delta$,

$$\frac{(\lambda_2(x) - \lambda_1(x))^2}{\lambda'_1(x)} \rightarrow 0 \text{ при } x \rightarrow x_0, \quad v_k(x) = \lambda_1(x) + \gamma_k(x) + (-1)^k \frac{\gamma'_k(x)}{\gamma_1(x) - \gamma_2(x)},$$

$$v_1 - v_2 \in A_{x_0}, \quad \frac{1}{v_1 - v_2} \left[\left(\frac{\gamma'_k}{\gamma_1 - \gamma_2} \right)' + \left(\frac{\gamma_k}{\gamma_1 - \gamma_2} \right)^2 \right] \in L(\Delta, Z).$$

Тогда уравнение (1) обладает свойством $\Lambda(v_1, v_2)$.

Перейдем к рассмотрению уравнения (2) при предположении, что $f: \Delta \times R \times R \rightarrow R$ имеет непрерывные частные производные до второго порядка включительно относительно последних двух переменных.

Пусть $u_k: \Delta \rightarrow]0, +\infty[$ ($k=1, 2$) — непрерывные, а $u: \Delta \rightarrow R$ — дважды непрерывно дифференцируемая функции. Поставим вопрос о наличии у уравнения (1) решения y , допускающего асимптотические представления

$$y(x) = u(x) + \varepsilon_1(x)u_1(x), \quad y'(x) = u'(x) + \varepsilon_2(x)u_2(x), \quad (4)$$

где $\varepsilon_k(x) \rightarrow 0$ при $x \rightarrow x_0$ ($k=1, 2$).

Положим

$$f_k(x, y_1, y_2) = \frac{\partial f(x, y_1, y_2)}{\partial y_k}, \quad f_{kj}(x, y_1, y_2) = \frac{\partial^2 f(x, y_1, y_2)}{\partial y_j \partial y_k} \quad (k, j=1, 2)$$

и

$$w_\varepsilon(u, u_1, u_2)(x) = \max \left\{ \left| \sum_{j,k=1}^2 f_{kj}(x, u(x) + r_1 u_1(x), u(x) + r_2 u_2(x)) u_1^{(4-h-j)}(x) u_2^{(k+j-2)}(x) \right| : |r_1| \leq \varepsilon, |r_2| \leq \varepsilon \right\}.$$

Теорема 7. Пусть существуют пределы

$$\rho_k(x) = \left| \frac{v_k(x)}{u_1(x)} \right| + \left| \frac{v'_k(x)}{u_2(x)} \right| \rightarrow \rho_{0k} \quad (k=1, 2) \text{ при } x \rightarrow x_0,$$

где v_1 и v_2 — линейно независимые решения уравнения

$$v'' = f_1(x, u(x), u'(x))v + f_2(x, u(x), u'(x))v'.$$

Пусть, кроме того, существуют положительное число ε такое, что для любого $k \in \{1, 2\}$

$$\rho_k(x) \int_{a_k}^x \omega(\tau) |v_{3-k}(\tau)| \exp \left(- \int_{x_0}^{\tau} f_2(t, u(t), u'(t)) dt \right) d\tau \rightarrow 0 \text{ при } x \rightarrow x_0,$$

где $a_k = a$ при $\rho_{0k} = 0$, $a_k = x_0$ при $\rho_{0k} \neq 0$ и

$$w(x) = |u''(x) - f(x, u(x), u'(x))| + w_\varepsilon(u, u_1, u_2)(x),$$

Тогда уравнение (2) обладает решением y , допускающим представление (4), где $\varepsilon_k(x) \rightarrow 0$ при $x \rightarrow x_0$ ($k = 1, 2$).

Одесский инженерно-строительный институт

(Поступило 10.9.1981)

მათემატიკა

3. ნიკონენკო

მეორე რიგის ჩვეულებრივ დიფერენციალურ განტოლებათა
 ამონახსნების ასიმპტოტური თვისებები

რეზიუმე

მიღებულია მეორე რიგის წრფივი ერთგვაროვანი დიფერენციალური განტოლების ამონახსნების ასიმპტოტური წარმოდგენები მახასიათებელი განტოლების ფესვების საშუალებით. არაწრფივი განტოლებისათვის დადგენილია დებულება $y(x) \sim u(x)$ სახის ამონახსნის არსებობის შესახებ, სადაც u ცნობილი ფუნქციაა.

MATHEMATICS

V. V. NIKONENKO

ASYMPTOTIC PROPERTIES OF THE SOLUTIONS OF SECOND-ORDER ORDINARY DIFFERENTIAL EQUATIONS

Summary

Asymptotic representations of the solutions of a second-order linear uniform equation are obtained; these are expressed by the roots of the characteristic equation; both special and nonspecial cases are considered.

The existence theorem of solutions of the type $y(x) \sim u(x)$, where $u(x)$ is a known function, is introduced for a second-order nonlinear differential equation.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. М. В. Федорюк. Дифф. уравнения, 2, № 4, 1966, 492—507.
2. И. Т. Кигурадзе. Труды Тбил. гос. ун-та, 102, 1964, 149—167.
3. Т. А. Чантурия. Дифф. уравнения, 6, № 6, 1970, 948—961.
4. В. М. Глушко. Дифф. уравнения, 4, № 9, 1968, 1584—1597.
5. Р. Беллман. Теория устойчивости решений дифференциальных уравнений. М., 1954.

О. П. ДЗАГНИДЗЕ

О ГОЛОМОРФНОСТИ И ПРИНАДЛЕЖНОСТИ ФУНКЦИИ
 КЛАССУ ФЕДОРОВА—СМИРНОВА

(Представлено членом-корреспондентом Академии Б. В. Хведелидзе 24.9.1981)

1°. Пусть G — область плоскости комплексного переменного $z = x + iy$ и пусть функция $f(z) = u(x, y) + iv(x, y)$ непрерывна в G вместе со своими частными производными f_x и f_y . Если в G выполнено условие $f_x^2 + f_y^2 = 0$, или что то же самое

$$u_x v_x + u_y v_y = 0, \tag{1}$$

$$u_x^2 + u_y^2 = v_x^2 + v_y^2, \tag{2}$$

то тогда в G голоморфной является или функция f или сопряженная ей функция $\bar{f} = u - iv$. Это утверждение можно извлечь из доказательства одной теоремы В. К. Дзядыка [1] о геометрическом свойстве аналитической функции.

Обратное утверждение следует из условий Коши—Римана.

Известно, что как условие (1), так и условие (2) в отдельности не гарантирует голоморфности ни f ни \bar{f} . Соответствующие примеры таковы: $u = x$, $v = -2y$ и $u = x^2 + y$, $v = x^2 - y$.

2°. В настоящей заметке указываются другие условия голоморфности функции $f(x + iy)$ и принадлежности функции $\Phi(x_1, x_2, x_3)$ классу Федорова—Смирнова.

Теорема 1. Пусть в области G заданы действительные функции $u(x, y)$ и $v(x, y)$, непрерывные вместе со своими частными производными u_x, u_y, v_x, v_y . Тогда для того чтобы в G голоморфной была $f = u + iv$ или $\bar{f} = u - iv$, необходимо и достаточно выполнение соотношений

$$(\nabla u; \nabla |f|^p) = p |f|^{p-2} u |\nabla u|^2, \tag{3}$$

$$|\nabla |f|^p| = p |f|^{p-1} |\nabla v|, \tag{4}$$

$$|\nabla |f|^p| = p |f|^{p-1} |\nabla u| \tag{5}$$

для некоторого $p > 2$, где $\nabla \lambda = \lambda_x + i \lambda_y$ и $(;)$ означает скалярное произведение вида (1).

Доказательство. Имеют место следующие равенства:

$$(\nabla u; \nabla |f|^p) = p |f|^{p-2} (u |\nabla u|^2 + v (\nabla u; \nabla v)), \tag{6}$$

$$|\nabla |f|^p|^2 = p^2 |f|^{2p-4} (u^2 |\nabla u|^2 + v^2 |\nabla v|^2 + 2uv (\nabla u; \nabla v)). \tag{7}$$

Если в G голоморфна f или \bar{f} , то тогда $(\nabla u; \nabla v) = 0$, $|\nabla u| = |\nabla v|$ и равенства (3)—(5) следуют из равенств (6) и (7).

Если выполнено (3), то тогда из (6) получаем равенство $|f|^{p-2} v (\nabla u; \nabla v) = 0$ и значит

$$v (\nabla u; \nabla v) = 0, \tag{8}$$

из которого следует равенство

$$(\nabla u; \nabla v) = 0 \quad (9)$$

на множестве G_1 тех точек (x, y) из G , в которых $v(x, y) \neq 0$. На множестве внутренних точек того множества, в каждой точке которого $v(x, y) = 0$, обозначим его через G_2 , равенство (9) очевидно. Равенство (9) выполнено также и в остальных точках множества G_2 , так как они являются предельными точками для множества G_1 и скалярное произведение $(\nabla u; \nabla v)$ непрерывно по предположению. Значит, (9) имеет место в G и равенство (7) имеет вид

$$|\nabla |f|^p|^2 = p^2 |f|^{2p-4} (u^2 |\nabla u|^2 + v^2 |\nabla v|^2). \quad (10)$$

Применим последовательно к левой части равенства (10) равенства (4) и (5). Тогда получим

$$u^2 (|\nabla v|^2 - |\nabla u|^2) = 0,$$

$$v^2 (|\nabla u|^2 - |\nabla v|^2) = 0.$$

Откуда имеем

$$|f|^2 (|\nabla u|^2 - |\nabla v|^2) = 0.$$

Из этого равенства можно получить равенство

$$|\nabla u|^2 = |\nabla v|^2 \quad (11)$$

в G , таким же методом, каким был получен (9) из (8).

Следовательно, в G имеют место равенства (9) и (11) и доказательство достаточности завершается применением вышеотмеченного результата В. К. Дзядыка.

Замечание 1. Теорема 1 остается в силе, если условие (3) заменить условием

$$(\nabla v; \nabla |f|^p) = p |f|^{p-2} v |\nabla v|^2. \quad (3')$$

В этом случае вместо равенства (6) надо воспользоваться равенством

$$(\nabla v; \nabla |f|^p) = p |f|^{p-2} (v |\nabla v|^2 + u (\nabla u; \nabla v)). \quad (6')$$

Замечание 2. Если $|f| > 0$ в G , то ограничение $p > 2$ можно ослабить до $p > 0$.

Замечание 3. Результат работы [1] обобщен в двух направлениях [2, 3]: в работе [2] показано, что поверхность $\omega = (u^2 + v^2)^{1/2}$ из [1] можно заменить любой поверхностью $\omega = \Phi(u; v)$ с непрерывными Φ_{uu} , Φ_{uv} , Φ_{vv} и со свойством $\Phi_u^2 + \Phi_v^2 = 1$ [4], а в работе [3] рассматривается уравнение Бельтрами $a f_x^2 + 2b f_x f_y + c f_y^2 = 0$, обобщающее уравнение $f_x^2 + f_y^2 = 0$, при определенных условиях на действительные функции a , b и c .

3°. Если имеется отображение области $D \subset \mathbb{R}^3$ в область $G \subset \mathbb{R}^2$ посредством функции $\Phi(X) = u(X) + iv(X)$, $X = (x_1, x_2, x_3) \in D$, класса FS Федорова-Смирнова [5—11], что означает выполнение в D равенств

$$u_{x_1} v_{x_1} + u_{x_2} v_{x_2} + u_{x_3} v_{x_3} = 0,$$

$$u_{x_1}^2 + u_{x_2}^2 + u_{x_3}^2 = v_{x_1}^2 + v_{x_2}^2 + v_{x_3}^2$$

в предположении непрерывности $u(x_1, x_2, x_3)$ и $v(x_1, x_2, x_3)$ в месте с частными производными первых порядков, то справедливо следующее утверждение.

Теорема 2. Для принадлежности функции $\Phi(X)$ классу FS необходимо и достаточно, чтобы для некоторого $p > 2$ выполнялись равенства (3)—(5), в которых положено $|\nabla \lambda| = (\lambda_{x_1}^2 + \lambda_{x_2}^2 + \lambda_{x_3}^2)^{1/2}$.

Действительно, равенства (6) и (7) справедливы и для функции трех переменных и доказательство этой теоремы заканчивается установлением равенств, аналогичным равенствам (9) и (11).

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

(Поступило 24.9.1981)

მათემატიკა

მ. კახიანი

ფუნქციების ჰოლომორფულობისა და ფიოდოროვ — სმირნოვის კლასისადმი მიკუთვნების შესახებ

რეზიუმე

დამტკიცებულია აუცილებელი და საკმარისი პირობები იმისა, რომ $G \subset \mathbb{R}^2$ არეში ჰოლომორფული იქნეს $f(z)$ ფუნქცია ან მისი შეუღლებული $\bar{f}(z)$. ანალოგიური პირობებია დადგენილი სამი ნამდვილი ცვლადის ფუნქციის ფიოდოროვ — სმირნოვის კლასისადმი მიკუთვნებისათვის.

MATHEMATICS

O. P. DZAGNIDZE

ON THE HOLOMORPHY AND BELONGING OF FUNCTIONS
TO THE FEDOROV-SMIRNOV CLASS

Summary

The necessary and sufficient conditions are given for the function $f(z)$ or its conjugate $\bar{f}(z)$ to be holomorphic in the region $G \subset \mathbb{R}^2$. Similar conditions are established for the function of three real variables to belong to the Fedorov-Smirnov class.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. К. Дзядык. УМН, т. XV, вып. 1(91), 1960, 191—194.
2. A. W. Goodman. Amer. Math. Month., vol. 71, № 3, 1964, 265—267.
3. H. S. Bear and G. N. Hile. Amer. Math. Month., vol. 85, № 5, 1978, 333—337.
4. A. W. Goodman. Amer. Math. Month., vol. 71, № 3, 1964, 257—264.
5. В. С. Федоров. Матем. сб., т. 13 (55):2—3, 1943, 287—300.
6. В. С. Федоров. Изв. АН СССР, сер. матем., т. 9, № 4, 1945, 257—274.
7. В. И. Смирнов. Вестник Ленингр. ун-та, № 8, 1953, 3—12.
8. В. И. Смирнов. Вестник Ленингр. ун-та, № 11, 1953, 3—12.
9. В. И. Смирнов. Вестник Ленингр. ун-та, № 5, 1954, 3—17.
10. В. И. Смирнов. Сб. «Проблемы механики сплошной среды». М., 1961, 376—389.
11. О. П. Дзагнидзе. Труды Тбил. матем. ин-та, т. LXV, 1980, 51—64.

Э. А. НАДАРАЯ

ЗАМЕЧАНИЕ ОБ ОЦЕНКЕ ПЛОТНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПО ПОЛИНОМАМ ЛЕЖАНДРА

(Представлено академиком Г. С. Чогошвили 17.11.1981)

Данная работа является примером выполнения условий общей теоремы о предельном законе распределения квадрата нормы ошибки проекционной оценки плотности, доказанной нами в [1].

Пусть имеется выборка X_1, X_2, \dots, X_n из генеральной совокупности X , распределение которой задается плотностью вероятности $f(x)$.

Пусть $\varphi_j(x) = \sqrt{\frac{2j+1}{2}} P_j(x)$, $x \in [-1, 1]$, $j = 1, 2, \dots$, где $P_j(x)$ — полиномы Лежандра.

Пусть $d_0(x)$ — некоторая положительная и ограниченная функция на $[-1, 1]$. Положим $d(x) = d_0(x) I_{[-1, 1]}(x)$, где $I_A(x)$ — индикатор множества A . Как легко заметить, проекционная оценка для функции $P(x) = f(x) d(x)$ имеет вид

$$\widehat{P}_{n,N}(x) = \sum_{j=1}^{N(n)} \widehat{\alpha}_j \varphi_j(x), \quad \widehat{\alpha}_j = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n d(X_i) \varphi_j(X_i),$$

а для $f(x)$ —

$$\widehat{f}_{n,N}(x) = \widehat{P}_{n,N}(x)/d(x).$$

Поставим перед собой цель — найти предельное распределение функционала

$$T_{n,N} = \frac{n}{N} \int [\widehat{P}_{n,N}(x) - E \widehat{P}_{n,N}(x)]^2 dx = \frac{n}{N} \int [\widehat{f}_{n,N}(x) - E \widehat{f}_{n,N}(x)]^2 d^2(x) dx.$$

Предположим, что $f(x)$ и $d_0(x)$ имеют ограниченные производные в $[-1, 1]$ и $d_0(x) = O[(1-x^2)^\gamma]$, $\gamma \geq 3/4$, при $x \uparrow 1$ или $x \downarrow -1$. Обозначения b_N , $d_{n,N}$, Δ_N , σ_N^2 и $S_m(N)$ заимствованы из работы [1].

Учитывая неравенство $\int_{-1}^1 |P_j(x)| dx \leq \frac{2}{\sqrt{2j+1}}$, из соотношения

$$\frac{dP_m(x)}{dx} = \sum_{k=1}^s (2m - 4k + 3) P_{m-2k+1}(x),$$

где $s = \frac{1}{2} m$ при m -четном и $s = \frac{1}{2} (m + 1)$ при m -нечетном, получаем,

что $\int_{-1}^1 (\varphi_j d_0) \leq c_1 j^2$.

Следовательно, $b_N = O(N^3)$ и $d_{n,N} = o(\sqrt{N})$ при $N = n^\alpha$, $0 < \alpha < \frac{1}{5}$.

Пусть $\lambda_1^{(N)}, \lambda_2^{(N)}, \dots$ — собственные значения тѣплицевой формы с матрицей

$$M_n(f) = \left(\int \varphi_i(x) \varphi_j(x) f^2(x) d^2(x) dx, \quad i, j=1, 2, \dots, N \right).$$

Тогда

$$Q_m(N) = N^{m-1} S_m(N) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (\lambda_i^{(N)})^m.$$

Поэтому из формулы (4) [2], имеем

$$Q_m(N) \rightarrow \frac{1}{\pi} \int_{-1}^1 f^m(x) d_0^m(x) \frac{1}{\sqrt{1-x^2}} dx \quad \text{при } N \rightarrow \infty. \quad (1)$$

Следовательно, $Q_m(N) = O(1)$ при каждом фиксированном $m \geq 3$.

Далее, поскольку $\sigma_N^2 = 2NS_2(N) = 2Q_2(N)$, то из (1) получаем

$$\sigma_N^2 \rightarrow \frac{2}{\pi} \int_{-1}^1 f^2(x) d_0^2(x) \frac{dx}{\sqrt{1-x^2}} \quad \text{при } N \rightarrow \infty. \quad (2)$$

Теперь остается лишь исследовать асимптотику Δ_N при $N \rightarrow \infty$.

Для многочленов Лежандра при $0 < \theta < \pi$ имеет место асимптотическая формула [3]

$$P_s(\cos \theta) = \lambda_s \frac{\cos [(s+1/2)\theta - \pi/4]}{(\sin \theta)^{1/2}} + \frac{R_s(\theta)}{(\sin \theta)^{1/2}}, \quad (3)$$

в которой остаточный член допускает оценки

$$|R_s(\theta)| \leq \frac{c_2}{s^{3/2} \theta} \left(\frac{\pi}{2} - \theta \right), \quad 0 < \theta \leq \frac{\pi}{2}, \quad (4)$$

$$|R_s(\theta)| \leq \frac{c_2}{s^{3/2} (\pi - \theta)} \left(\theta - \frac{\pi}{2} \right), \quad \frac{\pi}{2} \leq \theta < \pi, \quad (5)$$

где абсолютная постоянная c_2 не зависит от s и θ , а коэффициент λ_s имеет представление $\lambda_s = \sqrt{2/\pi s} + O(s^{-3/2})$.

Пользуясь (3), находим, что

$$\int_{-1}^1 \varphi_j^2(x) d_0^2(x) f(x) dx = \int_0^\pi \varphi_j^2(\cos \theta) d_0^2(\cos \theta) f(\cos \theta) \sin \theta d\theta = I_1 + I_2 + I_3,$$

где

$$I_1 = \frac{2j+1}{2} \lambda_j^2 \int_0^\pi \cos^2 \left[\left(j + \frac{1}{2} \right) \theta - \frac{\pi}{4} \right] d_0^2(\cos \theta) f(\cos \theta) d\theta,$$

$$I_2 = (2j+1) \lambda_j \int_0^\pi \cos \left[\left(j + \frac{1}{2} \right) \theta - \frac{\pi}{4} \right] R_j(\theta) d_0^2(\cos \theta) f(\cos \theta) d\theta,$$

$$I_3 = \frac{2j+1}{2} \int_0^\pi R_j^2(\theta) d_0^2(\cos \theta) f(\cos \theta) d\theta.$$

Легко видеть, что

$$I_1 = \frac{1}{\pi} \int_0^\pi d_0^2(\cos \theta) f(\cos \theta) d\theta \left(1 + \frac{1}{2j}\right) + \\ + \frac{2j+1}{4} \lambda_j^2 \int_0^\pi \sin(2j+1)\theta d_0^4(\cos \theta) f(\cos \theta) d\theta \quad (6)$$

и, следовательно, применение интегрирования по частям дает нам, что последний член в (6) является $0 \left(\frac{1}{j}\right)$.

Стало быть

$$I_1 = \frac{1}{\pi} \int_{-1}^1 f(x) d_0^2(x) \frac{dx}{\sqrt{1-x^2}} + 0 \left(\frac{1}{j}\right). \quad (7)$$

В силу оценки (4) и (5) получим

$$I_2 = 0 \left(\frac{1}{j}\right) \int_{-1}^1 \frac{f(x) d_0^2(x)}{1-x^2} dx, \quad (8)$$

$$I_3 = 0 \left(\frac{1}{j^2}\right) \int_{-1}^1 \frac{f(x) d_0^4(x)}{(1-x^2)^{3/2}} dx. \quad (9)$$

Интегралы, входящие в (8) и (9), конечны в силу того, что $d_0(x) = 0 [(1-x^2)]^\gamma$, $\gamma \geq 3/4$, при $x \uparrow 1$ или $x \downarrow -1$. Из (7), (8) и (9) следует, что

$$\int_{-1}^1 \varphi_j^2(x) d_0^2(x) f(x) dx = \frac{1}{\pi} \int_{-1}^1 f(x) d_0^2(x) \frac{1}{\sqrt{1-x^2}} dx + 0 \left(\frac{1}{j}\right).$$

Стало быть,

$$\Delta_N = \frac{1}{\pi} \int_{-1}^1 f(x) d_0^2(x) \frac{1}{\sqrt{1-x^2}} dx + 0 \left(\frac{\log N}{N}\right). \quad (10)$$

Итак, имея в виду (1), (2) и (10), из теоремы 1 [1] установим, что случайная величина

$$N^{1/2} \left(T_{n,N} - \frac{1}{\pi} \int_{-1}^1 f(x) d_0^2(x) \frac{1}{\sqrt{1-x^2}} dx \right)$$

распределена асимптотически нормально $(0, \sigma)$, где

$$\sigma^2 = \frac{2}{\pi} \int_{-1}^1 f^2(x) d_0^2(x) \frac{1}{\sqrt{1-x^2}} dx.$$

З а м е ч а н и е. Полученный результат совпадает с утверждением теоремы 5.1 работы [4], но наши условия и метод доказательства являются более простыми по сравнению с [4].

Тბილისკი კუდარსტვენი უნივერსიტეტი

(პოსტუპილი 20.11.1981)

მათემატიკა

ე. ნადარაია

შენიშვნა განაწილების სიმკვრივის ლეჟანდრის პოლინომებით
შეფასების შესახებ

რეზიუმე

ნაშრომში მოქმენილია ლეჟანდრის პოლინომების საშუალებით აგებული განაწილების სიმკვრივის შეფასების კვადრატული გადახრის ზღვართი განაწილების კანონი.

MATHEMATICS

E. A. NADARAYA

A NOTE ON THE DISTRIBUTION DENSITY ESTIMATION
BY MEANS OF LEGENDRE'S POLYNOMIALS

Summary

The paper presents an example of satisfying the conditions of the general theorem for the limit law of the distribution of the error norm square of the projective estimate proved in [1] by the author.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Э. А. Надарая. Теория вероятн. и ее применения, 4, 1976, 864—871.
2. У. Гренандер, Г. Сеге. Теплицевы формы и их приложения. М., 1961, 118.
3. П. К. Суетин. Классические ортогональные многочлены, М., 1976.
4. A. Viollaz. Ann. Stat., 8, 2, 1980.

Г. Г. РАКВИАШВИЛИ

О СКРЕЩЕННОЙ ОБЕРТЫВАЮЩЕЙ АЛГЕБРЕ p -АЛГЕБРЫ ЛИ

(Представлено академиком Г. С. Чогошвили 2.3.1982)

Для алгебры Ли \mathfrak{G} и p -алгебры Ли \mathfrak{g} (над полем k , характеристики p во втором случае) введены понятия проективных представлений с обертывающими алгебрами $U(\mathfrak{G}, \alpha)$ и $u(\mathfrak{g}, \alpha, \beta)$ и обобщена теорема Биркгофа-Витта. В случае $\dim \mathfrak{g} < \infty$ доказано, что функтор $G_0(u(\mathfrak{g}, \alpha, \beta))$ и алгебраические K -функторы $K_n(u(\mathfrak{g}, \alpha, \beta))$ Суона-Герстена [1] являются фробениусовыми модулями над фробениусовым функтором $G_0(u(\mathfrak{g}))$ и изучена периодичность полных когомологий $\hat{H}^n(u(\mathfrak{g}, \alpha, \beta), M)$, $n=0, \pm 1, \dots$

Аналогично случаю групп ([2], § 53) рассмотрением центральных расширений p -алгебр Ли мотивируется следующее

Определение 1. Пусть M является k -модулем. Линейное отображение $T: \mathfrak{g} \rightarrow \text{Epd}_k(M)$ называется проективным представлением p -алгебры Ли \mathfrak{g} , если выполняются условия

$$[T(g_1), T(g_2)] = T[g_1, g_2] + \alpha(g_1, g_2), \quad (1)$$

$$T(g)^p = T(g^{[p]}) + \beta(g), \quad (2)$$

где $\alpha: \mathfrak{g} \wedge \mathfrak{g} \rightarrow k$; $\beta: \mathfrak{g} \rightarrow k$ — такие отображения, что α является k -линейным и α и β удовлетворяют условиям

$$\alpha([g_1, g_2], g_3) + \alpha([g_2, g_3], g_1) + \alpha([g_3, g_1], g_2) = 0, \quad (3)$$

$$\alpha(g_0^{[p]}, g_1) = \alpha(g_0, (ad g_0)^{p-1}(g_1)), \quad (4)$$

$$\beta(\lambda g) = \lambda^p \beta(g), \quad \lambda \in k, \quad (5)$$

$$\beta(g_0) + \beta(g_1) - \beta(g_0 + g_1) = \sum_i \frac{1}{|t^{-1}(0)|} \alpha(g_{i(t_1)}, [g_{i(t_2)}, \dots, g_{i(t_{p-1})}, g_1] \dots), \quad (6)$$

где $t: \{1, \dots, p-1\} \rightarrow \{1, 0\}$, $1 \leq |t^{-1}(0)| = \text{card} \{n | t(n) = 0\}$.

Для получения понятия проективного представления алгебры Ли в опред. 1 надо ограничиться условиями (1) и (3).

Определение 2. Пара $(u(\mathfrak{g}, \alpha, \beta), i)$, где $u(\mathfrak{g}, \alpha, \beta)$ — ассоциативная алгебра, а $i: \mathfrak{g} \rightarrow u(\mathfrak{g}, \alpha, \beta)$ — такой k -морфизм, что выполняются условия, аналогичные условиям (1) и (2), называется скрещенной u -алгеброй p -алгебры Ли \mathfrak{g} , если для любой ассоциативной алгебры A и любого k -морфизма $\theta: \mathfrak{g} \rightarrow A$ со свойствами (1) и (2) существует единственный морфизм ассоциативных алгебр $\theta': u(\mathfrak{g}, \alpha, \beta) \rightarrow A$, такой, что $\theta = \theta' \circ i$.

Ограничиваясь в определении 2 только условием (1), получим понятие скрещенной U -алгебры $U(\mathfrak{G}, \alpha)$ алгебры Ли \mathfrak{G} .

Отметим, что среди проективных представлений p -алгебры Ли \mathfrak{g} можно ввести отношение эквивалентности, и полученное множество

классов эквивалентностей будет изоморфным группе когомологий $\bar{H}_2(\mathfrak{g}, k)$ из [3]; при этом скрещенные u -алгебры, соответствующие одному и тому же классу, будут изоморфными. Аналогичным образом можно рассуждать для алгебр Ли.

Обозначим через J двусторонний идеал в тензорной алгебре $T(\mathbb{G})$ алгебры Ли \mathbb{G} , порожденный элементами вида

$$g_1 \otimes g_2 - g_2 \otimes g_1 - [g_1, g_2] - \alpha(g_1, g_2). \quad (7)$$

Теорема 1. $U(\mathbb{G}, \alpha) \simeq T(\mathbb{G})/J$.

Для p -алгебры Ли \mathfrak{g} обозначим через J_p двусторонний идеал в $T(\mathfrak{g})$, образованный элементами вида (7) и вида $g \otimes \dots \otimes g - g^{[p]} - \beta(g)$ (тензорное произведение берется p -раз).

Теорема 2. $u(\mathfrak{g}, \alpha, \beta) \simeq T(\mathfrak{g})/J_p$.

Пусть $G = \{g_j\}_{j \in J}$ — базис в алгебре Ли \mathbb{G} , где J линейно упорядочено, $X = \{x_j\}_{j \in J}$ — множество, биективное множеству G и $k[X]$ — кольцо полиномов от неизвестных $\{x_j\}_{j \in J}$.

Лемма 1. Существует такое линейное отображение $\sigma: T(\mathbb{G}) \rightarrow k[X]$, что

$$\begin{aligned} \sigma(1) &= 1; \\ \sigma(g_{i_1} \otimes \dots \otimes g_{i_n}) &= x_{i_1} \dots x_{i_n}, \quad i_1 < \dots < i_n; \\ \sigma(\dots g_{i_{k+1}} \otimes g_{i_k} \dots) &= \sigma(\dots [g_{i_k}, g_{i_{k+1}}] \dots) + \\ &+ \sigma(\alpha(g_{i_k}, g_{i_{k+1}}) \dots g_{i_k} \otimes g_{i_{k+1}} \dots). \end{aligned}$$

Из леммы следует следующая

Теорема 3. Классы смежности единицы и стандартных одночленов $g_{i_1}^{\lambda_{i_1}} \dots g_{i_r}^{\lambda_{i_r}}$, $i_1 < \dots < i_r$, образуют базис в $U(\mathbb{G}, \alpha)$.

Пусть \mathfrak{g} — p -алгебра Ли с упорядоченным базисом $\{g_j\}_{j \in J}$.

Теорема 4. Классы смежности единицы и элементов вида $g_{i_1}^{\lambda_{i_1}} \dots g_{i_r}^{\lambda_{i_r}}$, $i_1 < \dots < i_r$, $0 \leq \lambda_{i_s} \leq p-1$, образуют базис в $u(\mathfrak{g}, \alpha, \beta)$.

Если $\alpha=0$, $\beta=0$, то будем применять обозначения $U(\mathbb{G})$, $u(\mathfrak{g})$.

Предложение 5. $U(\mathbb{G}, \alpha)$ и $u(\mathfrak{g}, \alpha, \beta)$ являются комодульными алгебрами соответственно над алгебрами Хопфа $U(\mathbb{G})$ и $u(\mathfrak{g})$.

Предложение 6. Пусть \mathfrak{g} — конечномерная p -алгебра Ли. Тогда скрещенная u -алгебра $u(\mathfrak{g}, \alpha, \beta)$ является фробениусовой алгеброй над k .

Пусть A — комодульная алгебра над алгеброй Хопфа H с кодействием $\chi: A \rightarrow H \otimes A$. Если $M \in H\text{-mod}$, $P \in A\text{-mod}$, то на $M \otimes P$ будем задавать структуру A -модуля формулой

$$a(m \otimes p) = \sum_{(a)} a_{(0)} m \otimes a_{(1)} p, \quad \text{где}$$

$$\chi(a) = \sum_{(a)} a_{(0)} \otimes a_{(1)}.$$

Лемма 2. Пусть H обладает антиподом, $A' \subset A$ — комодульная подалгебра, и $P' \in A'\text{-mod}$, $M \in H\text{-mod}$. Тогда $A \otimes_{A'} (P' \otimes M) \simeq (A \otimes_{A'} P') \otimes M$, как A — модули.

Лемма 3. Пусть $\mathfrak{g}' \subset \mathfrak{g}$ — под- p -алгебра Ли. Тогда, если $M' \in u(\mathfrak{g}')\text{-mod}$, $P \in u(\mathfrak{g}, \alpha, \beta)\text{-mod}$, то существует изоморфизм $u(\mathfrak{g}, \alpha, \beta)$ -модулей

$$u(\mathfrak{g}, \alpha, \beta) \otimes_{u(\mathfrak{g}', \alpha, \beta)} (M' \otimes P) \simeq (u(\mathfrak{g}) \otimes_{u(\mathfrak{g}')} M') \otimes P.$$

Пусть $\underline{C}(\mathfrak{g})$ — категория, объектами которой служат под- p -алгебры p -алгебры Ли \mathfrak{g} , а морфизмами — мономорфизмы. С учетом предложения 4 из [4], предложения 6 и лемм 2 и 3 доказывается.

Теорема 7. Пусть \mathfrak{g} — конечномерная p -алгебра Ли. Тогда

- (i) $G_0(u(\mathfrak{g}))$ является фробениусовым функтором [5] на категорию $\underline{C}(\mathfrak{g})$;
- (ii) функторы $G_0(u(\mathfrak{g}, \alpha, \beta))$ и $K_n(u(\mathfrak{g}, \alpha, \beta))$, $n = 0, 1, \dots$, являются фробениусовыми модулями [5] над $G_0(u(\mathfrak{g}))$.

Пусть $u(\mathfrak{g}, \alpha, \beta)^e = u(\mathfrak{g}, \alpha, \beta) \otimes u(\mathfrak{g}, \alpha, \beta)^{op}$. Рассмотрим $u(\mathfrak{g}, \alpha, \beta)$ как левый $u(\mathfrak{g}, \alpha, \beta)^e$ -модуль. Для $M \in u(\mathfrak{g}, \alpha, \beta)^e \text{-mod}$ стандартным способом ([6], гл. IX) определяются группы когомологий $H^n(u(\mathfrak{g}, \alpha, \beta), M)$, $n = 0, 1, \dots$. Если \mathfrak{g} — конечномерно, то по предложению 6 алгебра $u(\mathfrak{g}, \alpha, \beta)^e$ является фробениусовой; поэтому существует полная $u(\mathfrak{g}, \alpha, \beta)^e$ -проективная резольвента X над $u(\mathfrak{g}, \alpha, \beta)$ и можно определить полные когомологии

$$\widehat{H}^n(u(\mathfrak{g}, \alpha, \beta), M) \simeq H_n(X, M), \quad n = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$$

С помощью предложения 4 из [4] и предложения 5 доказывается утверждение:

Теорема 8. Пусть \mathfrak{g} — конечномерная p -алгебра Ли.

- (i) Для любого функториального в M и N гомоморфизма

$$\xi: \widehat{H}^{n_0}(u(\mathfrak{g}, \alpha, \beta), M) \otimes \widehat{H}^{m_0}(u(\mathfrak{g}), N) \rightarrow \widehat{H}^{m_0+n_0}(u(\mathfrak{g}, \alpha, \beta), M \otimes N)$$

существует единственное семейство гомоморфизмов

$$\varphi^{n,m}: \widehat{H}^n(u(\mathfrak{g}, \alpha, \beta), M) \otimes \widehat{H}^m(u(\mathfrak{g}), N) \rightarrow \widehat{H}^{m+n}(u(\mathfrak{g}, \alpha, \beta), M \otimes N)$$

такое, что $\varphi^{n_0, m_0} = \xi$ и удовлетворяются условия, аналогичные теореме 2 работы [7].

- (ii) Существует функториальный в M и N гомоморфизм

$$\xi_0: \widehat{H}^0(u(\mathfrak{g}, \alpha, \beta), M) \otimes \widehat{H}^0(u(\mathfrak{g}), N) \rightarrow \widehat{H}^0(u(\mathfrak{g}, \alpha, \beta), M \otimes N).$$

- (iii) Если группы когомологий $\widehat{H}^n(u(\mathfrak{g}), k)$ периодичны с периодом q , то группы $\widehat{H}^n(u(\mathfrak{g}, \alpha, \beta), M)$ тоже периодичны с периодом, делящим q .

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

(Поступило 4.3.1982)

გ ა თ მ ა ბ ი ა ა

ბ. რაჰვიაშვილი

ლის P -ალგებრის ჯვარედინი მომვლები ალგებრის შესახებ

რ ე ზ ი თ მ ე

ვ ლის p -ალგებრის $u(\mathfrak{g}, \alpha, \beta)$ ჯვარედინი მომვლები ალგებრისთვის (განმარტ. 2) განზოგადებულია ბირკოფ-ვიტის თეორემა; დამტკიცებულია, რომ $G_0(u(\mathfrak{g}, \alpha, \beta))$ და $K_n(u(\mathfrak{g}, \alpha, \beta))$ ფუნქტორები არიან ფრობენიუსის მოდულები $G_0(u(\mathfrak{g}))$ ფრობენიუსის ფუნქტორზე და შესწავლილია $\widehat{H}^n(u(\mathfrak{g}, \alpha, \beta), M)$ სრული კომპოლოგიების პერიოდულობა, როცა $\dim \mathfrak{g} < \infty$.

G. G. RAKVIASHVILI

ON THE CROSSED ENVELOPING ALGEBRA OF LIE p -ALGEBRA

Summary

For the Lie algebra \mathfrak{G} and Lie p -algebra \mathfrak{g} (over the field) the definitions of projective representations (definition 1) with enveloping algebras $U(\mathfrak{G}, \alpha)$ and $u(\mathfrak{g}, \alpha, \beta)$ (definition 2) are introduced and the Birkhoff-Witt theorem is generalized (theorems 3, 4). It is proved that the functor $G_u(u(\mathfrak{g}, \alpha, \beta))$ and the Swan-Gersten algebraic K -functors $K_n(u(\mathfrak{g}, \alpha, \beta))$ are Frobenius modules over the Frobenius functor $G_0(u(\mathfrak{g}))$ (theorem 7), and the periodicity of full cohomologies $H^n(u(\mathfrak{g}, \alpha, \beta), M)$ (theorem 8) is studied if $\dim \mathfrak{g} < \infty$.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. R. G. Swan. Proc. Symp. Pure Math. (AMS), v. 17, 1970, 88—123.
2. Ч. Кэртис, И. Райнер. Теория представлений конечных групп и ассоциативных алгебр. М., 1969.
3. В. Парейс. Math. Z., В. 104, Н. 4, 1960.
4. Г. Г. Раквиашвили. Сообщения АН ГССР, 96, № 1, 1979.
5. Т.—У. Лам. Ann. Sci. Ecole Norm. Super., Ser. 4, t. 1, f. 1, 1968.
6. А. Картан, С. Эйленберг. Гомологическая алгебра, М., 1960.
7. В. Парейс. J. Alg., 22, № 1, 1972.

Г. К. ДАРДЖАНИЯ, Н. М. ПХАКАДЗЕ

ОБ ОДНОЙ УНИВЕРСАЛЬНОЙ МОДАЛЬНОЙ ТЕОРИИ

(Представлено академиком Г. С. Чогошвили 2.4.1982)

Аксиоматически определяется модальная теория U_L с пропозициональными кванторами, обладающая следующим свойством универсальности: для любой системы (возможно с пропозициональными кванторами) из довольно широкого класса модальных систем существует точное погружение в теорию U_L . Этот класс содержит, в частности, классические системы Льюиса S_4 и S_5 (см. [1]) и модальную систему Геделя G (см. [2]).

Формулы языка L_H (где H — некоторое фиксированное множество пар натуральных чисел), обозначаемые через $\varphi, \psi, \varphi_1, \psi_1, \dots$, строятся стандартным образом из пропозициональных переменных p_1, p_2, \dots , связок $\vee, \wedge, \neg, \Delta^{i,j}$ ($(i, j) \in H, i$ указывает на арность оператора $\Delta^{i,j}$) и квантора \forall по пропозициональным переменным.

Примем обозначения: $\varphi \supset \psi \Leftrightarrow \neg \varphi \vee \psi$; $\varphi \equiv \psi \Leftrightarrow (\varphi \supset \psi) \wedge (\psi \supset \varphi)$. Пусть $\varphi(p_1/\psi_1, \dots, p_n/\psi_n)$ — результат одновременной подстановки в φ формул ψ_1, \dots, ψ_n вместо всех свободных переменных p_1, \dots, p_n , соответственно.

Теория T языка L_H задается множествами QPC, A_T и B_T аксиом, аксиомных схем и правил вывода. Аксиомы и правила вывода из QPC входят во все рассматриваемые здесь теории языка L_H . Таким образом, теории могут различаться только лишь за счет A_T и B_T .

Множество QPC состоит из аксиомных схем классического пропозиционального исчисления PC , двух кванторных аксиом:

- (V1). $\forall p \varphi \supset \varphi(p/\psi)$, где ψ свободно для p в φ ,
 - (V2). $\forall p (\psi \supset \varphi) \supset (\psi \supset \forall p \varphi)$, где p не входит свободно в ψ ,
- и правил вывода

$$(MP) : \frac{\varphi, \varphi \supset \psi}{\psi}; \quad (GV) : \frac{\varphi}{\forall p \varphi};$$

$$(R\Delta^{i,j}) : \frac{\varphi_1 \equiv \psi_1, \varphi_2 \equiv \psi_2, \dots, \varphi_i \equiv \psi_i}{\Delta^{i,j}(\varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_i) \equiv \Delta^{i,j}(\psi_1, \psi_2, \dots, \psi_i)} \text{ для каждой } (i, j) \in H;$$

A_T — некоторое множество формул;
 B_T — некоторое множество правил вывода типа

$$R(\varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_m, \varphi) : \frac{\varphi_1(p_1/\psi_1, \dots, p_n/\psi_n), \dots, \varphi_m(p_1/\psi_1, \dots, p_n/\psi_n)}{\varphi(p_1/\psi_1, \dots, p_n/\psi_n)},$$

где ψ_i свободны для p_i во всех $\varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_m, \varphi$ ($i=1, 2, \dots, n$).
 Заметим, что правило $R(\varphi_1, \dots, \varphi_m, \varphi)$ при $m=0$, т. е. правило $R(\varphi)$ является схемой аксиом (например, схему $\Delta \varphi \supset \varphi$ и правило $\varphi/\Delta \varphi$ можно записать, как $R(\Delta p \supset p)$ и $R(p, \Delta p)$, соответственно).



Специальными аксиомами теории T называем формулы из A_T и все формулы φ , для которых $R(\varphi) \in B_T$. Правила вывода из B_T будем называть специальными правилами вывода теории T .

Булевой алгеброй с операторами (б.а.о.) в сигнатуре L_H называется универсальная алгебра $A = \langle A; \cup, \cap, -, 1, 0, (\overline{\Delta}^{i,j})_{(i,j) \in H} \rangle$, где $\langle A; \cup, \cap, -, 1, 0 \rangle$ — булева алгебра, а $\overline{\Delta}^{i,j}$ — отображение A^i в A .

Означиванием, приписывающим каждой переменной p_i элемент из A , называется отображение $v: \{p_1, p_2, \dots\} \rightarrow A$. Индукцией по построению формулы определяется значение $A_v(\varphi)$ формулы φ при означивании v :

$$A_v(p_i) = v(p_i), \quad A_v(\neg \varphi) = -A_v(\varphi), \quad A_v(\varphi \vee \psi) = A_v(\varphi) \cup A_v(\psi),$$

$$A_v(\varphi \wedge \psi) = A_v(\varphi) \cap A_v(\psi), \quad A_v(\overline{\Delta}^{i,j}(\varphi_1, \dots, \varphi_i)) = \overline{\Delta}^{i,j}(A_v(\varphi_1), \dots, A_v(\varphi_i)),$$

$$A_v(\forall p \varphi) = \bigcap_{a \in A} A_v^p_a(\varphi),$$

где $v_a^p(p) = a$ и $v_a^p(p_i) = v(p_i)$, если p_i отлична от p .

Заметим, что в алгебре A , фигурирующей в определении, должны существовать точные нижние грани (см. [3]) $\bigcap_{a \in A} A_v(\varphi)$, для каждой формулы φ и любого означивания $v: \{p_1, p_2, \dots\} \rightarrow A$. Такие алгебры будем называть формульно полными.

Скажем, что φ истинна в б. а. о. A , если $A_v(\varphi) = 1$ для каждого означивания V .

Обозначим через $Q^0(T)$ класс таких формульно полных б.а.о., в которых истинны все специальные аксиомы теории T , а через $Q^1(T)$ — класс всех формульно полных б.а.о., для которых выполняется следующее условие:

Если $(\forall i \leq m) (A_v(\varphi_i) = 1)$, то $A_v(\varphi) = 1$ для каждого специального правила вывода $R(\varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_m, \varphi)$ теории T .

Пусть $Q(T) = Q^0(T) \cap Q^1(T)$.

Предложение 1 (Линденбаум). Формула φ доказуема в T тогда и только тогда, когда φ истинна во всех алгебрах из класса $Q(T)$.

Для доказательства достаточности следует построить алгебру Линденбаума A^* для теории T с помощью конгруенции $\vdash \varphi \equiv \psi$ на алгебре формул. Далее, индукцией по построению формулы φ доказать, что

$$A_v^*(\varphi(p_1, \dots, p_n)) = \{ \varphi'(p_1/\psi_1, \dots, p_n/\psi_n) \},$$

где φ' — некоторая формула, конгруэнтная φ , причем $v(p_i) = \{ \psi_i \} \in A^*$.

Опишем универсальную теорию U_L .

Языком теории U_L является язык L_H , обогащенный одноместным оператором \square .

Теория U_L задается следующими аксиомами и правилами вывода.

Специальные аксиомы: $U1. \square(\varphi \supset \psi) \supset (\square\varphi \supset \square\psi)$; $U2. \square\varphi \supset \varphi$; $U3. \square\varphi \supset \square\square\varphi$; $U4. \neg\square\varphi \supset \square\neg\square\varphi$; $U5. \forall p \square\varphi \supset \square\forall p\varphi$; $U6^{i,j}. \Delta^{i,j}(\varphi_1 \supset \psi_1, \dots, \varphi_i \supset \psi_i) \supset (\Delta^{i,j}(\varphi_1, \dots, \varphi_i) \supset \Delta^{i,j}(\psi_1, \dots, \psi_i))$ для каждой $(i, j) \in H$; $U7^{i,j}. \square(\varphi_1 \wedge \dots \wedge \varphi_i) \supset \Delta^{i,j}(\varphi_1, \dots, \varphi_i)$ для каждой $(i, j) \in H$.

Специальные правила вывода:

$$(G\square): \frac{\varphi}{\square\varphi}; \quad (G\Delta^{i,j}): \frac{\varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_i}{\Delta^{i,j}(\varphi_1, \dots, \varphi_i)} \text{ для каждой } (i, j) \in H.$$

Аксиомы (V1) и (V2), все аксиомные схемы классического пропозиционального исчисления, правила (MP) и (GV).

Заметим, что правила $(R\Delta^{i,j})$, $(i, j) \in H$ являются производными в U_L и U1—U4 суть аксиомы системы S5.

Теорию языка L_H будем называть нормальной (ср. [1]), если она содержит аксиому $U6^{i,j}$ и правило $(G\Delta^{i,j})$ для любой пары (i, j) из H .

Определим, индуктивно, перевод формулы φ языка L_H в формулу φ^s языка теории U_L по соответствию $s = [(\Delta^{i,j}, C^{i,j}) | (i, j) \in H]$, где $C^{i,j}$ формула языка теории U_L , свободными переменными которой являются $p_1, p_2, \dots, p_i : p_k^s = p_k, k = 1, 2, \dots; (\Box \varphi)^s = \Box(\varphi^s);$

$$(\varphi \vee \psi)^s = \varphi^s \vee \psi^s; (\varphi \wedge \psi)^s = \varphi^s \wedge \psi^s; (\forall p \varphi)^s = \forall p(\varphi^s);$$

$$(\Delta^{i,j}(\varphi_1, \dots, \varphi_i))^s = C^{i,j}(p_1/\varphi_1^s, \dots, p_i/\varphi_i^s); (i, j) \in H.$$

Б. а. о. A , в сигнатуре которой содержится \Box , называется \Box -простой алгеброй, если операция $\tilde{\Box}$, соответствующая \Box , удовлетворяет условиям $\tilde{\Box}(1) = 1$ и если $a \neq 1$, то $\tilde{\Box}(a) = 0$.

Б. а. о. $A = \langle A; \cup, \cap, -, 0, 1, (\Delta^{i,j})_{(i,j) \in H}, \tilde{\Box} \rangle$ называется K_L -алгеброй, если $\Delta^{i,j}(1, \dots, 1) = 1$ и $\Delta^{i,j}(a_1 \cap b_1, a_2 \cap b_2, \dots, a_i \cap b_i) = \Delta^{i,j}(a_1, \dots, a_i) \cap \Delta^{i,j}(b_1, \dots, b_i)$ для каждой пары $(i, j) \in H$.

Пусть $\chi^{i,j}$, $(i, j) \in H$ — формула, содержащая только лишь p_1, p_2, \dots, p_i в качестве свободных переменных и связки из множества $\{\vee, \wedge, \neg, \Box, \forall\}$.

Пусть $A = \langle A; \cup, \cap, -, 0, 1, \tilde{\Box} \rangle$ — формульно полная \Box -простая б. а. о.. Определим операции $\bar{\Delta}^{i,j}$ с помощью равенств:

$$\bar{\Delta}^{i,j}(a_1, \dots, a_i) = A_v(\chi^{i,j}), \text{ где } v(p_k) = a_k, k = 1, 2, \dots, i.$$

Обозначим через A^x б. а. о. $\langle A; \cup, \cap, -, 0, 1, (\bar{\Delta}^{i,j})_{(i,j) \in H} \rangle$ сигнатуры L_H . Скажем, что семейство $\chi = (\chi^{i,j})_{(i,j) \in H}$ является явным решением теории T (языка L_H), если для каждой \Box -простой формульно полной б. а. о. A сигнатуры $\{\cup, \cap, -, 0, 1, \tilde{\Box}\}$ выполняется $A^x \in Q(T)$.

Например, явными решениями систем S5 и G являются, соответственно, $\chi(p_1) \Leftrightarrow p_1$ и $\chi(p_1) \Leftrightarrow p_1 \supset p_1$.

Обозначим через NM_L множество нормальных модальных теорий языка L_H , таких, что $Q^0(T) = Q(T)$ и которые содержат конечное число специальных аксиом и имеют явное решение.

Пусть $T \in NM_L$. Введем обозначения: ψ_T — для конъюнкции замыканий (квантором \forall) всех специальных аксиом теории T . $C_T^{i,j}$ — для формулы $(\Box \psi_T \wedge \Delta^{i,j} p_1, \dots, p_i) \vee (\neg \Box \psi_T \wedge \chi^{i,j}(p_1, \dots, p_i))$ и s_T — для соответствия $[(\Delta^{i,j}, C_T^{i,j}) | (i, j) \in H]$. В этих условиях имеет место

Теорема 1. Для каждой теории T из NM_L формула φ выводима в T тогда и только тогда, когда φ^{s_T} выводима в теории U_L .

Доказательство теоремы 1 основывается на предложениях 1 и 2.

Предложение 2. Формула φ выводима в U_L тогда и только тогда, когда φ истинна во всех \Box -простых формульно полных K_L -алгебрах.

Пусть $B = [\Box a | a \in A^*]$, где A^* — алгебра Линденбаума теории U_L . Простой фильтр E булевой алгебры B называется Q -фильтром (ср. [3]), если $|\forall p \Box \varphi| \in E$ всякий раз, когда для всех $\psi, |\Box \varphi'(p/\psi)| \in E$, где φ' конгруэнтна формуле φ . Пусть $(E_i)_{i \in I}$ — семейство всех Q -фильтров в B . Обозначим через q_i конгруэнцию

$$[(a, b) | (-a \vee b) \wedge (a \vee -b) \in F_i]$$

алгебры A^* , где $F_i = [a | \exists e (e \in E_i \& a \geq e)]$ — фильтр в A^* .

Можно доказать, что факторалгебры $A^i = A^*/q_i$ являются \square -простыми формульно полными K_L -алгебрами, причем $\bigcap_{i \in I} q_i = [(a, a) | a \in A^*]$ и $A^i(\varphi) = \|\varphi'(p_1/\psi_1, \dots, p_n/\psi_n)\|^{q_i}$, где $v(p_k) = \|\psi_k\|^{q_i} \in A^i$ и формула φ' конгруентна формуле φ . Теперь легко доказывается предложение 2.

Теорема 1 позволяет предположить, что сложность вывода (см. [4]) любой теории из NM_L не превосходит сложности вывода теории U_L .

Академия наук Грузинской ССР
 Институт кибернетики

(Поступило 29.4.1982)

მათემატიკა

ბ. დარჯანია, ნ. ფხაკაძე

ერთი უნივერსალური მოდალური თეორიის შესახებ

რეზიუმე

აქსიომატურად იგება პროპოზიციული კვანტორების შემცველი მოდალური თეორია, რომელშიც ზუსტად ჩაიდგმება ნებისმიერი სისტემა მოდალურ სისტემათა საკმაოდ ფართო კლასიდან. ეს კლასი შეიცავს, კერძოდ, ლუისის კლასიკურ სისტემებს S4 და S5 და აგრეთვე გოდელის მოდალურ თეორიას.

MATHEMATICS

G. K. DARJANIA, N. M. PKHAKADZE

ON ONE UNIVERSAL MODAL THEORY

Summary

A modal theory M_L with propositional quantifiers is defined axiomatically. The theory has the following property of universality: for any system (possibly with propositional quantifiers) from a fairly broad class of modal systems there exists an exact imbedding in the M_L theory. In particular, this class contains the classical systems S4 and S5 as well as Gödel's modal system.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. K. Segerberg. On Essay in Classical Modal Logic. Uppsala, 1971.
2. G. Boolos. The Unprovability of Consistency. London, 1979.
3. Е. Расева, Р. Сикорский, Математика метаматематики, М., 1972.
4. Г. К. Дарджания. Вестн. Моск. Ун-та, сер. I, Математика, механика, № 3, 1979.

Г. Н. ХИМШИАШВИЛИ

О ТОПОЛОГИИ ПРОСТРАНСТВА ОБРАТИМЫХ СИНГУЛЯРНЫХ ИНТЕГРАЛЬНЫХ ОПЕРАТОРОВ

(Представлено академиком Г. С. Чогошвили 7.4.1982)

1. Пусть E — банахово пространство. Множество всех ограниченных линейных операторов в пространстве E , наделенное топологией операторной нормы, образует банахову алгебру $L(E)$, а множество $C(E)$ компактных линейных операторов является ее замкнутым двусторонним идеалом. Обозначим через G группу обратимых элементов факторалгебры $L(E)/C(E)$.

Для произвольной замкнутой подалгебры $A \subset L(E)$, (не) содержащей тождественный оператор I , через GA будем обозначать множество обратимых (после сложения с I) операторов из A . Поскольку множества вида GA принадлежат классу локально замкнутых подмножеств банаховых пространств, их топологию достаточно хорошо описывают гомотопические группы, для вычисления которых мы предлагаем следующий общий подход.

Для широкого класса алгебр A множество GA можно представить в виде тотального пространства локально тривиального расслоения со слоем $GC(E)$, топологическая структура которого известна для многих банаховых пространств. Если для операторов данного класса определено понятие символа, то база этого расслоения допускает удобное функциональное описание. Это позволяет получать топологическую информацию о GA из гомотопической точной последовательности расслоения. В важном частном случае, включающем классические сингулярные интегральные операторы с ядром Коши на замкнутых гладких контурах [1], построенное расслоение оказывается тривиальным, а гомотопические группы его базы удается вычислить через когомологии спектра оператора, порождающего алгебру коэффициентов.

Данная схема является весьма общей и допускает существенно различные реализации. Основные результаты справедливы для произвольного основного поля и многих конкретных алгебр операторов. Однако в данной работе мы ограничимся случаем комплексного банахова пространства и алгебры парных сингулярных операторов. При этом будут широко использоваться обозначения и результаты из книги [2], поскольку этого достаточно для целей приложения к сингулярным интегральным операторам.

Предположим, что группа $GL(E)$ связна (это верно для гильбертова пространства и пространств типа L^p), и обозначим через G_0 связанную компоненту единицы группы G .

Теорема 1 ([3]). Группа $GL(E)$ является тотальным пространством главного расслоения $p: GL(E) \rightarrow G_0$ со слоем $GC(E)$ и базой G_0 . Если $GL(E)$ стягиваема, то p является универсальным расслоением со структурой группой $GC(E)$ [4].

Этот результат позволяет использовать богатую топологическую информацию о группах $GC(E)$ и их классифицирующих пространствах [4], накопленную в теории расслоений. В частности, для комплексного сепарабельного гильбертова пространства H группа $GL(H)$ стягиваема, а группы $\pi_k(GL(H))$ полностью вычислены, что представляет собой нетривиальный и важный результат бесконечномерной топологии [3].

$$\pi_{2k}(GC(H)) = 0, \pi_{2k+1}(GC(H)) = \mathbb{Z}, k = 0, 1, 2, \dots \quad (1)$$

Имеет место аналогичный вещественный результат, только 2-периодичность групп $\pi_n(GC(H))$ заменяется на 8-периодичность [3].

Пусть R — некоторая замкнутая подалгебра алгебры $L(E)$, P — непрерывный проектор в E и $Q = I - P$. Предположим, что алгебра R удовлетворяет условиям а), б), в) из п. 2.2 книги [2]. Абстрактным парным сингулярным оператором с коэффициентами из R называется оператор вида

$$C = AP + BQ + T. \quad (2)$$

где $A, B \in R$, а T — произвольный оператор из $C(E)$. Множество всех операторов вида (2) образует алгебру $S(R)$ и мы можем рассмотреть соответствующее ей сужение расслоения p .

Предложение 1. Сужение расслоения p на $GS(R)$ тривиально, причем его базу можно описать как множество всех пар обратимых операторов из R .

Для описания $GS(R)$ остается вычислить $\pi_k(GR)$. Это можно сделать для широкого класса конечнопорожденных алгебр R в терминах когомологий совместного спектра образующих. Здесь мы ограничимся только тем классом алгебр, который необходим для рассмотрения одномерных сингулярных операторов.

Пусть U — обратимый оператор из $L(E)$, удовлетворяющий следующим трем условиям:

- 1) спектральные радиусы операторов U и U^{-1} равны единице;
- 2) для некоторого проектора P выполнены соотношения:

$$UP = PUP, UP \neq PU, PU^{-1} = PU^{-1}P;$$

- 3) $\dim \operatorname{coker}(U|_{\operatorname{im} P}) < \infty$.

Обозначим через $R(U)$ замыкание линейной оболочки множества полиномов от операторов U и U^{-1} . Можно проверить, что спектром U является единичная окружность S^1 и определен сохраняющий норму гомоморфизм символа $s: R(U) \rightarrow C(S^1)$ (см. [2]). Понятие символа можно ввести и для алгебры $S(U) = S(R(U))$, называя символом оператора (2), с $A, B \in R(U)$, пару $(s(A), s(B))$ непрерывных функций на единичной окружности.

Предложение 2 ([2]). Для того чтобы оператор вида $AP + BQ$, $A, B \in R(U)$ был вполне непрерывен, необходимо, а в случае, когда $R(U)$ — алгебра без радикала, и достаточно, чтобы его

символ был тождественным нулем. Для того чтобы оператор вида (2) был фредгольмовским, необходимо и достаточно, чтобы его символ был невырожден, т. е. чтобы ни одна из компонент символа не обращалась в нуль ни в одной точке единичной окружности.

Напомним, что индексом непрерывной функции $f: S^1 \rightarrow \mathbb{C} \setminus \{0\}$ называется целое число $\text{ind} f$, равное приращению аргумента f вдоль S^1 , деленному на 2π . Индексом символа оператора (2) называется разность индексов его компонент, и имеет место важное утверждение о совпадении индекса фредгольмовского оператора и индекса его символа [1, 2].

Потребуем теперь, чтобы E было гильбертовым пространством H , а U — унитарным оператором со свойствами 1) — 3). Легко проверить, что тогда алгебра $S(U)$ является замкнутой подалгеброй $L(H)$ [2].

Теорема 2. *Множество $GS(U)$ гомеоморфно произведению слоя $GC(H)$ на базу, состоящую из множества S_0 непрерывных символов индекса нуль.*

Совершенно аналогичный результат имеет место для операторов с другим спектром. В данном случае группы $\pi_k(S_0)$ удается вычислить, пользуясь тем замечательным обстоятельством, что $S^1 = K(\mathbb{Z}, 1)$.

Предложение 3.

$$\pi_1(S_0) = \mathbb{Z} \oplus \mathbb{Z}, \quad \pi_k(S_0) = \mathbb{Z}, \quad k \neq 1.$$

Следствие.

$$\pi_0(GS(U)) = \mathbb{Z}, \quad \pi_1(GS(U)) = \mathbb{Z} \oplus \mathbb{Z} \oplus \mathbb{Z};$$

$$\pi_{2k}(GS(U)) = \mathbb{Z}, \quad \pi_{2k+1}(GS(U)) = \mathbb{Z} \oplus \mathbb{Z}, \quad k \geq 1. \quad (3)$$

2. Применим эти результаты в случае одномерных сингулярных интегральных операторов в пространствах интегрируемых функций на единичной окружности.

Положим

$$E = L^2(S^1), \quad P = (I + S)/2, \quad Q = I - P, \quad \text{где } S: E \rightarrow E,$$

$$(Sg)(t) = \frac{1}{\pi i} \int_{S^1} \frac{g(u)}{u-t} du, \quad t \in S^1,$$

и рассмотрим множество $S(L^2(S^1))$ всех классических сингулярных интегральных операторов с непрерывными коэффициентами [1].

Очевидно, что $S(L^2(S^1)) = S(U)$, где U есть оператор умножения на независимую переменную: $(Ug)(t) = tg(t)$. Поэтому из следствия предложения 3 немедленно получаем следующий результат.

Теорема 3. *Гомотопические группы множества $GS(L^2(S^1))$ всех обратимых операторов вида $aI + bS + T$, где a и b — непрерывные функции на S^1 , выражаются соотношениями (3).*

Отсюда следует наличие счетного множества компонент линейной связности пространства $GS(L^2(S^1))$. Все компоненты гомеоморфны, поэтому выбор отмеченной точки роли не играет. Группа π_1 имеет интересную интерпретацию в терминах бисингулярных операторов. Более общо, можно указать аналитические выражения для элементов высших групп, порожденных полисингулярными операторами. Теоре-



му 3 можно значительно обобщить, рассматривая произвольные гладкие несвязные контуры и другие пространства функций. Приведем лишь одно из таких обобщений.

Теорема 4. Пусть K — гладкий контур, диффеоморфный окрестности, и $1 < p < \infty$. Гомотопические группы множества обратимых операторов $GS(L^p(K))$ выражаются соотношениями (3).

Аналогичным образом вычисляются гомотопические группы множества обратимых матричных сингулярных операторов и обратимых операторов других классов, например, операторов Винера—Хопфа [2].

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

(Поступило 22.4.1982)

მათემატიკა

ბ. ხიმშიაშვილი

შებრუნებად სინგულარულ ინტეგრალურ ოპერატორთა სივრცის
ტოპოლოგიის შესახებ

რეზიუმე

ნაშრომში მოყვანილია შებრუნებად აბსტრაქტულ წყვილურ სინგულარულ ოპერატორთა სიმრავლის ტოპოლოგიური სტრუქტურის აღწერის ხერხი. გამოთვლილია შებრუნებად ოპერატორთა სიმბოლოების სიმრავლის ჰომოტოპიური ჯგუფები. ამის გამოყენებით გამოთვლილია ჩაკეტილ კონტურზე განმარტებული შებრუნებად წრფევ სინგულარულ ინტეგრალურ ოპერატორთა სივრცის ჰომოტოპიური ჯგუფები. მითითებულია მიღებული შედეგების შესაძლებელი განზოგადებანი და გამოყენებანი.

MATHEMATICS

G. N. KHIMSHIAHVILI

ON THE TOPOLOGY OF A SPACE OF INVERTIBLE SINGULAR INTEGRAL OPERATORS

Summary

It is shown that a space of invertible abstract binary singular operators is homeomorphic to the product of a Fredholm group and a set of non-degenerated symbols. For the coefficients generated by an identical and invertible unitary linear operator in a complex Hilbert space the homotopy groups of a set of symbols are determined. Using these general results, the homotopy groups of a set of invertible singular integral operators on a smooth closed contour in a plane are computed. Some possible generalisations and applications are indicated.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. И. Мусхелишвили. Сингулярные интегральные уравнения. М., 1968.
2. З. Пресдорф. Некоторые классы сингулярных уравнений. М., 1979.
3. Дж. Иллс. УМН, т. 26, № 6, 1971, 213—240.
4. Д. Хьюзмоллер. Расслоенные пространства. М., 1970.

А. Б. ХАРАЗИШВИЛИ

КВАЗИИНВАРИАНТНЫЕ МЕРЫ В ТОПОЛОГИЧЕСКИХ ГРУППАХ

(Представлено академиком Г. С. Чогошвили 14.4.1982)

Пусть E — основное базисное множество, G — фиксированная группа преобразований этого множества, μ — мера, определенная на некотором G -инвариантном σ -кольце S частей этого множества. Говорят, что мера μ является G -квазиинвариантной, если для всякого преобразования $g \in G$ мера μ_g , задаваемая с помощью равенства

$$\mu_g(X) = \mu(g(X)) \quad (X \in S),$$

эквивалентна мере μ (другими словами, каково бы ни было преобразование $g \in G$, класс множеств μ_g -меры нуль совпадает с классом множеств μ -меры нуль). Таким образом, свойство квазиинвариантности меры является более слабым, чем свойство ее инвариантности.

Необходимость рассмотрения квазиинвариантных мер вызвана многими обстоятельствами. Одно из них заключается в том, что в ряде важных случаев нельзя доказать существование инвариантной меры. Например, если E — бесконечномерное банахово пространство, а G — группа всех его параллельных переносов, то на борелевской σ -алгебре пространства E нельзя определить невырожденной σ -конечной G -квазиинвариантной меры. Если же E — бесконечномерное сепарабельное гильбертово пространство, а G — некоторое всюду плотное в E линейное многообразие, то может оказаться, что на борелевской σ -алгебре пространства E существует вероятностная G -квазиинвариантная мера (см. например, [1]). Аналогичные утверждения имеют место и в ряде других случаев. Например, для пространства R^N всевозможных последовательностей действительных чисел не существует невырожденной σ -конечной борелевской меры, квазиинвариантной относительно всех переносов, и в то же время для этого пространства существуют вероятностные борелевские меры, квазиинвариантные относительно некоторых всюду плотных в R^N подпространств (см. [2]).

Более общим образом, если G — произвольная польская не локально компактная топологическая группа, то на борелевском классе G нельзя задать вероятностной меры, квазиинвариантной относительно подгруппы, имеющей вторую категорию в G . В то же время, если G — любая сепарабельная топологическая группа, то для нее легко можно построить вероятностную борелевскую меру, квазиинвариантную относительно некоторой всюду плотной подгруппы. Последнее обстоятельство для метризуемых групп не является случайным. Точнее говоря, имеет место

Предложение 1. Пусть G — метризуемая топологическая группа, топологический вес которой есть не измеримое (в широком смысле) кардинальное число. Если на борелевском классе группы G можно определить вероятностную меру, квазиинвариантную относительно всюду плотной подгруппы, то группа G является сепарабельной.

В процессе доказательства сформулированного предложения используется следующая, хорошо известная

Лемма 1. Пусть (E, ρ) — метрическое пространство, топологический вес которого не измерим в широком смысле. Тогда для всякой σ -конечной меры μ , определенной на борелевской σ -алгебре пространства E , найдется замкнутое сепарабельное подпространство $E_\mu \subset E$, такое, что $\mu(E \setminus E_\mu) = 0$.

Замечание 1. Для неметризуемых топологических групп аналог предложения 1 не имеет места. В самом деле, пусть c обозначает мощность континуума. Рассмотрим какую-нибудь компактную топологическую группу Γ с мощностью, строго большей 2^c . Тогда легко показать, что группа Γ является несепарабельной. В то же время на борелевском классе этой группы можно определить вероятностную меру Хаара, инвариантную (а следовательно, и квазинвариантную) относительно всех переносов Γ . Кроме того, можно предположить, что топологический вес группы Γ не измерим в широком смысле (такое предположение, во всяком случае, не противоречит современной аксиоматике теории множеств). Мы видим, таким образом, что утверждение предложения 1 для рассматриваемой группы Γ будет неверным.

Неизвестно, можно ли в формулировке предложения 1 освободиться от ограничения на топологический вес группы G . В некоторых частных случаях это удастся сделать, как показывает следующее

Предложение 2. Пусть E — линейное нормированное пространство и пусть G — всюду плотная группа параллельных переносов этого пространства. Если на борелевском классе пространства E можно определить вероятностную G -квазинвариантную меру, то пространство E является сепарабельным.

Доказательство этого предложения основывается на следующей лемме.

Лемма 2. Если E — несепарабельное линейное нормированное пространство и G — всюду плотная группа его параллельных переносов, то всякий шар в E представляет собой G -абсолютно пренебрежимое множество.

По поводу понятия абсолютной пренебрежимости см., например, [3].

Предложение 3. Пусть $(E_i)_{i \in I}$ — семейство основных базисных множеств и пусть для каждого индекса $i \in I$ множество E_i наделено некоторой группой преобразований G_i и вероятностной G_i -квазинвариантной мерой μ_i . Тогда мера $\mu = \prod_{i \in I} \mu_i$ является квазинвариантной относительно прямой суммы семейства групп $(G_i)_{i \in I}$.

Это предложение доказывается с помощью теоремы Фубини.

Пример. Пусть для любого натурального числа n на действительной прямой R задана строго положительная измеримая по Лебегу функция f_n , удовлетворяющая соотношению

$$\int_{-\infty}^{+\infty} f_n(t) dt = 1.$$

Определим на борелевском классе прямой вероятностную меру μ_n посредством равенства

$$\mu_n([a, b]) = \int_a^b f_n(t) dt.$$

Ясно, что мера μ_n квазиинвариантна относительно группы всех параллельных переносов прямой. Поэтому, в силу предложения 3, мера μ , являющаяся произведением семейства мер $(\mu_n)_{n \in N}$ является квазиинвариантной относительно группы всех финитных последовательностей. Эта группа — максимальная среди тех, которые обладают указанным свойством.

Предложение 4. Пусть G — топологическая группа, μ — вероятностная мера, определенная на борелевском классе группы G и квазиинвариантная относительно некоторой всюду плотной подгруппы этой группы. Пусть далее, φ — непрерывный эпиморфизм группы G на некоторую топологическую группу G' . Тогда на борелевском классе группы G' также можно определить вероятностную меру, квазиинвариантную относительно всюду плотной подгруппы группы G' .

Замечание 2. Обозначим через K класс всех тех топологических групп G , которые обладают следующим свойством: на борелевской σ -алгебре группы G можно определить вероятностную меру, квазиинвариантную относительно всюду плотной подгруппы этой группы. Класс K содержит в себе класс всех локально компактных топологических групп, счетных в бесконечности, класс всех компактных топологических групп, класс всех сепарабельных топологических групп и т. д. Кроме того, из предложения 4 вытекает, что класс K замкнут относительно перехода к гомоморфным образам. Было бы интересно охарактеризовать группы из класса K в чисто топологических и теоретико-групповых терминах.

Замечание 3. В формулировках предложений 1, 2, 4, вместо мер, квазиинвариантных относительно всюду плотных подгрупп, можно рассматривать меры, квазиинвариантные относительно всюду плотных подмножеств.

Госкомитет ГССР
 по науке и технике
 Институт управления
 народным хозяйством

(Поступило 22.4.1982)

მათემატიკა

ა. ხარაზიშვილი

კვაზინვარიანტული ზომები ტოპოლოგიურ ჯგუფებში

რეზიუმე

ნაშრომში გამოკვლეულია ალბათური ზომები, რომლებიც განსაზღვრულია ტოპოლოგიური ჯგუფების ბორელის კლასებზე და კვაზინვარიანტულია ამ ჯგუფების ყველგან მკვრივი ქვეჯგუფების მიმართ.

A. B. KHARAZISHVILI

QUASIIINVARIANT MEASURES IN THE TOPOLOGICAL GROUPS

Summary

The probability measures, defined on the Borel classes of topological groups and quasiinvariant relative to the everywhere dense subgroups of these groups, are considered in the paper.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. В. Скороход. Интегрирование в гильбертовом пространстве. М., 1975.
2. Г. Е. Шилов, Фан Дык Тинь. Интеграл, мера и производная на линейных пространствах. М., 1967.
3. А. Б. Харазшвили. Сообщения АН ГССР, 101, № 3, 1981.

Л. Г. ЗАМБАХИДЗЕ

О РАЗМЕРНОСТЯХ, ОСНОВАННЫХ НА ДИЗЪЮНКТНЫХ СИСТЕМАХ ОТКРЫТЫХ ПОДМНОЖЕСТВ ТОПОЛОГИЧЕСКИХ ПРОСТРАНСТВ

(Представлено академиком Г. С. Чогошвили 25.6.1982)

В этой статье устанавливаются некоторые свойства размерностно-подобных функций $\text{Dind}X$ и $\text{Ind}_T X$, первая из которых введена А. В. Архангельским и достаточно подробно изучена в работах [1—5], а вторая введена и изучена И. К. Лифановым [5]. Результаты, полученные нами, применяются для решения двух вопросов, первый из которых поставлен в [6], а второй в [5] (см. ниже).

Все пространства, встречающиеся в этой статье, предполагаются удовлетворяющими, по крайней мере, T_1 -аксиоме отделимости. Через $\text{Ind}X$, как обычно, обозначается индуктивно-большая размерность пространства X (определение см., например, в [6] или [7]). Будем говорить, что в пространстве X для размерности Ind выполнена конечная (\aleph_0 -локально конечная) теорема суммы, если для каждой конечной (счетной и локально конечной в X) системы $\{A_i\}_{i=1}^k$ (системы $\{A_i\}_{i=1}^\infty$) замкнутых в X множеств A_1, \dots, A_k (A_1, A_2, \dots) имеет место равенство $\text{Ind} X = \max \{\text{Ind} A_i, i = 1, \dots, k\}$ ($\text{Ind} X = \sup \{\text{Ind} A_i, i = 1, 2, \dots\}$).

Приведем определения размерностно-подобных функций $\text{Dind}X$ и $\text{Ind}_T X$.

Определение 1. (А. В. Архангельский, см., например, [1]). Для пустого множества \emptyset и только для него полагаем, что $\text{Dind}\emptyset = -1$. Предполагая известным смысл неравенства $\text{Dind} X \leq n - 1$, говорим, что $\text{Dind} X \leq n$, если в любое конечное открытое покрытие ω пространства X можно вписать систему $\eta = \{B_1, \dots, B_m\}$ из открытых попарно непересекающихся множеств такую, что

$$\text{Dind} (X \setminus \bigcup_{i=1}^m B_i) \leq n - 1.$$

Определение 2. (И. К. Лифанов [5]). Для пустого множества \emptyset и только для него полагаем, что $\text{Ind}_T \emptyset = -1$. Пусть уже определены пространства X , имеющие $\text{Ind}_T X \leq n - 1$. Тогда пространство X имеет $\text{Ind}_T X \leq n$, если в любое открытое и локально конечное покрытие ω пространства X можно вписать такую дизъюнктную систему $\eta = \{V_\alpha\}$ открытых множеств, что $\text{Ind}_T (X \setminus \bigcup_{\alpha} V_\alpha) \leq n - 1$.

Для размерности $\text{Dind}X$ имеют место следующие теоремы.

Теорема 1. Пусть X — пространство такое, что $X = \bigcup_{i=1}^{n+1} A_i$, где

для каждого $i = 1, 2, \dots, n+1$ подпространство A_i всюду плотно в X и $\text{Dind } A_i \leq 0$. Тогда $\text{Dind } X \leq n$.

Теорема 2. Пусть X — нормальное пространство такое, что $\text{Dind } X \leq 1$. Тогда для каждого подмножества $F \subseteq X$ типа F_σ в X имеет место неравенство $\text{Dind } F \leq 1$.

Теорема 3. Пусть X — нормальное пространство такое, что для каждого функционально-открытого (см. [7]) в X множества H имеет место неравенство $\text{Dind } H \leq 2$. Тогда для каждого подмножества $F \subseteq X$ типа F_σ в X имеет место неравенство $\text{Dind } F \leq 2$.

Замечание 1. В [6] на стр. 172 Энгелькинг поставил вопрос о разложении в сумму $(n+1)$ -го нульмерных (в смысле Ind) слагаемых каждого нормального пространства X , имеющего $\text{Ind } X \leq n$. Ниже (см. теорему 4) будет дан отрицательный ответ на этот вопрос.

С этой целью предварительно сделаем необходимые построения.

Пусть Z обозначает бикомпакт, построенный В. П. Золотаревым (см. [8], стр. 244), который обладает следующими свойствами: 1) $\text{Ind } Z = 2$; 2) существует множество Y типа F_σ в Z такое, что $\text{Ind } Y = 3$.

Обозначим через Z^* топологическую сумму обычного квадрата I^2 (с топологией, индуцированной из евклидовой плоскости) и пространства Z . Легко видеть, что Z^* является бикомпактом, таким, что $\dim Z^* = \text{Ind } Z^* = 2$. Пусть $G(Z^*)$ однородное пространство В. К. Беллнова [9] (см. также [10]) пространства Z^* . Из результатов работы [9] следует, что $G(Z^*)$ является однородным, хаусдорфовым и паракомпактным пространством. Кроме того, $\dim G(Z^*) = \text{Ind } G(Z^*) = 2$.

Из теоремы 1, 2, 3 и указанных свойств пространства $G(Z^*)$ следует, что имеет место следующая

Теорема 4. Хаусдорфовое паракомпактное (и, следовательно, нормальное) пространство $G(Z^*)$ имеет $\text{Ind } G(Z^*) = 2$, но $G(Z^*)$ невозможно представить как сумму трех подмножеств, каждый из которых нульмерен (в смысле Ind).

Имеют место следующие теоремы, в которых устанавливаются соотношения между размерностными функциями $\text{Ind } X$, $\text{Dind } X$ и $\text{Ind}_T X$.

Теорема 5. Пусть X — нормальное пространство и $A \subseteq X$ замкнуто в X . Тогда $\text{Ind}_T A \leq \text{Ind}_T X$.

Теорема 6. Пусть X — нормальное пространство. Тогда

$$\text{Ind}_T X \geq \text{Dind } X \geq \text{Ind } X.$$

Теорема 7. Пусть X — нормальное пространство, в котором для размерности Ind выполнена \aleph_0 -локально-конечная теорема суммы. Тогда $\text{Ind}_T X = \text{Dind } X = \text{Ind } X$.

Замечание 2. Теорема 5 дает отрицательное решение гипотезы И. К. Лифанова о том, что размерностная функция $\text{Ind}_T X$ не монотонна по замкнутым подмножествам в классе непаракомпактных пространств (см. [5], стр. 1289, замечание 2).

Замечание 3. Соотношение, установленное в теореме 6, ранее было получено в [5] в предположении паракомпактности пространств.

ства X . Таким образом, теоремы 6 обобщает упомянутый результат из [5].

Замечание 4. Равенство, установленное в теореме 7, ранее было получено в [5] для наследственно нормальных и паракомпактных пространств, принадлежащих классу Π (определение класса Π см. в [5]). Из одной теоремы К. Даукера из [11] следует, что в каждом наследственно нормальном пространстве, принадлежащем классу Π , для размерности Ind выполнена \aleph_0 -локально-конечная теорема суммы. С другой стороны, легко построить пример нормального, непаракомпактного пространства X , в котором для размерности Ind выполнена \aleph_0 -локально-конечная теорема суммы, но не являющегося наследственно нормальным и не принадлежащего классу Π . Следовательно, теорема 7 обобщает упомянутый в этом замечании результат из [5].

Имеют место также следующие теоремы:

Теорема 8. Пусть X — нормальное пространство. Тогда эквивалентны следующие равенства: $\text{Ind } X = \delta$, $\text{Dind } X = \delta$ и $\text{Ind}_7 X = \delta$, где $\delta = -1, 0, 1$.

Теорема 9. Пусть X — хаусдорфовое локально бикompактное и паракомпактное пространство. В пространстве X для размерности Ind выполнена \aleph_0 -локально-конечная теорема суммы тогда и только тогда, когда в X для размерности Ind выполнена конечная теорема суммы.

Теорема 10. Пусть X — хаусдорфовое локально бикompактное и паракомпактное пространство, в котором для размерности Ind выполнена конечная теорема суммы. Тогда имеет место равенство $\text{Ind } X = \text{Dind } X = \text{Ind}_7 X$.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 25.6.1982)

მათემატიკა

ლ. ზამბახიძე

ტოპოლოგიური სივრცეების დია სიმრავლეთა დიმიუნიტიუბი
სისტემებზე დაფუძნებულ განზომილებათა შესახებ

რ ე ზ ი უ მ ე

დადგენილია ახალი თვისებები განზომილების ტიპის ფუნქციებისა $\text{Dind } X$ და $\text{Ind}_7 X$, რომლებიც შემოტანილია შესაბამისად ა. არხანგელსკისა და ი. ლიფანოვის მიერ.

მიღებული შედეგების საფუძველზე ამოხსნილია ენგელკინგისა (იხ. [6], გვ. 172) და ი. ლიფანოვის მიერ (იხ. [5], გვ. 1289, შენიშვნა 2) დასმული ამოცანები.

L. G. ZAMBAKHIDZE

 ON DIMENSIONS, DEFINED ON THE OPEN DISJUNCTION
 SUBSETS OF TOPOLOGICAL SPACES

Summary

Some new properties of the dimensional-line functions $\text{Dind } X$ and $\text{Ind}_r X$ are established.

On the basis of the received results, some problems raised by R. Engelking (see [6], p. 172) and I. K. Lifanov (see [5], p. 1289), are solved.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. Е. Егоров, Ю. К. Подставкин. ДАН СССР, 178, № 3, 1968.
2. W. Kulpa. Colloq. Math., 24, № 2, 1972.
3. П. Г. Парфенов. ДАН СССР, 219, № 1, 1974.
4. А. Г. Немец, Б. А. Пасынков. ДАН СССР, 233, № 5, 1977.
5. И. К. Лифанов. ДАН СССР, 184, № 6, 1969.
6. R. Engelking. Dimension Theory, Warszawa, 1978.
7. П. С. Александров, Б. О. Пасынков. Введение в теорию размерности. М., 1973.
8. Б. А. Пасынков, В. В. Федорчук, В. В. Филиппов. Теория размерности. Итоги науки и техники. Сер. Алгебра, Топология, Геометрия, т. 17. 1973.
9. В. К. Бельнов. ДАН СССР, 211, № 5, 1973.
10. А. С. Мищенко. ДАН СССР, 159, № 4, 1964.
11. С. Н. Dowker, Quart. J. Math., Oxford, 4, 267, 1953.

В. Н. РУБАНОВСКИЙ, Г. Т. НОЗАДЗЕ

О СТАЦИОНАРНЫХ ДВИЖЕНИЯХ ПОДВЕШЕННОГО НА СТРУНЕ ТВЕРДОГО ТЕЛА С ЖИДКИМ НАПОЛНЕНИЕМ

(Представлено академиком Н. П. Векуа 22.6.1982)

1. Рассмотрим тяжелое твердое тело массы m , подвешенное в точке O на струне длины l , второй конец которой закреплен в неподвижной точке O_1 . Струна рассматривается как двусторонняя геометрическая связь.

Пусть тело имеет односвязную полость, частично наполненную несжимаемой однородной жидкостью массы m' . Силами поверхностного натяжения на свободной поверхности жидкости пренебрегаем.

Ведем неподвижную систему координат $O_1 \xi \eta \zeta$ с осью ζ , направленной вертикально вниз, и подвижную систему координат $Ox_1x_2x_3$ с осями, направленными по главным осям инерции твердого тела для точки O .

Измененная потенциальная энергия системы имеет вид

$$W = k_0^2/2J + \Pi, \quad \Pi = -mg\gamma \cdot (l + e) - g\rho \int_{\tau} \gamma \cdot (l + r) d\tau,$$

$$J = m[l^2 - (\gamma \cdot l)^2 + 2(l \cdot e) - 2(\gamma \cdot l)(\gamma \cdot e)] + \Sigma J_i \gamma_i^2 + \\ + \rho \int_{\tau} [l^2 - (\gamma \cdot l)^2 + 2(l \cdot r) - 2(\gamma \cdot l)(\gamma \cdot r) + \Sigma \gamma_i^2 (x_i^2 + x_3^2) - 2\Sigma \gamma_1 \gamma_2 x_1 x_2] d\tau,$$

где k_0 — значение постоянной площадей для равномерного вращения системы как одного твердого тела вокруг оси $O_1 \zeta$; J — момент инерции системы относительно оси $O_1 \zeta$; Π — потенциальная энергия системы; $J_i (i=1, 2, 3)$ — главные моменты инерции твердого тела для точки O ; γ — орт нисходящей вертикали с проекциями $\gamma_i (i=1, 2, 3)$ на оси x_i ; $l = O_1 O$ — вектор с проекциями $l_i (i=1, 2, 3)$ на те же оси; $r = (x_1, x_2, x_3)$ — радиус-вектор частицы жидкости; e — радиус-вектор центра масс твердого тела с проекциями $e_i (i=1, 2, 3)$ на оси x_i ; g — ускорение силы тяжести; ρ — плотность жидкости; τ — область, занимаемая жидкостью.

Переменные $\gamma_i, l_i (i=1, 2, 3)$ удовлетворяют равенствам

$$U_1 = \gamma^2 = 1, \quad U_2 = l^2. \tag{1.1}$$

2. Значения переменных $\gamma_i, l_i (i=1, 2, 3)$, для которых $\delta W = 0$ при условиях (1.1), соответствуют стационарным движениям системы [1], при этом свободная поверхность жидкости представляет собой параболоид

$$g\zeta + \frac{1}{2} \omega^2 (\xi^2 + \eta^2) = c_0 = \text{const}, \quad \omega = k_0/J_0, \tag{2.1}$$



где значение постоянной c_0 определяется количеством жидкости в полости, а J_0 — значение J для установившегося движения.

Предположим, что в стационарном движении центр масс твердого тела находится на оси $x_3(e_1 = e_2 = 0, e_3 = e)$ и плоскости $(x_1, x_3), (x_2, x_3)$ являются плоскостями симметрии полости.

Тогда уравнения стационарных движений имеют решение

$$\gamma_1 = \gamma_2 = l_1 = l_2 = 0, \quad \gamma_3 = 1, \quad l_3 = l. \quad (2.2)$$

Решение (2.2) описывает равномерное вращение с угловой скоростью ω системы, как твердого тела вокруг оси $O_1\xi$, когда струна и ось x_3 направлены вертикально вниз.

3. Достаточные условия устойчивости (определение устойчивости дано в [1]) движения (2.2) получим как условия положительной определенности приращения ΔW для перехода от невозмущенного движения к возмущенному на линейном многообразии, определенном соотношениями (1.1). Эти условия имеют вид

$$\begin{aligned} M(g/l - \omega^2) - a_{11} > 0, \quad M(g/l - \omega^2) - b_{11} > 0, \\ [M(g/l - \omega^2) - a_{11}] \{Mg(l + l_*) - a_{22} + \omega^2 [J_3 + A_3 - J_1 - A_1 - \\ - M(l + l_*)^2 + Ml_*^2]\} - \{M[\omega^2(l + l_*) - g] - a_{12}\}^2 > 0, \\ [M(g/l - \omega^2) - b_{11}] \{Mg(l + l_*) - b_{22} + \omega^2 [J_3 + A_3 - J_2 - A_2 - \\ - M(l + l_*)^2 + Ml_*^2]\} - \{M[\omega^2(l + l_*) - g] - b_{12}\}^2 > 0, \end{aligned} \quad (3.1)$$

$$l_* = \left(me + \rho \int_{\tau_0} x_3 d\tau \right) / M, \quad A_3 = \rho \int_{\tau_0} (x_1^2 + x_2^2) d\tau \quad (1 \ 2 \ 3),$$

$$M = m + m', \quad a_{11} = \frac{\rho\omega^4}{g} \int_Q x_1^2 dx_1 dx_2,$$

$$a_{22} = \rho g \int_Q x_1^2 \left\{ 1 - \frac{\omega^2}{g^2} \left[c_0 - \frac{\omega^2}{2} (x_1^2 + x_2^2) \right] \right\} dx_1 dx_2,$$

$$a_{12} = \rho\omega^2 \int_Q x_1^2 \left\{ 1 - \frac{\omega^2}{g^2} \left[c_0 - \frac{\omega^2}{2} (x_1^2 + x_2^2) \right] \right\} dx_1 dx_2,$$

где τ_0 — область, занимаемая жидкостью в установившемся движении; Q — область плоскости (x_1, x_2) , ограниченная проекцией на эту плоскость замкнутой кривой, представляющей собой геометрическое место точек пересечения поверхности (2.1) со стенками полости; выражения для b_{11}, b_{12}, b_{22} получаются из формул для a_{11}, a_{12}, a_{22} при замене в последних x_1, x_2 соответственно на x_2, x_1 .

В случае полного заполнения $a_{ij} = b_{ij} = 0$ ($i, j = 1, 2; i \leq j$) и условия (3.1) приводятся к условию $\varepsilon > \varepsilon_0$, $\varepsilon_0 = \frac{1}{2\gamma} [\nu - \sigma + \sqrt{(\nu + \sigma)^2 + 4\gamma^3}]$, $\varepsilon = g/l\omega^2$, $\nu = l_*/l$,

$$\sigma = (J_3 + A_3 - J_2 - A_2) / Ml^2 (A_2 + J_2 \geq A_1 + J_1).$$

Отметим, что для эллипсоидальной и цилиндрической полостей устойчивость на интервале $(\varepsilon_0, +\infty)$ была установлена в [2, 3]. При

этом под устойчивостью понималась ограниченность всех нормальных колебаний линеаризованной системы. В случае отсутствия жидкости устойчивость на этом же интервале для симметричного твердого тела была показана в [4].

Таким образом, оказывается, что движение устойчиво при достаточно малых значениях угловой скорости вращения и чем меньше ω , тем более вытянутым по оси x_3 может быть эллипсоид инерции системы для точки O .

В случае $l=0$ получаем известное условие устойчивости вращения вокруг вертикали твердого тела с одной неподвижной точкой и полостью, целиком заполненной жидкостью [1].

В случае частичного заполнения жидкость оказывает дестабилизирующее влияние на устойчивость вращения системы. Если область Q представляет собой кольцо, то при $J_2 + A_2 \geq J_1 + A_1$ имеет два условия устойчивости, а при $l=0$ получаем известные условия [1].

Академия наук СССР
Вычислительный центр

(Поступило 25.6.1982)

შეჯამება

ვ. რუბანოვსკი, გ. ნოზაძე

სიმზე ჩამოკიდებული და სითხით ავსებული მყარი სხეულის
სტაციონარული მოძრაობის შესახებ

რეზიუმე

განხილულია სიმზე ჩამოკიდებული მყარი სხეულის მოძრაობა იმ შემთხვევაში, როდესაც სიღრუე სხეულში ნაწილობრივ შევსებულია სითხით. მიღებულია და გამოკვლეულია ვერტიკალის გარშემო სხეულის თანაბარი ბრუნვის მდგრადობის საკმარისი პირობები.

MECHANICS

V. N. RUBANOVSKY, G. T. NOZADZE

ON THE STEADY MOTION OF A STRING-SUSPENDED RIGID BODY WITH LIQUID-FILLED CAVITY

Summary

The motion of a string-suspended rigid body having a cavity partially filled with liquid is considered. The sufficient conditions of stability of the vertical rotation of the body are obtained and analysed.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. Н. Моисеев, В. В. Румянцев. Динамика тела с полостями, содержащими жидкость. М., 1965.
2. А. Ю. Ишлинский, Н. Е. Темченко. ПММ, т. 30, вып. 1, 1966.
3. М. Л. Горбачук, Г. П. Слепцова, М. Е. Темченко. УМЖ, т. 20, № 5, 1968.
4. Е. П. Морозова. ПММ, т. 20, вып. 5, 1956.



И. А. ЗОНЕНАШВИЛИ, М. Л. КАЦ

РАВНОПРОЧНОЕ ПОДКРЕПЛЕНИЕ ПЛАСТИН С ОТВЕРСТИЯМИ

(Представлено академиком Н. П. Векуа 24.3.1982)

В большинстве исследований по оптимальному проектированию упругих пластин с отверстиями, подкрепленными ребрами жесткости, потеря упругих свойств в подкрепляющем стержне не принимается во внимание. Иногда предполагается [1], что напряжение в пластинке всегда больше, чем в подкрепляющем стержне, что, как известно, выполняется не всегда.

Рассмотрим задачу о проектировании такой конструкции, в которой при критических нагрузках одновременно теряют упругие свойства пластинка и подкрепляющий элемент. Назовем такую конструкцию равнопрочной. Для нашей задачи в качестве целевой функции логично принять соотношение

$$\Phi = \left| \frac{\sigma_m}{[\sigma]} - \frac{\sigma_{\theta m}}{[\sigma_{\theta}]} \right|, \quad (1)$$

в котором σ_m , $\sigma_{\theta m}$ определяются на контуре отверстия γ выражениями

$$\sigma_m = \max_{\gamma} \{\sigma_p\}, \quad \sigma_{\theta m} = \max_{\gamma} \{\sigma_{\theta}\},$$

где σ_p — расчетные напряжения, вычисляемые по какому-либо критерию прочности; σ_{θ} — нормальные напряжения в ребре жесткости, σ_p и σ_{θ} зависят, очевидно, от формы отверстия, приложенной к пластинке нагрузки и от переменных вдоль γ приведенных жесткостей подкрепляющего стержня на растяжение (δ_1) и изгиб (δ_2); $[\sigma]$ и $[\sigma_{\theta}]$ — соответственно допускаемые напряжения в пластинке и подкрепляющем стержне.

Для решения задачи используем разработанную в [2] математическую модель, которая описывает напряженно-деформированное состояние рассматриваемой задачи и позволяет определять напряжения σ_p и σ_{θ} . Исследуем задачу на примере оптимально равнопрочного подкрепления бесконечной пластинки толщиной h с круговым отверстием радиуса R , подкрепленным ребром, жесткость которого переменна вдоль γ . Считаем, что ребро жесткости представляет собой стержень с прямоугольным поперечным сечением, отношение высоты которого H к его ширине b постоянно вдоль периметра отверстия γ . В этом случае, как известно,

$$\delta_1 = \frac{E_1 b H}{E_0 h R} (1 - \nu_0^2), \quad \delta_2 = \varepsilon \cdot \delta_1 \quad (\varepsilon \ll 1). \quad (2)$$

Здесь E_1 — модуль упругости ребра, а E_0 , ν_0 — модуль упругости и коэффициент Пуассона пластинки.

(Ввиду того, что влияние приведенной жесткости δ_2 на напряжения мало, введенное здесь ограничение $b/H = \text{const}$ несущественно.)

Приведенную жесткость ребра на растяжение δ_1 приближенно представим на ν в виде

$$\delta_1(\theta) = \sum_{k=1}^n \alpha_k \cos(2k-2)\theta, \quad (3)$$

где θ — полярный угол.

Вследствие ограниченности геометрических параметров H и b ребра жесткости, на приведенную жесткость δ_1 также необходимо наложить ограничения

$$\delta_1^{\min} \leq \delta_1(\theta) \leq \delta_1^{\max}. \quad (4)$$

Кроме того, будем предполагать, что объем ребра задан заранее и равен V , т. е. (см. [2])

$$\int_0^{2\pi} bHRd\theta = \frac{E_0 h R^2}{E_1(1-\nu_0^2)} \int_0^{2\pi} \delta_1(\theta) d\theta = V. \quad (5)$$

Таким образом, задача математического программирования состоит в нахождении таких параметров α_k , для которых целевая функция (1) приобретает минимальное значение при ограничениях (3) и (5).

Учитывая равенства (3) и (5), получаем

$$\alpha_1 = VE_1(1-\nu_0^2)/2\pi E_0 h R^2,$$

то есть число варьируемых параметров в (3) равно $n-1$.

Пусть пластинка подвержена на бесконечности одноосному растяжению. Предположим для конкретности, что

$$b(\theta)/H(\theta) = 0,5; V = 0,4 \pi h R^2; \nu_0 = 0,25; h/R = 0,1; H_{\min} = 0;$$

$$H_{\max} = 4h; E_0/E_1 = 0,5, [\sigma_0]/[\sigma] = 2.$$

Для определения оптимизирующих параметров α_k ($k = 2, \dots, n$) используется некоторая модификация случайного поиска [3], учитывающая особенности рассматриваемой задачи. При численных расчетах принималось последовательно $n=5$ и $n=10$. При этом получались результаты, не отличающиеся существенно между собой. По разработанной методике создана программа на языке ФОРТРАН и вычислены распределения оптимальных $(\sigma^{\text{opt}}, \sigma_0^{\text{opt}})$ и начальных напряжений в пластинке (σ^0) и в ребре жесткости (σ_0^0) , причем расчетные напряжения σ_p в пластинке подсчитывались по трем критериям прочности [4]: а) наибольших нормальных напряжений, б) энергии формоизменения, в) наибольших касательных напряжений.

В таблице приведены значения безразмерных величин (помечены звездочкой) — отношения соответствующих напряжений к напряжению на бесконечности.

$\sigma_{\theta m}^*$	σ_m^*	$\sigma_{\theta m}^{*opt}$	σ_m^{*opt}
1,843	1,722	1,683	1,681
1,843	1,524	1,639	1,643
1,843	1,431	1,607	1,602

Во всех приведенных случаях при подкреплении отверстия равнообменным ребром жесткости постоянного поперечного сечения нормальные напряжения $\sigma_{\theta m}$ в ребре больше, чем напряжения σ_m в пластинке, т. е. исходная конструкция не является равнопрочной. В оптимальной же конструкции превышение критических напряжений произойдет практически одновременно и в пластинке, и в подкрепляющем стержне.

Тбилисский государственный университет

Ворошиловградский
 машиностроительный институт

(Поступило 25.3.1982)

დრეკადლოვის თეორია

ა. ზონენაშვილი, მ. კაცი

ფირფიტის თანაბარმტკიცე გამაგრება

რეზიუმე

შესწავლილია ხვრელის მქონე ფირფიტის ისეთი ოპტიმალური გამაგრება, რომელიც ფირფიტასა და გამაგრებულ წიბოს თანაბარმტკიცეს ხდის, რაც ნიშნავს იმას, რომ კრიტიკული ძაბვები ფირფიტაში და წიბოში წარმოიშობა ერთდროულად. მოცემულია რიცხვითი გამოთვლების შედეგები.

THEORY OF ELASTICITY

I. A. ZONENASHVILI, M. L. KATS

EQUIPOTENT REINFORCEMENT OF PLATES WITH HOLES

Summary

The authors have studied the feasibility of an optimum design of plates with a reinforced hole, in which critical stresses originate simultaneously in the plate and in the stiffening rib. The results of a numerical study are presented.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Е. И. Михайловский, М. П. Чаунин. Проблемы прочности, № 1, 1978.
2. И. А. Зоненашвили, М. Л. Кац. Труды XII Всес. конф. по теории оболочек и пластин, Ереван 1980.
3. Л. А. Растрингин. Статистические методы поиска. М., 1968.
4. И. И. Гольденблат, В. А. Копнов. Критерии прочности и пластичности конструкционных материалов. М., 1968.

Н. П. ФЛЕЙШМАН, И. А. ЗОНЕНАШВИЛИ

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ПОГРУЖЕНИЯ К РАСЧЕТУ ПЛАСТИН
 С РЕБРАМИ ПЕРЕМЕННОЙ ЖЕСТКОСТИ

(Представлено академиком Н. П. Векуа 22.4.1982)

Одним из способов оптимизации полей напряжений или прогибов тонких пластин является подкрепление их края многопараметрическими ребрами переменного сечения. Расчету таких пластин посвящены многочисленные работы (см., например, [1—11]). Для более эффективного использования ЭВМ целесообразно свести соответствующие краевые задачи к задачам Коши. С этой целью здесь используется идея метода инвариантного погружения [12].

1. Рассмотрим анизотропную пластинку постоянной толщины на сплошном упругом основании, нагруженную произвольной нормальной нагрузкой $q(x, y)$. Край Γ пластинки оперт и подкреплен тонким изотропным ребром переменного сечения. Жесткости ребра на изгиб и кручение представим соответственно в виде

$$A(s) = \lambda A_*(s), \quad C(s) = \lambda C_*(s),$$

где безразмерный неотрицательный параметр $\lambda = \text{const}$ вынесен ради удобства. Математической моделью задачи расчета такой пластинки служит линейное дифференциальное уравнение изгиба

$$L[W_*(x, y)] = q(x, y), \quad (1)$$

где $W_*(x, y)$ — искомый прогиб; $L[]$ — известный дифференциальный оператор с частными производными четвертого порядка (см. [13], стр. 154).

На контуре Γ должны выполняться краевые условия срая пластинки с ребром ([14], стр. 109):

$$W_* = 0, \quad L_1[W_*] - \lambda L_2[W_*] = f_*(s), \quad (2)$$

где $L_1[W_*] \equiv M_n(s)$ — нормальный изгибальный момент, выраженный через прогиб W_* ([13], стр. 146, 143); s — дуга на Γ ; $f_*(s)$ — заданное распределение внешних изгибающих моментов на Γ ;

$$L_2[W_*] = \left[\frac{A_*}{\rho^2} - \frac{\partial}{\partial s} \left(C_* \frac{\partial}{\partial s} \right) \right] \left(\frac{\partial W_*}{\partial n} \right); \quad (3)$$

n — нормаль к Γ ; $\rho = \rho(s)$ — радиус кривизны.

Для изотропной пластинки, в частности, на опорном контуре имеем

$$L_1[W_*] = -D \left[\Delta W_* + (1 - \nu) \frac{1}{\rho} \frac{\partial W}{\partial n} \right],$$

где D — цилиндрическая жесткость пластинки.

Решение задачи (1) — (2) представим в виде

$$W_*(x, y) = W_0(x, y) + W_1(x, y), \quad (4)$$

где $W_0(x, y)$ — известное частное решение уравнения (1), удовлетворяющее условию опирания, т. е. $W_0 = 0$ на Γ , а функция $W_1(x, y) \equiv W_1(x, y, \lambda)$ является решением краевой задачи

$$L[W_1(x, y)] = 0, \quad (5)$$

$$W_1 = 0, \quad L_1[W_1] - \lambda L_2[W_1] = f(s) \text{ на } \Gamma. \quad (6)$$

Здесь

$$f(s) = f_*(s) - \{L_1[W_0] - \lambda L_2[W_0]\}_\Gamma. \quad (7)$$

Для решения задачи (5) — (6) воспользуемся неклассической процедурой погружения [12] и примем $\lambda \geq 0$ в качестве параметра погружения. Для этого рассмотрим вспомогательную краевую задачу для пока неизвестной функции $W(x, y, \lambda, s_0)$:

$$L[W] = 0, \quad (8)$$

$$W = 0, \quad L_1[W] - \lambda L_2[W] = \delta(s_0 - s) \text{ на } \Gamma, \quad (9)$$

где через δ обозначена символическая дельта-функция Дирака. Предполагается, что функция $W(x, y, \lambda, s_0)$, являющаяся решением задачи (8) — (9) для простейшего случая $\lambda = 0$, т. е. для неподкрепленной ребром шарнирно опертой пластинки либо задана, либо известен алгоритм ее вычисления. Сопоставляя линейные задачи (8) — (9) с (5) — (6), замечаем, что

$$W_1(x, y, \lambda) = \int_{\Gamma} W(x, y, \lambda, s_0) f(s_0) ds_0. \quad (10)$$

Чтобы выяснить зависимость функции W от параметра погружения, продифференцируем (8) — (9) по λ и обозначим $\frac{\partial W}{\partial \lambda} = W_\lambda$:

$$L[W_\lambda] = 0, \quad (11)$$

$$W_\lambda = 0, \quad L_1[W_\lambda] - \lambda L_2[W_\lambda] = L_2[W] = M(\zeta, s_0, \lambda) \text{ на } \Gamma. \quad (12)$$

Сравнивая линейные краевые задачи (11) — (12) и (8) — (9), находим

$$W_\lambda(x, y, \lambda, s_0) = \int_{\Gamma} M(\zeta, s_0, \lambda) W(x, y, \lambda, \zeta) d\zeta, \quad \lambda > 0. \quad (13)$$

В уравнении (13) координаты (x, y) являются фиксированными параметрами.

Известным начальным значением функции W является

$$W(x, y, \lambda, s_0)|_{\lambda=0} = W(x, y, 0, s_0). \quad (14)$$

Задача Коши (13) — (14) решается известными численными методами путем интегрирования в направлении увеличения параметра λ

от нуля до заданного значения. Зная функцию $W(x, y, \lambda, s_0)$, определяем искомый прогиб пластинки, подкрепленной ребром переменной жесткости в одной или нескольких точках с координатами (x, y) по формулам (4), (10). Задача решается аналогично и при более сложных краевых условиях.

Львовский государственный университет

Тбилисский государственный университет

(Поступило 30.4.1982)

დრეკადოგის თეორია

ბ. ფლეიშმანი, ი. ზონენაშვილი

ცვლადი სიხისტის წიგოეგით გამაგრებულნი ფირფიტების
 ბანანბარეშება ჩადგმის მეთოდის გამოყენებით

რეზიუმე

თხელ ფირფიტებში დაძაბულობის ველისა და ჩაღუნვების ოპტიმიზაციის ერთ-ერთი ცნობილი მეთოდია მისი საზღვრების გამაგრება მრავალბარამეტრიანი ცვლადი განვიკვეთის სიხისტის წიგოეგით. ებმ-ის ეფექტური გამოყენების მიზნით განხილული ამოცანა ინვარიანტული ჩადგმის მეთოდით დაიყვანება კომის ამოცანამდე.

THEORY OF ELASTICITY

N. P. FLEISHMAN, I. A. ZONENASHVILI

APPLICATION OF THE SUBMERSION METHOD TO THE ANALYSIS OF PLATES WITH RIBS OF VARIABLE STIFFNESS

Summary

One of the optimization methods of stress fields or deflections of thin plates is strengthening of their edges by multiparametric ribs of variable section. For a more effective use of an electronic computer it is expedient to reduce the corresponding boundary problems to Cauchy problems. With this purpose the method of invariant submersion is used.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. Н. Савин, Н. П. Флейшман. Труды II Всесоюзного съезда по теор. и приклад. механике. М., 1966.
2. Л. И. Ощипко. Автореферат канд. дисс. Львов, 1971.
3. Н. П. Флейшман, Л. И. Ощипко. Доповіді АН УРСР, серія А, 1971.
4. Н. П. Флейшман, Ж. В. Старовойтенко. Сб. «Сопротивление материалов и теория сооружений», вып. 22, Киев, 1974.
5. Н. П. Флейшман, А. Г. Зіневич. Вісник Львівського держуніверситету, серія мех.-мат., вып. 10, 1975.
6. И. А. Зоненашвили, Ж. В. Старовойтенко, Н. П. Флейшман. Сообщения АН ГССР, 78, № 1, 1975.
7. М. Л. Кац, И. А. Зоненашвили. Сообщения АН ГССР, 82, № 3, 1976.
8. И. А. Зоненашвили, М. Л. Кац. Сообщения АН ГССР, 90, № 2, 1978.



9. Н. П. Флейшман, М. Л. Кац. Сб. «Сопротивление материалов и теория сооружений», вып. 34, Киев, 1979.
10. И. А. Зоненашвили, Ж. В. Старовойтенко. Труды Тбил. ун-та, т. 210, Математика, Механика, Астрономия, № 8, 1980.
11. И. А. Зоненашвили, М. Л. Кац. Труды XII Всесоюзной конференции по теории оболочек и пластин. Ереван, 1980.
12. Р. Беллман, Э. Энджел. Динамическое программирование* и уравнения в частных производных. М., 1974.
13. С. Г. Лехницкий. Анизотропные пластинки. М.—Л., 1947.
14. Г. Н. Савин, Н. П. Флейшман. Пластинки и оболочки с ребрами жесткости. Киев, 1964.

Ю. К. ОРЛОВ, Р. Я. ЧИТАШВИЛИ

О РАСПРЕДЕЛЕНИИ ЧАСТОТНОГО СПЕКТРА В МАЛЫХ
 ВЫБОРКАХ ИЗ РАСПРЕДЕЛЕНИЙ С БОЛЬШИМ ЧИСЛОМ
 ВОЗМОЖНЫХ СОБЫТИЙ

(Представлено академиком В. В. Чавчанидзе 18.3.1981)

В отличие от традиционного представления о малых выборках как об абсолютно малых, в данной работе под относительно малой выборкой понимается выборка из дискретной совокупности с большим числом возможных событий, заведомо недостаточная для оценивания вероятностей всех входящих в совокупность событий. Мы будем рассматривать пуассоновскую схему испытаний.

Пусть A_1, A_2, \dots, A_V — попарно непересекающиеся события, $X_N^i, i = 1, \dots, V$ — независимые пуассоновские процессы с интенсивностями $\pi^i, i = 1, \dots, V$, представляющие собой количества осуществления событий $A_i, i = 1, \dots, V$ за время N . Через $\bar{v}_N = (v_N(m), m \geq 1)$ обозначим векторный случайный процесс (спектр частот) с компонентами

$$v_N(m) = \sum_{i=1}^V I_{[x_N^i = m]}, \quad m \geq 1,$$

где $I_{[\cdot]}$ — индикатор события $[\cdot]$. Иначе говоря, $v_N(m)$ равна числу тех событий из $(A_i, i = 1, 2, \dots, V)$, которые осуществились ровно m раз за время N .

Обозначим через $Q_N(v_m, m \geq 1)$ распределение вектора \bar{v}_N :

$$Q_N(v_m, m \geq 1) = P\{v_N(m) = v_m, m \geq 1\}.$$

Процесс \bar{v}_N характеризуется следующим свойством.

Теорема 1. а) Процесс \bar{v}_N является марковским процессом с прямыми и обратными интенсивностями перехода:

$$\begin{aligned} \bar{\lambda}_n(N, v_m, m \geq 1) &= \lim_{\Delta \rightarrow 0} \frac{1}{\Delta} P\{v_{N+\Delta}(m) = v_m^n, m \geq 1 \mid v_N(m) = v_m, m \geq 1\} = \\ &= \frac{Q_N(v_m^n, m \geq 1) v_n \cdot n}{Q_N(v_m, m \geq 1) N}, \\ \underline{\lambda}_n(N, v_m, m \geq 1) &= \lim_{\Delta \rightarrow 0} \frac{1}{\Delta} P\{v_{N-\Delta}(m) = v_m, m \geq 1 \mid v_N(m) = v_m^n, m \geq 1\} = \\ &= \frac{n v_n}{N}, \end{aligned}$$

где для вектора $(v_m, m \geq 1)$ через $(v_m^n, m \geq 1)$ обозначен вектор с компонентами $v_m^n = v_m, 1 \leq m \leq n-1; v_{n-1}^n = v_{n-1} - 1, v_n^n = v_n + 1; v_m^n = v_m, m \geq n+1$.

в) Преобразование Лапласа $L_N(u_m, m \geq 1) = M \exp\left(-\sum_{m=1}^{\infty} u_m v_N(m)\right),$

$u_m \geq 0$, где M обозначает математическое ожидание, имеет вид

$$L_N(u_m, m \geq 1) = \exp \sum_{i=1}^V \ln(f_u(N \pi_i) \exp(-N \pi_i)), \quad \text{где } f_u(x) \text{ — функция}$$

вида $f_u(x) = 1 + \sum_{k=1}^{\infty} \exp(-u_k) \frac{x^k}{k!}$.

с) Условное преобразование Лапласа $M \left\{ \exp \left(\sum_{m=1}^{\infty} u_m v_{N_1}(m) \right) \middle| v_N(m) = v_m, m \geq 1 \right\} = L_{N, N_1}(u_m, v_m; m \geq 1)$ имеет вид ($N \geq N_1$)

$$L_{N, N_1}(u_m, v_m; m \geq 1) = \exp \sum_{m=1}^{\infty} v_m \ln \left[\sum_{j=1}^m \exp(-u_j) \binom{m}{j} \frac{(N - N_1)^{m-j} N_1^j}{N^m} + \left(\frac{N - N_1}{N} \right)^m \right].$$

Введем структурную функцию распределения $F(\pi) = \sum_{\pi_i > \pi} \pi_i$ и функ-

цию $G(\pi) = \int_{\pi}^{\infty} \frac{1}{\pi} dF(\pi)$, равную числу тех событий $\{A_i, i = 1, \dots, V\}$, интенсивность которых больше π .

Нам удобно несколько расширить класс изучаемых спектров \bar{v}_N , не предполагая никаких ограничений на распределение F . Так что процесс \bar{v}_N , соответствующий произвольной функции распределения F , будет пониматься как процесс, определенный свойствами а), д), с), сформулированными в теореме 1 и преобразованием Лапласа:

$$L_N(u_m, m \geq 1) = \exp - \int_0^{\infty} \ln(f_{\pi}(N\pi) \exp(-N\pi)) dG(\pi).$$

Введем обозначение $V_N(m)$ для ожидаемого спектра $V_N(m) = M v_N(m)$ и, в частности, ожидаемого количества различных событий $V_N = M v_N$,

где $v_N = \sum_{m=1}^{\infty} v_N(m)$.

Нетрудно обнаружить, что

$$V_N(m) = - \int_0^{\infty} \frac{(\pi N)^m}{m!} (\exp - \pi N) dG(\pi), \quad V_N = - \int_0^{\infty} (1 - \exp(-\pi N)) dG(\pi).$$

Из утверждения теоремы о марковости процесса \bar{v}_N и о том, что условное распределение \bar{v}_N в обратном времени не зависит от распределения F , вытекает, что распределение процесса \bar{v}_N , $N \geq 0$, полностью определяется заданием лишь распределения \bar{v}_N при одном каком-либо $N > 0$. В следующем утверждении приведены рекуррентные соотношения для пересчета различных характеристик процесса \bar{v}_N .

Теорема 2. а) Имеют место рекуррентные соотношения $L_N(u) = L_{N'}(u') \exp(N - N')$, где вектор u' определяется по вектору $u = (u_m, m \geq 1)$ соотношением $u'_m = u_m - m \ln \frac{N}{N'}$.

$$в) \text{ Для производящей функции } \Pi(N, x) = M \sum_{m=1}^{\infty} v_N(m) x^m = \sum_{m=1}^{\infty} V_N(m) x^m$$

имеет место соотношение

$$\Pi(N, x) = \Pi\left(N', 1 - \frac{N}{N'}(1-x)\right) - \Pi\left(N', 1 - \frac{N}{N'}\right).$$

с) В частности, имеют место формулы В. М. Калинина [1]:

$$V_N(m) = \sum_{j=m}^{\infty} V_{N'}(j) \binom{j}{m} \left(\frac{N}{N'}\right)^m \left(1 - \frac{N}{N'}\right)^{j-m}, \quad m \geq 1.$$

Эмпирическим аналогом функции $G(\pi)$ является

$$g_N(\pi) = \sum_{m \geq \pi N} v_N(m).$$

Из того, что $G_N(\pi) = M g_N(\pi) = \sum_{m \geq \pi N} V_N(m)$ сходится к функции $G(\pi)$

при $N \rightarrow \infty$ с учетом формул В. М. Калинина, следует, что распределение процесса $(\bar{v}_N, N \geq 0)$ однозначно определяется заданием вектора ожидаемого спектра $\bar{V}_{N'} = (V_{N'}(m), m \geq 1)$ при одном лишь значении $N' > 0$.

Для фиксированной функции распределения F по закону больших чисел $g_N(\pi)$ сходится с вероятностью 1 к $G(\pi)$ и, в частности, $v_N(m) \rightarrow 0$ при всех $m \geq 1$.

Формальным понятием относительно малой выборки, характеризующейся тем, что $v_N(m)$ составляют весомую часть v_N , является следующее. Будем говорить, что имеем дело с относительно малой выборкой, если F и N связаны между собой условием $N \gg 1$, $V_N \gg 1$, $V_N(m) \sim V_N$.

Для исследования распределения различных статистик при относительно малых выборках полезно следующее утверждение.

Теорема 3. Пусть F и N меняются так, что

$$N \rightarrow \infty, \quad V_N \rightarrow \infty, \quad \frac{V_N(m)}{V_N} \rightarrow C_m > 0.$$

В этих условиях вектор

$$\xi_N = \left\{ \frac{v_N(m) - V_N(m)}{\sqrt{V_N}}, m \geq 1 \right\}$$

сходится по распределению к гауссовскому вектору с ковариационной матрицей $R_{mn} = \delta_{mn} C_m - 2^{-(n+m)} \binom{m+n}{n} \alpha_{n+m}$ (2), где $\alpha_m(s)$ определяется по формуле

$$\alpha_m(s) = \sum_{j=1}^{\infty} C_j \binom{j}{m} (1-s)^{j-m} s^m,$$

а δ_{mn} — дельта-функция.

Предельные теоремы для случайного вектора $\bar{v}_N = (v_N(m), m \geq 1)$ изучались в теории случайных размещений для равномерных или близких к нему распределений [2]. Нетрудно обнаружить, что в случае равномерного распределения $dG(\pi) = V \delta\left(\pi - \frac{1}{V}\right)$ ожидаемый спектр

$$V_N(m) = \left(\frac{N}{V}\right)^m \frac{V}{m!} \exp\left(-\frac{N}{V}\right).$$

Таким образом, условия теоремы 3 выполняются в случае $N \sim V$.

В качестве следствия теоремы 3 приведем предельную теорему для кривой роста числа различных событий (v_n , $0 \leq n \leq N$) и оценки кривой роста:

$$\widehat{v}_{n,N} = \sum_{m=1}^{\infty} v_N(m) \left(1 - \left(1 - \frac{n}{N}\right)^m\right), \quad 0 \leq n \leq N.$$

Следствие. В условиях теоремы случайные процессы

$$\eta_N(t) = \frac{v_{tN} - V_{tN}}{\sqrt{V_N}}, \quad \widehat{\eta}_N(t) = \frac{\widehat{v}_{tN} - V_{tN}}{\sqrt{V_N}}, \quad 0 \leq t \leq 1,$$

сходятся по распределению к гауссовским процессам с ковариационными функциями $R(s, u) = \alpha(s+u) - \alpha(\max(s, u))$, $\widehat{R}(s, u) = \alpha(s+u) -$

$$- \alpha(s+u-su), \quad 0 \leq s \leq 1, \quad 0 \leq u \leq 1, \quad \text{где } \alpha(s) = \sum_{m=1}^{\infty} \alpha_m(s).$$

Институт кибернетики

Академия наук Грузинской ССР
 Институт экономики и права

(Поступило 19.3.1981)

კიბერნეტიკა

ი. ორლოვი, რ. ჩიტაშვილი

სიხშირული სპექტრის განაწილების შემსახებ მცირე სტატისტიკურ
 შერჩევებში

რეზიუმე

შრომში განხილულია ფარდობითად მცირე შერჩევების ძირითად მახასიათებლები, როდესაც შერჩევის მოცულობა საკმარისი არ არის ყველა შესაძლო ხდომილების აღბათობის შესაფასებლად. მიღებულია სიხშირული სპექტრის ზღვრული განაწილება.

CYBERNETICS

J. K. ORLOV, R. J. CHITASHVILI

ON THE DISTRIBUTION OF FREQUENCY SPECTRUM IN SMALL SAMPLES FROM POPULATIONS WITH A LARGE NUMBER OF EVENTS

[Summary

In this paper the main characteristics of relatively small samples are considered when the sample size is not sufficient for estimation of probabilities of all events which can appear. The limit distribution of frequency spectrum is derived.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. М. Калинин. Труды Матем. ин-та им. В. А. Стеклова, XXIX, 1965.
2. В. Ф. Колчин, Б. А. Севастьянов, В. П. Чистяков. Случайные размещения. М. 1976.

Л. Л. ГВАРАМАДЗЕ, Д. П. КАКАБАДЗЕ, Т. М. ТРОКАШВИЛИ

О РЕАЛИЗАЦИИ ОДНОГО АЛГОРИТМА СЛУЧАЙНОГО ПОИСКА В СИСТЕМЕ ПРОГНОЗА И ОПТИМИЗАЦИИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии В. К. Чичинадзе 23.10.1981)

Достижения современной микроэлектроники позволяют создавать управляющие устройства со значительной функциональной избыточностью. Поэтому целесообразно строить регуляторы, которые могут приспосабливаться к управлению объектами в процессе их работы. Такие регуляторы должны состоять из набора функциональных элементов и цепей настройки. В силу большого числа настраиваемых параметров, а также для обеспечения надежности введением избыточности необходимо выбирать реализацию адаптивных управляющих устройств из однотипных независимо работающих цепей, т. е. с децентрализованной структурой. Поскольку в таких регуляторах отсутствует механизм синтеза и направленного перебора параметров настройки целесообразно строить алгоритмы адаптации, основанные на случайном поиске.

В настоящей работе рассматривается практическая реализация одного алгоритма случайного поиска для оптимальной, с точки зрения заданной целевой функции, настройки параметров модели динамической системы.

Алгоритм случайного поиска описывается следующей системой уравнений:

$$Z[i] = Z[i-1] + \lambda[i] + \theta\lambda[i],$$

$$\lambda[i] = \xi\lambda[i-1] - \alpha\Delta Z[i-1],$$

$$\alpha = \xi + (1 - \epsilon) \operatorname{sign} \Delta Q[i-1],$$

где $Z[i]$ — n -мерный вектор параметров системы,

$$\theta = \begin{pmatrix} \theta_1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & \theta_2 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & \theta_n \end{pmatrix} \text{— диагональная матрица,}$$

θ_j — случайная величина с нормальным законом распределения, с нулевым математическим ожиданием и заданной дисперсией, $\lambda[i]$ — n -мерный вектор,



$$\Delta Z[i-1] = Z[i-1] - Z[i-2],$$

$$\Delta Q[i-1] = Q[i-1] - Q[i-2],$$

$Q[i-1] = Q(Z[i-1])$ — целевая функция, определенная на n -мерном евклидовом пространстве,

$$\xi \in (0,1), \varepsilon \in (0,1), \xi + \varepsilon < 1.$$

Коэффициенты ξ , ε постоянные. ξ определяет «инерционность» системы, т. е. степень учета предыстории.

В работах [1, 2] показано, что предложенный алгоритм допускает реализацию в виде независимых, однотипных цепей. Доказана его сходимости, что эквивалентно устойчивости соответствующей динамической системы. Получены оценки скорости продвижения системы к экстремуму.

На рис. 1 приведена структурная схема канала настройки поискового устройства, в основу которого положен рассмотренный алгоритм.

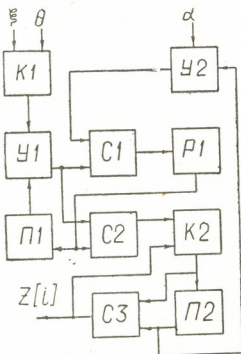


Рис. 1

Каждый канал настройки содержит блоки памяти П1 и П2, регистр Р1, сумматоры С1, С2 и С3, блоки умножения У1 и У2 и коммутаторы К1 и К2.

Значение коэффициента α поступает на блок умножения У2 с блока вычисления приращения целевой функции. Отдельные реализации случайной величины θ_j формируются в генераторе случайных чисел [3].

Рассмотрим работу j -го канала настройки параметров.

В начальный момент времени на выходе памяти П1 зафиксировано значение $\lambda_j[i-1]$, а на выходе памяти П2 — $\Delta Z_j[i-1]$. На блок умножения У1 через коммутатор К1 поступает коэффициент ξ .

На первом такте в блоках умножения У1 и У2 параллельно происходят операции умножения $\xi\lambda_j[i-1]$ и $-\alpha\Delta Z_j[i-1]$. Результат умножения после суммирования на сумматоре С1

$$\lambda_j[i] = \xi\lambda_j[i-1] - \alpha\Delta Z_j[i-1]$$

фиксируется в регистре Р1 и переписывается в память П1.

На втором такте, на выходе памяти П1 зафиксировано значение $\lambda_j[i]$. В блоке умножения У1 происходит умножение $\lambda_j[i]$ на случайную величину, поступающую с генератора случайных чисел через коммутатор К1, а на сумматоре С1 — суммирование значений $\theta_j\lambda_j[i]$ и $\lambda_j[i]$, в результате чего формируется приращение параметра

$$\Delta Z_j[i] = \lambda_j[i] + \theta_j\lambda_j[i].$$

Последнее через коммутатор К2 записывается в память П2.

На третьем такте на выходе памяти П2 зафиксировано значение $Z_j[i-1]$, которое на сумматоре С3 суммируется с приращением параметра $\Delta Z_j[i]$:

$$Z_j[i] = Z_j[i-1] + \Delta Z_j[i].$$

Результат суммирования через коммутатор К2 записывается в память П2.

В случае отсутствия жестких требований к надежности и быстродействию возможно использование данного устройства для последовательного вычисления компонентов n -мерного вектора параметров системы. Скорость вычислений при этом уменьшается в n раз.

Рассмотренный алгоритм был реализован аппаратно на микросхемах серии 155 среднего уровня интеграции для размерности параметров $n=6$. Объем устройства составил две платы размером 190×160 мм, быстродействие $\tau=500$ мксек при тактовой частоте 1 мгц.

Академия наук Грузинской ССР
Институт систем управления

(Поступило 30.10.1981)

კიბერნეტიკა

ლ. გვარამია, დ. კახაბაძე, თ. ტროჟანოვილი

პროგრამისა და ოპტიმიზაციის სისტემაში ერთი შემთხვევითი ძიების ალგორითმის რეალიზაციის შესახებ

რ ე ზ ი მ ე

განხილულია დინამიური სისტემის პარამეტრების აწყობის შემთხვევითი ძიების ალგორითმის პრაქტიკული რეალიზაცია, რომელიც საშუალებას იძლევა აიგოს ადაპტური ძიებითი მოწყობილობა ერთბაშად, დამოუკიდებლად მომუშავე არხებისაგან.

L. L. GVARAMADZE, D. P. KAKABADZE, T. M. TROKASHVILI

ON THE REALIZATION OF A RANDOM SEARCH ALGORITHM
IN A SYSTEM OF PROGNOSIS AND OPTIMIZATION

Summary

The paper considers the hardware implementation of one random search algorithm of parameter setting of a dynamic system model, permitting to construct an adaptive search device from uniform, independently operating channels.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. А. Таран, Д. П. Какабадзе. Сообщения АН ГССР, 88, № 2, 1977, 321—323.
2. Д. П. Какабадзе, Г. М. Кубинцев, В. А. Таран. Автоматика и телемеханика, № 2, 1980, 99—107.
3. Л. Л. Гварамадзе. Теория и устройства систем автоматического управления, т. XIX:1. Тбилиси, 1980, 100—105.

С. Г. ЦИРАМУА

К ИССЛЕДОВАНИЮ ПЕРЕСТРАИВАЕМЫХ СИСТЕМ, СОСТОЯЩИХ ИЗ ФУНКЦИОНАЛЬНО-ИЗБЫТОЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

(Представлено академиком В. В. Чавчанидзе 14.12.1981)

Рассмотрим кибернетическую систему A , которая предназначена для выполнения m функций $F (F = \{f_1, f_2, \dots, f_m\})$.

Система A состоит из конечного множества односторонне-последовательно соединенных элементов $a_i \in A, i \in [1, n]$.

Как известно, в теории надежности каждый элемент системы в данный момент может находиться в одном из двух противоположных состояний — работоспособном или отказавшем. В отличие от этого, элемент с функциональной избыточностью в данный момент времени в зависимости от его природы может находиться в одном из физико-химических, внутрискруктурных, энергетических и т. д. состояний $q_s, s \in [1, k_i]$. Каждому состоянию элемента соответствует определенное рабочее (функциональное) состояние $f_s, s \in [1, k_i]$ [1]. Из одного состояния в другое элемент может переходить стохастически или детерминированно. Поскольку в данный момент времени он может находиться только в одном из k_i рабочих состояний, остальные его рабочие состояния в это время являются резервными. Такие элементы относятся к функционально-избыточным, или многофункциональным.

Можно привести систему, построенную на основе микропроцессоров, в которой предусмотрена программная перестройка структуры системы (микропроцессоры являются многофункциональными с естественной функциональной избыточностью), или полиэнергетическую систему, элементом которой является человек-оператор, владеющий несколькими специальностями [2].

Основной характеристикой рассматриваемой системы, состоящей из заданного класса функционально-избыточных элементов, является количество элементов n , количество элементарных функций m , выполняемых системой, и количество состояний, в которых может находиться i -й функционально-избыточный элемент $k_i, i \in [1, n]$. Вообще говоря, при $k_i = k, i \in [1, n]$ и $n \geq 2, k \geq 1$ и $m \geq 2$, между n, m и k могут иметь место следующие соотношения: $n = m = k, n > m = k, n = m > k, n > m > k, n < m = k, n = m < k$ и $n < m < k$ [1].

Однако в настоящей работе рассматриваются случаи $n > m = k \geq 2, n = m = k \geq 2$ и $n = m > k \geq 1$, имеющие наиболее практические значения, так как за счет функциональной избыточности элементов ($k > 1$) достигается структурная избыточность системы A в основном без дополнительных функциональных элементов ($n = m \geq k$) или с допол-

нительными функционально-избыточными элементами ($n > m \geq k$).
Случай $m > k$ представляет интерес как на этапе проектирования системы A из «неполноценных» k -функциональных элементов, так и на этапе эксплуатации, так как в процессе функционирования любой элемент системы может утратить способность выполнения некоторых или даже всех функций f_j .

Для выполнения функции $F = \{f_1, f_2, \dots, f_m\}$ в случае $n \geq m = k$ необходимо, чтобы m элементов системы A ($A = \{a_1, a_2, \dots, a_n\}$) в каждом интервале времени находились в m разных рабочих состояниях $f_j, j \in [1, m]$, т. е. выполнялось условие

$$F_L = \{f_{1i_1}, f_{2i_2}, \dots, f_{mi_m}\}, \quad i_1 \neq i_2 \neq \dots \neq i_m, \quad (1)$$

$$i_j \in [1, n], \quad j \in [1, m], \quad L \in [1, N_L],$$

где $f_{j\mu}$ — j -тая элементарная функция, выполняемая i -м элементом; N_L — количество вариантов выполнения условия (1), которое характеризует живучесть системы A . Очевидно, при $m = k$ $N_L = \varphi(n, m)$.

Для определения $N_L(n, m)$ введем булеву матрицу $\|f_{j\mu}\|, j \in [1, m], i \in [1, n]$, элемент которой равен 1 и 0 в зависимости от того, находится или нет i -й элемент в j -том состоянии.

Согласно [3], кардинальное число всех реализаций функции

$$\text{Card } F = N_L(n, m) = \text{Per } \|f_{j\mu}\| = \sum f_{1i_1} \cdot f_{2i_2} \cdot \dots \cdot f_{mi_m}, \quad (2)$$

где суммирование производится по всем размещениям из n элементов $1, 2, \dots, n$ по m ($m < n$).

Для вычисления перманента матрицы в общем случае используется формула

$$\text{Per } \|f_{j\mu}\| = \sum C_{n-m} - C_{n-m+1}^1 \sum C_{n-m+1} + C_{n-m+2}^2 \sum C_{n-m+2} - \dots + (-1)^{m-1} C_{n-1}^{m-1} \sum C_{n-1}, \quad (3)$$

где $C_\tau = \prod_{j=1}^m b_{j\tau}$, $\tau \in [0, n-1]$, $b_{j\tau}$ — сумма элементов j -той строки $j \in [1, m]$ матрицы $\|f_{j\mu}\|_\tau$, полученной из $\|f_{j\mu}\|$ заменой τ столбцов столбцами из нулей. Суммирование в $\sum C_\tau$ распространено на все сочетания без повторений из n по m [3].

В случае булевой матрицы $\|f_{j\mu}\|$

$$\begin{aligned} \sum C_{n-m} &= C_n^{n-m} \cdot m^m, \\ \sum C_{n-m+1} &= C_n^{n-m+1} (m-1)^m, \\ \sum C_{n-m+2} &= C_n^{n-m+2} (m-2)^m, \\ &\dots \dots \dots \\ \sum C_{n-1} &= C_n^{n-1} = n. \end{aligned} \quad (4)$$

Подставляя (4) в (3), получаем

$$N_L(n, m) = \text{Per } \|f_{j\mu}\| = \sum_{r=0}^{m-1} (-1)^r C_n^{n-m+r} \cdot C_{n-m+r}^r (m-r)^m = A_n^n. \quad (5)$$

При

$$n = m \quad N_L(n) = n! \quad (6)$$

Система A переменной структуры, состоящей из функционально-избыточных элементов, обладающих свойством находиться в различ-

И. В. ДЖАНДИЕРИ

НЕКОТОРЫЕ СПОСОБЫ ОПТИМИЗАЦИИ ПРИНЯТИЯ КОЛЛЕКТИВНОГО РЕШЕНИЯ В ЗАДАЧАХ РАСПОЗНАВАНИЯ ОБРАЗОВ

(Представлено членом-корреспондентом Академии В. К. Чичинадзе 24.6.1982)

К настоящему времени разработано большое число алгоритмов для решения различных задач распознавания образов. Однако при решении любой задачи распознавания необходимо проверить условия соответствия выбранного алгоритма решаемой задачи. Ввиду того что проверка указанных условий не всегда возможна или требует значительных вычислительных затрат, различные алгоритмы объединялись в коллектив, который позволяет производить проверку условий применимости алгоритмов распознавания — членов коллектива путем выделения областей компетентности [1].

Однако наличие в коллективе, наряду с «компетентными» членами, «малокомпетентных» и «некомпетентных» членов снижает эффективность принятия коллективного решения [2]. Поэтому для оптимизации процедуры принятия коллективного решения необходима разработка алгоритмов параметрической и структурной адаптации параметров коллектива решающих правил. Если обозначить параметры решающего правила — члена коллектива через W_i и соответственно параметры коллектива через $W = (W_1, \dots, W_L)$, задача параметрической оптимизации запишется следующим образом:

$$Q(W) \rightarrow \min_{W \in \Omega_W} \Rightarrow W^*, \quad (1)$$

где W^* — оптимальный параметр коллектива размерности $\sum_{i=1}^L k_i$; k_i — размерность параметра W_i i -го решающего правила; Ω_W — область оптимизации параметров коллектива.

Эффективность распознавания коллективом в результате решения оптимизационной задачи (1) исследовалась на модели. Проведенные эксперименты показали, что оптимизированный коллектив решает задачу распознавания лучше коллектива со случайно выбранными параметрами, а также лучше любого из членов коллектива в отдельности. Оказалось, что процедура оптимизации параметров коллектива решающих правил позволяет в среднем более чем вдвое уменьшить вероятность ошибки распознавания по сравнению с ошибками неоптимального коллектива или любого решающего правила — члена коллектива.

В случае большого числа оптимизируемых параметров коллектива W предлагается другой путь оптимизации принятого коллективного решения — структурная адаптация коллектива. Суть ее заключается в итеративном дополнении коллектива новыми решающими правилами с последующей оптимизацией параметров добавленного решающего правила:

$$Q(W_l/\tilde{W}_{l-1}^*) \rightarrow \min \Rightarrow W_l^*, \quad (2)$$

$$W_l \in \Omega_{W_l}$$

где \tilde{W}_{l-1}^* — оптимальный параметр коллектива, синтезированного из $l-1$ решающих правил; W_l — параметр l -го решающего правила; Ω_{W_l} — область оптимизации параметров W_l .

Экспериментальные исследования на модельной задаче показали, что при большом числе оптимизируемых параметров коллектива необходимо введение процедуры структурной адаптации, способствующей существенному сокращению числа оптимизируемых параметров в случае оптимизации принятия коллективного решения.

Однако процедура принятия решения коллективом решающих правил связана с большими вычислительными затратами, в связи с чем оперативность принятия коллективного решения понижается. Поэтому при решении некоторых практических задач распознавания, требующих высокую оперативность принятия коллективного решения без существенного понижения точности, предлагается другой алгоритм принятия коллективного решения, называемый гибридным решающим правилом. Гибридное решающее правило реализуется с помощью скалярной функции свертки φ , которая определяется на значениях решающих функций $\{\psi_1(X), \dots, \psi_L(X)\}$. Принятие k -го коллективного решения указанным правилом записывается в виде

$$S_k = \text{sgn } \varphi(\psi_1(X), \dots, \psi_L(X), W),$$

где функция φ , определяющая гибридное решающее правило, задается в виде пары $\varphi = \langle \beta, W \rangle$. Здесь β — вид свертки, а W — параметры этой свертки. Выбор параметров свертки гибридного решающего правила производится путем минимизации вероятности ошибки распознавания, т. е. решением оптимизационной задачи вида

$$Q(R(X, W)) \rightarrow \min \Rightarrow W^*, \quad (3)$$

$$W \in \Omega_W$$

Для решения указанной оптимизационной задачи используется адаптивный алгоритм случайного поиска. В случае же большого числа оптимизируемых параметров оптимизация принятия коллективного решения гибридным решающим правилом осуществляется путем структурной адаптации, т. е. в результате решения задачи (2).

Экспериментально оценивалась эффективность решения задачи распознавания гибридного решающего правила с линейной и полиномиальной функцией свертки. Было показано, что гибридным решающим правилом коллективное решение принимается не хуже, чем лучшим правилом, входящим в коллектив благодаря обязательному введению процедуры оптимизации параметров свертки, т. е. решению оптимизационной задачи (3).

Необходимо отметить, что эффективность решения задач распознавания алгоритмами принятия коллективного решения существенно зависит от решающих правил, из которых синтезируется коллектив: слишком большое сходство членов коллектива или их слишком большое различие существенно снижает эффективность принятия коллективного решения. В этой связи возникает необходимость поиска коллектива с оптимальным разнообразием. Для коллектива, синтезированного из параметрических решающих правил (например, линейных), мерой разнообразия служит среднее значение евклидова расстояния в пространстве параметров, в случае же коллектива, синтезированного из непараметрических решающих правил, такой подход непригоден. Поэтому в указанном случае вводится понятие коэффициента варь-

рования обучающей выборки, оптимизация которого способствует синтезу коллектива с оптимальным разнообразием решающих правил — членов коллектива. Действительно, если учесть, что при синтезе любого решающего правила $R(X)$ априорной информацией служит обучающая выборка, то ее варьирование позволяет стандартным способом синтезировать решающее правило $\tilde{R}(X)$, являющееся вариацией исходного. Следовательно, варьирование обучающей выборки позволяет генерировать различные решающие правила, необходимые для организации коллектива с целью минимизации вероятности ошибки распознавания в процессе его структурной адаптации. Этот способ применим как для параметрических, так и для непараметрических алгоритмов распознавания. Ввиду того что мера разнообразия неоднозначно характеризует оптимальность разнообразия коллектива среди множества коллективов, ищется тот коллектив, который удовлетворяет критерию останова с минимальным числом решающих правил.

Эксперименты, проведенные на модельной задаче, показали, что синтез коллектива решающих правил с оптимальным разнообразием позволяет минимизировать вероятность ошибки распознавания при существенно меньшем числе членов коллектива по сравнению с неоптимальным коллективом. Также установлено, что число решающих правил в коллективе с оптимальным разнообразием в среднем вдвое меньше числа членов коллектива гибридного решающего правила с оптимальным разнообразием.

На практике существует ряд задач, для которых признаки описываются в разных шкалах измерений. В таких случаях возникает необходимость разработки приемов решения указанного круга задач с использованием известных алгоритмов распознавания. В этой связи были разработаны приемы сведения указанных задач к задачам с метрическими или бинарными признаками.

При существенном преобладании числа метрических признаков над бинарными предлагается следующий прием сведения задач распознавания, признаки которых измеряются в разных шкалах, к решению задачи распознавания с метрическими признаками. Указанный прием реализуется в результате группировки объектов обучающей выборки по совпадающим бинарным признакам и синтезом на каждой подвыборке решающего правила $R_j(X)$ из множества правил R , которыми объекты указанной подвыборки распознаются с минимальной вероятностью ошибки. Эффективность решения задачи распознавания с признаками, измеряемыми в разных шкалах, при упомянутом условии оценивается критерием

$$Q = \sum_{j=1}^J Q_j \cdot N_j / \sum_{j=1}^J N_j.$$

Другой прием решения задачи распознавания с признаками, измеряемыми в разных шкалах, ориентирован на случай, когда число бинарных признаков объектов существенно преобладает над числом метрических признаков. Суть разработанного приема заключается в сведении метрических признаков к бинарным. В этой связи вводится понятие порога различимости и решается задача поиска оптимального значения порога различимости. Результат решения указанной оптимизационной задачи используется для преобразования метрических признаков в бинарные.

В результате проведенных экспериментов было установлено, что при решении задачи распознавания с признаками, измеряемыми в разных шкалах, первый прием требует существенного увеличения объема



обучающей выборки, а второй — решения многоэкстремальной оптимизационной задачи алгоритмом случайного поиска глобального экстремума.

Научно-исследовательский институт
электронно-ионной технологии

(Поступило 25.6.1982)

კიბერნეტიკა

ი. ჯანდიერი

კოლექტიური გადაწყვეტილების მიღების ოპტიმიზაციის
ზოგიერთი ხერხი სახეთა ამოცნობის ამოცანებში

რეზიუმე

დადგენილია, რომ კოლექტივის პარამეტრების პარამეტრული და სტრუქტურული ოპტიმიზაცია არსებითად აუმჯობესებს კოლექტიური გადაწყვეტილების მიღების ხარისხს. ნაჩვენებია, რომ სასწავლო ამონარჩევის ვარიანტების წარმოადგენს ოპტიმალური მრავალსახეობის მქონე კოლექტივის მიღების ეფექტურ საშუალებას. მოცემულია სხვადასხვა შკალაში გაზომილი ნიშანთვისებების მქონე სახეთა ამოცნობის ამოცანების გადაწყვეტის ხერხები.

CYBERNETICS

I. V. JANDIERI

SOME TECHNIQUES OF OPTIMIZATION OF COLLECTIVE DECISION-MAKING IN PATTERN RECOGNITION PROBLEMS

Summary

The quality of collective decision-making was found to be appreciably improved by parametric and structural optimization of the parameters of the collective. It is shown that variation of the training sample is an effective means of obtaining a collective with an optimal variety of pattern recognition. Techniques are presented for solving problems of recognizing patterns with properties measured in various scales.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Л. А. Растрингн, Р. Х. Эренштейн. Изв. АН СССР, Автомат. и телемех., № 9, 1975.
2. Л. А. Растрингн, И. В. Джандиери. Автоматика, № 6, 1981.

Р. Г. ВАЧНАДЗЕ, Н. И. МАРКОЗАШВИЛИ

АЛГЕБРАИЧЕСКИЕ ОПЕРАЦИИ НАД НЕЧЕТКИМИ ЧИСЛАМИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии В. К. Чичинадзе 28.7.1982)

В [1] были обоснованы некоторые операции над нечеткими множествами, введенными Заде [2], и было определено понятие нечетких действительных чисел. В настоящей работе результаты [1] используются для введения алгебраических операций над нечеткими числами. Понятия и обозначения, встречающиеся в данной работе, взяты в основном из [1].

Пусть $\langle a; \alpha \rangle, \langle b; \beta \rangle \in RF$, где $a, b \in R; \alpha, \beta \in [0, 1]$; элементы $\langle a; \alpha \rangle, \langle b; \beta \rangle$ множества RF — нечеткие действительные числа; само RF — множество нечетких чисел или нечеткая действительная ось.

Положим

$$\langle a; \alpha \rangle * \langle b; \beta \rangle = \langle a * b; \min(\alpha, \beta) \rangle,$$

где $*$ $\in \{+, -, \cdot, /$, причем если $*$ есть $/$, то $b \neq 0$.

Непосредственно из определения следует, что

- $\langle a; \alpha \rangle * \langle b; \alpha \rangle = \langle a * b; \alpha \rangle$,
- $\langle a; 1 \rangle * \langle b; \alpha \rangle = \langle a; \alpha \rangle * \langle b; 1 \rangle = \langle a * b; \alpha \rangle$,
- если $\langle a; \alpha \rangle \leq \langle b; \beta \rangle$, то для любого $\langle c; \gamma \rangle \in RF, c \geq 0, \langle a; \alpha \rangle * \langle c; \gamma \rangle \leq \langle b; \beta \rangle * \langle c; \gamma \rangle$.

Мы не будем здесь подробно останавливаться на анализе алгебраических свойств RF — эта тема требует отдельного обсуждения. Отметим только некоторые характерные особенности. Так, например, аддитивная система нечетких чисел ассоциативна, коммутативна, имеет нулевой элемент $\langle 0; 1 \rangle$. Однако, относительно $\langle 0; 1 \rangle$ противоположными обладают только «четкие» числа $\langle a; 1 \rangle, a \in R$, т. е. $\langle a; 1 \rangle + \langle -a; 1 \rangle = \langle 0; 1 \rangle$, но равенство $\langle a; \alpha \rangle + \langle x; \eta \rangle = \langle 0; 1 \rangle$ при $0 \leq \alpha < 1$ не выполняется ни для одного $\langle x; \eta \rangle \in RF$. В то же время, для каждого $\langle 0; \beta \rangle \in RF, 0 \leq \beta < 1$ справедливо равенство $\langle a; \alpha \rangle + \langle 0; \beta \rangle = \langle a; \alpha \rangle$, если только $\alpha \leq \beta$. Отсюда следует, что каждое нечеткое число $\langle a; \alpha \rangle \in RF$ имеет «противоположный $\langle -a; \beta \rangle$ относительно $\langle 0; \beta \rangle$ », где $\beta \leq \alpha$, т. е. $\langle a; \alpha \rangle + \langle -a; \beta \rangle = \langle 0; \beta \rangle$. Как следствие получаем закон сокращения в следующем виде:

Из равенства $\langle a; \alpha \rangle + \langle b; \beta \rangle = \langle c; \gamma \rangle + \langle b; \beta \rangle$ следует, что $\langle a; \alpha \rangle + \langle 0; \beta \rangle = \langle c; \gamma \rangle + \langle 0; \beta \rangle$ и если теперь $\alpha, \gamma \leq \beta$, то $\langle a; \alpha \rangle = \langle c; \gamma \rangle$.

Таким образом, уравнение $\langle a; \alpha \rangle + \langle x; \eta \rangle = \langle b; \beta \rangle$ не имеет решения, если $\beta > \alpha$, если же $\beta \leq \alpha$, то решение имеет вид $\langle x; \eta \rangle = \langle b - a; \beta \rangle$.

Аналогичные замечания справедливы и относительно мультипликативной системы нечетких чисел, на чем мы уже не будем останавливаться. Отметим только, что выполняется закон дистрибутивности:

$$\langle a; \alpha \rangle \cdot (\langle b; \beta \rangle + \langle c; \gamma \rangle) = \langle a; \alpha \rangle \cdot \langle b; \beta \rangle + \langle a; \alpha \rangle \cdot \langle c; \gamma \rangle.$$

Введенные операции позволяют рассматривать различные алгебраические выражения, в частности, решать уравнения. В качестве примера рассмотрим нечеткое квадратное уравнение:

$$\langle a; \alpha \rangle \cdot \langle x; \eta \rangle^2 + \langle b; \beta \rangle \cdot \langle x; \eta \rangle + \langle c; \gamma \rangle = \langle 0; \delta \rangle.$$

Надо найти $\langle x; \eta \rangle \in RF$, а $\langle a; \alpha \rangle$, $\langle b; \beta \rangle$, $\langle c; \gamma \rangle$, $\langle 0; \delta \rangle$ — заданы. Легко понять, что при $\delta > \min(\alpha, \beta, \gamma)$ решения нет, а при $\delta \leq \min(\alpha, \beta, \gamma)$ решение существует и имеет вид $\langle x_i; \delta \rangle$, где x_i , $i = 1, 2$ — корни обычного квадратного уравнения $a \cdot x^2 + b \cdot x + c = 0$. Случай $\delta < \min(\alpha, \beta, \gamma)$ можно интерпретировать как случай, когда сам процесс решения уравнения увеличивает неточность определения корня.

Отметим, что данное рассмотрение нечеткого квадратного уравнения справедливо в случае наличия действительных корней обычного квадратного уравнения $a \cdot x^2 + b \cdot x + l = 0$. Понятие нечетких комплексных чисел нами не определялось.

Опираясь на введенные операции над нечеткими числами, можно перейти к интервальной арифметике.

Пусть \widehat{A} , \widehat{B} — нечеткие подмножества R , функции $\mu_A, \mu_B : R \rightarrow [0, 1]$, $* \in \{+, -, \cdot, / \}$, причем если $*$ есть $/$, то $\langle 0; \alpha \rangle \notin \widehat{B}$.

Согласно свойству (vii) из [1]

$$\widehat{A} = \bigcup_{x \in R} \langle x; \mu_A(x) \rangle, \quad \widehat{B} = \bigcup_{y \in R} \langle y; \mu_B(y) \rangle.$$

Тогда

$$\begin{aligned} \widehat{A} * \widehat{B} &= \bigcup_x \langle x; \mu_A(x) \rangle * \bigcup_y \langle y; \mu_B(y) \rangle = \bigcup_x \bigcup_y \{ \langle x; \mu_A(x) \rangle * \langle y; \mu_B(y) \rangle \} = \\ &= \bigcup_x \bigcup_y \langle x * y; \min(\mu_A(x), \mu_B(y)) \rangle = \bigcup_{z \in R} \langle z; \max_{z=x*y} \min(\mu_A(x), \mu_B(y)) \rangle. \end{aligned}$$

Если \widehat{A} , \widehat{B} — интервальные числа, то отсюда получаем обычные операции над ними [3]. Если же \widehat{A} , \widehat{B} — нечеткие интервальные числа, то непосредственно приходим к операциям, введенным в [4] при помощи эвристической процедуры — принципа обобщения Заде.

Академия наук Грузинской ССР
 Вычислительный центр
 им. Н. И. Мухелишвили

Тбилисский государственный университет

(Поступило 1.7.1981)

კომპიუტერული

რ. ვახანიძე, ნ. მარკოზაშვილი

ალგებრული ოპერაციები არამკაფიო რიცხვებზე

რეზიუმე

ავტორთა წინა ნაშრომში განსაზღვრულია არამკაფიო ნამდვილი რიცხვის ცნება. მოცემულ წერილში შემოღებულია ალგებრული ოპერაციები არამკაფიო რიცხვებზე და განხილულია მათი თვისებები. ნაწვენებია შემოღებული ოპერაციების კავშირი ინტერვალურ არითმეტიკასთან.

R. G. VACHNADZE, N. I. MARKOZASHVILI

ALGEBRAIC OPERATIONS ON FUZZY NUMBERS

Summary

Recently the authors defined the notion of fuzzy real numbers. In the present paper algebraic operations on fuzzy numbers are introduced and some properties of these operations are considered. The connection of the introduced operations with interval arithmetic is shown.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Р. Г. Вачнадзе, Н. И. Маркозашвили. Сообщения АН ГССР, 107, № 3, 1982.
2. L. A. Zadeh. Inf. Contr., 8, 3, 1965.
3. R. E. Moore. Interval analysis. Prentice-Hall, 1966.
4. D. Dubois, H. Prade. Fuzzy sets and systems, 2, 4, 1979.

Г. Г. СТЕПНАДЗЕ, Дж. С. ЦАКАДЗЕ, С. Дж. ЦАКАДЗЕ

ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ КОНТАКТОВ $Cu-Cu$ И $In-Cu$ ПРИ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ

(Представлено академиком Э. Л. Андроникашвили 8.10.1981)

В низкотемпературной технике часто используются механические тепловые ключи различных конструкций [1—5]. В отличие от сверхпроводящих тепловых ключей, механические тепловые ключи выгодно отличаются тем, что в разомкнутом состоянии тепловой поток через такое устройство практически равен нулю.

Удельный тепловой поток через механические тепловые ключи, описанные в литературе, оценить весьма трудно, вследствие того что, как правило, контактные поверхности, через которые осуществляется теплообмен, имеют сложную конфигурацию [1—5]. Наряду с этим, количественные данные об удельных теплопроводностях различных механических контактов, имеющиеся в литературе, весьма малы.

Измерения теплопроводности теплового контакта между In и Cu проводились Колуэллом [1]. В качестве контактных поверхностей им брались поверхности соприкосновения цилиндра и двух плоскостей, сжимающих его, что затрудняло точное определение площади поверхности соприкосновения контактов.

Манчестер [2] измерял теплопроводность аналогичных контактов $In-Cu$. Определенная из его работы удельная теплопроводность этих контактов почти в 4 раза меньше, чем в работе [1].

Берман и Мейт [3] измеряли теплопроводность контактов, аналогичных нашим. Однако, как в работе [2], прижим контактов осуществлялся при помощи винтового механизма, что исключало точное определение прижимной силы F .

Филлипс [4] в своем тепловом ключе применял контакты $Cu-Cu$, однако определение площади соприкосновения в этом случае, как и в работах [1, 3], затруднительно.

Для исследований нами были выбраны механические контакты, изготовленные из материалов, наиболее часто применяющихся в тепловых ключах: медь-медь и индий-медь, но с точно известными площадями и конфигурациями, позволяющими проводить точные вычисления.

Прибор (рис. 1) состоит из неподвижного верхнего медного диска 1 (с полированной плоской поверхностью), погруженного в ванну жидкого He^4 , находящегося при температуре 4,2К. Нижний подвижный диск 2 (также с полированной плоской контактной поверхностью) термически изолирован от ванны жидкого гелия вакуумным кожухом 3.

На нижний диск был намотан электрический нагреватель 4 из константановой проволоки диаметром 0,05 мм и сопротивлением 200 ом при комнатной температуре. В специальную выемку этого диска при помощи клея БФ-4 было вклеено угольное сопротивление 5 «Allen-Bradley» с номинальной мощностью 0,125 вт и сопротивлением 500 ом при комнатной температуре. Для измерения сопротивления

термометра применялся криомост переменного тока S72D (ЧССР), обеспечивающий одновременно с точным измерением малую выделяемую мощность на термометре.

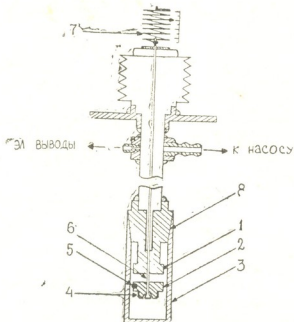


Рис. 1. Схематический чертеж прибора

При помощи тяги из нержавеющей стали 6 (теплопровод по которой составлял пренебрежимо малую величину $\dot{Q} \sim 10^{-6}$ вт) шлифованные друг к другу поверхности дисков площадью $1,05 \text{ см}^2$ приводились в тепловой контакт при гелиевой температуре. Сила прижатия измерялась динамометром 7.

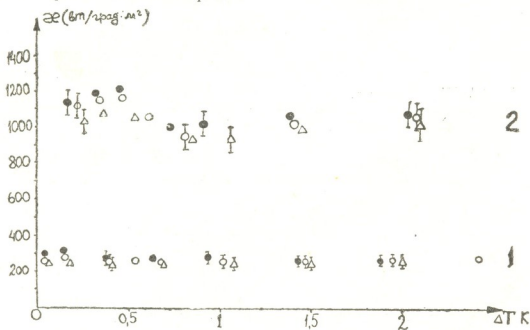


Рис. 2. Зависимость теплопроводности контактов Cu-Cu (кривая 1) и In-Cu (кривая 2) от разности температур между дисками. Сила прижатия: Δ — $F=1,1 \text{ кГ}$, \circ — $F=2,0 \text{ кГ}$, \bullet — $F=3,0 \text{ кГ}$

Для уплотнения вакуумного кожуха 3 применялся шлиф 8 со смазкой из глицерина с мылом [6].

Прибор опускался в сосуд с жидким гелием. При постоянной силе прижатия измерялась зависимость разности температур между

дисками от выделяемой в нагревателе мощности. При этом температура неподвижного диска считалась постоянной и равной температуре жидкого гелия.

Как известно, тепловой поток \dot{Q} определяется из соотношения

$$\dot{Q} = \kappa \Delta T, \quad (1)$$

где κ — теплопроводность, ΔT — разность температур на концах образца.

Мы пользовались этим соотношением для определения эффективной теплопроводности механического контакта.

На рис. 2 приведены данные для контактов Cu-Cu, а также In-Cu при различных прижимных силах. (Во втором случае поверхность неподвижного диска покрывалась тонким слоем индия, а затем полировалась).

Как видно из рассмотрения рис. 2, теплопроводность контакта, вычисленная по формуле (1) в пределах погрешности опыта, не зависит от силы прижатия (при прижимных силах, меньших 3 кГ/см²).

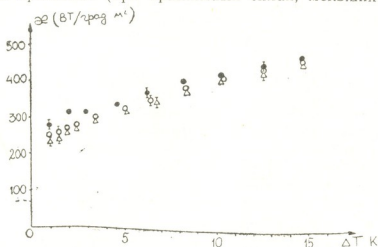


Рис. 3. Зависимость эффективной теплопроводности контактов Cu-Cu при $\dot{Q} > 45$ мвт. Сила прижатия: \triangle — $F=1,0$ кГ, \circ — $F=2,0$ кГ, \bullet — $F=3,0$ кГ

При мощностях, превышающих 45 мвт, в контактах Cu-Cu начинается возрастание эффективной теплопроводности (рис. 3). При этом $\Delta T \gtrsim T$ и определенная из формулы (1) теплопроводность κ является не истинной, а некоей эффективной теплопроводностью.

Измеренные нами значения коэффициента теплопроводности удовлетворительно согласуются с результатами работ [1, 3], как для контактов In-Cu, так и для контактов Cu-Cu.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт физики

(Поступило 9.10.1981)

ფიზიკა

ბ. სტიფნაძე, ვ. წაბაძე, ს. წაბაძე

Cu-Cu და In-Cu კონტაქტების სითბოგამტარობა დებალ ტემპერატურებზე

რეზიუმე

გაზომილია Cu-Cu და In-Cu კონტაქტების კუთრი სითბოგამტარობა ჰელიუმის ტემპერატურებზე.

მიღებულია, რომ In-Cu კონტაქტების კუთრი სითბოგამტარობა სამჯერ უფრო მაღალია, ვიდრე Cu-Cu კონტაქტებისა. კონტაქტების სითბოგამტარობა სუსტად არის დამოკიდებული მიმჭერ ძალაზე თუ $F < 3$ კგ/სმ².

PHYSICS

G. G. STEP NadZE, J. S. TSAKADZE, S. J. TSAKADZE

HEAT CONDUCTIVITY OF Cu-Cu AND In-Cu CONTACTS AT LOW TEMPERATURES

Summary

Heat conductivity of Cu-Cu and In-Cu contacts at helium temperatures was measured. The heat conductivity of In-Cu contacts was found to be three times higher than that of Cu-Cu contacts. The thermal conductivity of contacts depends weakly on the pressure force at $F < 3$ kg/cm².

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Д. Колуэлл. Приборы для научных исследований, № 9, 1969.
2. F. D. Manchester. Can J. Phys., 37, 1959, 989.
3. R. Berman and C. F. Mate. Nature, 182, 1958, 1661.
4. N. E. Phillips. Phys. Rev. 114, 1959, 676.
5. R. L. Dolecek and J. J. Madden. Rev. Sci. Instrum., 24, 1953, 1063.
6. Я. А. Бальцевич, В. А. Кукарин. ПТЭ, № 3, 1976.

Ю. Н. БЕРОЗАШВИЛИ, А. Г. НАЦВЛИШВИЛИ,
С. З. МАЧАВАРИАНИ, А. А. ЧИРАКАДЗЕ

ОБ ИЗМЕРЕНИИ ЭЛЕКТРООПТИЧЕСКОГО КОЭФФИЦИЕНТА КРИСТАЛЛОВ $GaAs$ и GaP

(Представлено академиком И. Г. Гвердцители 23.9.1981)

Линейный электрооптический эффект (эффект Поккельса) широко применяется для модуляции и сканирования света. При создании широкоапертурных модулирующих устройств нужны электрооптические кристаллы, не обладающие естественным дупреломлением (например, кубические кристаллы типа сфалерита).

Анализ литературных данных по электрооптическим свойствам кристаллов $GaAs$ и GaP [1—6] выявил значительный разброс величины электрооптического коэффициента r_{41} . Различен также вид дисперсионных кривых $n_{\parallel}^3 r_{41} = f(\lambda)$. Имеется ряд причин, которыми обычно объясняют разногласия между данными различных авторов [2, 6, 7].

Одной из причин, которые могут приводить к значительным ошибкам при определении электрооптических коэффициентов кубических кристаллов без центра симметрии, является наличие в этих кристаллах естественного дупреломления. Оно может быть обусловлено как несовершенством (механические напряжения, неоднородности и т. д.) образцов, так и пространственной дисперсией. Первое в основном определяется технологией роста кристаллов, второе же зависит от симметрии кристалла и структуры энергетических зон [8—11].

Измерения показывают, что как в арсениде галлия, так и в фосфиде галлия естественное дупреломление в основном обусловлено пространственной дисперсией.

Авторы, измерявшие электрооптический эффект в кубических кристаллах типа сфалерита, не учитывали тот факт, что естественное дупреломление, обусловленное пространственной дисперсией, в этих кристаллах присутствует и может быть того же порядка, что и дупреломление, индуцированное электрическим полем $E \sim 10^4$ в/см.

Данная работа посвящена измерению электрооптических коэффициентов механически свободных⁽¹⁾ кристаллов $GaAs$ и GaP с учетом пространственной дисперсии. При этом используются результаты работы [12], в которой рассмотрен линейный электрооптический эффект в кубических кристаллах без центра симметрии. Анализ данной работы показывает, что естественное дупреломление, обусловленное пространственной дисперсией, не вносит вклада в линейный электрооптический эффект, когда свет в кристалле типа сфалерита распространяется в направлениях $\vec{q} \perp \langle 100 \rangle$, или $\vec{q} \perp \langle 111 \rangle$ (\vec{q} — волновой вектор света).

⁽¹⁾ Электрооптическим коэффициентом механически свободных кристаллов называют коэффициент, характеризующий суммарный электрооптический эффект, обусловленный как собственно эффектом Поккельса, так и обратным пьезоэлектрическим эффектом.

Наибольший вклад в линейный электрооптический эффект пространственная дисперсия вносит в том случае, когда свет распространяется в направлениях $\vec{q} \perp (110)$. Следует отметить, что этот случай часто встречается в литературе [1—6]. При этом направлении распространения света наблюдается только поперечный эффект Покельса.

В работе [12] предлагается способ, который позволяет достаточно просто учитывать естественное двупреломление, обусловленное пространственной дисперсией, при измерении электрооптических коэффициентов кубических кристаллов типа сфалерита в переменных электрических полях ($\vec{E} = \vec{E}_0 \sin \Omega t$). Если используется поляризационно-оптический метод [2], то интенсивность света, прошедшего через образец, помещенный между скрещенными поляризаторами, дается выражением

$$\Delta I \sim I_0 \sin^2 \left(\frac{\Gamma}{2} \right), \quad (1)$$

где I_0 — интенсивность падающего света, Γ — разность фаз между двумя ортогонально поляризованными лучами света, распространяющимися в двупреломляющем кристалле. Если кристалл оптически изотропен в отсутствие приложенного поля, то в электрическом поле разность фаз Γ будет гармонической функцией времени с частотой приложенного поля, а интенсивность прошедшего света будет содержать только четные частоты приложенного поля гармоник ($2\Omega, 4\Omega, \dots$).

Если же кристалл оптически анизотропен в отсутствие поля, то в общем случае можно написать

$$\Gamma = \Gamma_0 + \Gamma_1, \quad (2)$$

где Γ_0 — разность фаз, обусловленная естественной оптической анизотропией кристалла, Γ_1 — разность фаз, обусловленная линейным электрооптическим эффектом. В этом случае интенсивность прошедшего света будет содержать, наряду с четными, также и нечетные частоты приложенного поля гармоник ($\Omega, 2\Omega, 3\Omega, 4\Omega, \dots$). Если измерять величину первой $\Delta I_1(\Omega)$ и второй $\Delta I_2(2\Omega)$ гармоник интенсивности прошедшего света, можно определять величину естественного двупреломления и величину линейного электрооптического эффекта.

В случае, когда свет распространяется в направлении $\vec{q} \perp (110)$, а электрическое поле приложено в направлении $\vec{E} \parallel [110]$, можно написать [12]

$$\Delta I_1(\Omega) = \frac{A I_0}{2} n_0^4 r_{41} \alpha E \sin 4 \gamma_E, \quad (3)$$

$$\Delta I_2(2\Omega) = A I_0 (n_0^3 r_{41} E)^2 \cos^2 2 \gamma_E, \quad (4)$$

где $A = \left(\frac{\pi l}{\lambda} \right)$, l — размер кристалла в направлении распространения света, λ — длина волны света, E — напряженность электрического поля, γ_E — угол между вектором поляризации света \vec{e} и направлением $[110]$.

Если же поле приложено в направлении $\vec{E} \parallel [001]$, то [12]

$$\Delta I_1 (\Omega) = \frac{AI_0}{2} n_0^3 r_{41} \alpha E \sin^2 2\gamma_E, \quad (5)$$

$$\Delta I_2 (2\Omega) = \frac{AI_0}{4} (n_0^3 r_{41} E)^2 \sin^2 2\gamma_E, \quad (6)$$

где γ_E — угол между вектором \vec{e} и направлением [001].

Гармонический анализ интенсивности света применялся нами для измерения электрического коэффициента r_{41} кристаллов *GaAs* и *GaP*.

Использовалась установка, аналогичная описанной в работе [13].

Высокоомные ($\rho \sim 10^8$ ом·см) образцы *GaAs* и *GaP* вырезались в виде цилиндров высотой $h=2$ мм и диаметром $d=5$ мм, полированное основание которых совпадало с кристаллографической плоскостью (110). Специальное устройство позволяло вращать кристалл вокруг своей оси, совпадающей с направлением распространения света.

Наблюдения показали, что при распространении света перпендикулярно плоскости (110) фотоотклик содержит как первую, так и вторую гармоники.

Измерения проводились при двух разных ориентациях приложенного электрического поля, указанных выше, в интервале длин волн света $\lambda = (0,55-0,70)$ мкм для *GaP* и $\lambda = (0,9-1,0)$ мкм для *GaAs*. Электрооптические коэффициенты r_{41} вычислялись с помощью выражений (4) и (6).

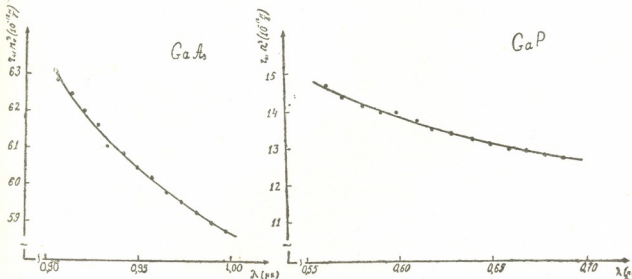


Рис. 1. Дисперсия линейного электрооптического эффекта в кристаллах *GaAs* и *GaP*

Полученные дисперсионные кривые $n_0^3 r_{41} = t(\lambda)$ даны на рис. 1.

Значения r_{41} , измеренные при двух разных ориентациях приложенного поля, совпадали в пределах погрешности эксперимента и равнялись

$$r_{41} = (0,37 \pm 0,01) 10^{-12} \text{ м/В для } GaP,$$

$$r_{41} = (1,3 \pm 0,1) 10^{-12} \text{ м/В для } GaAs$$

в указанных интервалах длин волн.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 2.10.1981)

ი. ბეროზაშვილი, ა. ნაცვლიშვილი, ს. მაჩავარიანი, ა. შირაკაძე

GaAs და GaP კრისტალების ელექტროოპტიკური კოეფიციენტის გაზომვის შესახებ

რეზიუმე

გაზომილია მაღალომიანი ($\rho \sim 10^8$ ომი.სმ) GaAs და GaP მექანიკურად თავისუფალი კრისტალების ელექტროოპტიკური კოეფიციენტები r_{41} . ცვლად ელექტრულ ველში ($\vec{E} = \vec{E}_0 \sin \Omega t$) დაკვირვებამ გვიჩვენა, რომ მოდულირებული სინათლის ინტენსივობა ΔI შეიცავს როგორც პირველ $\Delta I_1(\Omega)$ ისე მეორე $\Delta I_2(2\Omega)$ ჰარმონიკას. მეორე ჰარმონიკის ამპლიტუდის გაზომვამ საშუალება მოგვცა გავვეთვალისწინებინა სივრცითი დისპერსიით გამოწვეული ბუნებრივი ორმაგი სხივტება.

PHYSICS

I. N. BEROZASHVILI, A. G. NATSVLISHVILI, S. Z. MACHAVARIANI,
A. A. CHIRAKADZE

ON THE MEASUREMENT OF THE ELECTROOPTIC COEFFICIENT OF GaAs AND GaP CRYSTALS

Summary

The constant-stress electrooptic coefficients of GaAs and GaP crystals have been measured, using samples of high resistivity ($\rho \sim 10^8 \Omega \cdot \text{cm}$). In an alternating electric field ($\vec{E} = \vec{E}_0 \sin \Omega t$) the modulated light intensity was found to contain both the first $\Delta I_1(\Omega)$ and the second $\Delta I_2(2\Omega)$ harmonic. Measurement of the second harmonic amplitude enabled the authors to take account of the spatial-dispersion-induced birefringence. The electrooptic coefficient of GaAs crystals between 0.9 and 1.0 μk equals $(1.3 \pm 0.1) \cdot 10^{-12} \text{ m/v}$, whereas the electrooptic coefficient of GaP crystals between 0.55 and 0.7 μk is equal to $(0.37 \pm 0.01) \cdot 10^{-12} \text{ m/v}$.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. I. P. Kamimov, E. H. Turner. Appl. Optics, 5, 1612, 1966.
2. А. С. Соини, А. С. Василевская. Электрооптические кристаллы. М., 1971.
3. I. P. Kamimov, E. H. Turner. J. Opt. Soc. Amer., 53, 523, 1963.
4. В. С. Багаев, Т. Я. Белоусова, Ю. Н. Берозашвили, Д. Ш. Лордкипანიძე. ФТП, 3, 1969, 1687.
5. D. F. Nelson, E. H. Turner. J. Appl. Phys., 38, 3338, 1968.
6. Ю. В. Шалдин, Д. А. Белогууров. Квантовая электроника, 3, 1976, 1660.
7. D. Förngess. Zur Messung der electrooptischen Koeffizienten von Krystallen im Mikrowellenbereich. Technische Hochschule Aachen.
8. В. М. Агронович, В. Л. Гинзбург. Кристаллооптика с учетом пространственной дисперсии и теория экситонов. М., 1979.
9. J. Pasternak, K. Vedam. Phys. Rev., B3, 2567, 1971.
10. P. Yu. M. Cardona. Proc. XI Int. Conf. Semicond., 1972, 1972.
11. Ю. Н. Берозашвили, З. С. Мацавариანი, А. Г. Нацвлишვილი, Е. Г. Цицишვილი, В. Ш. Эдилашვილი, А. А. Чираკაძე. Материалы III Республиканского коллоквиума по модуляционной спектроскопии. Сухуми, 1973.
12. В. Н. Багдаვაძე, Ю. Н. Берозашვილი, О. В. Гогоლიн, А. В. Дундуа, В. Е. Соломко, Е. Г. Цицишვილი. ФТП, 12, 1978, 1873.
13. P. M. Акоюн, Ю. Н. Берозашვილი, А. В. Дундуа, В. И. Имнанишვილი, Е. Г. Цицишვილი. ФТТ, 18, 1976, 2692.

В. В. САНАДЗЕ, В. А. УДОВЕНКО, А. А. БАРКАЛАЯ, Л. Д. ГОГУА

ТОНКАЯ СТРУКТУРА СПЛАВОВ γ -MnNi и γ -MnFe

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. И. Санадзе 25.12.1981)

В работах [1, 2] было показано, что в фазовых диаграммах систем γ -Mn—Ni и γ -Mn—Fe существуют области сплавов, в которых при охлаждении ниже температуры Нееля (T_N) антиферромагнитное упорядочение не сопровождается тетрагональным искажением решетки. К таким относятся сплавы, имеющие при комнатной температуре тетрагональную решетку с соотношением параметров $c/a > 1$ или ГЦК. Тетрагональное искажение решетки в этих сплавах либо возникает при температурах $T_M \ll T_N$, либо не возникает вовсе. Поэтому задачей данной работы является исследование тонкой структуры этих сплавов с целью выявления влияния магнитного перехода на их кристаллическую структуру.

Исследовались сплавы, содержащие 18,01; 18,95 и 20% ат. Ni, и сплавы γ -MnFe, содержащие 28,66 и 28,00% ат. (Fe+Cu). Следует отметить, что к сплавам MnFe добавлялось незначительное количество меди (~3%), что, согласно работе [3], не меняет основные характеристики этих сплавов и расширяет температурную область существования высокотемпературной γ -фазы и обеспечивает возможность ее сохранения в областях низких температур.

Рентгеноструктурные исследования, проводимые с использованием излучения $Fe_{K\alpha}$, показали, что в случае ГЦК антиферромагнитных сплавов их структура далека от совершенной. На рис. 1 представлены профили первых пяти дифракционных линий сплава, состоя-

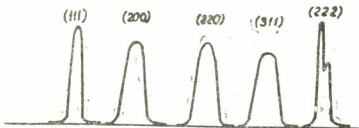


Рис. 1. Дифракционные профили линий (111), (200), (220), (311) и (222) сплава MnNi—20 ат.% Ni

щего из 20% ат. Ni. Видно, что линии (200), (220) и (311) аномально уширены, в то время как линии (111) и (222) имеют полуширину, определяемую функцией инструментального разрешения дифрактометра. Если учесть, что при тетрагональном искажении ГЦК ячейки отражения (220), (200) и (311) расщепляются на тетрагональный дублет, а отражения (111) и (222) не испытывают расщепления, то наблюдаемое аномальное уширение линий ГЦК сплава следует приписать наличию в нем разупорядоченных либо частично упорядоченных тетрагональных искажений [4]. Сказанное хорошо подтверждается температурным исследованием профиля линий (220) сплава с 16,9% ат. Ni (рис. 2,а). При $T < T_M$ наблюдается четкое разделение отраже-



ния на дублет. При повышении температуры междублетное расстояние уменьшается (рис. 2,б), и, наконец, при $T = T_M$ наблюдается отражение (200) от кубической фазы (рис. 2,в), которое явно уширено. При дальнейшем повышении температуры полуширина линии (200)_к уменьшается, что указывает на уменьшение величины тетрагонального искажения в ГЦК решетке. Максимально большое изменение полуширины линии (200)_к отмечается в окрестности температуры Нелля, что прямо свидетельствует о том, что магнитное упорядочение в этих сплавах оказывает существенное влияние на кристаллическую структуру.

$T_M = 140^\circ\text{C}$
 $T_N = 170^\circ\text{C}$

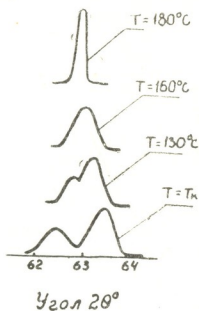


Рис. 2. Дифракционные профили линий (200) сплава γ -Mn—16,9 ат. %Ni, снятые при различных температурах

Выяснение роли магнитного упорядочения оказалось возможным при исследовании диффузного отражения рентгеновских лучей в окрест-

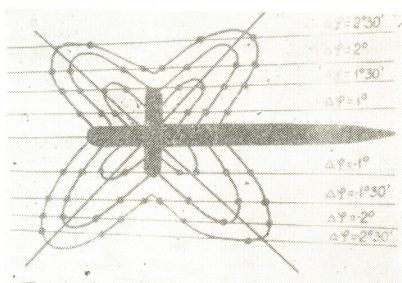
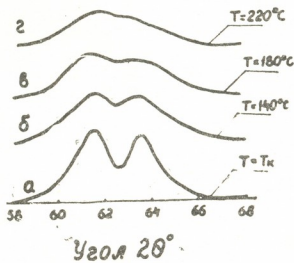


Рис. 3. Распределение диффузной интенсивности в плоскости (001) вокруг узла (200) монокристалла Mn—20 ат. %Ni, построенное с помощью метода $\theta-2\theta$

ности отражения (200)_{куб}, проведенном на монокристаллических образцах. На рис. 3 представлено распределение диффузной интенсивно-

сти в плоскости (011) вокруг узла (200), полученное на монокристалле с 20% ат. Ni. Это распределение построено по результатам съемок методом $\Theta \rightarrow 2\Theta$ последовательных сечений окрестности узла (200). Сечения снимались с шагом $\Delta\varphi = 0^\circ 30'$. Одно из сечений приведено на рис. 4, а, на котором видно, что диффузная интенсивность образует два четко выраженных максимума по обе стороны точки, отвечающей положению когерентного пика (200) (рисунок отвечает съемкам на немонахроматизированном излучении; проверка на монахроматизированном излучении $Fe_{K\alpha}$ показала, что характер рассеяния при $\Delta\varphi = 30'$ не зависит от присутствия в спектре белого излучения). Эти максимумы возникают вследствие пересечения тяжей, в которых концентрируется диффузная интенсивность. Тяжи (рис. 3) образуют крест вокруг узла (200) в плоскости (011) и направлены вдоль направлений типа $\langle 110 \rangle$. Согласно общей теории рассеяния [5], характер распределения диффузной интенсивности указывает на наличие волн смещений атомов с волновым вектором $\langle 101 \rangle$ и вектором поляризации $\langle \bar{1}0\bar{1} \rangle$. Так как ГЦТ \rightarrow ГЦК переход в случае сплавов γ -Mn осуществляется путем сдвигов плоскостей типа (110) в направлении $\langle 110 \rangle$, то наличие волн смещений указанного типа при $T > T_M$ свидетельствует о существовании в ГЦК фазе сплавов γ -Mn неупорядоченных тетрагональных искажений. Переход к тетрагональной структуре можно рассматривать в этом случае как процесс интерференции волн смещений или упорядочения искажений.

Рис. 4. Профили диффузивных сечений в плоскости (001) вокруг узла (200) при сечении $\Delta\varphi = 1^\circ$, снятые при различных температурах



Из полученной картины распределения диффузной интенсивности можно объяснить, почему наличие волн смещения атомов не сказывается на полуширине отражений (111) и (222) при исследовании поликристаллов. В работе [6] было показано, что в случае волн смещений с волновым вектором $\langle 101 \rangle$ и вектором поляризации $\langle \bar{1}0\bar{1} \rangle$ вблизи узла (111) существуют три симметричных по отношению к вектору обратной решетки \bar{H}_{111} диффузных тяжей. Все они вытянуты вдоль тех направлений $\langle 110 \rangle$, которые перпендикулярны вектору \bar{H}_{111} , именно поэтому мы и не наблюдаем уширения линии (111). Вблизи же узла (002) диффузных тяжей четыре (рис. 3). Они centrosимметричны относительно узла и симметричны относительно вектора \bar{H}_{002} , причем вытянуты вдоль тех направлений $\langle 110 \rangle$, которые с вектором \bar{H}_{002} составляют угол 45° . Поэтому наблюдается anomальное уширение линии (200).

Проведенные исследования температурной зависимости диффузной интенсивности показали, что наиболее сильно температура влияет на ее распределение. На рис. 4 показано распределение интенсивности

у узла (200) в сечении, отвечающем $\Delta\varphi=1^\circ$, полученном при разных температурах. Видно, что повышение температуры вызывает уширение диффузионных максимумов, причем наиболее сильное изменение их формы происходит в окрестности температуры Нееля ($T=170^\circ\text{C}$). При T_N максимумы настолько размыты, что перестают разрешаться, однако интенсивность их все еще велика даже при $T=300^\circ\text{C}$. Следует отметить, что наличие диффузных эффектов при температурах, намного превышающих температуру Нееля, нами было обнаружено и в сплавах I класса на примере монокристалла, содержащего 8,8% ат. добавки. Несмотря на то, что температура Нееля для этого сплава равна $T_N=219^\circ\text{C}$, диффузные эффекты заметны и при $T=300^\circ\text{C}$.

Таким образом, полученные результаты прямо свидетельствуют о том, что в сплавах $\gamma\text{-Mn}$ при $T \gg T_N$ уже существуют волны смещений атомов из положения ГЦК ячейки, причем тип их тесно связан со сдвиговыми деформациями, по которым проходит в процессе ГЦТ перехода при $T < T_M$ превращение ГЦК сплава.

Грузинский политехнический институт
 им. В. И. Ленина

(Поступило 25.12.1981)

ფიზიკა

3. სანადე, ვ. უდოვენკო, ა. ბარკალაია, ლ. გოგუა

$\gamma\text{-MnNi}$ და $\gamma\text{-MnFe}$ შენადნობების ნაზი სტრუქტურა

რეზიუმე

გამოკვლეულია MnNi და MnFe შენადნობები, რომლებიც შეიცავენ 16-დან 20ატ. % Ni და 28-დან 32ატ. % Fe. ნაჩვენებია, რომ ამ ნიმუშების ნეელის ტემპერატურაზე დაბლა გაცივებისას კუბური მესერი იცვლება მოუწესრიგებლად განლაგებული ტეტრაგონალური დამახინჯებებით, რაც იწვევს ატომთა წანაცვლების ტალღის წარმოქმნას. აღწერილ პროცესში ანტიფერომაგნიტური მოწესრიგების როლის დადგენა შესაძლებელი გახდა რენტგენის სხივების დიფუზიური არეკვლის საშუალებით, რომელიც შემჩნეულ იქნა ამ შენადნობთა მონოკრისტალებში.

[PHYSICS

V. V. SANADZE, V. A. UDOVENKO, A. A. BARKALAIYA, L. D. GOGUA
 FINE STRUCTURE OF FCC ALLOYS OF γMnNi AND γMnFe

Summary

Alloys of γMnNi and γMnFe with respective contents of Ni from 16 to 20 at% and of Fe from 28 to 32 at% have been studied. It is shown that cooling of these alloys below the Neel temperature changes their cubic structure, with the appearance of disorderly disposed tetragonal distortions, causing the rise of an atoms-displacement wave. Elucidation of the role of antiferromagnetic ordering in that process proved possible by studying the X-ray diffuse scattering noticed in the monocrystals of the indicated alloys.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Е. З. Винтайкин, В. А. Удовенко, Л. Д. Гогуа. Физика, 7, 1978, 146.
2. Л. Д. Гогуа, В. В. Санадзе, Е. З. Винтайкин, В. А. Удовенко. Сообщения АН СССР, 97, № 3, 1980, 597.
3. Y. Endoh, Y. Ichikawa. J. Phys. Soc. Japan V. 30, (1970). p. 1614.
4. Е. З. Винтайкин, В. А. Удовенко, Л. Д. Гогуа. ДАН СССР, 234, № 6, 1977, 1307.
5. А. Гинье. Рентгенография металлов. М., 1961, 604.

Б. К. БАЛАВАДЗЕ (академик АН ГССР), М. Е. АРТЕМЬЕВ,
Г. А. НИАУРИ, В. Э. ГОЛЛАНД

К ПОСТРОЕНИЮ МОДЕЛИ ИЗОСТАТИЧЕСКОЙ КОМПЕНСАЦИИ КАВКАЗА

Для территории Кавказа на основании геофизических данных построены детальные карты рельефа кровли «базальтового» слоя и раздела Мохоровичича [1]. Проведено обобщение данных по морфологии мезокайнозойских осадочных пород и их плотностным характеристикам, установлены законы изменения их плотности с глубиной для разных частей региона. Для территории Кавказа нами определены аномалии силы тяжести в редукции Гленни, и в них введена поправка за притяжение аномальной плотности осадочных пород. Такие аномалии в наиболее явном виде отображают распределение глубинных масс. Ниже мы будем называть их литосферными. Комплекс перечисленных данных позволяет рассмотреть вопрос о выборе оптимальной модели изостатической компенсации Кавказа, под которой мы будем понимать модель, минимизирующую изостатические аномалии силы тяжести.

Все исходные данные были осреднены по сетке $5' \times 7,5'$ (приблизительно 10×10 км). Путем мысленной конденсации осадочной толщи и слоя воды в Черном и Каспийском морях до нормальной плотности топографических масс ($2,67$ г/см³) определены «приведенные» высоты рельефа всего региона. Определение модели компенсации этого рельефа и явилось предметом исследования. Принципы построения такой модели изложены в [2]. Они заключаются в анализе связи глубинных границ раздела плотности с высотами приведенного рельефа и исследовании связей гравитационных эффектов глубинных границ с полем литосферных аномалий.

Корреляционные уравнения, связывающие приведенные высоты h_0 с глубинами до раздела Мохоровичича (М) и глубинами до кровли «базальтового» слоя (К), имеют следующий вид: $M = 42,5 + 5,82 h_0$ и $K = 19,95 + 1,67 h_0$ при коэффициентах корреляции $r_M = -0,91$ и $r_K = -0,77$. Они определены по 14358 парам соответствующих величин. Свободные члены этих уравнений определяют нормальные (при $h_0 = 0$) значения $M = 42$ км и $K = 20$ км. Коррелированность глубин М и К со значениями h_0 указывает на существенную роль вариации этих глубин в изостатической компенсации внешней нагрузки. Предположив, что изостатическая компенсация осуществляется путем вариации глубин М, получим, что разность плотностей между низами коры и верхами мантии составляет $0,46$ г/см³. Это предельно допустимое значение перепада плотности на разделе Мохоровичича. Тесная связь существует между значениями литосферных аномалий (Δg_s) и значениями М и К; соответствующие коэффициенты корреляции равны $0,9$ и $0,8$. Таким образом, вариация глубинных границ согласованы с вариациями внешней нагрузки и существенным образом проявляются в гравитационном поле.

Оценка моделей компенсации проводилась путем корреляционно-го анализа литосферных аномалий и гравитационного влияния моде-



лей компенсационных масс. Критериями качества являлись коэффициенты корреляции, минимизация свободного члена в уравнении регрессии, близость к единице коэффициента регрессии, минимизация дисперсии изостатических аномалий, минимизация амплитуды изостатических аномалий, соответствие амплитуд вариаций разделов плотности моделей амплитудам глубин до разделов М. и К. Результаты расчетов приведены в таблице.

Первая модель соответствует схеме Эри, использованной ранее при изучении изостаии Кавказа [3]. Ее основными недостатками являются несоответствие глубин до раздела М, и завышенный перепад плотности на этом разделе. Этим и определяется отличие коэффициента регрессии от 1 и большая дисперсия изостатических аномалий (см. таблицу).

№	Т, км	S, км	к	$\Delta\sigma_1$, г/см ³	$\Delta\sigma_2$, г/см ³	вар. К., км	вар. М, км	А, мгл.	Б	г	σ , мгл.	С, мгл.
1	30	—	1,00	0,60	—	—	21—46	6,54	0,88	0,86	35,1	88,2
2	42	—	1,00	0,46	—	—	29—63	17,73	1,10	0,88	30,1	97,9
3	42	20	0,90	0,30	0,10	13,5—30,5	25—71	15,58	1,06	0,87	30,4	96,2
4	42	20	0,80	0,30	0,15	12,2—32,7	26—68	12,99	1,01	0,87	31,1	91,9
5 _а	42	20	0,80	0,35	0,25	15,3—27,7	29—64	12,25	0,99	0,87	31,4	89,7

Пояснения к таблице: № — номер модели, Т — принятое нормальное (при нулевой высоте приведенной топографии) значение глубины до раздела М, S — принятая нормальная глубина до внутрикорового раздела плотности, к — коэффициент компенсации внешней нагрузки на разделе М, $\Delta\sigma_1$ — скачок плотности на разделе М, $\Delta\sigma_2$ — скачок плотности на внутрикоровой границе К, вар. К — пределы изменения глубин до внутрикоровой границы, вар. М — пределы изменения глубин до раздела М, А — свободный член в уравнении регрессии, связывающем значения литосферных аномалий с полем модели, В — коэффициент регрессии, г — коэффициент корреляции литосферных аномалий и поля модели, σ — среднеквадратическая величина изостатических аномалий модели, С — максимальная амплитуда изменения изостатических аномалий для данной модели

Во второй модели приняты параметры, соответствующие определенным выше по корреляции значений М и h_0 . Для нее получен больший коэффициент корреляции, коэффициент регрессии приближается к 1. Однако эта модель также не учитывает возможность частичной компенсации на разделе плотности внутри коры. Близость связей h_0 с М и К к линейной зависимости позволяет ввести понятие о коэффициенте компенсации на одной из этих границ. Определим этот коэффициент как $K = (\Delta M \cdot \Delta\sigma_1) / (\sigma_0 h_0)$, где ΔM — отклонение положения границы М от ее нормального уровня (42 км), $\Delta\sigma_1$ — перепад плотности между корой и верхней мантией, $\sigma_0 = 2,67$ г/см³ — плотность масс приведенного рельефа. Если часть компенсации осуществляется на разделе К, то перепад плотности на М должен быть меньше 0,46 г/см³.

В модель 3 введен второй раздел плотности с нормальной глубиной 20 км (по корреляции h_0 и К). Эта модель лучше учитывает информацию о глубинном строении региона и ее поле находится в лучшем согласии с наблюдаемыми аномалиями силы тяжести (см. таблицу). Однако вариации глубин границ модели существенно отличаются от имеющихся данных об их поведении.

Амплитуда вариации мощности коры может быть уменьшена путем уменьшения коэффициента компенсации на разделе М при одновременном увеличении перепада плотности на разделе К (последнее необходимо для того, чтобы не допустить больших вариаций положения этой границы). Такое изменение параметров отображает модель 4. Гравитационное поле этой модели значительно лучше согласуется с полем литосферных аномалий: уменьшается свободный член уравнения регрессии, коэффициент регрессии практически не отличается от 1, уменьшается амплитуда соответствующих изостатических аномалий, однако колебания границ модели все еще больше, чем дает исходная информация. Большого соответствия в поведении границ можно добиться увеличением плотности аномальных масс модели при постоянном значении коэффициента компенсации. Эти условия реализованы в модели 5. Гравитационные поля моделей 4 и 5 практически совпадают.

Модель 5 может рассматриваться в качестве базисной модели масс, обеспечивающих изостатическую компенсацию Кавказа и прилегающих территорий. В рамках этой модели 80% поверхностной нагрузки компенсируется вариациями глубин раздела Мохоровичича при различии средних плотностей низов коры и верхов мантии в $0,35 \text{ г/см}^3$. 20% компенсации осуществляется вариациями раздела плотности К при перепаде плотности в $0,25 \text{ г/см}^3$. Эту поверхность можно отождествлять с кровлей «базальтового» слоя.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт геофизики

Академия наук СССР
 Институт физики Земли
 им. О. Ю. Шмидта

(Поступило 25.6.1982)

გეოფიზიკა

ბ. ბალავაძე (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი), მ. არტემიევი,
 გ. ნიაური, ვ. გოლანდი

კავკასიის იზოსტატიკური კომპენსაციის მოდელის აგებისათვის

რეზიუმე

შედგენილია კავკასიის იზოსტატიკური კომპენსაციის მოდელი, რომელიც ემყარება დედამიწის ქერქში სიმკვრივეთა გამყოფ ზედაპირების—მოხოროვიჩისა და ბაზალტური ფენის სახურავის არსებობას, ამ საზღვრების კავშირს ქარბ ზედაპირულ დატვირთვისთან და დაკვირვებულ გრავიტაციულ ველთან.

GEOPHYSICS

B. K. BALAVADZE, M. E. ARTEMYEV, G. A. NIAURI, V. E. GOLLAND

TOWARDS THE CONSTRUCTION OF AN ISOSTATIC COMPENSATION
 MODEL OF THE CAUCASUS

Summary

An isostatic compensation model of the Caucasus has been constructed. The proposed model is based on the behaviour of the Mohorovičić discontinuity and of the basaltic layer roof in the earth's crust. Account is taken of



the relation of the excess surface load with the variations of the position of these boundaries. The model is in good agreement with the observed gravitational field.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. Ш. Шенгелая. Сов. геология, № 12, 1978.
2. М. Е. Артемьев, В. Э. Голланд, Ф. Н. Юдахин. «Изогастия Кыргызского Тянь-Шаня». Препринт Института физики Земли АН СССР, М., 1981.
3. М. Е. Артемьев, Б. К. Балавадзе. Геотектоника, № 6, 1973.

Т. Л. ЧЕЛИДЗЕ

О СДВИГОВОЙ И РАЗРЫВНОЙ ПРОЧНОСТИ В ПЕРКОЛЯЦИОННОЙ МОДЕЛИ РАЗРУШЕНИЯ ТВЕРДЫХ ТЕЛ

(Представлено академиком Б. К. Балавадзе 2.10.1981)

В [1] была предложена модель процесса разрушения твердых тел, основанная на теории перколяции [2, 3]. Среда аппроксимируется двумя или трехмерной системой случайных мостиков (узлов) с концентрацией p . Увеличение концентрации мостиков приводит вначале к образованию локальных кластеров, а при $p = p_c$ конечные кластеры сливаются, образуя бесконечный кластер (БК). В перколяционной модели разрушения величине p соответствует концентрация зародышевых (элементарных) трещин.

Положим, что приложена достаточно большая нагрузка и разделение тела на части вдоль БК происходит по достижении критической концентрации (порога перколяции) p_c . Тогда в случае сдвига БК должен быть прямолинейным для двумерных (2d) систем или плоским для трехмерных (3d). При растяжении столь строгих требований к топологии БК не возникает — необходимо лишь, чтобы отсутствовали «замки», препятствующие разделению тела. Иначе говоря, сдвиг требует большей концентрации элементарных нарушений сплошности (мостиков), чем разрыв.

Попытаемся грубо оценить критическую объемную концентрацию межузельных мостиков, необходимую для образования в трехмерном теле «пленочного» БК — p_{cf}^{3d} , которая, естественно, должна превышать пороговое значение для обычного «объемного» БК — p_c^{3d} . Согласно [4], соотношение между p_{cf}^{3d} и p_c^{3d} таково:

$$p_{cf}^{3d} \approx p_c^{3d} [1 + D(\bar{r}/h)^{1/\nu_3}], \quad (1)$$

где \bar{r} — среднее расстояние между узлами, h — толщина «пленочного» кластера, $\nu_3 = 0,9$, D — постоянная. Очевидно, аналогичное выражение верно и для критических объемных долей бесконечных кластеров Φp_c , где Φ — объем, приходящийся на один узел. Если принять, что $\bar{r} = h$, то

$$p_{cf}^{3d} \approx p_c^{3d} (1 + D). \quad (2)$$

Из экспериментов известно [5], что при объемной доле сферических пор порядка 0,55 прочность материала (железа, стали, гипса) становится практически нулевой. Поскольку сдвиговое разрушение трехмерного тела мы связываем с образованием «пленочного» кластера, эта величина и должна соответствовать Φp_{cf}^{3d} . Известно, кроме того, что порог перколяции для системы случайных узлов или Φp_c^{3d} ра-

вен 0,3 [6]. Исходя из этих данных, оценка для постоянной D получается $\sim 0,83$. Тогда, согласно (2), p_{cf}^{ad} должно быть примерно в 2 раза больше p_c^{ad} . Для решеток это отношение несколько больше, ибо в последнем случае $\Phi p_c^{ad} = 0,15$. Полагая, что величина p_{cf}^{ad} всегда близка к p_c^{ad} , т. е. всегда равна $\sim 0,5$, получаем для решеток $p_{cf}^{ad}/p_c^{ad} \simeq 3$.

Вообще, по-видимому, $p_{cf}^{ad}/p_c^{ad} = p_c^{ad}/p_c^{ad} = 2 \div 3$.

Очевидно, что величине p_{cf}^{ad} можно поставить в соответствие прочность на сдвиг S_s (при скалывании, но не при сжатии), а величине p_c^{ad} — прочность на разрыв S_t .

Согласно [7], S_s/S_t для горных пород составляет 1,5-2, что близко к расчетной оценке.

Изменяя величины \bar{r} и h , можно получить и другие соотношения S_s/S_t , причем при повышении \bar{r}/h (малая шероховатость поверхности разрыва) отношение S_s/S_t будет увеличиваться, а при уменьшении \bar{r}/h , наоборот, уменьшаться.

Естественно, соответствие порогов p_c и прочностей S основано на предположении, что величины S определяются числом трещин, т. е. что между приложенными напряжениями и концентрацией трещин существует корреляция.

Поскольку пороговые значения p_c для эллипсоидов такие же, как и для сфер [4], можно полагать, что это же соотношение p_{sf}^{ad}/p_c^{ad} будет выполняться не только для сферических пор, но и для трещин, конечно, с иным определением удельного объема Φ на один узел. Действительно, объемная доля пор (дилатансия) при «трещинном» разрушении обычно не превышает 10^{-2} , в отличие от 0,55 при сферической пористости.

Полученные результаты имеют и непосредственно прогностическое значение для процесса разрушения, поскольку, кроме таких функций-предвестников разрушения, как средний размер локальных кластеров, радиус корреляции [1], появляется возможность регистрации дополнительных предваряющих магистральный разрыв явлений; если последний происходит в трехмерном теле по «плечному» БК или, иначе говоря, по плоскости скольжения (например, сдвиг), то, согласно [1], прежде чем образуется «пленочный» БК, должен сформироваться объемный БК, причем при значительно меньших значениях p . Это означает, что в системе до образования плоскости разрыва появляется сообщающаяся сеть трещин, по которой возможен сквозной перенос газов, флюидов, зарядов. Следовательно, аномалии в проницаемости по газу и жидкости, по электропроводности, радону и т. д. проявляются прежде, чем выполняются условия на «сдвиг». Если же для разделения тела не обязателен «пленочный» БК, например при растяжении, появление сообщающейся сети трещин опережает разрыв лишь на очень малые значения p ; по нашим данным, для двумерных систем p при «расцеплении» превышает p_c^{ad} лишь на единицы процентов, поскольку «замки» появляются редко.

თ. ჭელიძე

ძვრისა და გაჭიმვის სიმპტიკის უმსახებ მყარი სხეულების რღვევის პერკოლაციურ მოდელში

რეზიუმე

რღვევის პერკოლაციური მოდელის მიხედვით სხვაობა მყარი სხეულების სიმპტიკის მნიშვნელობებში გაჭიმვისა S_x და ძვრის S_y პირობებში შეიძლება აიხსნას უსასრულო კლასტერის (უკ) ტოპოლოგიის თავისებურებით. ძვრა შესაძლოა მხოლოდ „ბრტყელი“ უსასრულო კლასტერის გასწვრივ, რაც მოითხოვს ბზარების გაცილებით უფრო დიდ კონცენტრაციას, ვიდრე გაგლეჯა. თუ მივიღებთ, რომ ბრტყელი კლასტერის სისქე იმავე რივისაა, რაც კვანძების (ბზარების) საშუალო დაშორება \bar{r} , ფარდობა S_y/S_x უდრის $2 \div 3$ ვინაიდან მოცულობითი უკ ბრტყელ უსასრულო კლასტერზე უფრო ადრე ჩნდება, ძვრის გადანაცვლებას წინ უნდა უსწრებდეს სისტემის შეღწევადობის მკვეთრი ზრდა, რაც საშუალებას გვაძლევს ავხსნათ მიწისძვრის ზოგიერთი წინამორბედი.

GEOPHYSICS

T. L. CHELIDZE

ON THE SHEAR AND TENSILE STRENGTH IN A PERCOLATION MODEL OF FRACTURE

Summary

The distinction between shear (S_y) and tensile (S_x) strength can be explained in terms of a percolation model of fracture as the result of different topology of an infinite cluster (IC) of cracks. Shear needs a "flat" IC; therefore it occurs at a much greater crack density than rupture. The ratio S_y/S_x equals $2 \div 3$ if the thickness h of a flat IC is of the same order of magnitude as the mean distance between the sites (cracks) \bar{r} . The formation of a flat IC being preceded by the appearance of a "bulk" IC, the permittivity of the system should increase drastically before shear fracture. This can account for some earthquake precursors.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Т. Л. Челидзе. Физика твердого тела, 22, 1980, 2865.
2. V. K. Shante, S. Kirkpatrick. Adv. Phys. 20, 1971, 325.
3. S. Kirkpatrick. Rev. mod. Phys. 45, 1973, 574.
4. Б. И. Шкловский, А. Л. Эфрос. Электронные свойства легированных полупроводников. М., 1979.
5. У. Д. Кингери. Введение в керамику. М., 1967.
6. G. E. Pike, C. H. Seager. Phys Rev. B, 10, 1974, 1421.
7. Н. И. Любимов, Л. И. Носенко. Справочник по физико-механическим параметрам горных пород рудных районов. М., 1978.



ОБЩАЯ И НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Н. Я. ГУБЕЛАДЗЕ

ИК-СПЕКТРЫ МЕТААРСЕНИТОВ

(Представлено академиком Р. И. Агладзе 18.6.1982)

Колебательные спектры арсенитов изучены чрезвычайно слабо. Имёющаяся в литературе информация касается в основном лишь ИК-спектров арсенита натрия и отчасти арсенитов свинца и цинка [1, 2]. В цитируемых работах воспроизводятся записи ИК-спектров поглощения указанных соединений без какой-либо интерпретации, заключения о структуре этих арсенитов по данным изучения ИК-спектров также отсутствуют.

ИК-спектры синтезированных нами твердых арсенитов записывались в области 400—4000 см⁻¹ на спектрометре UR-75 и отчасти на UR-20. Использовалась методика суспендирования образцов в вазелиновом масле.

ИК-спектр моноклинной As₂O₃ дан на рис. 1, а.

Наиболее интенсивные полосы располагаются при 475 и 805 см⁻¹, т. е. весьма близки по значениям с $\nu_8(F_2)$ и $\nu_7(F_2)$ в колебательном спектре кубической As₂O₃ [3].

Дополнительно в ИК-спектре As₂O₃ наблюдаются три полосы слабой интенсивности 560, 645, 910 см⁻¹ и полоса средней интенсивности 1045 см⁻¹.

Три наблюдаемые полосы 910, 560 и 645 см⁻¹ могут быть приписаны трем компонентам расщепления колебания $\nu_7(F_2)$, возникающего в результате искажения тетраэдрической структуры молекулы As₄O₆ в моноклинной кристаллической окиси мышьяка. Полосу средней интенсивности при 1045 см⁻¹ по примеру ИК-спектра изоструктурной Sb₄O₆ [3] можно приписать составной частоте.

Такая интерпретация ИК-спектра моноклинной As₂O₃ находит хорошую поддержку в виде обсуждаемых ниже ИК-спектров арсенитов, что, в свою очередь, позволяет получить информацию о строении самих арсенитов.

ИК-спектр безводного LiAsO₂, выделенного из растворов и просушенного на воздухе при 50°C, в основных своих чертах совпадает с известным из литературы ИК-спектром NaAsO₂ [1], хотя значения волновых чисел полос поглощения несколько отличаются. ИК-спектр LiAsO₂, синтезированного гидротермальным методом в атмосфере аргона, фактически отличается от ИК-спектра синтезированного на воздухе лишь резким ослаблением интенсивности полосы 800 см⁻¹, которая наблюдается здесь в виде полос на склоне полосы 840 см⁻¹ (рис. 1, б, в).

Главной особенностью ИК-спектров арсенитов щелочных элементов является то, что они содержат в области 400—1000 см⁻¹ большое число полос (по крайней мере 5—6 полос), располагающихся с небольшим отклонением в 10—20 см⁻¹, при тех же волновых числах, что в ИК-спектре кристаллической As₂O₃. Однако интенсивность ряда полос резко увеличена для двух слабых полос 560 и 645 см⁻¹, наблюдаемых в ИК-спектрах LiAsO₂ в виде интенсивных (сравнимых по ин-



тенсивности с полосой 800 см^{-1} полос. Причем полоса 560 см^{-1} живает небольшое (в пределах 10 см^{-1}) дублетное расщепление.

Такой характер ИК-спектров LiAsO_2 и аналогично NaAsO_2 , во-первых, сразу исключает наличие иона AsO_2^- в структуре обсуждаемых арсенитов, ибо для изолированного иона AsO_2^- характерно наличие лишь трех колебательных частот, две из которых определяются валентными колебаниями. Во-вторых, из близости значений колеба-

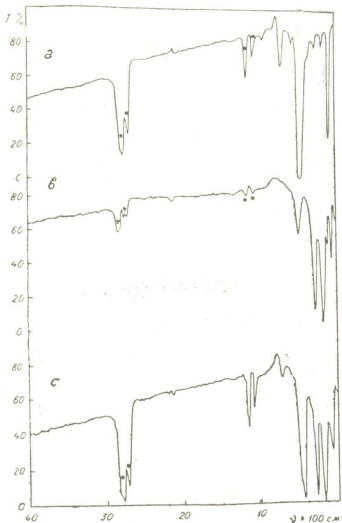


Рис. 1. ИК-спектры: а — As_2O_3 , б — LiAsO_2 , полученный на воздухе, с — LiAsO_2 , полученный в гидротермальных условиях

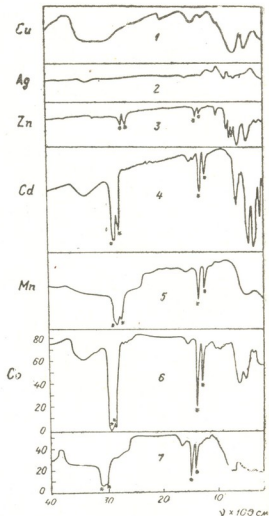


Рис. 2. ИК-спектры: 1 — $\text{Cu}(\text{AsO}_2)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, 2 — AgAsO_2 , 3 — $\text{Zn}(\text{AsO}_2)_2$, 4 — $\text{Cd}(\text{AsO}_2)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, 5 — $\text{Mn}(\text{AsO}_2)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$, 6 — $\text{Co}(\text{AsO}_2)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, 7 — $\text{Ni}(\text{AsO}_2)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

тельных частот As_2O_3 и арсенитов следует, что в структуре последних также присутствуют пирамидальные группы AsO_3 , связанные между собой в слои, или замкнутые циклические группировки $(\text{AsO}_2^-)_n$ с тройной координацией мышьяка (III) атомами кислорода. Присутствие катионов щелочных элементов заметным образом не сказывается на динамике колебаний анионной мышьяк-кислородной подрешетки.

Примерами ИК-спектров арсенитов двухвалентных металлов могут служить исследованные нами ИК-спектры арсенитов кадмия, никеля, кобальта, меди, серебра, цинка, марганца (рис. 2). Из рассмотрения общего вида их ИК-спектров и анализа положения и интенсивности полос поглощения можно заключить, что ИК-спектры этих соединений чрезвычайно близки ИК-спектру LiAsO_2 . В случае водных сое-

динений дополнительно наблюдаются частоты колебаний молекулярной воды: валентных колебаний $\nu=3420\text{ см}^{-1}$ и деформационных колебаний $\delta=1640\text{ см}^{-2}$. Входящая в состав соединений вода, по всей вероятности, не является конституционной, так как колебательный спектр мышьяк-кислородной подрешетки остается таким же, как и в случае безводных арсенитов.

Таким образом, структурные заключения, сделанные по ИК-спектрам арсенитов щелочных металлов, можно без оговорок распространить на арсениты изученных двухвалентных металлов.

Несколько большие изменения в положении полос поглощения наблюдаются в ИК-спектрах арсенитов редкоземельных элементов: $\text{Ln}(\text{AsO}_2)_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$, хотя положение самой высокочастотной интенсивной полосы, например в ИК-спектре $\text{Lu}(\text{AsO}_2)_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ при 800 см^{-1} , остается таким же, как и в ИК-спектре As_2O_3 (рис. 3). Наиболее заметные изменения имеют место для полос в области $4570\text{—}700\text{ см}^{-1}$.

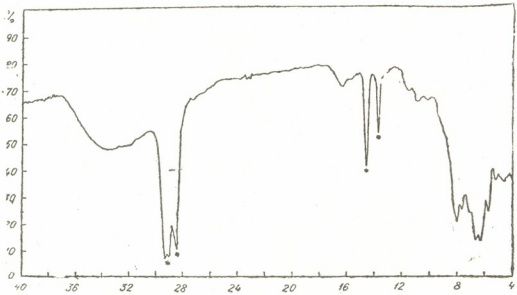


Рис. 3. ИК-спектр $\text{LuAsO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$

Однако в целом из факта неизменности интервала частот, в первую очередь валентных колебаний As—O, можно заключить, что в структуре арсенитов РЗЭ также существуют сочлененные пирамидальные группы AsO_3 . Возможной причиной наблюдаемого изменения частот может служить взаимодействие РЗЭ-кислород, которое в определенной степени носит ковалентный характер и поэтому сказывается на динамике и кинематике мышьяк-кислородных колебаний, что, в свою очередь, отражается на поглощении ряда полос в ИК-спектрах.

Академия наук Грузинской ССР
Институт неорганической химии
и электрохимии

(Поступило 25.6.1982)

ზოგადი და აპორგანული ქიმია

ბ. გუბაშაძე

ბარდამავალ ლითონთა მეტაარსენიტების იწ-სპექტრები

რეზიუმე

შესწავლილია გარდამავალ მეტალთა მეტაარსენიტების იწ-სპექტრები $400\text{—}4000\text{ სმ}^{-1}$ უბანში.

პირველად გაანალიზებულია ტუტე მეტალთა (MAsO_2), მეტაარსენიტების იწ-სპექტრები. დადგენილია რომ ნაერთები შეიცავენ არა იზოლირებულ AsO_2



ონს, არამედ პირამიდულ ჯგუფებს (AsO_3)_n, რომლებიც დაკავშირებული არიან ერთმანეთთან ფენებად, ან ჩაკეტილ ციკლურ ჯგუფებად ქანგბადის ატომების მეშვეობით.

ნაჩვენებია, რომ გარდამავალ მეტალთა მეტაარსენიტების იწ-სპექტრები ანალოგიურია ტუტე მეტალთა მეტაარსენიტების იწ-სპექტრებისა, ხოლო იმ შემთხვევაში, როდესაც ნაერთები შეიცავენ წყალს, დამატებით შეიმჩნევა მოლეკულური წყლის ვალენტური და დეფორმაციული რხევის უბნები.

დადგენილია, რომ ნაერთებში შემავალი წყალი არ არის კონსტიტუციური.

GENERAL AND INORGANIC CHEMISTRY

N. I. GUBELADZE

INFRARED SPECTRA OF THE METAARSENITES OF TRANSIENT METALS

Summary

The IR spectra of the metaarsenites of transient metals have been investigated in the 400—4000 cm^{-1} range. The IR spectra of the metaarsenites of alkaline (Li, Na, K) metals were analyzed for the first time. These compounds do not include an isolated AsO_3^- ion but contain pyramidal groups $(\text{AsO}_3^-)_n$ which are connected with each other either as layers or as closed cyclic groups by means of oxygen atoms by triple coordination of As (III). The IR spectra of the metaarsenites of transient metals are shown to be analogous to the spectra of the metaarsenites of alkaline metals. In the case of aqueous compounds, valence and deformation vibration bands of the water molecules are also observable. It is concluded that in these compounds water is not constitutional since the arsenic oxygen vibrational spectra are the same as those of nonaqueous metaarsenites.

ლიტერატურა. — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. F. Beutly, L. Smithson, A. Rozet. Infrared Spectra and Characteristic Frequencies of Inorganic Ions. Intersci. Publ., 1968.
2. R. Nyquist, R. Kagel. Infrared Spectra of Inorganic Compounds. Acad. Press 1971.
3. C. Sourisseu, R. Mercier. Spectres de vibration et calcul des champs de force des molecules P_4O_6 , As_4O_6 et Sb_4O_6 . Spectrol. Acta, 34 A, 173-178 (1978).

Л. М. ХАНАНАШВИЛИ (член-корреспондент АН ГССР), Ц. В. КАКУЛИЯ,
Ю. Н. НОВИКОВ, М. Е. ВОЛЬПИН (член-корреспондент АН СССР)

ПОЛИМЕРИЗАЦИЯ 1,3,5-ТРИМЕТИЛ-1,3,5-ТРИФЕНИЛЦИКЛО- ТРИСИЛОКСАНА В ПРИСУТСТВИИ СЛОИСТЫХ СОЕДИНЕНИЙ ГРАФИТА СО ЩЕЛОЧНЫМИ МЕТАЛЛАМИ

Среди разнообразных катализаторов полимеризации органоцикло-
силоксанов наибольшее распространение получили анионные катали-
заторы. Это связано с их высокой активностью, удобством работы с
ними и почти полным отсутствием при их использовании побочных ре-
акций, таких как отщепление органических групп от атома кремния.
Однако эти катализаторы, переходя в полимер, снижают их термо-
стабильность.

В последнее время проводятся исследования полимеризации ор-
ганоциклосилоксанов на гетерогенных катализаторах. Легкость отде-
ления таких катализаторов от полимеров могла бы приводить к полу-
чению термостабильных полиорганосилоксанов, не содержащих ак-
тивных концевых групп.

Ранее мы сообщали о полимеризации $[\text{Me}_2\text{SiO}]_3$, $[\text{Me}_2\text{SiO}]_4$ и
 $[(\text{CF}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Me})\text{SiO}]_3$ в присутствии гетерогенных анионных катали-
заторов — слоистых соединений графита со щелочными металлами
(ССГ) [1—3]. В данной работе приводятся результаты исследования
полимеризации 1,3,5-триметил-1,3,5-трифенилциклотрисилоксана (A_3).

Полимеризацию A_3 проводили в блоке при 333 К в присутствии
ССГ с К состава C_8K , C_{24}K и C_{36}K , а также в присутствии ССГ с Li
состава C_6Li и C_{18}Li . Было изучено влияние времени реакции, соста-
ва и концентрации катализатора на выход полимера и его молекуляр-
ную массу.

Было найдено, что в присутствии ССГ с К реакция начинается
через 1—3 мин и уже через 10—15 мин образуется эластомер. Вы-
ход полимера (таблица) через 30 мин достигает равновесного значе-
ния и практически не меняется в течение последующих 4 часов. Со-
став катализатора (C_6K , C_{24}K , C_{36}K) и мольное соотношение $A_3/\text{кат.}$ не
сказываются существенно на конечной выходе полимера, и во всех
случаях он соответствует равновесному. Молекулярная масса полиме-
ров через 2 часа при одинаковом мольном соотношении $A_3/\text{кат.}$ мало
зависит от состава катализатора. Однако она сильно меняется от
времени, проходя через максимум, который соответствует времени по-
лимеризации ~ 2 часа. Экстремальный характер зависимости моле-
кулярной массы от времени при постоянстве конверсии свидетель-
ствует о том, что при полимеризации происходит также расщепление
Si—O-связи в макромолекуле. Увеличение молекулярной массы во
времени может протекать через равновесную реакцию полимериза-
ции-деполимеризации либо, если полимер представляет собой макро-
циклическую систему, за счет сдвигания, страивания и т. д. макро-
циклов. Найденные зависимости указывают на существенное различие в
механизме действия ССГ с К и типичных нуклеофильных катализа-
торов. Одна из возможных причин такого различия может заключать-

ся в гетерогенной природе ССГ с К, когда полимеризация происходит на поверхности катализатора или между углеродными сетками графита. В этом случае щелочной металл может не переходить в объем полимера.

Для выяснения вопроса, переходит ли калий из катализатора в полимер, проверяли стабильность этих полимеров при кипячении их разбавленных растворов в толуоле, поскольку известно [4], что в таких условиях полиорганосилоксаны с активными концевыми группами полностью деполимеризуются. С этой целью две навески полимера растворяли в сухом толуоле с таким расчетом, чтобы получить 2—5% растворы. Один раствор дезактивировали триметилхлорсиланом, отфильтровывали от катализатора, полимер осаждали метанолом и сушили (дезактивированный полимер). Второй раствор отфильтровывали от катализатора, кипятили 2 часа (для проверки его стабильности), также осаждали метанолом и сушили (недезактивированный полимер). Как видно из таблицы, выходы и молекулярные массы дезактивированных и недезактивированных полимеров мало отличаются. Эти данные показывают, что калий либо не входит в полимерную цепь, либо присутствует в столь незначительном количестве, что не оказывает влияния на свойства полимеров.

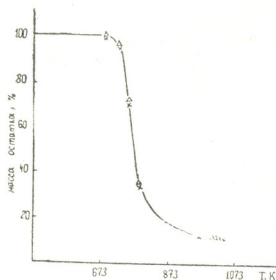


Рис. 1. Зависимость потери массы от температуры для полиметилфенилсилоксанов, полученных в присутствии C_8K (Δ—дезактивированный полимер; ×—недезактивированный полимер)

На это же указывают данные термогравиметрического анализа (ТГА) полученных полимеров. Как видно из рисунка, кривые ТГА дезактивированных и недезактивированных полиметилфенилсилоксанов практически совпадают и при 723 К потери массы составляют около 5%.

Таким образом, все полученные данные показывают, что при полимеризации A_3 в присутствии ССГ с К калий практически не переходит из ССГ в полимер. Это говорит о том, что полимеризация протекает не в объеме мономера, а на твердом слое соединении графита и процесс, таким образом, является гетерогенным.

Важным является вопрос о строении макромолекул полученных полимеров. Учитывая природу катализатора, тщательность сушки и очистки мономеров и то, что реакция проводилась в сухом и чистом аргоне, можно полагать, что в реакционной системе практически отсутствовали блокирующие и обрывающие цепь примеси. В таком случае все имеющиеся данные позволяют сделать предположение о циклическом строении макромолекул. Действительно, только в этом слу-

чае полимер может не содержать калия, не деполимеризоваться при кипячении в растворе толуола и вести себя в условиях ТГА так же, как линейный полимер с блокированными концевыми группами.

Нами была также проверена активность ССГ с Li в полимеризации A_3 . Оказалось, что C_6Li не катализирует полимеризацию A_3 в блоке при повышении температуры от 333 до 433 К в течение 12 часов. Нагрев при 433 К в течение 3 часов приводит к образованию полимера, который показался сшитым и не растворялся в толуоле. Полимеризация A_3 в присутствии C_6Li в бензоле при 295 и 353 К также не приводит к образованию полимера, и только в ТГФ удалось осуществить реакцию с образованием низкомолекулярного продукта.

Условия синтеза, выходы, характеристические вязкости и молекулярные массы полиметилфенилсилоксанов (A_3 —10 г, 333 К)

Катализатор	Соотн. A_3 /кат., моль/моль	Время реакции, час	Выход полимера, %		$[\eta]^*$		$\bar{M} \cdot 10^{-5**}$	
			дезакт.	недезакт.	дезакт.	недезакт.	дезакт.	недезакт.
C_6K	33,1	2	69,3	70,6	4,30	4,26	14,56	14,39
	55,2	2	72,2	74,6	3,35	3,25	10,57	10,17
	110,3	2	70,6	70,8	3,58	3,59	11,52	11,55
	220,2	2	74,0	73,8	4,05	3,98	13,49	13,19
	110,3	0,5	73,0	74,0	3,04	3,04	9,34	9,34
	110,3	1	74,0	72,0	3,30	3,25	10,37	10,17
	110,3	4	75,5	75,0	2,24	2,18	6,31	6,10
	53,4	2	74,0	73,0	3,60	3,55	11,60	11,39
	114,5	2	72,6	73,0	2,50	2,45	7,26	7,08
	267,3	2	71,2	72,4	3,45	3,50	10,98	11,19
$C_{24}K$	535,2	2	73,0	74,5	3,20	3,30	9,97	10,37
	100,2	0,5	75,0	74,0	3,20	3,10	9,97	9,58
	100,2	1	72,0	72,0	2,70	2,65	8,02	7,83
	100,2	4	72,5	72,5	2,85	2,75	8,60	8,21
	57,7	2	72,5	73,0	2,60	2,55	7,64	7,45
	115,5	2	72,0	70,0	3,95	4,00	13,06	13,27
$C_{36}K$	192,5	2	72,0	71,0	3,12	3,12	9,65	9,65
	462,5	2	70,5	69,0	2,50	2,50	7,26	7,26
	288,7	0,5	73,4	72,2	2,50	2,45	7,26	7,08
	288,7	1	72,0	69,0	3,20	3,15	9,97	9,77
	288,7	2	73,4	73,6	3,70	3,60	12,01	11,60
	288,7	4	67,8	69,7	2,45	2,40	7,08	6,90

* Определяли в толуоле при 298 К.

** Рассчитывали по формуле $[\eta] = 0,67 \cdot 10^{-4} \cdot M^{0,78}$ [5].

Можно полагать, что активность ССГ с К и неактивность ССГ с Li в полимеризации A_3 связаны с различной величиной отрицательного заряда на углеродных сетках графита в этих ССГ.

Таким образом, ССГ с К являются активными гетерогенными анионными катализаторами полимеризации A_3 , в присутствии которых образуется термостабильный полимер, не содержащий калия.

Тбилисский государственный университет

Академия наук СССР

Институт элементоорганических соединений
 им. А. Н. Несмеянова

ლ. ხანანაშვილი (საქართველოს სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი),
 ც. კაკულია, ი. ნოვიკოვი, მ. ვოლპინი (სსრკ მეცნ. აკადემიის წევრ-
 კორესპონდენტი)

1,3,5-ტრიმეთილ-1,3,5-ტრიფენილციკლოტრისილოქსანის
 პოლიმერიზაცია ტუტე მებალეზთან გრაფიტის ფენოვანი
 ნაერთების თანდასწრებით

რეზიუმე

შესწავლილია 1,3,5-ტრიმეთილ-1,3,5-ტრიფენილციკლოტრისილოქსანის
 პოლიმერიზაცია კალიუმთან გრაფიტის ფენოვანი ნაერთების და ლითიუმთან
 გრაფიტის ფენოვანი ნაერთების თანდასწრებით. ნაჩვენებია, რომ რეაქცია
 თავისი ხასიათით პეტეროგენულია. მიღებული პოლიმეთილფენილციკლოქსა-
 ნები ხასიათდებიან მაღალი თერმომდგრადობით.

ORGANIC CHEMISTRY

L. M. KHANANASHVILI, Ts. V. KAKULIA, Yu. N. NOVIKOV, M. Ye. VOL'PIN

POLYMERISATION OF 1,3,5-TRIMETHYL-1,3,5-TRIPHENYLCYCLO-
 TRISILOXANES IN THE PRESENCE OF GRAPHITE LAMELLAR
 COMPOUNDS WITH ALKALINE METALS

Summary

Lamellar compounds of graphite with alkaline metals are shown to be
 active heterogeneous catalysts for anionic polymerisation of 1,3,5-trimethyl-
 1,3,5-triphenylcyclotrisiloxane. The synthesized polymers are thermally highly
 stable compounds.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Ю. Н. Новиков, Ц. В. Какулия, Л. М. Хананашвили, В. М. Копы-
 лов, М. Е. Вольпин. ДАН СССР, 245, № 4, 1979, 848.
2. Ц. В. Какулия, Л. М. Хананашвили, Л. С. Днепровская, Ю. Н.
 Новиков, М. Е. Вольпин. Высокомолек. соед., 22А, № 8, 1980, 1690.
3. Ц. В. Какулия, Л. М. Хананашвили, Ю. Н. Новиков, М. Е. Воль-
 пин. Изв. АН ГССР, сер. хим., 8, № 2, 1982, 151.
4. В. П. Милешкевич, Ю. А. Южелевский. Свойства кислородсодержащих
 соединений кремния. М., 1974, 9.
5. К. А. Андрианов, С. А. Павлова, И. И. Твердохлебова, Н. В. Пер-
 цова, В. А. Темниковский. Высокомолек. соед., 14А, № 8, 1972, 1816.

В. Д. ЭРИСТАВИ, Г. П. ЧИЧУА

ВЛИЯНИЕ СКОРОСТИ ПОТОКА ХРОМАТОГРАФИРУЕМОГО РАСТВОРА НА ДИНАМИКУ СОРБЦИИ МЕДИ (II) НА АНИОНИТАХ В C_2O_4 -ФОРМЕ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. Г. Андроникашвили 17.12.1981)

С целью установления оптимальных режимов сорбции меди (II) на анионитах, модифицированных оксалат-ионами, а также выявления закономерностей этого процесса методом фронтального анализа исследовали динамику сорбции меди на анионитах АВ-16, АВ-17 и ЭДЭ-10 в C_2O_4 -форме при разных условиях эксперимента (высота слоя сорбента, кислотность и концентрация) [1, 2].

В данном сообщении приводятся результаты исследования скорости потока хроматографируемого раствора на процесс сорбции.

Методика эксперимента заключалась в следующем: через сорбционные колонки (диаметр 1,6 см; высота слоя сорбента 5; 10 или 15 см), заполненные анионитами в C_2O_4 -форме, с постоянной скоростью фильтрации (1; 5 или мл/мин) пропускали раствор сульфата меди с рН 2,5 и концентрацией 0,2 мг Cu^{2+} /мл. Выходные кривые колонок строили по данным содержания меди во фракциях элюата (10 мл). Определение меди проводили на ААС марки С-302.

Параллельно измеряли (визуально) координаты окрашенных зон комплексобразовательной хроматограммы для разных времен до момента появления на выходе колонки раствора исходной концентрации меди.

Результаты экспериментов приведены на рис. 1 и 2, на которых в качестве примера приводятся данные, полученные на анионите АВ-17 в C_2O_4 -форме.

Для оценки результатов исследования по экспериментальным данным аналогично [2] рассчитывали скорости движения передовых и тыловых границ зон хроматограмм. Полученные значения сравнивали с теоретическими, которые определяли по уравнениям [3]:

$$V_T = W + (U - W) \frac{C_0}{C_0 + q_0}, \quad (1)$$

$$W_T = \frac{U}{1 + m_0/a_0}, \quad (2)$$

где V_T , W_T — теоретические скорости движения передовой и тыловой границ хроматограммы; u — линейная скорость фильтрации хроматографируемого раствора; C_0 , a_0 — концентрация медьсодержащего раст-

вора и раствора кислоты на входе в колонку; q_0 , m_0 — емкость сорбента по меди и кислоте; C_0 — концентрация меди в растворе в зоне R_2 — $[\text{Cu}(\text{C}_2\text{O}_4)_2]$. ($C_0 \geq C_0$ за счет вытеснения (десорбции) оксалатного комплекса меди $[\text{Cu}(\text{C}_2\text{O}_4)_2]^{2-}$ кислотой [2]).

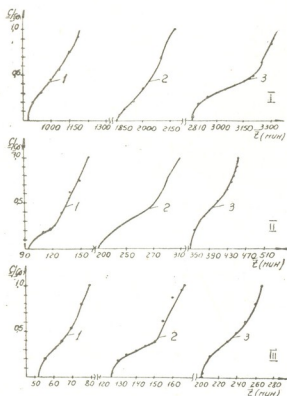


Рис. 1. Выходные кривые сорбции меди на анионите АВ-17 в C_2O_4 -форме при разных скоростях потока хроматографируемого раствора: I — $V=1$ мл/мин; II — $V=5$ мл/мин; III — $V=10$ мл/мин; 1 — $h=5$ см; 2 — $h=10$ см; 3 — $h=15$ см

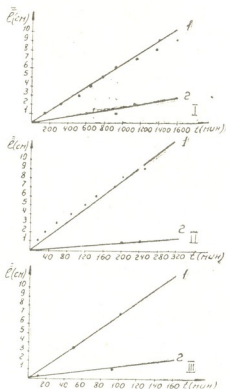


Рис. 2. Зависимость координаты передней (1) и тыловой (2) границ зон хроматограммы сорбции меди на анионите АВ-17 в C_2O_4 -форме при различных скоростях фильтрации хроматографируемого раствора: I — $V=0.1$ мл/мин; II — $V=5$ мл/мин; III — $V=10$ мл/мин

Величины m_0 , q_0 и C_0 определяли экспериментально. Результаты расчетов и их исходные данные приведены в табл. 1, где параллельно приводятся значения этих величин, определенные из опыта (V_n , W_n) при визуальных наблюдениях, а также V_s — скорости движения стационарного участка фронта сорбции, установленные методом фронтального анализа [2].

Как видно из табл. 1, результаты теоретических расчетов и расчетов, проведенных на основании экспериментальных данных, обладают хорошей сходимостью. Аналогичные результаты получены и для случаев сорбции меди на оксалатных формах анионитов АВ-16 и ЭДЭ-10.

Это свидетельствует о том, что перемещение стационарного участка передней и тыловой границ зоны хроматограмм происходит по закону, близкому к теоретическому [3].

Количественной характеристикой размывания служит длина фронта растворенного вещества [4]. Если C_0 — исходная концентрация раствора, подаваемого в колонку, $C_{n.in}$ — точность количественного

анализа, то распределение вещества в среде в фиксированный момент времени можно характеризовать величиной λ_t :

$$\lambda_t = T'' - T', \quad (3)$$

где λ_t — длина фронта; T'' и T' — времена, соответствующие появлению на выходе колонки концентрации C_{\min} и $C_0 - C_{\min}$ соответственно.

В табл. 2 приведены рассчитанные по выходным кривым сорбции меди (рис. 1) λ_t , причем за величину C_{\min} условно взято значение $C_{\min} = 0,1 C/C_0$.

Таблица 1

Сводные данные для расчета скорости движения передового (V) и тылового (W) фронта движения хроматограммы меди на анионите АВ-17 и их значения

Параметры	Скорость фильтрации хроматографируемого раствора (U), см/мин		
	U = 1,85	U = 9,3	U = 18,5
a'_0 , г/см ³	0,000084	0,000084	0,000084
m'_0 , г/см ³	0,156	0,156	0,156
α	0,27	0,27	0,27
q'_0 , г/см ³	0,028	0,018	0,021
C_0 , г/см ³	0,000054	0,000054	0,000054
C_{\max} , г/см ³	0,00023	0,00011	0,000073
W_T , см/мин	0,001	0,005	0,01
W_B , см/мин	0,001	0,0042	0,011
V_T , см/мин	0,0044	0,033	0,056
V_B , см/мин	0,0058	0,035	0,068
V_3 , см/мин	0,0046	0,039	0,06

В соответствии с теоретическими представлениями о динамике сорбции [4] длина фронта выходной кривой обратно пропорциональна скорости потока хроматографируемого раствора.

Таблица 2

Размывание фронта выходных кривых сорбции меди на анионитах в C_2O_4 -форме при различных скоростях фильтрации хроматографируемого раствора (высота слоя сорбента 10 см)

Марка анионита	Значение λ_t при различных скоростях фильтрации хроматографируемого раствора		
	V = 1 мл/мин	V = 5 мл/мин	V = 10 мл/мин
АВ-16	375	82	43
АВ-17	265	80	35
ЭДЭ-10	560	82	60

Анализ данных табл. 2 показывает, что с увеличением скорости потока (V) длина фронта выходной кривой (λ_t) уменьшается.

Более сложная зависимость (см. табл. 2) связана, очевидно, с тем, что стационарный фронт для исследуемых систем не устанавли-

ვათაა во всем интервале концентрации. Данные табл. 2 хорошо согласуются с результатами кинетических исследований [5] и указывают, что размывание фронта выходной кривой определяется равновесными и гидродинамическими факторами и не зависит от скорости внешней и внутренней диффузии.

Тбилисское научно-
 производственное объединение
 «Аналитприбор»

Грузинский политехнический институт
 им. В. И. Ленина

(Поступило 25.12.1981)

ფიზიკური ქიმია

3. პრისტავი, გ. ჩიჩუა

ქრომატოგრაფიული ხსნარის ნაკადის სიჩქარის გავლენა სპილენძის
 (II) სორბციის დინამიკაზე C_2O_4 -ფორმის ანიონიტებზე

რეზიუმე

ფრონტალური მეთოდით შესწავლილია სპილენძის (II) კომპლექსურ-
 მომქმნელი სორბციის დინამიკა მყავე ხსნარებიდან C_2O_4 -ფორმის ანიონიტებზე
 АВ-16, АВ-17 და ЭДЭ-10 სორბენტის სხვადასხვა სიმაღლისა და ქრომატო-
 გრაფიული ხსნარის სხვადასხვა სიჩქარის დროს.

დადგენილია, რომ ქრომატოგრაფის ზონის წინა და უკანა ზღვრების მო-
 ძრაობის სიჩქარეები ახლოა თეორიულთან.

PHYSICAL CHEMISTRY

V. D. ERISTAVI, G. P. CHICHUA

EFFECT OF CHROMATOGRAPHED SOLUTION FLOW RATE ON THE DYNAMICS OF COPPER (II) SORPTION ON ANIONITES IN C_2O_4 -FORM

Summary

The dynamics of complexing sorption of copper (II) from acid solutions
 on АВ-16, АВ-17 and ЭДЭ-10 anionites in C_2O_4 -form at various heights
 of sorbent layer and filtration rate of the chromatographed solution was stud-
 ied by the method of frontal analysis. The motion rates of the front and
 rear boundaries of the chromatogram zones were found to be close to the
 theoretical values. Front length dependence of the output curve on the flow
 rate was analyzed. A more complex dependence than predicted by theory was
 ascertained, being related to equilibrium and hydrodynamic factors affecting
 the sorption front blurring.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. Д. Эристави, Г. П. Чичуа, Д. Н. Бахия. Тез. докл. IV Закавказ. конф. по адсорбции и хроматографии. Тбилиси, 1980, 36.
2. В. Д. Эристави, Г. П. Чичуа. Сообщения АН ГССР, 107, № 2, 1982, 317.
3. В. Д. Эристави, В. С. Голубев, Азза Азиз Мухамед, Н. А. Куцива. ЖФХ, № 54, 1980, 1304.
4. В. В. Рачинский. Введение в общую теорию динамики сорбции и хроматографии. М., 1964.
5. В. Д. Эристави, Г. П. Чичуа, Д. Н. Бахия. Сообщения АН ГССР, 104, № 2, 1981, 353.

М. И. МАМАРДАШВИЛИ

РАДИОЛИЗ РАСТВОРОВ ТИОСОЕДИНЕНИЙ МЫШЬЯКА (III)

(Представлено академиком Р. И. Агладзе 30.9.1981)

Радиолизу ионов арсенита посвящено достаточно большое число сообщений, в которых показано, что стабильными продуктами их превращений являются арсенат-ионы [1, 2]. Однако в литературе не имеется данных по радиационно-химическому превращению тио- и оксотиоарсенит ионов, представляющих большой научный и практический интерес, что и послужило предпосылкой для настоящего исследования.

Образцы щелочных растворов тио- и оксотиоарсенитов натрия облучались на установке К-60000 мощностью дозы $0,64 \cdot 10^{15}$ эв/мл·сек. Облучение проводилось в различных условиях в широких пределах поглощенной энергии, мощности дозы и концентрации.

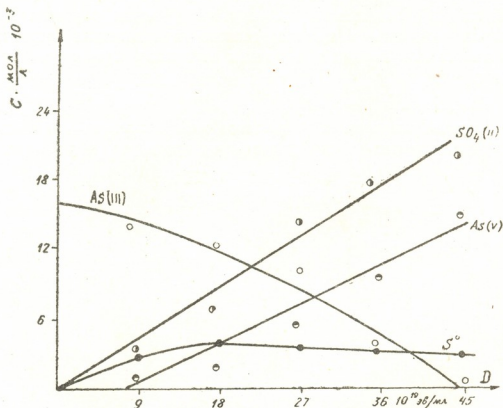


Рис. 1. Радиационно-химическое превращение в системе $As_2S_3 - NaOH - H_2O$ (кислородная среда, pH 8)

Ионы арсенита определялись броматометрическим, арсенат-ионы и элементарная сера — спектрофотометрическим, а сульфат-ионы — комплексометрическими методами.

Согласно полученным данным, во всех случаях имеет место окисление ионов мышьяка (III), причем в щелочных аэрированных растворах тио- и оксотиоарсенитов начальный радиационно-химический выход образования арсенат-ионов $G[As(V)] = 0,26$ ионов/100 эв, в

среде кислорода он увеличивается до 1,2 и 2,7 при pH 8 и 12 соответственно (рис. 1, 2). В среде гелия радиационно-химический выход образования арсенат-ионов для тио- и оксотиоарсенитных растворов $G[\text{As(V)}] = 0,03$ и $0,5$ ионов/100 эв при pH 8 и 12.

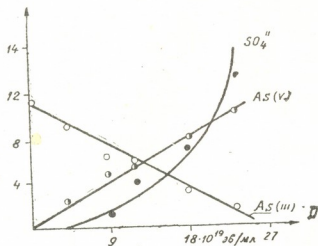
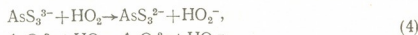
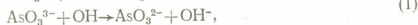
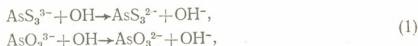


Рис. 2. Радиационно-химическое превращение системы $\text{As}_2\text{S}_3 - \text{NaOH} - \text{H}_2\text{O}$ (кислородная среда, pH 12)

Проведено исследование промежуточных частиц, образующихся в растворах тио-, оксо- и оксотиоарсенитов при действии одиночного электронного импульса, и обнаружены следующие промежуточные частицы: O_2^- , O^- , As(II) , As(IV) . Методом ЭПР зарегистрированы $\dot{\text{S}}^-$ и OH -радикалы [3—5].

На основе полученных результатов можно считать, что радиационное окисление тио- и оксотиоарсенитов протекает по реакциям



Применяя метод стационарных концентраций, можно составить следующие уравнения для определения выхода превращения тио- и оксотиоарсенит-ионов:

$$\frac{d[\text{As(III)}]}{dt} \frac{100 \text{ N}}{\text{J}} = K_1 [\text{As(III)}][\text{OH}^-] + K_4 [\text{As(III)}][\text{HO}_2^-] + K_5 [\text{As(III)}]\text{O}_2 - K_6 [\text{As(II)}][\text{As(IV)}] - K_7 [\text{As(IV)}]^2,$$

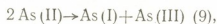
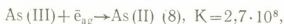
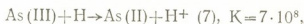
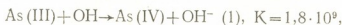
$$G[-As(III)] = 1/2 G_{OHJ} + 1/2 G_{\bar{e}_{ag}J} + G_{HJ},$$

$$G[-As(III)] = G[As(V)] = 3,1 \text{ ионов/100 эв.}$$

Вычисленные значения выхода превращения арсенит-ионов и образования арсенат-ионов согласуются с экспериментальными данными:

$$G[-As(III)] = G[As(V)] \approx 2,7 \text{ ионов/100 эв.}$$

В среде гелия при pH 8 в растворах оксоарсенитов наблюдается образование арсенат-ионов и металлического мышьяка, по-видимому, в результате следующих реакций:



Применяя метод стационарных концентраций, можно записать уравнения

$$\frac{d[As(III)]}{dt} \frac{100 N}{J} = K_1 [As(III)] [OH] + K_7 [As(III)] [H] +$$

$$+ K_8 [As(III)] [\bar{e}_{ag}] - K_6 [As(IV)]^2 - K_9 [As(II)]^2,$$

$$G[-As(III)] = 1/2 G_{OHJ} + 1/3 G_{HJ} + 1/3 G_{\bar{e}_{ag}J},$$

$$G-[As(III)] = 2,5 \text{ ионов/100 эв.}$$

Экспериментальное значение выхода образования арсенат-ионов и металлического мышьяка равно

$$G[As(V)] + G[As^0] = 1,56 + 0,86 = 2,42 \text{ ионов/100 эв,}$$

что соответствует превращению арсенит-ионов $G[-As(III)] = 2,36$ ионов/100 эв.

Таким образом, путем направленного ведения радиолиза можно осуществить окисление арсенит-ионов в арсенат-ионы либо их восстановление до металлического мышьяка.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт неорганической
 химии и электрохимии

(Поступило 8.10.1981)

ფიზიკური ქიმია

ვ. მამარლაშვილი

ღარიშხანის (III) თიოზაბორბის ხსნართა რადიოლიზი

რ ე ს ი უ მ ე

შესწავლილია თიო-, ოქსო- და ოქსოთიოარსენიტების ტუტე ხსნარების რადიაციულ-ქიმიური გარდაქმნა და დადგენილია არსენატ-იონების და მეტალური ღარიშხანის წარმოქმნა. არსენიტ-იონების გარდაქმნის გამოსავალი,

გამოთვლილი სტაციონარული კონცენტრაციების მეთოდით, შეადგენს
 GEAs(III)=3,1 და 2,3 იონი/100 ევ შესაბამისად ჟანგბადის და ჰელიუმის
 არეში, რაც კარგ თანხვედრაშია ექსპერიმენტულად მიღებულ შედეგებთან.

PHYSICAL CHEMISTRY

M. I. MAMARDASHVILI

RADIOLYSIS OF ARSENIC THIOCOMPOUND SOLUTIONS

Summary

Radiation-chemical transformations of thio-, oxo- and oxothioarsenites in alkaline solutions has been studied and the formation of arsenate ions and metallic arsenic has been established. The transformation yield of arsenic ions, calculated by the steady state method, equals $G[-As(III)]=3,1$ and 2,3 ions/100 ev respectively in oxygen and helium atmospheres, which agrees well with experimental data.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. M. D'aniels. J. Phys. Chem., 66, № 8, 1962, 1475—1477.
2. V. G. Dedgaonkar, G. T. Mahajan. J. Radiochim. Acta, 25, № 1, 1978, 49—52.
3. J. C. Muller, C. Ferradini, J. Pucheault. Int. J. Radiat. Phys. Chem. № 7, 1975, 643—650.
4. Т. А. Фрунзе, В. Н. Шубин. ДАН СССР, 201, № 5, 1971.
5. М. И. Мамардашвили, И. Г. Бахтаде, Ц. М. Басиладзе. Тез. докл. симпозиума по радиационной химии. Тбилиси, 1978.

Е. М. БЕНАШВИЛИ, О. С. БАИДОШВИЛИ

КАТАЛИТИЧЕСКИЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ ТРИМЕТИЛБЕНЗОЛОВ НА ВОДОРОДНОДЕКАТИОНИРОВАННОЙ ФОРМЕ МОРДЕНИТСОДЕРЖАЩЕГО ТУФА

(Представлено академиком Л. Д. Меликадзе 18.6.1982)

В работе [1] были исследованы каталитические свойства модифицированного клиноптилолитсодержащего туфа в реакциях превращения мезитилена и псевдокумола. Показано, что в основном протекает реакция взаимной изомеризации этих углеводородов, а реакция диспропорционирования метильных групп с образованием тетраметилбензолов не происходит.

Каталитические превращения алкилбензолов в присутствии природных цеолитов мало изучены. Природный морденитсодержащий туф в водородной форме использован в качестве катализатора трансалкилирования толуола [2] в моно- и диалкилбензолы в условиях высокого давления водорода.

В работах [3, 4] исследованы кинетика изомеризации мета-ксилола на H-клиноптилолите и реакция изомеризации орто-, мета- и пара-ксилолов на водородной форме клиноптилолита и морденита при температуре 200—400° и давлении водорода 5—60 атм.

В отличие от работ [3, 4], изомеризацию орто-, мета- и пара-ксилолов мы осуществили в отсутствие водорода и высокого давления с применением модифицированных соляной кислотой клиноптилолит- и морденитсодержащих туфов [5, 6].

Реакция каталитического дегидрирования этилбензола в стирол изучена в работе [7] с использованием природных и модифицированных различными катионами и оксидами клиноптилолит- и морденитсодержащих туфов месторождения ГССР.

Что же касается изомерных превращений мезитилена и псевдокумола на природных цеолитах, имеется работа [1], а на синтетических аморфных и кристаллических алюмосиликатах — цеолитах типа X, Y, Z SM-4 и морденита — работы [8—10]. В этих работах процесс изомеризации проведен в присутствии бензола или ксилолов и под давлением водорода.

Целью настоящего исследования являлось изучение реакции изомеризации мезитилена и псевдокумола с использованием водородно-декатированной формы морденитсодержащего туфа, в проточном реакторе при атмосферном давлении и в отсутствие водорода, как описано в работе [1].

В качестве катализатора был использован морденитсодержащий туф (МТ) месторождения Болнис (Грузинская ССР). Он содержал около 50% кристаллической фазы; кроме морденита, в породе присутствовали обломки олигоклаза, кварца и в незначительных количествах монтмориллонит, магнетит и селадонит.

Ниже приводим результаты химического анализа МТ в дегидрированной форме, масс. %: SiO₂—77,31; Al₂O₃—10,11; TiO₂—0,22; Fe₂O₃—4,21; FeO—0,42; MgO—0,96; CaO—3,67; Na₂O—1,75; K₂O—1,35. По своему катионному составу болнисский морденит мож-

по отнести к форме, обогащенной катионами кальция. МТ обрабатывали соляной кислотой, как и в случае природного клиноптилолита [1]. Опыты проводили при температуре 500—600°, объемной скорости 0,2—0,6 час⁻¹ и соотношении углеводород-катализатор 1:3.

Результаты эксперимента представлены в табл. 1, 2.

Таблица 1

Превращение мезитилена в зависимости от объемной скорости и температуры на водородно-декатинированной форме морденитсодержащего туфа

Температура, °С	Объемная скорость, час ⁻¹	Выход жидкого катализата, масс. %	Состав катализата, масс. %					Конверсия, масс. %	Выход псевдокумола на исходное сырье, масс. %	Выход о-, м-, п-ксилолов на исходное сырье, масс. %	Селективность по псевдокумолу, масс. %
			Толуол	о-, м-, п-Ксилолы	Мезитилен	Псевдокумол	Геммелитол				
500	0,2	96,0	—	4,8	61,6	30,6	3,0	40,9	29,4	4,6	71,9
	0,4	96,1	—	4,0	63,6	29,9	2,6	39,0	28,7	3,8	73,6
	0,6	97,5	—	2,6	70,7	25,4	1,3	31,1	24,8	2,5	79,7
550	0,2	92,2	—	7,2	46,8	42,5	3,5	56,9	39,2	6,6	68,9
	0,4	93,0	—	4,7	51,9	38,3	5,1	51,7	35,6	4,4	68,9
	0,6	94,2	—	5,8	57,0	35,0	2,2	46,3	33,0	5,5	71,3
600	0,2	90,0	1,2	9,2	37,2	46,9	5,5	66,5	42,2	8,3	63,5
	0,4	90,2	0,5	9,2	39,0	45,2	6,1	64,8	40,8	8,3	63,0
	0,6	92,0	0,4	7,7	40,9	44,5	6,5	62,4	40,9	7,1	65,6

Таблица 2

Превращение псевдокумола в зависимости от объемной скорости и температуры на водородно-декатинированной форме морденитсодержащего туфа

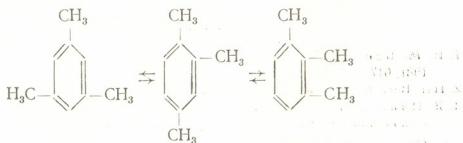
Температура, °С	Объемная скорость, час ⁻¹	Выход жидкого катализата, масс. %	Состав катализата, масс. %					Конверсия, масс. %	Выход мезитилена на исходное сырье, масс. %	Выход о-, м-, п-ксилолов на исходное сырье, масс. %	Селективность, масс. %
			Толуол	о-, м-, п-Ксилолы	Мезитилен	Псевдокумол	Геммелитол				
500	0,2	91,9	0,5	9,8	17,0	65,2	7,5	40,1	15,6	9,0	39,0
	0,4	93,0	0,3	9,1	14,9	67,8	8,2	37,0	13,9	8,5	37,5
	0,6	94,1	0,6	9,2	14,0	69,5	6,7	34,6	13,2	8,7	38,1
550	0,2	89,6	1,1	9,0	20,4	60,0	9,5	46,2	18,3	8,1	39,6
	0,4	89,8	1,6	9,1	17,1	62,8	9,4	43,6	15,4	8,2	35,3
	0,6	90,5	0,9	8,4	16,6	65,8	8,3	40,5	15,0	7,6	37,1
600	0,2	85,0	1,1	15,9	21,7	52,9	8,4	55,0	18,5	13,5	33,5
	0,4	85,8	1,0	12,8	20,8	57,2	8,2	50,9	17,9	11,0	35,2
	0,6	87,2	1,0	11,3	18,8	59,4	9,5	48,2	16,4	9,9	34,0

Из полученных данных видно, что изомеризация мезитилена и псевдокумола протекает в основном без осложнения побочными реакциями диспропорционирования метильных групп, а реакция dealкилирования в толуол и орто-, мета- и пара-ксилолы происходит в незначительной степени.

Мезитилен, в отличие от псевдокумола, в аналогичных условиях опытов подвергается более высокой конверсии при высокой селективности. Так, сравнение результатов, полученных в оптимальных условиях опытов (550° и $0,2 \text{ час}^{-1}$), показало, что при изомеризации мезитилена выход псевдокумола составляет $39,2\%$ и селективность $\sim 69\%$, тогда как из псевдокумола образуется $18,3\%$ мезитилена при селективности $\sim 40\%$ (см. табл. 1, 2). В продуктах изомеризации гемимеллитол содержится в небольших количествах — $5-13\%$ (относительных) при изомеризации мезитилена и $28-35,5\%$ при изомеризации псевдокумола.

С повышением температуры при одной и той же объемной скорости растет конверсия и уменьшается селективность. Изменение объемной скорости в пределах $0,2-0,6 \text{ час}^{-1}$ при постоянной температуре ведет к уменьшению выхода продуктов изомеризации.

В заключение можно отметить, что каталитическая изомеризация мезитилена и псевдокумола на водородно-декатинированной форме морденитсодержащего туфа, как на катализаторе кислотного типа, протекает по карбонийионному механизму по схеме



Мезитилен превращается в гемимеллитол через промежуточное образование псевдокумола путем внутримолекулярных ступенчатых 1, 2 сдвигов метильных групп, чем, по-видимому, и объясняется самое низкое содержание гемимеллитола в продуктах изомеризации.

Академия наук Грузинской ССР

Институт физической
и органической химии
им. П. Г. Меликишвили

(Поступило 18.6.1982)

ფიზიკური ქიმია

ა. ბანაშვილი, ო. ბაილოშვილი

ტრიმეთილბენზოლების კატალიზური ბარლაქმეზი
 მორდენიტზემცველი ტუფის წყალბადურ-დეკატინირებული ფორმის
 ფორმის თანდასწრებით

რეზიუმე

ნაჩვენებია, რომ მეზითილენის და ფსევდოკუმოლის იზომერიზების რეაქცია მორდენიტზემცველი ტუფის წყალბადურ-დეკატინირებული ფორმის თანდასწრებით ($500-600^{\circ}\text{C}$ და $0,2-0,6 \text{ სთ}^{-1}$) მიმდინარეობს ძირითადად აღნიშნული ნახშირწყალბადების იზომერიზების მიმართულებით. მეზითილენის ფსევდოკუმოლში იზომერიზების რეაქცია ხასიათდება მაღალი კონვერსიით და სელექტიურობით.

E. M. BENASHVILI, O. S. BAIDOSHVILI

CATALYTIC TRANSFORMATION OF TRIMETHYLBENZENES
OVER HYDROGEN-DECATIONATED MORDENITE-CONTAINING
TUFFS

Summary

The isomerization reaction of mesitylene and pseudocumene over hydrogen-decated mordenite-containing tuffs ($500\text{--}600^\circ$, $0.2\text{--}0.6\text{ hr}^{-1}$) was found to proceed mainly via isomerization of the cited hydrocarbons, whereas the reaction of methyl group disproportionation with the formation of tetramethylbenzene does not occur. The isomerization reaction of mesitylene to pseudocumene is characterized by high conversion and selectivity.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. E. M. Бенашвили, О. С. Баидошвили. Сообщения АН ГССР, 104, № 3, 1981, 617.
2. Пат. Великобритании № 1254462, Кл. С. IА, 1971 г.
3. Я. Папц, Д. Калло, Г. Шай. Всесоюзная конференция по механизму гетерогенно-каталитических реакций. Препринты докладов. М., 1974, 41—50.
4. J. Papp, E. Miklosy, E. Czara. Acta Phys. Chem., Szeged, 24, № 1—2, 1978, 251.
5. E. M. Бенашвили, О. С. Баидошвили. Сообщения АН ГССР, 101, № 2, 1981, 349.
6. E. M. Бенашвили, О. С. Баидошвили. Положительное решение о выдаче авторского свидетельства по заявке № 2757424/04, 1980.
7. E. M. Бенашвили, О. С. Баидошвили. Изв. АН ГССР, сер. хим., № 4, 1981, 311.
8. А. В. Топчиев, Г. М. Мамедалиев и др. Нефтехимия, 1, № 6, 1966, 774.
9. Ю. И. Козорезов, А. П. Русаков, А. И. Кулешова. А. с. СССР, № 2903033, 1971.
10. G. T. Buress. Пат. США № 3637880, 1972.

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

А. Ш. КАНДЕЛАКИ

К ВОПРОСУ ДЕМЕТАЛЛИЗАЦИИ РЕАКТИВНОГО ТОПЛИВА
 НА МАРГАНЦЕВОМ КАТАЛИЗАТОРЕ

(Представлено академиком Л. Д. Меликадзе 24.1.1982)

Ранее нами была изучена возможность деметаллизации сырья крекинга и риформинга на марганцевом катализаторе [1—3]. Данная работа является продолжением исследований по изучению каталитической деметаллизации реактивного топлива на том же катализаторе. Как известно, для обеспечения надежной работы газовой турбины в топливе реактивных двигателей должно быть минимальное содержание золы (особенно ванадия), которая вызывает усиленную механическую коррозию лопаток турбины [4], а также забивку замков лопаток, следствием чего является поломка их.

Для исследования бралась прямогонная фракция (200—325°C) смеси нефтей Грузии, физико-химические свойства которой приведены ниже:

Плотность ρ_4^{20}	0,845
Фракционный состав, °C	
10%	218
50%	238
90%	279
98%	306
Кислотность, мг КОН	
на 100 мл топлива	2,17
$\gamma_{\text{сст}}^{20}$	1,435
Температура вспышки, определяемая в закрытом тигле, °C	35
Температура начала кристаллизации, °C	59
Высота некопящего пламени, мм	28
Содержание серы, % вес.	0,023
Содержание микроэлементов, % вес.	
— ванадия	$0,15 \cdot 10^{-4}$
— никеля	$0,05 \cdot 10^{-4}$
— железа	$0,04 \cdot 10^{-4}$

Исходное сырье и продукты анализировались общеизвестными методами, а содержание металлов определялось с помощью атомной адсорбционной спектроскопии [5].

Опыты проводились на лабораторной проточной установке с неподвижным слоем марганцевого катализатора. В реактор $H=150$ мм, $\Phi=20$ мм загружалось 50 мл катализатора с размером зерен 5×6 мм.

Температура в реакторе регулировалась в широком диапазоне, в частности 380—480°C. Кратность циркуляции водорода составляла 400—450 нл/л сырья. Объемная скорость подачи фракции изменялась от 0,5 до 4,5 час⁻¹.

В ходе исследований было изучено влияние температуры и продолжительности работы катализатора на глубину удаления металлов (табл. 1).

Таблица 1

Результаты деметаллизации реактивного топлива из смеси нефтей Грузии на марганцевом катализаторе

Температура, °С	Продолжительность работы катализатора, сутки	Содержание, % вес				Глубина деметаллизации, %
		V	Ni	Fe	S	
420	5	0,08·10 ⁻⁶	0,11·10 ⁻⁶	0,05·10 ⁻⁶	0,0038	99,1
	10	0,21·10 ⁻⁶	0,30·10 ⁻⁶	0,15·10 ⁻⁶	0,0046	97,2
	14	0,36·10 ⁻⁶	0,52·10 ⁻⁶	0,24·10 ⁻⁶	0,0055	95,3
	16	0,51·10 ⁻⁶	0,68·10 ⁻⁶	0,33·10 ⁻⁶	0,0059	93,7
450	17	0,18·10 ⁻⁶	0,27·10 ⁻⁶	0,11·10 ⁻⁶	0,0056	97,7
	20	0,20·10 ⁻⁶	0,31·10 ⁻⁶	0,17·10 ⁻⁶	0,0063	97,1
	24	0,34·10 ⁻⁶	0,51·10 ⁻⁶	0,23·10 ⁻⁶	0,0079	95,8
	30	0,64·10 ⁻⁶	0,93·10 ⁻⁶	0,42·10 ⁻⁶	0,0092	91,6

Условия: давление 40 ат, объемная скорость подачи фракции 1,0⁻¹, циркуляция водорода 450 нл/л сырья.

Более жесткие условия — повышение температуры до 500°C и снижение объемной скорости подачи фракции незначительно изменяли степень удаления металлов, и поэтому в наших экспериментах температура не повышалась (480°C) (рис. 1).

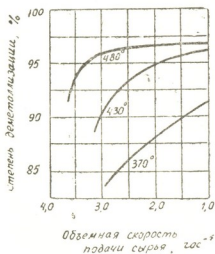


Рис. 1. Зависимость степени удаления металлов от объемной скорости подачи сырья и температуры при деметаллизации реактивного топлива

В течение 3 месяцев работы катализатора активность его оставалась удовлетворительной. Средний выход продукта достигал 94% на исходное сырье. С увеличением длительности работы до 6 месяцев активность катализатора снижалась на 20—25%. При этом содержание углерода на катализаторе не превышало 2,5% от веса катализатора.

Полученный катализатор по своим показателям вполне удовлетворял требованиям ГОСТа для реактивных топлив ТС-6.

Во время исследования слоев отработанного катализатора было обнаружено, что большая часть ванадия отлагалась в верхних слоях, в то время как никель распределялся по всему катализатору (табл. 2).

Таблица 2
Распределение ванадия и никеля по слою марганцевого катализатора

Уровень слоя катализатора, %	Ванадий, часть на млн.	Никель, часть на млн.
Верх слоя	1880	1950
5	850	1370
10	230	890
20	100	580
30	5	260
40	—	190
50	—	30
60	—	10
70	—	3
80	—	—

Как видно из табл. 2, вышеуказанный катализатор проявлял большую адсорбционную способность к никелю и ванадию.

В целом результаты экспериментов показали, что марганцевый катализатор может быть успешно использован в процессе очистки топлива для реактивных двигателей.

Кутаисский политехнический институт
им. Н. И. Мухелишвили

(Поступило 29.1.1982)

კვირთა ტექნოლოგია

ა. კანდელაკი

რეაქტიული საწვავის მარგანეცის კატალიზატორზე დემეტალიზაციის საკითხისათვის

რ ე ზ ი მ ე

სტატიაში მოცემულია საქართველოს ნავთობის ბაზაზე მიღებული რეაქტიული საწვავის მარგანეცის კატალიზატორზე დემეტალიზაციის გამოკვლევის შედეგები.

ნაჩვენებია, რომ ოპტიმალურ პირობებში დემეტალიზაციის სიღრმეა 95—97%, ხოლო პროდუქტის საშუალო გამოსავალი — აღებულ საწვავის 94%.

შესწავლილია ტემპერატურისა და კატალიზატორის მუშაობის ხანგრძლივობის გავლენა მიკროელემენტების მოცილების ხარისხზე. დადგენილია, რომ დემეტალიზაციის პროცესში ვანადიუმის დიდი ნაწილი ეფინება კონტაქტის ზედა ფენას, ხოლო ნიკელი ნაწილდება კატალიზატორის მთელ მოცულობაში.

A. Sh. KANDELAKI

CONCERNING THE REMOVAL OF METALS FROM JET
FUEL ON A MANGANESE CATALYST

Summary

The paper presents the results of a study of the removal of metals from jet fuel produced from Georgian oils on manganese catalyst. It is shown that, under optimal conditions, the extent of metal removal reaches 95—97 per cent, the average yield of product being 94 per cent of the initial raw material. The effect of temperature and duration of catalyst work on the extent of metal removal was studied. At removal of metals the bulk of vanadium was found to be deposited in the upper layers of the contact, whereas nickel is distributed along the entire catalyst.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. Ш. Канделаки, Н. Г. Бекаури, Способ каталитической гидроочистки прямогонных бензинов. Авт. свид. СССР № 447055 по заявке 1829495/23, 1972 г.
2. А. Ш. Канделаки, Н. Г. Бекаури. Нефтепереработка и нефтехимия, № 4, 1976.
3. А. Ш. Канделаки, В. А. Брегвадзе. Материалы докладов XVIII научной конференции профессорско-преподавательского состава вузов Закавказья. Ереван, 1975.
4. Л. Д. Меликадзе, К. Г. Годердзишвили, Дж. И. Зульфугарлы, К вопросу изучения микроэлементов нефтей Грузии. Тбилиси, 1976.
5. М. Новак, Г. Шебор, О. Вайссер, В. Шешулка. Труды Пражского химико-технологического института. Прага, 1977.



УДК 624.042.7

СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА

И. Ю. МЕГРЕЛИШВИЛИ

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕРОЯТНОСТЕЙ СОПРОТИВЛЯЕМОСТИ
КОМПЛЕКСА СТАЦИОННЫХ ЗДАНИЙ СЕЙСМИЧЕСКИМ
ВОЗДЕЙСТВИЯМ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Ш. Г. Напетваридзе 29.7.1981)

Здания железнодорожной станции являются элементами служб железной дороги, согласованная и четкая работа которых обеспечивает бесперебойную эксплуатацию станции. Необходимость нормальной работы станции особенно возрастает в период ликвидации разрушительных последствий землетрясения, так как в этот период железная дорога играет исключительно важную роль для связи и перевозок грузов.

Обозначим начальную величину пропускной способности станции через $N(0)$. Землетрясение определенной интенсивности нарушает нормальную эксплуатацию станции в связи с повреждениями станционных зданий, сооружений и пути. Пусть N — пропускная способность станции после землетрясения, а $P(t)$ — вероятность безотказной работы станции за время t — надежность станции.

Вероятность выхода станции из строя за время t будет

$$V(t) = 1 - P(t).$$

Тогда

$$N(t) = N(0) - \Delta N(t), \quad (1)$$

где $\Delta N(t)$ — величина снижения пропускной способности станции, которая равна

$$\Delta N(t) = N(0) \cdot V(t) \quad (2)$$

или

$$\Delta N(t) = N(0) \cdot [1 - P(t)]. \quad (3)$$

Подставляя значения $\Delta N(t)$ по (3) в (1) получаем

$$N(t) = N(0) \cdot P(t). \quad (4)$$

Считая интенсивность землетрясения случайной величиной, мы поставили задачу оценить надежность комплекса станционных зданий. Нормативные значения параметра потока отказов — средние повторяемости землетрясений интенсивностью $J=7, 8$ и 9 баллов соответственно равны [1] $\lambda_j = 0,01; 0,001$ и $0,0001 \frac{1}{\text{год}}$.

Сопrotивляемость (степень сейсмостойкости), определяемая в сейсмических баллах, считается детерминированной величиной и численно равна интенсивности землетрясения, при которой возникает степень повреждения, вызывающая отказ здания. Принимается также,



что интенсивность землетрясения как случайная величина распределена по экспоненциальному закону [2]

$$P_J(t) = \exp\{-\lambda_J t\}. \quad (5)$$

$P_J(t)$ — вероятность того, что за время t не произойдет землетрясения интенсивностью J баллов. Вероятность возникновения землетрясения интенсивностью J за промежутки времени t

$$V_J(t) = 1 - \exp\{-\lambda_J t\}. \quad (6)$$

В [3] приведены четыре степени повреждения и их краткая характеристика, а также установлена связь между интенсивностью землетрясения и количеством зданий в процентах, получивших повреждения данной степени из общего числа обследованных зданий данного типа. Пользуясь этой таблицей, мы решили обратную задачу: зная интенсивность землетрясения в баллах, и, задавшись числом зданий, получивших повреждения данной степени — «многие», т. е. до 50%, установили зависимость между интенсивностями землетрясений и степенями повреждений.

Вероятность возникновения землетрясения зависит от его интенсивности. Степень повреждения зданий также зависит от интенсивности землетрясения. Следовательно, можно установить связь между степенью повреждения здания и вероятностью возникновения землетрясения той или иной интенсивности.

Обозначим через ($i=1, 2, 3, \text{ и } 4$) принятую по шкале [3] степень повреждения здания, которая вызвана землетрясением интенсивностью J . Процедура оценки надежности данного типа здания состоит в следующем. Устанавливается степень повреждения, при которой наступает отказ. Пусть отказу соответствует i -я степень повреждения, возникающая при балле сейсмичности J_i , который одновременно является и показателем сейсмостойкости здания. Ясно, что землетрясения интенсивностью менее J_i не вызовут отказ. Отказ возникает только при землетрясении, интенсивностью равной или более J_i . Считая последствия землетрясений различной интенсивности статистически независимыми событиями, показатель надежности k -го здания по i -й степени повреждения, вызывающей отказ, будет

$$P_{ik} = \prod_{J=J_{ik}}^{J=J_{\max}} P_J(t), \quad (7)$$

где $P_J(t)$ берется по формуле (5).

В качестве объекта реализации предложенной методики рассмотрена одна из станций, построенная в районе сейсмичностью 6 баллов. Станция рассмотрена как сложная система в смысле надежности, состоящая из отдельных подсистем — служб железнодорожного хозяйства. Последние также рассматриваются как сложные системы, которые состоят из отдельных элементов — станционных зданий.

В первом приближении предполагалось, что все элементы служб и сами службы соединены последовательно. В этом случае вероятность безотказной работы служб будет иметь вид

$$P_c(t) = \prod_{k=1}^n P_{ik}(t), \quad (8)$$

где $P_{ik}(t)$ берется по (7), а n — число зданий.

Показатели надежности трех служб — путевого хозяйства, грузовой и энергетической вычислены также в предположении реальных последовательно-параллельных соединений, составляющих их элементов по формулам, приведенным в [4].

Показатель надежности комплекса станционных зданий

$$P(t) = \prod_{c=1}^m P_c(t), \quad (10)$$

где m — число служб в комплексе, вычислен в предположении, что: а) сейсмостойкость зданий повышена на 1 балл; б) сейсмостойкость зданий повышена на 2 балла; в) в связи с низким качеством строительства сейсмостойкость зданий понижена на 1 балл.

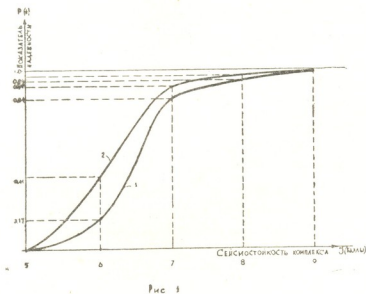


Рис. 1. 1 — последовательное соединение элементов; 2 — параллельное соединение элементов грузовой, энергетического и путевого хозяйства

По результатам расчета нами были построены кривые распределения вероятностей сопротивляемости комплекса станционных зданий сейсмическим воздействиям (рис. 1). Эти кривые показывают существенное различие показателей надежности комплекса при степени сейсмостойкости 6 и 7 баллов для случаев последовательного соединения всех элементов и реальных технологических связей между ними.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт строительной механики
 и сейсмостойкости
 им. К. С. Завриева

(Поступило 31.7.1981)



ი. მიგრელიშვილი

რკინიგზის სადგურის შენობათა კომპლექსის სეისმური
ზემოძვებისადმი წინააღმდეგობის ალბათობის განაწილება

რეზიუმე

შემოთავაზებულია რკინიგზის სადგურის შენობების კომპლექსის წინააღმდეგობის რიცხობრივი შეფასების მეთოდი, დამყარებული ალბათობის თეორიაზე. ეს მეთოდი გამოყენებულია 7—8-ბალიან რაიონში განლაგებული კომპლექსის საიმედოობის მაჩვენებლის განსაზღვრისათვის. აგებულია საიმედოობის მაჩვენებლის ცვლილების გრაფიკი.

STRUCTURAL MECHANICS

I. I. MEGRELISHVILI

THE DISTRIBUTION OF THE RESISTANCE PROBABILITIES OF A
COMPLEX OF RAILWAY STATION BUILDINGS TO SEISMIC
INFLUENCES

Summary

A method is proposed for the numerical estimation of the probabilities of resistance of a complex of railway station buildings to seismic impacts. The method has been used in determining the reliability index of a railway station situated in an area of 7 to 8 magnitude seismicity. Graphs are constructed of the change of the reliability index of the station complex depending on the degree of seismic resistance of the buildings.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Сейсмическое районирование территории СССР. М., 1980.
2. Л. В. Канторович, Г. М. Молчан, Е. В. Вилькович, В. И. Кейлис-Борок. Сб «Алгоритмы, интерпретации сейсмических данных». Вычисл. сейсм., вып. 5. М., 1971.
3. Сейсмическая шкала и методы измерения сейсмической интенсивности. М., 1975.
4. Т. А. Голинкевич. Прикладная теория надежности. М., 1977.

О. Г. СУЛАБЕРИДЗЕ

К ВОПРОСУ НОРМИРОВАНИЯ АЭРОДИНАМИЧЕСКИХ
 КОЭФФИЦИЕНТОВ ДЛЯ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ПОКРЫТИЙ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Ш. Г. Напетваридзе 14.9.1981)

Все многообразие форм поверхностей пространственных покрытий зданий и сооружений, таких как оболочки, вантовые и мембранные системы, пневматические конструкции, сводится, как известно, к поверхностям нулевой ($K=0$), положительной ($K>0$) и отрицательной

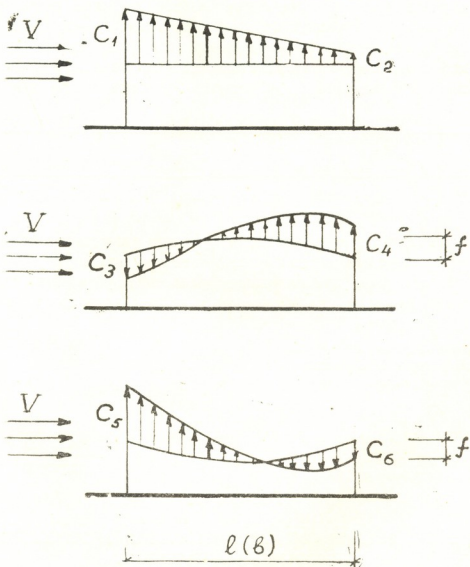


Рис. 1

ной ($K<0$) гауссовой кривизны. При этом образующими этих поверхностей в общем случае являются соответственно: а) прямая и кривая; б) однозначные кривые и в) разнозначные кривые.

На основании большого числа экспериментальных данных по продувке моделей сооружений с пространственными покрытиями нами получены эпюры распределения аэродинамических коэффициентов C вдоль образующих поверхностей этих покрытий [1—3].

Анализ этих эпюр позволил обнаружить определенные закономерности в характере распределения величин коэффициентов C по главным образующим в зависимости от их очертания и направления воздушного потока, в общем виде представленные на рис. 1.

Численные значения коэффициентов C_1 — C_6 в основном зависят от таких геометрических параметров сооружений, как пологость покрытия (f/l), форма плана и соотношение его сторон (b/l), сечение и форма контурных элементов, профиль стенового ограждения, положение в пространстве срединной поверхности покрытия.

Однако, как показали эксперименты, все эти факторы в значительной степени влияют на величины аэродинамических коэффициентов лишь в приконтурной зоне покрытий, где согласно СНиП II—6—74 должно учитываться местное отрицательное давление ветра, распределенное по ширине, равной $0,1 l$, при значении $C = -2,0$ [4].

На остальной части площади поверхности покрытий влияние краевого эффекта может быть принято пренебрежимо малым и численные значения коэффициентов C_1 — C_6 можно рекомендовать по данным таблицы.

C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6
-1,2	0	0,8	-0,6	-1,5	0,3

Учитывая, что в нормативных документах отсутствуют данные для определения аэродинамических коэффициентов для пространственных покрытий, в первом приближении определение расчетных значений ветровых нагрузок на них предлагается вести с использованием полученных результатов.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт строительной механики
 и сейсмостойкости

(Поступило 18.9.1981)

საგუბერნიოლო მუშაობა

ო. სულაბერიძე

სივრცითი გადახურვების ამროდინამიკური კოეფიციენტების
 ნორმირების საკითხისათვის

რეზიუმე

სტატიაში მოცემულია სივრცითი გადახურვების ქარის დატვირთვაზე სანგარიშო აეროდინამიკური კოეფიციენტების დასადგენი ემპირიული მნიშვნელობები, მიღებული სივრცითი გადახურვების მოდელის აეროდინამიკურ

მიღში ექსპერიმენტული გამოკვლევების შედეგად. აგებულია აეროდინამიკური კოეფიციენტების განზოგადებული ეპიურები და მოცემულია ამ კოეფიციენტების რიცხვობრივი მნიშვნელობების ცხრილი.

STRUCTURAL MECHANICS

O. G. SULABERIDZE

TOWARDS RATING THE AERODYNAMIC COEFFICIENTS
FOR SPATIAL COVERINGS

Summary

Empiric equations are proposed for specifying the aerodynamic coefficients necessary for the determination of the character and value of the design wind load on spatial coverings.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. O. G. Сулаберидзе, Ю. К. Мелашвили, О. Ш. Тусишвили, Т. П. Жоржоладзе. Сб. «Строительная механика пространственных конструкций». Тбилиси, 1975.
2. O. G. Сулаберидзе, Т. П. Жоржоладзе, Э. Н. Данелия. Сб. «Строительная механика пространственных конструкций». Тбилиси, 1977.
3. O. G. Сулаберидзе. Сб. «Нелинейные задачи строительной механики». Киев, 1978.
4. Строительные нормы и правила. СНиП 11—6—74. Нагрузки и воздействия. М., 1976.

С. К. АЛИЕВ

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ПРОЧНОСТИ И ДЕФОРМИРОВАНИЯ ЛЁССОВЫХ ПРОСАДОЧНЫХ ГРУНТОВ В УСЛОВИЯХ СЛОЖНОГО НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Ш. Г. Напетваридзе 18.9.1981)

Для исследования прочности и деформируемости лёссовых просадочных грунтов в условиях пространственного напряжения состояния нами проведена серия опытов в специально созданной на кафедре механики грунтов, оснований и фундаментов АЗИСИ экспериментальной установке. Эта установка имеет большие возможности испытания образцов грунтов в виде полых цилиндров.

В этом приборе грунт подвергается равномерно распределенным внутренним и внешним давлениям, а по направлению вертикальной оси симметрии — сжимающему давлению. Полый цилиндр конечной высоты под действием указанных давлений испытывается в условиях пространственного напряженного состояния.

Испытания проводились по следующей схеме.

Образец из лёссового просадочного грунта в виде полого цилиндра помещался в прибор и создавались постоянные, но разные по величине давления жидкости (снаружи σ_2 и внутри σ_3) на образец. Для получения кривой зависимости просадочности от продольного давления при данных условиях загрузки производилось увлажнение образцов грунта до полного водонасыщения при различных значениях сжимающего уплотняющего давления σ_1 ($\sigma_1 = 0,10; 0,15; 0,20; 0,25; 0,30$ МПа). После этого осевое давление увеличивалось ступенями до наступления момента разрушения образца. При этом после каждой ступени нагрузки ожидалась стабилизация деформации и фиксировались ее значения. Превращения ступеней нагрузки составляли 0,025 МПа.

Следует отметить, что в ходе испытаний в связи с протеканием объемных деформаций образца изменялись величины внешних (σ_2) и внутренних (σ_3) давлений. При помощи специально установленных ртутных манометров производилось точное измерение изменения внешних ($\Delta\sigma_2$) и внутренних ($\Delta\sigma_3$) давлений и вычислялись значения соответствующих им объемных деформаций образца.

По вышеизложенной схеме проведено 6 серий опытов. В каждой серии опытов испытано по 5 образцов лёссового просадочного грунта. Во всех сериях опытов внешнее боковое давление оставалось постоянным ($\sigma_2 = 0,1$ МПа), а внутреннее давление σ_3 для каждой серии опытов имело разные значения ($\sigma_3 = 0,05; 0,10; 0,15; 0,20; 0,25; 0,30$ МПа), отличающиеся друг от друга.

По результатам указанных опытов установлено влияние условий замачивания на величину разрушающей продольного давления. Выяснилось, что если увлажнение образца грунта производилось при относительно больших значениях продольного давления, то величина разрушающего продольного давления уменьшалась. Однако во всех опытах для данного случая загрузки величины продольных деформаций образцов грунта, соответствующие моменту разрушения, стреми-



лись к постоянному значению. С увеличением значения внутреннего давления σ_3 при постоянном значении внешнего давления σ_2 соответственно увеличивались продольные деформации и образцы грунта разрушались при меньших значениях продольного давления σ_1 , но величины продольных деформаций, соответствующие моменту разрушения, получались меньше.

На основании полученных результатов построена кривая зависимости относительной просадочности от продольного давления в различных условиях загрузки (рис. 1).

Для сравнения исследовались целые цилиндрические образцы в осесимметричных условиях загрузки ($\sigma_2 = \sigma_3 = 0,1$ МПа) и в условиях компрессии по методу одной кривой. По результатам этих исследований также построена кривая зависимости просадочности от продольного давления (рис. 1).

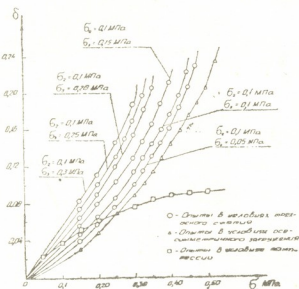


Рис. 1

Установлено, что при всех значениях продольного давления в условиях осесимметричного нагружения просадочность грунта была меньше, чем в условиях трехосного сжатия: А просадочность грунта в условиях компрессии до определенного значения уплотняющего давления получилась больше, а затем становилась меньше, чем в других условиях загрузки.

Для установления зависимости между инвариантами характеристиками напряженного состояния и отвечающими им деформациями по результатам указанных исследований вычислены инварианты тензора напряжений по известным формулам [1]

$$\begin{aligned} I_1 &= \sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3, \\ I_2 &= \sigma_1 \cdot \sigma_2 + \sigma_2 \cdot \sigma_3 + \sigma_3 \cdot \sigma_1, \\ I_3 &= \sigma_1 \cdot \sigma_2 \cdot \sigma_3. \end{aligned} \quad (1)$$

Зная величины инвариантов напряжений для данной степени нагружения, мы построили кривые зависимости относительной просадочности лессового грунта от первого (I_1), второго (I_2) и третьего (I_3) инвариантов тензора напряжений (рис. 2, а, б, в). Как видно из графиков рис. 2, а, во всех случаях загрузки значения первого (линейного) инварианта I_1 тензора напряжений, соответствующие моменту разрушения, стремились к постоянному значению ($I_1 = 0,695 - 0,71$ МПа). А с увеличением внутреннего давления σ_3 значения второ-

го (I_2) и третьего (I_3) инвариантов напряжений, соответствующие моменту разрушения, увеличивались.

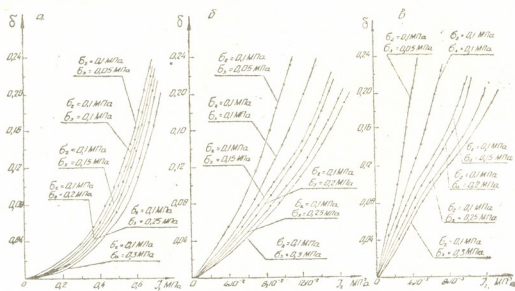


Рис. 2

Для установления закономерности деформирования лёссовых просадочных грунтов в условиях сложного напряженного состояния, вычислены интенсивности касательных напряжений τ_i и интенсивности деформаций γ_i по формулам [2]

$$\tau_i = \frac{1}{\sqrt{6}} \sqrt{(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2}, \quad (2)$$

$$\gamma_i = \sqrt{\frac{2}{3}} \sqrt{(\epsilon_1 - \epsilon_2)^2 + (\epsilon_2 - \epsilon_3)^2 + (\epsilon_3 - \epsilon_1)^2},$$

где $\epsilon_1, \epsilon_2, \epsilon_3$ — компоненты линейных деформаций; $\epsilon_1 = \epsilon_2$ — осевая деформация грунта, получаемая из опыта. А другие компоненты деформаций ϵ_2 и ϵ_3 вычислены по формулам [3]

$$\epsilon_2 = \frac{3\bar{\varphi}}{4} (\sigma_2 - \sigma_3) - \frac{\epsilon_1}{2}, \quad (3)$$

$$\epsilon_3 = \frac{3\bar{\varphi}}{4} (\sigma_3 - \sigma_2) - \frac{\epsilon_1}{2},$$

где $\bar{\varphi}$ — переменная функция, определяемая по формуле [3]

$$\bar{\varphi} = \frac{2\epsilon_1}{2\sigma_1 - \sigma_2 - \sigma_3}. \quad (4)$$

По результатам этих вычислений построены кривые зависимости между интенсивностью деформаций γ_i и интенсивностью касательных напряжений τ_i (рис. 3).

Как видно из графиков рис. 3, зависимость между интенсивностью деформаций γ_i лёссовых просадочных грунтов и интенсивностью касательных напряжений τ_i описывается семейством кривых, каждая из которых соответствует различному внутреннему давлению σ_3 . Из диаграмм рис. 3 следует, что интенсивность деформации лёссового грунта зависит не только от интенсивности напряжений τ_i , но и от внутреннего давления σ_3 , с увеличением которого сопротивление грунта де-

формированию уменьшается, а величина и скорость деформации повышаются.

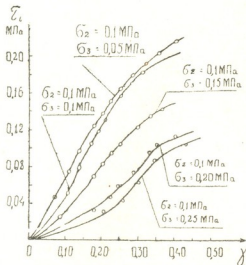


Рис. 3

Полученные закономерности деформирования лёссовых просадочных грунтов в условиях сложного напряженного состояния могут быть положены в основу расчетов лёссовых оснований зданий и сооружений.

Азербайджанский инженерно-строительный институт

(Поступило 25.9.1981)

საზოგადოებრივი ინჟინერების ინსტიტუტი

ს. ალიევი

ლიოსისებური დაჯდომადი გრუნტების სიმბაძვისა და დეფორმაციის კანონზომიერება რთული დაძაბული მდგომარეობის პირობებში

რეზიუმე

სპეციალურად შექმნილ ექსპერიმენტულ დანადგარზე დატვირთვის სხვადასხვა პირობისათვის დადგენილია გრძივი დატვირთვით გამოწვეულ ფარდობით დაჯდენადობასა და ინვარიანტულ დაძაბულობას შორის კავშირის საკითხი.

გამოვლენილია დამოკიდებულება გრძივ დამანგრეველ წნევასა და შიგა დაძაბულობას შორის. დადგენილია კავშირი დეფორმაციასა და მხები ძაბვების ინტენსივობებს შორის.

STRUCTURAL MECHANICS

S. K. ALIEV

REGULARITIES OF STABILITY AND STRAIN OF LOESS SUBSIDING SOILS IN CONDITIONS OF COMPLEX STRESS STATE

Summary

The relationship between the relative subsidence caused by longitudinal load and invariant stress has been studied for various conditions on a specially constructed experimental plant. A dependence has been established between the longitudinal destructive pressure and inner stress. A relationship was found between strain and tangential stress intensities.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Л. М. Качанов. Основы теории пластичности. М., 1969.
2. С. С. Вялов. Рекомендации по определению длительной прочности и ползучести мерзлых и оттаявших грунтов. М., 1970.
3. А. А. Мустафаев, Я. А. Эйбюбов. Основания, фундаменты и механика грунтов, № 3, 1978.

Ф. Н. ТАВАДЗЕ (академик АН ГССР), З. Ш. ОКРОСЦВАРИДЗЕ,
Л. Ф. ТАВАДЗЕ, Ц. Г. ХАРАШВИЛИ

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КРЕМНИЯ, МОЛИБДЕНА, МЕДИ И НИОБИЯ НА МЕЖКРИСТАЛЛИТНУЮ КОРРОЗИЮ СТАЛИ 03X18H20

Как известно, причиной склонности сталей и сплавов к межкристаллитной коррозии (МКК) чаще всего являются структурные изменения — выделение новых фаз, богатых хромом, карбидов и карбонитридов хрома, хромистого феррита, интерметаллических соединений и т. д. [1]. Склонность к МКК, имеющая размерность времени ($\tau_{\text{мин}}$), важна главным образом как технологическая характеристика и является функцией следующих величин: D — коэффициентов диффузии хрома и углерода, N — величины зерна, C , Cr , Ni — содержания углерода, хрома, никеля и стабилизирующих элементов [2]:

$$\tau_{\text{мин}} = f[D(C, Cr, Ni, \dots), N].$$

Следует отметить, что, кроме основных легирующих элементов (хрома, никеля и углерода), нержавеющие коррозионностойкие стали, для придания им желаемых свойств (механических, технологических и коррозионных) могут быть дополнительно легированы молибденом, кремнием, медью, алюминием, вольфрамом и другими элементами. Присутствие и количество каждого из перечисленных элементов определенным образом влияют на коэффициенты диффузии углерода и хрома, что должно привести к изменению $\tau_{\text{мин}}$, $T_{\text{кр}}$ и $T_{\text{макс}}$.

В настоящей работе исследовано влияние Si , Mo , Cu , Nb на межкристаллитную коррозию стали 03X18H20.

Стали выплавляли в 150 кг открытой индукционной печи из рафинированного карбонильного железа, металлического хрома и электролитического никеля. Каждую плавку с целью сохранения в сравниваемых сталях постоянного содержания хрома, никеля и углерода разливали в 35 кг изложницы с предварительным добавлением кремния, меди и ниобия. Слитки ковали на сутунки, а затем прокатывали на лист толщиной 3 мм. Химический состав исследуемых сталей приведен в таблице.

Склонность сплавов к МКК исследовали на образцах размером $80 \times 20 \times 3$ мм. Образцы предварительно закалывали в воде с 1100°C , затем подвергали провоцирующему отпуску в интервале температур от 500 до 900°C продолжительностью от 10 мин до 100 часов. Испытания на МКК проводили по методу ВУ (ГОСТ 6032—76). Некоторые образцы подвергали дополнительному металлографическому анализу. По результатам испытаний построены S -образные кривые склонности сталей к МКК (рис. 1, 2, 3).

Исследованием установлено, что при содержании в стали 03X18H20 около 2,95% кремния восприимчивость к МКК увеличивается (рис. 1, кривые 1, 2). $\tau_{\text{мин}}$ по сравнению со сталью 03X18H20 уменьшается в 6 раз и для легированной кремнием стали 03X18H20C3 равно ~ 50 мин. $T_{\text{макс}}$ повышается от 670 до 830°C .

Введение 2,87% молибдена и стали 03X18H20 повышает ее сопротивляемость к МКК: $\tau_{\text{мин}}$ увеличивается от 5,5 до $\sim 9,3$ часов, повышается также $T_{\text{макс}}$ (рис. 1, кривая 3).

Присутствие меди до 2,63% в стали 03X18H20 незначительно уменьшает ее склонность к МКК. По сравнению с основой увеличиваются $T_{\text{макс}}$ и $\tau_{\text{мин}}$, и для стали 03X18H20ДЗ они соответственно равны $\sim 725^\circ\text{C}$ и 4,5 часа (рис. 1, кривая 4).

Химический состав исследуемых сталей

Марочное обозначение сталей	Содержание элементов, % вес.									
	C	Mn	Si	Cr	Ni	Mo	Cu	Nb	S	P
X18H20	0,021	0,22	0,23	18,17	20,10				0,002	0,013
X18H20Б	0,022	0,24	0,25	18,21	20,11			0,25	0,002	0,012
X18H20C3	0,020	0,26	2,95	18,10	20,17				0,002	0,013
X18H20C3Б	0,028	0,24	3,21	18,21	20,00			0,28	0,002	0,015
X18H20C3ДЗ	0,022	0,21	2,90	17,92	20,05		2,50		0,001	0,013
X18H20C3ДЗБ	0,028	0,24	3,24	18,17	20,11		2,90	0,25	0,002	0,015
X18H20M3	0,020	0,24	0,25	18,09	20,23	2,87			0,001	0,013
X18H20M3Б	0,020	0,22	0,25	18,14	20,17	2,93		0,20	0,002	0,013
X18H20M3C3	0,020	0,20	2,87	18,11	20,17	2,91			0,002	0,013
X18H20C3ДЗБ	0,021	0,25	2,95	17,95	19,87	3,11		0,17	0,003	0,013
X18H20ДЗ	0,022	0,23	0,30	17,97	19,87		2,63		0,002	0,015
X18H20ДЗБ	0,022	0,25	0,54	17,90	19,95		2,78	0,25	0,002	0,014
X18H20M3ДЗ	0,021	0,29	0,39	18,00	20,34	2,75	2,51		0,002	0,013
X18H20M3ДЗБ	0,020	0,32	0,34	17,95	20,11	2,83	2,57	0,23	0,002	0,014

При комплексном легировании стали 03X18H20 кремнием и молибденом С-образная кривая смещается влево, т. е. увеличивается склонность стали к МКК (рис. 2, кривая 5); $\tau_{\text{мин}}$ значительно уменьшается и для стали 03X18H20C3M3 составляет приблизительно 1,8 часа.

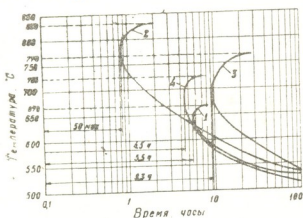


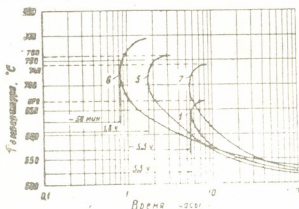
Рис. 1. Влияние кремния, молибдена и меди на сопротивляемость стали 03X18H20 к межкристаллитной коррозии: 1—03X18H20, 2—03X18H20C3, 3—03X18H20M3, 4—03X18H20ДЗ

Легирование стали 03X18H20 кремнием и медью еще больше смещает С-образную кривую влево (рис. 2, кривая 6), т. е. сильно увеличивает склонность стали к МКК.

При комплексном легировании стали 03X18H20 молибденом и медью склонность к МКК практически не меняется, повышается лишь $T_{\text{макс}}$ от 670 до 740°C (рис. 2, кривая 7).

Как видно из рис. 3, влияние ниобия на МКК исследуемых сталей неоднозначно, что, вероятно, вызвано неодинаковым соотношением в них ниобия с углеродом. Однако ниобий почти во всех сталях значительно увеличивает $\tau_{\text{МКК}}$, т. е. уменьшает их склонность к МКК.

Рис. 2. Влияние комплексного легирования кремнием, молибденом и медью на сопротивляемость стали 03X18H20 к межкристаллитной коррозии: 1—03X18H20, 5—03X18H20C3M3, 6—03X18H20C3Д3 7—03X18H20M3Д3



Сравнение кривых рис. 1, 2 и 3 показывает, что легирование ниобием сталей 03X18H20C3 (кривая 2) и 03X18H20C3Д3 (кривая 6) увеличивает $\tau_{\text{МКК}}$ от 50 мин до 4,2 часа, для стали 03X18H20M3 (кривая 3) — от 9,3 до 18 часов, для стали 03X18H20Д3 (кривая 4) — от 4,5 до 9,5 часа, а для стали 03X18H20M3Д3 (кривая 7) — от 5,5 до 8,5 часа. Исключение составляет лишь сталь 03X18H20C3CM3 (кривая 5). Легирование указанной стали ниобием практически не меняет ее склонности к МКК, $\tau_{\text{МКК}}$ Увеличивается от 1,8 до 2 часов. Это вызвано тем, что в указанной стали соотношение ниобия к углероду ≤ 8 , тогда как для обеспечения стойкости аустенитных сталей против МКК соотношение Nb/C необходимо поддерживать равным ~ 11 [3].

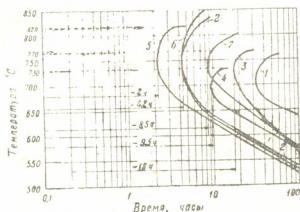


Рис. 3. Склонность к межкристаллитной коррозии стабилизированных ниобием сталей: 1—03X18H20B, 2—03X18H20C3B, 3—03X18H20M3B, 4—03X18H20Д3B, 5—03X18H20C3M3B, 6—03X18H20C3Д3B, 7—03X18H20M3Д3B

На основании результатов экспериментов можно заключить, что легирование стали 03X18H20 кремнием как отдельно, так и в комплексе с другими легирующими элементами увеличивает ее склонность к межкристаллитной коррозии, стабилизация кремнесодержащих сталей ниобием увеличивает их устойчивость МКК; легирование стали 03X18H20 молибденом повышает ее устойчивость к МКК; легирование стали 03X18H20 медью не оказывает существенного влияния на ее склонность к МКК; стабилизация исследуемых сталей ниобием (при соотношении Nb/C ≥ 10) уменьшает их склонность к МКК; ниобий практически не меняет склонности к МКК сталей, в которых соотношение Nb/C ≤ 8 .

Академия наук Грузинской ССР
Институт металлургии
им. 50-летия СССР

(Поступило 24.12.1981)

ფ. თავაძე (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი), ზ. ოკროსვარიძე,
 ლ. თავაძე, ც. ხარაშვილი

სილიციუმის, მოლიბდენის, სპილენძის და ნიობიუმის გავლენა
 03×18H20 ტიპის ფოლადში კრისტალთშორის კოროზიაზე

რეზიუმე

03×18H20 ფოლადში შესწავლილია სილიციუმის, მოლიბდენის, სპილენძის და ნიობიუმის გავლენა (ცალკე-ცალკე და კომპლექსურად) კრისტალთშორის კოროზიაზე 500—900°C ტემპერატურულ ინტერვალში 10 წუთიდან 100 საათამდე მოწვის შემდეგ. დადგენილია, რომ სილიციუმი ხელს უწყობს, ხოლო მოლიბდენი აფერხებს შესასწავლი ფოლადის კრისტალთშორისი კოროზიისადმი მიდრეკილებას. ყველა ნიობიუმის შენადნობი, რომელშიც $Nb \geq 10$, გამოირჩევა მაღალი მდგრადობით კრისტალთშორისი კოროზიის მიმართ.

METALLURGY

F. N. TAVADZE, Z. Sh. OKROSTSVARIDZE, L. F. TAVADZE,
 Ts. G. KHARASHVILI

INVESTIGATION OF THE EFFECT OF SILICON, MOLYBDENUM, COPPER AND NIOBIUM ON THE INTERCRYSTALLINE CORROSION OF 03X18H20 STEEL

Summary

The individual and combined effect of silicon, molybdenum, copper and niobium on the intercrystalline corrosion of 03X18H20 steel after provoking annealing in the range of 500-900°C temperatures in the 10 min.-100 hours period has been investigated. Alloying of the studied steels with silicon was found to increase their tendency to intercrystalline corrosion, whereas alloying with niobium decreases it.

Copper has no effect on the tendency of steels to intercrystalline corrosion. Stabilization of the studied steels with niobium (at the ratio $Nb \geq 10$) reduces their tendency to intercrystalline corrosion.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. Д. Томашов, Г. П. Чернов. Сб. «Успехи современного металловедения». М., 1973.
2. В. П. Погодин, В. Л. Богоявленский. Межкристаллитная коррозия и коррозионное растрескивание нержавеющей сталей в водных средах. М., 1970.
3. Ф. Н. Тавадзе, Л. Ф. Тавадзе. Митом, № 1, 1979.

А. Д. НОЗАДЗЕ, Л. Р. КОКРАШВИЛИ, Р. В. БЕДИНЕИШВИЛИ
 Б. Ш. КВАНЧАХАДЗЕ

ПОЛОЖЕНИЕ НЕЙТРАЛЬНОГО СЕЧЕНИЯ ПРИ БЕЗОПРАВОВОЧНОЙ ПРОКАТКЕ ТРУБ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Л. Н. Оклеем 25.6.1982)

Положение нейтрального сечения при прокатке может быть определено путем совместного решения уравнений напряжений в зонах отставания и опережения.

А. И. Целиков, А. А. Королев и другие исследователи полагают, что сечение, соответствующее максимуму эпюры нормальных напряжений, не совпадает с нейтральными сечениями. Однако различие это определяется величиной 0,5—5% и поэтому часто в расчет не принимается.

Уравнения меридиональных напряжений, полученные в работе [1], имеют вид:

в зоне отставания

$$\frac{\sigma_{\rho}}{\beta\sigma_s} = \frac{\exp\{\mu(\alpha_0 - \alpha)\} \cos \alpha_0 - \cos \alpha}{[1 + \delta_1 - (1 + a) \cos \alpha]^k}, \quad (1)$$

в зоне опережения

$$\frac{\sigma_{\rho}}{\beta\sigma_s} = \frac{\exp\{\mu\alpha\} - \cos \alpha}{[1 + \delta_1 - (1 + a) \cos \alpha]^k}, \quad (2)$$

где σ_{ρ} — меридиональное напряжение; α и α_0 — угол текущего сечения и угол захвата; σ_s — напряжение текучести при данной температуре, скорости и степени деформации; β — коэффициент, учитывающий влияние среднего главного напряжения на условие пластичности; μ — коэффициент трения на контактной поверхности деформируемого металла с инструментом; $a = \frac{s}{R_{\rho}}$ — соотношение толщины заготовки и радиуса кривизны срединной поверхности заготовки в меридиональном сечении; радиус кривизны принят как радиус вала; $\delta = \frac{r}{R_{\rho}}$ — соотношение радиуса заготовки после деформации и радиуса кривизны срединной поверхности; $k = \frac{1-a}{1+a}$ — показатель степени, принятый равным единице.

При равенстве (1) и (2) можно получить

$$\cos \alpha_0 \cdot \exp\{\mu(\alpha_0 - \alpha_n)\} = \exp\{\mu\alpha_n\} \quad \text{или} \quad \cos \alpha_0 \exp\{\mu\alpha_0\} = \exp\{2\mu\alpha_n\}.$$

После логарифмирования имеем

$$\mu\alpha_0 + \ln \cos \alpha_0 = 2\mu\alpha_n.$$

Отсюда определитель положения нейтрального сечения

$$\frac{\alpha_n}{\alpha_0} = \frac{1}{2} \left(1 + \frac{\ln \cos \alpha_0}{\mu\alpha_0} \right).$$

Второй член в скобках уравнения является отрицательной величиной и показатель положения нейтрального сечения всегда меньше 0,5. Последнее выражение можно использовать для расчета среднего удельного давления по методике, предложенной в [2].

Коэффициент трения при его больших значениях ($\mu=0,3-0,5$) мало влияет на положение нейтрального сечения. С уменьшением коэффициента трения ($\mu<0,3$) зона отставания простирается почти по всей длине очага деформации. С увеличением угла захвата нейтральное сечение перемещается в сторону выхода металла из валков.

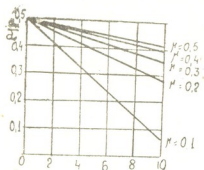


Рис. 1. Зависимость показателя положения нейтрального сечения от угла захвата при различных коэффициентах трения

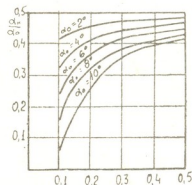


Рис. 2. Зависимость показателя положения нейтрального сечения от коэффициента трения при различных углах захвата

Результаты расчетов по изменению показателя положения нейтрального сечения в зависимости от угла захвата и коэффициента трения приведены на рис. 1, 2.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт металлургии
 им. 50-летия СССР

(Поступило 25,6.1982)

მეტალურგია

ა. ნოზაძე, ლ. კოკრაშვილი, რ. ბედინიშვილი, ბ. კვანახაძე

მიღების უსამართლო გლინვისას ნიიტრალური კვეთის
 მდებარეობა

რეზიუმე

მიღების უსამართლო გლინვისას ხახუნის კოეფიციენტზე დამოკიდებულებით გამოყვანილია ნეიტრალური კვეთის მდებარეობის განმსაზღვრელი გამოსახულება.



A. D. NOZADZE, L. R. KOKRASHVILI, R. V. BEDINEISHVILI,
B. Sh. KVANCHAKHADZE

A POSITION OF ANGLE OF NONSLIP POINT DURING
MANDRELLESS TUBE ROLLING

Summary

The formula of position of angle of nonslip point during mandrelless tube rolling has been derived. This position depends on friction coefficient and angle of bite.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. Д. Нозадзе. Труды ГПИ им. В. И. Ленина, Обработка черных металлов, 9—241, 1981.
2. А. Д. Нозадзе, Р. В. Бединишвили, Л. Р. Кокрашвили, Б. Ш. Кванчахадзе. Сообщения АН ГССР, 104, № 3, 1981.

В. А. ДЖАМАРДЖАШВИЛИ, И. Т. АЛАДЬЕВ

ДВУХГЕНЕРАТОРНЫЙ МГД-ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ НА ЖИДКИХ МЕТАЛЛАХ (МГДПЖМ) С КОМБИНИРОВАННЫМ РАЗГОННЫМ УСТРОЙСТВОМ (КРУ) ЖИДКОСТИ

(Представлено академиком В. И. Гомелаури 20.6.1981)

В работе [1] кратко рассмотрена термодинамика МГДПЖМ с КРУ жидкости при наличии в схеме одного генератора. Показано было преимущество его цикла по сравнению с аналогичным инжекторным циклом.

Дальнейшее повышение теоретического к.п.д. комбинированного цикла возможно путем использования в схеме двух генераторов. Отметим, что использование в МГД-схеме двух генераторов для уменьшения ударных потерь в инжекторе впервые было предложено в [2].

Схема МГДПЖМ с КРУ и с двумя МГД-генераторами представлена на рис. 1. К.п.д. его обратимого цикла можно представить в виде

$$(\eta_{об})_{кру} = \eta_t \cdot [(1 - x_2) + x_2 \cdot \eta_m] = \eta_t \cdot \eta_m, \quad (1)$$

где η_t — термический к.п.д.; x_2 — конечное паросодержание в цикле; η_m — коэффициент сепарации пара; η_m — массовый к.п.д., ха-

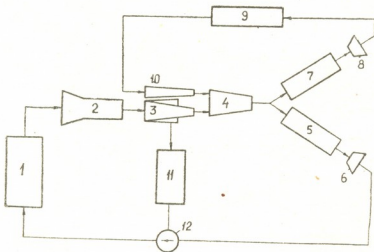


Рис. 1. Принципиальная схема двухгенераторного МГДПЖМ с КРУ жидкости: 1 — источник тепла; 2 — двухфазное сопло; 3 — сепаратор; 4 — камера смешения; 5, 7 — МГД-генератор; 6, 8 — диффузор; 9 — охладитель; 10 — жидкостное сопло; 11 — конденсатор; 12 — насос (инжекторный или электромагнитный)

актеризует потери кинетической энергии с отсепарированным паром в обратимом цикле преобразователя.

В отличие от рассматриваемого МГДПЖМ с КРУ в обратимом цикле МГДПЖМ [2] отсутствует необратимая потеря энергии, вслед-



ствие чего к.п.д. его обратимого цикла $(\eta_{00}^u)_{\text{ин}} > (\eta_{00}^u)_{\text{кру}}$ во время изменения начального паросодержания в цикле x_1 . Поэтому основные особенности этих МГД-схем могут быть установлены только путем рассмотрения соответствующих реальных циклов, и в частности, путем учета реального характера процессов протекающих в сепараторе и в камерах смешения разгонных устройств жидкости.

Опуская вывод, к.п.д. циклов МГДПЖМ с КРУ и МГДПЖМ [2] соответственно можно представить в виде

$$\eta_{\text{кру}}^u = \eta_t \cdot \eta_m \cdot \left\{ \frac{\eta_{\text{кс}} \cdot \eta_{\text{св}} + 2 \cdot u_c \cdot \omega_c \sqrt{\eta_{\text{св}} \cdot \eta_{\text{кс}}} - \omega_c^2 [u_c(1+u_c) - u_c^2 \cdot \eta_{\text{кс}}]}{(1+u_c)} \right\}, \quad (2)$$

$$\eta_{\text{ин}}^u = \eta_t \cdot \left\{ \frac{\eta_{\text{кс}} + 2u_u \cdot \omega_u \cdot \eta_{\text{кс}} - \omega_u^2 [u_u(1+u_u) - u_u^2 \cdot \eta_{\text{кс}}]}{(1+u_u)} \right\}. \quad (3)$$

В (2) и (3) $\eta_{\text{кс}}$ — к. п. д. камеры смешения; $\sqrt{\eta_{\text{св}}}$ — коэффициент скорости сепаратора; ω_c, ω_u — кинетический фактор; u_c, u_u — коэффициент инжекции.

Между коэффициентами инжекции существует следующая взаимосвязь:

$$u_c = (\eta_m^u \cdot u_u) \setminus \eta_m. \quad (4)$$

Оптимальные значения кинетического фактора определяются уравнениями:

$$\omega_c^{\text{опт}} = (\sqrt{\eta_{\text{св}}} \cdot \eta_{\text{кс}}) \setminus [1 + u_c(1 - \eta_{\text{кс}})], \quad (5)$$

$$\omega_u^{\text{опт}} = \eta_{\text{кс}} \setminus [1 + u_u(1 - \eta_{\text{кс}})]. \quad (6)$$

На рис. 2 приведены результаты расчетов к.п.д циклов в виде зависимостей $\eta_{\text{кру}}^u = f(x_1)$ и $\eta_{\text{ин}}^u = f(x_1)$, выполненных с помощью выражений

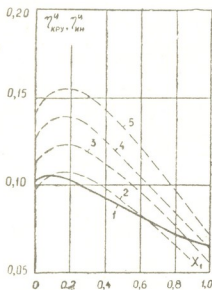


Рис. 2. Зависимость к.п.д. МГДПЖМ в реальном цикле от x_1 . 1 — $\eta_{\text{ин}}^u = f(x_1)$; 2,5 — $\eta_{\text{кру}}^u = f(x_1)$; 2 — $\eta_{\text{св}} = 0,7$; 3 — $\eta_{\text{св}} = 0,8$; 4 — $\eta_{\text{св}} = 0,9$; 5 — $\eta_{\text{св}} = 1$. $\eta_m^u = 0,01$

(2), (3) и (4) — (6). В расчетах принято, что $\eta_{\text{св}} = 0,7 \div 1,0$; а $\eta_{\text{кс}} = 0,7$. Таким значением $\eta_{\text{кс}}$ характеризуется экспериментальный инжектор [3]. Согласно рис. 2, при $\eta_{\text{св}} > 0,7$, $\eta_{\text{кру}}^u > \eta_{\text{ин}}^u$ практически во всей области изменения x_1 .

Проведенный анализ свидетельствует о перспективности МГД-цикла с КРУ жидкости.

Грузинский НИИ энергетики
и гидротехнических сооружений

(Поступило 10.7.1981)

3. ჯამარჯაშვილი, ი. ალადიევი

თხემალ ლითონზე მომუშავე ორგენერატორიანი
მაგნიტოჰიდროდინამიკური ბარდამქმნელი სითხის ამაჩქარებელი
კომბინირებული მოწყობილობით

რეზიუმე

განხილულია ორგენერატორიანი მაგნიტოჰიდროდინამიკური გარდამქმნელის თერმოდინამიკა. შედარებულია ერთმანეთთან ციკლი სითხის ამაჩქარებელი კომბინირებული მოწყობილობით და ციკლი, როდესაც სითხის ამაჩქარებელ მოწყობილობად გამოიყენება კონდენსაციური ინექტორი. ნაჩვენებია, რომ მაგნიტოჰიდროდინამიკური გარდამქმნელი სითხის ამაჩქარებელი კომბინირებული მოწყობილობით რეალურ ციკლში ხასიათდება მ. ქ. კ. შედარებით უფრო მაღალი მაჩვენებლებით.

HEAT ENGINEERING

V. A. JAMARJASHVILI, I. T. ALADYEV

TWO-GENERATOR MHD-CONVERTER ON LIQUID METALS
(MHDCLM) WITH A COMBINED SPEEDING UP MECHANISM
(CSM) OF THE LIQUID

Summary

A comparison has been made between the cycle of a two-generator MHDCLM with CSM and the cycle of a two-generator MHDCLM with injector, involving the sphere of reversible thermodynamics and taking into account the irreversible energy losses in the MHDCLM basic elements. It is shown that an MHDCLM with CSM in the real cycle is characterized by higher values of cycle efficiency.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. А. Джамарджашвили, И. Т. Аладьев. Сообщения АН ГССР, 102, № 2, 1981.
2. Э. Э. Шпильрайн и др. ТВТ, № 1, 1970.
3. Ф. М. Крантов. Автореферат канд. дисс. М., 1976.

АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ И ВЫЧИСЛИТ. ТЕХНИКА

Я. С. КРАСИКОВ

ОБ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОДНОШАГОВОГО АЛГОРИТМА ИДЕНТИФИКАЦИИ В УСЛОВИЯХ КОРРЕЛИРОВАННЫХ ВО ВРЕМЕНИ ВХОДНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ

(Представлено членом-корреспондентом Академии В. К. Чичинадзе 22.4.1982)

Для идентификации линейных объектов

$$y[k] = h^T[k] x[k] + \varphi[k], \quad (1)$$

где $y[k]$ — скалярный выход объекта; $x[k]$ — N -мерный вектор входов объекта; $h[k]$ — N -мерный вектор параметров объекта; $\varphi[k]$ — случайная помеха; k — дискретное время; « T » — знак транспонирования, часто применяют одношаговый алгоритм Качмажа [1]

$$c[k] = c[k-1] + \frac{y[k] - y^*[k]}{x^T[k] x[k]} x[k], \quad (2)$$

где $c[k]$ — оценка вектора параметров объекта; $y^*[k]$ — прогноз выхода объекта, полученный по модели

$$y^*[k] = c^T[k-1] x[k]. \quad (3)$$

Характеристики алгоритма (2) существенно зависят от вероятностных распределений входных воздействий [2] и могут быть оценены аналитически, если вектор входов представить в виде выхода дискретного линейного фильтра, образованного случайным процессом с некоррелированными составляющими $z[k]$, и положить, что компоненты $x[k]$ независимы, симметрично распределены и имеют одинаковые дисперсии. В этом случае векторы $x[k]$ и $z[k]$ связаны разностным уравнением

$$x[k] = (1 - \alpha) x[k-1] + \alpha z[k], \quad (4)$$

где α — скаляр, определяющий степень коррелированности вектора входов ($0 \leq \alpha \leq 1$). Уравнение (4) имеет решение

$$x[k] = (1 - \alpha)^k x[0] + \alpha \sum_{i=1}^k (1 - \alpha)^{k-i} z[i]. \quad (5)$$

Представив вектор $z[k]$ в виде суммы двух составляющих — математического ожидания m_x и центрированной случайной составляющей $u[i] : z[i] = m_x + u[i]$ и пожив, что $x[k]$ нормирован так, что $m_x = 0$, $\sigma_u^2 = 1$, где σ_u^2 — дисперсия координат вектора $u[i]$, для $x[k]$ получим

$$x[k] = \alpha \sum_{i=1}^k (1 - \alpha)^{k-i} u[i]. \quad (6)$$



При этом след корреляционной матрицы процесса равен

$$M \{x^T [k] x [k]\} = \alpha^2 N \frac{1 - (1 - \alpha)^{2k}}{1 - (1 - \alpha)^2}, \quad (7)$$

где M — символ математического ожидания.

При исследовании скорости сходимости векторы $h[k]$ можно принимать постоянными. Вводя вектор ошибки определения параметров $\theta[k] = c[k] - h$, перепишем алгоритм (2) в обозначениях $\theta[k]$:

$$\theta[k] = \theta[k-1] - \frac{\theta^T [k-1] x [k]}{x^T [k] x [k]}. \quad (8)$$

Возводя в квадрат обе части (8) и вычисляя математическое ожидание, получаем

$$M \{\theta^T [k] \theta [k]\} = M \{\theta^T [k-1] \theta [k-1]\} - M \left\{ \frac{(\theta^T [k-1] x [k])^2}{x^T [k] x [k]} \right\}. \quad (9)$$

Линеаризуя второе слагаемое правой части (9) относительно случайных величин — аргументов $\psi_1[k] = (\theta^T [k-1] x [k])^2$ и $\psi_2[k] = 1/x^T [k] x [k]$ на основе известного соотношения [3] и учитывая, что алгоритм (2) на каждом шаге обращает в нуль функционал $I = y[k] - c^T [k] x [k]$, нетрудно вычислить математическое ожидание квадрата длины вектора ошибки оценивания параметров в дискретное время k :

$$\rho^2 [k] = \left[1 - \frac{1}{N} \frac{1 - (1 - \alpha)^2}{1 - (1 - \alpha)^{2k}} \right] \rho^2 [k-1], \quad (10)$$

где $\rho^2 [k] = M \{\theta^T [k] \theta [k]\}$. При этом математическое ожидание квадрата ошибки оценивания выхода объекта определяется выражением

$$l^2 [k] = \alpha^2 \rho^2 [k-1]. \quad (11)$$

Для исследования установившихся ошибок прогнозирования и оценивания параметров вектор $h[k]$ можно представить разностным уравнением

$$h[k] = (1 - r) h[k-1] + r \zeta [k], \quad (12)$$

где r — скаляр, определяющий степень нестационарности объекта ($0 \leq r \leq 1$), $\zeta [k]$ — реализации вектора случайного процесса с некоррелированными составляющими, образующего случайный процесс $h[k]$. Представив вектор $\zeta [i]$ в виде $\zeta [i] = m + v [i]$, где $M \{\zeta [i]\} = m$, $M \{v [i]\} = 0$, для значений вектора параметров в дискретное время k можно получить

$$h[k] = m + r \sum_{i=1}^k (1 - r)^{k-i} v [i]. \quad (13)$$

При работе алгоритма (2) в реальном времени в дискретное время $[k+1]$ используется оценка вектора параметров $c[k]$, полученная в дискретное время k . Поэтому ошибку определения вектора параметров будем оценивать величиной $\theta[k] = c[k] - h[k+1]$.

В обозначениях $\theta[k]$ алгоритм (2) будет иметь вид

$$\theta[k] = c[k-1] - h[k+1] + \frac{h^T [k] x [k]}{x^T [k] x [k]} x [k] - \frac{c^T [k-1] x [k]}{x^T [k] x [k]} x [k]. \quad (14)$$

Обозначая $\sigma^2 = M \{v^T [i] v [i]\}$ и используя (12), (13), вычисляем установившуюся ошибку оценивания параметров объекта:

$$\rho^2[\infty] = 2r \left[1 + (1-r) \left(1 - \frac{1}{N} \right) \right] \left(1 - \frac{1}{1 + p \frac{r}{2-r}} \right), \quad (15)$$

где $\rho^2[\infty]$ определяется как отношение предела $M \{\theta^T [k] \theta [k]\}$ при $k \rightarrow \infty$ к пределу $M \{h^T [k] h [k]\}$ при $k \rightarrow \infty$, а $p = \sigma^2 / m^T m$.

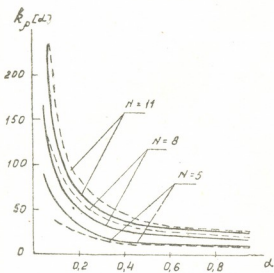


Рис. 1

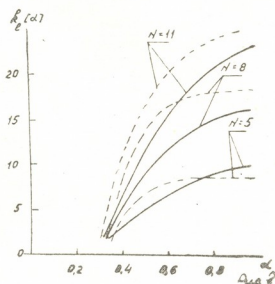


Рис. 2

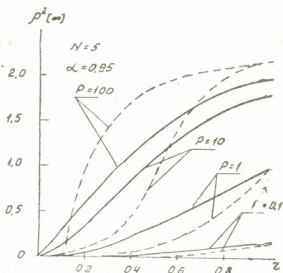


Рис. 3

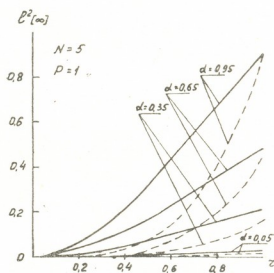


Рис. 4

Умножая (14) слева на $x^T [k+1]$, возводя полученное выражение в квадрат и вычисляя математическое ожидание, определим относительную установившуюся ошибку оценивания выхода объекта:

$$l^2[\infty] = \frac{\alpha}{2-\alpha} \rho^2[\infty], \quad (16)$$

где $l^2[\infty]$ — отношение предела $M \{(\theta^T [k] x [k+1])^2\}$ при $k \rightarrow \infty$ к пределу $M \{(h^T [k+1] x [k+1])^2\}$ при $k \rightarrow \infty$. На рис. 1 приведены зависимости дискретного времени $k_p[\alpha]$, соответствующие $\rho^2[k] = 0,1$ при заданном



$\theta^T [0] \theta [0] = 1$. На рис. 2 приведены зависимости дискретного времени $k_i [x]$, соответствующие $I^2 [k] = 0,1$ при $(\theta^T [0] x [0])^2 = 1$. На рис. 3 показана зависимость $\rho^2 [\infty]$ от r , а на рис. 4 — $I^2 [\infty]$ от r . На рис. 1 — рис. 4 кривые, выполненные сплошными линиями, определены по формулам (10), (11), (15), (16) соответственно. Кривые, выполненные пунктирными линиями, получены по результатам статистического моделирования на ЭВМ и подтверждают приемлемую точность аналитических оценок.

Всесоюзный научно-исследовательский
и проектно-конструкторский институт
аналитической техники
г. Тбилиси

(Поступило 22.4.1982)

ავტომატური მართვა და გამოთვლითი ტექნიკა

ი. კრასიკოვი

იდენტიფიკაციის ერთბიჯიანი ალგორითმის ეფექტურობის შესახებ
დროში კორელირებული შესასვლელ შემთხვევებთან
დროს

რეზიუმე

მოცემულია იდენტიფიკაციის ერთბიჯიანი ალგორითმის მახასიათებლების ანალიტიკური შეფასებები დროში კორელირებული შესასვლელების შემთხვევების დროს. შეფასებების მისაღები სიზუსტე დასტურდება ეგმ-ზე მოდელირების შედეგებით.

AUTOMATIC CONTROL AND COMPUTER ENGINEERING

Ya. S. KRASIKOV

ON THE EFFICIENCY OF A SINGLE-STEP IDENTIFICATION ALGORITHM UNDER CONDITIONS OF TIME-CORRELATED INPUT ACTIONS

Summary

Analytical evaluations are derived of the characteristics of a single-step identification algorithm under conditions of time-correlated input actions. The acceptable accuracy of the evaluations obtained is confirmed by the results of modelling with a computer.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Э. Беккенбах. Современная математика для инженеров. М., 1958.
2. Н. С. Райсман, В. М. Чадеев. Построение моделей процессов производства. М., 1975.
3. В. С. Пугачев. Теория случайных функций и ее применение к задачам автоматического управления. М., 1962.

Г. И. САГИНАДЗЕ

БИОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ДРЕВЕСНЫХ ЛИАН, ИНТРОДУЦИРОВАННЫХ В УСЛОВИЯХ ТБИЛИСИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. Ш. Нахуцишвили 24.12.1981)

Трудно наметить какие-либо практические мероприятия по интродукции и перспективности разведения растений без изучения их биоэкологических особенностей. Нами впервые проведены исследования (1970—1980 гг.) жизненных форм, ритма развития и экологии древесных лиан, интродуцированных в условиях Тбилиси.

Интродуцированные древесные лианы мы группируем следующим образом: 1) вьющиеся — *Wisteria sinensis* (Sims.) Sweet., *W. floribunda* Willd. DC., *Pueraria hirsuta* C. K. Schneid., *Periploca graeca* L., *Lonicera caprifolium* L., *L. japonica* Thunb., *L. japonica* f. *aureo-reticulata* Nichols., *L. etrusca* Santi, *Campsis radicans* (L.) Seem., *C. grandiflora* Loisel, *Jasminum officinalis* L.; 2) с "чувствительными" органами — усиконосные — *Smilax excelsa* L., *Vitis labrusca* L., *Ampelopsis aconitifolia* Bge., *Parthenocissus tricuspidata* (Sieb. et Zucc.) Planch., *P. quinquefolia* (L.) Planch., *P. henryana* (Hemsl.) DAG.; листолазы — *Clematis vitalba* L., *C. orientalis*, *C. flammula* L., *C. viticella* L., *Iachmanii* Moere; 3) корнелазящие — *Hedera caucasigena* Pojark., *H. chrysocarpa* Walsch., *H. colchica* C. Koch, *H. pastuchovii* G. Woron.; 4) цепляющиеся — плетистые розы — *Alberic Barbier* Wh., *Aelita* Wh., *Banksiae* R. Br., *Glen Dale* Wh., *Dorothy Perkins* Wh., *White Dorothy Perkins* Wh., *Excelsa* Wh., *Wartburg* Mult., *Mosel* Mult., *New Dawn* Wh., *Rubin* Mult., *Fragezeichen* Mult., *Veichenblau* Mult., *Felicite et Perpetue* Semp., *Havering Rambler* Mult.

По сезонному развитию подопытные растения, согласно классификации П. И. Лапина [1], разделены на 4 группы в зависимости от сроков начала и окончания вегетации: I — РР — рано начинающие и рано завершающие вегетацию; II — РП — рано начинающие и поздно завершающие вегетацию; III — ПР — поздно начинающие и рано завершающие вегетацию; IV — ПП — поздно начинающие и поздно завершающие вегетацию.

При рассмотрении сроков вегетации растений за начало вегетации мы принимаем дату распускания почек, а за конец периода вегетации — дату массового листопада (когда опад составляет более 50% общего количества листьев у растений данного вида). Начало активной вегетации совпадает с началом общей вегетации, за конец активной вегетации принимаем прекращение роста растений.

Для установления характера и темпов роста произведены ежедневные измерения однолетних побегов.

Учитывая преимущественно субтропическое происхождение древесных лиан, считаем, что основными факторами, определяющими пер-

спективность их интродукции в условиях Тбилиси, являются морозостойкость и засухоустойчивость. Нами была использована семибалльная шкала зимостойкости, разработанная в отделе дендрологии Главного ботанического сада г. Москвы.

Степень засухоустойчивости определялась по общепринятой шестибалльной шкале.

Экологическая характеристика древесных лиан дана по Г. И. Ланину, С. В. Сидневой [2].

В результате проведенных исследований по вегетации подопытных видов древесных лиан нами выделены следующие фенологические группы: группа РП — 24 вида и 15 сортов плетистых роз; группа ПР — всего один вид — *Smilax excelsa*.

В начале и конце вегетации наблюдается колебание сроков в зависимости от метеорологических условий; следует отметить, что не зафиксировано ни одного случая попадания в разные годы одного и того же вида в разные фенологические группы вегетации.

У большинства лиан в годовом цикле вегетации отмечаются 2—3—4 периода активной вегетации (т. е. период роста) и, следовательно, такое же количество периодов покоя. Так, например, среди подопытных лиан у *Periploca graeca* — 4 периода активной вегетации, у 12 видов — *Wisteria sinensis*, *W. floribunda*, *Pueraria hirsuta*, *Campsis radicans*, *C. grandiflora*, *Lonicera japonica*, *L. japonica f. aureo-reticulata*, *Vitis labrusca*, *Clematis vitalba*, *C. viticella*, *Hedera caucasigena*, *H. chrysocarpa*, *H. colchica* — 3 периода; у 9 видов — *Jasminum officinalis*, *Lonicera caprifolium*, *L. etrusca*, *Ampelopsis aconitifolia*, *Parthenocissus quinquefolia*, *P. tricuspidata*, *P. henryana*, *Clematis orientalis*, *Hedera pastuchovii* — 2 периода; 3 вида — *Smilax excelsa*, *Clematis flammula*, *C. Iackmanii* и 15 сортов из рода Роза характеризуются лишь одним годичным приростом. Наличие нескольких периодов активной вегетации свидетельствует о том, что вегетативные почки у лиан находятся на разных этапах морфогенеза, подобно многим субтропическим растениям.

Отдельно следует выделить фенофазы плющей. В вегетации кавказского, желтоплодного и колхидского плющей отмечено в среднем три периода годичного покоя, у плюща Постухова — 2.

Лазящие побеги вегетативно подвижных плющей — кавказского, желтоплодного и колхидского, находящиеся на почве под снежным покровом, рост побегов в длину продолжают. Часто декадный прирост достигает у кавказского и желтоплодного плющей 5 мм, у колхидского — 6 мм.

У растений группы ПП осенью фактически происходит вынужденное прекращение вегетации. Неодревесневшие побеги до зимы не заканчивают роста и повреждаются во время заморозков.

Среди исследованных видов древесных лиан вполне зимостойкими оказались 20 видов (1 балл); повреждение верхушечной почки обнаружено у 4 видов — *H. caucasigena*, *H. chrysocarpa*, *C. viticella*, *I. officinalis* (2 балла); у одного вида — *Pueraria hirsuta* повреждается вся надземная часть (5 баллов).

Степень засухоустойчивости у всех подопытных лиан высшая (1 балл), кроме *Periploca graeca* (2 балла).

Среди подопытных видов в зависимости от режима влаги можно выделить следующие группы: гемиксерофиты — лианы, которые страдают от избыточной влаги (2 вида — *Clematis vitalba*, *C. orientalis*), мезофиты — 22 вида и все сорта плетистых роз и гиргофит (1 вид — *Periploca graeca*).

В ювенильном возрасте — до «поисковой» ступени развития (до появления прикрепительных органов) подопытные виды древесных лиан предпочитают полутьну, а с момента появления прикрепительных органов они становятся более или менее светолюбивыми.

По отношению к условиям освещения подопытные виды древесных лиан группируем следующим образом: светолюбивые (16 видов), все сорта роз, переносящие значительные затемнения (8 видов — *Clematis viticella*, *C. flammula*, *Jasminum officinalis*, *Hedera caucasigena*, *H. chrysocarpa*, *H. colchica*, *periploca graeca*, *Smilax excelsa*) и предпочитающие полутьну (*Parthenocissus henryana*).

Подопытные виды интродуцированных древесных лиан в условиях Тбилиси сохраняют ту же жизненную форму, что и в природных условиях, имеют хорошую побегообразовательную способность, дают ежегодный прирост побегов, темп роста в большинстве случаев быстрый.

Институт горного лесоводства
 им. В. З. Гулисашвили

(Поступило 25.12.1981)

ბოტანიკა

ბ. საღინაძე

თბილისის პირობებში ინტროდუცირებული მერქნიანი ლიანების ბიოეკოლოგიური თავისებურებანი

რეზიუმე

ნაშრომში მოყვანილია ორიგინალური ფაქტოლოგიური მასალა, გამოკვლეული ავტორის მიერ 1970—1980 წწ. ვიზუალური მეთოდით შესწავლილია 28 სახეობის მერქნიანი ლიანას ზრდის რიტმი, ზამთარგამძლეობისა და გვალვამძლეობის ხარისხი, დამოკიდებულების ხასიათი წამყვან ეკოლოგიურ ფაქტორებთან (წყალი, სინათლე, ნიადაგი). ლიანებიდან შეიდი აბორიგენია, 21 — ეგზოტი. თბილისის პირობებში ინტროდუცირებული მერქნიანი ლიანების ზრდის ბიოეკოლოგიური თავისებურებანი გათვალისწინებული იქნება მათი ინტროდუციის შედეგების დასადგენად.

BOTANY

G. I. SAGINADZE

THE BIOECOLOGICAL PECULIARITIES OF INTRODUCED WOODY LIANAS IN TBILISI CONDITIONS

Summary

The paper presents original factual material of a study carried out by the author in 1970-1980. The study, conducted by the visual method, involved the growth rhythm of 28 woody liana species, the degree of their



winter and drought-hardiness, and the character of dependence on the leading ecological factors—water, light and soil. Of the 28 liana species 7 are aboriginal and 21 exotic. The findings of the study will be taken into consideration in assessing the effects of the introduction of the species in question.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. П. И. Лапин. Бюлл. ГБС АН СССР, вып. 65, 1967.
2. П. И. Лапин, С. В. Сидиева. Сб. «Опыт интродукции древесных растений». Л., 1973.

ლ. რაზავა, თ. ციცივაძე, ზ. ჟღინტი

ქლოროპლასტების და გამომჯობინების გავლენა სახამებლის შემცველობაზე ვაზის საწარმოო ჯიშებში

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ნ. კეცხოველმა 4.1.1982)

სამარაგო ნივთიერებებიდან მერქნიან მცენარეებში განსაკუთრებით დიდი მნიშვნელობა ენიჭება სახამებელს, რომლის ჰიდროლიზის და შემდგომი გარდაქმნების შედეგად გროვდება დამცველი ნივთიერებები: შაქრები, ცხიმები, გლუკოზიდები და სხვა. სახამებლის ჰიდროლიზის შეფერხება და აქედან გამომდინარე მცენარის ქსოვილებში მისი მაღალი შემცველობა ზამთარში ითვლება ნაკლებგამძლეობის მაჩვენებლად. ყინვაგამძლეობის გაზრდისათვის მნიშვნელობა აქვს არა მარტო შაქრების წარმოქმნას სახამებლიდან, არამედ ამ უკანასკნელის მთლიან გაქრობასაც.

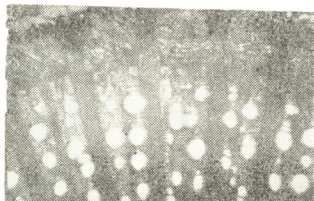
სახამებლის რაოდენობრივი შემცველობა შევისწავლეთ პოჩინოკის მეთოდით [1] ვაზის საწარმოო ჯიშების ყლორტებსა და ფოთლებში (რქაწითელი, ჩინური, საფერავი, გორული მწვანე), აგრეთვე რქაწითელსა და გორულ მწვანეში, რომელიც დამუშავებული იყო ზრდის რეტერდანტ CCC-თი. მიღებული მონაცემებიდან ჩანს (ცხრ. 1), რომ რქაწითელის ფოთოლში სახამებ-

ცხრილი 1
 სახამებლის შემცველობა ვაზის ფოთოლსა და ღეროში (% მშრალ წონაზე)

ჯიში	ორგანო	ვარი- ანტი	VI	VII	IX	2/XI	26/XI	6/XII	21/XII	I	II
რქაწითელი	ფოთოლი	ქ	7,9	3,6	0,9	—	—	—	—	—	—
		CCC	9,3	3,5	2,1	—	—	—	—	—	—
	ღერო	ქ	9,4	3,9	7,3	10,18	8,2	7,5	5,4	0	5,7
		CCC	9,3	4,7	7,5	10,24	8,4	—	6,4	0	6,8
გორული მწვანე	ფოთოლი	ქ	2,9	1,9	1,6	—	—	—	—	—	—
		CCC	5,1	2,4	0	—	—	—	—	—	—
	ღერო	ქ	0,8	2,4	7,09	6,7	8,8	7,8	4,2	0	7,8
		CCC	0	5,8	7,3	8,0	8,7	—	6,2	0	7,5
ჩინური	ღერო	—	—	—	—	9,60	8,4	7,3	7,2	0	—
საფერავი	ღერო	—	—	—	—	7,5	7,9	6,4	4,9	3,7	—

ლის შემცველობა ივნისში უფრო მეტია, ვიდრე გორული მწვანეს ფოთოლში. სახამებლის პროცენტული რაოდენობა ივლისში მცირდება, ხოლო სექტემბერში ფოთლის დაბერებასთან დაკავშირებით თითქმის ქრება. სახამებლის რაოდენობრივი შემცველობა განსხვავებულია აგრეთვე ღეროშიც (ცხრ. 1). ივნისში რქაწითელის ღეროები გორულ მწვანესთან შედარებით მდიდარია სახამებლით, ივლისში რქაწითელის ღეროებში კლებულობს, გორულ მწვანეში კი პირიქით, წინა თვესთან შედარებით მატულობს. სექტემბერში ორივე

ჯიშის ღეროში სახამებლის რაოდენობა იზრდება და ნოემბერში აღწევს მაქსიმუმს. ამ თვეში რქაწითელი უფრო ადრე (2 ნოემბერს) და უფრო მეტი რაოდენობით აგროვებს სახამებელს, ვიდრე გორული მწვანე. სახამებლის ჰიდროლიზი რქაწითელის ღერწებში ნოემბერში იწყება, გორული მწვანეს



სურ. 1. რქაწითელი, 2 ნოემბერი (ღეროს განივი კრილი)

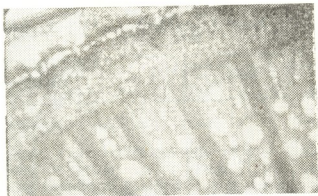
ღერწებში კი დეკემბრის დასაწყისში. სახამებლის შემცველობა დეკემბრის ბოლოს ორივე ჯიშში კიდევ უფრო კლებულობს და იანვარში მთლიანად ქრება, ხოლო თებერვალში სახამებელი კვლავ წარმოიქმნება. ასეთივე კანონზომიერებაა მიღებული დანარჩენ ორ ჯიშშიც — გამძლე ჩინურსა და ნაკლებგამძლე საფერავში (ცხრ. 1). იანვარში ყველა შესწავლილ ჯიშში სახამებელი მთლიანად ქრება, ხოლო საფერავში აღინიშნება 3,7%, რაც შეიძლება იმით აიხსნას, რომ საფერავში სახამებლის ჰიდროლიზი შეფერხდა.



სურ. 2. ჩინური, 2 ნოემბერი (ღეროს განივი კრილი)

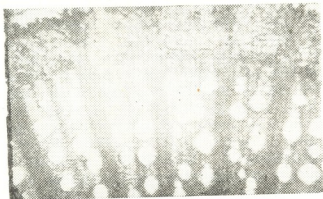
ქლორქოლინქლორიდის მოქმედების შედეგად სახამებლის შემცველობა შევისწავლეთ შედარებით ყინვაგამძლე რქაწითელსა და ნაკლებ გამძლე გორულში (ცხრ. 1). დამუშავებული მცენარეების ფოთლებში სახამებლის შემცველობა უმეტესად მეტია საკონტროლოსთან შედარებით, ხოლო რაც შეეხება ღერწებს, აქ შესხურებული და შეუსხურებელი კალმები სახამებლის შემცველობის მიხედვით მცირედ განსხვავდებიან (მომატების ტენდენციაა შესხურებულ კალმებში). რაც შეეხება სახამებლის ჰიდროლიზს, იძულებითი სვენების ფაზაში აქ სურათი საწინააღმდეგოა, საკონტროლო კალმებში ეს პროცესი ინტენსიურად მიმდინარეობს, ვიდრე საცდელში. სახამებლის ცვლა დინამიკაში ერთნაირია: მისი პროცენტული შემცველობა მაღალია ნოემბერში,

რაც თან ემთხვევა ვაზის ღრმა სვენებაში ყოფნას, ხოლო სვენებიდან გამოსვ-
 ლას (დეკემბრის დასაწყისი) თან ახლავს სახამებლის შემცველობის შემცირე-
 ბა.



სურ. 3. გორული მწვანე, 26 ნოემბერი (ღეროს განივი ჭრილი)

რაოდენობრივი განსაზღვრის პარალელურად შევისწავლეთ სახამებლის განაწილება ღეროს ქსოვილებში მიკროქიმიური მეთოდით [2]. ირკვევა, რომ სახამებლის მარცვლების დაგროვება მიმდინარეობს გარკვეული თანმიმდევ-
 რობით: პირველად გულგულის სხივებში, მერქნის პარენქიმაში, შემდეგ პე-
 რიმედულარულ ნაწილში და ბოლოს ლაფანში. სახამებლის მაქსიმალური შემცველობა აღნიშნულია ნოემბერში (ფოტო 1—4) ვაზის სვენებაში ყოფ-
 ნის დროს. შედარებით ყინვაგამძლე ჯიშებში მაქსიმუმი აღნიშნება შედარე-
 ბით ადრე (ჩქაწითელი, ჩინური) — 2 ნოემბერს, ხოლო ნაკლებგამძლეში (გორული მწვანე, საფერავი) — 26 ნოემბერს.



სურ. 4. საფერავი, 26 ნოემბერი (ღეროს განივი ჭრილი)

სახამებლის რაოდენობრივ შემცველობაზე გარკვეულ გავლენას ახდენს გამობრძმედა. მიღებული შედეგებიდან ჩანს (ცხრ. 1), რომ ხელოვნურ პი-
 რობებში გამობრძმედის I ფაზის გავლის შემდეგ (+3°C 3 დღის განმავლო-
 ბაში და 0°C-ზე 7 დღის განმავლობაში, სახამებლის ოდენობა საკონტროლოს-
 თან შედარებით მცირდება (გამონაკლისია საფერავი), ხოლო II ფაზის გავ-
 ლისას (-3°C-ზე 4 დღის განმავლობაში —5°C-ზე ოთხი დღის განმავლობა-
 ში, —8°C-ზე 2 დღის განმავლობაში, და 24 სთ —11°C და —14°C) სახამებ-
 ლის ჰიდროლიზი კიდევ უფრო ინტენსიურია.

ამრიგად, ვაზის საწარმოო ჯიშებში სახამებლის რაოდენობრივი განსა-
 ზღვრისა და ციტოქიმიური ანალიზის შედეგად გამოირკვა, რომ შედარებით

ყინვაგამძლე ჯიშებში (რქაწითელი, ჩინური) შემოდგომით სახამებლის დაგროვების მაქსიმუმი და ასევე მისი ჰიდროლიზი იწყება შედარებით უფრო ადრე, ვიდრე ნაკლებ ყინვაგამძლე ჯიშებში (გორული მწვანე, საფერავი). ვაზის ლერწების CCC-თი დამუშავებამ აშკარად გამოხატული დადებითი შეცვლილი 2

გამობრძმედის გავლენა ვაზის ლერწებში სახამებლის შემცველობაზე (% მშრალ წონაზე)

ჯ ი შ ი	საკონტროლო	I ფაზა	საკონტროლო	II ფაზა
რქაწითელი	7,5	6,5	5,4	3,4
ჩინური	8,4	7,3	7,2	1,1
გორული მწვანე	7,8	6,6	4,2	3,9
საფერავი	6,4	6,4	4,9	3,9

დეგი არ მოგვცა. მნიშვნელოვანია გამობრძმედის როლი სახამებლის შემცველობაზე — კერძოდ, ჩქარდება მისი ჰიდროლიზი.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
 ბოტანიკის ინსტიტუტი

(შემოვიდა 7.1.1982)

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

Л. П. РАПАВА, Т. А. ЦЕРЦВАДЗЕ, Г. В. ЖГЕНТИ ВЛИЯНИЕ ХЛОРХОЛИНХЛОРИДА И ЗАКАЛКИ НА СОДЕРЖАНИЕ КРАХМАЛА В ПРОМЫШЛЕННЫХ СОРТАХ ВИНОГРАДНОЙ ЛОЗЫ

Резюме

Изучалось количественное содержание крахмала в промышленных сортах виноградной лозы (Ркацители, Чинури, Саперави и Горули мцване) в результате закалки и опрыскивания ретардантом CCC.

Обработка лоз ретардантом роста не влияет на скорость распада крахмала в побегах.

Особо ошутимое влияние отмечено при прохождении фаз закалки, которое усиливает гидролиз крахмала и тем самым способствует повышению морозостойкости изученных сортов по сравнению с контрольными.

PLANT PHYSIOLOGY

L. P. RAPAFA, T. A. TSERTSVADZE, G. V. ZHGENTI THE INFLUENCE OF CHLORCHOLINECHLORIDE AND HARDENING ON STARCH CONTENT IN COMMERCIAL VARIETIES OF VINE

Summary

The quantitative content of starch in commercial varieties of vine (Rkatsiteli, Chinuri, Saperavi and Goruli Mtsvane), resulting from the hardening and spraying with the retardant CCC, was studied. Comparatively frost-hardy varieties (Rkatsiteli and Chinuri) were found to reach the maximum of starch accumulation and its hydrolysis earlier than the less frost-hardy ones (Goruli Mtsvane and Saperavi). Treatment of vine with the growth retardant does not affect the rate of starch splitting in the shoots.

ლიბერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Б. Г. Плешков. Практикум по биохимии растений. М., 1976.
2. Л. И. Джапаридзе. Практикум по микроскопической химии растений. М., М., 1953.

ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

Т. К. ИОСЕЛИАНИ, Т. А. ЧИКОВАНИ, И. А. КЕДИЯ, К. Г. ЧОХЕЛИ

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССА ТОРМОЖЕНИЯ
СЕРОТОНИНСОДЕРЖАЮЩИХ НЕЙРОНОВ ЯДЕР ШВА

(Представлено членом-корреспондентом Академии А. Н. Бакурадзе 25.6.1982)

Впервые физиологи заинтересовались ядрами шва (ЯШ) при появлении работ Дальштрома и Фукса [1, 2], показавших, что ЯШ являются морфологической основой серотонинергической системы мозга. Химизм структур и их предполагаемое участие в регуляции медленноволнового сна [3] побудили исследователей к подробному изучению физиологических особенностей нейронов ЯШ.

В работе исследованы активности серотонинергических нейронов (5-ОТ нейроны), а также сделана попытка выявить природу наблюдаемых тормозных процессов.

Опыты ставились на ненаркотизированных обездвиженных миорелаксантом кошках в условиях острого эксперимента. Вызванная активность нейронов ЯШ изучалась в ответ на зрительное раздражение и стимуляцию подкорковых структур. Электрическое раздражение производилось биполярными константовыми электродами (межполюсное расстояние 0,3 мм).

Раздражающие электроды вживлялись в гиппокамп, гипоталамус, внутреннее (ВКТ) и наружное (НКТ) коленчатые тела стереотаксически по атласу Джаспера и Аймоне-Марсана [4]. В качестве зрительного раздражения применялись вспышки света газоразрядной лампы. Исследовались также эффекты сочетания сенсорных и электрических раздражений. Активность нейронов ЯШ отводилась стеклянными микроэлектродами, заполненными 3 М раствором хлористого натрия. Малые размеры ЯШ и большая глубина их расположения в мозге затрудняют стереотаксическое введение стеклянных микроэлектродов. Для большей достоверности попадания кончика микроэлектрода в изучаемое ЯШ мозговая ткань, лежащая над ЯШ, отсасывалась и отводящие микроэлектроды погружались в мозг под дополнительным визуальным контролем. Электрическая активность нейронов ЯШ регистрировалась на фотопленке с экрана двухлучевого катодного осциллографа.

В проведенных опытах исследовалась электрическая активность 95 5-ОТ нейронов. Идентификация 5-ОТ нейронов ЯШ производилась на основе низкой частоты их спонтанной активности, примерно 0,3—5 спайков в секунду. Подобная частота спонтанных разрядов призна на наиболее достоверным критерием для определения серотонинергических нейронов в пределах ЯШ [5]. Из исследованных 5-ОТ нейронов 87 реагировали на раздражения т. н. фазическими реакциями, которые представляют собой одиночные или групповые разряды, следующие ритму раздражения. При сочетании сенсорных и центральных раздражений оказалось, что большинство «фазических» 5-ОТ нейронов являются «моносенсорными» по отношению к применяемым раздражителям. Лишь 32 нейрона отвечали как на сенсорные, так и на центральные раздражения, т. е. являлись «бисенсорными» нейронами. Было найдено, что при сочетании электрической стимуляции с фото-

стимуляцией подавляется ответ на сенсорное раздражение. На рис. 1 представлен случай подобного подавления «сенсорной реакции». На верхних осциллограммах (а, б, в) дается реакция нейрона на фотостимуляцию; ниже (г, д, е) приведены ответы на электрическую стимуляцию ВКТ. При сочетании двух раздражителей (рис. 1, ж, з) «сенсорная реакция» клетки подавляется. Маскирование «сенсорной реакции» ответом на стимуляцию ВКТ исключается, так как ответ должен

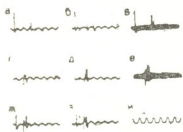


Рис. 1. Эффекты сочетания фотостимуляции с электрической стимуляцией ВКТ: а—в—эффекты фотостимуляции; г—е—эффекты электрического раздражения ВКТ; ж, з—эффекты сочетания фотостимуляции с электрическим раздражением ВКТ; в, е,—суперпозиция, пять пробегов луча. Калибровка времени—20 мс.

возникнуть через 5—8 мс после окончания реакции на стимуляцию ВКТ. Причиной подавления ответа на фотостимуляцию, по-видимому, является торможение, наступающее в нейроне после возбуждения. На существование подобного торможения указывают и данные, полученные при ритмической стимуляции подкорковых структур. При низкочастотном электрическом раздражении различных структур стимулами средней величины реакция нейронов состоит из двух ортодромных компонентов (рис. 2, А). При увеличении частоты раздражения второй компонент сохраняется лишь в нескольких ответах. Дальнейшее увеличение частоты приводит к тому, что двухкомпонентная реакция возникает лишь в ответ на первый стимул. По-видимому, второй компонент ответа является полисинаптической реакцией клеток ЯШ, а не следствием ребаунда, так как при ритмическом раздражении сравнительно высокой частоты (рис. 2, В, Г) в ответе на последний стимул второй компонент отсутствует. Вероятно, при высокой частоте

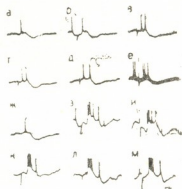


Рис. 2. Эффекты низкочастотного электрического раздражения гиппокампа: А—частота раздражения 2/с; Б—4/с; В—9/с; Г—14/с

раздражения происходит слияние тормозных воздействий. Видимо, клетка перестает реагировать на более позднюю импульсацию, поступающую по полисинаптическому пути, и тем самым подавляется второй компонент ответа. Представленные выше данные свидетельствуют о том, что после разряда в 5-ОТ нейронах ЯШ наступает тормозной процесс. Но на основе приведенного материала трудно судить о природе торможения, возникающего в клетке ЯШ вслед за возбуждением. Некоторое представление о природе этого торможения дает анализ активностей нейронов, представленных на рис. 3. Производится квазивнутриклеточная регистрация спонтанной активности 5-ОТ нейронов (рис. 3, а, ж) и их реакций в ответ на стимуляцию НКТ и гипоталамуса. Видно, что после спонтанного разряда клетки торможение возникает через 6—8 мс. Это торможение возникает и в случае вызванных ответов (рис. 3, б—е, з—м). Истинный латентный период

торможения в случае вызванного ответа маскируется вызванным разрядом. Учитывая характеристики 5-ОТ нейронов ЯШ и их аксонов, очень низкую возбудимость и соответственно низкую проводимость нервных импульсов, подобный ЛП торможения может быть достаточен только для одной синаптической передачи [6, 1, 2]. Таким образом, получается, что 5-ОТ нейрон восприимчив к собственному медиатору и способен тормозить себя с помощью собственной коллатерали. В пользу подобного толкования природы торможения 5-ОТ нейро-

Рис. 3. Эффекты электрического раздражения НКТ и гипоталамуса. Проводится квазивнутриклеточная регистрация серотонинсодержащих нейронов ЯШ. а, ж — Фоновая активность нейронов; б—е — эффекты раздражения НКТ; з—м — эффекты раздражения гипоталамуса; е, м — суперпозиция, пять пробежек луча. Калибровка времени — 8 мс



нов свидетельствуют и некоторые литературные данные. По данным Агаджаняна и Ванга, оно представляет собой моносинаптическое или т. н. автоторможение [7]. Авторы наблюдали автоторможение, возникающее в 5-ОТ нейронах после антидромного разряда. Применение стимула пороговой величины иногда не вызывало антидромной реакции, но, несмотря на это, в нейронах регистрировалось торможение. Исходя из этого авторы заключили, что коллатерали аксонов оканчиваются не только на сомах собственных клеток, но и на соседних 5-ОТ нейронах. Видимо, этим и объясняется разная продолжительность регистрируемых нами тормозных постсинаптических потенциалов (рис. 3, а, в, д, ж, и, л). Согласно некоторым литературным данным, схожие механизмы автоторможения наблюдаются и в других отделах нервной системы [8, 9].

Представленный выше материал позволяет предположить, что именно автоторможение является причиной столь низкой и регулярной спонтанной активности серотонинсодержащих нейронов в пределах ЯШ. Вероятно, автоторможение играет важную роль в процессах функционирования 5-ОТ нейронов ЯШ.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт физиологии
 им. И. С. Бериташвили

(Поступило 25.6.1982).

აღაგანიისა და ცხოველთა ფიზიოლოგია

თ. იოსელიანი, თ. ჩიქოვანი, ი. კვიციანი, ძ. ჩოხელი

ნაკარის ბირთვების სეროტონინწარმოვანი ნეირონების შეკავების ზოგირითი თავისებურებანი

რეზიუმე

ზრდასრულ დაუნარკოზებულ კატებზე მწვავე ცდის პირობებში ვსწავლობდით ნაკარის ბირთვების სეროტონინწარმოვანი ნეირონების შეკავების პროცესის ზოგიერთ თავისებურებებს. აღმოჩნდა, რომ ამ ნეირონებს ახასიათებთ განმუხტვის შემდგომი შეკავება. საკუთარ და ლიტერატურულ მონა-



ცემებზე დაყრდნობით შეიძლება ვივარაუდოთ, რომ აღნიშნული შეკავება წარმოადგენს „ავტოშეკავებას“. წარმოდგენილი მასალა შემდეგი ვარაუდის საშუალებას იძლევა — „ავტოშეკავება“ განაპირობებს სეროტონინშემცველი ნეირონების სპონტანური აქტივობის დაბალ სიხშირეს.

HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY

T. K. IOSELIANI, T. A. CHIKOVANI, I. A. KEDIA, K. G. CHOKHELI

SOME PECULIARITIES IN THE PROCESS OF INHIBITION OF SEROTONINERGIC RAPHE NEURONES

Summary

Some peculiarities of inhibition of the serotonergic raphe neurones were studied in adult unanaesthetized acute cats. These neurones were found to manifest postimpulsive inhibition. According to the available data and to the authors' experimental results the observed inhibition may be considered as "autoinhibition". The obtained material enables the assumption that "autoinhibition" is just the determining factor in maintaining the low-frequency activity of raphe neurones.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. A. Dahlstrom, K. Fuxe. Acta Physiol. Scand., suppl., 62, 1964, 232, 1-55.
2. K. Fuxe. Acta Physiol. Scand., 64, 1964, 247, 293-294.
3. M. Jouvet. Physiol. Rev., 47, 1967, 117-131.
4. H. Jasper, G. Ajmone-Marsan. A stereotaxic atlas of the diencephalon of the cat. Austin, 1961, 203-231.
5. G. K. Aghajanian, H. J. Haigler. Brain Res., 81, 1974, 364-372.
6. A. Brodal, F. Walberg, E. Taber. J. Comp. Neurol., 114, 1960, 261-282.
7. G. K. Aghajanian, R. Y. Wang, J. Baraban. Brain Res., 153, 1978, 163-175.
8. W. Karushige, S. Toyohiko. Brain Res., 165, 1979, 2, 343-347.
9. K. Starke, H. Montel. Neuropharmacol., 12, 1973, 1073-1080.

А. Г. ЧОГОШВИЛИ

КРИОПОВРЕЖДЕНИЕ ВНЕШНИХ И ВНУТРЕННИХ МЕМБРАН МИТОХОНДРИЙ В ПРИСУТСТВИИ ПРОТЕКТОРА

(Представлено академиком С. В. Дурмишидзе 24.6.1982)

Ряд веществ, как известно [1], обладает способностью защищать мембранные структуры клеток от криоповреждений, однако степень защиты, оказываемой криопротекторами глицерином, диметилсульфоксидом, полиэтиленоксидом и др., зависит от условий охлаждения [2]. Учитывая вызываемую мембранными фосфолипазами деградацию фосфолипидов митохондриальных мембран в процессе низкотемпературного воздействия, представляется интересным исследовать степень защиты митохондриальных мембран, оказываемой криопротектором в условиях охлаждения с субоптимальной и супраоптимальной скоростью, когда причины повреждения мембран различны. Степень повреждения оценивалась по содержанию лизофосфатидов во внешних и внутренних мембранах митохондрий.

Выделение митохондрий из печени кроликов и получение фракций их внешних и внутренних мембран проводили по Парсонсу и др. [3]. Суспензии органелл в 0,12 М растворе сахарозы охлаждали до -196°C жидким азотом быстро (1000°C в мин) или медленно (0,1°C в мин), отогревали медленно (3°C в мин). После отогрева митохондрии инкубировали при +30°C в течение 45 мин. Контролем служили неохлажденные митохондрии, инкубированные в этих же условиях. Липиды из митохондриальных мембран выделяли в хлороформ-метаноле по Фолчу и др. [4] и далее разделяли тонкослойной хроматографией на силикагеле в системе хлороформ-метанол-уксусная кислота-вода (25:15:4:2). Фосфор в фосфолипидных пятнах определяли по методу Шибую и др. [5].

Таблица 1

Условия опыта	Содержание лизофосфатидов в мембранах, %	
	Внешние мембраны	Внутренние мембраны
Контроль	183 ± 27,5	122 ± 15,8
Медленное охлаждение без глицерина	761 ± 48,4	239 ± 34,1
Медленное охлаждение с глицерином	318 ± 32,2	156 ± 29,7
Быстрое охлаждение без глицерина	389 ± 26,3	394 ± 19,2
Быстрое охлаждение с глицерином	381 ± 35,8	393 ± 28,6

В табл. 1 приведены результаты определения содержания лизофосфатидов во внешних и внутренних мембранах митохондрий после охлаждения органелл с различной скоростью с 8% глицерином в суспензии. „მედიცინა“, ტ. 108, № 2, 1982



пензии и без глицерина. Содержание лизофосфатидов в мембранах неохлажденных и неинкубированных органелл принято за 100%.

Как видно из табл. 1, содержание лизофосфатидов в мембранах возрастает при всех наблюдаемых условиях охлаждения по сравнению с контролем. При медленном охлаждении возрастание содержания лизофосфатидов отмечается преимущественно во внешних мембранах. Глицерин способствует защите мембран от повреждения при медленном охлаждении, о чем свидетельствует меньшее содержание лизофосфатидов в мембранах при охлаждении митохондрий с глицерином, чем без глицерина.

При быстром охлаждении наблюдается значительное возрастание содержания лизофосфатидов преимущественно во внутренних мембранах, что указывает на значительное повреждение их, учитывая, что во внутренних мембранах сосредоточена меньшая часть митохондриальной фосфолипазной активности по сравнению с внешними мембранами [6]. Применение глицерина не способствует заметному уменьшению содержания лизофосфатидов, и, следовательно, в условиях быстрого охлаждения митохондрий глицерин не оказывает защитного эффекта.

Наличие защитного эффекта глицерина при медленном охлаждении основано на снижении глицерином ионной силы гипертонических электролитных растворов, образующихся при охлаждении и повреждающих мембраны при субоптимальной скорости охлаждения [1]. Отсутствие защитного эффекта при быстром охлаждении, по-видимому, вызвано неспособностью глицерина защищать мембраны от внутриклеточного, в данном случае внутримитохондриального, замораживания, являющегося основной причиной повреждения при охлаждении с супраоптимальной скоростью [2].

Мы наблюдали также изменение общего содержания фосфолипидов при хранении митохондрий в течение 60 суток при -5°C с криопротекторами и без них. Содержание фосфолипидов в митохондриях до начала хранения принято за 100% (см. табл. 2).

Таблица 2

Содержание фосфолипидов в мембранах митохондрий, %

Условия хранения митохондрий	Время хранения			
	15 суток	30 суток	45 суток	60 суток
Хранение при -5°C без криопротектора	98,1	94,4	91,2	88,6
Хранение при -5°C с 10% глицерином	94,3	91,6	84,9	78,9
Хранение при -5°C с 10% полиэтиленоксидом (ПЭО-400)	97,4*	94,2	90,7	89,2

Как видно из табл. 2, содержание фосфолипидов в митохондриальных мембранах в условиях хранения при -5°C падает по мере увеличения срока хранения. Присутствие глицерина в указанных условиях хранения усиливает деградацию фосфолипидов. Применение полиэтиленоксида не влияет на степень деградации фосфолипидов, которая остается близкой к наблюдаемой при хранении без крио-

протектора. Усиление деградации фосфолипидов в присутствии глицерина при хранении при -5°C , наблюдаемое и ранее [7], вызвано, по-видимому, длительным воздействием на мембраны повышенных концентраций глицерина, образующихся вследствие вымерзания воды. Отсутствие аналогичного влияния полиэтиленоксида частично может быть обусловлено его меньшей проникающей способностью.

Таким образом, данные нашей работы, как и результаты предыдущих работ [7, 9], свидетельствуют о деградации фосфолипидов митохондрий при низкотемпературном воздействии и позволяют выявить характер и степень повреждений в различных условиях криоконсервации.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 25.6.1982)

ბიოქიმიის

ა. ზოლოშვილი

მიტოქონდრიების გარე და შიდა მემბრანების კრიოდაზიანება
პროტექტორის თანხლების დროს

რ ე ზ ი შ ვ ი ლ ი

ვიკვლევდით მიტოქონდრიების გარე და შიდა მემბრანების ფოსფოლიპიდთა დეგრადაციას გლიცერინით ან გლიცერინის გარეშე გაყინვის დროს. სუბოპტიმალური სიჩქარით მიტოქონდრიების გაყინვისას აღინიშნებოდა ლიზოფოსფატიდების შემცველობის ზრდა, ძირითადად გარე მემბრანებში, რაც ნაკლებად ვლინდებოდა გლიცერინის თანხლებით გაყინვის დროს. სუპრაოპტიმალური სიჩქარით გაყინვისას ლიზოფოსფატიდების შემცველობის მატება უფრო შესამჩნევი იყო შიდა მემბრანებში და არ იყო დამოკიდებული კრიოპროტექტორის თანხლებაზე.

BIOCHEMISTRY

A. G. CHOGOSHVILI

CRYODAMAGE OF THE OUTER AND INNER MEMBRANES OF MITOCHONDRIA IN THE PRESENCE OF PROTECTOR

Summary

The degradation of phospholipids of the outer and inner membranes of mitochondria when cooling with or without glycerol was investigated. When mitochondria were cooled at suboptimal rate an increase of the content of lysophosphatides was observed, predominantly in the outer membranes, the degree of increase being lower when cooled with glycerol. When cooled at supraoptimal rate the increase of the content of lysophosphatides was more pronounced in the inner membranes and it did not depend on the presence of a protector.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. С. Пушкарь, Ю. П. Тимошенко, Г. С. Лобынцева, Г. В. Щербак. Итоги науки и техники, сер. «Биофизика», 9, 1978, 8.
2. P. Mazur. Cryobiology, 14, 1977, 251.
3. D. F. Parsons, G. R. Williams, B. Chance. Ann. N. Y. Acad. Sci., 137, 2, 1966, 643.
4. J. Folch, M. Lees and G. H. Sloane-Stanley. J. Biol. Chem., 226, 1957, 497.
5. J. Shibuya, H. Honda and B. Maguo. Agr. Biol. Chem., 31, 1967, 111.
6. В. И. Сороковой, Ю. А. Владимиров. Итоги науки и техники, сер. «Биофизика», 5, 1975, II.
7. T. Araki. Cryobiology, 14, 1977, 151.
8. А. М. Белоус, В. А. Бондаренко, Т. П. Бондаренко. Итоги науки и техники, сер. «Биофизика», 9, 1978, 80.
9. А. И. Джафаров, О. Р. Кольс, А. Г. Чогошвили, Б. Н. Тарусов. Вестник Московского университета, «Биология, почвоведение», 1, 1973, 92.

Я. С. ДЖАМБАЗИШВИЛИ

ВЕРТИКАЛЬНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛАСТИНЧАТОУСЫХ
ЖУКОВ (COLEOPTERA, LAMELLICORNIA)
В ЛАГОДЕХСКОМ ЗАПОВЕДНИКЕ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Б. Е. Курашвили 17.12.1981)

Изучение пластинчатоусых жуков имеет не только теоретическое, но и практическое значение, так как многие представители этого надсемейства являются серьезными вредителями леса, виноградной лозы и ряда других сельскохозяйственных культур, а некоторые виды — переносчики гельминтов человека и животных.

Несмотря на это, до нашего исследования пластинчатоусые жуки в Лагодехском заповеднике специально никем не изучались, некоторые сведения об отдельных видах имеются лишь в немногих работах [1—3]. Незначительное количество экземпляров этого надсемейства, собранных в заповеднике, хранится в фондах зоологического отдела Государственного музея Грузии им. акад. С. Н. Джанашия.

Материалом для данной статьи послужили наши сборы во время маршрутных обследований в летний сезон (июнь, июль, август) 1977, 1980, 1981 гг. Всего нами были собраны пластинчатоусые 41 вида, относящиеся к 22 родам.

Лагодехский заповедник, расположенный на южных склонах Большого Кавказа, представляет собой горную территорию, объединяющую несколько вертикальных зон — от нижней лесной зоны вплоть до зоны верхних снегов. Ниже даем характеристику фауны пластинчатоусых жуков этих зон.

1. Нижняя лесная зона (450—800 м н. у. м.). Климат умеренный, среднегодовая температура воздуха 12°. Почва бурая, лесная. Здесь произрастают граб, бук, лапина, грецкий орех, клен, каштан и др. Травянистый покров слабо развит.

В этой зоне нами найдено 27 видов пластинчатоусых жуков: *Lucanus ibericus* Motsch., *Dorcus parallelipedus* L., *Trox hispidus* Pontopp., *Geotrupes mutator* Marsh., *G. stercorarius* L., *Aphodius erraticus* L., *A. haemorrhoidalis* L., *A. melanostictus* W. Schm., *A. fimetarius* L., *A. lugens* Creutz., *A. immundus* Creutz., *Gymnopleurus flagellatus* F., *Sisyphus schafferi* L., *Onthophagus taurus* Schreb., *O. ovatus* L., *O. fracticornis* Preysl., *O. vacca* L., *Oryctes nasicornis latipennis* Motsch., *Blitopertha lineata* F., *Melolontha pectoralis* Germ., *Polyphylla olivieri* Cast., *Maladera punctatissima* Fald., *Amphimallon solstitialis setosus* Rtt., *Cetonia aurata* L., *Netocia affinis* And., *N. cuprina* Motsch., *N. funebris* Gory.

Большим числом видов представлены мезофильные формы — 10 видов из родов *Lucanus*, *Dorcus*, *Onthophagus*, *Oryctes*, *Melolontha*, *Cetonia*, *Netocia*. Несколько меньше выявлено ксерофильных форм — всего



9 видов, относящихся к родам *Trox*, *Aphodius*, *Gymnopleurus*, *Blitopertha*, *Polyphylla*, *Netocia*. Меньшим числом видов представлены эврибионты — 8 видов из родов *Geotrupes*, *Aphodius*, *Amphimallon*.

2. Верхняя лесная зона (800—1900 м н. у. м.). Климат более холодный, среднегодовая температура 8°. Почвы типичные бурые лесные и горнолуговые. Преобладает буковый лес с примесью граба, липы, клена и др. Травянистый покров сравнительно слабо развит.

В этой зоне нами обнаружено 25 видов пластинчатоусых жуков: *Dorcus parallelipedus* L., *Platycerus caucasicus* Parry., *Sinodendron cylindricum* L., *Geotrupes stercorarius* L., *G. caucasicus* Weisei., *Aphodius erraticus* L., *A. fossor* L., *A. depressus* Kug., *A. haemorrhoidalis* L., *A. luridus* F., *A. scrofa* F., *A. coenosus* Panz., *A. rufus* Moll., *A. fimetarius* L., *Onthophagus taurus* Schreb., *O. fissicornis* Kryn., *O. fracticornis* Preysl., *O. vacca* L., *Anomala abchasica* Motsch., *Miltotrogus aequinoctialis* Herbst., *Amphimallon solstitialis setosus* Rtt., *Maladera punctatissima* Fald., *Trichius fasciatus* L., *Valgus hemipterus* L., *Cetonia aurata* L.

Наибольшее число видов составляют мезофилы — 13 видов из родов *Dorcus*, *Platycerus*, *Sinodendron*, *Geotrupes*, *Aphodius*, *Onthophagus*, *Anomala*, *Trichius*, *Valgus*, *Cetonia*. Ксерофилы и эврибионты по 6 видов из родов *Geotrupes*, *Aphodius*, *Onthophagus*, *Amphimallon*, *Maladera*, *Miltotrogus*.

3. Субальпийская зона (1900—2400 м н. у. м.). Климат холодный, среднегодовая температура 5,5—6°. Здесь представлены горнолуговые почвы. Характерно криволесье. Основной породой является бук с примесью высокогорного клена, березы, рябины и др. Кроме того, встречаются рододендрон и субальпийское высокотравье.

В этой зоне обнаружено 6 видов пластинчатоусых: *Geotrupes stercorarius* L., *G. caucasicus* Weisei., *Aphodius erraticus* L., *A. fossor* L., *A. luridus* F., *Onthophagus fracticornis* Preysl.

В связи с пониженными температурами и достаточно высокой влажностью многие виды здесь обитают в открытых биотопах. Большинство видов, встречающихся в субальпийской зоне, — мезофилы — 3 вида из родов *Geotrupes*, *Aphodius*, *Onthophagus*. Эврибионты отмечены 2 видами из родов *Geotrupes*, *Aphodius*. Ксерофилы представлены только одним видом из рода *Aphodius*.

4. Альпийская зона (2400—3000 м н. у. м.). Характерны суровая зима и короткое лето. Почвы горнолуговые. Растительность представлена альпийскими коврами, злаковыми лугами.

В этой зоне отмечены 3 вида пластинчатоусых: *Geotrupes stercorarius* L., *Aphodius erraticus* L., *Onthophagus fracticornis* Preysl. Из них эврибионтами оказались 2 вида из родов *Geotrupes*, *Aphodius* и мезофилом — один вид из рода *Onthophagus*.

Высокогорная фауна пластинчатоусых небогата видами, что объясняется суровостью климатических условий, низкой температурой почв.

Анализ вертикального распространения пластинчатоусых показывает, что наибольшее количество видов обитает в нижней лесной зоне — 27 видов (65,85%), сравнительно большим числом видов отличается также верхняя лесная зона — 25 видов (60,98%), наиболее бед-

ხო пластинчатоусые представлены в субальпийской и альпийской зонах: соответственно 6 видов (14,63%) и 3 вида (7,32%).

Из выявленных пластинчатоусых отмечаются виды, которые встречаются только в одной зоне, например *Trox hispidus*, *Geotrupes mutator*, *Aphodius immundus* и др. Некоторые виды обнаружены в двух зонах, например *Aphodius fimetarius*, *Onthophagus taurus*, *Valgus hemipterus* и др. Некоторые виды встречаются во всех зонах: *Geotrupes stercorarius*, *Aphodius erraticus*, *Onthophagus fractifornis*.

Среди найденных пластинчатоусых отмечаются дендрофильные виды, которые являются серьезными вредителями лесной породы; *Melolontha pectoralis*, *Polyphylla olivieri*, *Miltotrogus aequinoctialis*, *Amphimallon solstitialis setosus*. Кроме того, некоторые виды пластинчатоусых заселяют гниющую древесину и, выполняя важную функцию разрушения и подготовки к минерализации органического вещества, играют заметную роль в процессах круговорота веществ. К таким видам относятся *Lucanus ibericus*, *Dorcus parallelipedus*, *Platycerus caucasicus*, *Sinodendron cylindricum*, *Cetonia aurata*, *Netocia affinis*, *N. cuprina*, *N. funebris*.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт зоологии

(Поступило 25.12.1981)

ენტომოლოგია

ი. ჯამბაზიშვილი

ლაგოდეხის ნაკრძალში გავრცელებული ულვაზფირფიტოვანი ხოჭოების (COLEOPTERA, LAMELLICORNIA) ვერტიკალური განაწილება

რეზიუმე

მარშრუტული გამოკვლევების შედეგად ლაგოდეხის ნაკრძალში ავტორის მიერ გამოვლინებულია ულვაზფირფიტოვანი ხოჭოების 41 სახეობა, რომლებიც გაერთიანებულია 22 გვარში.

ტყის ქვედა ზონაში მოპოვებულია 27 სახეობა (65,85%), ტყის მაღალ ზონაში 25 სახეობა (60,98%); სუბალპურში — ექვსი სახეობა (14,63%); ალპურ ზონაში — სამი სახეობა (7,32%).

ტყის მავნებელია ულვაზფირფიტოვანთა ოთხი სახეობა, ხოლო ნიადაგ-წარმოქმნაში მონაწილეობს რვა სახეობა.

ENTOMOLOGY

I. S. JAMBAZISHVILI

VERTICAL DISTRIBUTION OF BEETLES (COLEOPTERA, LAMELLICORNIA) IN THE LAGODEKHI NATURE RESERVE

Summary

Forty-one species of Lemellicornia, belonging to 22 genera, were re- on the territory of the Lagodekhi reserve. The zonal distribution of



the recorded species is as follows: 27 species (65.85 %) in the lower zone, 25 (60.98%) in the higher, 6 (14.63%) in the subalpine, and 3 (7.32%) in the alpine zone. 4 species of Lamellicornia are wood pests and 8 are soil-formers.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Д. Н. Кобахидзе. Труды Ин-та зоологии АН ГССР, т. XIV, 1956.
2. Т. И. Жижилашвили. Лагодехский сб., вып. I. Тбилиси, 1941.
1. Д. Н. Кобахидзе. Труды Ин-та зоологии АН ГССР, т. XIV, 1956.

Н. Г. РЕКК

ВЕРТИКАЛЬНО-ЗОНАЛЬНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЖУЖЕЛИЦ (COLEOPTERA, CARABIDAE) ВОСТОЧНОЙ ГРУЗИИ

(Представлено членом-корреспондентом Б. Е. Курашвили 6.5.1982)

Четкая биотопическая и зональная приуроченность карабидов делает их удобным объектом для изучения различных экологических закономерностей, в частности вертикально-зонального распределения жуков. Однако этот вопрос изучен недостаточно, а в условиях Грузии ранее вовсе не изучался.

Литературные сведения по вертикально-зональному распределению жужелиц относятся к горным районам Закарпатья [1], Крыма [2] и хребту Большой Аннычаг на севере Дальнего Востока СССР [3].

При изучении жужелиц Восточной Грузии нами был собран материал в различных природных зонах и отмечены некоторые особенности вертикально-зонального распределения жужелиц.

Восточная Грузия характеризуется большим разнообразием природных условий и ясно выраженной вертикальной зональностью. Здесь можно выделить несколько зон от полупустыни до альпийской.

Полупустыня занимает самую восточную часть Грузии — Шираки-Эльдарскую низменность, для которой характерны растительные ассоциации с полынью и ковылем. На месте сведенных лесов в предгорьях Большого и Малого Кавказа, начиная с окрестностей Тбилиси, образовались вторичные степи. В этой зоне значительную часть территории занимают колючекустарниковые заросли (шибляк). Со вторичной степью граничат низинные леса, представленные в основном дубняками с примесью бука, граба, вяза и хорошо развитым подлеском. Большие массивы высокогорных хвойно-широколиственных и хвойных лесов с хорошо развитым подлеском сохранились на Большом и Малом Кавказе. Растительность субальпийской зоны представлена субальпийским криволесьем и субальпийскими лугами, а альпийской — альпийскими лугами.

Для изучения вертикально-зонального распределения жужелиц в Восточной Грузии нами проведен сбор материала в различных районах в 1972—1981 гг. Всего собрано около 14000 экз. жужелиц 281 вида из 55 родов. Материал собирался вручную (под камнями, бревнами, раскопкой верхнего слоя почвы) и в почвенные ловушки (вкопанные в землю банки емкостью 0,5 л с приманкой). Индекс общности видов и родов в различных зонах высчитывался по формуле Жаккара [4].

Наши данные по изучению вертикально-зонального распределения приводятся в таблице.

В зоне полупустынь самыми многочисленными видами оказались *Brosicus cephalotes* L. и *Trechus quadristriatus* (Schränk).

В зоне вторичной степи фоновыми видами были *Clivina ypsilon* Dej., *Panagaeus bipustulatus* F., *Lebia trimaculata* Vill., *Microlestes plagiatus* Duft., *Pristonichus hepaticus* Fald. и др.

Самыми многочисленными видами в зоне лесного низкогорья оказались *Parophonus maculicornis* Duft., *L. crux-minor* L., *Carabus septemcarinatus* Motsch., *Chlaenius coeruleus* Stev., *Carabus clypeatus* Ad. и др.

В зоне лесного высокогорья многочисленны *Bembidion tetracolum* Say., *B. (Daniela) sp.*, *Acupalpus dorsalis* F., *Car. cribratus* Ouen. и др.

В субальпийской зоне фоновыми видами оказались *Pterostichus lepidus* ssp. *gressorius* Chd., *Pt. melas* Creutz., *Agonum moestum* Duft., *Amara viridescens* Rtt. и др.

В альпийской зоне фоновыми видами были *Car. boeberi* Ad., *Car. staelini* Ad., *Pt. lutschnikianus* Bog. et Kurn., *Nebria schlegelmilchi* Ad. и *Brachinus crepitans* L.

Все виды, обнаруженные нами в различных вертикальных зонах, можно разделить на 4 основные группы:

1) Равнинные виды, численность которых уменьшается с продвижением к абсолютной высоте местности: *Cicindela campestris* C., *C. hybrida* L., *Ch. vestitus* Pk., *Calathus fuscipes* Pz. и др. (11 видов и 9 родов).

2) Лесные виды, численность которых наиболее высока в полосе лесов и уменьшается к вершинам и предгорьям: *Car. cribratus*, *Car. varians* F.-W., *Pt. niger* Sall., *Pt. strenuus* Pz. и др. (18 видов и 9 родов).

3) Горные виды, численность которых возрастает к вершинам гор: *Car. boeberi*, *Car. staelini*, *Cichrus aeneus* Fisch.-W., *Pt. lutschnikianus*.

4) Виды энзимионты: *A. dorsale* Pont., *Am. aenea* Deg., *Ophonus rufipes* Deg., *Bembidion lampron* Hrbst., *Cal. malanocephalus* L., *Pseudophonus grievus* Panz., *Harpalus affinis* Schrank, *H. distinguendus* Duft., *Br. crepitans*.

Распределение карабид по природным зонам Восточной Грузии

Зона	Высота н. у. м., м	Количество родов	Количество видов			Количество эндемиков Кавказа, %
			общее	фоновых	специфич- ных	
Полупустыня	Ниже 400	20	31	2	7	3,2%
Вторичная степь	400—800	40	118	6	27	11%
Лесное низкогорье	800—1200	46	142	54	42	16,1%
Лесное высокогорье	1200—1700	32	124	48	20	25%
Субальпийская	1700—2000	25	93	37	18	26%
Альпийская	2000—2500	12	28	5	4	32,1%

Сравнение количества общих видов и родов в различных вертикальных зонах Восточной Грузии показало, что наибольшая видовая общность имеется между степной зоной и зоной лесного низкогорья (индекс общности видов 0,75). Помимо территориальной близости, это обусловлено, очевидно, и генезисом зоны вторичных степей, которая

образовалась на месте сведенных лесов. Довольно высок и индекс общности родов между этими зонами (0,68).

Высокий индекс общности родов отмечен и между зоной лесного высокогорья и субальпийской (0,67), однако индекс общности видов между этими зонами относительно мал (0,32).

Наиболее своеобразна карабидофауна альпийской зоны, где низок индекс общности видов с субальпийской зоной — 0,18, а родовой — 0,48; в этой зоне отмечен также наибольший процент эндемиков Кавказа (см. таблицу).

Таким образом, наиболее значительную экологическую группу жужелиц Восточной Грузии составляют лесные виды. Отметим, что наибольшее видовое разнообразие и самая высокая численность жужелиц зарегистрированы нами в лесной зоне низкогорья, а наиболее бедна видами и особями жужелиц альпийская зона. Аналогичное соотношение наблюдается и в количестве родов (см. таблицу).

На Кавказе, как и в Карпатах [1], количество эндемичных видов увеличивается с высотой, что вполне закономерно, так как отражает специфику горных условий с их высокой изоляцией, способствующей процессам видообразования.

Академия наук Грузинской ССР

Институт зоологии

(Поступило 7.5.1982)

ენტომოლოგია

ბ. რეკი

აღმოსავლეთ საქართველოს ბუნება ხოვობის ვერტიკალურ-
ზონალური განაწილება

რ ე ზ ი უ მ ე

მოყვანილია ცნობები 282 სახეობის ბუნება ხოვობის განაწილების თავისებურებათა შესახებ აღმოსავლეთ საქართველოს სხვადასხვა ვერტიკალურ ზონაში. ტყის ქვედა ზონა მდიდარია სახეობებით, ხოლო ალპური ღარიბია. ალპური ზონის კარაბიდოფაუნა ხასიათდება თავისებურებებით — აქ აღნიშნულია ენდემიზმის უმაღლესი პროცენტი.

ENTOMOLOGY

N. G. RECK

DISTRIBUTION OF CARABIDAE BEETLES IN THE NATURAL
VERTICAL ZONES OF EASTERN GEORGIA

Summary

Data are presented on the peculiarities of distribution of 282 Carabidae species in Eastern Georgia. The most abundant in Carabidae species is the zone of low mountain forests and the least abundant is the alpine zone. But

the alpine zone has the most original fauna of Carabidae, for in this zone the highest percentage of endemic beetle species has been recorded.

ЛИТЕРАТУРА — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. И. Пономарчук. Зоол. ж., 42 (10), 1963.
2. А. А. Петрусенко, С. В. Петрусенко. Вестник зоол., № 5, 1975.
3. А. М. Бударин. Сб. «Проблемы почвенной зоологии». Киев, 1981.
4. М. С. Гиляров. Зоологический метод диагностики почв. М., 1965.

Т. Б. КУРАШВИЛИ, Л. П. БОЕВА

ИЗМЕНЕНИЕ СТРУКТУРЫ И УЛЬТРАСТРУКТУРЫ ТКАНЕЙ НЕМАТОДЫ SYNGAMUS TRACHEA ПОД ВЛИЯНИЕМ АНТГЕЛЬМИНТИКА ПРЕПАРАТА-К

(Представлено академиком Б. Э. Курашвили 25.12.1981)

Целью настоящего исследования явилось изучение изменений тканей и клеток гельминта *Syngamus trachea*, возникающих при воздействии антгельминтика, так называемого препарата-К.

Материалом для исследования служили нематоды *Syngamus trachea*, взятые из трахей цыплят 1,5—2-месячного возраста породы Русская белая, инвазированных предварительно личинками сингамусов в количестве 400 личинок на каждую особь. Личинок сингамусов получали после предварительной культивации половозрелых особей паразитов при 20°C в термостате в течение 13 суток. Всего в опыте находился 21 цыпленок. Гельминтоз развивался к 17—19-м суткам после начала инвазии. Из инвазированных цыплят 7 были оставлены в качестве контроля, 15% погибли через 17 дней после инвазии. В них обнаружено от 38 до 46 гельминтов. Остальным 25 цыплятам был введен препарат-К, используемый в отделе болезней птиц Грузинского зооветеринарного учебно-исследовательского института МСХ ГССР для борьбы с сингамозом птиц по методике, разработанной там же [1].

Препарат-К вводили цыплятам при помощи желатиновых капсул или в виде порошка с едой.

Для гистологического анализа материал фиксировали в смеси Карнуа и Буэна (по стандартной методике 13) и в 10% формалине. Электронно-микроскопически проанализированы 5 интактных гельминтов и 55 гельминтов, подвергшихся действию антгельминтных препаратов. Материал фиксировали в 2,5% глутар-альдегиде на фосфатном буфере при pH 7,2, в течение 1 суток при комнатной температуре. Затем дофиксировали в 1% OsO₄ в течение 1,5 часа при комнатной температуре и заключали в эпон 812. Срезы изготавливали на ультратоме ИМ-2 фирмы «Рейхарт». Электронограммы снимали на электронном микроскопе JEM 100 В.

Результаты проведенных исследований показали, что покровы нематоды *Syngamus trachea* в норме представлены относительно тонкой кутикулой и гиподермой. В кутикуле можно различить корковый слой, окрашенный в более светлый цвет, гомогенный слой и, наконец, волокнистый слой, базальная часть которого развита весьма слабо (рис. 1, а б). Довольно хорошо развита субкутикула, которая содержит нежные волокна. Гиподерма непосредственно прилегает к латеральным валикам. Эти валики идут вдоль всего тела (рис. 1, б). Центральную часть передней части тела занимают глотка и пищевод (рис. 1, а). Просвет пищевода имеет треугольную форму.

Среднюю и заднюю части тела занимает кишечник, просвет которого более круглый и заполнен детритом, состоящим из полуразрушенных кровеносных элементов. Эпителиальный покров пищевода представлен крупными довольно вакуолизированными клетками. Границы между клетками выявлены нечетко. Ядра клеток крупные, содержат 1—2 компактных круглых ядрышка. В апикальной части кле-

ток плазматическая мембрана образует выросты типа филаментов. По своей структурной организации клетки пищевода значительно отличаются от клеток кишечника. Эпителий кишечника представлен крупными, тесно прилегающими друг к другу клетками, границы между клетками плохо заметны. По окраске апикальная часть клеток сильно отличается от базальной, окрашиваемой менее интенсивно. На электронограммах видно, что апикальная часть клеток представлена хорошо развитыми микроворсинками. В клетках средней кишки обнаруживаются крупные митохондрии с четко очерченной двойной мембраной, довольно плотным матриксом. Вокруг митохондрий в цитоплазме обнаруживается большое число окруженных мембранами пузырьков, хорошо развита эндоплазматическая сеть. У микроворсинок на поперечных срезах хорошо заметны микротрубочки.

Клетки средней кишки содержат по крупному ядру с 1—2 ядрышками. В цитоплазме клеток имеются пигментные гранулы.

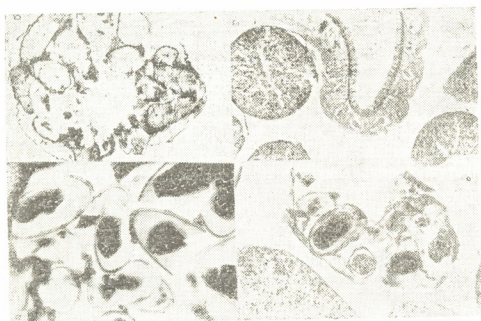


Рис. 1. Гистологическая картина нормального строения тканей и органов гельминта *Syngamus trachea*: а—общий вид поперечного среза гельминта в области пищевода, $\times 16$; б—покров в области боковых валиков и стенка кишечника, $\times 25$; в—яичник с незрелыми яйцами; $\times 16$; г—матка со зрелыми яйцами; $\times 25$; д—зрелые яйцеклетки, $\times 40$

Половая система изучаемого гельминта представлена парными на поперечном срезе яичниками. На серийных срезах видны постепенные стадии развития яйца (рис. 1, в, г, д). Вокруг зрелых яйцеклеток формируется плотная оболочка. На электронограммах видно, что мембраны зрелой оплодотворенной яйцеклетки образуют полигональные структуры, concentрически располагающиеся одна в другой. В центре такой структуры обнаруживается ядро, к этому времени приобретающее плотную консистенцию, так как в нем теряются очертания ядерных структур. Цитоплазма яйцеклеток гомогенная.

Проведение экспериментов по введению птицам антгельминтиков показало, что уже через 0,5 часа после введения препарата-К в тканях нематоды *Syngamus trachea* отмечаются определенные деструктивные изменения как на микроскопическом, так и на ультраструктурном уровне.

Наиболее заметные изменения проявляются в клетках среднего отдела кишечника и в яичниках (рис. 2, а, б, в, г). В клетках кишеч-

ника в первую очередь обнаруживается фрагментация микроворсинок, появляются зернистость в цитоплазме, крупные вакуоли. В цитоплазме клеток есть большое число свободных рибосом. Митохондрии резко уменьшаются в размерах, и матрикс их становится электронноплотным. Отмечается распад каналов эндоплазматической сети на отдельные элементы. Одновременно в клетках накапливаются капли жира.

Аналогичные изменения проявляются в стенке пищевода, в покровах гельминта, а также в структуре генитальной системы. Наиболее сильные изменения имеют место в стенке яичников и яйцеводов. При этом наблюдаются зернистость, вакуолизация и деструкция клеток, в особенности в незрелых яйцеклетках (рис. 2, а, б, в, г).

В зрелых яйцеклетках отмечается сморщивание мембранной оболочки клеток (рис. 3, а, б). Ядрышковый материал находится у самой поверхности яйцеклетки (рис. 3, а).



Рис. 2. Гистологическая картина строения тканей и органов гельминта *Syngamus trachea* после 3-часового воздействия препарата-К; а — разрушенные зрелые яйцеклетки, $\times 40$; б — деструкция незрелых яйцеклеток в яичнике, $\times 16$; в — разрушенная стенка яйцевода, пиknоз ядер яйцеклеток, $\times 25$; г — вакуолизация клеток кишечника, распад незрелых яйцеклеток в яичнике, $\times 25$

Таким образом, проведенные исследования свидетельствуют о том, что примененный препарат-К уже через 0,5 часа после воздействия вызывает значительные деструктивные изменения клеток и тканей гельминта, что в конечном счете ведет к его гибели. Вследствие этого препарат-К можно рекомендовать для борьбы с сингамозом кур как эффективное и быстродействующее средство. Аналогичное, но менее сильное действие оказывают использованные нами также йодофен и йодинол [2].

Академия наук Грузинской ССР
 Институт зоологии

(Поступило 25.12.1981)

თ. უსრაშვილი, ლ. ბოევა

ანტიჰელმინთური პრეპარატების მოქმედება ნემატოდა SYNGAMUS TRACHEA-ს ქსოვილებისა და უჯრედების ულტრასტრუქტურის თავისებურებებზე

რეზიუმე

შესწავლილია ფრინველების ტრაქეაში ბინადარი ჰელმინთის *Syngamus trachea*-ს საფარველის მომწელებელი სისტემის, სასქესო სისტემის ორგანოთა ჰისტოლოგიური და ულტრასტრუქტურული ცვლილებები ნორმაში და ანტიჰელმინთური პრეპარატი-К გამოყენების დროს.

დადგენილია, რომ გამოყენებული ანტიჰელმინთური პრეპარატის ზემოქმედებით პირველ რიგში ზიანდება საჭმლის მომწელებელი უჯრედების აგებულება და გამრავლების სისტემის ორგანოები, აგრეთვე საფარველის სტრუქტურა. ეს გამოიხატება ქსოვილების დაშლაში, უჯრედების ცხიმოვან გადაგვარებაში და უჯრედების ნორმალური ულტრასტრუქტურის დარღვევაში.

ZOOLOGY

T. B. KURASHVILI, L. P. BOEVA

THE ACTION OF ANTHELMINTHIC PREPARATIONS ON THE ULTRASTRUCTURE OF TISSUES AND CELLS OF THE NEMATODE *SYNGAMUS TRACHEA*

Summary

The authors have studied the histological and ultrastructural changes occurring under the action of the anthelmintic "Preparation K" in the cover, digestive system, and genitalia of the nematode *Syngamus trachea*—a parasite of bird's trachea.

The preparation primarily affected the digestive cell structure and reproductive organs, and partially the cover structure, as manifested in tissue destruction, fatty degeneration of cells, and disturbance of the normal ultrastructure of cells.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. ბ. უსრაშვილი, ი. ელიავასავაძეევა, ლ. ჯაფარიძე. „საქართველოს შინაური ფრინველების ჰელმინთები“, თბილისი, 1976.
2. Т. Б. Курашвили, Л. П. Боева. Тез. докл. юбилейной конференции молодых ученых г. Тбилиси. Тбилиси, 1981.

Т. А. МУСХЕЛИШВИЛИ

ГЕРПЕТОГЕОГРАФИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ ГРУЗИИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Б. Е. Курашвили 8.1.1982)

Знание закономерностей географического распространения пресмыкающихся — одной из древнейших групп позвоночных животных — имеет большое теоретическое и практическое значение. Вопросы истории и отчасти районирования герпетофауны Кавказа освещены в ряде работ [1—5]. А. М. Алекперовым [5] проведено герпетогеографическое районирование Азербайджана. Как нами было показано ранее, фауна пресмыкающихся Грузии складывается из нескольких самостоятельных комплексов гетерогенного происхождения [6]. Материал, накопленный за период 1958—1980 гг., дает более или менее полную картину границ распространения отдельных видов пресмыкающихся, в связи с чем назрела необходимость герпетогеографического районирования Грузии, попытку чего мы и предприняли.

В зоогеографическом отношении Закавказье (а также смежные с ним побережья Черного и Каспийского морей) следует рассматривать как часть Средиземноморской подобласти Палеарктики [7]. Следовательно, Грузия попадает под те два округа — Кавказский и Переднеазиатский, на которые принято подразделять данный регион [7]. В пределах этих округов мы впервые выделяем районы и участки, имеющие совершенно различные типы герпетофауны (см. рис. 1).

I. КАВКАЗСКИЙ ОКРУГ

Охватывает низовые и горные леса, высокогорные луга и скалы. В пределах округа нами выделяются следующие герпетогеографические районы:

- 1) Закавказский высокогорный район — охватывает высокогорные луга и скалы Б. и М. Кавказа. Сюда включаются следующие участки: а) Высокогорье Б. Кавказа, б) Высокогорье М. Кавказа.
- 2) Закавказский лесной район — охватывает горные леса Б. и М. Кавказа и Колхидскую низменность. Сюда включаются следующие участки: а) Горные леса Б. Кавказа, б) Горные леса М. Кавказа, в) Леса Колхидской низменности (Колхидский участок).

II. ПЕРЕДНЕАЗИАТСКИЙ ОКРУГ

Охватывает равнины и предгорья Восточной и Южной Грузии. Выделяются следующие районы:

- 1) Армянский район — занимает Джавахетское плоскогорье.
- 2) Картлийский район — занимает Картлийскую равнину вдоль течения р. Куры. Подразделяется на три участка: а) Внутренне-Картлийский участок — занимает Картлийскую равнину вдоль р. Куры к западу от г. Тбилиси, б) Квернакский участок — занимает невысокий Квернакский хребет, протянувшийся вдоль Куры на запад до г. Гори, в) Нижне-Картлийский участок — от г. Тбилиси к югу.
- 3) Кахетинский район — предгорно-равнинная область юго-восточной Грузии. Подразделяется на следующие участки: а) Иорский участок — начинается на западе от Нижне-Картлийского участка, на юге



и востоке переходит в Азербайджан, с севера ограничен Цив-Гомборским хребтом, б) Внутренне-Кахетинский участок — Алазанская долина к северу от Цив-Гомборского хребта.

В составе Кавказского округа 17 видов пресмыкающихся, т. е. около 42% всей герпетофауны Грузии. Вертикально наиболее высоко (до 3000 м) поднимаются 4—5 видов. Подавляющее большинство видов приурочено к луговым и скалистым биотопам, лишь очень немногие (артвинская ящерица, веретеница) встречаются в сплошном лесу. Характерно наличие видов, тесно связанных с третичным мезофильным фитокомплексом (артвинская ящерица, кавказская гадюка). Имеются виды с дизъюнктивным ареалом (прыткая ящерица, отдельные виды скальных ящериц).



Рис. 1. Карта герпетогеографического районирования Грузии: римскими цифрами обозначены округа, арабскими — районы

В состав Переднеазиатского округа входит большинство представителей фауны пресмыкающихся Грузии. Характерной экологической особенностью этих представителей является тяготение к открытым, сухим ландшафтам. Некоторые виды имеют дизъюнктивный ареал, например стройная змееголовка, азиатский гологлаз и др.

Отдельные участки различных районов вклиниваются друг в друга. Пример последнего — Квериакский участок Картлийского района Переднеазиатского округа, который фактически является продолжением Иорского участка Кахетинского района и фауна которого языком вклинилась во Внутренне-Картлийский участок. Участок «Горные леса Б. Кавказа» Закавказского лесного района Переднеазиатского округа своими предгорьями вклинивается в Колхидский участок того же района (окр. Цхакая и Хоби), в связи с чем здесь появляются в общем-то совершенно не характерные для Колхидского участка медянка и скальная ящерица Браунера. Таких примеров можно привести немало.

В процессе возникновения дизъюнктивных ареалов не последнюю роль сыграла, по-видимому, ледниковая эпоха на Кавказе, которая, согласно Л. И. Марушвили [8], не носила характера покровных и предгорных оледенений. Роль эта сводилась к тому, что пресмыкающиеся, ранее обитавшие на больших высотах (например, скальная ящерица Даля, короткохвостая и норская ящерицы), были отнесены в долину Куры, где климат был более теплый, чем в горах, но и более прохладный и влажный, чем климат современной эпохи. Можно с уверенностью сказать, что упомянутые виды (в настоящее время живущие изолированными популяциями) — реликтовые остатки некогда гораздо шире распространенных форм.

Еще А. М. Никольский [1] справедливо отметил значение Сурамского (Лихского) хребта как барьера для перехода через него ряда видов из восточного Закавказья в западное. В первую очередь это относится к видам, экологически связанным с ксерофитными ландшафтами. К сказанному добавим, что Лихский хребет является также связующим звеном, своего рода «мостом» для обмена горными фаунистическими элементами между Б. и М. Кавказом. Так, например, грузинская, луговая, пряткая ящерицы расселились на Б. Кавказе со стороны М. Кавказа именно по Лихскому хребту, о чем свидетельствуют их современный ареал.

Исключительно важную роль в расселении пресмыкающихся Грузии играют речные долины, которые служат причиной взаимного проникновения элементов из различных зоогеографических районов. Например, по долине Куры произошло проникновение быстрой ящурки из Кахетинского района в Картлийский район, что при наличии соответствующего ландшафта послужило причиной выделения Квернакского участка. Благодаря долине Куры и ее притоков многие представители Переднеазиатского округа вклиниваются в Кавказский округ (разноцветный полоз, полосатая ящерица и др.).

Следовательно, вследствие наличия в Грузии горного рельефа, а главное речных долин, распространение пресмыкающихся подчас принимает мозаичский характер, что в известной мере затрудняет проведение четких зоогеографических границ.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт зоологии

(Поступило 14.1.1982)

ზოოლოგია

თ. მუსხელიშვილი

საქართველოს ჰერპეტოგეოგრაფიული ღარაიონება

რ ე ზ ი უ მ ე

საქართველოს ჰერპეტოფაუნის ცალკეულ წარმომადგენელთა გავრცელების შესწავლის საფუძველზე პირველად გამოიყოფა ხუთი ჰერპეტოგეოგრაფიული რაიონი, რომელიც მოიცავს 10 უბანს. აღინიშნება ქვეწარმავლების რიგ სახეობათა მოზაიკური გავრცელება, რის შედეგადაც ცალკეული უბნები შეჭრილია ერთმანეთში. ამის მიზეზია მთაგორიანი რელიეფი და, რაც მთავარია, მდინარეთა ხეობები.

ZOOLOGY

T. A. MUSKHELISHVILI

HERPETO GEOGRAPHICAL REGIONS OF GEORGIA

Summary

On the basis of the author's study of the distribution of separate species of the herpetofauna Georgia can be divided into 5 herpetogeographical regions covering 10 areas. A mosaic distribution of a number of species is noted, separate areas cutting into each other. This is due to the mountainous relief, and mainly, to the river gorges.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES



1. А. М. Никольский. Пресмыкающиеся и земноводные Кавказа. Тифлис, 1913.
2. Н. И. Соболевский. Мем. Зоол. отд. о-ва люб. естеств. и этногр., 5, 1929.
3. А. Ф. Ляйстер. Закавказье. Краевед. сб., Естествознание, вып. 1, 1930.
4. С. А. Чернов. Зоол. сб., вып. III, Арм. фил. АН СССР, 1939.
5. А. М. Алекперов. Уч. зап. Аз. гос. ун-та, № 1, 1958.
6. Т. А. Мухелишвили. Сб. «Материалы к фауне Грузии», вып. IV. Тбилиси, 1974.
7. Н. К. Верещагин. Животный мир СССР, т. V, Пресмыкающиеся. М., 1958.
8. Л. И. Маруашвили. Целесообразность пересмотра существующих представлений о палеогеографических условиях ледникового времени на Кавказе. Тбилиси, 1956.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

А. М. ГАГУА, Л. Л. ГУГУШВИЛИ

РОЛЬ АНАТОМО-КЛИНИЧЕСКОГО ЕДИНСТВА В ИЗУЧЕНИИ
ПАТОГЕНЕЗА ОСТРОЙ ПЕЧЕНОЧНОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТИ

(Представлено академиком О. Н. Гудушаури 12.11.1981)

На протяжении всей истории медицины клиницисты ограничивались описанием функциональных нарушений при различных заболеваниях, а патологоанатомы при тех же процессах изучали структурные изменения. В клинической медицине и патологической анатомии накоплен обширный фактический материал, который до сих пор не обобщен. Это объясняется тем, что материал, полученный в результате исследований в той или другой области медицины, пытались обобщить ученые двух различных специальностей. Клиницисты при объяснении патогенеза острой печеночной недостаточности (ОПН) на первое место ставили функциональные изменения, а патологоанатомы считали, что они возникают вследствие морфологических изменений [1]. Для того чтобы получить целостное представление о болезни, мы в своих работах всегда руководствовались необходимостью не просто сопоставлять различные данные исследований, а подходить методологически к обобщению структурно-функциональных изменений в организме при болезнях и иметь четкое представление о взаимосвязи и последовательности этих изменений. Только при этих условиях обобщения можно сделать принципиально новые выводы о патогенезе заболеваний, что позволит разработать правильные методы диагностики и лечения [2—4].

Большинство ученых игнорирует до сих пор этот принцип и в результате связывает развитие ОПН прежде всего с накоплением в крови церебротоксических веществ. Важнейшими из них считаются промежуточные продукты белкового обмена и в первую очередь аммиак [5, 6].

Такое представление научно необоснованно, ибо повышению содержания аммиака в крови в большинстве случаев предшествует далеко зашедшее изменение портального кровообращения с изменением паренхимы и нарушением функций печени [7, 8].

Таким образом, в настоящее время не существует концепции, сколько-нибудь правильно отражающей патологический процесс ОПН. Поэтому при современном уровне знания механизмов ОПН невозможно выработать методы ее профилактики и лечения. Требуется фундаментальные исследования комплексного характера в области анатомии и физиологии печени для выяснения тонких механизмов, обуславливающих развитие ОПН.

Исходя из вышесказанного мы поставили задачу изучить для раскрытия патогенеза ОПН вопросы применения рентгено-вазографического, анатомического, клинико-секционного, экспериментального методов, а также принцип нарушения кровообращения печени и выявить его роль в патогенезе ОПН. Наши исследования основаны на детальном изучении изменений сосудистых систем органа с помощью комплексного метода на 120 лицах, из которых 40 экзантировали от ОПН (при различных острых заболеваниях, травматических повреждениях, экзогенных и эндогенных отравлениях, ожогах и после оперативного

лечения механической желтухи), а также на 30 собаках, погибших от ОПН после пересадки печени. Кроме того, на 15 собаках изучены физиология и патофизиология кровообращения в портальной, кавадных и печеночных венах, а также проведен анализ клинико-секционного материала погибших от ОПН за последние 10 лет в НИИ СП им. Н. В. Склифосовского МЗ РСФСР.

Исследования по определению роли нарушений портального кровообращения в патогенезе ОПН основаны на определении рентгено-анатомических изменений в сосудистых системах печени у лиц, умерших от ОПН, на выявлении в эксперименте роли изменений давления в воротной вене в условиях моделирования ОПН, на анализе клинико-секционного материала лиц, экзитировавших от ОПН, и, наконец, на воспроизведении экспериментальных моделей ОПН.

Анализ клинико-секционного материала лиц, умерших от ОПН и печеночно-почечной комы. Среди 150 умерших от ОПН и печеночно-почечной комы были 77 мужчин (51,2%) и 73 женщины (48,8%).

Результаты исследований показали, что как при острых интоксикациях, так и при затяжных формах печеночной патологии (циррозы) сосудистые системы печени, по сути дела, претерпевают однотипные изменения. Эта закономерность и послужила основанием для проведения целенаправленных исследований по выявлению роли ангиологических расстройств в патогенезе ОПН.

Рентгено-вазографические исследования печени лиц, умерших от ОПН. Анализ результатов рентгено-вазографических исследований печени после смерти от ОПН позволил выявить ряд закономерных изменений как в паренхиме печени, так и в его экстра- и интраорганных сосудистых системах, а именно: в воротной и печеночных венах, печеночной артерии и желчевыведительных путях.

Характерно, что при инъекции в портальную систему в начальной стадии патологии печени контрастная взвесь не переходит из портальной системы в системы кавадных и печеночных вен. При далеко зашедших формах заболевания контрастная масса всегда распространяется и в эти системы. Степень поражения артериальных сосудов в определенной степени зависит от стадии ОПН. Результаты исследования позволили установить, что при выраженной и терминальной стадиях ОПН из артериального кровообращения выключается большая сеть печеночных артерий, что, безусловно, должно способствовать ишемическим расстройствам в печени. Особенно специфичны при ОПН изменения печеночных вен. В отличие от внутриорганных ветвей воротной вены и печеночной артерии, они, как правило, расширены. Изменения размеров печеночных вен находятся в зависимости от стадии ОПН, и расширение печеночных вен возникает в начальной стадии развития ОПН. На выполненных холангиограммах выявлено неравномерное расширение внепеченочных желчных протоков.

Резюмируя данные этой серии исследования, можно заключить, что при ОПН отмечается скопление огромного количества крови в системе расширенных печеночных вен. Вместе с тем, артериальное кровоснабжение печени также существенно нарушено в результате выключения артериальных сосудов из системы циркуляции.

Роль острого нарушения портального кровообращения в патогенезе ОПН. В экспериментах на собаках по изучению возможности перераспределения портальной крови в условиях острого нарушения портального кровотока в ответ на перевязку воротной вены обнаружено, что в печеночных венах давление значительно падает, в то время как давление в нижней полой вене повыша-

ეტყ. В экспериментах по изучению давления в печеночных венах обнаружено, что в норме венозное давление выше, чем в нижней полой вене, и значительно ниже, чем в системе воротной вены. Разница давлений в системе печеночных и воротной вен колеблется от 10 до 40 мм вод. ст. Это соотношение существенно нарушается после перевязки воротной вены. Наряду с этим, выявлено значительное падение венозного давления в печеночных венах.

Таким образом, высокие адаптационные возможности как портальной, так и кавальной систем, в особенности печеночных вен, оказываются небезграничными. При истощении компенсаторных возможностей в процессе перераспределения крови наступает фаза декомпенсации и необратимых гемодинамических расстройств, обуславливающих, в свою очередь, ускорение индукции ОПН.

Моделирование ОПН. В эксперименте ОПН достигалась одномоментной деваскуляризацией печени, интрапортальным введением CCl_4 и ретроградным введением CCl_4 в желчные пути после их перевязки и перевязки печеночной артерии. В первых двух сериях животные погибали от сердечной недостаточности при практически сохраненной функции печени. В последней серии опытов развивалась типичная картина ОПН.

Таким образом, в результате комплексного исследования было установлено, что причиной развития ОПН является нарушение портального кровообращения [2, 3, 5]. Начальная стадия данной патологии клинически выражается в своего рода синдроме, названном нами «молчанием печени». В этих случаях морфологических тестов, указывающих на серьезные поражения печеночной паренхимы, еще не наблюдается. Ведущим признаком синдрома «молчания печени» является портальная гипертензия. В диагностике этого синдрома могут неопределимую услугу оказать порто- или спленоманометрия и особенно высокочувствительные радиодиагностические и функциональные методы [8].

НИИ экспериментальной
и клинической хирургии
МЗ ГССР

(Поступило 19.11.1981)

გამაგრილებელი მედიცინა

ა. ზაბუა, ლ. გუბუშვილი

ანატომიურ-კლინიკური ერთიანობის როლი ღვიძლის მწვავე
უკმარისობის შესწავლაში

რეზიუმე

ავტორების მიერ კომპლექსური (რენტგენო-ანატომიური, კლინიკურ-სექციური და ექსპერიმენტული) გამოკვლევების შედეგად მიღებულ დიდ მასალაზე გახსნილია ღვიძლის მწვავე უკმარისობის პათოგენეზის არსი და მიითვლება ანატომიისა და კლინიკის მეცნიერული მუშაობის ერთიანობის აუცილებლობაზე, რასაც დიდი მნიშვნელობა ენიჭება მედიცინის პროგრესის საქმეში.

A. M. GAGUA, L. L. GUGUSHVILI

 THE ROLE OF ANATOMICO-CLINICAL UNITY IN STUDYING THE
 PATHOGENESIS OF ACUTE HEPATIC INSUFFICIENCY

Summary

A complex study has demonstrated that acute hepatic insufficiency (AHI) is caused by disturbed portal circulation. The initial stage of the pathology is expressed by a characteristic syndrome referred to by the authors as "silence of the liver", portal hypertension being its leading sign. Porto- or splenomanometry—especially highly sensitive radiodiagnostic techniques—can be of great service in the diagnosis of the indicated syndrome.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. A. M. Гагуа. Сообщения АН ГССР, 97, № 2, 1980, 477—480.
2. A. M. Гагуа, Л. Л. Гугушвили. Сообщения АН ГССР, 103, № 2, 1981, 469—472.
3. A. M. Гагуа. Изв. АН ГССР, сер. биол., т. 7, 1981, 197—203.
4. ა. მ. გაგუა. საბჭოთა მედიცინა, № 2, 1977, 35—38.
5. Л. Л. Гугушвили, А. М. Гагуа. Сообщения АН ГССР, 78, № 1, 1975, 205—208.
6. A. M. Гагуа. Сообщения АН ГССР, 189, № 3, 1978, 685—688.
7. A. M. Гагуа, Л. Л. Гугушвили. Сообщения АН ГССР, 103, № 1, 1981, 438—441.
8. A. M. Гагуа. Хирургия, № 5, 1969, 43—53.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

Р. Д. МАГАЛАШВИЛИ, С. П. ГЛАДКИХ, К. И. КИЛЬДИШЕВ,
 В. С. КАРПОВ, Г. П. СУХИНИНА

ОБЩАЯ СХЕМА ПАТОГЕНЕЗА СПАЕЧНОЙ БОЛЕЗНИ

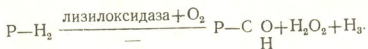
(Представлено академиком Н. А. Джавахишвили 25.12.1981)

В настоящее время спаечная болезнь рассматривается как патологическое состояние аутоиммунного характера [1].

Однако мы полагаем, что спаечная болезнь является частным проявлением лигандной патологии [2, 3].

Действительно, если рассмотреть внимательно биосинтез и катаболизм внеклеточного компонента соединительной ткани на клеточном и молекулярном уровнях, то эти процессы можно представить следующим образом: фибробласты (биосинтез цепей растворимого коллагена) — лизилоксидаза (образование поперечных связей между соседними цепями растворимого коллагена и образованием молекул нерастворимого коллагена с дальнейшим самопроизвольным образованием фибрилл) → выполнение физиологических функций неклеточным компонентом соединительной ткани → катаболизм (осуществляемый в первую очередь макрофагами).

Ключевую роль в формировании коллагеновых и эластиновых волокон играет индуцибельный фермент лизилоксидаза, который обеспечивает окислительное дезаминирование ε-аминогрупп лизина, входящего в состав растворимых α-цепей коллагена, продуцируемых фибробластами по схеме



В результате окислительного дезаминирования в составе растворимых α-цепей коллагена появляются альдегидные производные (α-лизин), которые обеспечивают самопроизвольное образование поперечных связей между соседними α-цепями растворимого коллагена за счет образования шифовых оснований альдольной конденсации. Интенсивность и скорость фибриллогенеза неклеточного компонента соединительной ткани, таким образом, лимитируется в первую очередь количеством и активностью фермента лизилоксидазы.

Лизилоксидаза является медь- и пиридоксальсодержащим ферментом, гипотетическая структура активного центра которого, по нашему мнению, выглядит следующим образом:

Концентрация лигандной патологии, предложенная В. К. Подымовым и сотрудниками [2, 3], наглядно теоретически и экспериментально демонстрирует, каким образом лиганды (эндогенные и экзогенные) ароматического происхождения, содержащиеся в своем составе



первичную аминогруппу, могут блокировать активные центры медь- и пиридоксальсодержащих оксидаз (в частности, активный центр лизилоксидазы).

При достаточной концентрации в организме животных и человека подобных лигандов развиваются тяжелые патологические состояния, симптоматика которых обусловлена в первую очередь системным поражением соединительной ткани (красная волчанка, латиризм, ревматоидный полиартрит и др.).

Если рассматривать эти патологические состояния на молекулярном уровне, то их этиология и патогенез объясняются блокадой активного центра лизилоксидазы лигандами эндогенного и экзогенного происхождения.

Экспериментальные и клинические работы [4—6] показали, что концентрация ароматических лигандов, содержащих первичную аминогруппу, лимитируется конститутивным ферментом N-ацетилтрансферазой, который инактивирует эти соединения по следующей схеме:



И если принять во внимание, что различные популяции людей по активности N-ацетилтрансферазы разделяются бимодельно в различных соотношениях (5), то реальная концентрация эндогенных и экзогенных лигандов в организме «быстрых» и «медленных» ацетиляторов при всех прочих равных условиях будет различной [6]. В этой связи становится понятной наследственная предрасположенность к ряду заболеваний, в том числе и спячной болезни.

Тесная взаимосвязь и характер взаимодействия между активностью конститутивного фермента N-ацетилтрансферазы и индуцибельного фермента лизилоксидазы (поскольку субстраты — ацетилтрансферазы являются ингибиторами лизилоксидазы), по нашему мнению, обуславливают молекулярные механизмы патогенеза соединительной ткани как местного (спячная болезнь), так и системного характера (красная волчанка, ревматоидный полиартрит, латиризм и т. д.).

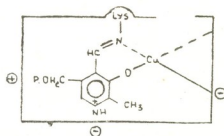


Рис. 1. Гипотетическая структура активного центра лизилоксидазы

Полостное хирургическое вмешательство является интенсивным стрессовым воздействием на организм больного, которое приводит к значительным нарушениям металло-лигандного [2] и стероидно-простагландинового [7] гомеостаза как всего организма, так и в области непосредственного хирургического вмешательства. Причем в зависимости от активности конститутивного фермента N-ацетилтрансферазы

процессы биосинтеза и катаболизма неклеточного компонента соединительной ткани протекают по различным типам. Так, у «быстрых» ацетиляторов процессы биосинтеза коллагена превалируют над процессами его деградаци, у «медленных» ацетиляторов наблюдается обратная картина.

Эти особенности биосинтеза и катаболизма неклеточного компонента соединительной ткани у индивидуумов с различным типом ацетилирования объясняют механизм наследственной предрасположенности к образованию внутрибрюшинных сращений в случае полостного хирургического вмешательства.

Более того, понимание клеточно-молекулярных механизмов спаечной болезни открывает интересные перспективы в разработке клинических методов патогенетической профилактики спаечной болезни путем комплексной регуляции системы биосинтеза и катаболизма неклеточного компонента соединительной ткани (фибробласты, лизилоксидаза, макрофаги и N-ацетилтрансфераза).

НИИ по биологическим испытаниям
химических соединений ММП СССР

(Поступило 25.12.1981)

ამსპარიმენტული მედიცინა

რ. მაღალაშვილი, ს. გლადიკიხი, კ. კილდიშევი, ვ. კარპოვი, გ. სუხინინა

შეხორცვებითი დაავადებების კათოგენეზის ზოგადი სქემა

რეზიუმე

სტატიაში ნაჩვენებია, რომ შეხორცვებითი დაავადების პათოგენეზის ძირითადი მომენტია შთამომავლობითი მიდრეკილება, რომელიც გაპირობებულია კონსტიტუციური ფერმენტის N-აცეტილტრანსფერაზის დაბალი აქტიურობითა და მისი ზემოქმედებით ინდუციბელურ ფერმენტ ლიზილოქსიდაზაზე.

EXPERIMENTAL MEDICINE

R. D. MAGALASHVILI, S. P. GLADKIKH. K. I. KILDISHEV,
V. S. KARPOV, G. P. SUKHININA

A GENERAL SCHEME OF THE PATHOGENESIS OF ADHESIVE DISEASE

Summary

The main cause of the pathogenesis of adhesive disease is shown to be a genetic predisposition conditioned by the low activity of the constitutional enzyme N-acetyltransferase and its influence—through the substrates—on the activity of the inducible enzyme lysyl-oxidase, the latter limiting the fibrillogenesis of the noncellular component of the connective tissue.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Р. А. Женчевский. Автореферат докт. дисс. Ставрополь, 1975.
2. В. К. Подымов. Красная волчанка. Ереван, 1981.
3. В. К. Подымов, С. П. Гладких, Л. А. Пирузян. Сб. «Проблемы изыскания, исследования и производства новых лекарственных средств». Каунас, 1979.
4. Н. А. Кошелева, В. К. Подымов, С. П. Гладких. Там же.
5. Г. Маждраков, П. Поихристов. Медицина и физкультура. № 25. София, 1976.
6. С. П. Гладких, В. К. Подымов, А. А. Андерсон, Н. М. Кошелева. Применение сульфаниламидов в фармакологии. София, 1978.
7. В. К. Подымов, Л. А. Пирузян, С. П. Гладких, М. М. Кац, С. В. Нижний. Изв. АН СССР, сер. биол. № 1, 1980.

ზ. სარჯველაძე

ერთი ზმნური ფორმის შესახებ

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ა. შანიძემ 14.1.1982)

ძველ ქართულში **სთუელ** სიტყვა იხმარება არსებითი სახელის რთველის მნიშვნელობით:

სთუელი მოიწიოს თესვად, ლევიტ. 26,52 ლ; დღეთა მათ **სთულისათა**, ზირ. 24,37 0; დასრულებულ არს **სთუელი**, ეს. 32,10 J და სხვ. ([1], გვ. 388).

სთუელ სახელისაგან იწარმოება **მოსთულება** ზმნა, რომელიც მოკრეფას ნიშნავს:

„არა ეკალთაგან შეიკრიბიან ლელუ, არცა მაყუალთაგან **მოისთულიან** ყურძენი, ლ. 6,44; **მო-ნუ-ისთულიან** ეკალთაგან ყურძენი, მ. 7,16C; **მოისთულეთ** ნაყოფად ცხორებისა, ოცე 10,12 0; **მოისთულნეს** ნაყოფნი იგი, მ. სწავ. 171,38 და სხვ. ([1], გვ. 276).

სახელისაგან ზმნის წარმოქმნა ქართულ ენაში, საზოგადოდ, გავრცელებული მოვლენაა ([2], გვ. 38—48).

სახელის ფუძე ზმნად გადაქცევისას შეიძლება შეიკუმშოს: **ახალი** — **განახალი**; **მართალი** — **განამართალი**; **ცოცხალი** — **განცოცხლდა**; **წითელი** — **განწითლა** და მისთ. სწორედ ამგვარი პროცესია ჩვენთვის საინტერესო შემთხვევაში:

სთუელ, შდრ.: **მო-ს-თულ-ა**.

ზმნურ ფორმაში შეკუმშვის შედეგად დაიკარგა ე ხმოვანი.

არნ. ჩიქობავა ერთმანეთთან აკავშირებდა **სთუელ** სახელის ფუძესა და **სთულ** ზმნურ ფუძეს და წერდა, რომ „სათანადო ზმნაში ელ სუფიქსი ჩვეულებრივ არაა წარმოდგენილი:

რაჟამს იხილნის ნაყოფნი, კეთილად მომწიფებულნი, **მოსთუნის** იგინი, უღ. 36v“ ([3], გვ. 32).

ელ მარცვლის **ლ (ელ>ლ)**, რომელსაც არნ. ჩიქობავა სუფიქსად მიიჩნევს, ჩვეულებრივ წარმოდგენილია ზმნურ ფორმებშიც, რაც კარგად ჩანს ჩვენ მიერ ზემოთ მოყვანილი მაგალითებიდან (**მოისთულიან**, **მოისთულეთ**, **მოისთულნეს**). სპეციალურ განმარტებას მოითხოვს **მოსთუნის** ზმნური ფორმა, რომელსაც არნ. ჩიქობავა იმოწმებს. მაგალითი მოხმობილია ეფრემ ასურის „ცრემლთათჳს“ თხზულებიდან. ეს ნაწარმოები ქართულად აღრევე უნდა ეთარგმნათ. იგი შემონახულია უდაბნოსა და სვანურ მრავალთავებში, აგრეთვე Sin-97-ში (X ს.) და სხვა ხელნაწერებში. ეს საინტერესო ძეგლი გამოსცა ი. ი მ ნ ა ი შ ვ ი ლ მ ა ([4], გვ. 47—54).

ჩვენთვის საინტერესო ადგილი ხელნაწერებში ასეა წარმოდგენილი:

მოსთულის იგი აღრე, Sin=97, 112r.

მოსთულნის იგინი აღრე, უდაბნ. მრ. 36v; სვან. მრ. 477v.

მთავარი ისაა, რომ **მოსთუნის** არც ერთ ხელნაწერში არ გვხვდება. როგორც ჩანს, უდაბნოს მრავალთავში არნ. ჩიქობავამ **მოსთულნის** ფორმის ნაცვლად **მოსთუნის** ამოიკითხა. ეს იმის გამო მოხდა, რომ უდაბნოს მრავალ-



თავის ზოგი ადგილი საკმაოდ ძნელად იკითხება, და, რაც მთავარია, ამრთველი რული **ზ (ლ)** და **ზ (ვ)** გრაფიკულად მსგავსნი არიან. ამრიგად, მოსთუნის ფორმა რეალურად არ არსებობს და არ არის საფუძველი სთუელ ფორმის დაშლისათვის. არნ. ჩიქობავას აზრით, ამ ძირს უკავშირდება ჭანური სოვ ზმნა, რომელიც გააწყდომას, სხლტომას ნიშნავს ([5], გვ. 312—313): დოსთუნ „გააწყდება“, „გაიგლიჯება“ და სხვა.

ცნობილია, რომ გარკვეულ შემთხვევებში ჭართ. ელ მიმდევრობას მეგრულსა და ჭანურში უ შეესატყვისება:

ბედელი: ბალუ; თელი: თუ; სელი: წელი; ჭუ და მისთ. ([6], გვ. 89).

სწორედ ამგვარი მიმართება უნდა გვქონდეს ჩვენთვის საინტერესო შემთხვევაშიც:

ჭართ. სთუელ: ჭან. სთუ > სთუ.

სამწუხაროდ, არასწორად ამოკითხულმა ფორმამ სამეცნიერო ლიტერატურაში გაიკაფა გზა და საფუძვლად დაედო ახალ მცდარ ეტიმოლოგიებს.

დ. მაჭავარიანი წერს: „მოსთუნის“ ფორმა ამოსავლად გვევარაუდებინებს სთუ-ევ (II სთუ-ავ; უფრო სთუ-ევ) ფუძეს. აქ -ევ -ელ აფიქსის (სთუ-ელ) ვარიანტი ჩანს“ ([7], გვ. 253). ავტორი ფიქრობს, რომ ამ სთუ ძირთან კავშირშია მეგრული ტვიტუნს „გლეჯს“, აგრეთვე ტიტონს „წიწკნის (ბალახს)“. ჭართული ენის დასავლური დიალექტების იწიწვავს (=იწეწს), მეგრ. იწვიწვიანს „მო რ ი დ ე ბ ი თ ყ ო ფ ნ ა“ და სხვ. ([7], გვ. 253).

დ. მაჭავარიანი დაასკვნის: „ამრიგად, ტვ ძირია. იგი ფონეტიკური ვარიანტია -თვ ძირისა (მო-ს-თუვ-ნ-ი-ს)“ ([7], გვ. 254).

ცხადია, დ. მაჭავარიანის ეს მსჯელობა, რომელიც დამყარებულია არარსებულ სთუვ ფორმაზე, მცდარია.

ძველი ჭართული ტექსტების ამოკითხვისა და გამოცემის დროს, სამწუხაროდ, ზოგჯერ უხეში შეცდომები გვხვდება. აქ ორიოდე მაგალითს დავასახელებთ. ბ. გიგინეიშვილმა აღნიშნა, რომ ნ. მარმა „სახისმეტყველის“ ტექსტში შეცდომით განტუეოს ამოკითხა დაგჩხუეოს ფორმის ნაცვლადო. ეს მცდარი ფორმა აისახა ილ. აბულაძის ძველი ჭართული ენის ლექსიკონში ([8], გვ. 50).

ს. ყუბანეიშვილის „ძველი ჭართული ლიტერატურის ქრესტომათიაში“ (I, 1945) შეცდომით წაკითხული ჩუჩლობა ნაცვლად ჩუჭულება ფორმისა შევიდა მ. ჭაბაშვილის მიერ შედგენილ ლექსიკონში. ამის შესახებ მიუთითა კ. დ ა ნ ე ლ ი ა მ ([9], გვ. 123—126).

სხვა ამგვარი შემთხვევების დასახელებაც შეიძლება, მაგრამ ამჯერად, ვფიქრობთ, ესეც საკმაოა.

ა. ს. პუშკინის სახ. თბილისის

სახელმწიფო პედაგოგიური ინსტიტუტი

(შემოვიდა 28.1.1982)

ЯЗЫКОЗНАНИЕ

З. А. САРДЖВЕЛАДЗЕ

ОБ ОДНОЙ ГЛАГОЛЬНОЙ ФОРМЕ

Резюме

В древнегрузинском языке имеется глагол *მოსთულება* *mostuleba* „собрать (виноград)“, образованный от имени *სთული* *stweli* „сбор винограда“. Некоторые исследователи указывают и на вариант глагола *მოსთუბის* *mostubnis*. Однако такого варианта в древнегрузинском нет. Он возник

в результате ошибочного прочтения древнегрузинской графемы ზ (ლ) вместо ზ (ლ). Поэтому ясно, что этимологические разыскания, связывающие მო-სთუენ-ის მო-stuv-n-i-s с другими картвельскими корнями или основами, неверны.

LINGUISTICS

Z. A. SARJVELADZE

CONCERNING ONE VERBAL FORM

Summary

In Old Georgian the verb მოსთულება *mostuleba* "to gather or harvest grapes" was derived from the noun სთული *stueli* "harvesting of grapes". It has been pointed out by some researchers that this verb exists also in the form of მოსთუენის *mostuwnis*. This form, which is not to be found in Old Georgian, stems from a faulty reading of the Old Georgian (ზ)ლ as (ჴ)ვ owing to graphical affinity. Hence the erroneousness of linking მოსთუენის *mostuwnis* with other Kartvelian stems or roots.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. ილ. აბუ ლაძე. ძველი ქართული ენის ლექსიკონი. თბილისი, 1973.
2. ა. შანიძე. ნასახელარი ზმნები ქართულში. თბულებანი. ტ. II, თბილისი, 1981.
3. არნ. ჩიქობავა. სახელის ფუძის უძველესი აგებულება ქართველურ ენებში. თბილისი, 1942.
4. ი. იმნაიშვილი. საკითხავი წიგნი ძველ ქართულ ენაში, II. თბილისი, 1966.
5. არნ. ჩიქობავა. კანურ-მეგრულ-ქართული შედარებითი ლექსიკონი, ტფილისი, 1936.
6. თ. გამყრელიძე, გ. მაჭავარიანი. სონანტა სისტემა და აბლაუტი ქართველურ ენებში. თბილისი, 1965.
7. დ. მაჭავარიანი. აღ. წულუკიძის სახელობის ქუთაისის სახელმწიფო პედაგოგიური ინსტიტუტის შრომები. 28. ქუთაისი, 1966.
8. ბ. გიგინეიშვილი. ტექსტისათვის, შატბერდის კრებული. თბილისი, 1979.
9. კ. დანელია. ძველი ქართულის ლექსიკიდან. თსუ, ძველი ქართული ენის კათედრის შრომები, 11, 1968.

ბ. ბურჭულაძე

ადგილობრივ -ლუ „ქვემ“ და -ლუ „ში“ ბრუნვათა ნიშნების
ბანეზინისათვის ლაკურში

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა არნ. ჩიქოვამ 16.5.1982)

ადგილობრივი ბრუნვები ლაკურში თავისი ფუნქციისა და სტრუქტურის მიხედვით ორ ძირითად ჯგუფად იყოფა:

1. ჯგუფი ბრუნვებისა, რომლებიც გამოხატავენ საგნის მდგომარეობას სივრცეში და ცალთანდებულობას;

2. ჯგუფი ბრუნვებისა, რომლებიც გამოხატავენ საგნის მოძრაობას სივრცეში და ორთანდებულობას.

მდგომარეობის გამოხატველი ცალთანდებულობის ბრუნვა ლაკურში სულ ექვსია (კითხვაზე „სად?“): 1. -ა „-ზე“, 2. -ლუ „-ში“, 3. -ლუ „-ქვემ“, 4. -ქა „-თან“, „-ახლოს“, 5. -ხ „-იქით“, 6. -წ „-თან“, „-ძალიან ახლოს“.

ამ დაბოლოებათაგან ზოგის გენეზისი გარკვეულია. კერძოდ, -ა „-ზე“ მიჩნეულია ძალუ „ზევით“, „ზემოთ“ ზმნისართისაგან მიღებულად, ხოლო -ქა „-თან“, „-ახლოს“ — ქარაუტ „ახლოს“ ზმნისართის გაცვეთის შედეგი ჩანს ([1], გვ. 334).

გამოთქმულია მოსაზრება ზოგი სხვა ადგილობრივი ბრუნვის ნიშნის წარმომავლობაზეც. სახელდობრ:

1. გარკვეულია, რომ ლაკ. -ლუ „-ქვემ“ შეესატყვისება ხუნდ. ტჷ „ქვემ“ თანდებულს ([2], გვ. 340).

ჩანს, ხუნძურს დაუკარგავს თანზმონის მომდევნო ხმონითი ელემენტი. შდრ., ერთი მხრივ, ლაკ. -ლუ „-ქვემ“, ხოლო, მეორე მხრივ, ანდ., ახვახ. -ტჷმ, დარგ. -ტუ (ურახ.) || -გუ (კუბ.) „-ქვემ“ ([3], გვ. 110).

ლაკურ -ლუ „-ქვემ“ ბრუნვის ფორმათა პარალელურად გვხვდება ლუ „ქვევით“, „ქვემ“ ზმნისართით ნაწარმოები აღწერიითი ფორმებიც:

ვათლუ-ლუ || ვათლუ-ლ ლუ „სახლის ქვემ“

ამგვარი პარალელური ფორმების არსებობას ხსნიან მნიშვნელობათა ნიუანსური სხვაობით: ვათლუ-ლუ „სახლის ქვემ“, ვათლუ-ლ ლუ „სახლის ქვემ... ქვემოთ“ ([4], გვ. 16; [5], გვ. 38). ისე კი, აღნიშნული სხვაობა მეორე ეულია — განსხვავებულ ფორმებს განსხვავებული შინაარსი დაეძვნა.

ბრინციბულად მსგავსი სურათია ძველი ქართულის სახლსა შინა და ახალი ქართულის სახლ-ში ფორმებსა, ერთი მხრივ, და ლაკურის ვათლუ-ლუ „სახლის ქვემ“ და ვათლუ-ლ ლუ „სახლის ქვემ... ქვემოთ“ ფორმებს შორის, მეორე მხრივ.

ადგილობრივი ბრუნვის -ლუ -ქვემ“ დაბოლოება მიღებული ჩანს *ლუ-ლუ „ქვევით“, „ქვემ“ ზმნისართისაგან ლუ-ს გზით¹:

*ლუ-ლუ → *ლუ-ლუ → ლუ.

¹ -ლუ დაბოლოებისა და ლუ ზმნისართის კავშირი შენიშნული აქვს პ. უსლარსაც ([4], გვ. 16).



თვით ლუ←*-ლუ-შუ „ქვევით“, „ქვეშ“ სიტყვაში -უ წარმოშობით გრამატიკული კლასის ნიშანია, რასაც მოწმობს ამავე ზმნისართისაგან ნაწარმოები მიმართულების აღმნიშვნელი ზმნისართები:

- ლუ-შა „ქვევით მიმართულებით“ (I გრ. კლ.),
- ლუ-ფაა „ „ (III გრ. კლ.),
- ლუ-რ-დაა „ „ (II, IV გრ. კლ.).

ლუ-რ დაცულია, აგრეთვე, „გრდემლის“ აღმნიშვნელ ლუ-რ-ზი-მან (ზედმიწ „ქვეშ მომუშავე რკინა“) რთულ სიტყვაში, სადაც -რ- მან „რკინა“ სახელის გრამატიკულ კლასზე მიუთითებს ([6], გვ. 19); ასევე, ლუ-რ-საა „საქონლის საგნები, საფენი“, „საწოლი“ სიტყვაში იგივე **ლუ** ძირია, -რ- — გრამატიკული კლასის ნიშანი. ამჟამად გაქვავებული, ხოლო -საა წარმოშობით ზედსართავი სახელის მაწარმოებელია, ფუძეს შეხორცებული ([7], გვ. 126).

რაც შეეხება ლუ-შა←*-ლუ-შ-შა (I გრ. კლ.), ლუ-ფაა←*ლუ-ფ-ფაა←*-ლუ-ბ-აა (III გრ. კლ.) ფორმებს, აქ ერთმანეთს დამთხვევია I გრამატიკული კლასის -უ და III გრამატიკული კლასის -ბ→-უ (2) ნიშნები. მაშასადამე, უნდა გვეჩინოდა.

*ლუ-უ (I გრ. კლ.), *ლუ-ბ (III გრ. კლ.), *ლუ-რ (II, IV გრ. კლ.) „ქვევით“, „ქვეშ“.

ჩანს, გაქვავებული პირველი გრამატიკული კლასის -უ ნიშანი. ეს რომ ასეა, კარგად ჩანს ლაკური ენის ბალხართული დიალექტის აულ წალკაჟონის მეტყველებაში, სადაც სუფიქსური კლას-ნიშნები ზმნისართებში დღესაც ცოცხალია. ორიოდ ნიმუში:

თქმა სამწ. ენა

- ითა-უ (I, III გრ. კლ.) } ითა-უ „თვალში“,
- ითა-რ (II, IV გრ. კლ.) }
- ქარა-უ (I, III გრ. კლ.) } ქარა-უ „გვერდით“,
- ქარა-რ (II, IV გრ. კლ.) }
- ლუ-უ (თუ) (I, III გრ. კლ.) } ლუ-უ „ქვევით“, „ქვეშ“.
- ლუ-რ (თუ) (II, IV გრ. კლ.) }

ამდენად, სპეციალურ ლიტერატურაში გამოთქმული მოსაზრება, რომ ლაკურში „ლოკატიური ფორმა პირველი გრამატიკული კლასისა გამოყენებული იქნა განზოგადებული მნიშვნელობით ყველა კლასისათვის“ ([8], გვ. 189), რეალურ ვითარებას უნდა ასახავდეს.

II. -უ „-ში“ ადგილობითი ბრუნვის ნიშანს თვლიდნენ ლაკურისავე ჭიჭე „შიგ“, „შიგნით“ ზმნისართისაგან მიღებულად ([1], გვ. 334; [9], გვ. 125), რაიც ამ ბოლო დროს ნაკლებ სარწმუნოდ მიიჩნიეს ([10], გვ. 35).

მართლაც, -უ „-ში“ თანდებულის ჭიჭე „შიგ“, „შიგნით“ ზმნისართთან დაკავშირებას ერთი არსებითი სახის დაბრკოლება ახლავს. ლაკური ენის ვიცხიური ტიპის დიალექტებში -უ „-ში“ წარმოდგენილია -ბუ-ს სახით, როცა ჭიჭე „შიგ“, „შიგნით“ უცვლელადაა. მაშასადამე, ესენი სხვადასხვა წარმომავლობისაა.

თვით ჭიჭე ზმნისართში ბოლოკიდური -უ სუფიქსი ჩანს (ჭი-უ) — წარმოშობით გრამატიკული კლასის გაქვავებული ნიშანი. შდრ. ჭი-რ-საა „შიგნული“, ჭი-რ-დაკ „შუაგული“, „ბირთვი“ (ორივე სახელი IV გრამატიკული კლასისა და ამიტომაც აქეთ კლასის ნიშნად -რ-) ან ჭი-მ-ის „შიგნიდან“.

(2) რაიც ჩვეულებრივია ლაკურში სიტყვის ბოლოსა და თანხმონის წინ.

აღნიშნული -ტ ლაკურში სხვა ზმნისართებთანაც დასტურდება: „ჰალში“, აკუ-ტ „ბალში“, კუ-ტ „ეზოში“ და სხვ. ([8], გვ. 101).

ასეთ ფორმათა შესახებ ჯერ კიდევ პ. უსლარი შენიშნავდა: „შიგ“ მნიშვნელობის გამოსახატავად ბევრი სახელი განსაკუთრებულ ფორმებს იღებს: ფალა-ტ „საჯინბოში“ (პ, რატუ (-*რატუ-ტ) „ხეობაში“, კარკუ (-*პარკუ-ტ) „ფარდულში“ და სხვ. ([4], გვ. 38).

ანალოგიური ფორმები კი დღეს ბალხარული დიალექტის საკუთრივ ბალხარულსა, ცოლ-ის, წალწავან-ისა და ურუჩარ-ის მეტყველებაში მოქმედი, ცოცხალი კლას-ნიშნებითაა გაფორმებული:

რატ „ხეობა“: რატუ-ტ, -რ (წალწავ.), რატუ-ბ, -რ (ცოლ, ურუჩ., საკუთრ. ბალხ.) „ხეობაში“;

პარკუ „ფარდული“: პარკ-ტ, -რ (წალწავ.), პარკუ-ბ, -რ (ცოლ, ურუჩ., საკუთრ. ბალხ.) „ფარდულში“;

მაკ „მდელო (მთის ფერდობზე)“ : მაკუ-ტ, -რ (წალწავ.), მაკუ-ბ, -რ (ცოლ, ურუჩ., საკუთრ. ბალხ.) „მდელოში (მთის ფერდობზე)“ და სხვ.³

როგორცაც ზემოთ აღინიშნა, სამწერლობო ენასა და ზოგს დიალექტში ზმნისართებში გაქვევებული -ტ წარმოშობით I გრამატიკული კლასის ნიშანი ან — დღეს მოქმედი აულ წალწავან-ის მეტყველებაში (სადაც მას დამთხვა, აგრეთვე, III გრამატიკული კლასის ბ-ტ ნიშანი), ხოლო ცოლ-ის, ურუჩარ-ისა და საკუთრივ ბალხარულ მეტყველებაში ამ ტ-ს მოუცია ბ.

ამდენად, -ტუ „ში“ დაბოლოების -ტ უკავშირდება არა უშუალოდ ტიპურ „შიგ“, „შიგნით“ ზმნისართისეულ -ტ-ს, არამედ ლაკურში საზოგადოდ გამოყენებულ III გრამატიკული კლასის ბ ნიშანს, რომელიც ვიცხურის ტიპის დიალექტებში დაცულია გაქვევებული სახით -ბუ „ში“ დაბოლოებაში⁶.

ამაში არაფერია მოულოდნელი. იგივე -ტ, -ბ..... დღესაც მოქმედი კლასის ნიშანია ლოკატივთა ერთ ჯგუფში — ლაკურის ახლომონათესავე დარგულ ენის დიალექტებში: ბურჯი-ტ „საჯინბოში“, ინჯი-ტ „გამოქვაბულში“ და სხვა ([14], გვ. 307). მოქმედი გრამატიკული კლასის ნიშნებია გამოყენებული „ში“-ს გამომხატველი ერთ-ერთი ლოკატიური ბრუნვის ნიშნად, აგრეთვე, ხუნძურშიც: -ტ, -ბ, -ა ([15], გვ. 150).

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
ენათმეცნიერების ინსტიტუტი

(შემოვიდა 27.5.1982)

3 პ. უსლართან ტ-ს ნაცვლად ყველგან უ გრადება გვხვდება. ჩანს, წყვილბაგისმიერი ტ მას აღუქვამს როგორც ხმოვანი უ. ასევეა მასთან წარმოდგენილი I გრამატიკული კლასის ტ ნიშანი ზმნებში, აგრეთვე, III გრამატიკული კლასის ბ-ტ ნიშანიც ([11], გვ. 174). ჩვენ ასეთ უ-ს ყველგან ვადმოვცემთ ტ-თი.

(4 ამ რიგის ნიშნებში გრამატ. კლასის ნიშანთა გამოყენების სიძველეზე ბალხარულში ისიც უნდა მიუთითებდეს, რომ კლასის ნიშნები აქ პირდაპირ მიერთიან სუფთა ფუძეს, როცა სხვა აფიქსები ჩვეულებრივ — ერგატივ-ნათესაობითისას : პარკუ „ფარდული“ — ერგ.-ნათ. პარკ-ნილ... (შდრ. პარკუ-ტ, -ბ...) ...რატ „ხეობა“ — ერგ.-ნათ. რატ-ნილ... (შდრ. რატუ-ტ, -ბ) და სხვ.

(5 I გრამატ. კლასის ნიშნის განზოგადება ლაკურში სხვა შემთხვევებშიც დასტურდება ([12], გვ. 211; [13], გვ. 234).

(6 რაც შეეხება -ტუ|| — ბუ „ში“ ნიშნისეულ -უ ელემენტს, იგი კლას-ნიშნის თანმხლები ხმოვანი უნდა იყოს, როლის მორფოლოგიური დანიშნულება დღეს არა ჩანს.

Г. Т. БУРЧУЛАДЗЕ

 К ГЕНЕЗИСУ МЕСТНЫХ ПАДЕЖНЫХ ФЛЕКСИИ -lu «под» и
 -wu «в» В ЛАКСКОМ ЯЗЫКЕ

Резюме

I. Падежная флексия -lu «под» восходит к наречию места lū «внизу», «снизу»: -lu ← *lū ← *lu-w. В *lu-w -w по происхождению маркер I гр. класса.

Корневая морфема lu наречия места lu-w «внизу», «снизу» закономерно соответствует авар. -tə ([2], с. 340), анд., ахв. -təi, дарг. -u (урах.) || -gu (куб.) „пол“ ([3], с. 110).

II. Падежная флексия -wu «в» восходит к -bu, которая наличествует и ныне в диалектах типа вицхинского. В -bu «в» b по происхождению маркер III гр. класса (ныне является окаменевшим), а u — сопровождающий его гласный.

LINGUISTICS

G. T. BURCHULADZE

 ON THE GENESIS OF THE LOCATIVE CASE FLEXIONS -lu
 “under” AND -wu “in” IN LAK

Summary

I. The case flexion -lu “under” comes from the adverb of place lū “below”, “down”: -lu ← lū ← *lu-w. In *lu-w -w is by origin a marker of the first grammatical class.

The root morpheme lu of the adverb of place *lu-w “below”, “down” regularly corresponds to Avar tə ([2], p. 340). Andi, Akhvakh -təi, Dargwa -u (Uraxin) || -gu (Kubač) “under” ([3], p. 110).

II. The case flexion -wu “in” comes from bu, which is present even now in dialects, as in Vitskhi. In -bu “in” b is a marker of the third grammatical class (now in frozen form), and u is an accompanying vowel.

The use of the marker of grammatical class in Lak for expressing the locative, which functions as “in”, is not the only fact: in dialects of Dargwa the present markers of the grammatical classes function as the case flexion of the locative case expressing “in” ([14], p. 307). A similar phenomenon is observed in Avar ([15], p. 150).

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. ვ. თოფურია. საქართველოს სახელმწიფო მუზეუმის მოამბე, ტ. X—B, თბილისი, 1940.
2. ი. ცერცვაძე. ივრ, ტ. XII, 1960.
3. Б. К. Гигинейшвили. Сравнительная фонетика дагестанских языков. Тбилиси, 1977.
4. П. К. Услар. Лакский язык. Тифлис, 1890.
5. Л. И. Жирков. Лакский язык. М., 1955.
6. Г. Т. Бурчуладзе. Автореферат канд. дисс. Тбилиси, 1970.
7. გ. ბურჭულაძე. მაცნე, № 2, 1976.
8. И. Х. Абдуллаев. Категория грамматических классов и вопросы исторической морфологии лакского языка. Махачкала, 1974.
9. Г. Б. Муркелинский. Грамматика лакского языка. Махачкала, 1971.
10. Б. К. Гигинейшвили. Вопросы языкознания, № 1, 1976.
11. ვ. თოფურია. ენიმეკ-ს მოამბე, ტ. XII, 1942.
12. გ. ბურჭულაძე. საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის მოამბე, ტ. 91, № 1, 1978.
13. Г. Т. Бурчуладзе. ივერთ, VI, 1979.
14. Ш. Г. Гаприндашвили. Труды Юго-Осетинского пединститута, т. IV. Цхинвали, 1957.
15. არბ. ჩიქოძევა, ილ. ცერცვაძე. ხუნძური ენა. თბილისი, 1962.

პ. ბეჟაძე

ქართული ვოდევილი უშრწაღ „ცისკარში“ (1852—1875 წწ.)

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა გ. ციცივილიმა 24.6.1982)

XIX ს. დასაწყისში კომედიური ქანრის ნაწარმოებთაგან განსაკუთრებული ყურადღება ვოდევილმა მიიქცია. ამ ქანრის ისტორია ფრანგულ მწერლობაში იღებს სათავეს, საიდანაც ის მალე სხვა ქვეყნების ლიტერატურაშიც გავრცელდა.

ვოდევილი მსუბუქი ხასიათის კომედიური პიესაა. პიესაში ჩართული მუსიკალური კუბლეტები და ცეკვები, მარტივი და მხიარული სიუჟეტი იზიდავდა მაყურებელს და ხელს უწყობდა ამ ქანრის პოპულარიზაციას.

ვოდევილმა თავის დროზე მნიშვნელოვანი ადგილი დაიკავა რუსული დრამატურგიისა და თეატრის ისტორიაში.

რევოლუციამდელი ქართული თეატრისა და დრამატურგიისათვის დამახასიათებელი იყო მცირე ქანრის კომედიური ნაწარმოებების, კერძოდ, ვოდევილის გავრცელება. ეს განსაკუთრებით შესამჩნევი გახდა 80-იანი წლებიდან. ქართულ ენაზე ითარგმნა რუს და უცხოელ ავტორთა ნაწარმოებები, შეიქმნა ორიგინალური თხზულებანი.

უშრწაღმა „ცისკარმა“ ერთგვარი ხარკი მოუხადა ამ ქანრით გატაცებას. მართალია, ამ პიესებს დღეისათვის აღარ შერჩათ ის მხატვრულ-ესთეტიკური მნიშვნელობა, რასაც თავის დროზე მასში ხედავდნენ, მაგრამ თუ ამ პიესებს ისტორიული თვალსაზრისით მივუღებთ, ისინი აშკარა ყურადღებას იმსახურებენ.

1859 წ. „ცისკარში“ (№ 9) დაიბეჭდა გრ. რჩეულიშვილის (გარდანქეშელი) „ხუმრობა-ვოდევილი“. ვოდევილში ავტორი პირდაპირ მიუთითებს ღეთისმსახურთა ანგარებზე და კარგად გვიჩვენებს მდებალი მოთხოვნილებით შეპყრობილი ადამიანების ბუნებას.

ავტორი პიესის ერთ-ერთი პერსონაჟის — ოსეფას პირით დასცინის ბერებსა და მღვდლებს, რომლებიც მხოლოდ პირადი კეთილდღეობისათვის ზრუნავენ. პიესაში დაცივნის საგანდაა გამხდარი მოდით გატაცება და აგრეთვე ხაზია გასმული უღირს ადამიანთა დაწინაურების ფაქტზე.

1860 წ. „ცისკარში“ (№ 10) დაიბეჭდა ივ. კერესელიძის ერთმოქმედებიანი კომედია-ვოდევილი „ცოლები დაკვარგეთ“ (გადმოკეთებული).

პიესაში დრამატურგი საგანგებოდ გვიჩვენებს ოჯახურ ატმოსფეროს და ცოლ-ქმარს შორის ფუქსავატურ დამოკიდებულებას. აქ იუმორისტულ პლანშია ნაჩვენები სვიმონისა და სფირიდონის ოჯახური ამბები, რაც შემდეგში ინტრიგის საფუძველი ხდება.

პიესა ვოდევილისათვის დამახასიათებელ მხიარულ ფონზეა აგებული. ყოველი გამოსვლა ერთმანეთთან აზრობრივად დააკავშირებული და კომიკური სიტუაციის გაშლას ემსახურება.

პიესაში წამყვან როლს ინტრიგის კომიზმი ასრულებს. აქ საგანგებოდაა შექმნილი ისეთი ვითარება, რომელიც ცოლების მოღალატე ქმრებს — სვიმონსა და სფირიდონს კომიკურ მდგომარეობაში აყენებს. ინტრიგა შეთხუ-

ლია თვით პერსონაჟების მიერ და მკითხველის თვალწინ ხდება ამ ინტერესების გაშიშვლება.

პიესა ძირითადად გარეგნულ კომიკურ საშუალებებზეა აგებული. მასში, მართალია, სიცილის ოსტატური გამოყენების გზით მხილებულია ოჯახური ყოფის მანკიერი მხარეები, მაგრამ ის მწერალს განზოგადების სიმაღლემდე ვერ აპყავს და მხოლოდ ვიწრო ოჯახურ ურთიერთობას ასახავს. კომედია-ვოდვეილი „ცოლები დაკვარვით“ გართობითი ხასიათის პიესაა.

1868 წ. „ცისკარში“ (№ 10) დაიბეჭდა რაფ. ერისთავის ორმოქმედებიანი ვოდვეილი „ჯერ დაიხოცენ, მერე იქორწილეს“ (გადმოკეთებული).

პიესა თანამედროვე ყოფით ამბავზეა აგებული. მართალია, ვოდვეილი ძირითადად სერგოსა და მაშვიკოს სიყვარულის ფონზე იშლება, მაგრამ დრამატურგი მასში საკმაოდ კარგად გვიჩვენებს ძუნწი ვაჟის — ოსეფა შატბლუტოვისა და შუბლაძის ქვრივის — ელისაბედის ამბავს.

რაფ. ერისთავის ეს გმირები იმდროინდელი ცხოვრებიდანაა აღებული. გ. ერისთავის მსგავსად, რაფ. ერისთავიც ამ კლასის წარმომადგენელთა დახასიათებისას წინა პლანზე წამოსწევს მათი ხასიათის თავისებურებას, რასაც შემდეგ კარგად იყენებს კომიკური სიტუაციების შესაქმნელად. პიესის კომიზმის გაღრმავებას ხელს უწყობს გმირების სასაცილო მხარეებისა და მოქმედებების გამომზეურება.

პიესის მიმდინარეობაში ერთგვარი ხალისის შემტანია აპოლონი, ელისაბედის ვაჟი, რომელიც თავის წინდაუხედავი, გაუანგარიშებელი მოქმედებით სასაცილო ჩიხში ამწყვდევს ოსეფასა და ელისაბედს. განსაკუთრებით საყურადღებოა ის ეპიზოდი, სადაც აპოლონი ჯერ ოსეფას ატყუებს მაშვიკო გარდაიცვალაო, ხოლო შემდეგ ელისაბედს ეუბნება, თითქოს სერგო დაიღუპაო. ამ გაუგებრობის ნიადაგზე პიესაში იქმნება ინტრიგის ქსელი. პიესის კომიზმი კი იმაში მდგომარეობს, რომ ოსეფას ჰგონია მაშვიკო მოკვდა და ელისაბედს ანუგეშებს, ხოლო ელისაბედი შეწუხებულია სერგოს სიკვდილით. ასეთ გაუგებრობაზე აგებული კომიკური სიტუაცია მკითხველს სასაცილოდ განაწყობს და პიესაც თავისებურ კომიკურ ელფერს იღებს. მაგრამ პიესის ფინალში აპოლონის გამოჩენა და მისი განმარტება ოსეფასა და ელისაბედს თვალს აუხელს და იხსნება ნაწარმოების კვანძიც.

ყურადღების მისაქცევია ის გარემოებაც, რომ პიესაში პერსონაჟთა შორის გამართული დიალოგი ცოცხლად, კომიკურ პლანში მიმდინარეობს და პიესას უფრო მეტ იუმორს მატებს.

1868 წ. „ცისკარში“ (№ 11) დაიბეჭდა ისევ რაფ. ერისთავის ერთმოქმედებიანი კომედია-ვოდვეილი „ბრუნავი სტოლები“ (გადმოკეთებული).

პიესაში კომიზმის ერთ-ერთ წყაროს „ბრუნავი სტოლების“ ირგვლივ ქალაქში გავრცელებული ჭორები წარმოადგენს. პერსონაჟების უსაფუძვლო შიში და ბრმა ცრუმორწმუნეობა ავტორს კარგად აქვს გამოყენებული კომიკური ხასიათების შესაქმნელად, თუმცა ეს ხასიათები მეტად ზედაპირულად გამოიყურებიან. მართალია, რაფ. ერისთავი დაცინის მექრთამე მოხელეებს და ამხელს მათ ზნედაცემულ საქმიანობას, მაგრამ, მიუხედავად ამისა, პიესაში მაინც ნაკლები ადგილი უჭირავს დაცინვის ისეთ ფორმებს, სადაც სიტუაციები შინაგან კომიკურ ეფექტებზე იყო აგებული.

1870 წ. „ცისკარში“ (№ 5) დაიბეჭდა ი. ბარათაშვილის ერთმოქმედებიანი ვოდვეილი „სხტა რივი სიყუარული“

პიესა ორი პერსონაჟის დიალოგზეა აგებული. მასში ნაკლებადაა კომიკური დანიშნულებისათვის გამიზნული დიალოგები, თვით რეპლიკებსაც კი თითქმის არავითარი კომიკური ფუნქცია არ აკისრიათ. მართალია, პიესა წმინ-

და გართობითი დანიშნულებისაა, მაგრამ მასში მაინც გვხვდება დაცინვა ჩვენი საზოგადოებრივად ღირებული მოვლენების ზოგიერთ მახინჯ მხარეზე. პიესაში არ ხდება ხასიათების განვითარება. პიესა მდგომარეობის კომიზმის საზღვრებს ვერ სცდება.

როგორც დავინახეთ, „ცისკარში“ დაბეჭდილი ვოდევილების უმრავლესობა წმინდა გართობითი ხასიათისაა. მართალია, ზოგიერთ მათგანში ნაჩვენებია ჩვენი მაშინდელი ყოფის მანკიერებანი, მაგრამ ეს ისე ზოგადად არის წარმოდგენილი, რომ მწვავე სატირული იერი არ დაჰკრავთ. გამონაკლისს წარმოადგენს გრ. რჩეულიშვილის (გარდანქეშელი) „ხუმრობა-ვოდევილი“, რომელშიც დრამატურგი დასცინის არა მარტო ცალკეულ პიროვნებას, არამედ მაშინდელი საზოგადოების ერთ ნაწილს.

თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

(შემოვიდა 25.6.1982)

ФИЛОЛОГИЯ

К. Н. ГЕЦАДЗЕ

ГРУЗИНСКИЙ ВОДЕВИЛЬ В ЖУРНАЛЕ «ЦИСКАРИ»
(1852—1875 гг.)

Резюме

Изучение работ водевильного жанра, представленных в журнале «Цискари», показывает, что большая часть этих пьес составлена по трафаретным схемам, характерным для водевилей и носит чисто развлекательный характер. В некоторых из них за легким сюжетом стоят серьезные социальные проблемы.

PHILOLOGY

K. N. GETSADZE

GEORGIAN VAUDEVILLE IN THE *TSISKARI*
(1852-1875)

Summary

A study of pieces of vaudeville genre printed in the *Tsiskari* magazine shows that most of them are written according to stereotype models characteristic of vaudevilles, being of purely entertaining nature. Serious social problems lie behind a light topic in some of the pieces.



6. მაისურაძე

ქართულ (აჭარულ) ხალხურ სიმღერებში ოთხხმიანობის
წარმოშობის საკითხისათვის

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა გ. ჩიტაიამ 26.3.1982)

სამეცნიერო ლიტერატურაში გამოთქმულია მოსაზრება, რომ „ოთხხმიანობა მიღებულია პოლიფონიურ სამხმიან სიმღერებში მეოთხე ხმის დამატებით. ამ შემთხვევაში ყურადღებას იპყრობს ერთის მხრივ, შემხმობარი — მაღალი ბანი, ხოლო მეორეს მხრივ — მეტად მაღალ რეგისტრში მოქმედი ხმები, კრიმანჭული და გამყივანი, რომელთა ჩამოყალიბება და განვითარება დამოუკიდებელ ხმებად კვლავ მაღალ ბანთანაა დაკავშირებული“ [1]. ოთხხმიანი სიმღერის ხმათა სახელწოდებიდან ყურადღებას იქცევს შემხმობარი (მაღალი ბანი) და ბანი (დაბალი ბანი). ვიდრე გავარკვევდეთ ამ ორი ხმის ურთიერთმიმართებას, ჯერ დასავლურქართულ სამხმიან სიმღერებში ბანის გაფართოების საკითხი განვიხილოთ. სვანურ სიმღერებში ბანის VII, VI საფეხურების გაფართოება მრავალხმიანობის კომპლექსურ ფორმას ემყარება (განსხვავებით აღმოსავლურქართული სიმღერებისაგან, რომლებშიც ბანის საფეხურთა გაფართოებას მრავალხმიანობის ბურღონული ფორმა უდევს საფუძვლად). მაგალითად, საწესო სიმღერაში „ჯრავ“ ბანის VII საფეხურს თავის მხრივ უჩნდება დამხმარე საფეხური (VI). ამ უქანასკნელთან მიმართებაში VII საფეხური ახალი კილოს ტონიკად გაიზარება, მაგრამ თავდაპირველი,



ძირითადი კილოს I საფეხურის მიმართ იგი კვლავ გაფართოებული VII საფეხურის დონეზე რჩება. ასეთ შემთხვევაში ზემოხსენებული VI საფეხური ძირითადი კილოს I საფეხურისათვის V საფეხურია, რომელიც VI, VII საფეხურების გავლით გადადის კილოს I საფეხურში. მსგავს მაგალითებს ვხვდებით მეგრულ და გურულ სიმღერებში. გურულ სიმღერაში „ჭე-იავა-ჭე“ ძირითადია ლა დორიული კილო, მაგრამ წინადადებებში გაბატონებულია სოლ იონიური კილო (გაფართოებული VII საფეხური), რომლის დამხმარე VII, VI საფეხურები, წინადადების ბოლოს, ძირითადი ლა კილოს V, VI საფეხურებად გაიზარება. მეგრულ შრომის სიმღერაში „ოჩეშხვეი“ ბანში ძირითადი ლა კილოს VI საფეხური (ფა), რომელიც რიტმულად მყარია, თავის მხრივ იძენს დამხმარე VII, VI საფეხურებს. ბანში წარმოქმნილი დამხმარე საფეხურები, ერთის მხრივ, თავს იყრიან თავდაპირველი კილოს ტონიკაში და



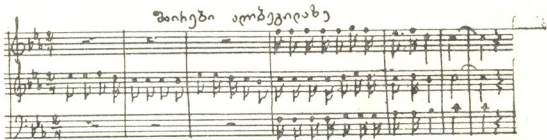
ქმნიან I, IV, V, VI, VII საფეხურთა მონაცვლეობას, მეორეს მხრივ — ახალი დამოუკიდებელი კილოს ტონიკის მნიშვნელობას იძენენ. სვანურ საყოფა-



ცხოვრებო სიმღერაში „შაირები ალბეგილაზე“ ბანში წარმოდგენილი IV, V, VI, VII საფეხურთა შორის IV საფეხური ერთი შეხედვით ახალი, დამოუკიდებელი კილოს ტონიკად გაიზარება, მაგრამ იქვე ირკვევა, რომ იგი ძირითადი დო კილოს IV საფეხურია. სვანურ საწესო სიმღერაში „საღამი“ ბანში



დომინანტური ფუნქციის მატარებელი საფეხური (ფა) ახალი, დამოუკიდებელი კილოს დონეს აღწევს და მხოლოდ სიმღერის თუ წინადადების



ბოლოს ჩნდება თავდაპირველი, ძირითადი კილოს ტონიკა (სოლ), ჰარმონიულ ელემენტთა შემდგომი განვითარების პროცესში ბანის V, VI საფეხურები დამოუკიდებელი კილოს ტონიკის მნიშვნელობას იძენენ. მავალითად, აჭარულ საყოფაცხოვრებო სიმღერაში „აბა დელა“ ბან-



ში სოლ კილოს I საფეხური თავდაპირველი დო კილოს V საფეხურია, „სიმღერაში ჭვანაზე“ ბანში დო კილოს I საფეხური თავდაპირველი, ძირითადი სოლ კილოს IV საფეხურია. მეგრულ სახუმარო სიმღერაში „ვარწყეჟო დიეკვინი“, ბანში წარმოდგენილი დო კილოს I საფეხური თავდაპირველი სოლ

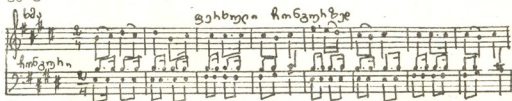
კილოს IV საფეხურია, რომელიც წინადადების ბოლოს V, VI, VII საფეხურების გავლით გადადის სოლ კილოს I საფეხურში. სიმღერაში „ფერხული ჩონგურზე“, ჩონგურის აკომპანემენტში დამოუკიდებელი მი ოინიური კი-



ლოს I საფეხური თავდაპირველი სი კილოს IV საფეხურია, რომელიც წინადადების მეორე ნაწილში V, VI, VII საფეხურების გავლით გადადის სი კილოს I საფეხურში. მი კილოს I საფეხური მოცემულია პრიმისა და კვინტის (მი, სი) სახით, სადაც კვინტა (სი) თავდაპირველი კილოს ტონიკაა (ყოველი წინადადების დასასრულს, მისი გამეორების მიზნით, ბანში მოცემულია კი-

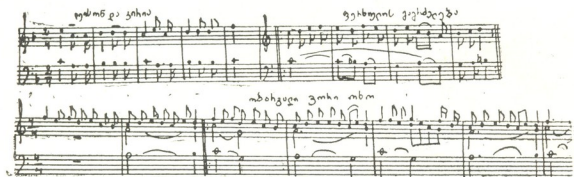


ლოს VII საფეხური). ნიშანდობლივია, რომ ზემოაღნიშნული სიმღერის ვარიანტებში „ლეისონ და კირია“, „ფერხულის გაგრძელება“, „ვობარგალი ეორი ოხო“, ბანში კილოს ტონიკის სახით წარმოდგენილია არა IV, არამედ I საფეხური.



მუსიკალური ტექსტების ანალიზის შედეგები გვაფიქრებინებს, რომ ოთხმიან სიმღერებში ბანის ანუ დაბალი ბანის წარმოშობა დაკავშირებულია სამხმინაობაში ბანის საფეხურთა თანდათანობით გაფართოებასთან. ამ მხრივ საყურადღებოა IV საფეხური, რომელიც დამოუკიდებელი კილოს ტონიკის მნიშვნელობას იძენს. უფრო გვიან, იგი ახალი, ძირითადი კილოს ტონიკურ ბგერად გვევლინება და თავდაპირველი კილოს ტონიკის პარალელურად თანაარსებობს. ამგვარად, ჩნდება ორი ტონიკა, რომელთაგან პირველი თავდაპირველი კილოს ტონიკაა, ხოლო მეორე, ბანში IV საფეხურის დამოუკიდებელი, შემდეგში ძირითადი კილოს ტონიკად ჩამოყალიბებისა და

დამკვიდრების შედეგია. სწორედ ეს უკანასკნელი უნდა იყოს ბანი ანუ დაბალი ბანი, ხოლო თავდაპირველი კილოს ტონიკა, რომელიც მისი კვინტური ბგერაა — მაღალი ბანი ანუ შემხმობარი. ნიშანდობლივია, რომ სიმღერაში დაბალი ბანის შემატებამდე მაღალი ბანი კილოს ტონიკის ფუნქციას ასრულებს, ხოლო როდესაც სიმღერას დაბალი ბანი უერთდება, კილოს ტონიკური ბგერის სახით, მაღალი ბანი მის კვინტურ ბგერად იქცევა [1].



ამგვარად, ქართულ (აჭარულ) სიმღერებში ოთხხმიანობის წარმოქმნის ერთ-ერთი გზა ვარაუდობს ბანის ანუ დაბალი ბანის გაჩენას მეოთხე ხმის სახით. იგი თავდაპირველი კილოს IV საფეხურია, რომელიც ახალი, შემდეგში ძირითადი კილოს ტონიკური ბგერის მნიშვნელობას იძენს. მისი კვინტური ბგერა კი, რომელიც მაღალი ბანის ანუ შემხმობარის სახელწოდებას ატარებს ადრე თავდაპირველი კილოს ტონიკას წარმოადგენდა.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
 ივ. ჯავახიშვილის სახ. ისტორიის, არქეოლოგიისა და
 ეთნოგრაფიის ინსტიტუტი

(შემოვიდა 26.3.1982)

ათნოგრაფია

Н. М. МАЙСУРАДЗЕ

К ВОПРОСУ О ПРОИСХОЖДЕНИИ ЧЕТЫРЕХГОЛОСЬЯ В ГРУЗИНСКИХ (АДЖАРСКИХ) НАРОДНЫХ ПЕСНЯХ

Резюме

По мнению автора, одним из путей зарождения четвертого голоса в грузинских (аджарских) песнях является появление баса или нижнего баса путем постепенного превращения в басу IV ступени первоначального лада в тонику нового, впоследствии основного лада.

ETHNOGRAPHY

N. M. MAISURADZE

CONCERNING THE ORIGIN OF FOUR-PART GEORGIAN FOLK SONGS

Summary

It is suggested that the emergence of bass or lower bass through gradual transformation of step IV of the primary mode into the tonic of a new, subsequently fundamental mode constituted one of the ways of the origination of the fourth voice part in Georgian (Ajarian) songs.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. ვ. ახობაძე. ქართული (აჭარული) ხალხური სიმღერები. ბათუმი, 1961.
2. ვ. ახობაძე. ქართული (სვანური) ხალხური სიმღერების კრებული. თბილისი, 1957.
3. თ. ჩიჭავაძე. ქართული ხალხური სიმღერები (მეგრული). თბილისი, 1974.
4. Д. Аракишвили. Труды МЭК, II, 1908.
5. ქართული ხალხური სიმღერების კრებული, სამეგრელო, შემდგენელი ვლ. ჭუმბურიძე. თბილისი, 1972.

К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ

1. В журнале «Сообщения АН ГССР» публикуются статьи академиков, членов-корреспондентов, научных работников системы Академии и других ученых, содержащие еще не опубликованные новые значительные результаты исследований. Печатаются статьи лишь из тех областей науки, номенклатурный список которых утвержден Президиумом АН ГССР.

2. В «Сообщениях» не могут публиковаться полемические статьи, а также статьи обзорного или описательного характера по систематике животных, растений и т. п., если в них не представлены особенно интересные научные результаты.

3. Статьи академиков и членов-корреспондентов АН ГССР принимаются непосредственно в редакции «Сообщений», статьи же других авторов представляются академиком или членом-корреспондентом АН ГССР. Как правило, академик или член-корреспондент может представить для опубликования в «Сообщениях» не более 12 статей разных авторов (только по своей специальности) в течение года, т. е. по одной статье в каждый номер, собственные статьи—без ограничения, а с соавторами—не более трех. В исключительных случаях, когда академик или член-корреспондент требует представления более 12 статей, вопрос решает главный редактор. Статьи, поступившие без представления, передаются редакцией академику или члену-корреспонденту для представления. Один и тот же автор (за исключением академиков и членов-корреспондентов) может опубликовать в «Сообщениях» не более трех статей (независимо от того, с соавторами она или нет) в течение года.

4. Статья должна быть представлена автором в двух экземплярах, в готовом для печати виде, на грузинском или на русском языке, по желанию автора. К ней должны быть приложены резюме—к грузинскому тексту на русском языке, а к русскому на грузинском, а также краткое резюме на английском языке. Объем статьи, включая иллюстрации, резюме и список цитированной литературы, приводимой в конце статьи, не должен превышать четырех страниц журнала (8000 типографских знаков), или шести стандартных страниц машинописного текста, отпечатанного через два интервала (статьи же с формулами—пяти страниц). Представление статьи по частям (для опубликования в разных номерах) не допускается. Редакция принимает от автора в месяц только одну статью.

5. Представление академика или члена-корреспондента на имя редакции должно быть написано на отдельном листе с указанием даты представления. В нем необходимо указать: новое, что содержится в статье, научную ценность результатов, насколько статья отвечает требованиям пункта 1 настоящего положения.

6. Статья не должна быть перегружена введением, обзором, таблицами, иллюстрациями и цитированной литературой. Основное место в ней должно быть отведено результатам собственных исследований. Если по ходу изложения в статье сформулированы выводы, не следует повторять их в конце статьи.

7. Статья оформляется следующим образом: сверху страницы в середине пишутся инициалы и фамилия автора, затем — название статьи; справа сверху представляющий статью указывает, к какой области науки относится она. В конце основного текста статьи с левой стороны автор указывает полное название и местонахождение учреждения, где выполнена данная работа.

8. Иллюстрации и чертежи должны быть представлены по одному экземпляру в конверте; чертежи должны быть выполнены черной тушью на кальке. Надписи на чертежах должны быть исполнены каллиграфически в таких размерах, чтобы даже в случае уменьшения они оставались отчетливыми. Подрисовочные подписи, сделанные на языке основного текста, должны быть представлены на отдельном листе. Не следует приклеивать фото и чертежи к листам оригинала. На полях оригинала автор отмечает карандашом, в каком месте должна быть помещена та или иная иллюстрация. Не должны представляться таблицы, которые не могут уме-

ститься на одной странице журнала. Формулы должны быть четко вписаны чернилами в оба экземпляра текста; под греческими буквами проводится одна черта красным карандашом, под прописными — две черты черным карандашом сверху. Карандашом должны быть обведены полукругом индексы и показатели степени. Резюме представляются на отдельных листах. В статье не должно быть исправлений и дополнений карандашом или чернилами.

9. Список цитированной литературы должен быть отпечатан на отдельном листе в следующем порядке. Вначале пишутся инициалы, а затем — фамилия автора. Если цитирована журнальная работа, указываются сокращенное название журнала, том, номер, год издания, а если цитирована книга, — полное название книги, место и год издания. Если автор считает необходимым, он может в конце указать и соответствующие страницы. Список цитированной литературы приводится не по алфавиту, а в порядке цитирования в статье. При ссылке на литературу в тексте или в сносках номер цитируемой работы помещается в квадратные скобки. Не допускается вносить в список цитированной литературы работы, не упомянутые в тексте. Не допускается также цитирование неопубликованных работ. В конце статьи, после списка цитированной литературы, автор должен подписаться и указать место работы, занимаемую должность, точный домашний адрес и номер телефона.

10. Краткое содержание всех опубликованных в «Сообщениях» статей печатается в реферативных журналах. Поэтому автор обязан представить вместе со статьей ее реферат на русском языке (в двух экземплярах).

11. Автору направляется корректура статьи в сверстанном виде на строго ограниченный срок (не более двух дней). В случае невозвращения корректуры к сроку редакция вправе приостановить печатание статьи или печатать ее без визы автора.

12. Автору выдается бесплатно 25 стисков 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, 37-93-42.

Почтовый индекс 380060

Условия подписки: на год — 12 руб.

ს ა მ ტ ო რ ტ ა ს ა ყ უ რ ა დ ლ ე ბ ო ლ

1. ჟურნალ „საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბეში“ ქვეყნდება აკადემიკოსთა და წევრ-კორესპონდენტთა, აკადემიის სისტემაში მომუშავე და სხვა მეცნიერთა მოკლე წერილები, რომლებიც შეიცავს ახალ მნიშვნელოვან გამოკვლევათა ჯერ გამოუქვეყნებელ შედეგებს. წერილები ქვეყნდება მხოლოდ იმ სამეცნიერო დარგებიდან, რომელთა ნომენკლატურული სია დამტკიცებულია აკადემიის პრეზიდიუმის მიერ.

2. „მოამბეში“ არ შეიძლება გამოქვეყნდეს პოლიტიკური წერილი, აგრეთვე მიმოხილვითი ან აღწერითი ხასიათის წერილი ცხოველთა, მცენარეთა ან სხვათა სისტემატიკაზე, თუ მასში მოცემული არაა მეცნიერებისათვის განსაკუთრებით საინტერესო შედეგები.

3. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსთა და წევრ-კორესპონდენტთა წერილები უშუალოდ გადაეცემა გამოსაქვეყნებლად „მოამბის“ რედაქციას, ხოლო სხვა ავტორთა წერილები ქვეყნდება აკადემიკოსთა ან წევრ-კორესპონდენტთა წარდგინებით. როგორც წესი, აკადემიკოსს ან წევრ-კორესპონდენტს „მოამბეში“ დასაბეჭდად წელიწადში შეუძლია წარმოადგინოს სხვა ავტორთა არა უმეტეს 12 წერილისა (მხოლოდ თავისი სპეციალობის მიხედვით), ე. ი. თითოეულ ნომერში თითო წერილი. საკუთარი წერილი — რამდენიც სურს, ხოლო თანავტორებთან ერთად — არა უმეტეს სამი წერილისა. გამონაკლის შემთხვევაში როცა აკადემიკოსი ან წევრ-კორესპონდენტი მოითხოვს 12-ზე მეტი წერილის წარდგენას, ხაიითს წყვეტს მთავარი რედაქტორი. წარდგინების გარეშე შემოსულ წერილს „მოამბის“ რედაქცია წარმოსადგენად გადასცემს აკადემიკოსს ან წევრ-კორესპონდენტს. ერთსა და იმავე ავტორს (გარდა აკადემიკოსისა და წევრ-კორესპონდენტისა) წელიწადში შეუძლია „მოამბეში“ გამოაქვეყნოს არა უმეტეს სამი წერილისა (სულ ერთია, თანავტორებთან იქნება იგი, თუ ცალკე).

4. წერილი წარმოდგენილი უნდა იყოს ორ ცალად, დასაბეჭდად საესებით მზა სახით, ავტორის სურვილისამებრ ქართულ ან რუსულ ენაზე. ქართულ ტექსტს თან უნდა ახლდეს რუსული და მოკლე ინგლისური რეზიუმე, ხოლო რუსულ ტექსტს — ქართული და მოკლე ინგლისური რეზიუმე. წერილის მოცულობა ილუსტრაციებითურთ, რეზიუმეებითა და დამოწმებული ლიტერატურის ნუსხითურთ, რომელიც მას ბოლოში ერთვის, არ უნდა აღემატებოდეს ჟურნალის 4 გვერდს (8000 სასტამპო ნიშანი), ანუ საწერ მანქანაზე ორი ინტერვალით გადაწერილ 6 სტანდარტულ გვერდს (ფორმულებიანი წერილი კი 5 გვერდს). არ შეიძლება წერილების ნაწილებად დაყოფა სხვადასხვა ნომერში გამოსაქვეყნებლად. ავტორისაგან რედაქცია დებულობს თვეში მხოლოდ ერთ წერილს.

5. აკადემიკოსთა ან აკადემიის წევრ-კორესპონდენტთა წარდგინება რედაქციის სახელზე დაწერილი უნდა იყოს ცალკე ფურცელზე წარდგინების თარიღის აღნიშვნით. მასში აუცილებლად უნდა აღინიშნოს, თუ რა არის ახალი წერილში, რა მეცნიერული ღირებულება აქვს მას და რამდენად უბასუხებს ამ წესების 1 მუხლის მოთხოვნას.

6. წერილი არ უნდა იყოს გადატვირთული შესავლით, მიმოხილვით, ცხრილებით, ილუსტრაციებითა და დამოწმებული ლიტერატურით. მასში მთავარი ადგილი უნდა ჰქონდეს დათმობილი საკუთარი გამოკვლევის შედეგებს. თუ წერილში გზადგება, ქვეთავების მიხედვით გადმოცემულია დასკვნები, მაშინ საჭირო არაა მათი გამოერება წერილის ბოლოს.

7. წერილი ასე ფორმდება: თავში ზემოთ უნდა დაიწეროს ავტორის ინიციალები და გვარი, ქვემოთ — წერილის სათაური. ზემოთ მარჯვენა მხარეს, წარმოდგენა უნდა წააწეროს, თუ მეცნიერების რომელ დარგს განეკუთვნება წერილი. წერილის ძირითადი ტექსტის ბოლოს, მარცხენა მხარეს, ავტორმა უნდა აღნიშნოს იმ დაწესებულების სრული სახელწოდება და ადგილმდებარეობა, სადაც შესრულებულია შრომა.

8. ილუსტრაციები და ნახაზები წარმოდგენილ უნდა იქნეს თითო ცალად კონვერტით. ამასთან, ნახაზები შესრულებული უნდა იყოს კალკაზე შავი ტუშით. წარწერები ნახაზებს უნდა გაუკეთდეს კალიგრაფიულად და ისეთი ზომისა, რომ შემცირების შემთხვევაშიც კარგად იკითხებოდეს. ილუსტრაციების ქვემო წარწერების ტექსტი წერილის ძირითადი ტექსტის ენაზე წარმოდგენილ უნდა იქნეს ცალკე ფურცელზე. არ შეიძლება ფოტოებისა და ნახაზების დაწებება დედნის გვერდებზე. ავტორმა დედნის კიდეზე ფანქრით უნდა აღნიშნოს, რა ადგილას მოთავსდეს ესა თუ ის ილუსტრაცია. არ შეიძლება წარმოდგენილ იქნეს ისეთი ცხრილი, რომელიც ჟურნალის ერთ გვერდზე ვერ მოთავსდება. ფორმულები შევნიშნავ

114/50

ფილმ უნდა იყოს ჩაწერილი ტექსტის ორივე ეგზემპლარში, ბერძნულ ასოებს ქვემოთ უნდა განსაზღვროს ხაზი წითელი ფანქრით, მთავრულ ასოებს—ქვემოთ ორ-ორი ბატარა ხაზი შავი ფანქრით, ხოლო არამთავრულ ასოებს — ზემოთ ორ-ორი ბატარა 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.

9. დამოწმებული ლიტერატურა უნდა დაიბეჭდოს ცალკე ფურცელზე. საჭიროა დაცულ იქნეს ასეთი თანმიმდევრობა: ავტორის ინიციალები, გვარი. თუ დამოწმებულია საყურნალო შრომა, ვუჩვენოთ ყურნალის შემოკლებული სახელწოდება, ტომი, ნომერი, გამოცემის წელი. თუ დამოწმებულია წიგნი, აუცილებელია ვუჩვენოთ მისი სრული სახელწოდება, გამოცემის ადგილი და წელი. თუ ავტორი საჭიროდ მიიჩნევს, ბოლოს შეუძლია გვერდების ნუმერაციაც უჩვენოს. დამოწმებული ლიტერატურა უნდა დალაგდეს არა ანბანური წესით, არამედ დამოწმების თანმიმდევრობით. ლიტერატურის მისათითებლად ტექსტსა თუ შენიშვნებში კვადრატულ ფრჩხილებში ნაჩვენები უნდა იყოს შესაბამისი ნომერი დამოწმებული შრომისა. არ შეიძლება დამოწმებული ლიტერატურის ნუსხაში შევიტანოთ ისეთი შრომა, რომელიც ტექსტში მითითებული არ არის. ასევე არ შეიძლება გამოუქვეყნებელი შრომის დამოწმება. დამოწმებული ლიტერატურის ბოლოს ავტორმა უნდა მოაწეროს ხელი, აღნიშნოს სად მუშაობს და რა თანამდებობაზე, უჩვენოს თავისი ზუსტი მისამართი და ტელეფონის ნომერი.

10. „მოამბეში“ გამოქვეყნებული ყველა წერილის მოკლე შინაარსი იბეჭდება რეფერატულ ყურნალში. ამიტომ ავტორმა წერილთან ერთად აუცილებლად უნდა წარმოადგინოს მისი რეფერატი რუსულ ენაზე (ორ ცალად).

11. 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.

12. ავტორს უფასოდ ეძლევა თავისი წერილის 25 ამონაბეჭდი.

(დამტკიცებულია საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის პრეზიდიუმის მიერ 10.10.1968; შეტანილია ცვლილებები 6.2.1969)

რედაქციის მისამართი: თბილისი 60, კუტუზოვის ქ. № 19; ტელ. 37-22-16, 37-93-42.

საფოსტო ინდექსი 380060

ხ ე ლ მ ო წ ე რ ი ს პ ი რ ო ბ ე ბ ი : ერთი წლით 22 მან. 80 კაპ.



წიანი 1 მან. 90 კპ.
ЦЕНА 1 РУБ. 90 КОП.