



ISSN—0132—1447

524
1995

საქართველოს
მეცნიერებათა აკადემიის

მოამბე

СООБЩЕНИЯ

АКАДЕМИИ НАУК
ГРУЗИИ

BULLETIN

OF THE GEORGIAN ACADEMY
OF SCIENCES

152

№ 3

1995

თბილისი • ТБИЛИСИ • TBILISI

საქართველოს
მეცნიერებათა აკადემიის

მოამბე

СООБЩЕНИЯ

АКАДЕМИИ НАУК
ГРУЗИИ

BULLETIN

OF THE GEORGIAN ACADEMY
OF SCIENCES

524
1995
პ. 152
ნ 3, 4
(2 ენა. პ.)

65

ტომი 152 TOM

№ 3

1995

თბილისი * ТБИЛИСИ * TBILISI

ჟურნალი დაარსებულია 1940 წელს
Журнал основан в 1940 году



საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის სამეცნიერო ჟურნალი „მოამბე“
გამოდის ორ თვეში ერთხელ ქართულ, რუსულ და ინგლისურ ენებზე

Научный журнал „Сообщения АН Грузии“ выходит в 2
месяца раз на грузинском, русском и английском языках

მთავარი რედაქტორი – აკადემიკოსი ა. თავხელიძე

ს ა რ ე დ ა ქ ტ ო რ ი კ ო ლ ე გ ი ა

თ. ანდრონიკაშვილი, თ. ბერიძე (მთავარი რედაქტორის მოადგილე), ე. გამყრელიძე,
თ. გამყრელიძე, გ. გველესიანი, ვ. გომელაური, რ. გორღეზიანი (მთავარი რედაქტორის
მოადგილე), მ. ზაალიშვილი, გ. კვეციტაძე, ი. კიდურაძე (მთავარი რედაქტორის მოადგილე),
თ. კობაღიშვილი, ჯ. ლომინაძე, რ. მეტრეველი, დ. მუსხელიშვილი (მთავარი რედაქტორის
მოადგილე), თ. ონიანი, მ. სალუქვაძე (მთავარი რედაქტორის მოადგილე), თ. ურუშაძე,
გ. ციციშვილი, გ. კოლოშვილი

Главный редактор – академик А.Н. Тавхелидзе

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Т. Г. Андроникашвили, Т. Г. Беридзе (заместитель главного редактора),
Т. В. Гамкрелидзе, Э. П. Гамкрелидзе, Г. Г. Гвелесиани, В. И. Гомелаური,
Р. Б. Гордезиანი (заместитель главного редактора), М. М. Зааишвили,
Г. И. Квеситадзе, И. Т. Киурадзе (заместитель главного редактора),
Т. И. Копалесишвили, Д. Г. Ломинадзе, Р. В. Метревели, Д. А. Мухелишвили
(заместитель главного редактора), Т. Н. Ониани, М. Е. Салуквадзе (заместитель
главного редактора), Т. Ф. Урушадзе, Г. Ш. Цицишвили, Г. С. Чогошвили

პასუხისმგებელი მდივანი ლ. გვერდწითელი
Ответственный секретарь А. В. Гвердцители

რედაქციის მისამართი: 380008, თბილისი-8, რუსთაველის პრ. 52, ტელ. 99-75-93.

საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის საწარმო-საგამომცემლო გაერთიანება
„მეცნიერება“, 380060, თბილისი, დ. გამრეკელის ქ. 19, ტელ. 37-22-97.

Адрес редакции: 380008, Тбилиси-8, пр. Руставели 52, тел. 99-75-93.

Производственно-издательское объединение АН Грузии „Наука“, 380060,
Тбилиси, ул. Д. Гамрекели 19, тел. 37-22-97.

გადაეცა წარმოებას 11.08.1996. ხელმოწერილია დასაბეჭდად 25.10.1996. ფორმატი 70x108 ¹/₁₆.
აწეობილია კომპიუტერზე. ოფსეტური ბეჭდვა. პირობითი ნაბ. თ. 15. სააღრიცხვო-
საგამომცემლო თაბახი 15. ტირაჟი .00. შეკვ. № . ფასი სახელშეკრულებო.

Сдано в набор 11.08.1996. Подписано к печати 25.10.1996 Формат 70x108 ¹/₁₆.

Набрано на компьютере. Печать офсетная. Усл. печ. л. 15. Уч.-изд. л. 15.

Тираж 100. Зак. № . Цена договорная.

© საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის „მოამბე“, 1995
Сообщения АН Грузии, 1995

206
12

შ ი ნ ა ა რ ს ი *

მ ა თ ე მ ა ტ ი კ ა

- * ს.ხაფორია. ჭოლოშვილის კოკომოტოპიების შესახებ 448
- * ჭ.გაჩეილაძე. დრეკადობის თეორიის დინამიკის მეორე ძირითადი ამოცანის რიცხვითი ამოხსნა 452
- * ს.თოფურია. ნახევარსივრცისათვის პუასონის გაწარმოებული ინტეგრალის სასაზღვრო თვისებები 457
- რ.დევიდარიანი, ლ.ჩხარტიშვილი. რთული მაგისტრალური გაზსადენის ჰიდრავლიკური გათვლის სასაზღვრო ამოცანის რიცხვითი ამოხსნის ალგორითმის შესახებ 458
- * გ.არსენიშვილი, ი.კაბანოვი. ჩაკეტილი მასობრივი მომსახურების ერთი სისტემის შესახებ 465
- * ზ.თევდორაძე. არნოლდ-მასლოვის კლასი და ფომენკოს ჰიპოთეზა 473
- * გ.ბარელაძე. ორთოგონალურ მწყობრთა კოეფიციენტების გადანაცვლების შესახებ 475
- * ნ.ბერიკაშვილი. პოსტნიკოვის კონსტრუქციის ერთი ალგებრული მოდელი 479

ფ ი ზ ი კ ა

- ლ.ბუიშვილი (აკადემიკოსი), ზ.როსტომაშვილი, ი.ყორდანაშვილი. დაქვემდებარების პრინციპი და სისტემის თერმოდინამიკური აღწერა 481
- ქ.გეგეშიძე, გ.ნიჭიკოვა, ო.ფარბეროვიჩი, ლ.გლურჯიძე. სამარიუმის მონოათომონიდის ენერგეტიკული ზონური სტრუქტურა 485
- * ნ. გვილაგა, ვ. ჭაყელი, ზ. ქაჩლიშვილი, ნ. მათეშვილი. მინარეველი გარღვევის გამოკვლევა იმპულსურ ველებში 493
- * თ.ბუთხუზი, ა.გიორგობიანი, დ.ჯაშიაშვილი, ზ.ქაჩლიშვილი, თ.ქელიძე. აქტუური-დამკავი ფენის გამოყენება საკუთარ-დეფექტური ზერელური გამტარობის მისაღებად 501

ბ ე ო ფ ი ზ ი კ ა

- * მ. ალექსიძე (აკადემიკოსი), გ. გუგუნავა, ნ. ჩიქოვანი. V_p/V_s სტაციონარული თერმოდინამიკის განაწილება კავკასიაში 506
- * ე.ელიზბარაშვილი, თ.ხელაძე, ზ.ხელაძე. ჰაერის საშუალო დღე-ღამურ ტემპერატურათა ემპირიული განაწილების სტატისტიკური თვისებების შესახებ საქართველოს ტერიტორიაზე 510
- * ა.შაფთოშვილი, გ.შენგელაია (საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი). არაბეთის ფილაქნის მოქმედებით გამოწვეული დრეკად-ბლანტი დეფორმაციები კავკასიის 1 რეგიონში 515
- მ.გურგენიძე, ზ.ხვედილიძე. ატმოსფეროს დინამიკა და აეროზოლური მინარეველები ტროპოსფეროში 516

* ვარსკვლავით აღნიშნული სათაური ეკუთვნის წერილის რეზიუმეს.

საქართველოს
ენციკლოპედია
ბ ი ბ ლ ი ო თ ე კ ა

ზ ო ბ ა დ ი დ ა ს რ ა ო რ ბ ა ნ შ უ ლ ი ჰ ი მ ი ა

ლ.უგულავა, გ.გურგენიძე, მ.გვერდწითელი, მ.აბაშმაძე. ოქსიდების ალგებრული დახასიათება 522

ო რ ბ ა ნ შ უ ლ ი ჰ ი მ ი ა

* ლ.ხანანაშვილი, ნ.ლევიშვილი, მ.კაციტაძე, ლ.ნაკაიძე. სილიციუმის ატომებთან სივრცითი ჯგუფების შემცველი ორგანოციკლოსილაზანების არომატულ დიჰიდროქსინაერთებთან რეაქტიის ზოგიერთი კინეტიკური კანონზომიერება 529

დ.ოტიაშვილი, დ.ახობაძე, ლ.ხანანაშვილი (საქ. მეცნ. აკად. წევრ-კორესპონდენტი). ტ-ვინილლაქტამების ჰიდროსილილირება 531

ნ.ლევიშვილი, ლ.ასათიანი, ნ.ანდლულაძე, ნ.ცომაია, ნ.გრძელიძე. სილიციუმორგანული მეტაკრილატების თანაპოლიმერიზაცია დიმეთილვინილაცეტილენილკარბინოლთან და მიღებული თანაპოლიმერების მაკრომოლეკულური ჯაჭვის სტრუქტურა 537

ფ ი ზ ი კ ა შ რ ი ჰ ი მ ი ა

მ.აბულაძე მ.კაციტაძე, ზ.ძოწენიძე, მ.მუსერიძე. წყალბადის ატომების ჰეტეროგენული რეკომბინაციის გამოკვლევა ზოგიერთი მოდიფიცირებული ცეოლითის ზედაპირზე 542

ფ ა რ მ ა კ ო ჰ ი მ ი ა

* მ.მერლანი, ვ.სლადკოვი, ნ.მენშოვა, ე.ქემერტელიძე (საქ. მეცნეერებათა აკადემიის აკადემიკოსი), ნ.სუვოროვი. 5 ფ - კეტოსტეროიდების წარმოებულების სინთეზი და ბიოლოგიური აქტივობა ტიგოგენინის ბაზაზე 552

ფ ი ზ ი კ ა შ რ ი ბ ე ო ბ რ ა ფ ი ა

კ.თავართქილაძე. ფონური, ანთროპოგენური და ბუნებრივი შემთხვევითი წყაროების როლი ატმოსფეროს საერთო გაქუქუქიანებაში საქართველოს ტერიტორიაზე 553

ბ ე ო ლ ო ბ ი ა

* ნ.სალუქვაძე, ზ.კეცხოველი, გ.სალუქვაძე. მესხეთის გვიანეოცენური ნალექების სტრატეგრაფიის შესახებ 561

* თ.გიორგობიანი, დ.ზაქარაია, გ.ჩიხრაძე. დასავლეთ დაგომისის და სოქის შუამდინარეთის სამხრეთ ნაწილის ტექტონიკური აგებულობა 565

ს ა ბ ა ლ ო თ ა დ ა მ შ უ შ ა ვ ე ბ ა დ ა ბ ა მ დ ი დ რ ე მ ბ ა

* ა.ედებერიძე. ჭაბურღილების ბურღვის დროს რთულ გეოლოგიურ პირობებში სამაგრი მიწების განაწილების მართვის ამოცანა 570

მ ე ტ ა ლ უ რ ბ ი ა

- ა. გობრონიძე, ნ.ვაშაკიძე. ლითონის ფორმაცვლილების ეფექტურობა და ენერგოძალოვანი პარამეტრები მილსანამზადო დგანის კალსრებში გლინვისას

571
- * ნ.ვაშაკიძე, გ.ვაშაკიძე. დეფორმაციის ეფექტურობის განსაზღვრა გამომჟღავნებელ კალიბრთა ახალ სისტემებში გლინვისას

581

მ ე მ რ ბ ე ტ ი კ ა

- რ.არველაძე, ი.ბიჭამოვი, ნ.უფლისაშვილი. რელეური დაცვის მუშაობა ელექტროსადგურის ბლოკის ხანგრძლივ არასიმეტრიულ რეჟიმში მუშაობის დროს

582
- ვ.ქაშაყაშვილი, რ.ქაშაყაშვილი. წყალსაცავის შეტბორვის ოპტიმალური დონის დადგენის საკითხისათვის

589

ე ლ ე მ ტ რ ო ტ მ ქ ნ ი კ ა

- ა.ცომიაი, თ.ნათენაძე, ა.კიზირია. ელექტრომაგვლების წვევის ძრავების სტოქასტიკურ-მათემატიკური მოდელის აგების პრინციპი აბტომატური მართვა და გამომთვლითი ტექნიკა

594
- * ი.მიქაძე, რ.კაკუბავა. რიგების ანალიზი სისტემებში ცვალებადი ინტენსივობის შემავალი ნაკადით და მომსახურების არასაიმედო ხელსაწყოთი

601
- გ.ქარუმიძე, ე.კორძია, თ.წითლიძე. ექსტრემუმის პარალელური ძიების მეთოდი

603
- * ს.გოლდშტეინი, ტ.ტაჭენკო. ელექტროენერჯის მოქნილი ავტომატიზებული წარმოების მოდელირება

614

ბ ო ტ ა ნ ი კ ა

- * ლ.კუხალეიშვილი, ნ. სდობნიკოვა. სათაფლიის ნაკრძალის ნიადაგის წყალმცენარეები

621

ბ ი ო ფ ი ზ ი კ ა

- მ. ებრალიძე, რ. კოტარია, გ.დავითაია, ნ. თალაკვაძე, ე. გერგედავა. მაიონიზებელი რადიაციის გავლენის შესწავლა პროსტაგლანდინების რეცეპტორულ დაკავშირებასა და გლუკოზა-6-ფოსფატაზის აქტივობაზე სიმსივნური უჯრედების მიკროსომებში

623
- რ.კოტარია, მ.ებრალიძე, ი.გოგილაშვილი, ნ.თალაკვაძე, გ.დავითაია. ზემალაღი სიხშირის ელექტრომაგნიტური გამოსხივების გავლენის შესწავლა ფოსფოლიპიდების შემადგენლობასა და ლიპიდების ზეჟანგურ ქანგავზე

628

ბ ი ო ჭ ი მ ი ა

- ნ.ბუცხრიკიძე, ა.წერეთელი, თ.ბუაჩიძე, ა.შკოლნი, გ.კვესიტაძე. შერჩეული საწარმოო საკვები არეები α -გალაქტოზიდაზას პროდუცენტ *Penicillium canescens* AMT-85 შტამისათვის 633
- ბ.წერეთელი, შ.უგრეხელიძე, ლ.ბოქორიძე. ცინებისა და კარბენდაზიმის მეტაბოლიტები ალკოჰოლური დუღილის პროდუქტებში 638
- * ნ.ზარნაძე, კ.სპირიდონოვა, ვ.სოლოვიანი. რესტრიქცირებადი დნმ-ს გამოყოფა აქტინიდიის მცენარის ქსოვილიდან 644
- მ.ჯობავა, მ.გომართელი. სოკო *Penicillium canescens* RTM-22 - ფერმენტ ქსილანაზის პროდუცენტი 645
- * ნ.ამაშუკელი, თ.ხაჩიძე, ა.ბერულავა, მ.ქაბზინაძე, ო.ხაჩიძე. პეპტიდები ხორბლის, ქერის და შვრიის მარცვალში 651

მ ი კ რ ო ზ ი ო ლ ო ზ ი ა დ ა ვ ი რ უ ს ო ლ ო ზ ი ა

- * ლ.დაუშვილი, ე.ქაჩიშვილი, ვ.ელისაშვილი. *Cerrena unicolor* - ის ცელულაზური, ლაკაზური და Mn - დამოკიდებულ პეროქსიდაზური აქტივობების დამოკიდებულება საკვები არის ნახშირბადის წყაროსაგან მოკლევადიან ცდებში 657

პ ა რ ა ზ ი ტ ო ლ ო ზ ი ა დ ა კ ვ ე მ ი ნ თ ო ლ ო ზ ი ა

- * ც.ლომიძე, ქ.ნიკოლაიშვილი. *Bothriocephalus opsariichthydis* (wtanjlf) If Syngamus skrjabinomorpha-c (ნემატოდა) სახეობრივი დახასიათება ქოლინესთერაზას ბიოქიმიური გამოკვლევის საშუალებით 661

პ ა ლ ე ო ზ ი ო ლ ო ზ ი ა

- * ვ.ჩხიკვაძე. საქართველოს ანთროპოგენური ჰერპეტოფაუნა 666

მ ნ ა თ მ ე მ ც ნ ი მ რ მ ზ ა

- დ.ქლენტი. უწყვეტლის ფორმათა ფუნქციურ-სემანტიკური მნიშვნელობები მარტივ წინადადებაში 668

СО Д Е Р Ж А Н И Е*

МАТЕМАТИКА

* С.М.Хажомия. О кохомотониях Чогошвили	448
Дж.Гачечиладзе. Численное решение второй основной задачи динамики математической теории упругости	449
С.Б.Топурия. Граничные свойства производных интеграла Пуассона в полупространстве	453
* Р.Г.Девдариани, А.Т.Чхартишвили. Об одном алгоритме численного решения краевой задачи гидравлического расчета сложных магистральных газопроводов	463
Г.Л.Арсенишвили, Ю.М.Кабанов. Об одной замкнутой системе массового обслуживания	465
* З.Тевдорадзе. Класс Арнольда-Маслова и гипотеза Фоменко	473
Г.П.Бареладзе. О перестановках коэффициентов ортогональных рядов	474
* Н.А.Берикашвили. Алгебраическая модель конструкции Постникова	480

Ф И З И К А

* А.Буишвили, Г.Ростомашвили, И.Корганашвили. Принципы подчинения и термодинамическое описание системы	484
* К.Р.Гегенидзе, Г.П.Нишпикова, О.В.Фарберович, А.Н.Глурджидзе. Энергетическая зонная структура моноантимонида самария	490
Н.М.Гвилава, В.Г.Джакели, З.С.Качишвили, Н.Ю.Матешвили. Исследование примесного пробоя в импульсных полях	491
Т.В.Бутхузи, А.Н.Гиоргобiani, Д.А.Джашиашвили, З.С.Качишвили, Т.Г.Челидзе. Получение собственно-дефектной дырочной проводимости с помощью активно-защитной пленки	494

Г Е О Ф И З И К А

М.А.Алексидзе, Г.Е.Гугунава, Н.Г.Гугунава. Распределение стационарных термоаномалий V_p/V_s на Кавказе	503
Э.Ш.Элизбарашвили, Т.В.Хеладзе, З.В.Хеладзе. О статистических свойствах эмпирического распределения среднесуточных температур воздуха на территории Грузии	508
А.Е.Шаптошвили, Г.Ш.Шенгелая. Упруго-вязкие деформации Кавказского региона под действием Аравийской плиты	512
* М.В.Гургенидзе, З.В.Хведелидзе. Динамика атмосферы и аэрозольные примеси в тропосфере	520

ОБЩАЯ И НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

* А.А.Угулава, Г.Н.Гургенидзе, М.И.Гвердцители, М.М.Абашмадзе. Алгебраическая характеристика оксидов	525
--	-----

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

А.М.Хананашвили, Н.Г.Лекишвили, М.Г.Кацитадзе, А.И.Накаидзе. Некоторые кинетические закономерности реакции органоциклизанов с трициклодецемильными группами у кремния с ароматическими дигидроксисоединениями	526
* Д.Отиашвили, Д.Ахобадзе, А.Хананашвили. Гидросилирование N-виниллактамов с метилдихлорсиланом	536
* Н.Г.Лекишвили, А.П.Асатиани, Н.А.Андгуладзе, Н.Р.Цомая, Н.Б.Грдзелидзе. Сополимеризация кремнийорганических метакрилатов с диметилвинилацетиленилкарбинолом и структура макромолекулярной цепи сополимеров	540

* Заглавие, помеченное звездочкой, относится к резюме статьи.



- * М.К.Абуладзе, М.М.Кацитадзе, З.Г.Дзоценидзе, М.Д.Мусеридзе.
Исследование гетерогенной рекомбинации водородных атомов на поверхностях некоторых модифицированных цеолитов

ФАРМАКОХИМИЯ

- М.И.Мерлани, В.И.Сладков, Н.И.Меньшова Э.П.Кемертелидзе, Н.Н.Суворов. Синтез и биологическая активность производных 5 β -кетостероидов на основе тигогенина 546

ФИЗИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ

- * К.А.Таварткиладзе. Роль фоновых, антропогенных и естественных случайных источников в общем загрязнении атмосферы над территорией Грузии 557

ГЕОЛОГИЯ

- Н.Ш.Салуквадзе, З.Н.Кецховели, Г.Н.Салуквадзе. О стратиграфии верхнеэоценовых образований Месхети 558
Т.В.Гиоргобиани, Д.П.Закарая, Г.А.Чихрадзе. Тектоническое строение южной части междуречья Дагомыс Западный - Сочи 562

РАЗРАБОТКА И ОБОГАЩЕНИЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

- А.Г.Эдиберидзе. Задача управления распределением обсадных труб при бурении скважин в сложных геологических условиях 567

МЕТАЛЛУРГИЯ

- * А.В.Гобронидзе, Н.А.Вашакидзе. Эффективность формоизменения металла и энергосиловые параметры при прокатке в калибрах трубозаготовочного стана 575
Н.А.Вашакидзе, Г.А.Вашакидзе. Определение эффективности деформации при прокатке в новых системах вытяжных калибров 576

ЭНЕРГЕТИКА

- * Р.Д.Арвеладзе, Я.Г.Биджамов, Н.Д.Улисахвили. Работа релейной защиты при несимметричном режиме работы блока электростанции 587
* В.П.Кашакашвили, Р.В.Кашакашвили. К вопросу установления оптимального уровня подпора водохранилища 593

ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

- * А.А.Цомая, Т.В.Натенадзе, А.В.Кизирия. Принципы построения стохастической математической модели тягового двигателя электровоза 596

АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

- И.С.Микадзе, Р.В.Какубава. Анализ очередей в системах с переменной интенсивностью входящего потока и ненадежным каналом обслуживания 598
* Г.В.Карумидзе, Э.В.Кордзая, Т.Е.Цитлидзе. Метод параллельного поиска 605

С.Л.Гольдштейн, Т.Я.Ткаченко. Моделирование гибких автоматизированных производств электротехнологии

БОТАНИКА

А.К.Кухалеишвили, Н.В.Сдобникова. Почвенные водоросли заповедника Сатаплиа 616

БИОФИЗИКА

* М.А.Эбралидзе, Р.З.Котария, Г.Ш.Давитая, Н.В.Талаквადзе, Е.М.Гергедава. Изучение влияния ионизирующей радиации на связывание простагландинов с рецепторными участками и на ферментативную активность глюкозо-6-фосфатазы в митохондриях опухолевых клеток 626

* Р.З.Котария, М.А.Эбралидзе, И.А.Гоглашвили, Н.В.Талаквადзе, Г.Ш.Давитая. Исследование влияния сверхвысокочастотного излучения (СВЧ) на фосфолипидный состав и перекисное окисление липидов 632

БИОХИМИЯ

* Н.Г.Буцхрикидзе, А.К.Церетели, Т.Ш.Буачидзе, А.Т.Школьный, Г.И.Квеситадзе. Подобранные производственные питательные среды для штамма *Penicillium canescens* AMT-85 продуцента α -галактозидазы 633

* Б.С.Церетели, Ш.А.Угрехелидзе, А.Д.Бочоридзе. Метаболиты цинеба и карбендазима в продуктах алкогольного брожения 641

Н.Ж. Зарнадзе, К.В.Спиридонова, В.Г.Соловьян. Получение препаратов ДНК из тканей актинидии, пригодных для рестрикции 642

* М.Д.Джобава, М.М.Гомартели. *Penicillium canescens* RTM-22 – продуцент ксиланазы 649

* Н.В.Амашукели, Т.О.Хачидзе, А.Х.Берулава, М.Г.Кабзинадзе, О.Т.Хачидзе. Пептиды в зерне ячменя, пшеницы и овса 652

МИКРОБИОЛОГИЯ

А.П.Даушвили, Е.Т.Качлишвили, В.И.Элисашвили. Целлюлазная, лакказная и Мп-зависимая пероксидазная активности *Cerrena unicolor* в зависимости от источника углерода в питательной среде в острых опытах 654

ПАРАЗИТОЛОГИЯ И ГЕЛЬМИНТОЛОГИЯ

Ц.В.Ломидзе, К.Г.Николаишвили. О видовой характеристике *Bothrioccephalus opsaich- thydys* (цестода) и *Syngamus skrjabinomorpha* (нематода) – биохимическое исследование холинэстеразы 659

ПАЛЕОБИОЛОГИЯ

В.М.Чхиквадзе. Антропогенная герпетофауна Грузии 663

ЯЗЫКОЗНАНИЕ

* Д.Г.Жгенти. Функционально-семантическое значение форм прошедшего несовершенного в простом предложении 672

CONTENTS*

MATHEMATICS

S.Khazhomia. On Chogoshvili's Cohomotopies	445
* J.Gachechiladze. Numerical Solution of the Dynamic's Second Fundamental Problem in Mathematical Theory of Elasticity	452
* S. Topuria. Boundary Properties of a Differentiated Poisson Integral in a Half-Space	457
* R. Devdariani, L.Chkhartishvili. On One Numerical Algorithm of Complicated Gas Main Hydraulic Estimation Boundary Value Problem	464
* G.Arsenishvili, I.Kabanov. On Certain Closed Queuing System	469
* Z.Tevdoradze. Arnold-Maslov's Class and Conjecture of Fomenko	470
* G. Bareladze. On Permutations of Coefficients of Orthogonal Series	475
N.Berikashvili. An Algebraic Model of the Postnikov-Construction	476

PHYSICS

* L.Buishvili, G.Rostomashvili, I.Korganashvili. The Slaving Principle and Thermodynamical Description of the System	484
* K.Gegeshidze, G.Nizhnikova, O.Farberovich, L.Gkurzdzhidze. Energy Band Structure of Samarium Monoantimonide	490
* N.Gvilava, V.Jakeli, Z.Kachlishvili, N.Mateshvili. The Investigation of the Impurity Breakdown in Pulse Fields	493
* T.Butkhuzi, A.Giorgobiani, D.Jashiashvili, Z.Kachlishvili, T.Chelidze. Applications of Active-Defensive Films for Receive of Self-Defective Hole Conductivity	502

GEOPHYSICS

* M.Alexidze, G.Gugunava, N.Gugunava. V_P/V_S Stationary Thermoanomalies Distribution on the Caucasus	507
* E.Elizbarashvili, T.Kheladze, Z.Kheladze. About Statistical Properties of Empirical Air-Distribution of Day-and-Night Average Temperature on the Territory of Georgia	510
* A.Shaptoshvili, G.Shengelaia. Elastic-Viscous Stresses in the Caucasus Region Caused by Arabic Plate's Action	515
* M.Gurgenidze, Z.Khvedelidze. The Atmosphere Dynamics and the Aerosolic Mixture of the Troposphere	521

GENERAL AND INORGANIC CHEMISTRY

* L.Ugulava, G.Gurgenidze, M.Gverdtiteli, M.Abashmadze. Algebraic Characterization of Oxides	525
--	-----

ORGANIC CHEMISTRY

* L.Khananashvili, N.Lekishvili, M.Katsitadze, L.Nakaidze. * Some of the Kinetical Regularities of the Reaction of Aromatic Dihydroxycompounds with Organocyclosilazanes Containing Spatial Groups at Silicon Atoms	530
---	-----

* A title marked with an asterisk refers to Summary

- * D.Otiashvili, D. Akhobadze, L.Khananashvili. Hydrosilylation of Vinylactams with Methylchlorosilane 541
- * N.G.Lekishvili, L.P.Asatiani, N.A.Andguladze, N.R.Tsomaia. Co-Polymerization of Silicon-Organic Methacrilates With Dimethylvinylacetilylearbinol and the Structure of the Macromolecular Chain of Co-Polymers. 541

PHYSICAL CHEMISTRY

- * K.Abuladze, M.Katsitadze, Z.Dzotsenidze. The Investigation of Hydrogen Atoms Recombination on the Surfaces of Some Modified Zeolites 545

PHARMACEUTICAL CHEMISTRY

- * M.Merlani, V.Sladkov, N.Menshova, E.Kemerstelidze, N.Suvorov. Synthesis of 5 α - Ketosteroids Derivatives on the Basis of Tigogenin and their Biological Activity 552

PHYSICAL GEOGRAPHY

- * K.Tavartkiladze. The Part of the Background Anthropogenic and Natural Accidental Sources in the Total Atmospheric Pollution Above the Territory of Georgia 557

GEOLOGY

- * N.Sakukvadze, Z.Ketskhoveli, G.Salukvadze. On the stratigraphy of Meskheti late eocenian sediments 561
- * T.Giorgobiani, D.Zakaraia, G.Chikhradze. Tectonic Structure of the Southern Part of Rivers Western Dagomisi and Sochi Interfluve 566

EXPLOITATION AND CONCENTRATION OF DEPOSITS

- * A.Ediberidze. Control Task of Casing Pipes Distribution in Drilling with Complicated Geological Conditions 570

METALLURGY

- * A.Gobronidze, N.Vashakidze. Effectiveness of Metal Forming and Energy and Force Parameters of Rolling in Tube Billet Mill Passes 575
- * N.Vashakidze, A.Vashakidze. Determination of Deformation Effectiveness During the Rolling in a New Systems of Break-Down Passes 581

ENERGETICS

- * R.Arveladze, Y.Bijamov, N.Uplisashvili. Relay Protection with Asymmetric Mode of Operation of Electric Power Station Block 588
- * V.Kashaskashvili, R.Kashakashvili. Optimal Level Identification of Waterkeeper Fullness on the Basis of Topographical Data 593

POWER ENGINEERING

- * A.Tsomaia, T.Natenadze, A.Kiziria. The Construction Principles of the Stochastic Mathematical Model of the Electric Locomotive Traction Motor 597

AUTOMATIC CONTROL AND COMPUTER ENGINEERING

- * I.Mikadze, R.Kakubava. Queue Analysis in System with Varying Arrival and Unreliable Server 602
- * G.Karumidze, E.Kordzaia, T.Tsitlidze. Parallel Search Method 606
- * S.Goldstein, T.Tkachenko. The Modelling of Flexible Automation Productions of Electrotechnology 615

BOTANY

- * L.Kukhaleishvili, N.Sdobnikova. Soil Algae of the Sataplia Reservation 621

BIOPHYSICS

- * M.Ebralidze, R.Kotaria, G.Davitaia, N.Talakvadze, E.Gergedava. Study of the Effect of the Ionizing Radiation on the Binding of Prostaglandins with the Receptor Sites and on the Enzyme Activity of Glucose 6-Phosphatase in Tumour Cell Microsomes 626
- * R.Kotaria, M.Ebralidze, I.Gogilashvili, N.Talakvadze, G.Davitaia. Investigation of the Effect of Superhigh Frequency Irradiation on the Phospholipid Composition and on the Lipid Peroxidation 632

BIOCHEMISTRY

- * N. Butskhrikidze, A. Tsereteli, T. Buachidze, A. Shkolni, G. Kvesitadze. The Chosen Industrial Cultivated Medium For α -Galactosidase of Pen. Canescens AMT-85 637
- * B. Tsereteli, Sh. Ugrekhelidze, L. Bochoridze. The Metabolites of Zineb and Carbendazime in Alcoholic Fermentation Products 641
- * N. Zarnadze, C. Spiridonova, B. Solovian. The Method for Purification of Genomic DNA from Actinidia Plant Tissues 644
- * M. Jobava, M. Gomarteli. Penicillium Canescens RTM-22 Producer of Xylanase 649
- * N. Amashukeli, T. Khachidze, A. Berulava, M. Kabzinadze, O. Khachidze. Peptides in Seeds of Barley, Wheat and Oat 653

MICROBIOLOGY

- * L. Daushvili, E. Kachlishvili, V. Elisashvili. Cellulase, Laccase and Mn-Dependent Peroxidase Activities of *Cerrena unicolor* in Dependence on Carbon Source in Nutritionalmedium in Short-Term Experiments 657

PARAZITOLOGY AND HELMINTHOLOGY

- * Ts. Lomidze, K. Nikolaishvili. On Species Characteristic of Bothriocephalus Opsariichthydis (Cestode) and Syngamus Skrjabinomorpha (Nematode) - Biochemical Study of Cholinesterase 662

PALAEBIOLOGY

- * V. Chkhikvadze. Anthropogenic Herpetofauna of Georgia 666

LINGUISTICS

- * D. Zhgenti. Functional-Semantic Significance of Continuity Forms in Simple Sentence 672

S.Khazhomia

On Chogoshvili's Cohomotopies

(Presented by Academician G.Chogoshvili 20.5.1992)

The present paper is concerned with the problem of determining Chogoshvili's cohomotopy groups [1]. We shall consider only absolute groups with integral coefficients. First we recall the definition of these groups. Everywhere in the sequel H denotes the singular theory of cohomologies with integral coefficients, K the category of topological spaces with basic points (as usual, these points are not indicated here), n a positive integer and I the unit segment. The determination of the above mentioned groups is reduced to the problem of extension of functors given on auxiliary subcategories K_n of K to the whole category K [1-4]. Here and in what follows, by K_n for fixed $n > 2$ we denote one of subcategories of K which were considered in [4]. The objects of a full subcategory K_n are finite, connected and simply connected CW -complexes X for which

$$H^i(X) = H^2(X) = \dots = H^{n-1}(X) = 0.$$

Let R be an arbitrary object of K . Consider a set of indices $\omega(R; n)$ of all pairs $\alpha = (X; f)$, where X is an object of K_n and $f: X \rightarrow R$ is a continuous mapping. Let $\omega(R; n)$ be ordered as follows: $\alpha < \beta$ where $\beta = (Y; g)$, if there is a mapping $\varphi: X \rightarrow Y$ from K_n such that

$$g\varphi = f. \tag{1}$$

To each $\alpha \in \omega(R; n)$ assign the group $H_\alpha = H^n(X)$ and to each ordered pair $\alpha < \beta$ assign the set of homomorphism

$$\varphi^*: H^n(Y) \rightarrow H^n(X).$$

The obtained system of groups and homomorphisms represents an inverse spectrum in the sense of [5]. An inverse limit group of that inverse spectrum is Chogoshvili's cohomotopy group $\Pi^n(R)$.

It should be noted that functors Π^n possess a number of principal properties of the ordinary Borsuk cohomotopies but differ from them [1-4,6]. By P_α we denote an α -coordinate of an element P from $\Pi^n(R)$.

Let $p \in \Pi^n(R)$, $\alpha = (X; f)$ and $\beta = (Y; g)$. Moreover, let us have a mapping $\varphi: X \rightarrow Y$ from K_n such that the mappings $g\varphi$ and f are homotopy equivalent, i.e.

$$g\varphi \sim f. \tag{2}$$

We have the following

Lemma 1. $\varphi^*(P_\beta) = P_\alpha$.

When proving this lemma we rely on the fact that subcategory K_n contains along with X the space $X \times I$. Note also that Lemma 1 is equivalent to Lemma 1 from [3], on which we often based in [3,4]. We intend here to study the problem dealing with possibility of reducing the subcategory K_n under invariance of the group $\Pi^n(R)$ and the results of [1-4,6], i.e. when these groups and results remain fixed. Therefore, relying on



Lemma 1, in the definition of groups $\Pi^n(R)$ we replace condition 1 by condition 2. In the sequel we shall stick to this definition.

We shall give here an example when reduction of K_n results in variation of one of the definitions given in [3]. Let $\sigma: I \rightarrow R$ be an arbitrary path in a linearly connected space R . In [3] we determined the natural homomorphism.

$$\sigma^\#: \Pi^n(R, \sigma(I)) \rightarrow \Pi^n(R, \sigma(0))$$

and proved that $\sigma^\#$ is an isomorphism. Therein, by means of $\sigma^\#$ we determined the fundamental group $\pi_1(R, r)$ as a group of operators of the group $\Pi^n(R, r)$, using the fact that the subcategory K_n along with X contains also the one-point union $X \vee I$. Suppose now that this condition is not fulfilled. Let

$$\alpha_0 = (X, x; f_0) \in \omega(R, \sigma(0); n)$$

and let $p \in \Pi^n(R, \sigma(I))$. Following [7], we construct the mapping

$$f_1: (X, x) \rightarrow (R, \sigma(I)).$$

Geometrical idea of the construction is to pull the image of the point x for mapping f_0 along the path σ to the point $\sigma(I)$ with the image of X being dragged in an arbitrary way. Consider the index

$$\alpha_1 = (X, x; f_1) \in \omega(R, \sigma(I); n)$$

and suppose

$$[\tilde{\sigma}^\#(p)]_{\alpha_0} = P_{\alpha_1} \quad (3)$$

Proposition 1. Formula (3) determines the homomorphism which coincides with $\sigma^\#$

Let $\tilde{\Pi}^n(R)$ be Chogoshvili's cohomotopy group defined in the category of topological spaces without basic points. Moreover, let

$$\chi: \tilde{\Pi}^n(R) \rightarrow \Pi^n(R, r)$$

be the homomorphism defined in [3]. The following theorem remains valid.

Theorem 1. Homomorphism χ for $n > 2$ is a monomorphism and its image coincides with the invariant subgroup of the group $\Pi^n(R, r)$ with respect to the group of operators $\pi_1(R, r)$.

Let S^n denote a unit n -dimensional sphere of Euclidean space and e^n a unit disk. We denote by $P^n(t)$, $t > 1$, $n > 2$, the Moore space $S^{n-1} \cup_t e^n$ and suppose also that $P^n(1) = S^n$.

Consider now some full subcategories of K_n :

0) $K_n^{(0)} = K_n$;

1) $K_n^{(1)}$ are CW -complexes with one vertex and without cells in dimensions $1, 2, \dots, n-2$;

2) $K_n^{(2)}$ are CW -complexes with one vertex and cells in dimensions $n-1, n$ and $n+1$ only;

3) $K_n^{(3)}$ are CW -complexes with one vertex and cells in dimensions $n-1$ and n only;

4) $K_n^{(4)}$ are finite one-point unions of spaces $P^n(t)$, $t \geq 1$.

For an arbitrary space R from category K we denote by ${}^{(i)}\Pi^n(R)$, $0 \leq i \leq 4$, Chogoshvili's cohomotopy groups constructed by means of subcategories $K_n^{(i)}$. Thus

$${}^{(0)}\Pi^n(R) = \Pi^n(R).$$

Let further

$$\lambda_i: {}^{(i)}\Pi^n(R) \rightarrow {}^{(i+1)}\Pi^n(R), \quad 0 \leq i \leq 3,$$

be natural homomorphisms of the restriction. We have the following

Theorem 2. All homomorphisms $\lambda_i, 0 \leq i \leq 3$, are natural isomorphisms.

We introduce the following notations:

1) $P_j^n(t) = P^n(t)$, where j is a positive integer, $n > 2, t \geq 1$;

2) $X_k^n = \bigvee_{i=1}^k \left(\bigvee_{j=1}^k P_j^n(t) \right)$;

3) $Q_n = \lim_{\rightarrow} X_k^n$, where $X_k \rightarrow X_{k+1}$ is standard embedding.

Let $K_n^{(5)}$ be a full subcategory of K consisting of one object $Q^n, n > 2$. By ${}^{(5)}\Pi^n(R)$ we denote Chogoshvili's cohomotopy group of space R defined by means of subcategory $K_n^{(5)}$.

Let $h \in H^n(Q^n)$ and let

$$i_{j,t}: P^n(t) \rightarrow Q^n$$

be standard embeddings. Suppose

$$\varepsilon(h) = \left\{ i_{j,t}^*(h) \right\} \in \prod_{j,t} H^n(P_j^n(t)).$$

Obviously we have

Lemma 2. The mapping

$$\varepsilon: H^n(Q^n) \rightarrow \prod_{j,t} H^n(P_j^n(t))$$

is an isomorphism.

Let now $q \in {}^{(4)}\Pi^n(R)$ and let

$$\alpha = (Q^n; f) \in {}^{(5)}\omega(R; n)$$

be an arbitrary index. Suppose $f_{j,t} = f|_{P_j^n(t)}$ and consider the indices

$$\alpha_{j,t} = (P_j^n(t); f_{j,t}) \in {}^{(4)}\omega(R; n).$$

Suppose

$$[\lambda_{\mathcal{A}}(q)]_{\alpha} = \varepsilon^{-1} \left\{ q|_{\alpha_{j,t}} \right\}.$$

We have the following

Theorem 3. The set $[\lambda_{\mathcal{A}}(q)]_{\alpha}$ determines the element of the group ${}^{(5)}\Pi^n(R)$ and the natural isomorphism

$$\lambda_{\mathcal{A}}: {}^{(4)}\Pi^n(R) \rightarrow {}^{(5)}\Pi^n(R).$$

Thus, all groups ${}^{(i)}\Pi^n(R), 0 \leq i \leq 5$ are naturally isomorphic to the group $\Pi^n(R)$.

Remark. We follow [1]. But the choice of K_n is somewhat unfavourable and indistinct in [1]. Our choice for K_n is made in style of [2].

A. Razmadze Mathematical Institute
 Georgian Academy of Sciences

(Received on 1.06.1992)

ს.ხაჯომია

ქოლოშვილის კოპომოტოპიების შესახებ

რეზიუმე

ნაჩვენებია, რომ K_n , $n > 2$, დამხმარე ქვეკატეგორიებისათვის, რომლებიც საჭიროა [3, 4, 6] - ში შესწავლილი ქოლოშვილის კოპომოტოპიური ჯგუფების განმარტებისას, აბსოლუტური ჯგუფების შემთხვევაში ობიექტებად საკმარისია გვერდის სფეროები S^n , მურის სივრცეები $S^{n-1} \cup e^n$, $n > 1$, და ამ სივრცეთა თაიგულები.

МАТЕМАТИКА

С.М.Хажомия

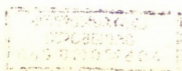
О КОГОМОТОПИЯХ ЧОГОШВИЛИ

Резюме

Показано, что для вспомогательных подкатегорий K_n , $n > 2$, которые нужны при определении изучавшихся в [3, 4, 6] когомотопических групп Чогошвили, в случае абсолютных групп в качестве объектов достаточно иметь, кроме сфер S^n , еще пространства Мура $S^{n-1} \cup e^n$, $n > 1$, и букеты указанных пространств.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. *Г.С.Чогошвили*. Сообщения АН ГССР, **97**, 2, 1980, 273-276.
2. *Г.С.Чогошвили*. Сообщения АН ГССР, **108**, 2, 1982, 473-476.
3. *С.М.Хажомия*. Труды Тбил. мат.ин-та, **91**, 1988, 81-97.
4. *S.M.Khazhomia*. Bull.Acad.Sci.Georgia **146**, 1992, 1, 17-20.
5. *W.Hurewicz, J.Dugundji, C.H.Dowker*. Ann.Math., **49**, 1948, 391-406.
6. *S.M.Khazhomia*. Bull. Acad.Sci.Georgia, **146**, 1992, 1, 13-16.
7. *Sze-Tsen Hu*. Homotopy Theory, N.Y.: Academic Press, 1959.



Дж.Гачечиладзе

Численное решение второй основной задачи динамики математической теории упругости

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т.Г.Гегелия 15.06.1993)

Рассмотрим вторую основную задачу динамики смешанного типа [1]: в цилиндре $D^+ \times [0, \infty]$ найти регулярный вектор

$$\bar{u} \in C^1(\bar{D} \times [0, \infty]) \cap C^2(D^+ \times [0, \infty]),$$

являющийся решением уравнения

$$\frac{\partial^2 \bar{u}}{\partial t^2} = \mu \Delta \bar{u} + (\lambda + \mu) \text{grad div } \bar{u} + \bar{P}_0 \quad (1)$$

и удовлетворяющий условиям:

$$\forall (\bar{z}, t) : \{T(\partial \bar{z}, \bar{n}) \bar{u}(\bar{z}, t)\} \equiv \lim_{D \ni \bar{x} \rightarrow \bar{z} \in S} T(\partial \bar{x}, \bar{n}) \bar{u}(\bar{x}, t) = 0, \quad (2)$$

$(\bar{z}, t) \in S \times [0, \infty)$, S – граница области D ;

$$\forall \bar{x} \in D^+ : \bar{u}(\bar{x}, 0) = 0, \quad \frac{\partial \bar{u}}{\partial t}(\bar{x}, 0) = 0, \quad (3)$$

D – единичный куб, $T(\partial \bar{x}, \bar{n}(\bar{x}))$ – оператор напряжения [1], а $\bar{n}(\bar{x})$ – единичный вектор, перпендикулярный S в точке \bar{x} ; λ и μ – коэффициенты Ламэ. Предполагается также, что выполнены условия согласования [1].

Прежде чем перейти к построению разностной схемы для задачи (1) - (3), приведем некоторые обозначения и необходимые формулы. Пусть

$$(((\bar{u}, \bar{v}))) = \sum_{i=1}^{N_x-1} \sum_{j=1}^{N_y-1} \sum_{k=1}^{N_z-1} u(x_i, y_j, z_k) v(x_i, y_j, z_k) h_x h_y h_z, \quad (4)$$

$$(((\bar{u}, \bar{v}_x))) = \sum_{i=1}^{N_x} \sum_{j=1}^{N_y-1} \sum_{k=1}^{N_z-1} u(x_i, y_j, z_k) v(x_i, y_j, z_k) h_x h_y h_z \quad \text{и т.д.}$$

Легко выводятся формулы суммирования по частям:

$$(((\bar{u}, \bar{v}_x))) = ((u(x_N; y, z), v(x_N; y, z))) - ((u(x_0; y, z), v(x_1; y, z))) - (((\bar{u}_x, \bar{v}))),$$

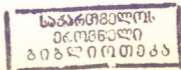
$$(((\bar{u}, \bar{v}_x))) = ((u(x_N; y, z), v(x_N; y, z))) - ((u(x_0; y, z), v(x_0; y, z))) - (((\bar{u}_x, \bar{v}))). \quad (5)$$

Разностный аналог формулы Гаусса имеет вид:

$$(((\varphi(x, y, z)))) = ((\varphi(x_N; y, z))) - ((\varphi(x_1; y, z))). \quad (6)$$

Скалярное произведение в пространстве дискретных функций определяется:

$$(\bar{u}, \bar{v}) = \sum_{m=1}^3 (((u_m \cdot v_m))). \quad (7)$$





На основе формул (4), (5), (7) для выражения $\sum_{m=1}^3 [((v_m, \Lambda u_m)) - ((u_m, \Lambda v_m))]$

выводится разностный аналог обобщенной формулы Грина. Оператор Λ определяется [2]:

$$\Lambda u^s = \sum_{\beta=1}^3 \left[\mu u_{\bar{x}_\beta x_\beta}^s + \frac{1}{2} (\lambda + \mu) (u_{\bar{x}_\beta x_\beta}^\beta + u_{x_\beta x_\beta}^\beta) \right], \quad s=1,2,3. \quad (8)$$

Соответственно оператору T [1] определим численный оператор $\hat{\tau}$:

$$\begin{aligned} \hat{\tau} \bar{u} = & [((2\mu + \lambda)u_{1\bar{x}} + \lambda u_{2\bar{y}} + \lambda u_{3\bar{z}})]n_1 + \mu(u_{1\bar{y}} + u_{2\bar{x}})n_2 + \mu(u_{1\bar{z}} + u_{3\bar{x}})n_3, \\ & \mu(u_{2\bar{x}} + u_{1\bar{y}})n_1 + [\lambda u_{1\bar{x}} + (\lambda + 2\mu)u_{2\bar{y}} + \lambda u_{3\bar{z}}]n_2 + \mu(u_{2\bar{z}} + u_{3\bar{y}})n_3, \\ & \mu(u_{3\bar{x}} + u_{1\bar{z}})n_1 + \mu(u_{3\bar{y}} + u_{2\bar{z}})n_2 + [\lambda u_{1\bar{x}} + \lambda u_{2\bar{y}} + (\lambda + 2\mu)u_{3\bar{z}}]n_3. \end{aligned} \quad (9)$$

Используя формулу (6), составим выражение для $((\bar{v}, \hat{\tau} \bar{u}) - (\bar{u}, \hat{\tau} \bar{v}))_S$ и сравним его с разностным аналогом обобщенной формулы Грина. Часть членов совпадает точно, отличные друг от друга члены пропорциональны h . Преобразуем их так, чтобы они имели вид $h((\bar{u}, \hat{l} \bar{v}))$ или $h((\bar{v}, \hat{l} \bar{u}))$. Теперь введем операторы

$$\Lambda' = \Lambda + h\Delta\Lambda, \quad (10)$$

$$\hat{\tau}' = \hat{\tau} + h\Delta \hat{\tau} \quad (11)$$

так, чтобы имело место равенство

$$\begin{aligned} ((\bar{v}, \Lambda' \bar{u})) - ((\bar{u}, \Lambda' \bar{v})) = & [((\bar{v}, \hat{\tau}' \bar{u}))_S - ((\bar{u}, \hat{\tau} \bar{v}))_S] - \\ & - \mu(\overline{(\hat{\text{div}} \rho\omega\tau [\bar{u}, \bar{v}])}), \end{aligned} \quad (12)$$

где $\Delta\Lambda$ и $\Delta \hat{\tau}$ – ограниченные операторы [3], а операторы $\overline{\rho\omega\tau}$ и $\overline{\hat{\text{div}}}$ определяются т.о.: $(\overline{\rho\omega\tau \bar{u}})_1 = u_{3\bar{y}} - u_{2\bar{z}}$; $(\overline{\rho\omega\tau \bar{u}})_2 = u_{1\bar{z}} - u_{3\bar{x}}$; $(\overline{\rho\omega\tau \bar{u}})_3 = u_{2\bar{x}} - u_{1\bar{y}}$; $\overline{\hat{\text{div}} \bar{u}} = u_{1\bar{x}} + u_{2\bar{y}} + u_{3\bar{z}}$. Очевидно, что $\overline{\hat{\text{div}} \rho\omega\tau \bar{u}} = 0$.

Если функции \bar{u} и \bar{v} принадлежат классу, который определяется условием $\hat{\tau} \bar{u} = 0$, то на основе (12) оператор Λ' является самосопряженным. Можно показать также, что $\Lambda' > 0$. Разностную схему, соответствующую задаче (1)-(3), определим следующим образом:

$$(\hat{E}; \tau^2 R) \bar{y}_{\bar{n}} = \Lambda' \bar{y} + \bar{\varphi} \quad (13)$$

$$\hat{\tau}' \bar{y}(\bar{z}, t) = 0, \quad \bar{z} \in S, t \in \bar{\omega}_\tau, \quad (14)$$

$$\bar{y}(\bar{x}, 0) = 0, \quad \bar{y}_t(\bar{x}, 0) = \frac{1}{2} \tau \bar{P}_0(\bar{x}, 0), \quad \bar{x} \in \bar{\omega}_h, \quad (15)$$

где $\bar{\varphi} = \bar{P}_0$, оператор R определен в [2], τ – шаг сетки по времени. Исследуем вопрос сходимости этой схемы. Если возьмем регуляризатор

$R = -\frac{c_2(1+\varepsilon)}{4} \Lambda^{(0)}$, $c_2 > \lambda + 2\mu$, где $\Lambda^{(0)} \bar{y} = \sum_{\alpha=1}^3 y_{\bar{x}_\alpha x_\alpha}$ определен в [2], то будет

выполнено достаточное условие устойчивости [2]:

$$D \geq \frac{1+\varepsilon}{4} \tau^2 A, D = \hat{E} + \tau^2 R,$$

$$A = \begin{cases} \Lambda', & \text{на классе функций, которые определены на } D, \\ \hat{\tau}^1, & \text{на классе функций, которые определены на } S. \end{cases}$$

Учитывая, что $A = A^* > 0$, схема (13)-(15) является устойчивой. Погрешность аппроксимации \tilde{w} для уравнения (13) на решении \tilde{u} уравнения (1) равна $O(h + \tau^2)$, т.к. известно, что $\tilde{w} = O(h^2 + \tau^2)$ [2], если в (13) вместо Λ' имеем оператор Λ . Для вычисления погрешности аппроксимации \tilde{v} граничного условия (14) на решении задачи (1)-(3) используем разложение Тейлора для выражения $\hat{\tau}^1 \tilde{u}$, учитывая затем (11), получим также, что $\tilde{v} = O(h + \tau^2)$. Окончательно, поскольку схема устойчива и имеет порядок аппроксимации $O(h + \tau^2)$, она сходится со скоростью $O(h + \tau^2)$.

Рассмотрим вопрос численного решения схемы (13)-(15). Отыскание вектор-функции \tilde{y}^{j+1} сводится к последовательному от α и $\alpha+1$ решению систем уравнений [2]:

$$\begin{aligned} (\hat{E} + \tau^2 R_{(1)}) \tilde{w}_{(1)} &= \tilde{F}, \quad \tilde{F} = \prod_{\alpha=1}^3 (\hat{E} + \tau^2 R_{\alpha}) \tilde{y}_{\alpha} + \tau (\Lambda' \tilde{y} + \tilde{\varphi}), \\ (\hat{E} + \tau^2 R_{\alpha}) \tilde{w}_{(\alpha)} &= \tilde{w}_{(\alpha-1)}, \quad \alpha=2,3; \\ \tilde{y}^{j+1} &= \tilde{y}^j + \tau \tilde{w}_{(3)}, \end{aligned} \quad (17)$$

где для $\tilde{w}_{(\alpha)}$ будем иметь следующие граничные условия:

$$\begin{cases} \tilde{w}_{(1)} = (\hat{E} + \tau^2 R_2)(\hat{E} + \tau^2 R_3) \tilde{\mu}_1, & x=0, l_1; \\ \tilde{w}_{(2)} = (\hat{E} + \tau^2 R_3) \tilde{\mu}_2, & y=0, l_2; \end{cases} \quad (18)$$

$$\tilde{w}_{(3)} = \tilde{\mu}_3 = \frac{\tilde{y}^j - \tilde{y}^{j-1}}{\tau}, \quad j=1,2,\dots \quad (19)$$

где \tilde{y}^j вычисляем из системы уравнений

$$\hat{\tau}^1 \tilde{y}(\tilde{z}, t) = 0, \quad \tilde{z} \in S. \quad (20)$$

Прямые вычисления по этим формулам приводят к экспоненциальной сложности основной задачи [4]. Однако мы можем прибегнуть к следующему приему. Для $y_k^j(x_n - \delta_n h)$ можно написать выражение

$$y_k^j(x_n - \delta_n h) = y_k^{j-1}(x_n - \delta_n h) + \tau y_{ki}^{j-1}(x_n - \delta_n h) + O(\tau^2), \quad (21)$$

$$\delta_n = \delta_n(x_n, x_n - h, x_n + h) = \begin{cases} 1, & x_n = z_n, x_n - h \in D, x_n + h \in \bar{D}, \\ -1, & x_n = z_n, x_n - h \in \bar{D}, x_n + h \in D. \end{cases}$$



На основании (21) определим входящие в (20) производные в границе следующим образом:

$$\left(\bar{y}_{kz_n}^j\right)^+ = \frac{\delta_n}{h} y_k^j(z_n) - \frac{2\delta_n}{h} y_k^{j-1}(z_n - \delta_n h) + \frac{\delta_n}{h} y_k^{j-2}(z_n - \delta_n h). \quad (22)$$

В результате для $\bar{y}_k^j(\bar{z})$ вместо (20) получим систему

$$\bar{z}^* \bar{y}(\bar{z}, t) = \bar{b}^j, \quad (23)$$

которая решается непосредственно.

Академия наук Грузии
Институт геофизики
Опытно-методическая геофизическая
экспедиция

(Поступило 21.01.94)

მათემატიკა

ჯ.გაჩეჩილაძე

დრეკადობის თეორიის დინამიკის მეორე ძირითადი ამოცანის
რიცხვითი ამოხსნა

რ ე ზ ი უ მ ე

ნაშრომში აგებულია ეკონომიური სქემა ფაქტორიზებული ოპერატორით დინამიკის შეპეული ტიპის მეორე ძირითადი ამოცანის რიცხვითი ამოხსნისათვის სამგანზომილებიან შემთხვევაში. ნაჩვენებია ამ სქემის კრებადობა $O(h+r^2)$ სიჩქარით.

MATHEMATICS

J.Gachechiladze

Numerical Solution of the Dynamic's Second Fundamental Problem in Mathematical Theory of Elasticity

S u m m a r y

The economic factorized scheme for numerical solution of the dynamic's second fundamental problem of mixed type is constructed. It is shown that convergence rate of this scheme is $O(h+r^2)$.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. В.Д.Купрадзе, Т.Г.Гегелия, М.О.Башелейшвили, Т.В.Бурчуладзе. Трехмерные задачи математической теории упругости и термоупругости. М., 1976.
2. А.А.Самарский. Теория разностных схем. М., 1983.
3. Г.Кори, Т.Кори. Справочник по математике. М., 1974.
4. М.Гери, Д.Джонсон. Вычислительные машины и труднорешаемые задачи. М., 1982.

С.Б.Топурия

Граничные свойства производных интеграла Пуассона в полупространстве

(Представлено академиком А.В.Жижиашвили 21.02.1994)

В статье изучаются граничные свойства частных производных второго порядка интеграла Пуассона для полупространства. Излагаются теоремы, которые дополняют соответствующие исследования автора [1,2].

Приняты следующие обозначения: $R = (-\infty < x < \infty; -\infty < y < \infty)$; $\tilde{L}(R)$ - множество функций f , таких, что $\frac{f(x, y)}{(1 + x^2 + y^2)^{3/2}}$ интегрируема на R ; Z^+ - множество точек (x, y, z) , для которых $z > 0$; $U(f; x, y, z)$ - интеграл Пуассона для функции f в пространстве Z^+ , т.е.

$$U(f; x, y, z) = \frac{z}{2\pi} \iint_R \frac{f(t, \tau) dt d\tau}{[(t-x)^2 + (\tau-y)^2 + z^2]^{3/2}}$$

Символы $M(x, y, z) \xrightarrow{\Lambda} \mathcal{P}(x_0, y_0, 0)$ и $M(x, y, z) \xrightarrow{\Delta} \mathcal{P}(x_0, y_0, 0)$ означают, что точка M стремится к \mathcal{P} , так что соответственно выполняются неравенства

$$\frac{z}{\sqrt{(x-x_0)^2 + (y-y_0)^2}} \geq K > 0, \quad \frac{z}{|x-x_0|} \geq K > 0.$$

$M(x, y, z) \rightarrow \mathcal{P}(x_0, y_0, 0)$ означает, что точка M стремится к \mathcal{P} , по любому пути, оставаясь в полупространстве Z^+ .

Будем рассматривать следующие обобщенные частные производные второго порядка:

$$D_x f(x_0, y_0) = \lim_{\substack{t \rightarrow 0 \\ y \rightarrow y_0}} \frac{f(x_0 + t, y) - f(x_0, y)}{t},$$

$$\tilde{D}_x f(x_0, y_0) = \lim_{\substack{t \rightarrow 0 \\ (x, y) \rightarrow (x_0, y_0)}} \frac{f(x+t, y) - f(x, y)}{t},$$

$$D_x^2 f(x_0, y_0) = \lim_{t \rightarrow 0} \frac{f(x_0 + t, y_0) + f(x_0 - t, y_0) - 2f(x_0, y_0)}{t^2},$$

$$\bar{D}_x^2 f(x_0, y_0) = \lim_{\substack{t \rightarrow 0 \\ y \rightarrow y_0}} \frac{f(x_0 + t, y) + f(x_0 - t, y) - 2f(x_0, y)}{t^2},$$

$$\tilde{\bar{D}}_x^2 f(x_0, y_0) = \lim_{\substack{t \rightarrow 0 \\ (x, y) \rightarrow (x_0, y_0)}} \frac{f(x+t, y) + f(x-t, y) - 2f(x, y)}{t^2},$$



$$\bar{D}f(x_0, y_0) = \lim_{\substack{(t, \tau) \rightarrow (0, 0) \\ (x, y) \rightarrow (x_0, y_0)}} \frac{f(x+t, y+\tau) - f(x+t, y) - f(x, y+\tau) + f(x, y)}{t\tau}$$

Очевидно, что из существования $\tilde{D}_x^2 f(x_0, y_0)$ следует существование производной $\bar{D}_x^2 f(x_0, y_0)$, а из существования $\bar{D}_x^2 f(x_0, y_0)$ следует существование производной $D_x^2 f(x_0, y_0)$ и их равенство.

Очевидно также, что если существует частная производная $f_{x_2}''(x_0, y_0)$, то тогда существует $D_x^2 f(x_0, y_0)$ и $f_{x_2}''(x_0, y_0) = D_x^2 f(x_0, y_0)$.

Из существования $\bar{D}_x^2 f(x_0, y_0)$ не следует существование производной $f_{x_1}'(x_0, y_0)$.

Легко доказывается, что если частная производная $f_{x_2}''(x, y)$ существует в окрестности точки (x_0, y_0) и она непрерывна в (x_0, y_0) , то тогда существует также $\tilde{D}_x^2 f(x_0, y_0)$ и $\tilde{D}_x^2 f(x_0, y_0) = f_{x_2}''(x_0, y_0)$.

Отметим, что непрерывность частной производной $f_{x_2}''(x, y)$ в точке (x_0, y_0) является лишь достаточным условием для существования $\tilde{D}_x^2 f(x_0, y_0)$. Также легко доказывается, что если производная $f_{xy}''(x, y)$ существует в окрестности точки (x_0, y_0) и она непрерывна в этой точке, то тогда существует производная $\bar{D}f(x_0, y_0)$ и $\bar{D}f(x_0, y_0) = f_{xy}''(x_0, y_0)$. Непрерывность $f_{xy}''(x, y)$ в точке (x_0, y_0) является лишь достаточным условием для существования $\bar{D}f(x_0, y_0)$.

Ниже везде будем предполагать, что $f \in \tilde{L}(R)$.

Справедливы следующие теоремы:

Теорема 1. Если в точке (x_0, y_0) существует конечная производная $\tilde{D}_x^2 f(x_0, y_0)$, то

$$\lim_{(x, y, z) \rightarrow (x_0, y_0, 0)} \frac{\partial^2 U(f; x, y, z)}{\partial x^2} = \tilde{D}_x^2 f(x_0, y_0).$$

Следствие. Если функция f имеет непрерывную в точке (x_0, y_0) частную производную $\frac{\partial^2 f(x, y)}{\partial x^2}$, то

$$\lim_{(x, y, z) \rightarrow (x_0, y_0, 0)} \frac{\partial^2 U(f; x, y, z)}{\partial x^2} = \frac{\partial^2 f(x_0, y_0)}{\partial x^2}.$$

Теорема 2 [2]. Если в точке (x_0, y_0) существует конечная производная $\bar{D}f(x_0, y_0)$, то

$$\lim_{(x, y, z) \rightarrow (x_0, y_0, 0)} \frac{\partial^2 U(f; x, y, z)}{\partial x \partial y} = \bar{D}f(x_0, y_0).$$

Следствие 1. Если f в точке (x_0, y_0) имеет непрерывную производную

$$\frac{\partial^2 f(x, y)}{\partial x \partial y}, \text{ то}$$

$$\lim_{(x, y, z) \rightarrow (x_0, y_0, 0)} \frac{\partial^2 U(f; x, y, z)}{\partial x \partial y} = \frac{\partial^2 f(x_0, y_0)}{\partial x \partial y}.$$

Следствие 2. Пусть f в некоторой окрестности точки (x_0, y_0) имеет производные $f'_y(x, y)$ и $f''_{xy}(x, y)$. Если $f''_{xy}(x, y)$ непрерывна в (x_0, y_0) , то

$$\lim_{(x, y, z) \rightarrow (x_0, y_0, 0)} \frac{\partial^2 U(f; x, y, z)}{\partial x \partial y} = \frac{\partial^2 f(x_0, y_0)}{\partial x \partial y} = \frac{\partial^2 f(x_0, y_0)}{\partial y \partial x}.$$

Из следствия теоремы 1 и следствия 1 теоремы 2 следует справедливость следующей теоремы.

Теорема 3. а) Если f дважды непрерывно дифференцируема в точке (x_0, y_0) , то

$$\lim_{(x, y, z) \rightarrow (x_0, y_0, 0)} d^2_{xy} U(f; x, y, z) = d^2 f(x_0, y_0).$$

б) Существует дважды дифференцируемая в точке (x_0, y_0) функция f такая, что предел $\lim_{(x, y, z) \rightarrow (x_0, y_0, 0)} \frac{\partial^2 U(f; x, y, z)}{\partial x \partial y}$ не существует.

Теорема 4. а) Если f в точке (x_0, y_0) имеет конечную производную $\overline{D}_x^2 f(x_0, y_0)$, то

$$\lim_{(x, y, z) \rightarrow (x_0, y_0, 0)} \frac{\partial^2 U(f; x, y, z)}{\partial x^2} = \overline{D}_x^2 f(x_0, y_0).$$

б) Существует такая непрерывная функция $f \in L(\mathbb{R})$, что

$$D_x^2 f(x_0, y_0) = D_y^2 f(x_0, y_0) = \frac{\partial^2 f(x_0, y_0)}{\partial x^2} = \frac{\partial^2 f(x_0, y_0)}{\partial y^2} = 0,$$

однако пределы

$$\lim_{z \rightarrow 0+} \frac{\partial^2 U(f; x, y, z)}{\partial x^2}, \quad \lim_{z \rightarrow 0+} \frac{\partial^2 U(f; x, y, z)}{\partial y^2}$$

не существуют.

с) Существует такая непрерывная функция $f \in L(\mathbb{R})$, что $\overline{D}_x^2 f(x_0, y_0) = 0$,

однако предел $\lim_{(x, y, z) \xrightarrow{\Lambda} (x_0, y_0, 0)} \frac{\partial^2 U(f; x, y, z)}{\partial x^2}$ не существует.

Теорема 5. а) Если f дважды дифференцируема в точке (x_0, y_0) , то

$$\lim_{(x, y, z) \xrightarrow{\Lambda} (x_0, y_0, 0)} d^2_{xy} U(f; x, y, z) = d^2 f(x_0, y_0).$$

б) Существует такая непрерывная функция $f \in L(\mathbb{R})$, что она дифференцируема в точке (x_0, y_0) и также имеет все частные



производные второго порядка, однако предел $\lim_{z \rightarrow 0^+} \frac{\partial^2 U(f; x_0, y_0, z)}{\partial x \partial y}$ не существует.

Заметим, что если $f(x, y)$ дважды дифференцируема в точке (x_0, y_0) , тогда в этой точке частные производные f''_{xy} и f''_{yx} равны [3, с.488].

Теорема 6. Если $\frac{\partial f}{\partial x}$ дифференцируема в точке (x_0, y_0) , то

$$\lim_{(x, y, z) \xrightarrow{\lambda} (x_0, y_0, 0)} \frac{\partial^2 U(f; x, y, z)}{\partial x^2} = \frac{\partial^2 f(x_0, y_0)}{\partial x^2},$$

$$\lim_{(x, y, z) \xrightarrow{\lambda} (x_0, y_0, 0)} \frac{\partial^2 U(f; x, y, z)}{\partial x \partial y} = \frac{\partial^2 f(x_0, y_0)}{\partial x \partial y}.$$

Теорема 7. Если $\frac{\partial f}{\partial y}$ дифференцируема в точке (x_0, y_0) , то

$$\lim_{(x, y, z) \xrightarrow{\lambda} (x_0, y_0, 0)} \frac{\partial^2 U(f; x, y, z)}{\partial y^2} = \frac{\partial^2 f(x_0, y_0)}{\partial y^2},$$

$$\lim_{(x, y, z) \xrightarrow{\lambda} (x_0, y_0, 0)} \frac{\partial^2 U(f; x, y, z)}{\partial x \partial y} = \frac{\partial^2 f(x_0, y_0)}{\partial y \partial x}.$$

Теорема 8. Пусть для некоторого $\delta > 0$, $f'_x \in L[x_0 - \delta, x_0 + \delta; y_0 - \delta, y_0 + \delta]$. Если в точке (x_0, y_0) существует конечная производная $D_x f'_x(x_0, y_0)$, то

$$\lim_{(x, y, z) \xrightarrow{\lambda} (x_0, y_0, 0)} \frac{\partial^2 U(f; x, y, z)}{\partial x^2} = \frac{\partial^2 f(x_0, y_0)}{\partial x^2}.$$

Теорема 9. Пусть для некоторого $\delta > 0$, $f'_y \in L[x_0 - \delta, x_0 + \delta; y_0 - \delta, y_0 + \delta]$. Если в точке (x_0, y_0) существует конечная производная $D_y f'_y(x_0, y_0)$, то

$$\lim_{(x, y, z) \xrightarrow{\lambda} (x_0, y_0, 0)} \frac{\partial^2 U(f; x, y, z)}{\partial x \partial y} = \frac{\partial^2 f(x_0, y_0)}{\partial x \partial y}.$$

Следствие. Пусть для некоторого $\delta > 0$, $f'_x \in L[x_0 - \delta, x_0 + \delta; y_0 - \delta, y_0 + \delta]$. Если в точке (x_0, y_0) существуют конечные производные $D_x f'_x(x_0, y_0)$ и $D_y f'_x(x_0, y_0)$, то

$$\lim_{(x, y, z) \xrightarrow{\lambda} (x_0, y_0, 0)} \frac{\partial^2 U(f; x, y, z)}{\partial x \partial y} = \frac{\partial^2 f(x_0, y_0)}{\partial x \partial y} = \frac{\partial^2 f(x_0, y_0)}{\partial y \partial x}.$$

Заметим, что из приведенного следствия следует, что получены условия о совпадении смешанных производных функции f в точке (x_0, y_0) .

Теорема 10. Пусть для некоторого $\delta > 0$, $f'_x \in L[x_0 - \delta, x_0 + \delta; y_0 - \delta, y_0 + \delta]$. Если в точке (x_0, y_0) существует конечная производная $\bar{D}_x f'_x(x_0, y_0)$, то

$$\lim_{(x,y,z) \rightarrow (x_0,y_0,\theta)} \frac{\partial^2 U(f;x,y,z)}{\partial x^2} = \frac{\partial^2 f(x_0,y_0)}{\partial x^2}$$

Теорема 11. Пусть для некоторого $\delta > 0, f'_x \in L[x_0 - \delta, x_0 + \delta; y_0 - \delta, y_0 + \delta]$. Если в точке (x_0, y_0) существует конечная производная $\tilde{D}_y f'_x(x_0, y_0)$, то

$$\lim_{(x,y,z) \rightarrow (x_0,y_0,\theta)} \frac{\partial^2 U(f;x,y,z)}{\partial x \partial y} = \frac{\partial^2 f(x_0,y_0)}{\partial x \partial y}$$

Следствие. Пусть для некоторого $\delta > 0, f'_x$ и $f'_y \in L[x_0 - \delta, x_0 + \delta; y_0 - \delta, y_0 + \delta]$. Если в точке (x_0, y_0) существуют конечные производные $\tilde{D}_x f'_x(x_0, y_0), \tilde{D}_y f'_y(x_0, y_0)$ и $\tilde{D}_y f'_x(x_0, y_0)$, то

$$\lim_{(x,y,z) \rightarrow (x_0,y_0,\theta)} \frac{\partial^2 U(f;x,y,z)}{\partial x^2} = \frac{\partial^2 f(x_0,y_0)}{\partial x^2},$$

$$\lim_{(x,y,z) \rightarrow (x_0,y_0,\theta)} \frac{\partial^2 U(f;x,y,z)}{\partial y^2} = \frac{\partial^2 f(x_0,y_0)}{\partial y^2},$$

$$\lim_{(x,y,z) \rightarrow (x_0,y_0,\theta)} \frac{\partial^2 U(f;x,y,z)}{\partial x \partial y} = \frac{\partial^2 f(x_0,y_0)}{\partial x \partial y} = \frac{\partial^2 f(x_0,y_0)}{\partial y \partial x}$$

Все вышесприведенные теоремы справедливы для любого n -мерного евклидова пространства при соответствующих изменениях их формулировок.

Грузинский технический университет

(Поступило 2.03.1994)

მათემატიკა

ს.თოპურია

ნახევარსივრცისათვის პუასონის გაწარმოებული ინტეგრალის
სასაზღვრო თვისებები

რეზიუმე

შესწავლილია ნახევარსივრცისათვის პუასონის ინტეგრალის მეორე რიგის კერძო წარმოებულების სასაზღვრო თვისებები

MATHEMATICS

S. Topuria

Boundary Properties of a Differentiated Poisson Integral in a
Half-Space

Summary

The boundary properties of a differentiated Poisson integral for a Half-space are studied.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. С.Б.Топурия. Труды политехнического института, 6 (197), 1977, 11-30.
2. С.Б.Топурия. Сообщ. АН Грузии, 152, 2, 1995, 235-238.
3. В.А.Ильин, В.А.Садовничий, Бл.Х.Сенцов. Мат. анализ, I, 1985, 1-660.



რ. დედოფანიანი, ლ. ჩხარტიშვილი

რთული მაგისტრალური გაზსადენის პიდრავლიკური გათვლის
 სასაზღვრო ამოცანის რიცხვითი ამოხსნის ალგორითმის
 შესახებ

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა თ. გველიამ 12.01.1994)

მოცემულ ნაშრომში განიხილება წონიანი კუმშვადი გაზის არასტაციონარული იზოთერმული დინება დახრილ მაგისტრალურ გაზსადენში მილის გასწვრივ გაზის თავმოყრილი გადინების გათვლისწინებით. გაზის ხარჯის მკვეთრ ცვლილებათა მხედველობაში მიღებით, მიზანშეწონილია ვისარგებლოთ შემდეგი მოდელით [1] (ვგულისხმობთ, რომ გაზსადენის გასწვრივ x_k , $k=1, l$ წერტილებში $t=0$ მომენტიდან დაწყებული ადგილი აქვს გაზის Q_k გადინებას):

$$\frac{\partial p^2}{\partial x} + A_1 p q \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{q}{p} \right) + A_2 \sin \beta p^2 + A_3 q^2 + A_4 p \frac{\partial q}{\partial t} = 0,$$

$$\frac{\partial p}{\partial t} = -A_5 \frac{\partial q}{\partial x}, \quad 0 < x < 1, \quad x \neq x_k, \quad (1)$$

$$q(x_{k-1}, t) - q(x_k, t) = Q_k,$$

$$p(x_{k-1}, t) = p(x_k, t), \quad 0 < t \leq 1.$$

ეს სისტემა აღწერს რთულ მაგისტრალურ გაზსადენში გაზის არასტაციონარული დინების ზოგად შემთხვევას.

(1) სისტემა ჩაწერილია უგანზომილებო ცვლადებში. აქ $p=p(x,t)$, $q=q(x,t)$ შესაბამისად, წნევისა და ხარჯის საშუალო მნიშვნელობებია გაზსადენის განიკვეთში; A_1, A_2, A_3, A_4, A_5 მუდმივი სიდიდეებია, რომლებიც გამოისახებიან გაზის ფიზიკურ-ქიმიური მახასიათებლებისა და გაზსადენის გეომეტრიული პარამეტრების საშუალებით; β გაზსადენის დახრილობის კუთხეა; Q_k ცნობილი მუდმივი სიდიდეებია.

დავუშვათ, რომ $p \in C(D)$, $D=[0,1] \times [0,1]$, $q \in C(D')$, $\frac{\partial q}{\partial x} \in C(D')$,

$D'=[0,1] \times [0,1] \bigcup_{k=1}^l \{x_k \times [0,1]\}$. გადავწეროთ (1) სისტემის პირველი ორი განტოლება

$$\text{შემდეგი სახით: } \frac{\partial p}{\partial t} + A_5 \frac{\partial q}{\partial x} = 0,$$

$$\frac{\partial p}{\partial t} + \left[\frac{2}{A_4} - \frac{A_1}{A_4} \left(\frac{q}{p} \right)^2 \right] \frac{\partial p}{\partial x} + \left[\frac{A_1}{A_4} \frac{q}{p} \right] \frac{\partial q}{\partial x} = - \frac{A_2 \sin \beta}{A_4 p} - \frac{A_3}{A_4} \frac{q^2}{p}$$

თუ შემოვიტანთ აღნიშვნებს:

$$W = \begin{pmatrix} p \\ q \end{pmatrix}, \quad b = \begin{pmatrix} 0 \\ -A_2 \sin \beta - \frac{A_3 q^2}{A_4 p} \end{pmatrix},$$

$$A = \begin{pmatrix} 0 & A_5 \\ \frac{2}{A_4} - \frac{A_1}{A_4} \left(\frac{q}{p}\right)^2 & \frac{A_1 q}{A_4 p} \end{pmatrix},$$

მაშინ ზემოაღნიშნული სისტემა მიიღებს შემდეგ სახეს:

$$\frac{\partial W}{\partial x} + A \frac{\partial W}{\partial t} = b. \quad (2)$$

A მატრიცის საკუთრივი რიცხვებია

$$\xi_{1,2} = \frac{A_1 q}{2A_4 p} \pm \sqrt{\frac{2A_5}{A_4} + (A_1 - 4A_4 A_5) \frac{A_1}{4A_4^2} \left(\frac{q}{p}\right)^2}. \quad (3)$$

დავუშვათ, რომ $0 < q_0 < q < q_1$, $0 < p_0 < p < p_1$, ხოლო $K = \sqrt{\frac{8A_4 A_5}{A_1(4A_4 A_5 - A_1)}}$.

სამართლიანია შემდეგი:

თეორემა 1. თუ $A_1 - 4A_4 A_5 > 0$, მაშინ სისტემა (2) ჰიპერბოლურია (ვიწრო აზრით) ნებისმიერი დადებითი q_0, q_1, p_0, p_1 მულტივერსისათვის, ხოლო თუ $A_1 - 4A_4 A_5 < 0$, სისტემა (2)-ის ჰიპერბოლურობისათვის საკმარისია პირობა $\frac{q_0}{p_1} > K$. ამასთან, თუ $\frac{q_0}{p_1} > \sqrt{\frac{2}{A_1}}$,

მაშინ A მატრიცის საკუთრივი რიცხვები დადებითია, ხოლო როცა $\frac{q_1}{p_0} < \sqrt{\frac{2}{A_1}}$ -

საკუთრივი რიცხვები სხვადასხვა ნიშნისაა.

თეორემა მარტივად მტკიცდება (3) გამოსახულების შეფასების გათვალისწინებით. განვიხილოთ შემთხვევა, როცა სისტემა (2) ჰიპერბოლურია, ამასთან, $\xi_1 < 0$, $\xi_2 > 0$. შესაბამის საკუთრივ ვექტორებს აქვთ შემდეგი სახე:

$$I^1 = \begin{pmatrix} l_1^1 \\ a_{21} \end{pmatrix}, \quad I^2 = \begin{pmatrix} \xi_1 l_1^1 \\ a_{21} \end{pmatrix}, \quad \text{სადაც } a_{21} = \frac{2}{A_4} - \frac{A_1}{A_4} \left(\frac{q}{p}\right)^2.$$

ნორმირების შედეგად მივიღებთ:

$$I^1 = \begin{pmatrix} \frac{a_{21}}{\sqrt{a_{21}^2 + \xi_1^2}} \\ \frac{\xi_1}{\sqrt{a_{21}^2 + \xi_1^2}} \end{pmatrix},$$

$$I^2 = \begin{pmatrix} \frac{a_{21}}{\sqrt{a_{21}^2 + \xi_2^2}} \\ \frac{\xi_2}{\sqrt{a_{21}^2 + \xi_2^2}} \end{pmatrix}.$$

შემოვიტანოთ აღნიშვნები:

$$\sqrt{a_{21}^2 + \xi_1^2} = c_1, \quad \sqrt{a_{21}^2 + \xi_2^2} = c_2$$

$$T = \begin{pmatrix} \frac{a_{21}}{c_1} & \frac{\xi_1}{c_1} \\ \frac{a_{21}}{c_2} & \frac{\xi_2}{c_2} \end{pmatrix}, \quad \Lambda_A = \begin{pmatrix} \xi_1 & 0 \\ 0 & \xi_2 \end{pmatrix},$$

მივიღებთ შემდეგ მახასიათებელ სისტემას:

$$TW_x + A_4 TW_x = Tb.$$

სასაზღვრო და საწყისი პირობების თეორიულად დაფუძნებული პროცედურის გათვალისწინებით [2, § 36], განსახილველი ამოცანის შემთხვევაში მოითხოვება შემდეგი: მოცემული უნდა იყოს საწყისი პირობები p და q -თვის, ხოლო მარცხენა და მარჯვენა საზღვარზე მოცემული უნდა იქნეს თითო სასაზღვრო პირობა (p ან q -ს მიმართ).

ზემოთ თქმულის გათვალისწინებით განვიხილოთ შემდეგი საწყისი და სასაზღვრო პირობები (სასაზღვრო პირობების ერთ-ერთი ვარიანტი):

$$\begin{aligned} p(x, 0) &= \Phi(x), & q(x, 0) &= \Phi_1(x) \\ p(0, t) &= F_1(t), & p(1, t) &= F_2(t) \end{aligned} \quad (4)$$

სასაზღვრო წერტილებში ამონახსნის განსაზღვრის მიზნით, გარდა აღნიშნული სასაზღვრო პირობებისა, შეგვიძლია გამოვიყენოთ შემდეგი მახასიათებელი განტოლებები:

$$\begin{aligned} \frac{a_{21}}{c_1} \frac{\partial p}{\partial x} + \frac{\xi_1}{c_1} \frac{\partial q}{\partial x} + \frac{\xi_1 a_{21}}{c_1} \frac{\partial p}{\partial x} + \frac{\xi_1^2}{c_1} \frac{\partial q}{\partial x} &= -\frac{\xi_1}{c_1} \left(\frac{A_2 \sin \beta}{A_4 p} + \frac{A_3 q^2}{A_4 p} \right), & x=0, \\ \frac{a_{21}}{c_2} \frac{\partial p}{\partial x} + \frac{\xi_2}{c_2} \frac{\partial q}{\partial x} + \frac{\xi_2 a_{21}}{c_2} \frac{\partial p}{\partial x} + \frac{\xi_2^2}{c_2} \frac{\partial q}{\partial x} &= -\frac{\xi_2}{c_2} \left(\frac{A_2 \sin \beta}{A_4 p} + \frac{A_3 q^2}{A_4 p} \right), & x=1. \end{aligned} \quad (5)$$

განვიხილოთ D არეში შემდეგი ბადე: $w_{ih} = (x_i, t_j)$, $x_i = (i-1) \times h$, $t_j = (j-1) \times \tau$, ($i = \overline{1, N}$, $j = \overline{1, M}$) ისეთი, რომ $x_k \neq x_i$, $k = \overline{1, l}$. ვგულისხმობთ, რომ გაზის გადინების წერტილები ემთხვევიან ბადის კვანძით წერტილებს.

მიღებული სასაზღვრო ამოცანა (1), (4), (5) შევცვალოთ შემდეგ სხვაობიან განტოლებათა სისტემით:

$$\begin{aligned} \frac{P_{i+1,j}^2 - P_{ij}^2}{h} + \frac{A_1}{h} P_{ij} q_{ij} \left(\frac{q_{i+1,j} - q_{ij}}{P_{i+1,j}} - \frac{q_{ij}}{P_{ij}} \right) + A_2 \sin \beta p_{ij}^2 + A_3 q_{ij}^2 + A_4 p_{ij} \frac{q_{ij} - q_{i,j-1}}{\tau} &= 0, \\ \frac{P_{ij} - P_{i,j-1}}{\tau} = -A_5 \frac{q_{i+1,j} - q_{ij}}{h}, & i = \overline{2, N-1}, \quad i \neq i_k, i_k - 1, \quad k = \overline{1, l}, \quad j = \overline{2, M}, \\ \frac{P_{i,j}^2 - P_{i_k-1,j}^2}{h} + \frac{A_1}{h} P_{i_k j} q(x'_k, t_j) \left(\frac{q(x'_k, t_j)}{P_{i_k j}} - \frac{q_{i_k-1,j}}{P_{i_k-1,j}} \right) + \\ + A_2 \sin \beta p_{i_k j}^2 + A_3 q^2(x'_k, t_j) + A_4 p_{i_k j} \frac{q(x'_k, t_j) - q(x'_k, t_{j-1})}{\tau} &= 0, \end{aligned}$$

$$\frac{P_{i_k, j} - P_{i_k, j-1}}{\tau} = -A_5 \frac{q_{i_k+1, j} - q(x'_k, t_j)}{h},$$

$$\frac{P_{i_k-1, j} - P_{i_k-1, j-1}}{\tau} = -A_5 \frac{q(x'_k, t_j) - q_{i_k-1, j}}{h},$$

$$\frac{a_{21}}{c_1} \frac{P_{1j} - P_{1, j-1}}{\tau} + \frac{\xi_1}{c_1} \frac{q_{1j} - q_{1, j-1}}{\tau} + \frac{\xi_1 a_{21}}{c_1} \frac{p_{2j} - p_{1, j}}{h} + \frac{\xi_1^2}{c_1} \frac{q_{2j} - q_{1, j}}{h} =$$

$$= -\frac{\xi_1}{c_1} \left(\frac{A_2 \sin \beta}{A_4 p_{1j}} + \frac{A_3 q_{1j}^2}{A_4 p_{1j}} \right),$$

$$\frac{a_{21}}{c_2} \frac{P_{Nj} - P_{N, j-1}}{\tau} + \frac{\xi_2}{c_2} \frac{q_{Nj} - q_{N, j-1}}{\tau} + \frac{\xi_2 a_{21}}{c_2} \frac{p_{Nj} - p_{N-1, j}}{h} + \frac{\xi_2^2}{c_2} \frac{q_{Nj} - q_{N-1, j}}{h} =$$

$$= -\frac{\xi_2}{c_2} \left(\frac{A_2 \sin \beta}{A_4 p_{Nj}} + \frac{A_3 q_{Nj}^2}{A_4 p_{Nj}} \right),$$

$$p_{il} = \Phi(x_i), q_{il} = \Phi_l(x_i), \quad i = \overline{1, N},$$

$$p_{lj} = F_l(t_j), p_{Nj} = F_2(t_j),$$

$$q(x'_k, t_j) - q(x'_k, t_j) = Q_k, \quad k = \overline{1, l}, \quad j = \overline{1, M}.$$

აღებულ გარდაქმნებით სისტემა მოიყვანება შემდეგ საიტერაციო სახეზე:

$$p_{il} = \Phi(x_i), q_{il} = \Phi_l(x_i), \quad i = \overline{1, N},$$

$$p_{Nj} = F_l(t_j), p_{Nj} = F_2(t_j), \quad j = \overline{1, M},$$

$$P_{ij} = P_{i, j-1} - \frac{\tau A_5}{h} (q_{i+1, j} - q_{ij})$$

$$q_{ij} = -\frac{\tau}{h A_4 P_{ij}} \left[P_{i+1, j}^2 - P_{ij}^2 + A_1 P_{ij} q_{ij} \left(\frac{q_{i+1, j}}{P_{i+1, j}} - \frac{q_{ij}}{P_{ij}} \right) + \right.$$

$$\left. + h A_2 \sin \beta p_{ij}^2 + h A_3 q_{ij}^2 \right] + q_{i, j-1}, \quad i = \overline{2, N-1}, \quad i \neq i_k, i_k - 1, \quad k = \overline{1, l},$$

$$q_{i_k-1, j} = -\frac{\tau}{h A_4 P_{i_k-1, j}} \left[P_{i_k, j}^2 - P_{i_k-1, j}^2 + A_1 P_{i_k-1, j} q_{i_k-1, j} \left(\frac{q(x'_k, t_j)}{P_{i_k, j}} - \frac{q_{i_k-1, j}}{P_{i_k-1, j}} \right) + \right.$$

$$\left. + h A_2 \sin \beta p_{i_k-1, j}^2 + h A_3 q_{i_k-1, j}^2 \right] + q_{i_k-1, j-1},$$

$$P_{i_k-1, j} = P_{i_k-1, j-1} - \frac{\tau A_5}{h} [q(x'_k, t_j) - q_{i_k, j}],$$

$$P_{i_k, j} = P_{i_k, j-1} - \frac{\tau A_5}{h} [q_{i_k-1, j} - q(x'_k, t_j) + Q_k],$$

$$q(x'_k, t_j) = -\frac{\tau}{h A_4 P_{i_k, j}} \left[P_{i_k, j}^2 - P_{i_k-1, j}^2 + A_1 P_{i_k, j} q(x'_k, t_j) \times \right.$$

$$\times \left(\frac{q(x'_k, t_j)}{P_{i_k, j}} - \frac{q_{i_k-1, j}}{P_{i_k-1, j}} \right) + h A_2 \sin \beta p_{i_k, j}^2 + h A_3 q^2(x'_k, t_j) \Big] + q(x'_k, t_{j-1}),$$

$$q_{Nj} = q_{N, j-1} - \frac{\tau c_2}{\xi_2} \left[\frac{a_{21} P_{Nj} - P_{N, j-1}}{c_1 \tau} + \frac{\xi_2 a_{21} P_{Nj} - P_{N-1, j}}{c_2 h} \right] +$$

$$+ \frac{\xi_2^2}{c_2} \frac{q_{Nj} - q_{N-1, j}}{h} + \frac{\xi_2}{c_2} \left(\frac{A_2 \sin \beta}{A_4 P_{Nj}} + \frac{A_3 q_{Nj}^2}{A_4 P_{Nj}} \right),$$

$$q_{1j} = q_{1, j-1} - \frac{\tau c_1}{\xi_1} \left[\frac{a_{21} P_{1j} - P_{1, j-1}}{c_1 \tau} + \frac{\xi_1 a_{21} P_{2j} - P_{1j}}{c_1 h} \right] +$$

$$+ \frac{\xi_1}{c_1} \frac{q_{2j} - q_{1j}}{h} + \frac{\xi_1}{c_1} \left(\frac{A_2 \sin \beta}{A_4 P_{1j}} + \frac{A_3 q_{1j}^2}{A_4 P_{1j}} \right), \quad j = \overline{2, M}$$

სისტემა ამოხსნილია მარტივი იტერაციის მეთოდით. იტერაციის პროცესის კრებადობისათვის საშარტილიანია შემდეგი:

თეორემა 2: თუ $p_0 < p(x, t) < p_l$, $q_0 < q(x, t) < q_l$, მაშინ იტერაციის მეთოდის კრებადობისათვის საკმარისია, რომ

$$\tau < \min \left\{ \frac{4A_4 p_0^2}{2p_l^2 + p_l + A_1 q_l^2 + h A_2 \sin \beta p_l^2 + 2h A_3 p_1 q_l}, \frac{h}{2A_5} \right\},$$

სადა p_0, p_l, q_0, q_l მოცემული დადებითი მუდმივებია.

ქვემოთ მოცემულია შემოთავაზებული რიცხვითი ალგორითმის კომპიუტერული რეალიზაცია მოდელური ამოცანისათვის შემდეგი მონაცემების შემთხვევაში:

$$F_1(t) = 1,41; F_2(t) = 0,5; \Phi(x) = \sqrt{2 - 1,75x}; \Phi_l(x) = 7,63; x'_l = 0,4; Q_l = 5$$

$$\beta = 0; A_1 = 0,00006; A_2 = 15,19; A_3 = 0,03; A_4 = 0,0006; A_5 = 0,05.$$

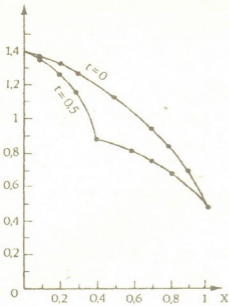
ექსპერიმენტებით დადგენილია სქემის მანქანური მდგრადობა, რაც თვალსაჩინოა შემდეგი ცხრილიდან:

ც ხ რ ი ლ ი

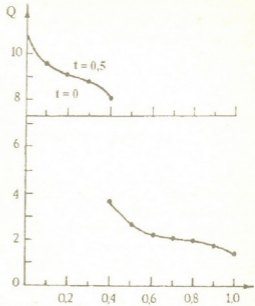
წნევის განაწილება $t=0,5$ მომენტისათვის $Q=5$ გაზის გადინებისას გაზსადენის სხვადასხვა წერტილში

		h=0,1			h=0,01			h=0,001		
		$\tau=10^{-4}$	$\tau=10^{-5}$	$\tau=10^{-6}$	$\tau=10^{-4}$	$\tau=10^{-5}$	$\tau=10^{-6}$	$\tau=10^{-4}$	$\tau=10^{-5}$	$\tau=10^{-6}$
t=0,5	x=0,2	1,2654	1,2648	1,2651	1,2653	1,2647	1,2651	1,2652	1,2651	1,2653
	x=0,4	0,9189	0,9191	0,9189	0,9188	0,9179	0,9186	0,9188	0,9181	0,9183
	x=0,6	0,8345	0,8346	0,8342	0,8344	0,8339	0,8341	0,8344	0,8341	0,8342
	x=0,8	0,7291	0,7289	0,7288	0,7290	0,7288	0,7281	0,7290	0,7293	0,7292
	x=1	0,6813	0,6832	0,6834	0,6812	0,6821	0,6822	0,6821	0,6823	0,6821

გრაფიკების სახით (იხ. სურ.1, სურ.2) წარმოდგენილია გაზის წნევისა და ხარჯის განაწილება შესაბამისად $t=0,5$ მომენტისათვის $x=0,4$ წერტილში გაზსადენიდან $Q=5$ გაზის ხარჯის გადინების შემთხვევაში.



სურ.1. წნევის განაწილება გაზსადენის $x=0.4$ წერტილში $a=5$ გაზის გადინების შემთხვევაში (x, Q უგანზომილებო სიდიდეებია).



სურ.2. ხარჯის განაწილება გაზსადენის $x=0.4$ წერტილში $Q=0.4$ გაზის გადინების შემთხვევაში (x, Q უგანზომილებო სიდიდეებია).

მიღებული შედეგები ცხადყოფენ ალგორითმის პრაქტიკული მიზნებისათვის გამოყენების მიზანშეწონილობას.

თსუ გამოყენებითი მათემატიკის ინსტიტუტი

(შემოვიდა 22.9.1994)

МАТЕМАТИКА

Р.Г.Девдариани, А.Т.Чхартишвили

Об одном алгоритме численного решения краевой задачи гидравлического расчета сложных магистральных газопроводов

Резюме

В статье рассматривается задача гидравлического расчета при нестационарном течении газа в наклонном газопроводе с учетом сосредоточенных отборов газа.

Установлен класс искомых функций, где соответствующая исходной задаче квазилинейная дифференциальная система гиперболична (в узком смысле). На основе исследования характеристик поставлена граничная задача. Соответствующая система разностных уравнений решается методом простой итерации, где в точках разрыва



используются предельные значения искомым функций. Установлено достаточное условие сходимости итерационного процесса.

Алгоритм реализован на ЭВМ БЕСМ-6. Полученные результаты показывают целесообразность использования алгоритма в практических целях.

MATHEMATICS

R. Devdariani, L. Chkhartishvili

On One Numerical Algorithm of Complicated Gas Main Hydraulic Estimation Boundary Value Problem

Summary

The problem of hydraulic estimation of non-steady gas flow in the cross-country gas main is considered, taking into account concentrated extractions of gas.

The class of sought for functions, where the differential system corresponding to the initial problem is hyperbolical (in the narrow sense), is established. On the basis of characteristic analyses the boundary problem is set. The corresponding system of difference equations is solved by the method of simple iteration. The sufficient condition of the iteration process convergence is obtained.

The algorithm is realized on the computer. The obtained results show the possibility of algorithm application for practical aims.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. *С.А.Бобровский, С.Г.Щербаков, М.А.Гусейн-Заде.* Движение газа в газопроводах с путевым отбором. М., 1972.
2. *Р.Курант, К.Фридрихс.* Сверхзвуковое течение и ударные волны. М., 1950.

• Г.Л.Арсенишвили, Ю.М.Кабанов

Об одной замкнутой системе массового обслуживания

(Представлено академиком И.Т.Кигурадзе 1.03.1994)

Рассматриваемая система массового обслуживания неформально описывается следующим образом. Имеется M источников заявок (например, терминальных устройств вычислительного комплекса) и N обслуживающих приборов (процессоров) с нумерацией от 1 до N . Заявки на обслуживание возникают на терминалах, находящихся в рабочем состоянии, независимым образом с одинаковыми интенсивностями $\lambda=(\lambda_t)$, $t \geq 0$. Заявка попадет на свободный терминал с наименьшим номером. Интенсивность обслуживания на i -м процессоре равна $\mu=(\mu_i)$. Пославший заявку терминал до момента окончания ее обслуживания находится в нерабочем состоянии. Будем считать, что в начальный момент времени все обслуживающие приборы свободны.

Пусть $A=(A_t)$ – (суммарный) поток заявок, идущих с терминалов, $D^i=(D_t^i)$ – выходной поток (обслуженных заявок) с i -го процессора. Введем в рассмотрение процессы ψ^i , $i=1, \dots, N$, где

$$\psi_t^i = \begin{cases} 1, & \text{если } i\text{-й процессор занят в момент } t; \\ 0, & \text{если } i\text{-й процессор свободен в момент } t. \end{cases}$$

Положим $\bar{\psi}^i = 1 - \psi^i$. Будем считать, что процессы A , D^i , $i=1, \dots, N$ не имеют общих моментов скачков. Тогда эволюция состояния i -го процессора описывается следующим уравнением:

$$\psi_t^i = \int \prod_{[0,t]}^{i-1} \psi_s^r \bar{\psi}_s^i dA_s - \int \psi_s^i dD_s^i. \quad (1)$$

Рассмотрим поток σ -алгебр $F = (F_t)$ с $F_t = \sigma\{A_s, D_s^i, i=1, \dots, N; S \leq t\}$. Изучаемая модель может быть описана как N -канальная система массового обслуживания, у которой входной поток A имеет компенсатор \tilde{A} (относительно F), задаваемый формулой

$$\tilde{A}_t = \int_{[0,t]} \lambda_s \sum_{i=1}^N \bar{\psi}_s^i ds,$$

а компенсатор \tilde{D}^i выходного потока с i -го обслуживающего прибора имеет вид

$$\tilde{D}_t^i = \int_{[0,t]} \psi_{s,\mu}^i ds.$$

Напомним, что компенсатор \tilde{X} считающего процесса X определяется как предсказуемый возрастающий процесс, $\tilde{X}_0 = 0$, такой, что разность $X - \tilde{X}$ является локальным мартингалом. По поводу использования мартингаловых методов в теории массового обслуживания мы отсылаем читателя к книге Бремю [1].

Для рассматриваемой системы определенным интерес представляет вопрос, какова вероятность того, что в момент времени t будет занято ровно K процессоров:

$$P_A(K) = P\left(\sum_{i=1}^N \psi_t^i = K\right), \quad 0 \leq K \leq N.$$

Положим

$$V_A(K) = \sum_{J(K)} \psi_t^{i_1} \dots \psi_t^{i_K},$$

где суммирование ведется по множеству индексов

$$J(K) = \{(i_1, \dots, i_K) : 1 \leq i_1 < \dots < i_K \leq N\}.$$

Пусть $S_A(K) = EV_A(K)$.

Согласно формуле для вероятности осуществления ровно K из N событий [2].

$$P_A(K) = S_A(K) - C_{K-1}^K S_A(K+1) + C_{K-2}^K S_A(K+2) - \dots + (-1)^{N-K} C_N^K S_A(N).$$

В настоящей заметке доказывается рекуррентные формулы для вычисления функций $S_A(K)$, анонсированные в [3].

Предложение 1. Справедливы равенства

$$S_A(K) = \frac{N-K+1}{f_t^K} \int_{[0,t]} S_u(K-1) \lambda_u f_u^K du, \quad K=1, \dots, N, \quad (2)$$

где $S_A(0) = 1$,

$$f_t^K = \exp \left\{ \int_{[0,t]} (K\lambda_u + K\mu_u) du \right\}. \quad (3)$$

Доказательство. Поскольку ввиду (3)

$$d(S_A(K) f_t^K) = dS_A(K) f_t^K + (K\lambda_t + K\mu_t) f_t^K S_A(K) dt,$$

то соотношение (2) эквивалентно равенству

$$S_A(K) = \int_{[0,t]} [(N-K+1)\lambda_u S_u(K-1) - (K\lambda_u + K\mu_u) S_u(K)] du, \quad (4)$$

справедливость которого мы и будем проверять.

Процессы ψ^j не имеют общих моментов скачков и, значит, при любых $(i_1, \dots, i_K) \in J(K)$

$$\psi_t^{i_1} \dots \psi_t^{i_K} = \sum_{j=1}^K \int_{[0,t]} \psi_u^{i_1} \dots \psi_u^{i_{j-1}} d\psi_u^{i_j} \psi_u^{i_{j+1}} \dots \psi_u^{i_K}. \quad (5)$$

Согласно (1)

$$d\psi_u^i = \prod_{r=1}^{i-1} \psi_{u-}^r \bar{\psi}_{u-}^{-i} dA_u - \psi_{u-}^i dD_u^i. \quad (6)$$

Введем обозначение

$$W(K) = \sum_{j=1}^K \sum_{J(K)} \psi^{i_1} \dots \psi^{i_{j-1}} \prod_{r=1}^{j-1} \psi^r \bar{\psi}^{-i_r} \psi^{i_{j+1}} \dots \psi^{i_K}. \quad (7)$$

Мы покажем ниже, что

$$W(K) \sum_{i=1}^N \bar{\psi}^i = (N-K+1)V(K-1) - KV(K). \quad (8)$$

С учетом этой формулы доказательство формулы (4) не представляет труда.

В самом деле, подставляя выражение (6) в формулу (5) и пользуясь свойствами компенсаторов, получаем, что

$$\begin{aligned} S_u(K) &= EV_u(K) = E \int_{[0,t]} \left[W_{u-}(K) dA_u - \sum_{i=1}^K V_{u-}(K) dD_u^i \right] = \\ &= E \int_{[0,t]} \left[W_u(K) \lambda_u \sum_{i=1}^N \bar{\psi}_u^{-i} - \mu_u V_u(K) \right] du = \\ &= \int_{[0,t]} \left[(N-K+1) \lambda_u S_u(K+1) - K(\lambda_u + \mu_u) S_u(K) \right] du. \end{aligned}$$

Для доказательства (8) нам понадобится следующее утверждение.

Лемма 1. Пусть Γ – множество, представимое в виде объединения некоторых своих подмножеств $\Gamma_1, \dots, \Gamma_K, Y_0, Y_1, \dots, Y_K$ – функции на Γ такие, что при $j=1, \dots, K-1$

$$(a) Y_j = Y_{j+1} \text{ на } \Gamma_j \cap \bar{\Gamma}_{j+1} \cap \dots \cap \bar{\Gamma}_{j+1}, \quad 1 \leq K-j,$$

$$(b) Y_j = Y_0 \text{ на } \Gamma_{j+1} \setminus (\Gamma_1 \cup \dots \cup \Gamma_j).$$

Доказательство. Пользуясь свойством (а), имеем:

$$\begin{aligned} \sum_{j=1}^K (Y_{j-1} - Y_j) I_{\Gamma_j} &= Y_0 I_{\Gamma_1} + Y_1 I_{\Gamma_2} + \dots + Y_{K-1} I_{\Gamma_K} - Y_1 I_{\Gamma_1 \cap \Gamma_2} - \\ &- Y_2 I_{\Gamma_1 \cap \bar{\Gamma}_2 \cap \bar{\Gamma}_3} - \dots - Y_{K-1} I_{\Gamma_1 \cap \bar{\Gamma}_2 \cap \dots \cap \bar{\Gamma}_{K-1} \cap \Gamma_K} - Y_K I_{\Gamma_1 \cap \bar{\Gamma}_2 \cap \dots \cap \bar{\Gamma}_K} \\ &- \dots - Y_{K-1} I_{\Gamma_{K-1} \cap \Gamma_K} - Y_K I_{\Gamma_{K-1} \cap \bar{\Gamma}_K} - Y_K I_{\Gamma_K}. \end{aligned}$$

Приводя подобные члены, убеждаемся, что для $j=1, \dots, K-1$ коэффициент при Y_j равен

$$I_{\Gamma_{j+1}} \setminus \left(I_{\Gamma_1 \cap \bar{\Gamma}_2 \cap \dots \cap \bar{\Gamma}_j \cap \Gamma_{j+1}} + I_{\Gamma_2 \cap \bar{\Gamma}_3 \cap \dots \cap \bar{\Gamma}_j} + I_{\Gamma_j \cap \Gamma_{j+1}} \right) = I_{\Gamma_{j+1} \setminus (\Gamma_1 \cup \dots \cup \Gamma_j)}.$$

Поскольку

$$(\Gamma_1 \cap \bar{\Gamma}_2 \cap \dots \cap \bar{\Gamma}_K) \cup (\Gamma_2 \cap \bar{\Gamma}_3 \cap \dots \cap \bar{\Gamma}_K) \cup \dots \cup (\Gamma_{K-1} \cap \bar{\Gamma}_K) \cup \Gamma_K = \Gamma$$

то коэффициент при Y_K равен 1.

Отсюда, используя свойство (в), получим, что

$$\begin{aligned} \sum_{j=1}^K (Y_{j-1} - Y_j) I_{\Gamma_j} &= \sum_{j=1}^K Y_{j-1} I_{\Gamma_j \setminus (\Gamma_1 \cup \dots \cup \Gamma_{j-1})} - Y_K = \\ &= Y_0 \sum_{j=1}^K I_{\Gamma_j \setminus (\Gamma_1 \cup \dots \cup \Gamma_{j-1})} - Y_K = Y_0 - Y_K, \end{aligned}$$

и лемма доказана.

Доказательство тождества (8). Произведем в (7) суммирование по индексу j в пределах от i_{j+1} до i_j с учетом того, что $\bar{\psi}^{i_j} = 1 - \psi^{i_j}$. В результате приходим к представлению

$$W(K) = \sum_{j=1}^K \sum_{J(K-1, j)} [Y_{j-1}(i_1, \dots, i_{K-1}) - Y_j(i_1, \dots, i_{K-1})], \quad (10)$$

где

$J(K-1, j) = \{(i_1, \dots, i_{K-1}) \in J(K-1) : i_j - i_{j-1} \geq 2\}$, $j=1, \dots, K$
(по определению, $i_0=0$, $i_K=N+1$),

$$Y_0(i_1, \dots, i_{K-1}) = \psi^{i_1} \dots \psi^{i_{K-1}},$$

$$Y_j(i_1, \dots, i_{K-1}) = \prod_{r=1}^{i_j} \psi^r \psi^{i_{j+1}} \dots \psi^{i_{K-1}}, \quad j=1, \dots, K-1$$

$$Y_K(i_1, \dots, i_{K-1}) = \prod_{r=1}^N \psi^r.$$

Применим к правой части (10) утверждение леммы 1 с $\Gamma = J(K-1)$, $\Gamma_j = J(K-1, j)$. В результате получаем, что

$$W(K) = \sum_{J(K-1)} \psi^{i_1} \dots \psi^{i_{K-1}} - \sum_{J(K-1)} \prod_{K=1}^N \psi^r = V(K-1) - C_N^{K-1} \prod_{K=1}^N \psi^r. \quad (11)$$

Нетрудно проверить, что

$$V(K-1) \sum_{i=1}^N \psi^i = (K-1)V(K-1) + KV(K). \quad (12)$$

Из (11) и (12) имеем:

$$W(K) \sum_{i=1}^N \bar{\psi}^i = V(K-1) \sum_{i=1}^N \bar{\psi}^i = V(K-1) \left(N - \sum_{i=1}^N \psi^i \right) = (N-K+1)V(K-1) - KV(K)$$

и формула (8) доказана.

Тбилисский государственный
университет
им. И.А.Джавахишвили

(Поступило 26.09.1994)

გ. არსენიშვილი, ი. კაბანოვი

ჩაკეტილი მასობრივი მომსახურების ერთი სისტემის შესახებ

რ ე ზ ი უ მ ე

ნაშრომში განხილულია მრავალარხიანი მომსახურების სისტემა გამოძახებათა წყაროების სასრული რაოდენობით და ცვალებადი ინტენსივობებით. მარტინგალური და კომბინატორული მეთოდების გამოყენებით გამოთვლილია განხილული სისტემის ალბათური მახასიათებლები.

MATHEMATICS

G. Arsenishvili, I. Kabanov

On Certain Closed Queuing System

S u m m a r y

The queuing multichannel system with finite number of requirement sources and changing intensity is discussed. The probabilistic characteristics of the considered system are calculated by using martingale and combinatory methods.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. *P. Bremaud*. Point Processes and Queues. Martingale Dynamics. N.Y.: Springer-Verlag, 1981, 354.
2. *В. Феллер*. Введение в теорию вероятностей и ее приложения. М., 1964, 498 с.
3. *G.L. Arsenishvili*. Stochastics, **15**, 2, 1968, 149-157.



Z.Tevdoradze

Arnold-Maslov's Class and Conjecture of Fomenko

(Presented by N.Berikashvili, Corr. Member of the Academy 10.10.1994)

In this work we are interested in the characteristic classes of symplectic bundles and Lagrangian subbundles which are defined by Maslov [1], Arnold [2] and Hörmander [3]. It turns out that these characteristic classes are closely connected to minimal Lagrangian surfaces. There is conjecture formulated by A.T.Fomenko that all Maslov-Arnold's characteristic classes of the Lagrangian minimal surfaces are equal to zero. This conjecture was proved in [4] for surfaces in $M^{2n}=R^{2n}=C^n$. The paper is organized as follows. Below we describe the condition when index of Maslov $l(\gamma)$ is an even number for arbitrary closed curve γ in a Lagrangian manifold N (theorem 1) and one functional property for the Hörmander's classes $\alpha(X,Y)$ (theorem 2). There is derived formula (6) for the Hörmander's class $\alpha(X,Y)$. There is also considered a conjecture of Fomenko and it is proved in case when $M^{2n}=T^*Q^n$, with condition $H^1(Q^n, R)=0$ and with some additional geometrical condition on the M (theorem 8). Finally we'll obtain the formula for the Chern's form c on the minimal Lagrangian submanifold N of an almost Hermitian manifold M in terms of the second canonical connection on M .

Let (V^{2n}, ω) be a symplectic vector space over R , i.e. ω is nondegenerate closed differential 2-form over V , and let N^n be a Lagrangian submanifold in V . If we have fixed some Lagrangian plane X in V , then Lagrange's Grassmannian $L(V)$ can be represented as homogeneous space $U(n)/O(n)$. There exists a natural map

$$U(n)/O(n) \xrightarrow{\det^2} S^1.$$

For each closed curve γ in L there is a map

$$G: \gamma \rightarrow L(V), G(x) = (x, T_x N), \quad x \in \gamma \tag{1}$$

which is called Gauss' map. This map defines Maslov's index of the curve γ

$$l(\gamma) = \int_{\gamma} (\det^2 \circ G)^* \frac{dz}{2\pi iz}, \tag{2}$$

and thereby the class of cohomology from $H^1(N; Z)$. This class doesn't depend on choice of fixed plane X in V and is called the Maslov class of Lagrangian submanifold N .

Theorem 1. If the Gauss' map G can be covered by the continuous map $\gamma \xrightarrow{\tilde{G}} U(n)$ i.e. $P_o \tilde{G} = G$, where $U(n) \xrightarrow{P} L(V)$ is natural projection, then $l(\gamma)$ is an even number.

Now let $E \xrightarrow{p} M$ be a symplectic vector fibre bundle, i.e. for each point m in M there is symplectic 2-form ω_m on E_m which smoothly depends on m . Then we can consider a fibre bundle $L(E) \xrightarrow{\pi} M$ where $L(E)_m = L(E_m)$. For arbitrary two sections of the last bundle Hörmander defined cohomology classes $\alpha(E; X, Y) \in H^1(M; Z)$ and



$\sigma_X \in H^1(L(TM); \mathbb{Z})$ ([3]). By $(E' = \pi^*E, p' = *(p), L(E))$. We denote a pullback bundle bundle E by the map π . Also we can consider fibre bundle $L(E') \rightarrow L(E)$ and natural section $\Gamma: L(E) \rightarrow L(E')$ by the formula $\Gamma(x) = x$, where $x \in L(E)_m$ and the fibres E'_x and E_x are identified. The arbitrary section $X: M \rightarrow L(E)$ can be lifted to a section $X': L(E) \rightarrow L(E')$, which is defined by formula $X'(x) = X(m)$, where $x \in L(E)_m, m \in M$; i.e. if $x = (m, \xi)$ and $X(m) = (m, \eta)$ then $X'(m) = (m, \xi, \eta)$ (here as before $L(E)_x$ and $L(E)_m$ are identified and the trivializations of the bundles $L(E)$ and $L(E')$ are agreed).

Theorem 2. If X and Y are the sections of the bundle $L(E)$ and X' and Y' correspondingly are the lifted sections of the bundle $L(E')$, then

$$\sigma(L(E), X', Y') = \pi^* \sigma(E, X, Y).$$

Suppose $U = \{u_\alpha\} \alpha \in I$ is an open covering of M^p such that all the non-empty finite intersections are diffeomorphic to \mathbb{R}^p . For the typical fibre $F = C$ and a family of transition functions

$$g_{\alpha\beta}: u_\alpha \cap u_\beta \rightarrow GL(F) \approx C^*, \quad g_{\alpha\beta} = e^{i \frac{\pi}{2} \sigma(u_\alpha, u_\beta)}, \quad \alpha, \beta \in I$$

satisfying the cocycle condition

$$g_{\alpha\beta} \circ g_{\beta\gamma} \circ g_{\gamma\alpha} = id_F,$$

there exists a fibre bundle $M_{X,Y} \xrightarrow{\pi'} M$ called as Maslov's bundle (here $\sigma(u_\alpha, u_\beta) = (X, Y, Z_\alpha, Z_\beta)$ is Chech's 1-cocycle, where Z_α and Z_β are transversal to X and Y on $u_\alpha \cap u_\beta$). This linear fibre bundle had been arised during the study of asymptotic solutions of linear partial differential equations [1]. The local sections S_α of $M_{X,Y}$ over u_α

$$S_\alpha(b) = \Phi_\alpha^{-1}(b, I), \quad b \in u_\alpha, \quad I \in C, \quad \alpha \in I,$$

satisfies the following condition

$$S_\alpha(b) = S_\beta(b) \bullet g_{\alpha\beta}, \quad b \in u_\alpha \cap u_\beta,$$

where $(u_\alpha, \Phi_\alpha)_{\alpha \in I}$ is a family of local trivilizations of the bundle $M_{X,Y}$.

Definition 3. The fibre bundle $M_{X,Y}$ is called constant fibre bundle if there exists a section Z of $M_{X,Y}$ such that for each $u_\alpha \in U$ the restriction of Z on u_α coincides with S_α multiplied by constant $c_\alpha \in C$. It is clear that $M_{X,Y}$ is locally constant fibre bundle, i.e. for an arbitrary point $b \in M$ there exists neighbourhood O of b that the restriction of $M_{X,Y}$ on O is a constant fibre bundle.

Theorem 4. The linear fibre bundle $M_{X,Y}$ is a constant fibre bundle exactly when $\sigma(E; X, Y)$ is a trivial class of cohomology.

Let (M^{2n}, J) be an almost Hermitian manifold with an almost complex structure $J, J^2 = -id$ and $U(M)$ be a principal bundle over M with a structure group $u(n)$. By ω we denote the second canonical connection on M , i.e. ω is an almost Hermitian connection, twist forms of which are sums of the forms of types $(2, 0)$ and $(0, 2)$. Then Cartan's structure equations have the following view [5]

$$d\theta^i = -\omega_j^i \wedge \theta^j + T_{jk}^i \theta^j \wedge \theta^k + T_{jk}^i \theta^j \wedge \theta^k, \quad d\omega_j^i = -\omega_k^i \wedge \omega_j^k + \Omega_j^i. \quad (3)$$

On the principal bundle $U(M)$ there is 1-form

$$\bar{\psi} = -i \left(\sum_i \omega_i^i + 2 \operatorname{Im} \left(\sum_i T_{ik}^i \theta^k \right) \right), \quad (4)$$



which can be expressed as a pullback of the form ψ by the map $U(M) \xrightarrow{q} L(TM)$, where $q(v_j, Jv_j, \dots, v_n, Jv_n) = v_j \wedge \dots \wedge v_n$. So we have $\bar{\psi} = q^*(\psi)$.

Proposition 5. Chern's form $c = \frac{1}{2\pi} i \sum_{\alpha} \Omega_{\alpha}^{\alpha}$ on the minimal Lagrangian submanifold of an almost Hermitian manifold M , can be expressed by the second canonical connection on M as

$$c|_{L} = \frac{1}{\pi} d \left(\bar{p}^* I_m T_{ik}^j \theta^k \right). \quad (5)$$

In case when M is a Hermitian manifold we have $T_{ij}^j = 0$ and so $c|_L = 0$. Now let X and Y are the sections of the bundle $L(TM|_N)$, where $i: N \rightarrow M$ and $\hat{i}: i^*L(TM|_N) \rightarrow L(TM)$ are the imbedding maps of submanifolds into intentional manifolds.

Proposition 6. For a closed 1-form φ on $L(TM)$, such that $\hat{i}^*\varphi$ is not a form pullback from N to $L(TM|_N)$, the Hömänder's class $\sigma(X, Y)$ can be expressed by the formula

$$\sigma(X, Y) = \frac{1}{k} \left(Y^* \hat{i}^* [\varphi] - X^* \hat{i}^* [\varphi] \right), \quad k \in \mathbb{Z}. \quad (6)$$

Proposition 7. If N is a minimal Lagrangian submanifold in M and the form ψ is closed, then

$$\hat{i}^*[\psi] = k\sigma_A, \quad k \in \mathbb{Z} \quad (7)$$

where A is the Gaussian section defined as $A(x) \in T_x N, x \in N$. Now let $M^{2n} = T^*Q^n$ be a cotangent bundle. By B we denote the section of the bundle $L(TM) \xrightarrow{\pi} M$, which is defined in every point $x \in M$ as tangent plane of the fibre $p^{-1}(p(x))$ at the point x in M , where p is a natural projection $T^*Q^n \xrightarrow{p} Q^n$. We recall that cohomology class $\sigma(TM|_N; A, B) \in H^1(N; \mathbb{Z})$ is called the Maslov class of Lagrangian submanifold N and we'll denote it by σ_N .

Theorem 8. If $M = T^*Q$ satisfies the conditions

- i. $H^1(Q; \mathbb{Z}) = 0$,
- ii. $\hat{i}^*\psi$ is closed and $[\hat{i}^*\psi] \neq 0$, then $\sigma_N = 0$ for every minimal Lagrangian submanifold N in M .

Remark 9. When M is \mathbb{R}^{2n} , then all conditions of theorem 8 are satisfied, so the theorem 3 in [4] (conjecture of Fomenko) comes out from theorem 8 as corollary.

Corollary 9. If $M = T^*Q^n, H^1(Q; \mathbb{R}) = 0$ and

- i. M is a Hermitian manifold with integrable 1-form ψ ,
or
- ii. M is the Kaehler manifold and corresponding Ricci's tensor is indentially equal to zero, then $\sigma_N = 0$ for a minimal Lagrangian manifold $N \rightarrow M$.

Tbilisi State University

(Received on 10.10.1994)

ზ.თევდორაძე

არნოლდ-მასლოვის კლასი და ფომენკოს ჰიპოთეზა

რ ე ზ ი უ მ ე

შესწავლილია ჰიორმანდერის კლასების ზოგიერთი ფუნქტორიალური თვისება; მასლოვის ფიბრაციის მულტიპლიკაციის აუცილებელი და საკმარისი პირობა; აგრეთვე ფომენკოს ჰიპოთეზა მინიმალური ლაგრანჟის მრავალწარმოებისათვის კომპლექსურ მრავალწარმოებაში.

МАТЕМАТИКА

З.Тевдორაძე

Класс Арнольда-Маслова и гипотеза Фоменко

Р е з ю м е

Изучены некоторые фукториальные свойства классов Хёрмандера; необходимое и достаточное условие для постоянности расслоения Маслова, а также рассмотрена гипотеза Фоменко для минимального лагранжевого многообразия в касательном многообразии.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. *V.P.Maslov*. Theory of Perturbation and Asymptotic Methods. Moscow, 1965.
2. *V.Arnold*. Funkts. Anal. i Priloz. 1(1), 196.
3. *L.Hörmander*. Acta Math. 12, 1971, 79-183.
4. *Le Hong Van, A.T.Fomenko*. Math. Zametki 4, 1987, 559-571.
5. *Le Hong Van*. Mat Sbornik. 180, 1989, 924-936.
6. *A. Lichnerowicz*. Théorie global des connexions et des groupes d'holonomie. Roma. Egizioni cremonese, 1965.



Г.П. Бареладзе

О перестановках коэффициентов ортогональных рядов

(Представлено академиком А.В. Жикяшвили 21.09.1994)

Пусть $\varphi = (\varphi_n(x))_{n=1}^{\infty}$, $x \in (0, 1)$, есть некоторая ортонормированная система функций (ОНС). Обозначим через Π совокупность всех перестановок натурального ряда. нас будет интересовать вопрос о сходимости почти всюду рядов вида

$$\sum_{n=1}^{\infty} c_{\sigma(n)} \varphi_n(x), \tag{1}$$

где $(c_n)_{n=1}^{\infty}$ — некоторая последовательность коэффициентов, а $\sigma \in \Pi$. Рассмотрим множества

$$\omega(\varphi) := \left\{ (c_n)_{n=1}^{\infty} \mid \text{при всех } \sigma \in \Pi \text{ ряд (1) сходится п.в.} \right\},$$

$$\Omega(\varphi) := \left\{ (c_n)_{n=1}^{\infty} \mid \text{существует перестановка } \sigma \in \Pi \text{ такая, что ряд (1) сходится п.в.} \right\}.$$

Обозначим через r , χ , τ , w соответственно ортонормированные на $(0, 1)$ системы Радемахера, Хаара, тригонометрическую систему, систему Уолша-Пэли, а через Φ — совокупность всех ОНС.

Справедливы следующие утверждения.

Утверждение 1. а) $\omega(r) = \Omega(\chi) = I_2$;

б) $\omega(\chi) = I_2$, $\Omega(\chi) = \left\{ (c_n)_{n=1}^{\infty} \mid \liminf |c_n| = \theta \right\}$;

в) $\omega(\tau) = \omega(w) = I_2$, $\Omega(\tau) = \Omega(w) = \left\{ (c_n)_{n=1}^{\infty} \mid \lim c_n = \theta \right\}$.

Утверждение 2. а) $\bigcap_{\varphi \in \Phi} \Omega(\varphi) = I_2$;

б) $\bigcap_{\varphi \in \Phi} \omega(\varphi) = \left\{ (c_n)_{n=1}^{\infty} \mid \sum_{K=\theta}^{\infty} \left(\sum_{n=2^{2^k}+1}^{2^{2^{k+1}}} (c_n^*)^2 \log^2 n \right)^{1/2} < \infty \right\}$.

где c_n^* есть невозрастающая перестановка последовательности $|c_n|$.

Доказательство первого из этих предложений опирается на хорошо известные результаты о сходимости почти всюду рядов по

соответствующим ОНС, а второго — на результаты Тандори *et al.* безусловной сходимости почти всюду общих ортогональных рядов и Меньшова-Марцинкевича [2], [3] о подсистемах сходимости в ОНС.

Тбилисский государственный
университет
им. И.А.Джавახишвили

(Поступило 25.10.1994)

მათემატიკა

გ.ბარელაძე

ორთოგონალური მწკრივთა კოეფიციენტების გადანაცვლების
შესახებ

რ ე ზ ი უ მ ე

კლასიკური და აგრეთვე ზოგადი ორთონორმირებული სისტემებისათვის შესწავლილია კლასები კოეფიციენტთა ისეთი მიმდევრობებისა, რომელთა გადანაცვლება არ ახდენს გავლენას შესაბამისი ორთოგონალური მწკრივის თითქმის ყველგან კრებადობაზე.

MATHEMATICS

G. Bareladze

On Permutations of Coefficients of Orthogonal Series

Summary

For classical and general orthogonal systems as well the classes of coefficient sequences are studied in which permutations have no influence on almost everywhere convergence of corresponding orthogonal series.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. *K.Tandori*. Acta Sci.Math., **23**, 3-4, 1962, 185-221.
2. *D.E.Menshov*. Bull. Soc.Math. de France, **64**, 1936, 147-170.
3. *J.Marzinkiewicz*. Studia Math., **6**, 1936, 39-45.



N.Berikashvili (Corr. Member of the Academy)

An Algebraic Model of the Postnikov-Construction

1. Introduction. Here we are going to give an algebraic model of the Serre fibration $F \rightarrow E \rightarrow B$ with the fiber $F = K(\pi, n)$ as a twisted tensor product $C_*(B) \otimes_{\varphi} C(K(\pi, n))$ [2] in which the twisting cochain φ will be constructed explicitly by the obstruction cochain z^{n+1} . Moreover it will be a multiplicative model as well. Farther in terms of this model there will be described the action of the cohomology $H^*(B, \pi)$ on the cohomology $H^*(E, G)$. The circumstances forced the author to use cubical version of $K(\pi, n)$, - space, $L(\pi, n)$, rather than simplicial one.

2. Preliminaries. Recall that for a cubical set (complete semicubical complex (c.s.c. complex)) L (with the face operators d_i^0, d_i^1 , and degeneracy operators $s_i, i = 1, 2, \dots, n$) $\tilde{C}_*(L)$ is a chain complex spanned in each dimension n by all n - cubes of L , the boundary operation d is defined as $d\sigma^p = \sum(-1)^i d_i^0 \sigma^p - \sum(-1)^i d_i^1 \sigma^p$. $\bar{C}_*(L)$ is the chain subcomplex of $\tilde{C}_*(L)$ spanned by degenerate cubes. The factor - complex $C_*(L) = \tilde{C}_*(L) / \bar{C}_*(L)$ is said to be the chain complex of L and its homology is called the homology of L [3].

If π is an abelian group and n is a positive integer then the cubical version of $K(\pi, n)$ -complex is as follows [4]. The complex $L(\pi, n)$ is a cubical set with p - cubes being n - cocycles $Z^n(I^p, \pi)$, where $I^p = I \times I \times \dots \times I$ is the standard cube with standard faces, and cochain is understood as a cell cochain (or equivalent, as normalized cochain of standard cubical set I^p). The boundary and degeneracy operators are defined similarly to those of in c. s. s. case.

For the complex $L(\pi, n)$ we have in $C_*(L(\pi, n))$ a ring structure, converting $C_*(L(\pi, n))$ in a graded differential associative ring and $H_*(L(\pi, n))$ in a graded associative skew - commutative ring. The multiplication is defined as follows. Given cubes σ^p and σ^q in $L(\pi, n)$ that is $\sigma^p \in Z^n(I^p, \pi)$, $\sigma^q \in Z^n(I^q, \pi)$, one defines $(p+q)$ - cube $\sigma^p \circ \sigma^q = \sigma^{p+q} \in Z^n(I^{p+q}, \pi)$, as $pr^* \sigma^p + pr^* \sigma^q$, with $pr_1: I^{p+q} \rightarrow I^p$, $pr_2: I^{p+q} \rightarrow I^q$, the standard projections of I^{p+q} on its first p - cube and its last q - cube. Under this multiplication $\tilde{C}_*(L(\pi, n))$ is a differential graded ring and $\bar{C}_*(L(\pi, n))$ is the ideal, hence $\tilde{C}_*(L(\pi, n)) / \bar{C}_*(L(\pi, n))$ is a graded differential associative ring [4].

Let B be a topological space. Consider the bigraded differential algebra $A^*(B, \pi) = C^*(B, C_*(L(\pi, n)))$ of singular cochains of B with the coefficients in the differential graded ring $C^*(L(\pi, n))$. The total dimension of a bihomogeneous element $d^p_q = d^{p-q}$ is $p-q$; the element d^{p-q} is considered as a p - cochain of B with coefficients in q -chains of $L(\pi, n)$ and the product in algebra A is defined as \cup - product of cochains of B when coefficients are multiplied as in the ring $C_*(L(\pi, n))$. The bigraded algebra $A^*(B, \pi)$ is a contravariant functor on the category of topological spaces. Let $\tilde{A}^*(B, \pi)$

be the ring $C^*(B, \tilde{C}^*(L(\pi, n)))$. There is a ringepimorphism $\tilde{A}^*(B, \pi) \rightarrow A^*(B, \pi)$. Consider the bigraded differential abelian groups $M_{**}(B, \pi) = C_*(B, C_*(L(\pi, n)))$ and $M^{**}(B, \pi, G) = C^*(B, C^*(L(\pi, n), G))$ the group of singular chains of B with the coefficients in the chains of complex $L(\pi, n)$ and the group of singular cochains with coefficients in $C^*(L(\pi, n), G)$.

The bigraded abelian differential group $M_{**}(B, \pi)$ is a left module over the bigraded differential algebra $A^*(B, \pi)$ under the pairing $A^*(B, \pi) \otimes M_{**}(B, \pi) \rightarrow M_{**}(B, \pi)$ defined by \cap -product in the usual way, the product of coefficients being that of ring $C_*(L(\pi, n))$.

The bigraded abelian differential group $M^{**}(B, \pi, G)$ is a left module over the bigraded differential algebra $A^*(B, \pi)$ under the pairing $A^*(B, \pi) \otimes M^{**}(B, \pi, G) \rightarrow M^{**}(B, \pi, G)$ defined by \cup -product in the usual way, the product of coefficients being $C_*(L(\pi, n)) \otimes C^*(L(\pi, n), G) \rightarrow C^*(L(\pi, n), G)$ defined by the product-map

$$C_*(L(\pi, n)) \otimes C^*(L(\pi, n), G) \rightarrow C^*(L(\pi, n), G).$$

The above module structures enables us to consider the perturbed differentials in $M_{**}(B, \pi)$ and $M^{**}(B, \pi, G)$.

This proceeds as follows. Let $a \in A^*(B, \pi)$, $\dim a = +l$ and $d_a a = aa$; then a is known as a twisting element of differential algebra. The perturbed differential in $M_{**}(B, \pi)$ is defined as $d_a x = d_x x + ax$, $x \in M_{**}(B, \pi)$. The complex with this perturbed differential will be denoted by $M_a(B, \pi)$.

The perturbed differential in $M^{**}(B, \pi, G)$ is defined as $d_a x = d_x x + ax$, $x \in M^{**}(B, \pi, G)$. The complex with this perturbed differential will be denoted by $M_a^{**}(B, \pi, G)$.

They are 1-graded and filtered differential chain complexes and it is not hard to see that one has $M_a^{**}(B, \pi, G) = \text{Hom} \{M_{**}(B, \pi), G\}$.

The set of all twisting elements of A of the form $a = a^{2,-1} + a^{3,-2} + a^{4,-3} + \dots$ we shall denote by $T(A)$. Consider the set of all elements in A of the form $l+p = l+p^{f,-1} + p^{2,-2} + p^{3,-3} + \dots$ denoted by $G(A)$. Obviously it is a group under the product operation in algebra A . The group $G(A)$ acts from the left on the set $T(A)$ by $\bar{a} = (l+p)a = (l+p)^f a + (l+p)^{f-1} d_a(l+p)$.

For $\bar{a} = (l+p)a$ consider the map $\varphi_p: M_{\bar{a}} \rightarrow M_a$ given by $\varphi_p(x) = (l+p)x = x + px$. It is a chain map and obviously 1 - 1 [1].

3. Algebraic models. For the space B and a normalized singular cocycle $z_B^{n+1} \in Z^{n+1}(B, \pi)$ with coefficients in abelian group π the twisting cochain $a(z_B^{n+1}) \in A^*(B, \pi)$, $a(z_B^{n+1}) = a^{n+1, -n} + a^{n+2, -n-1} + a^{n+3, -n-2} + \dots$, is image of $\tilde{a}(z_B^{n+1}) = \tilde{a}^{2,-1} + \tilde{a}^{3,-2} + \tilde{a}^{4,-3} + \dots \in \tilde{A}(B, \pi)$ which is constructed as follows. The value of $(m+1)$ -cochain $\tilde{a}^{m+1, m}$ on the simplex σ^{m+1} will be a m -cube in $L(\pi, n)$, hence a n -cocycle of I^m , denote it for a while by λ .

Consider the standard map $\psi^{m+1}: I^m \rightarrow \Delta^{m+1}$ defined by the equalities $y_0 = 1 - x_1$, $y_1 = x_1(1 - x_2)$, $y_2 = x_1 x_2(1 - x_3)$, ..., $y_m = x_1 x_2 x_3 \dots x_m(1 - x_{m+1})$, $y_{m+1} = x_1 x_2 \dots x_{m+1}$.

We will consider I^m as the face $[(0, x_1, x_2, \dots, x_{m+1})] \subset I^{m+1}$. The cochain $\lambda \in C^n(I^m, \pi)$ is zero on the n -cubes of I^m others than those of the form $u = (0, \varepsilon_1, \varepsilon_2, \dots, \varepsilon_k, x_{1j}, 1, 1, 1, \dots, 1, x_{1j}, 1, 1, 1, \dots, 1, x_{1m}, \nu_1, \nu_2, \dots, \nu_s)$. For the above n -cube, let ε_j be the last ε equal to zero in the sequence $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \dots, \varepsilon_k$ if such a ε exists and consider the $(n+1)$ -cube in I^{m+1} , $(1, \dots, 1, x_{10}, 1, \dots, 1, x_{1j}, 1, \dots, 1, x_{1j}, 1, \dots, 1, x_{1m}, \nu_1, \nu_2, \dots, \nu_s)$, x_{10} standing on the place of ε_j . If all ε 's are 1, then consider $(n+1)$ -cube



$(x_{i_0}, I, \dots, I, x_{i_1}, I, \dots, I, x_{i_2}, I, \dots, I, x_{i_m}, v_1, v_2, \dots, v_s)$. This $(n+1)$ -cube of I^{m+1} defined via the map ψ^{m+1} the nondegenerate $(n+1)$ -simplex V in the simplex Δ^{m+1} and we set $\lambda(u) = (\sigma^{m+1})^*(z^{n+1})(v)$, $\sigma^{m+1}: \Delta^{m+1} \rightarrow B$. Direct verification shows that λ is a cocycle.

Thus $\tilde{a}^{m+1, m}$ is defined as a $(m+1)$ -cochain with values in $\tilde{C}^m(L(\pi, n))$. The constructed element \tilde{a} is a twisting cochain i.e. $d\tilde{a} = \tilde{a} \circ \tilde{a}$ which follows from equalities $\delta_B^1 \tilde{a} = d_i^1 \tilde{a}$, $1 \leq i \leq m$, $\delta_B^0 \tilde{a} = d_i^0 \tilde{a}$, $\delta_B^{m+1} \tilde{a} = d_{m-1}^0 \tilde{a}$, $\tilde{a}^{i, i+1} \cup \tilde{a}^{m+1-i, m+i} = d_i^0 \tilde{a}$, $2 \leq i \leq m$. These equalities may be verified directly. One has the functorial property of $a(z)$ with respect to maps $f: B \rightarrow B_f$.

The complex $M_{\bullet, \bullet, n+1}(B, \pi)$ with the perturbed differential $d_{a(z^{n+1})} x = d_M x + a(z^{n+1})x$ denote by $M_{\bullet, \bullet, n+1}(B, \pi)$ and the complex $M^{\bullet, \bullet}(B, \pi, G)$ with the perturbed differential $d_{a(z^{n+1})} x = d_M x + a(z^{n+1})x$ denote by $M_{\bullet, \bullet, n+1}^{\bullet, \bullet}(B, \pi, G)$.

Theorem 1. If $F \rightarrow E \rightarrow B$ is a Serre-fibration with F a $K(\pi, n)$ -space and z^{n+1} the obstruction cocycle then there is a chain map

$$M_{\bullet, \bullet, n+1}(B, \pi) \rightarrow C_{\square}(E) \tag{*}$$

C_{\square} being the cubical singular chain-complex, inducing the isomorphism of homology. Hence there is a cochain-map

$$C_{\square}^*(E, G) \rightarrow M_{\bullet, \bullet, n+1}^{\bullet, \bullet}(B, \pi, G) \tag{**}$$

inducing the isomorphism of cohomology

4. Multiplicative structure in the model. One can $M_{\bullet, \bullet}(B, \pi)$ define as the chain complex of an abstract cubical set P as follows: $P_m = \{(\tau^q, \sigma^q)\}$, $p+q=m$, $\sigma^p \in S(B)$, $\tau^q \in L_q(\pi, n)$. the boundary operators d_i^q are defined as follows: first consider the particular case $q=0$. Then $\tau^0 = (*)$ and denote $(*, \sigma^m) = t(\sigma^m)$. Define $d_i^1(t(\sigma^m)) = t(\sigma_{i-1}^m)$, $1 \leq i \leq m$, $d_m^0(t(\sigma^m)) = t(\sigma_m^m)$, $d_i^0(t(\sigma^m)) = \sigma^m \cap a^{m-i, 1-m+i}(z^{n+1})$, $0 < i < m$.

In general case one imagine (τ, σ) as a product of two cubes $\tau^q \times t(\sigma^p)$, and define d_i^q operators as in the product of two cubes.

The degeneracy operators are defined only partially: only for first component of the pairs (τ, σ) . The chain and cochain complex of the constructed cubical set $P(B, \pi, z^{n+1})$ are exactly the above complex $M_{\bullet, \bullet, n+1}(B, \pi)$ and $M_{\bullet, \bullet, n+1}^{\bullet, \bullet}(B, \pi, G)$.

Let A be a commutative ring of coefficients. In the cochain algebra of the cubical set $P(B, \pi, z^{n+1})$, in $C^*(P(B, \pi, z^{n+1}), A)$ hence in $M_{\bullet, \bullet, n+1}^{\bullet, \bullet}(B, \pi, A)$ consider the Serre cup product [5.]. So $M_{\bullet, \bullet, n+1}^{\bullet, \bullet}(B, \pi, A)$ is a graded differential algebra and it holds the

Theorem 2. In the assumptions of theorem 1 the map (**) is multiplicative; hence the cohomology ring of $M_{\bullet, \bullet, n+1}^{\bullet, \bullet}(B, \pi, A)$ of isomorphic with the (cubical) singular cohomology ring $H^*(E, A)$.

5. Action of $H^k(B, \pi)$ on $H(M_{\bullet, \bullet, n+1}(B, \pi))$. Fix a positive integer k and assign to every singular simplex $\sigma^n \in S(B)$ the singular $(n+k)$ -chain of the space $B \times \Delta^k$ which is the image by $\sigma^n \times id: \Delta^n \times \Delta^k \rightarrow B \times \Delta^k$ of the standard $(n+k)$ -chain of the standard subdivision of $\Delta^n \times \Delta^k$.

This defines the map of degree $k, f_{\bullet} : C_{\bullet}(B) \rightarrow C_{\bullet}(B \times \Delta^k)$ and hence the map of degree $(-k), f_{\bullet}^* : C^*(B \times \Delta^k, G) \rightarrow C^*(B, G)$.

In particular if $G = C_*\{L(\pi, n), G\} = L^*(\pi, n, G)$ then one has the map of bidegree $(-k, 0), f_{\bullet, \bullet}^{k, 0} : C^*(B \times \Delta^k, L^*(\pi, n, G)) \rightarrow C^*(B, L^*(\pi, n, G))$ in our notations this is $f_{\bullet, 0}^{**} : A(B \times \Delta^k, \pi) \rightarrow A(B, \pi)$. The maps $e_{\bullet} : \Delta^{k-1} \rightarrow \Delta^k, e_{j_1 j_2 \dots j_r} : \Delta^1 \rightarrow \Delta^1$ induce $s_{\bullet} : A(B \times \Delta^k, \pi) \rightarrow A(B \times \Delta^{k-1}, \pi), s_{j_1 j_2 \dots j_r} : A(B \times \Delta^k, \pi) \rightarrow A(B \times \Delta^1, \pi)$.

One has the

Lemma. If $a \in A(B \times \Delta^k, \pi), d_{A(B \times \Delta^k, \pi)} a = a a, \dim a = l$, then in the algebra $A(B, \pi)$ holds the equality

$$d_{A(B, \pi)} f_k^{**}(a) + \sum_{j=0}^k (-1)^j f_{k-l}(s_j(a)) = \sum_{i=1}^k f_i(s_{(i+1, i+2, \dots, k)}(a)) f_{k-i}(s_{(0, 1, 2, \dots, i)}(a)).$$

Let $Z_B^{n+1} \in Z^{n+1}(B, \pi)$ and $c^n \in C^n(B, \pi)$. If $\text{Pr} : B \times I \rightarrow B$ is the projection, consider $z_{B \times I}^{n+1} = \text{Pr}^*(z_B^{n+1}) - \delta_{B \times I} c^n, c^n$ being c^n identified as the cochain of $B \times I$ equal to c^n on $B \times 0$ and zero otherwise. In above lemma set $k=1$ and $a = a(z_{B \times I}^{n+1})$ and denote $u(c_B^n, z_B^{n+1}) \equiv f_1^{**}(a(z_{B \times I}^{n+1}))$. Note that $u(c_B^n, z_B^{n+1})$ is of the form $u((c_B^n, z_B^{n+1}) = u^{n-n}(c_B^n, z_B^{n+1}) + u^{n+1, -n-1}(c_B^n, z_B^{n+1}) + \dots$ and $u^{n, n}(c_B^n, z_B^{n+1}) = c^n$. By the lemma above for $k=1, 2$, one proves the following,

Theorem 3. If $z_B^{n+1} \in Z^{n+1}(B, \pi)$ and $c^n \in C^n(B, \pi)$ then $M_{**}(z_B^{n+1} + \delta c^n)$ and $M_{**} z_B^{n+1}$ are isomorphic complexes the isomorphism is given by the map $\varphi_{c^n} : M_{**}(z_B^{n+1} + \delta c^n) \rightarrow M_{**} z_B^{n+1}, \varphi_{c^n}(x) = (I + u(c_B^n, z_B^{n+1}))x$. This defines the linear action, \circ , of the cohomology group $H^1(B, \pi)$ from the left on the $H_q(M_{**} z_B^{n+1}(B, \pi))$ and $H^q(M_{**} z_B^{n+1}(B, \pi, G))$ for all q . In stable dimensions, $q < 2n$, the maps $H^1(B, \pi) \times H^q(M_{**} z_B^{n+1}(B, \pi)) \rightarrow H^q(M_{**} z_B^{n+1}(B, \pi))$ and $H^1(B, \pi) \times H^q(M_{**} z_B^{n+1}(B, \pi, G)) \rightarrow H^q(M_{**} z_B^{n+1}(B, \pi, G))$ defined by $h^n \circ h_q - h_q$ and $h^n \circ h^q - h^q$ are bilinear.

The research described in this publication was carried out in part by Grant N RVC000 from the International Science Foundation.

A. Razmadze Mathematical Institute
 Georgian Academy of Sciences

მათემატიკა

ნ. ბერიკაშვილი

პოსტნიკოვის კონსტრუქციის ერთი ალგებრული მოდელი

რ ე ზ ი უ მ ე

მოცემულია სერის ისეთი ფიბრაციის ალგებრული მოდელი, რომელის ფუნა არის $K(\pi, n)$ სივრცე. მოდელი მოცემულია როგორც გრებილი ნამრაველი, რომელს მგრები კოჩაქვი გამოსახულია ცხადად, წინააღმდეგობის კოციკლით. ეს მოდელი ინახავს



აგრეთვე მულტიპლიკატურ სტრუქტურას. მოდელის ტერმინებში აღწერულია n -განზომილებიანი კომპოლოგიის წგუფის მოქმედება ფიბრაციის კომპოლოგიაზე.

МАТЕМАТИКА

Н.А.Берикашвили

Алгебраическая модель конструкции Постникова

Резюме

Строится алгебраическая модель расслоения со слоем $K(n, \pi)$ пространства. Модель дается как скрещенное тензорное произведение со скрещивающей коцепью, определенной препятствующей коцепью расслоения. Модель сохраняет мультипликативную структуру расслоения.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. *N.Berikashvili*. On the Homology Theory of Fibrations. Bull. Georg. Acad. Sci., 139, 1990, 17-19.
2. *E.H.Brown*. Twisted Tensor Product. Ann. of Math. 69, 1959, 223-246.
3. *D.M.Kan*. Abstract Homotopy I. Proc. Nat. Acad. Sci. U.S.A., 41, 1955, 1092-1096.
4. *S MacLane*. The Homology Products in $K(\pi, n)$. Proc. Amer. Math. Soc. 5, 1954, 642-651.
5. *J.P.Serre*. Homologie Singuliere des Espaces Fibres, Application. Ann. of Math. 54, 1951, 425-505.



№3 530.10

ფიზიკა

ლ.ბუიშვილი (საქ.მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი), ზ.როსტომაშვილი,
 ი.ყორდანიანი

დაქვემდებარების პრინციპი და სისტემის თერმოდინამიკური აღწერა

თუ ჩავთვლით, რომ სხეული შედგება ატომებისა და მოლეკულებისაგან, მაშინ მისი მდგომარეობის განსაზღვრისათვის საჭიროა სიდიდეთა ძალიან დიდი რიცხვი. მართლაც, თუ მხედველობაში მივიღებთ, რომ თითოეული ატომისათვის უნდა ვიცოდეთ მისი კოორდინატი, სიჩქარე და მათი რიცხვი კი წარმოუდგენლად დიდია, (გაზისათვის $6 \cdot 10^{23}$ - $6 \cdot 10^{25}$ რიგისაა), მაშინ სხეულის მდგომარეობის ასეთი მეთოდით განსაზღვრა შეუძლებელი ხდება [1].

მეორე მხრივ, ცდებზე დაყრდნობით ცნობილია, რომ პარამეტრების რიცხვი, რომლითაც აღიწერება მაკროსკოპული სისტემა, ყოველთვის არ არის ძალიან დიდი. [2] მაგალითად, იდეალური გაზის აღწერისათვის საკმარისია წნევის (P), ტემპერატურის (T) და მოცულობის (V) ცოდნა, რომლებიც მთლიანად აკმაყოფილებენ მაკრო მდგომარეობის აღწერას.

ბუნებრივია, დავსვათ კითხვა, თუ რატომ ხდება ასე. რატომ არის, რომ, ერთი მხრივ, სისტემის მდგომარეობის აღწერისათვის საჭიროა სიდიდეთა უსასრულო რაოდენობა, მეორე მხრივ კი, სრულიად საკმარისია ზემოთ ნახსენებ სიდიდეთა განსაზღვრა. ამ კითხვაზე პასუხის გასაცემად დაგვიჩვენა ზოგიერთი საკითხი მათემატიკიდან. კერძოდ, განვიხილავთ ე.წ. დაქვემდებარების პრინციპს [3].

განვიხილოთ დიფერენციალური განტოლება

$$\frac{dx}{dt} + ax = 0,$$

სადაც a მუდმივ სიდიდეს წარმოადგენს. ამ დიფ.განტოლების ამონახსნს ექნება შემდეგი სახე:

$$x = Ae^{-at}.$$

აქ A მუდმივია. თუ დავუშვებთ, რომ $t > \frac{1}{a}$, მაშინ x ცვლადის 0 -სკენ

მისწრაფების სისწრაფეს განსაზღვრავს a მუდმივა. თუ a დიდია, მაშინ x სიდიდე მცირე დროის შემდეგ წავა 0 -სკენ. წინააღმდეგ შემთხვევაში ცვლადს დიდი დრო დასჭირდება 0 -სკენ მიახლოებისათვის. შემოვიტანოთ სიდიდე τ , რომელიც a მუდმივას შებრუნებული სიდიდეა და დავარქვათ x ცვლადის ცვლილების დამახასიათებელი დრო. განვიხილოთ განტოლება

$$\frac{dx}{dt} + ax = f(t).$$

მისი ამოხსნა ასე დაიწერება:

$$x = Ae^{-at} + e^{-at} \int_0^t e^{at'} f(t') dt'.$$

ავიღოთ კერძო შემთხვევა

$$f(t) = f_0 e^{-\delta t},$$

მაშინ

$$x = Ae^{-at} + \frac{f_0}{a - \delta} (e^{-\delta t} - e^{-at}).$$

ვთქვათ $t > \tau$ და დაუშვათ $\delta < a$ ისე, რომ $f(t)$ ფუნქცია არის x -თან შედარებით ნელა ცვალებადი ფუნქცია. f -ის ცვლილებას ახასიათებს δ ამ შემთხვევაში, რადგან $\delta < a$, $\Rightarrow at > 1$, მაგრამ $\delta t < 1$, ე.ი. ამ დროს უნდა უგულვებელვყოთ ის ექსპონანტები, რომლებიც შეიცავს at და მივიღებთ, რომ

$$x = \frac{f(t)}{a}$$

თუ გავიდა დრო, რომლის განმავლობაშიც $x(t)$ შეიცვალა, მაშინ x აღარ არის დამოკიდებული საწყის პირობებზე. მისი ცვლილება სრულიად განისაზღვრება ნელა ცვლადი ფუნქციით $f(t)$. მივიღეთ მეტად მნიშვნელოვანი შედეგი: თუ სისტემაში გვაქვს სწრაფად და ნელა ცვალებადი სიდიდეები, მაშინ გარკვეული დროის შემდეგ სწრაფად ცვალებადი სიდიდის ყოფაქცევას სრულად განსაზღვრავს ნელა ცვალებადი სიდიდე. სწორედ ამ პრინციპს ეწოდება დაქვემდებარების პრინციპი. იგი ეკვივალენტურია კრილოვ-ბოგოლიუბოვის მიერ განვითარებული მეთოდისა, რომელიც შეეხება არაწივრივ მქანაიკაში ნელი და სწრაფი სიდიდეების განცალკევებას.

აღვნიშნოთ, რომ მიღებული ამონახსნი განტოლებაში $\frac{dx}{dt}$ სიდიდის ამოღების

შედეგია. დავწეროთ 1 ხარისხის წრფივი დიფ. განტოლებათა სისტემა:

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} + \alpha x = cy^2 & (1) \\ \frac{dy}{dt} + \beta y = dx^3 & (2) \end{cases}$$

ცხადია, რომ როგორც x , ისე y დამოკიდებული იქნება x და y ცვლადების საწყის პირობებზე. ვთქვათ, სრულდება ასეთი პირობა: $\alpha \gg \beta$, მაშინ შეგვიძლია ვთქვათ, რომ x არის სწრაფად ცვალებადი სიდიდე, ხოლო y - ნელა ცვალებადი. თუ ეს ასეა და $t > \frac{1}{\alpha}$, მაშინ შეგვიძლია (1)-ში უგულვებელვყოთ $\frac{dx}{dt}$ და დავწეროთ

$$x = \frac{c}{\alpha} y^2.$$

თუ (2) განტოლებაში ჩავწეროთ x -ის ამ მნიშვნელობას, გვექნება

$$\frac{dy}{dt} + \beta y = d \left(\frac{c}{\alpha} \right)^3 y^6.$$

მივიღეთ მნიშვნელოვანი შედეგი: გვექონდა ერთმანეთზე დამოკიდებულ განტოლებას. ამ სისტემის ამონახსნები განისაზღვრება ორივე განტოლების საწყისი პირობებით. როგორც კი გავა ისეთი დრო, რომ სწრაფად ცვალებადი სიდიდე შეიცვლება, აღმოჩნდება, რომ სწრაფად ცვალებადი სიდიდე დაკარგავს დამოუკიდებლობას და „დაიფიქსებს“ თავის საწყის პირობებს. მისი ცვლილება განისაზღვრება ნელა ცვალებადი სიდიდით. თვითონ ნელა ცვალებადი სიდიდისათვის კი მიიღება განტოლება, რომელშიც შედის მხოლოდ ეს სიდიდე და ცხადია, რომ მისი ამოხსნა უკვე იქნება დამოკიდებული მის საწყის პირობებზე. ნელა ცვალებად ფუნქციას ხშირად უწოდებენ სეკულარულ (განსაკუთრებულ) ცვლადს, ანდა წესრიგის პარამეტრს.

გადავიღეთ ფიზიკურ სისტემებზე. ვთქვათ, ჩვენი ფიზიკური სისტემა განისაზღვრება ორი ცვლადით. ცხადია, რომ საწყის მომენტში ეს ორივე ცვლადი იქნება თანაბარ პირობებში ერთმანეთთან. ე.ი. თითოეული ცვლადი არის დამოკიდებული ორივეს საწყისი პირობებზე და მდგომარეობის დინამიკა განისაზღვრება ორივეს საწყისი მნიშვნელობით. დავეშვათ ისევ, რომ ერთი ცვლადი სწრაფად იცვლება, ვიდრე მეორე. გარკვეული დროის შემდეგ ამას ის შედეგი მოჰყვება, რომ სწრაფად ცვალებადი სიდიდე დაკარგავს დამოუკიდებლობას, ის ხდება ფუნქცია ნელა ცვალებადი ცვლადის და ეს უკანასკნელი კი დროის მიხედვით იცვლება სწრაფად ცვალებადი ცვლადისაგან დამოუკიდებლად. სხვა სიტყვებით რომ ვთქვათ, სისტემის მდგომარეობა უკვე დამოკიდებული ხდება ერთ სიდიდეზე (ერთ ცვლადზე). თავიდან გვექონდა ასეთი სურათი: ორი სიდიდე განსაზღვრავდა სისტემის მდგომარეობას ორი საწყისი პირობით, ბოლოს კი ერთი სიდიდე განსაზღვრავს სისტემის მდგომარეობას. ამის საილუსტრაციოდ მოვიყვანოთ ასეთი კონკრეტული მაგალითი.

ვთქვათ, გვაქვს გარკვეული იმპულსების მქონე ორი მოლეკულა. დავუშვათ, სისტემა ერთგვაროვანია, ამიტომ კოორდინატებზე არ ვილაპარაკებთ. უხეშად რომ ვთქვათ, ასეთი ორი მოლეკულის მდგომარეობა განისაზღვრება ცალკეული მოლეკულების ენერგიებით, იმპულსებით. ჩვენ შეგვიძლია ეს ცვლადები სხვანაირად გარდავქმნათ. უფლება გვაქვს ვთქვათ, რომ სისტემის მდგომარეობა განისაზღვრება ერთი ნაწილაკის ენერგიით ან ორი ნაწილაკის ენერგიათა ჯამით, ასევე ერთი ნაწილაკის იმპულსით და ორი ნაწილაკის იმპულსების ჯამით. მეორე ნაწილაკის ენერგია და იმპულსი შეცვლილია შესაბამისი ჯამით. ერთი ნაწილაკის იმპულსი და ერთი ნაწილაკის ენერგია გაცილებით სწრაფად იცვლება, ვიდრე იმპულსის ჯამი და ენერგიათა ჯამი. კითხვაზე, თუ რატომ ხდება ეს, პასუხი ასეთია: დაჭახების შემდეგ ცალკეული ენერგია და ცალკეული იმპულსი იცვლება. მაგრამ იმპულსთა და ენერგიათა ჯამები უცვლელი რჩება. ე.ი. ისინი სეკულარული სიდიდეები არიან. დაჭახების შემდეგ მხოლოდ ისინი აღწერენ სისტემის მდგომარეობას. ამის გამო სისტემის მდგომარეობა დაჭახების შემდეგ უნდა ხასიათდებოდეს ენერგიათა და იმპულსთა ჯამით. ეს სიდიდეები წარმოადგენენ სისტემის განსაზღვრულ ცვლადებს. თუ ჩავთვლით, რომ სხეული გაჩერებულია და სრული იმპულსი არ იცვლება, მივაღწიოთ იმ დასკვნამდე, რომ სისტემის მდგომარეობა უნდა განისაზღვრებოდეს მხოლოდ ენერგიით. ე.ი. ჩვენ მივიღეთ თერმოდინამიკური წონასწორობის განმარტება, რომლის მიხედვითაც გარკვეული დროის შემდეგ, თუ გარეშე პირობები მუდმივია, სისტემის მდგომარეობა განისაზღვრება მხოლოდ ენერგიით. ეს ყველაფერი იმასთან არის დაკავშირებული, რომ ყველა ცვალებადი სიდიდე გარკვეული დროის შემდეგ ხდება უფრო ნელა ცვალებადი სიდიდეების ფუნქცია. ჩვენს შემთხვევაში ენერგიის



ფუნქცია (ენერჯის ნაცვლად შემოდის ტემპერატურა, ტემპერატურა და გარეშე პარამეტრი, ხოლო წნევა ხდება მათი ფუნქცია).

ასე რომ, თერმოდინამიკური ცვლადებით აღწერის შესაძლებლობა ის არის, რომ დინამიკური ცვლადები (კოორდინატები და იმპულსები) სწრაფად ცვალებადია და ბოლოს ისინი ხდებიან ნელა ცვალებადი სიდიდეების ფუნქციები, რომელთა რიცხვი და ერთობლიობა სხვადასხვა სისტემისათვის სხვადასხვაა.

საქართველოს მეცნიერებათა აკადემია
ფიზიკის ინსტიტუტი

[შემოვიდა 29.3.1994]

ФИЗИКА

Л.Буишвили, Г.Ростомашвили, И.Корганашвили

Принцип подчинения и термодинамическое описание системы

Р е з ю м е

С помощью принципа подчинения показано, каким образом от детального описания системы, состоящей из большого числа частиц, можно прийти к термодинамическому грубому описанию.

PHYSICS

L.Buishvili, G.Rostomashvili, I.Korganashvili

The Slaving Principle and Thermodynamical Description of the System

Summary

By using the slaving principle it is shown how from the detailed description of a system consisting of a large number of particles one can come to the thermodynamical rough description.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

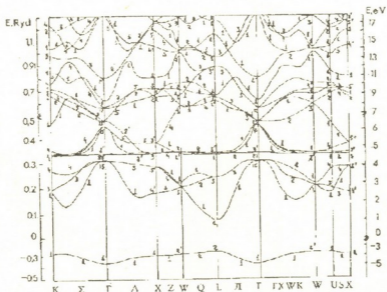
1. *Л.Д.Ландау, Е.М.Лифшиц.* Статистическая физика, ч.1. М.,1976.
2. *М.А.Леонтович.* Введение в термодинамику. Статистическая физика. М.,1983.
3. *Г.Хакен.* Синергетика. М.,1980.
4. *Н.Н.Боголюбов, Ю.А.Митропольский.* Асимптотические методы в теории нелинейных колебаний. М.,1974.

ქ. გეგეშიძე, გ. ნიენიკოვა, თ. ფარბეროვიჩი, ლ. გლურჯიძე

სამარიუმის მონოანტიმონიდის ენერგეტიკული ზონური სტრუქტურა

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა თ. სანაძემ 1.6.1993)

იშვიათმიწა ელემენტები (იშმე) V ჯგუფის ელემენტებთან ქმნიან სხვადასხვა შემადგენლობის შენაერთებს (იშმე პნიქტიდებს), რომელთა ენერგეტიკული ზონური სტრუქტურის, ოპტიკური, კინეტიკური თვისებების განხილვას შრომების საკმაოდ დიდი რიცხვი მიეძღვნა [1]. იშმე მონოპნიქტიდები (LnB), როგორც წესი, ნახევრად ლითონებს წარმოადგენენ და, ამავ დროს, ხშირად ავლენენ თანამედროვე მყარი სხეულების ფიზიკისათვის ისეთ აქტუალურ და არაორდინარულ მოვლენებს, როგორიცაა შუალედური ვალენტობა, კონდენსირებული კონდო თუ მძიმე ფერმიონული მდგომარეობები [1,2]. LnB მრავალი ფიზიკური თვისებების ახსნა მოხერხდა ძლიერი $\rho(B) \sim f(Ln)$ შერევის მოდელის საფუძველზე [3-5]. p -ხერელის და f -ელექტრონის ურთიერთქმედება განაპირობებს ლოკალიზებული f -ზონის მნიშვნელოვან გაგანიერებას და დისპერსიას. ჰიბრიდიზებული p - f ზონების ჩამოყალიბებას, საგრძნობ ზემოქმედებას ახდენს ფერმის დონის მდებარეობაზე. p - f ჰიბრიდიზაციის მნიშვნელოვანი როლი დადასტურდა CeN [6] და $TmSb$ [7] ენერგეტიკული ზონური სტრუქტურის გათვლების შედეგებით.

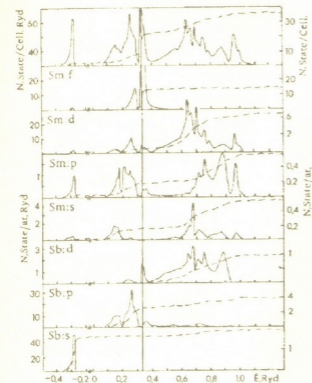


სურ. 1. ენერგეტიკული ზონური სტრუქტურა.

[7]-ის ანალოგიურად, SmSb ელექტრონული მდგომარეობების შესასწავლად გამოყენებული იყო მიერთებული ბრტყელი ტალღების თვითშეთანხმებული წრფივი



მეთოდი [8] (ლოკალური ელექტრონული სიმკვრივის ფორმალიზმში), რენტგენული რეალური კრისტალური პოტენციალი ინგარიშება "muffin-tin" ($m-t$) მიხედვით. სკალარულ-რელატივისტური მიხედვების საფუძველზე გამოკვლეულია ენერგეტიკულ ზონებზე სპინ-ორბიტალური ურთიერთქმედების (სოუ) გავლენა.



სურ.2. პარციალური $n(E)$, ინტეგრალური $N(E)$ და სრული $N(E)$ მდგომარეობათა სიმკვრივე (სოუ-ს გარეშე).

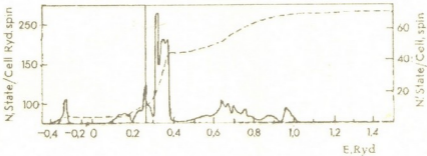
თვითშეთანხმების პარამეტრით. მიღებული თვითშეთანხმებული პოტენციალის საფუძველზე ზონური გათვლები შესრულდა 89 წერტილში (-0.5 ± 1.3 Ryd ენერგეტიკულ ინტერვალში). ენერგიის მნიშვნელობათა სტაბილიზაცია 10 Ryd სიზუსტით მოხერხდა.

როგორც საერთოდ იშვებ პნიქტიდებში, სავალენტო ზონის აბსოლუტურ მაქსიმუმს - Γ_{15} , ხოლო გამტარობის ზონის აბსოლუტურ მინიმუმს X_3 წარმოადგენა შეესაბამება. სავალენტო ზონის ქერის ფორმირებაში დომინირებენ სტიბიუმის $5p$ -მდგომარეობები, ხოლო გამტარობის ზონის ფსკერი მთლიანად სამარიუმის $5d(t_{2g})$ მდგომარეობებით ყალიბდება. $SmSb$ ზონური აგებულების ძირითად თავისებურებებს $4f(Sm)$ ზოლის განლაგება განაპირობებს. ბრილუენის ზონის კიდეზე, X წერტილში ეს ზოლი გამტარობის ზონასთან არის გადაფარული - $X'_1(d)$ ზონა $X'_2 \approx X'_3(f)$ მდგომარეობებზე დაბლა დევს, თუმცა საგრძნობ $f-d$ შერევას აქ ადგილი არა აქვს. ამავე დროს, კატიონის f - და ანიონის p -ელექტრონების ტალღური ფუნქციების გადაფარვა p -ზონის და f -ზონის მნიშვნელოვან ტრანსფორმაციას განაპირობებს. ძლიერი $p-f$ ურთიერთქმედების შედეგად, ბრილუენის ზონის

1 სურათზე წარმოდგენილი სამარიუმის მონოანტიმონიდის ($a=6.27 \text{ \AA}$ [9]) ენერგეტიკული ზონური სტრუქტურის გათვლაში უშუალოდ ჩართული იყო $4f^6 5s^2$ და სტიბიუმის $5s^2 5p^3$ სავალენტო გარსების ელექტრონები, დანარჩენი კი გაერთიანებულნი იყვნენ იონურ ნარჩენში, რომლის მდგომარეობის გაანგარიშება ყოველ იტერაციაზე წარმოებდა. $m-t$ სფეროთა რადიუსები - $R_{m-t}(Sm)=2.990$ ა.ე., $R_{m-t}(Sb)=2.934$ ა.ე., განისაზღვრა ნულოვან იტერაციაზე (ატომისმაგვარ არეთა პოტენციალების გადაკეთის წერტილის მიხედვით). გაწრფივების პარამეტრების დადგენა კი შესაბამისი ზონების ცენტრის მახლობლად ხდებოდა. ბრილუენის ზონის დაუყვანელი ნაწილის 19 წერტილზე ელექტრონული სიმკვრივის მიხედვით თვითშეთანხმების მისაღწევად, -0.5 ± 0.7 Ryd ენერგიათა ინტერვალში, საჭირო გახდა 75 იტერაციის ჩატარება $\alpha=0.95$



ცენტრის მახლობლად ადგილი აქვს f -ზოლის მნიშვნელოვან გაგანიერებას. f -ზოლი f -ზოლის მნიშვნელოვან გაგანიერებას განიცდის ზოგიერთი მდგომარეობის დისპერსიის ხარისხის მკვეთრ ზრდას, ფერმის დონის ორივე მხარეს ჰიბრიდიზებული pf ზონების ჩამოყალიბებას, მათი ენერგეტიკული მდგომარეობის ცვლილებას. ზედა ჰიბრიდიზებული fp ზონა თავისი სიგანით (1.578 ევ) ქვედა ჰიბრიდიზებულ pf ზონის შესადარი ხდება ($\Delta E_{pf}=3.245$ ევ). მნიშვნელოვნად აკარბებს f -ზოლის საშუალო სიგანეს ($\Delta E_f=0.155$ ევ) ბრილენის ზონის დანარჩენ ნაწილში. უდაბლესი სავალენტო ზონა $d(Sb)$ ელექტრონებით იქმნება და მისი სიგანე 1.349 ევ-ს შეადგენს. ფერმის დონე (სოუ-ს გათვალისწინების გარეშე) სწორედ f -ზოლზე გადის და X_3 გამტრობის ზონასაც კვეთს.



სურ.3. სრული და ინტეგრალურ მდგომარეობათა სიმკვრივე სოუ-ს გათვალისწინებით

ენერგიის საკუთარი მნიშვნელობების კვლადრატული ინტერპოლაციით, კომბინირებული ტეტრაედრული მეთოდის საფუძველზე [10], განისაზღვრა პარციალური, სრული და ინტეგრალურ მდგომარეობათა სიმკვრივე. უშუალოდ ფერმის დონეზე მდგომარეობათა სიმკვრივეს ფაქტიურად იშვებ იონის f -გარსი ქმნის (სურ.2). მიმდებარე დაბალენერგეტიკულ მაქსიმუმზე პასუხისმგებლები კი როგორც f , ასევე $p(Sb)$ მდგომარეობებია, შესამჩნევია $d(Sm)$ გარსის მონაწილეობაც. გამტარობის ზონის მდგომარეობათა სიმკვრივე ძირითადად $d(Sm)$ წარმოშობისაა. მონაცემები $m-t$ სფეროების მიხედვით სავალენტო ელექტრონების მუხტის განაწილების და ფერმის დონეზე მდგომარეობათა სიმკვრივის შესახებ წარმოდგენილია 1 ცხრილში.

ცხრილი 1.

ფერმის დონეზე მდგომარეობათა სიმკვრივე $n'(f)$, მდგ./Ryd ატომი და Sm და Sb $m-t$ სფეროებში სავალენტო ელექტრონების მუხტები Q_j

		s	p	d	f	ელექტრონები			
						ატომთა შორისა	სრული	იონური ნარჩენ.	სავალენტო
n	Sm	0.34	0.30	3.31	1662.8	27.5	1699.9		
	Sb	0.10	1.93	2.63	1.27				
Q	Sm	0.16	0.18	0.70	5.44	2.39	13	54	6.48
	Sb	1.59	2.48	0.05	0.01			46	4.13

$d(Sm)$ ორი ელექტრონიდან $m-t$ სფეროში რჩება მხოლოდ 0.34 ელექტრონი, რომელიც გადანაწილებულია s - და p -მდგომარეობებზე; სტიბიუმის 0.41 $5s$ და 0.52 $5p$ ელექტრონებიც $m-t$ სფეროს გარეთ რჩებიან და მათი მხოლოდ ძალიან მცირე ნაწილი გადადის d - და f -მდგომარეობებში.

თუმცა p - f ჰიბრიდიზაციის განმსაზღვრელია იშვიათი პნიქტილებში ფერმის მახლობლად კონკრეტული ზონის ფორმირებაში, f , $d(Sm)$ და $p(Sb)$ მდგომარეობების პარციალური წვლილი ბრილუენის ზონის წერტილიდან წერტილამდე შეიძლება მნიშვნელოვნად იცვლებოდეს. როგორც 2 ცხრილიდან გამომდინარეობს, p - f შერევა

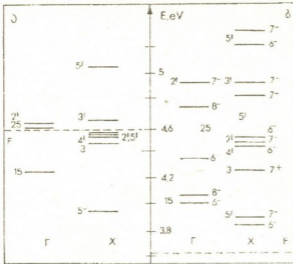
ცხრილი 2.

ფერმის დონის მახლობლად ($E_F = 4.580$ ევ) ზონების ფორმირებაში f , $d(Sm)$ და $p(Sb)$ მდგომარეობათა ფარდობითი წვლილი

ზონა	$E-E_F$ ევ	p	f	d	ზონა	p	f	d
Γ_{15}	-.33	.18	.82		Δ_1	.55	.21	.21
Γ_{25}, Γ'_2	.03, .06		1.		Δ_5	.28	.60	.12
Γ_{15}	1.58	.68	.32		$\Delta_2, \Delta_5, \Delta'_2$		1.	
Γ'_{25}	1.87			1.	Δ_1	.07	.81	.12
					Δ_5	.32	.49	.19
x'_4	-2.12	1.			Δ'_2		.3	.7
x'_5	-.62	.4	.6					
x_3	-.09			1.	λ_1	.53	.24	.23
$x'_4, x'_2, x'_5, x'_3,$	-.03±.08		1.		λ_3	.41	.34	.25
x'_5	-.58	.11	.89		$\lambda_3, \lambda_2, \lambda_1$.93	.07
					λ_1	1.	.84	.06
L_1	-3.55	.69		.31	λ_3	.14	.68	.18
L_3	-1.22	.59		.41				
L'_1, L'_3, L'_2, L'_3	-.05±.04		1.		Σ_1	.54	.21	.24
					Σ_4	.45	.28	.27
k_1	-2.06	.66	.04	.3	Σ_3	.43	.34	.23
k_3	-1.96	.75		.25	$\Sigma_1, \Sigma_2, \Sigma_4, \Sigma_3$.91	.09
k_4	-.87	.54	.22	.24	Σ_1	.06	.82	.12
k_1	-.09		.88	.12	Σ_3	.09	.74	.17
k_3, k_1, k_4	-.05±.02		.91	.09	Σ_4	.13	.71	.16

განსაკუთრებით დიდია Γ_{15} ზონებისათვის, თანაც თუ უშუალოდ ბრილუენის ზონის ცენტრში ზედა Γ_{15} ზონაში ~ 70%: p -მდგომარეობებზე მოდის, ბრილუენის ზონის კიდემდე არსებული მანძილის 1/4-ით გადანაცვლებისას აშკარა პრიორიტეტი უკვე f -მდგომარეობებს (75%) ეკუთვნის. ამ ორ ზონაში სხვადასხვა ატომური მდგომარეობების ფარდობითი, როგორც ჯამური, ასევე (მალაღი სიმეტრიის წერტილებისა და ღერძებისათვის) პარციალური წვლილი 3 ცხრილში არის წარმოდგენილი. აქ გათვალისწინებულია Γ - $\mathcal{K}(\Delta\{100\})$, Γ - $\mathcal{L}(\lambda\{111\})$ და Γ - $\mathcal{K}(\Sigma\{110\})$ მიმართულებებისათვის მიღებული შედეგები.

სოფ ძლიერ ზეგავლენას ახდენს ზონების ენერგეტიკულ მდგომარეობაზე, მათ სიგანეზე, განსაკუთრებით კი ფერმის დონის მდებარეობაზე, რომელიც 0.96 ევ-ით იწევს დაბლა (სურ.3). შედეგად, მდგომარეობათა სიმკვრივის ენერგიაზე დამოკიდებულებაში არსებული ფსევდოდორეო ფერმის დონეზე მალა განლაგდება და ამდენად ცარიელი აღმოჩნდება არა მარტო ზედა Γ_{15} ზონა, არამედ f -ზოლიც და ქვედა Γ_{15} სავალენტო ზონის მნიშვნელოვანი ნაწილიც. Γ წერტილში ზოლის სახით სურ.4.



სურ.4. ფერმის ღონის მახლობლად, F და X წერტილებში ექსტრემალური მდგომარეობების განლაგების სქემა. ა)სოუ-ს გარეშე; ბ)სოუ-ს გათვალისწინებით.

(ცხრილი 3.

pf და fp ჰიბრიდიზებული ზონების ფორმირებაში $f, d(Sm)$ და $p(Sb)$ მდგომარეობების ფარდობითი (ჯამური და პარციალური) წვლილი ბრილუენის ზონის მაღალი სიმეტრიის წერტილებისა და დერძებისათვის

ზონა	მდგო-ბა	ჯამური	პ ა რ ც ი ა ლ უ რ ი						
			Γ	X	L	K	Δ	λ	Σ
pf	d	0.18			0.37	0.26	0.17	0.24	0.25
	f	0.36	0.82	0.39		0.11	0.43	0.30	0.28
	p	0.46	0.18	0.61	0.63	0.63	0.40	0.46	0.47
fp	d	0.08				0.11	0.15	0.14	0.15
	f	0.75	0.32	0.73	1.0	0.86	0.66	0.76	0.76
	p	0.17	0.68	0.17		0.03	0.19	0.10	0.09

დარჩენილი f-მდგომარეობების სიგანე უკვე 0.57 ევ-ს შეადგენს (სოუ-ს გარეშე - 0.03 ევ), ხოლო X-ში - 0.46 ევ (0.11 ევ). გადაგვარებული მდგომარეობების გახლეჩვა 0.1 ± 0.5 ევ სიდიდისაა (სურ.4).

ვორონევის სახელმწიფო
უნივერსიტეტი

К.Р.Гегешидзе, Г.П.Нижникова, О.В.Фарберович, Л.Н.Глурджидзе
 Энергетическая зонная структура моноантимонида
 самария

Резюме

Самосогласованный линейный метод присоединенных плоских волн в формализме функционала локальной электронной плотности используется для расчета энергетической зонной структуры SmSb. Показано существенное влияние спин-орбитального взаимодействия на положение зон относительно уровня Ферми.

PHYSICS

K.Gegeshidze, G.Nizhnikova, O.Farberovich, L.Glurzdzhidze

Energy Band Structure of Samarium Monoantimonide

Summary

The energy band structure of SmSb is calculated self-consistently by an LAPW method, with local-density functional approximation. It is shown, that spin-orbit interaction causes considerable changes of bands location with respect to Fermi level position.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. *A.Ochiai, T.Suzuki, T.Kasuya. J.Phys.Soc.Japan. 59, 11, 1990, 4129-4141.*
2. *R.Monnier, L.Degiorgi, B.Delley, D.D.Koerlling. Phys.B, 163, N1/3, 1990, 638-640.*
3. *K.Takegahara, H.Takahachi, A.Yanase, T.Kasuya. Sol.St.Comm. 39, 7, 1981, 857-861.*
4. *T.Kasuya, O.Sakai, M.Takeshige, K.Takegahara, H.Takahashi. J.Less. Comm.Metals, 111, 1, 1985, 251-256.*
5. *T.Kasuya, O.Sakai, H.Narima, M.Ikeda. JMMM, 76/77, 1988, 46-52.*
6. *S.K.De, S.Chatterjee. J.Phys.C, 21, 17, 1988, 3261-3272.*
7. *К.Р.Гегешидзе, Г.П.Нижникова, О.В.Фарберович, Л.В.Гигие-нишвили, Т.А.Плавинский, Л.Н.Глурджидзе. ФТТ, 34, 3, 1992, 231-237.*
8. *И.М.Блувштейт, С.В.Власов, Г.П.Нижникова, О.В.Фарберович. Деп. в ВИНТИ. N 2791-888, 1988, 41с.*
9. *З.У.Джабуа, Т.О.Дадანი, Л.Н.Глурджидзе, Э.В.Докадзе, В.В.Санадзе. Сообщ. АН ГССР, 127, 3, 1987, 605-607.*
10. *Б.И.Зезер, О.И.Шайкина. Дсп. в ВИНТИ. N 777082, 1982, 42 с.*

УДК 621.315.592

ФИЗИКА

И.М.Гვილაва, В.Г.Джакели, З.С.Качишვილი, Н.Ю.Матешвили

Исследование примесного пробоя в импульсных полях

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т.И.Санадзе 17.06.1994)

Исследование кинетики примесного пробоя в полупроводниках позволяет получить информацию о механизме развития электронной лавины, а также о процессах генерации и рекомбинации. Механизм развития электронной лавины при собственном пробое в щелочно-галлоидных кристаллах исследовался, например, в [1]. Пробой вызывался излучением импульса лазера. Исследование показало, что для развития лавины необходимы определенная величина и соответствующая длина импульса лазера.

В данной работе с целью количественного описания указанного процесса при примесном пробое экспериментально исследуется кинетика тока и приводятся соответствующие теоретические результаты.

Измерения проводились на образце германия с концентрацией доноров $N_d = 1,6 \cdot 10^{15} \text{ см}^{-3}$ и акцепторов $N_a = 4 \cdot 10^{13} \text{ см}^{-3}$ при гелиевых температурах. На образец подавались постоянное поле (E_0), меньшее поля пробоя ($E_{пр}$), и прямоугольные импульсы напряжения (E_1) с условием $E_0 + E_1 > E_{пр}$. Ток, протекающий через образец, определялся по падению напряжения на нагрузочном сопротивлении с помощью стробоскопического вольтметра В9-5. Поле пробоя определялось по вольт-амперной характеристике образца и было равно $E_{пр} = 0,80 \text{ В/см}$. Исследовался процесс нарастания электрического тока после включения пробивного импульса напряжения при различных напряженностях импульсных и постоянных полей и разных длинах импульсов (t_0). Было обнаружено, что для наблюдения развития пробоя необходимо, чтобы длительность импульса превышала некоторое критическое значение, зависящее от напряженности суммарного поля $E = E_0 + E_1$.

В [2] было показано, что кинетика пробоя определяется кинетикой концентрации носителей заряда. Изменение концентрации носителей заряда во времени в присутствии импульса напряжения описывается уравнением [2]:

$$\frac{dn}{dt} = A_t(N_d - N_a) + (A_i(N_d - N_a) - B_r N_a - A_1)n - (A_1 + B_1)n^2, \quad (1)$$

где A_t и A_i – коэффициенты тепловой и ударной ионизации соответственно, а B_r – коэффициент тепловой рекомбинации. В работе [2] это уравнение было решено при условии, что неравновесная



концентрация носителей заряда (n) существенно превышает равновесное значение концентрации (n_0), то есть для участков кривых кинетики концентрации носителей заряда, которым соответствует максимальная скорость роста и насыщение концентрации.

Для выяснения связи между длиной и напряженностью импульсов, вызывающих пробой, необходимо рассмотреть кинетику концентрации на ее начальных участках и, следовательно, решение уравнения (1). Для нахождения экспериментальных значений кинетических коэффициентов A_D , A_i и B_D , входящих в уравнение (1), была использована методика, разработанная в [2,3]. Зная значения этих коэффициентов, уравнение (1) было решено численно методом Рунге-Кутты четвертого порядка, обеспечивавшего требуемую точность вычислений. Равновесное значение концентрации носителей заряда было получено из холловских измерений. Результаты расчетов (пунктир) и экспериментальные

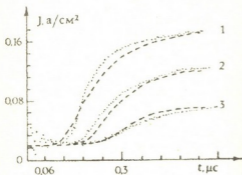


Рис.1. Кинетика тока примесного пробоя в разных электрических полях. Точки — эксперимент, штриховые кривые — результат моделирования (постоянное напряжение 1 — 0,178, 2 — 0,190, 3 — 0,021 В/см, импульсное напряжение — 0,787 В/см, длительность импульса $t_0 = 0,6$ мкс)

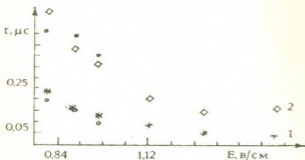


Рис.2. Зависимость времени реакции образца (кривая 1) и времени развития пробоя (кривая 2) от напряженности электрического поля. Светлые и темные точки — эксперимент, крестики и квадраты — результат моделирования. Поле пробоя $E_{пр} = 0,80$ В/см

кривые кинетики тока (точки) при различных значениях E приведены на рис.1 (длина импульса достаточна для развития пробоя). Как видно, теоретическая зависимость удовлетворительно описывает экспериментальную кривую. Из сопоставления результатов расчета и эксперимента можно заключить, что на начальных участках кривых кинетики происходит медленное нарастание концентрации носителей заряда. Такой характер роста концентрации можно объяснить, анализируя уравнение (1). На этих участках кривых кинетики концентрация носителей заряда зависит от времени (t) по экспоненциальному за-

кону с показателем экспоненты b ($b = A_i(N_d - N_a) - B_i N_a - A_i$). В полях, близких к полю пробоя, коэффициент b мал, поэтому на начальных участках кривых кинетики при малых t концентрация меняется практически линейно, и ее скорость роста также мала. Из рис.1 видно, что чем меньше E , тем больше время, необходимое для наблюдения реакции образца (t_1), и время развития пробоя (t_2). Если

длина импульса меньше t_1 , реакция образца не наблюдается. Невзирая на это, приведены зависимости времени реакции образца (кривая 1) и времени развития пробоя (кривая 2) от суммарной напряженности электрического поля E (светлые и темные точки – эксперимент, крестики и квадраты – результат моделирования). Экспериментальные и теоретические результаты обнаруживают удовлетворительное согласие. Видно, что обе кривые стремятся к максимуму при приближении E к полю пробоя. Это вызвано тем, что в процессе пробоя время жизни носителей заряда – максимальная величина [2]. Зная величину приложенного напряжения, можно численно рассчитать из уравнения (1) длительность импульса, необходимую для наблюдения реакции образца (рис. 2, кривая 1). Таким образом, пробой удается развить для импульсов, обладающих параметрами, лежащими выше кривой 2.

Тбилисский государственный
университет им. И.А.Джавахишвили

(Поступило 26.09.1994)

ფიზიკა

ნ. გვილავა, ვ. ჯაკელი, ზ. ქაჩლიშვილი, ნ. მათეშვილი

მინარევეული გარღვევის გამოკვლევა იმპულსურ ველებში

რეზიუმე

ექსპერიმენტულად და თეორიულად გამოკვლეულია თხელი მინარევების გარღვევის კინეტიკა გერმანიუმში. დადგენილ იქნა კავშირი მოდებული ძაბვის იმპულსის ამპლიტუდასა და მის ხანგრძლივობას შორის, რომლის დროსაც დაიკვირვება ნიმუშის რეაქცია. რიცხვითი მოდელირების მეშვეობით ნაჩვენებია, რომ ნიმუშის რეაქციის დაგვიანება გამოწვეულია კინეტიკის მრუდების საწყის უბანზე მუხტის თავისუფალი გადამტანების კონცენტრაციის ნელი ზრდით.

PHYSICS

N.Gvilava, V.Jakeli, Z.Kachlishvili, N.Mateshvili

The Investigation of the Impurity Breakdown in Pulse Fields

Summary

The breakdown kinetics of shallow impurities in germanium has been investigated both experimentally and theoretically. The connection between the magnitude of applied voltage and the pulses duration which is sufficient to create the observable reaction of the sample has been established. The delay of the reaction of the sample is caused by the slow increase of the carriers concentration in the beginning phase of the kinetical curve as it has been demonstrated by means of numerical simulation.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. W.I.Smith, J.H.Bechtel, N.Bloemberg. Phys. Rev. B, **12**, 2, 1975.
2. Н.М.Гвилава, В.Г.Джакели, З.С.Качлишвили, Н.М.Матешвили. Сообщ. АН Грузии, **147**, 1, 1993, 57.
3. Н.М.Гвилава, В.Г.Джакели, З.С.Качлишвили, Н.М.Матешвили. Сообщ. АН Грузии, **149**, 3, 1994, 413.

УДК 537.311.322

ФИЗИКА

Т.В.Бутхузи, А.Н.გიორგობიანი, დ.ა.დჯაიანი, ვ.ს.კაჭიანი, თ.გ.ჩელიძე

Получение собственно-дефектной дырочной проводимости с помощью активно-защитной пленки

(Представлено академиком Дж.Ломиадзе 28.12.1994)

Внедрение ионов металлоида в соединение A_2B_6 с последующим отжигом должно обеспечивать получение собственно-дефектной дырочной проводимости. В случае имплантации ионов S^+ в монокристаллах ZnS , когда генерируются только собственно-дефектные центры, лучше выявляются общие закономерности ионной имплантации A_2B_6 как низкотемпературного метода управления проводимостью этих соединений.

Внедрение ионов S^+ проводилось на установке "Имплатрон-3" при плотностях тока $0,3-0,5$ мка/см² в интервале доз $10^{14}-10^{16}$ см⁻² без специального подогрева образца с последующим отжигом в насыщенных парах серы, и только в узком интервале температур $410-450^\circ C$ наблюдалась инверсия типа проводимости с n на p . Дозовая зависимость сопротивления слоев p -типа слабая и идет почти параллельно дозовой зависимости электронной проводимости (1). Энергия активации собственно-дефектной дырочной проводимости, по данным температурной зависимости электропроводимости, составляет $0,57 \pm 0,03$ эв. Кроме того, по исследованию термостимулированной проводимости в этих образцах обнаружен мелкий уровень прилипания для дырок с энергией ионизации $0,14 \pm 0,04$ эв.

Образцы облучались также ионами серы при плотностях тока выше 2 мка/см², и после отжига в аналогичных условиях не обнаруживалась инверсия типа проводимости. Разогрев кристалла при этих токах составляет $150-200^\circ C$, что вполне достаточно для заживления радиационных дефектов и установления равновесия дефектов в условиях свободного испарения в вакуум. Последующий отжиг в насыщенном паре серы при $T=450^\circ C$ не привел к установлению нового равновесия, соответствующего собственно-дефектной дырочной проводимости. Инверсия отсутствует и тогда, когда ток пучка ионов S^+ был недостаточен для разогрева кристаллов, но кристалл нагревался в процессе легирования подогревателем до температур $150-200^\circ C$.

Проводилось также легирование кристаллов ZnS ионами Ne^+ с энергией 300 кэв, и последующим отжигом в парах серы удавалось получить слабую дырочную проводимость, хотя без предварительной бомбардировки инверсия проводимости не происходит.

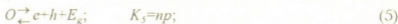
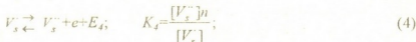
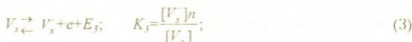
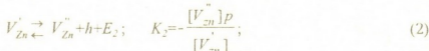
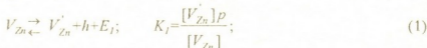
Эти данные показывают роль радиационных дефектов в обеспечении равновесия (квазиравновесия) с сосуществующей паровой фазой при относительно низкотемпературном отжиге.

Причина такого поведения системы по отношению к облучению заключается в том, что термодинамика не очень интересуется, что происходит с системой до того, как ей дали возможность вернуться к равновесию. Она знает только одно — при заданных значениях температуры и давления окружающей атмосферы в равновесном состоянии свободная энергия системы G должна быть минимальной. И это минимальное значение достигается при определенной концентрации тех или иных дефектов и свободных носителей заряда. Этим объясняется слабая дозовая зависимость сопротивления слоев p -типа.

Роль облучения в случае бомбардировки ионами собственных элементов или инертных газов заключается лишь в том, чтобы стимулировать диффузионные процессы, которые заторможены при сравнительно низких температурах.

Кроме законов термодинамики, концентрации дефектов для соблюдения электронейтральности кристалла должны удовлетворять уравнению электрического баланса.

Пренебрегая всеми факторами кроме химического (геометрическим, электростатическим), образование каждого дефекта (нейтрального и заряженного) или свободного носителя заряда можно записать в виде химической реакции. Для отжига в парах мегаллоида эти квазихимические реакции и их константы равновесия имеют вид:



А взаимодействие с окружающей атмосферой выражается в реакции:



Для любой квазихимической реакции образование дефекта или электроно-дырочной пары константа реакции, из условия минимальности свободной энергии для каждого из них, можно записать в виде:



$$K = K_0 e^{-H/RT},$$

где H – молярная энтальпия реакции, а K_0 может быть выражена общей формулой:

$$K_0 = \Pi_{ij}(Q_i, Q_j), \quad (9)$$

где Q_i и Q_j – суммы состояний, относящиеся соответственно к исходным частицам и продуктам реакции.

Решением системы уравнений (1)-(7) с уравнением электрического баланса получают равновесные концентрации дефектов с учетом всех процессов (квазихимических реакций) их образования.

Это довольно сложная задача. Применяются разные приближенные методы. Часто пользуются методом Брауера. В этом методе весь рассматриваемый интервал значений P_{s_2} разбивается на участки и расчет проводится с учетом, что в пределах каждого из таких участков компенсация заряда может быть выражена простейшим двучленным уравнением, так как на каждом участке давление концентраций двух дефектов (одного положительного и одного отрицательного) является преобладающим. При этом графики зависимости логарифмов концентрации от $\lg s_2$ имеют вид ломаных линий. Положение точек излома можно определить из условия одновременного действия двух механизмов компенсации и тем самым определить давление как функцию температуры или температуру как функцию давления, при которой происходит переход от одного механизма компенсации к другому.

Для температуры, при которой возможен переход от механизма самокомпенсации собственных дефектов к компенсациям типа $V_{Zn}^+ = p$ или $V_{Zn}^{2+} = p$, имеем:

$$T = \frac{H_S + H_{ZnS} - H_{Zn} - E_1 - 1/2 H_{\text{субл}}}{k \ln(K_{SO} K_{ZnSO} / K_{10} K_{ZnO} P_{S_2}^{1/2})}. \quad (10)$$

При температурах $T > T_{kp}$ невозможно получить собственно-дефектную дырочную проводимость [2], так как для компенсации отрицательно заряженных акцепторов начинается ионизация вышележащих доноров и дырочная проводимость должна исчезнуть.

Расчеты для ZnS дают $T_{kp} = 400-600^\circ\text{C}$. Но в этом интервале температур диффузионные процессы заторможены, и практически получение дырочной проводимости становится невозможным. При реальных температурах отжига ($T = 1000-1500^\circ\text{C}$) для получения дырочной проводимости требуется давление пара металлоида, во много раз превышающее давление насыщенного пара.

Предварительное облучение кристалла уменьшает активационный барьер диффузии, и поэтому при температурах, близких к критическим, в облученных образцах удается получение дырочной проводимости. Более низкие температуры хотя и выгодны для усиления p -проводимости, но еще недостаточны для стимуляции диффузии даже после облучения.

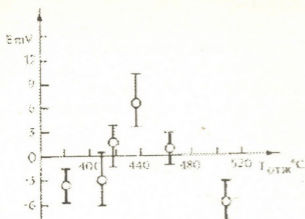


Рис. 1. Зависимости интегральной термо-ЭДС от температуры отжига в насыщенных парах серы для ZnS, имплантированного ионами S^+ 150 кв. Разброс точек соответствует варьируемым дозам 10^{14} - $5 \cdot 10^{14}$ $см^{-2}$

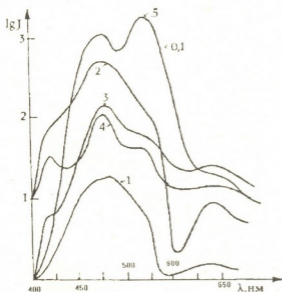


Рис. 2. ФЛ ZnS ионно-имплантированных S^+ (150 кв, $D = 10^{14}$ $см^{-2}$) и отожженных в насыщенных парах серы при различных температурах ($\lambda_{возб} = 365$ нм, $T = 80$ К). 1 – легированный, неотожженный образец; 2, 3, 4 – отжиг при температурах 410, 440, 460 °C соответственно; 5 – обработанный по методу РЛГЭ

Интервал температур отжига, в котором происходит инверсия проводимости, при имплантации ионов S^+ очень узок. На рис. 1 представлена зависимость интегральной термо-ЭДС имплантированных серой образцов от температуры отжига. Видно, что инверсия получается только в узком диапазоне 400-460 °C, причем на границе этого интервала образцы очень высокоомны и измерения термо-ЭДС затруднены из-за значительного шума. Наименьшее сопротивление было получено для образцов, отожженных при 430-440 °C. При $T_{отж} < 410$ °C слабый электронный тип проводимости, очевидно, обеспечивается остающимися в подрешетке металла радиационными дефектами. А исчезновение дырочной проводимости при $T > 460$ °C находится в удовлетворительном соответствии с данными термодинамических оценок критической температуры отжига [2].

Образцы, облученные ионами серы в спектрах ФЛ, обладают пониженной интенсивностью по сравнению с исходными образцами при комнатной температуре (Рис. 2) и представляют широкую, почти бесструктурную полосу. Последующий отжиг приводит к восстановлению ФЛ. Образцы, отожженные при $T < 410$ °C, сохраняют в спектре ФЛ полосу 405 нм (Рис. 2). Эта полоса связана с дефектом в подрешетке серы – однозарядная вакансия серы [1].

Поэтому исследование изменения ее интенсивности является очень информативным.



При $T_{отж.}=440^{\circ}\text{C}$ эта полоса практически исчезает, уменьшается интенсивность полосы 466 нм, но резко возрастает полоса 520 нм. Когда $T>440^{\circ}\text{C}$ (460°C и выше), появляется снова полоса 405 нм и опять увеличивается полоса 466 нм. При отжиге $T=600^{\circ}\text{C}$ спектр ФЛ практически повторяет спектр ФЛ исходного образца.

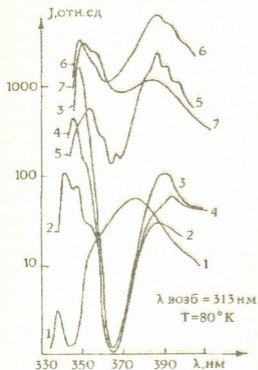


Рис.3. Спектры ультрафиолетовой ФЛ монокристаллов ZnS. 1 – облученный ионами S^+ ($D=10^{14}\text{ см}^{-2}$), неотожженный; 2,3,4 – отоженный при $T= 410, 440, 460^{\circ}\text{C}$ в насыщенных парах серы; 5 – облученный ионами S^+ ($D=5\cdot 10^{14}\text{ см}^{-2}$) и отоженный при $T= 440^{\circ}\text{C}$; 6 – исходный; 7 – нелегированный, отоженный в парах серы при $T= 440^{\circ}\text{C}$

После ионного облучения почти полностью пропадала полоса 345 нм. Последующий отжиг в интервале температур $410\text{-}440^{\circ}\text{C}$ восстанавливает интенсивность этой полосы, причем в некоторых образцах интенсивность ее превышает исходную в несколько раз (рис.3), а полоса 375 нм не восстанавливается до первоначальной интенсивности. Отжиг необлученных образцов в парах серы при $T=440^{\circ}\text{C}$ практически не меняет спектр ФЛ по сравнению с исходным. Это означает, что при этих температурах равновесие с газовой фазой, действительно,

Таким образом, уменьшение полосы 405, 466 нм в узком температурном интервале $410\text{-}440^{\circ}\text{C}$ соответствует появлению дырочной проводимости в образцах. Обе эти полосы связаны с наличием в кристалле донорных центров – V_s и Zn_p , и естественно, что появление дырочной проводимости должно быть связано с уменьшением концентрации этих компенсирующих донорных дефектов. При температурах отжига, заведомо превышающих критическую, дефекты самокомпенсации приводят к резкому возрастанию концентрации этих донорных дефектов. Хотя однозначная интерпретация кривой ультрафиолетовой ФЛ в ZnS в настоящее время отсутствует, тем не менее интересно проследить за изменением спектров ФЛ в этой области в имплантированных образцах (рис.3). Исходные образцы имеют две слабо размещенных полосы 345 и 375 нм. Положения интенсивности этих полос, к сожалению, значительно менялись даже в пределах одной пластины $d=15\text{ мм}$ – коротковолновая доминировала в центре пластины, а длинноволновая – у края.

После ионного облучения почти полностью пропадала полоса 345 нм. Последующий отжиг в интервале температур $410\text{-}440^{\circ}\text{C}$ восстанавливает интенсивность этой полосы, причем в некоторых образцах интенсивность ее превышает исходную в несколько раз (рис.3), а полоса 375 нм не восстанавливается до первоначальной интенсивности. Отжиг необлученных образцов в парах серы при $T=440^{\circ}\text{C}$ практически не меняет спектр ФЛ по сравнению с исходным. Это означает, что при этих температурах равновесие с газовой фазой, действительно,

устанавливается только за счет радиационно-стимулированной диффузии. В полосах 345 и 375 нм появляется тонкая структура, связанная с фоновыми повторениями, что характерно только для кристаллов с совершенной кристаллическостью поверхности. Однако уже в образцах легированных дозами $5 \cdot 10^{14} \text{ см}^{-2}$, при этих температурах отжиг уже неполный (рис.4), о чем свидетельствует более слабо различимая тонкая структура полос. Обе эти полосы характерны для сульфидов и классифицируются как низкоэнергетическая серия (НЭС) и высокоэнергетическая серия (ВЭС). НЭС появляется при отжиге в парах металла, ВЭС – в парах серы. Считается, что НЭС определяется переходами в донорно-акцепторных парах (3), НЭС часто сопровождается экситонной линией I_2 рекомбинация экситона на нейтральном доноре.

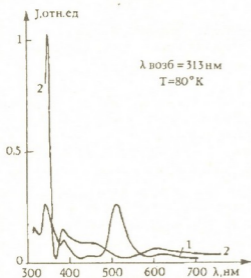


Рис.4. Спектры ФЛ: 1 – исходного кристалла ZnS; 2 – имплантированного ионами S^+ ($D=5 \cdot 10^{14} \text{ см}^{-2}$).

Механизм ВЭС сложнее, так как излучение сильно поляризовано [4]. Хагстоном разработана теория, в соответствии с которой ВЭС – это очень близкие донорно-акцепторные пары [5]. ВЭС почти всегда связывается с собственным дефектом (акцептором) в подрешетке серы. Так, Калп [6] связывает эту полосу с межузельной серой S_i , Брайнт [7] – с ассоциатом $V_{cd}S_i$ в CdS. Таким образом, эти модели в общем соответствуют тому, что получается при ионной имплантации серой – в высокоомных образцах p -типа или близких к стехиометричному составу ВЭС усиливается. Однако модель центра свечения ВЭС, по нашему мнению, требует уточнения. В области слабой проводимости p -типа преоблада-

ющими дефектами являются V_{Zn}^+ и двухзарядная вакансия серы V_s^{2-} , причем, последний тип дефекта обладает акцепторными свойствами, так как его положение определяется как $E_v+1,05$ эв в ZnS. Дефекты типа Si и их ассоциаты имеют очень небольшую концентрацию. Мелкий акцепторный уровень может создавать ассоциат типа $V_s^{2-} - V_{Zn}^+$, который имеет большую энергию связи в ближайших узлах решетки ($\sim 0,6$) и дает уровень $E_v+0,15$ эв вблизи валентной зоны. Этот уровень может определять ВЭС и обнаруженную дырочную ловушку 0,14 эв в имплантированных серой образцах. В работе [1] было показано, что более высокие температуры, превышающие критические, приводят к интенсивным процессам самокомпенсации. Это практически затрудняет инверсию типа проводимости. В то же время температура 440°C еще недостаточна для полного отжига радиационных дефектов при



средних (10^{15} см^{-2}) и больших дозах легирования (10^{16} см^{-2}) образом, с целью более полного отжига радиационных дефектов необходимо повысить температуру отжига, одновременно подавляя развитие процессов самокомпенсации. Другими словами, необходимо разработать такую методику отжига, при которой эффективная критическая температура оказалась бы более высокой. В работе [8] показано, что отжиг стехиометричного кристалла под пленкой вещества, в котором свободные энергии растворения компонент неодинаковы, дает возможность управлять отклонением состава от стехиометричного в более широкой области гомогенности, чем метод изменения состава сосуществующей паровой фазы компонента. Для системы ZnS-Au [8] температуру обработки можно повысить до 600-800°C. За счет интенсивного растворения цинка в слое золота изменение стехиометрии приводит к появлению дырочной проводимости.

В ряде работ [9-10] по имплантации сложных соединений применяется защитная пленка, предохраняющая, как считается, соединения от разложения. В качестве такой пленки используется SiO_2 , Si_3N_4 . Именно при использовании таких пленок удалось получить примесную дырочную проводимость в CdS и ZnSe. Однако использование такого типа пленок имеет некоторые недостатки: загрязнение кристаллов Si, неудовлетворительная адгезия к A_2B_6 , когда эти пленки получают термическим распылением, ионно-плазменные методы получения этих слоев могут приводить к необратимым изменениям в тонком легированном слое. Растворимость обоих компонент соединений A_2B_6 в этих пленках при низких температурах очень мала, и, поэтому предотвращается испарение кристалла при отжиге. Поэтому эти пленки выполняют функцию пассивной защиты и не участвуют в инверсии типа проводимости. Их можно назвать пассивными защитными пленками (ПЗП). При легировании акцепторной примесью I группы, замещающей металлоид, образуется избыточный металлоид, который при использовании ПЗП остается в кристалле и, являясь акцептором, дополнительно способствует понижению уровня Ферми, уменьшая влияние компенсирующих дефектов. В этом случае использование ПЗП целесообразно. Однако при легировании примесью I группы образуются избыточные междуузельные атомы, которые не могут покинуть кристалла из-за наличия ПЗП и, являясь донорами, усиливают интенсивность самокомпенсации. В этом случае использовать ПЗП нельзя. Разработанный нами метод радикало-лучевой гетеризирующей эпитаксии [11] позволяет решить эту задачу. Метод РЛГЭ отличается от классической эпитаксии тем, что один из компонентов — металлоид поступает из газовой фазы, а второй — металл из базового кристалла. Другими словами, имплантированные ионами серы S^+ монокристаллы ZnS использовались как базовые образцы и на этих кристаллах выращивался слой ZnS при температурах 400-800°C. Так как в формировании пленки ZnS Zn поступает от базового кристалла ZnS (имплантированного ионами S^+), а металлоид S практически не может

пройти этот слой, то мы получаем активно защитную пленку (АЗП), которая экстрагирует межузельные (в первую очередь) атомы цинка, ослабляя интенсивность самокомпенсации.

Нами использовался при отжиге кристаллов ZnS, имплантированных S^+ АЗП, слой ZnO, толщиной до 3мк. Образцы, облученные ионами S^+ с дозой 10^{15} см^{-2} , после отжига по методу РАГЭ при $T=460^\circ\text{C}$ имеют дырочную проводимость и более низкое сопротивление – до 10^{15} ом см . Как видно из рис.2, несмотря на повышенную температуру, полностью исчезает полоса 405нм, т.е. процессы самокомпенсации с образованием однозарядных вакансий серы подавлены. Отметим, что при этом одновременно увеличивается яркость зеленой полосы 520 нм, которая связана с изодированной двухзарядной вакансией серы $V_s^{..}$. Таким образом, можно сказать, что экстракция цинка из объема кристалла ZnS приводит к увеличению содержания металлоида в базовом кристалле, или же увеличению вакансии цинка. Для сохранения электронейтральности кристалла однозарядные вакансии серы переходят в двухзарядное состояние, образуя акцепторные центры $V_s^{..}$. Таким образом, эффективное управление собственно дефектной структурой ZnS с целью получения заданных электрических и оптических свойств путем ионной имплантации металлоида может быть достигнуто при последующем наращивании слоев ZnO методом РАГЭ.

Работа, описанная в статье, стала возможна благодаря гранту N RVD000 от Международного научного фонда.

Тбилисский государственный
университет им. И.А.Джавахишвили

(Поступило 29.12.1994)

ფიზიკა

თ.ბუთხუზი, ა.გიორგობიანი, დ.გაშიაშვილი ზ.ქაჩიშვილი, თ.ქელიძე

აქტიურ-დამცავი ფენის გამოყენება საკუთარ-დეფექტური
ხვრელური გამტარობის მისაღებად

რ ე ზ ი უ მ ე

ნაშრომში განხილულია აქტიურ-დამცავი ფენის (რსჰ მეთოდით მიღებული კრისტალური ფენა) გამოყენების შესაძლებლობები S^+ იონებით იმპლანტირებულ ZnS-ის კრისტალებში ხვრელური გამტარობის მისაღებად.

აქტიურ-დამცავი ფენის ზრდის პროცესში მონაწილეობს ბაზური კრისტალის მხოლოდ მეტალური კომპონენტი, რაც ხელს უწყობს მეტალოიდის კონცენტრაციისა და შესაბამისად ხვრელური გამტარობის ზრდას.

T. Butkhuzi, A.Giorgobiani, D.Jashiashvili, Z.Kachlishvili, T.Chelidze

Applications of Active-Defensive Films for Receive of Self-Defective Hole Conductivity

Summary

Possibility of application of active-defensive films (the crystal layers grown by RBGE) "kepping" implanted S^+ ions in the substrate ZnS crystal to obtain self-defective hole conductivity is suggested in the present work.

In the growing process of the active-defensive films only metal component of the substrate ZnS crystals participates. That contributes deviation from stekhiometer to the side of metalloid and increases hole conductivity.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. *З.П.Илюхина, Е.И.Панасюк, В.Ф.Туницкая, Г.Ф.Филина.* Труды ФИАН, 1972, **59**, 38-63.
2. *T.V.Butkhuzi, A.N.Georgobiani, N.P.Kekelidze, T.G.Khulordava.* J. Crystal Growth., **117**, 1992,366-369.
3. *D.G.Tomas, M.Gershenson, J.I.Hopfield.* Phys. Rev., **131**,6,1963, 2397-2404.
4. *O.Goede, E.Gutsche.* Phys. Status Solidi, **17**, 2, 1966, 911-923.
5. *Y.E.Hadston.* Phys.Status Solidi, (b), **54**, 1972, 503-511.
6. *B.A.Kulp, R.H.Kelley.* J. Appl. Phys., **32**,7,1961, 1290-129.
7. *F.J.Bryant, C.J.RAdford.* Phys. Chem.Solid State Phys., **3**, 6, 1970, 1264-1274.
8. *Т.В.Бутхузи, Г.В.Джакели, З.С.Качлишвили, Т.Г.Челидзе, З.И.Чубинишвили.* Сообщ. АН Грузии, **150**, 1, 53-55.
9. *Y.Shiraki, T.Shimada.* Komatsu App.Phys., **43**, 2, 1972, 710-718.
10. *S.Adachi, Y.Machi.* Jap. J. Appl. Phys., **17**, 1, 1978, 135-139.
11. *Е.В.Бутхузи, А.Н.Георгобиани, М.Б.Котляревский.* Авт. свид. 1175182, 1985.



УДК 550.36:551.14(479)

ГЕОФИЗИКА

М.А.Алексидзе (академик АН Грузии), Г.Е.Гугунава, Н.Г.Гугунава

Распределение стационарных термоаномалий V_p/V_s на Кавказе

Считается, что в сейсмоактивных регионах в период подготовки землетрясения наблюдается уменьшение значений параметра V_p/V_s . Изменение этого параметра, должно быть, связано с перераспределением напряженного состояния в геологической среде, в силу чего в ней происходит переориентация параметров анизотропии, которая и будет определять изменения V_p/V_s как краткосрочный процесс при подготовке землетрясений.

Аналогичные явления должны иметь место в квазистационарных, т.е. долгосрочных условиях напряженного состояния (например, в результате наступления Аравийской плиты на Евразийскую, либо термоупругих напряжениях внутри самой плиты). Физика явления одна и та же, и процессы, ей сопутствующие, будут такими же, т.е. стационарно напряженное состояние должно обусловить стационарное перераспределение анизотропии среды, следовательно, и параметра V_p/V_s .

Попытаемся показать правомерность приводимых выше выводов на фактическом материале. С этой целью воспользуемся исследованиями, проведенными в работах [1-3], где проводятся расчеты термоупругих моделей Кавказа и акваторий Черного и Каспийского морей, в частности вертикальных и горизонтальных составляющих вектора смещения \vec{U} и критерия фон Мизеса - критерия близости к разрушению пород для различных глубинных срезов.

На картах, представленных в этих работах, наблюдаются области значительных аномалий напряженного состояния пород, т.е., если исходить из вышеприведенных рассуждений, здесь должны наблюдаться и аномалии V_p/V_s , причем средними значениями считаются величины, близкие к 1,73.

Для проведения расчетов V_p/V_s воспользуемся построенными на базе трехмерных геотермических стационарных расчетов картами термо- V_p/V_s [4], т.е. с учетом влияния температур на скоростные характеристики для областей внутри "гранита", "базальта", а также на поверхности Мохо.

Даже поверхностное рассмотрение результатов расчетов V_p/V_s показывает, что на Кавказе и в прилегающих регионах наблюдаются резкочерченные аномалии зоны со значениями от 1,4 до 2,0 и более. Такие резкие изменения в значениях V_p/V_s свидетельствуют о том, что напряженное состояние (в частности термонапряжение) обуславливает



стационарное перераспределение V_p/V_s . Рассмотрим пространственное распределение этих аномалий, что позволит прийти к более определенным выводам.

Произведем анализ аномальных зон V_p/V_s , наблюдаемых в регионе исследований для отдельных горизонтов ("гранитный", "базальтовый", а также поверхность Мохо) с севера на юг и с запада на восток (к сожалению, для осадочного комплекса эти расчеты не проводились, тогда как гипоцентрия землетрясений в ряде случаев связана с этим слоем).

1. Средняя часть западного побережья Черного моря. Здесь внутри "гранитного" слоя отношение $V_p/V_s < 1,5$ (отклонение от среднего $-0,2$), что свидетельствует о значительной аномалии этой области. В "базальтовом" слое аномалия V_p/V_s несколько уменьшается до $1,6$ ($-0,1$) и видоизменяет свои контуры.

2. Южное побережье Крыма. Отношение $V_p/V_s < 1,4$ ($-0,3$), что свидетельствует о чрезвычайной аномальности региона в пределах "гранитного" слоя. В "базальтовом" слое аномалия несколько уменьшается, тем не менее остается значительной - $V_p/V_s = 1,6$ ($-0,1$).

3. Южное побережье Черного моря (Анатолия). Аномалия в "гранитном" слое достаточно высокая, отношение $V_p/V_s < 1,5$ ($-0,2$). Внутри "базальтового" слоя аномалия уменьшается до $1,6$ ($-0,1$).

4. Большой Кавказ. В районе Приэльбрусья в "гранитном" слое аномалия $V_p/V_s < 1,6$ ($-0,1$). В этом районе наиболее интересным является тот факт, что в "базальтовом" слое полностью исчезает отрицательная аномалия, наблюдавшаяся в "гранитном" слое, сменяющаяся значительной положительной аномалией $V_p/V_s > 2,0$ ($+0,3$).

5. Малый Кавказ. В "гранитном" слое региона величина $V_p/V_s < 1,6$ ($-0,1$) также является аномальной. Перехода в "базальтовый" слой, аномалия, подобно Приэльбрусской, меняет знак, становясь положительной $-V_p/V_s = 1,9$ ($+0,2$). В юго-восточном направлении, в районе Эльбурсских гор аномалия полностью исчезает ($1,7$), попадая в окружение высоких значений $V_p/V_s = 1,9$.

6. Восточное побережье Каспийского моря. В районе Кара-Богаз-Гола в "гранитном" слое наблюдается отрицательная аномалия $V_p/V_s < 1,6$ ($-0,1$). В "базальтовом" слое аномалия остается той же, лишь смещается в юго-восточную часть Кара-Богаз-Гола.

Можно видеть, что все эти аномалии достаточно хорошо коррелируют с сейсмоактивными регионами, а в горизонтах, где происходит переход в положительные аномалии (Приэльбрусье, Малый Кавказ), сейсмичность затухает, аналогично тому, как это происходит с термонапряженным состоянием [5].

Все вышеописанные аномалии V_p/V_s (за исключением некоторых горизонтов) имеют тенденцию к занижению относительно средней величины ($1,73$) в пределах $-0,1 \div +0,3$, что характерно для временных изменений отношений V_p/V_s в период перед землетрясениями. Поэтому его пытаются использовать как один из прогностических признаков при выявлении предвестников землетрясений. По-видимому,

такое же значение должна иметь и статическая (квазистационарная) характеристика V_p/V_s , нося характер индикатора сейсмоактивности, области околугрунтовой изолинией с отрицательными значениями V_p/V_s .

При общем рассмотрении региона исследований видим, что, помимо областей, охваченных "отрицательными" аномалиями V_p/V_s , имеют место обширные зоны "положительных" аномалий.

Если исходить из приводимых ранее соображений, то увеличение отношения V_p/V_s должно свидетельствовать об относительной асейсмичности региона или даже горизонта.

Перейдем к рассмотрению регионов, где V_p/V_s превышает среднее значение 1,73. Таких крупных регионов выделяется два, это акватории Черного и Каспийского морей, а также отдельные участки "базальтового" слоя Кавказа, о котором речь шла выше.

Величины V_p/V_s в акваториях морей значительно превосходят 2,0.

Рассмотрим каждую из этих областей в отдельности.

7. Акватория Черного моря характеризуется значительными величинами V_p/V_s в своей периферийной части, тогда как ближе к центральной (в центре "гранитный" слой выклинивается) они значительно выше и превышают 2,0. В "базальтовом" слое аномалия несколько затухает: $V_p/V_s=1,8$.

8. Акватория Каспийского моря почти полностью повторяет ситуацию, подобную Черноморской. В "гранитном" слое $V_p/V_s=2,0$ и более. Эта аномалия имеет свое продолжение на западе, занимая всю Куринскую низменность - $V_p/V_s=1,9$. Аномалии Черного и Каспийского морей объединяются узкой полосой ($V_p/V_s=1,8$) через Рионо-Куринскую депрессию. В "базальтовом" слое Каспийская и Черноморская аномалии несколько сужаются, а Рионо-Куринская - расширяется.

Интересная положительная аномалия наблюдается в районе Дагестана.

По ходу обсуждения результатов нигде не упоминалось поведение отношения V_p/V_s на поверхности Мохо. Дело в том, что на этой поверхности поле V_p/V_s становится более однородным, тем не менее существует граница, отделяющая "нормальное" поле от аномального. Нормальное поле V_p/V_s порядка 1,65-1,75 проходит к северу от Большого Кавказа, в районе акватории Черного моря резко сворачивает на юго-юго-восток и, охватывая вся акваторию, уходит на запад. На востоке, проходя по северному Дагестану, доходит до середины Каспия и резко сворачивает на юго-восток, "разрезая" весь Каспий пополам. Все, что находится к югу от этой полосы, представляет собой положительную аномалию от 1,8 до 1,9. Исключения представляют собой отдельные участки: это западное побережье Черного моря, средняя часть южного побережья Черного моря и юго-западное побережье Крыма (аномалия менее 1,6).

Обсуждение результатов. Во введении стабы и самом названии речь шла о возможном генезисе возникновения аномалий V_p/V_s и их региональном распространении.

Что касается вопроса одного из источников возникновения аномалий, то он, повидимому, достаточно ясен - рассмотрение



результатов V_p/V_s свидетельствует само за себя. Имеются аномалии V_p/V_s , связанные с существованием термоупругих напряжений в коре Кавказа и акваторий Черного и Каспийского морей. Такой вывод следует из сопоставления результатов данных расчетов V_p/V_s с картами того же планшета вертикальных смещений, критерия фон Мизеса и др. [1-3,5], обусловленных термическим разогревом региона исследований и хорошо коррелирующих друг с другом. Конечно, наряду с напряженным состоянием, обусловленным термическим разогревом, несомненно, существуют напряжения, генезис которых иной, например: механический, связанный с наступлением Аравийской плиты на Евразийскую. И в этом случае, по-видимому, будут возникать аномалии V_p/V_s .

Из работы [5] следует, что в сейсмоактивных регионах количество землетрясений имеет высокий коэффициент корреляции с термоупругими напряжениями в том или ином виде (здесь имеются в виду вертикальные и горизонтальные термосмещения, термо-критерий фон Мизеса и др.), т.е. речь идет уже не о качественной, а о количественной стороне вопроса.

Отсюда вытекает непосредственная следственная связь и зависимость критерия V_p/V_s от термоупругих напряжений и все те соотношения, которые были выявлены в связях термоупругих напряжений и сейсмичностью, относятся и к отношению V_p/V_s .

Таким образом, трехмерные термоупругие и термоскоростные модельные расчеты показывают, что аномалии V_p/V_s в сейсмоактивных районах должны возникать не только непосредственно перед началом землетрясений, но и в продолжении всего периода термического разогрева региона, а, следовательно, и термического воздействия в сейсмоактивной области. Это означает, что для прогностических целей величина параметра V_p/V_s должна браться лишь с учетом квазистационарных значений V_p/V_s , характерных для определенных регионов.

Институт геофизики АН Грузии

(Поступило 14.1.1994)

გეოფიზიკა

მ. ალექსიძე (აკადემიკოსი), გ. გუგუნავა, ნ. ჩიქოვანი

V_p/V_s სტაციონარული თერმოდინამიკის განაწილება კავკასიაში რეზიუმე

სტაციონარული სითბური და თერმოდინამიკური სამგანზომილებიანი მოდელის გამოთვლების ბაზაზე კავკასიისა და შავი და კასპიის ზღვების აკვატორებისათვის ნაჩვენებია V_p/V_s პარამეტრის ანომალური ველების არსებობის რეალური შესაძლებლობა ანომალური თერმოდინამიკური მნიშვნელობების რაიონებისათვის. გამოყოფილია არეები და ცალკეული ჰორიზონტებიც კი V_p/V_s -ის ანომალური

მნიშვნელობებით, რაც საკმაოდ კარგ თანხმობაშია ამ რეგიონების სეისმოლოგიისათვის. ეს თავის მხრივ ნიშნავს, რომ V_p/V_s პარამეტრი სეისმოლოგიისათვის უნდა გამოვიყენოთ მხოლოდ V_p/V_s -ის კვაზისტაციონარული მნიშვნელობების გამოყენებით.

GEOPHYSICS

M.Alexidze, G.Gugunava, N.Gugunava

V_p/V_s Stationary Thermoanomalies Distribution on the Caucasus

Summary

On the base of construction of the stationary three-dimensional thermic and thermoelastic models of the Caucasus and aquatories of the Black and Caspian seas the real possibility for existence of V_p/V_s anomal fields in the regions of thermoelastic stresses is shown. The regions and isolated horizons with anomal values of V_p/V_s which are in a sufficient agreement with seismicity of these regions are separated. It means that under usage of the experimental V_p/V_s parameters for the prognosis it is necessary to take into account their quasistationar values in these regions.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. *М.А.Алексидзе, Г.Е.Гугунава, Д.К.Кирия, Т.Л.Челидзе, Г.Ш.Шенгелая.* Сообщ. АН ГССР, **117**, 1, 1985, 53-56.
2. *М.А.Алексидзе, Г.Е.Гугунава, Д.К.Кирия, Т.Л.Челидзе.* В сб.: Геотермические модели геологических структур. С.Пб., 1991, 85-90.
3. *Г.Е.Гугунава.* Автореф. докт. дис. Баку, 1989.
4. *Д.К.Кирия.* Дис. канд. ф-м. наук. Тбилиси. 1984.
5. *М.А.Алексидзе, Г.Е.Гугунава, Д.К.Кирия, Т.Л.Челидзе, Н.Г.Гугунава.* В сб.: Геотермические модели геологических структур. С.Пб., 1991, 176-182.

Э.Ш.Элизбарашვილი, Т.В.Хеладзе, З.В.Хеладзе

О статистических свойствах эмпирического распределения среднесуточных температур воздуха на территории Грузии

(Представлено академиком Б.К.Балавадзе 25.11.1993)

Решение многих теоретических и практических задач метеорологии требует сведений о статистических свойствах распределения данных. Статистические свойства этих данных достаточно хорошо выражают моменты распределения – дисперсии, вариации, асимметрии и эксцесса [1]. В статье представлены результаты исследования статистических

свойств среднесуточных температур воздуха на территории Грузии.

В качестве исходного материала использованы многолетние данные наблюдений 60 метеорологических станций [2]. Статистические характеристики рассчитывались по группированным рядам наблюдений для центральных

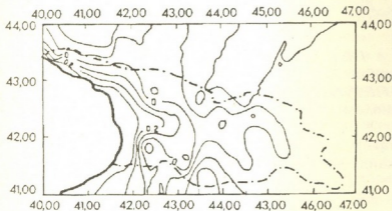


Рис.1. Пространственное поле асимметрии средней суточной температуры. Апрель

месяцев сезонов года. На основе обработанных машинным способом использованных данных построены пространственные поля распределения этих характеристик. На рис.1 и 2 представлены примеры таких построений.

Главным свойством пространственного распределения среднеквадратических отклонений температуры является стабильность. Так, например, в январе среднее квадратическое отклонение изменяется в пределах 3,7-5,0°, т.е. диапазон изменения составляет лишь 1,3°, в то время как диапазон изменения температуры в 10-раз больше. Среднее квадратическое отклонение температуры в апреле составляет 3,7-5,5°, в июле 1,9-3,6°, а в октябре 3,4-5,0°.

В январе минимальные значения среднеквадратических отклонений температуры отмечены в причерноморской зоне Колхидской низменности. Здесь ее величина не превышает 4°. Во внутренних районах Колхидской низменности среднее квадратическое отклонение

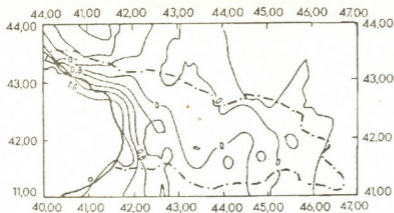


Рис.2. Пространственное поле эксцесса средней суточной температуры. Июль

В апреле среднее квадратическое отклонение температуры несколько возрастает, хотя основные закономерности территориального распределения сохраняются. Увеличение величины отклонения, очевидно, объясняется активизацией местной циркуляции.

В июле величина среднеквадратического отклонения минимальна, однако стабилизирующее влияние Черного моря все же отмечается.

В октябре минимальные значения среднего квадратического отклонения температуры отмечены на Черноморском побережье (3,6-3,8°). Во внутренних районах Колхидской низменности и в горах величина отклонения несколько возрастает (4,0-4,2°).

На значительной территории асимметрия среднесуточной температуры слабая, т.е. $0 \leq |A| \leq 0,25$. Поэтому по отношению к эмпирическому распределению может быть использован нормальный закон распределения, что ранее было доказано для годовых и месячных температур [3]. В высокогорной зоне Западного Кавказа асимметрия сильнее. Это объясняется существованием устойчивого снежного покрова. Максимум асимметрии относится к Шираки [1,2], что объясняется континентальностью климата. Очевидно, для такого случая более целесообразным будет использование системы распределения Шарлье, учитывающей поправку на асимметрию и эксцесс [3].

Как известно, весной усиливаются адвективные процессы со стороны Черного моря. Это оказывает существенное влияние на температурное поле Западной Грузии. Здесь асимметрия повсюду положительна. В Восточной же Грузии сохраняются отрицательные значения асимметрии. На значительной территории республики асимметрия слабая, исключение составляет узкая полоса причерноморского побережья, где асимметрия умеренная, что, очевидно, объясняется активизацией муссонной циркуляции.

В летний период асимметрия температуры, в основном, слабая и умеренная, что позволяет рекомендовать аппроксимации эмпирического распределения нормального закона.

возрастает до 4,4° на Имеретинской возвышенности и Западном Кавказе увеличивается до 4,4°.

Максимальные значения среднеквадратических отклонений в континентальных и горных районах Восточной Грузии, в частности в Казбеги и Бакуриани, составляют 4,7°, в Шираки 4,8°, в Цалке и Ахалкалаки 5,0°.



Осенью асимметрия отрицательна. По абсолютной величине она слабая; исключение составляет северная часть Мтиулетского хребта, где асимметрия сильная.

Пониженные значения эксцесса распределения температуры в январе отмечаются на Колхидской низменности, Имеретинской возвышенности и в Аджарии. Сильный эксцесс характерен для Большого Кавказа и восточной части Грузии.

В апреле эксцесс существенно понижается. Пониженные значения эксцесса сохраняются и в июле, хотя в отдельных станциях – Анаклия, Гагра, Кобулет, Очхамуре и Зеленый Мыс асимметрия превышает 2,0.

В октябре эксцесс несколько уменьшается, однако в северной части Мтиулетского хребта величина эксцесса значительна.

В заключение отметим, что представленные выше пространственные поля и их характеристики могут быть использованы при моделировании рядов температуры и анализа этих рядов, а также для прогноза температуры воздуха.

Академия наук Грузии.
Институт геофизики

(Поступило 26.11.1993)

გეოფიზიკა

ე.ელიზბარაშვილი, თ.ხელადე, ზ.ხელადე

ჰაერის საშუალო დღე-ღამურ ტემპერატურათა ემპირიული
განაწილების სტატისტიკური თვისებების შესახებ
საქართველოს ტერიტორიაზე
რ ე ზ ი უ მ ე

საქართველოს 60 მეტეოროლოგიური სადგურის დაკვირვებათა მონაცემებით გამოთვლილია საშუალო დღე-ღამურ ტემპერატურათა ემპირიული განაწილების სტატისტიკური მახასიათებლები – დისპერსია, ასიმეტრია და ექცესი. აგებულია განაწილების ველები, დადგენილია ტერიტორიული განაწილების ძირითადი კანონზომიერებანი და გამომუშავებულია შესაბამისი რეკომენდაციები ემპირიულ განაწილებათა თეორიული ფუნქციებით აპროქსიმაციისათვის.

GEOPHYSICS

E.Elizbarashvili, T.Kheladze, Z.Kheladze

About Statistical Properties of Empirical Air-Distribution of
Day-and-Night Average Temperature on the Territory of Georgia

S u m m a r y

By means of statistic data of 60 meteorological stations empirical distribution of dispersy, asymmetry and excess and average day-and-night temperature is calculated.

Space distribute fields are built, basic principles of territory distribution are established and proper recommendations about empirical distribution by theoretical functions for approximation are worked out.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. *Н.В.Кобьшева*. Косвенные расчеты климатических характеристик. Л., 1971.
2. Справочник по климату СССР. Вып. 14, ч.2. Л., 1970.
3. *Ж.Д.Алибегова, Э.Ш.Элизбарашвили*. Статистическая структура атмосферных осадков в горных районах. Л., 1980.



А.Е.Шаптошвили, Г.Ш.Шенгелая (чл.-корр. АН Грузии)

Упруго-вязкие деформации Кавказского региона под действием Аравийской плиты

В данной работе решена задача деформации Кавказского региона, рассматриваемого как упруго-вязкое пятислойное тело, подчиняющееся реологии Максвелла, под действием внешней силы-движения Аравийской плиты.

Реология Максвелла описывает тело, которое ведет себя как чисто упругое в случае, если внешние силы меняются с частотой большей, чем характерная частота релаксации, и как вязкая жидкость в противоположном случае [1-6]. Реологическое уравнение имеет вид:

$$2\mu \frac{d}{dt} U_{iK} = \frac{d}{dt} \sigma_{iK} + \frac{l}{\tau} \sigma_{iK},$$

где U_{iK} — тензор деформации, σ_{iK} — тензор напряжений, τ — характерное время релаксации, μ — модуль сдвига, t — время. Из этого уравнения можно получить тензор напряжений в виде:

$$\sigma_{iK} = \left[\sigma_{iK} - 2\mu U_{iK} \right]_{t=t_0} \exp\left\{ \frac{t-t_0}{\tau} - \frac{t}{\tau} \right\} + 2\mu U_{iK} - \\ - 2 \exp\left\{ -\frac{t}{\tau} \right\} \int_{t_0}^t \frac{\mu}{\tau} \exp\left\{ \frac{t}{\tau} \right\} U_{iK} dt.$$

Подставляя это выражение в уравнение статики упруго-вязкого тела:

$$\frac{\partial}{\partial x_j} \sigma_{iK} = \theta, \text{ получаем систему из трех дифференциальных уравнений в}$$

частных производных для трех компонент вектора смещения.

Задача решается в геоцентрической сферической системе координат (r, θ, φ) . Расчетной областью служит часть шара, ограниченная с боков поверхностями постоянных θ и φ и снизу поверхностью постоянного r на глубине 700 км. Рассматриваемое тело состоит из пяти "горизонтальных" слоев, разделенных границей осадочного комплекса, поверхностями Конрада и Мохоровичича и границей между астеносферой и верхней мантией. Граничные условия на границах слоев следующие: силы, действующие на оба слоя, равны по величине и противоположны по направлению. В работе используются установленные в Институте геофизики АН Грузии геологические конфигурации слоев в Кавказском регионе [7].

Граничные условия задачи следующие: на нижней и северной границах тело фиксировано (на севере считается неподвижной Скифская плита), на восточной и западной границах - условия Неймана, на верхней границе - условие свободной поверхности.

Интересующие нас эффекты связаны с действием Аравийской плиты: на южной границе действует модельная сила в северо-северо-восточном направлении, соответствующая движению Аравийской плиты со скоростью 3 см/год.

Для численного решения данной задачи применена обобщенная

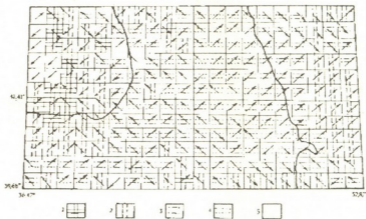


Рис.1. Порядок величины смещений в см:

1. - 1 см; 2. - 0,1 см; 3. - 0,01 см; 4. - 0,001 см;
5. - <0,001 см

процедура сопряженных градиентов **ORTHODIR** [2]. Применение подобной процедуры связано с тем, что матрица коэффициентов системы линейных алгебраических уравнений, полученной в результате разностной аппроксимации исходной системы, не симметрична и не положительно определена.

Реализован соответствующий пакет программ. Продемонстрирована устойчивая сходимость предложенного алгоритма.

В результате получены поля смещений в см и плотности энергии деформации в эрг/см^3 .

Решенная задача представляет из себя, по существу, численный эксперимент, в котором Кавказский и прилегающие к нему регионы подвергнуты действию двух внешних сил: движущейся с юга в северо-восточном направлении Аравийской плиты и неподвижной Скифской плиты с севера.

На рис. 1 представлена структура смещений на поверхности Конрада, причем стрелки указывают, в каком квадранте расположена горизонтальная компонента вектора смещений.

На рис. 2 представлены порядки величины полей плотности энергии деформации на поверхностях Мохоровичича, Конрада и на границе кристаллического фундамента.

Из рассмотрения этих схем видно, что в целом картина направления смещений неоднородна. Для территорий, охватывающих восточную

часть Кавказа, подавляющее большинство векторов смещений имеет северо-восточное направление. Что же касается района западнее меридиана Тбилиси-Владикавказ-Ереван, то здесь приоритетное направление этих векторов трудно проследить.

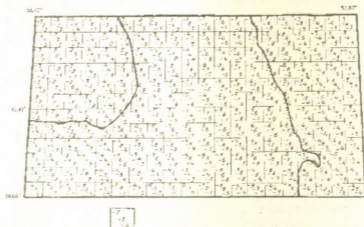


Рис.2. Плотность энергии деформации в $\text{эрг}/\text{см}^3$:

- 7 - на поверхности кристаллического фундамента,
- 5 - на поверхности Коппа,
- 4 - на поверхности Мохоровичича

На схемах видны зоны возмущения поведения векторов смещений.

Одна из них в самых общих чертах приурочивается к полосе наибольшего сужения Большого Кавказского перешейка, где на схеме поверхности Мох, построенной на основе гравитационной модели земной коры Кавказа [7], вырисовывается четкое поднятие этой поверхности.

Далее, из схем видно, что смещения по модулю существенно больше в области Черного и Каспийского морей, что, по-видимому, связано с глобальной геологической структурой — значительно большей толщиной земной коры под Кавказом, чем под морями.

В целом можно сделать заключение, что модель может служить индикатором существования нетривиальных тектонических структур в некоторых районах Кавказа.

Однако нужно заметить, что для связи с реальной тектонической картиной нужно учесть термоупругие и гравитационные силы, а также более точно структурные границы Аравийской и Скифской плит.

Данная работа является одним из начальных этапов построения современной региональной геодинамической модели Кавказа, осуществляемой в Институте геофизики АН Грузии по идее академика М.А.Алексидзе.

Академия наук Грузии
Институт геофизики

(Поступило 2.11.1994)

ა. შაფთოშვილი, გ. შენგელაია (საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი)

არაბეთის ფილაქნის მოქმედებით გამოწვეული დრეკად-
 ბლანტი დეფორმაციები კავკასიის რეგიონში

რ ე ზ ი უ მ ე

ამოხსნილია დეფორმაციების ამოცანა კავკასიის რეგიონისათვის. რეგიონი განხილულია როგორც დრეკად-ბლანტი სხეული, რომელიც აღიწერება მაქსველის რეოლოგიით. მოქმედებს ერთადერთი გარეგანი ძალა: არაბეთის ფილაქნის მოძრაობა ჩრდილო-ჩრდილო-აღმოსავლეთის მიმართულებით. მიღწეული შედეგები გვიჩვენებს კორელაციას რეგიონის სიღრმულ აგებულებასთან.

GEOPHYSICS

A. Shaptoshvili, G. Shengelaia

Elastic-Viscous Stresses in the Caucasus Region Caused by
 Arabic Plate's Action

S u m m a r y

The problem of deformation in the Caucasus region being considered as elastic-viscous five-layer body described by the Maxwell rheology has been solved in the present work. Only one extended force acts: Arabic plate's motion. Obtained results demonstrate correlations with tectonical data.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. *Л.Д.Ландау, Е.М.Лифшиц.* Теория упругости. М., 1987.
2. *Л.Хейгеман, Д.Янг.* Прикладные итерационные методы. М., 1986.
3. *М.А.Алексидзе.* Тез. к междунар. конф. "Математические модели в прогнозе землетрясений". Тбилиси, 1986.
4. *А.Е.Шапгошвили.* Сообщ. АН ГССР, 140, 1, 1990.
5. *А.Е.Шапгошвили.* Сообщ. АН ГССР, 141, 1, 1991.
6. *А.Е.Шапгошвили.* Деп. в Техинформ, № 907-93 (2.12.1993). Тбилиси.
7. *Г.Ш.Шенгелая.* Гравитационная модель земной коры Кавказа. М., 1984.



შპა 551.509.313

გეოგრაფია

მ.გურგენიძე, ზ.ხვედელიძე

ატმოსფეროს დინამიკა და აეროზოლური მინარევები ტროპოსფეროში

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ბ.ბალაქაძემ 11.1.1994)

თანამედროვეობის ერთ-ერთი აქტუალური საკითხია გარემომცველ ბუნებაზე ანთროპოგენური ზემოქმედების რეგულირება, ცივილიზაციის არსებული ტიპების შენარჩუნებით. პირველ რიგში აუცილებელია სუფთა ატმოსფეროს შენარჩუნება, ვინაიდან საჭაერო აუზის დაქუჩყიანება მოსპობით ემუქრება არა მარტო სიცოცხლეს, არამედ გარემომცველ გარემოს მთლიანად. ბუნებრივია, ჰაერის დაქუჩყიანებაზე დაკვირვების წაროება და მიღებული შედეგების ანალიზი უშუალოდ უკავშირდება მეტეოროლოგიურ ამოცანებს. ამ თვალსაზრისით ერთ-ერთ მნიშვნელოვან პრობლემას წარმოადგენს ატმოსფერული აეროზოლებისა და ოზონის შემცველობის ცვალებადობა. დღეისათვის დადგენილია კავშირი აეროზოლების კონცენტრაციის ცვლილებასა და მეტეოროლოგიურ სიტუაციებს, ციკლონებსა და ანტიციკლონებს, ბარიულ გრადიენტებს შორის [1-4]. ცხადია, აღინიშნება აეროზოლების, კერძოდ ოზონის საერთო შემცველობის ცვლილება ტროპოსფეროში, რაც მიწისპირა ფენაში მნიშვნელოვნად იქნება დამოკიდებული ატმოსფეროში მიმდინარე დინამიკურ პროცესებზე [5-6].

ასეთი მიდგომა საშუალებას გვაძლევს არა მარტო შევნიშნოთ გაზური მინარევის კონცენტრაციის ცვლილება, არამედ შევიმუშავოთ ატმოსფეროში მცირე გაზებზე აკუსტიკურ-გრავიტაციული და რელიეფური ტალღების ზემოქმედების ფიზიკური მოდელი [2, 5, 7].

ცნობილია, რომ დედამიწის ატმოსფერო შეიცავს სხვა გაზებთან ერთად გაზ ოზონსაც. ბუნებრივ პირობებში იგი წარმოიქმნება ზღვის დონიდან 40-50 კმ სიმაღლეზე, შემდეგ ეშვება ქვემოთ და მისი კონცენტრაციის მაქსიმუმი დაიკვირვება 20-25 კმ სიმაღლეზე, სადაც ოზონის კონცენტრაცია იმყოფება დინამიკურ წონასწორობაში. ამ ფენის ზემოთ და ქვემოთ ოზონის შემცველობა მცირდება.

ოზონის ატმოსფერული რეზერვუარიდან ტროპოსფეროში გადატანა წარმოებს ჰაერის ტურბულენტობით და დაღმავალი დინებით. ოზონის დაყვანილი სისქე საშუალოდ 3-5 მმ-ია. ბუნებრივი ოზონის ტროპოსფეროში შემცველობა მთელი საერთო რაოდენობის 8-15%-ს შეადგენს [1]. ოზონის ერთ-ერთი ძირითადი თვისებაა შთანთქმის მზის 290 მმ-ზე დაბალი ტალღის სიგრძის რადიაცია. ამის გამო სიცოცხლისათვის საშიში მზის რადიაცია ვერ აღწევს დედამიწის ზედაპირს. ამავე დროს ტროპოსფეროში მცირე შემცველობა 20-50 მგ/მ³ აუცილებელია ცოცხალი ორგანიზმის ნორმალური განვითარებისათვის.

ატმოსფერული მოვლენების სინოპტიკური ანალიზიდან დადგენილია, რომ ამიერკავკასიაში ჰაერის ცირკულაციური პროცესების განვითარებისათვის არსებითი მნიშვნელობა აქვს კავკასიონის მთაგრეხილებს. აქედან გამომდინარე, აეროზოლების

კონცენტრაციის სივრცულ განაწილებაზე აუცილებლად უნდა ახდენდეს გავლენას დედამიწის რელიეფის თავისებურებანი, ჰაერის მასების ვერტიკალური მოძრაობა, ჰორიზონტალურ-ბარიული გრადიენტების ტიპები, რაც თავისთავად განაპირობებს ატმოსფეროს ფართომასშტაბიან მოძრაობას. ყოველივე ამის გამო ატმოსფეროში აეროზოლის (მათ შორის ოზონის) სივრცულ განაწილებაში მნიშვნელოვან როლს ასრულებს ფართომასშტაბიანი მოძრაობა. აღნიშნული მოძრაობისათვის ჩვეულებრივი წესით მიიღება სიჩქარის გრიგალის განტოლება, რომელსაც აქვს შემდეგი სახე [2,3]

$$\frac{\partial \Omega}{\partial t} + U \frac{\partial (\Omega + f)}{\partial x} + V \frac{\partial (\Omega + f)}{\partial y} = -fD, \quad (1)$$

სადაც $\Omega = \text{rot } V$ - სიჩქარის გრიგალი, U და V - ქარის სიჩქარის ჰორიზონტალური მდგენელები x და y ღერძის გასწვრივ, f - კორიოლისის პარამეტრი, $D = U_x + V_x$ - სიჩქარის ბრტყელი დივერგენცია.

დედამიწის რელიეფის გავლენის გათვალისწინებით ქარის სიჩქარის მდგენელები, გრიგალი და დივერგენცია დენის Ψ ფუნქციის საშუალებით გადმოიცემა შემდეგნაირად:

$$U = -\frac{1}{\eta(x, y)} \Psi_x; \quad V = \frac{1}{\eta(x, y)} \Psi_y; \quad (2)$$

$$\Omega = \frac{1}{\eta} \Delta \Psi - \frac{1}{\eta} [a(x, y) \Psi_x + b(x, y) \Psi_y]; \quad (3)$$

$$D = \frac{1}{\eta} (\ln \Psi), \quad (4)$$

სადაც $\eta = \frac{P_x}{P_0}$ არის რელიეფის მახასიათებელი პარამეტრი, P_x - წნევა მთის ზედაპირზე, P_0 - წნევის მნიშვნელობა ზღვის დონეზე, (a, b) - იაკობიანი.

$$a = -\frac{\partial \ln \eta(x, y)}{\partial x}; \quad b = -\frac{\partial \ln \eta(x, y)}{\partial y}$$

მთის გავლენის მახასიათებლებია შესაბამისად, პარალელისა და მერიდიანის გასწვრივ. ჩავსვათ (1)-ში, (2),(3),(4) მნიშვნელობები [2,5], მივიღებთ:

$$\Delta \Psi_t + a(x, y) \Psi_{tx} + b(x, y) \Psi_{ty} + \beta \Psi_x = \frac{1}{f\eta_{\text{საშ}}} (\Psi, \Delta \Psi) - f(\ln \eta, \Psi), \quad (5)$$

სადაც $\beta = f_y$ როსბის პარამეტრია.

წარმოვადგინოთ (5) განტოლების ამოხსნა ბრტყელი ტალღის სახით

$$\Psi = \Psi_0 + N \exp(i(mx+ny) + \chi t), \quad (6)$$

სადაც $m = \frac{2\pi}{L_x}$, $n = \frac{2\pi}{L_y}$ ტალღური რიცხვებია x , y ღერძების მიმართ შესაბამისად,

L_x, L_y - ტალღების სიგრძე, χ - ფიზიკური სიჩქარე.

მოითხოვება, რომ $t = 0$ საწყის მომენტში ცნობილი იყოს დენის ფუნქციის ველი, ე.ი.

$$t = 0, \quad \Psi = \Psi_0(x, y)$$



(6) გამოსახულების (5)-ში ჩასმით მიიღება დისპერსიული დამოკიდებულება ფაზური სიჩქარის განსაზღვრისათვის :

$$\chi(ip^2 + am + bn) + i[\beta m + f(bn + am)] = 0, \quad (7)$$

სადაც $p^2 = m^2 + n^2$. (7)-დან ჩანს, რომ ფაზურ სიჩქარეს აქვს კომპლექსური მნიშვნელობა, მაგრამ თუ შესრულდება პირობა:

$$am + bn = 0, \quad \text{ანუ} \quad \frac{a}{b} = -\frac{n}{m} = -\frac{L_x}{L_y}, \quad (8)$$

მაშინ სიჩქარის სიდიდე იქნება რეალური. ამ პირობით მიღებულ ტალღებს უწოდებენ ნეიტრალური ტიპის ტალღებს. სტაციონარული ტალღის არსებობისათვის კი აუცილებელია და საკმარისი დამკაყოფილდეს პირობა:

$$f\alpha m - m(fb + \beta) = 0. \quad (9)$$

ამრიგად, β ეფექტი, გამოწვეული დედამიწის ბრუნვით თავის ღერძის გარშემო, არ მოქმედებს ნეიტრალური ტიპის ტალღებზე, მაგრამ არსებითაა სტაციონარული ტალღებისათვის, (8) და (9) დამოკიდებულების ანალიზის საფუძველზე მიიღება პრაქტიკული დასკვნები:

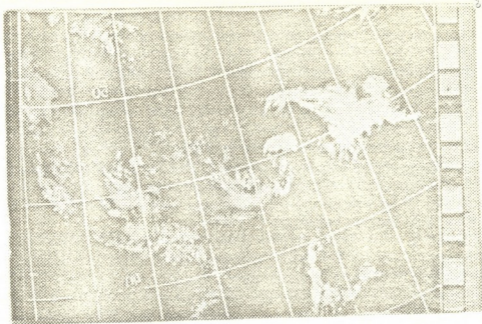
1. მერიდიანისა და პარალელის გასწვრივ ტალღის სიგრძეების შეფარდება დედამიწის რელიეფის შესაბამის საშუალო დახრასთან, ნეიტრალური და სტაციონარული ტალღებისათვის არის ურთიერთ შებრუნებული.

2. სტაციონარული ტალღა კავკასიაზე გაწეილია განედის გასწვრივ, მთაგრეხილის პარალელურად, გრეხილი მთის დასავლეთიდან აღმოსავლეთით, ტალღის პერიოდი არის 5-15 დღე-ღამე.

ცნობილია, რომ სტაციონარული ტალღის არსებობისა და მოძრაობის ერთ-ერთ ინდიკატორს წარმოადგენს ოროგრაფიული ფენა - გროვა ღრუბლები, ამიტომ ჩვენ მიერ განლაგებულ იქნა ღრუბელთა თანამგზავრული სურათები, მოცემულ რეგიონზე საკმაოდ დიდი დროითი პერიოდისათვის, ძირითადი მეტეოროლოგიური სიტუაციების გათვალისწინებით. აღმოჩნდა, რომ კავკასიის რეგიონში საკმარისად ხშირად გვაქვს სტაციონარული მდგრადი ტალღა შესაბამისი მეტეოროლოგიური პირობებით ტროპოსფეროში, სურ. 1. [2,6].

ასეთი ტალღები დაიკვირვებოდა 1987 წლის იანვარში, რომელსაც მოჰყვა დიდი თოვლიანობა დასავლეთ საქართველოში; 1987 წლის 2-25 ოქტომბერს - ანტიციკლონური არე მთელ საქართველოზე ნორმასთან შედარებით დაბალი ტემპერატურით; 1992 წლის იანვარ-თებერვალში - ციკლონური არე დასავლეთ საქართველოში, რასაც მოჰყვა ხანგრძლივი პერიოდის (40 დღე-ღამე) უწყვეტი ნალექიანობა თოვლის სახით.

ბუნებრივია, ჰაერის მასების ზემოთ აღნიშნული გადაადგილებანი დედამიწის რელიეფის გავლენის გათვალისწინებით გამოიწვევს მათი შინაგანი შემცველობისა და ფიზიკური თვისებების (მათ შორის აეროზოლური მინარევების) ცვლილებას. ცხადია, რომ მიწისპირა აეროზოლების კონცენტრაციის სიმაღლის მიხედვით ცვლილების ხასიათიც დამოკიდებული იქნება რელიეფის ფორმაზე, მასების ვერტიკალურ გადაადგილებასა და ატმოსფეროს სტრატოფიკაციაზე. ვინაიდან ვერტიკალური სიჩქარის სიმაღლის მიხედვით ცვლილება განისაზღვრება სხვადასხვა დონეზე წნევის ლოკალური ცვლილებით [6-8], ამიტომ მინარევთა კონცენტრაცია სიმაღლის მიხედვით შეიცვლება წნევის ველის სიტუაციის მიხედვით. სახელდობრ, როცა დიდ სიმაღლეზე წნევა უფრო სწრაფად იზრდება ან მცირდება, ვიდრე დაბალ



სურ. 1

სიმაღლეზე, მაშინ აღმავალი დინება იზრდება ან კლებულობს და შესაბამისად ხდება აეროზოლური მინარეცვის ცვლილება მცირე ვერტიკალური სისქის ფენაში, წარმოებს მხოლოდ მისი ჰორიზონტალური გადატანა, რაც დაიკვირვება ბუნებაში [9-11]. ეს კი ადასტურებს ზემოთ მიღებული პრაქტიკული დასკვნების სამართლიანობას.

ცხრილი

პუნქტი ვადა	0 -ს მნიშვნელობები (ჭამჭური რადიაცია)					
	თბილისი (403 მ)	სოხუმი (116 მ)	ანასელა (159 მ)	წალკა (146 მ)	ჯვრის უღელ- ტეხილა	ტორს (308 მ)
06	0.12	0.10	0.12	0.13	0.11	0.12
09	0.64	0.56	0.59	0.73	0.91	0.55
12	0.78	0.81	0.76	0.80	0.93	0.78
15	0.48	0.53	0.45	0.45	0.55	0.47
18	0.03	0.03	0.10	0.3	0.03	0.03

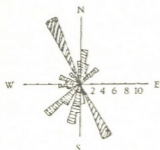
ატმოსფეროს სტრატოფიკაციაზე აეროზოლური კონცენტრაციის დამოკიდებულების ბუნების დასადგენად გავაანალიზეთ ქ.თბილისის ვაკუუქციანების დაკვირვებათა მასალები და აღმოჩნდა, რომ ძლიერი კონცენტრაცია შეიმჩნევა ინვერსიული სტრატოფიკაციისა და შედარებით სუსტი ქარების დროს, ხოლო



არამდგრადი სტრატეფიკაციის დროს კარბობს მინარევების შედარებით სუსტად კონცენტრაცია. ეს მონაცემები ემთხვევა აქამდე არსებულ შედეგებს [7].

მოდრულულობის თანამგზავრულ სურათებთან ერთად გაანალიზებულ იქნა იონოსფერული ტალღები (შინაგანი გრავიტაციული), მონაცემები რადიაციაზე, მიწისპირა სინოპტიკური რუკები და ჰაერის მასების მოძრაობის ხასიათი 500 მზ. ზედაპირზე.

აღმოჩნდა, რომ ამ პროცესებს კავკასიაზე აქვთ პარალელის გასწვრივ მეტ-ნაკლები წაგრძელებული სტრუქტურა. 1 სურათზე მკაფიოდ ჩანს დასავლეთიდან აღმოსავლეთით გაჭიმული ღრუბელთა სისტემა (12.10.1988 წ.). დაიკვირვებოდა ანტიციკლონური არე დასავლეთის ქარით 5-10 მ/წმ. 2 სურათზე გამოკვეთილია შინაგანი გრავიტაციული ტალღის არსებობა ჩრდილო-დასავლეთიდან სამხრეთ-აღმოსავლეთის მიმართულებით, გაბატონებული ქარის სიჩქარე 15-20 მ/წმ 5 კმ სიმაღლეზე. იგივე შედეგია მიღებული [12]-ში.



სურ. 2

იმის გამო, რომ ოზონის საერთო შემცველობა დამოკიდებულია გლობალურ პროცესებზე, აგრეთვე თავისუფალ მდგომარეობაში მისი სიციცხლის ხანგრძლივობა მცირეა (მიწისპირა ფენაში გაზომვები მხოლოდ დინამიკურ წონასწორობაში წარმოებს). ამიტომ ოზონის ლოკალური ვარიაციები სუსტად ვლინდება, ვინაიდან ოზონის არსებობა ძირითადად განპირობებულია მზის რადიაციით, ამიტომ შესწავლილ იქნა მზის პირდაპირი და ჯამური რადიაციის მნიშვნელობა (იხ. ცხრილი). აღმოჩნდა,

რომ საშუალო თვიური სიდიდეების ცვლილებებს აქვთ სინუსოიდური ხასიათი, რომლებიც ოროგრაფიული წარმოშობის ტალღების გავლენით წაგრძელებულია მთავრებილის გასწვრივ. ჩვენი აზრით, აქ მუშაობს შემდეგი მექანიზმი: ტალღების ვერტიკალურ გადაადგილებას თან სდევს ჰაერის ტემპერატურის და სიმკვრივის შესაბამისი ცვლილება. ეს კი თავისთავად იწვევს გატარების ფუნქციის, ე.ი. გაზების ფოტოლიზის სიჩქარის ცვლილებას, ამიტომ მზის რადიაციის მნიშვნელობების ანალიზით შეიძლება ვთქვათ, რომ ოზონის საერთო შემცველობა, დასავლეთისა და სამხრეთ-დასავლეთის სინოპტიკური შემოჭრებისას, იზრდება დინების მიმართულებიდან მარცხნივ, ე.ი. კავკასიონის მთავრებილის გასწვრივ [10,11].

ამრიგად, მიღებული შედეგები ასაბუთებს მთა-გორიანი რეგიონებისათვის ატმოსფერული პროცესების დინამიკის გავლენას ჰაერის მასებში აეროზოლურ მინარევთა კონცენტრაციის გადანაწილებაზე ტროპოსფეროში.

ივ. ჯავახიშვილის სახელობის
თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

(შემოვიდა 25.11.1994)

ГЕОФИЗИКА

М.В.Гургенидзе, З.В.Хведелидзе

Динамика атмосферы и аэрозольные примеси в тропосфере

Резюме

Полученная теоретическим путем зависимость между параметрами характеристик рельефа земли и динамики волн движения воздушных

масс вдоль параллелей и меридианов использована для изучения распределения концентрации аэрозольных примесей. Выявлена связь распределения по высоте между барическими образованиями и аэрозольной концентрацией.

Найдена определенная закономерность концентрации аэрозольных примесей с изменением тропосферных метеорологических элементов.

GEOPHYSICS

M. Gurgenidze, Z. Khvedelidze

The Atmosphere Dynamics and the Aerosolic Mixture of the Troposphere

Summary

Theoretically received interdependence between the lengths of the spreading waves towards the characteristic parameters of the Earth relief and the parallel and meridian of the air masses is used for the study of the distribution of aerosolic concentration.

The connection between the distribution according to the barial exposes and the length of the ozon concentration is received.

The definite regularity between the concentration of the aerosolic mixtures and the changes of the meteorologic elements in the troposphere is found out.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. *А.Г.Амиранашвили, Д.Ф.Харчилава.* Исследование вариации атмосферного озона в Грузии. М., 1988, 118.
2. *ზ.ხვედელიძე.* ტალღური მოძრაობა ატმოსფეროს ქვედა ფენებში და დაკუქვიანების პრობლემა. თბილისი, 1991, 200.
3. *З.В.Хведелидзе, М.Б.Гургенидзе, Н.Г.Павленишвили.* Сообщ. АН СССР, **141**, 3, 1991, 533-536.
4. *Г.С.Гуния.* Вопросы мониторинга загрязнения атмосферного воздуха на территории Грузинской ССР. Тбилиси, 1965, 87.
5. *З.В.Хведелидзе.* Труды ВГИ, вып.67, 1989, 115-122.
6. *А.С.Гаидин, Д.А.Лайтман, А.Т.Матвеев, М.Л.Юдин.* Основы динамической метеорологии. М., 1965, 646.
7. *Т.Е.Пичхая, З.В.Хведелидзе.* Сообщ. АН СССР, **108**, 1982, 545-548.
8. *А.Т.Матвеев.* Охрана окружающей среды (охрана атмосферы) Л., 1978, 301.
9. *М.Е.Берлянд.* Прогноз и регулирование загрязнения атмосферы. Л., 1985, 273.
10. *А.Х.Хргиян.* Физика атмосферного озона. М., 1973, 290.
11. *З.В.Хведелидзе.* Международное рабочее совещание по исследованию атмосферного озона, 1981, 348-355.
12. *З.С.Шарадзе.* В сб.: Ионосферное исследование, N 24. М., 1977, 31.

ლ.უგულავა, გ.გურგენიძე, მ.გვერდწითელი, მ.აბაშაძე

ოქსიდების ალგებრული დახასიათება

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა გ.ცინცაძემ 7.03.1995)

მოლეკულათა აღნაგობის მათემატიკურად აღსაწერად ალგებრულ ქიმიაში ფართოდ გამოიყენება მოლეკულური გრაფების თანაზიარობის მატრიცები და მათი მრავალრიცხოვანი მოდიფიკაციები [1,2]. თანაზიარობის მატრიცების ერთ-ერთ სახეობას წარმოადგენს რნბ-მატრიცებიც [3], რომელთა დიაგონალური ელემენტებია მოლეკულაში შემავალი ატომების რიგობრივი ნომრები, ხოლო არადიაგონალური ელემენტებია ქიმიური ბმების ჭერადობები. ზოგადად, XYV მოლეკულისათვის რნბ-მატრიცას გააჩნია შემდეგი სახე:

$$\begin{array}{ccc} 1 & 2 & 3 \\ X & Y & V \end{array} \begin{vmatrix} Z_X & \Delta_{YX} & \Delta_{VX} \\ \Delta_{XY} & Z_Y & \Delta_{VY} \\ \Delta_{XV} & \Delta_{YV} & Z_V \end{vmatrix}$$

სადაც Z_X , Z_Y და Z_V შესაბამისად X , Y და V ელემენტების რიგობრივი ნომრებია, ხოლო $\Delta_{XY}(\Delta_{YX})$, $\Delta_{XV}(\Delta_{VX})$ და $\Delta_{YV}(\Delta_{VY})$ წარმოადგენენ X და Y , X და V , Y და V ატომებს შორის ქიმიური ბმების ჭერადობას. ჰვემთ მოყვანილია ოქსიდების ზოგადი ფორმულები I-VIII ჯგუფის ელემენტებისათვის, შესაბამისი რნბ-მატრიცები და მათი დეტერმინანტების გამოსათვლელი ფორმულები:

$$R_2O \quad \begin{vmatrix} Z_R & 1 & 0 \\ 1 & 8 & 1 \\ 0 & 1 & Z_R \end{vmatrix} \quad \Delta = 2Z_R(4Z_R - 1)$$

$$RO \quad \begin{vmatrix} Z_R & 2 \\ 2 & 8 \end{vmatrix} \quad \Delta = 4(2Z_R - 1)$$

$$R_2O_3 \quad \begin{vmatrix} 8 & 2 & 0 & 0 & 0 \\ 2 & Z_R & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 8 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & Z_R & 2 \\ 0 & 0 & 0 & 2 & 8 \end{vmatrix} \quad \Delta = 64(8Z_R^2 - 10Z_R + 3)$$

$$RO_2 \quad \begin{vmatrix} 8 & 2 & 0 \\ 2 & Z_R & 2 \\ 0 & 2 & 8 \end{vmatrix} \quad \Delta = 64(Z_R - 1)$$

$$R_2O_5 \quad \begin{vmatrix} 8 & 2 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 2 & Z_R & 1 & 0 & 0 & 2 \\ 0 & 1 & 8 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & Z_R & 2 & 2 \\ 0 & 0 & 0 & 2 & 8 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 2 & 0 & 8 \\ 0 & 2 & 0 & 0 & 0 & 8 \end{vmatrix} \quad \Delta = 4096Z_R(3Z_R + 19)$$

$$RO_3 \quad \begin{vmatrix} 8 & 2 & 0 & 0 \\ 2 & Z_R & 2 & 2 \\ 0 & 2 & 8 & 0 \\ 0 & 2 & 0 & 8 \end{vmatrix} \quad \Delta = 256(2Z_R - 1)$$

$$R_2O_7 \quad \begin{vmatrix} 8 & 2 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 2 & Z_R & 1 & 0 & 0 & 0 & 2 & 2 \\ 0 & 1 & 8 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & Z_R & 2 & 2 & 0 & 2 \\ 0 & 0 & 0 & 2 & 8 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 2 & 0 & 8 & 0 & 0 \\ 0 & 2 & 0 & 0 & 0 & 0 & 8 & 0 \\ 0 & 2 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 8 \\ 0 & 0 & 0 & 2 & 0 & 0 & 0 & 8 \end{vmatrix}$$

$$\Delta = 1048576Z_R^2 + 1048608Z_R + 1189648$$

$$RO_4 \begin{vmatrix} 8 & 2 & 0 & 0 & 0 \\ 2 & Z_R & 2 & 2 & 2 \\ 0 & 2 & 8 & 0 & 0 \\ 0 & 2 & 0 & 8 & 0 \\ 0 & 2 & 0 & 0 & 8 \end{vmatrix} \quad \Delta = 4096(Z_R - 1)$$

I ცხრილში მოცემულია ტუტე მეტალების ოქსიდების წარმოქმნის სითბო [4] და შესაბამისი ნაერთების რნბ-მატრიცების დეტერმინანტთა მნიშვნელობები.

ცხრილი 1

ტუტე მეტალების ოქსიდების წარმოქმნის სითბო (კკალ/მოლ) და შესაბამისი რნბ-მატრიცების დეტერმინანტთა მნიშვნელობები

ოქსიდი	Li ₂ O	Na ₂ O	K ₂ O	Rb ₂ O	Cs ₂ O
წარმოქმნის სითბო	142,3	99,45	86,2	82,9	82,1
Δ	66	946	2850	10878	24090

როგორც ვხედავთ, Δ-ს სიდიდე თითოეული ნაერთისათვის იცვლება შესაბამისი წარმოქმნის სითბოს ანტიბატურად.

მე-2 ცხრილში მოცემულია II ჯგუფის მეტალთა ოქსიდების დუდილის ტემპერატურები [4] და შესაბამისი ნაერთების რნბ-მატრიცების დეტერმინანტთა მნიშვნელობები.

ცხრილი 2

II ჯგუფის მეტალთა ოქსიდების დუდილის ტემპერატურები (C) და შესაბამისი რნბ-მატრიცების დეტერმინანტთა მნიშვნელობები

ოქსიდი	BeO	MgO	CaO	SrO	BaO
დუდილის ტემპერატურა	3900	3600	2850	2703	2000
Δ	28	92	156	300	444

Δ-ს სიდიდე აქაც იცვლება დუდილის ტემპერატურის ანტიბატურად.

მე-3 ცხრილში მოცემულია III ჯგუფის მეტალთა ოქსიდების წარმოქმნის სითბო (კკალ/მოლ) [4] და შესაბამისი ნაერთების რნბ-მატრიცების დეტერმინანტთა მნიშვნელობები.

ცხრილი 3

III ჯგუფის მეტალთა ოქსიდების წარმოქმნის სითბო (კკალ/მოლ) და შესაბამისი რნბ-მატრიცების დეტერმინანტთა მნიშვნელობები

ოქსიდი	Al ₂ O ₃	Ga ₂ O ₃	In ₂ O ₃	Tl ₂ O ₃
წარმოქმნის სითბო	393,3	258	222,5	120
Δ	78400	472384	1198144	3307584

ამ შემთხვევაშიც Δ-ს სიდიდე იცვლება წარმოქმნის სითბოს ანტიბატურად.



განხილული (და ზოგიერთი სხვა) მაგალითების საფუძველზე დაეასკვნათ, რომ Δ წარმოადგენს გარკვეულ ალგებრულ დახასიათებელს ოქსიდებისათვის.

ივ.ჯავახიშვილის სახ. თბილისის სახელმწიფო
უნივერსიტეტი

(შემოვიდა 7.03.1995)

ОБЩАЯ И НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Л.А.Угулава, Г.Н.Гурgenидзе, М.И.Гвердцители, М.М.Абашмадзе

Алгебраическая характеристика оксидов

Резюме

Рассмотрен алгебраический метод записи молекул в виде квадратных симметрических матриц, диагональными элементами которых являются порядковые номера химических элементов, а недиагональными - кратности химических связей. В рамках этого подхода проведена алгебраическая характеристика оксидов.

GENERAL AND INORGANIC CHEMISTRY

L.Ugulava, G.Gurgenidze, M.Gverdtsiteli, M.Abashmadze

Algebraic Characterization of Oxides

Summary

The algebraic method of compounds notation in terms of square symmetric matrices is considered. Algebraic characterization of oxides is given in terms of this method.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. გ.გამზიანი. მათემატიკური ქიმიის რჩეული თავები. თბილისი, 1990.
2. გ.გამზიანი, მ.გვერდწითელი. იზომერიის მოვლენა მათემატიკური ქიმიის თვალთახედვით. თბილისი, 1992.
3. მ.გვერდწითელი. ორგანულ ნაერთთა ნომენკლატურის პრინციპები. თბილისი, 1983.
4. Р.Ришан, И.Четяну. Неорганическая химия. М., 1971.

А.М.Хананашвили (чл.-корр.АН Грузии), Н.Г.Лекишвили, М.Г.Кацитадзе,
А.И.Иაკაიძე

Некоторые кинетические закономерности реакции органосилоксанов с трициклодецильными группами у кремния с ароматическими дигидроксисоединениями

Ранее нами совместно с К.А.Андриановым и др. были исследованы некоторые кинетические закономерности реакции полимеризационной поликонденсации органосилоксанов и силанов с ароматическими диолами [1]. С использованием модельных систем (диметилдициклоксаны - фенол) [2] было установлено, что данная реакция проходит не только по теоретическим схемам раскрытия гетероцикла по Si-N связи и гетерофункциональной поликонденсации концевых $\equiv\text{Si-NH}_2$ и $\text{HO-Si}\equiv$ групп промежуточных продуктов реакции, в определенных условиях имеют место побочные реакции, которые оказывают значительное влияние на ход процесса и свойства получаемых полимеров. Однако в опубликованных нами работах [1,2] не приведено количественное описание влияния стерических эффектов органических радикалов у кремния в Si-N содержащих гетероциклах и природы гидроксилсодержащего мономера на кинетику и механизм полимеризационной поликонденсации [3].

Исходя из вышесказанного, нами изучена кинетика и механизм полимеризационной поликонденсации 1,3,5-триметил-1,3,5-трис(трициклодецил)дихлотрисилазана (ТМДЦТС) с ароматическими дигидроксисоединениями, в частности, с 4,4'-дигидроксибензилпропаном (Бисфенол - А) и олигокарбонатдиолом на основе Бисфенола - А (ОКД-8) [4].

Кривые выделения аммиака снимались волюмометрически в массе при 180°C. Далее составлялась система дифференциальных уравнений, описывающая определенный механизм этой реакции. Решение системы проводилось на ЭВМ БЭСМ-6М методом оврагов Гельфанда-Цетлина, который осуществлялся следующим образом:

1. Задаются приближенные значения тех констант скоростей, которые нужно найти:

$$Kn=(K_1, \dots, K_p),$$

2. Производится градиентный спуск к локальному минимуму суммы квадратов отклонений по подпрограмме, основанной на алгоритме модифицированного метода градиента. При этом значение каждой константы на $(m+1)$ шаге спуска находится по формуле:

$$K_i^{n+1} = K_i^m - \alpha^m G_i^m \quad (i = 1, 2, \dots, P),$$

где α - шаг в направлении, обратном градиенту суммы квадратов отклонений; G_i - нормированная величина i -й составляющей градиента:

$$G = (1 + K_i^2) \frac{\partial S_i(K)}{\partial K_i} \left\{ \left[\sum_{i=1}^P (1 + K_i^2) \frac{\partial S(K)}{\partial K_i} \right]^2 \right\}^{-\frac{1}{2}}$$

Обычно производные суммы квадратов $\partial S(K)/\partial K_i$ берутся с весами, равными единице. Введение же весов $1 + K_i^2$ улучшает характер поверхности $S(K)$, приводя к сокращению общего числа итераций.

Величина градиентного шага выбирается автоматически в зависимости от угла φ между последовательными направлениями движения:

$$\cos \varphi = \sum_{i=1}^P G_i^m G_i^{m-1}.$$

Если $\cos \varphi < 0$, то

$$\alpha^m = 0,25 \alpha^{m-1}.$$

Если же $\cos \varphi \geq 0$, то шаг вычисляется по формуле

$$\alpha^m = \alpha^{m-1} (d_1 + d_2 \cos^4 \varphi).$$

Коэффициенты d_1 и d_2 зависят от характера задачи.

3. Градиентный спуск считается законченным, если все произведения $\alpha_i G_i$ станут на каком-либо шаге меньше некоторой заранее фиксированной величины Δ_i , называемой градиентной пробой. Точка спуска обозначается N_n , ее координаты - X_n .

4. В значение одной из найденных констант вносится сравнительно большое возмущение, и с новым набором констант $K(n+1)$ производится градиентный спуск, в результате которого получается очередная точка спуска N_{n+1} с координатами $X_{(n+1)}$.

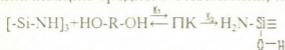
5. Через точки N_n и N_{n+1} проводится прямая, на которой на расстоянии вражнего шага h от N_{n+1} находится точка $K(n+2)$, называемая точкой отхода. Координаты этой точки вычисляются по формуле:

$$X_{(n+2)} = X_{(n+1)} + n\rho,$$

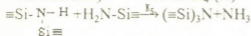
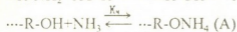
где ρ - единичный вектор прямой, проходящий через точки $\bar{X}(n)$ и $\bar{X}(n+1)$.

Было просчитано несколько возможных механизмов с целью выбора наиболее вероятного из них. Самый простой механизм, включающий стадию раскрытия цикла по Si-N связи и последующую гетерофункциональную поликонденсацию NH_2 и OH-групп, не приводил к сколько-нибудь удовлетворительной аппроксимации при решении экстремальной задачи [2]. Последовательное включение элементарных стадий в соответствии со схемой, приведенной ниже, и расчет каждого из полученных механизмов показали, что при заданной точности

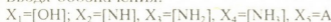
эксперимента наиболее удовлетворительным, с точки зрения минимизации среднего отклонения, является следующий [2]:



(ПК - переходный комплекс)



Вводя обозначения:



и выражая соответствующие концентрации функциональных групп в мольных долях (безразмерная величина), получим следующую систему дифференциальных уравнений:

$$X'_1 = -K_{1,2}X_1X_2 - K_3X_1X_3$$

$$X'_2 = -K_{1,2}X_1X_2 - K_5X_2X_3 + K_6X_3^2$$

$$X'_3 = -K_3X_1X_3 + K_{1,2}X_1X_2 - K_5X_2X_3 - K_6X_3^2$$

$$X'_4 = K_3X_1X_3 + K_5X_2X_3 + K_6X_3^2$$

$$X'_5 = K_4X_1X_4$$

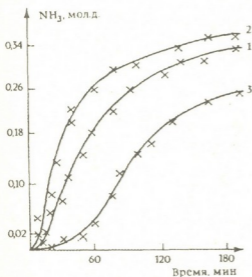


Рис. Сопоставление теоретических кривых выделения аммиака и экспериментальных данных (x) при взаимодействии (1:1):

1 - ГМЦТС с ОКД-8,

2 - ТМДЦТС с бисфенолом А,

3 - ТМДЦТС с ОКД-8

Решение этой системы (теоретические кривые) и результаты аппроксимации приведены на рис. Набор констант скоростей элементарных стадий, соответствующий минимальному значению среднего отклонения для различных диолов, приведены в таблице. Из этих данных видно, что с наименьшей скоростью протекает стадия образования третицевого азота $(\equiv \text{Si})_2\text{N}$. Константа скорости разрыва Si-N связи зависит от строения диола. Побочные реакции конденсации играют некоторую роль в районе максимума концентрации NH_2 -групп. Индукционный период по данному механизму определяется константой скорости раскрытия цикла и константой равновесия [2].

Было интересно проследить за влиянием объемного трициклоде-

ციკლის რადიკალს ატომის კრემიუმის ციკლში ნა კინეტიკის პოლიმერიზაციის პოლიკონდენსაციის.

ს ამი ცილი ნამი ბილი იზიკლი კინეტიკი პოლიმერიზაციის კონდენსაციის ჰექსამეტილციკლოტრისილანი ს ოლიგოკარბონდიოლი (ოკდ-8). პრი სრავნიის დანიხ კინეტიკის რისკივთ პოლიმერიზაციის კონდენსაციის ჰექსამეტილციკლოტრისილანი ს ოლიგოკარბონდიოლი (ოკდ-8) ს დანიხი პოლიმერიზაციის კონდენსაციის 1,3,5-ტრიმეტილ-1,3,5-ტრის(ტრიციკლოდეცილი)ციკლო-ტრისილანი ს ტემ ჯე დიოლი (რეაქციის პრინდილი ოინიკოვიხ უსლოვიხ) ოკილასი, ჭო ოსოვილი სტადიის ვ ობიხ სლუკიხ ივლიესი სტადიი რისკრუტი ციკლი პო Si-N სვილი; კონსტანი სკორიტი რისკრუტი Si-N სვილი სიკიე სივსიტი ოტ ორგანიკოსი რადიკალს ატომის კრემიუმის, სიკიე სლუკიე ჰექსამეტილციკლოტრისილანი კონსტანი სკორიტი რისკრუტი Si-N სვილი რისკიე 6,4013, ა დილი 1,3,5-ტრიმეტილ-1,3,5-ტრის(ტრიციკლოდეცილი)ციკლო-ტრისილანი - 4,6835.

Таблица

Некоторые кинетические параметры реакции 1,3,5-транс-(трициклодецил)-1,3,5-трис(триметил)-циклотрисилазана с бисфенолом - А и ОКД-8

NN	Гидроксисодержащее соединение	K _{1,2}	K ₃	K ₅	K ₆
1	Бисфенол-А	7,1092	9,7547	0,5963	1,8439
2	ОКД-8	4,6835	7,7430	0,1804	0,4720
3*	ОКД-8	6,4013	9,8345	0,6943	1,6251

* ГМЦТ

ინდიკიციონიური პერიოდი, ორინდიესი კონსტანიტი სკორიტი რისკრუტი ციკლი ს კონსტანიტი რისკივსიი, ვ სლუკიე ჰექსამეტილციკლოტრისილანი მენიხე, ჭემ ვ სლუკიე 1,3,5-ტრიმეტილ-1,3,5-ტრის(ტრიციკლოდეცილი)ციკლოტრისილანი (რის., ტიბლი.). ოიო სიკიე სვიდესტვიესი ო ვლიანი სტერიკოსი ოფიქტი ტრიციკლოდეცილიური რადიკალს ატომის კრემიუმის ციკლში ნა კინეტიკის იზიკლიე პრინდიესი პოლიმერიზაციის პოლიკონდენსაციის.

Тбилиский государственный университет им.И.А.Джавахишвили

(Поступило 20.12.1994)

ორბანული ჭინიბი

ლ.ხანანაშვილი (საქ.მეცნ.აკად.წევრ-კორესპონდენტი), ნ.ლევიშვილი, მ.კაციტაძე, ლ.ნაკაიძე

სილიციუმის ატომებთან სივრცითი ჯგუფების შემცველი ორგანოციკლოსილანების არომატულ დიჰიდროქსინაერ-ტებთან რეაქციის ზოგიერთი კინეტიკური კანონზომიერება რეზიუმე

შესწავლილია 1,3,5-ტრიმეტილ-1,3,5-ტრის(ტრიციკლოდეცილი)ციკლოტრი-სილანის ურთიერთქმედება 4,4-დიჰიდროქსიდიფენილპროპანსა და ოლიგოკარბონატდიოლითან მასაში და რეაქციის ზოგიერთი კინეტიკური კანონზომიერება. 34. "ზოგადი", ტ.152, №3, 1995

დადგენილია, რომ გარდა რეაქციის ძირითადი ელემენტარული სტადიებისა (ციკლის გახლეჩა და სილილამინო - და - ჰიდროქსი ჯგუფების ჰეტეროფუნქციური პოლიკონდენსაცია), გარკვეულ პირობებში ადგილი აქვს კონდენსაციის თანამდე რეაქციებს, რომლებიც მნიშვნელოვან გავლენას ახდენენ პროცესის მსვლელობასა და წარმოქმნილი პოლიმერის თვისებებზე. სილიციუმის ატომთან მდებარე ჯგუფების სივრცითი ეფექტის რეაქციის კინეტიკაზე გავლენის გამოკვლევის მიზნით, შესწავლილია ჰექსამეტილციკლოტრისილანის ოლიგოკარბონატდიოლთან ურთიერთქმედება. ელემენტარული სტადიების სიჩქარის კონსტანტების გაანგარიშებით დადგენილია რეაქციის განმსაზღვრელი სტადია, აგრეთვე სილიციუმთან დეცენილის რადიკალის სივრცითი ეფექტის გავლენა რეაქციის კინეტიკაზე.

ORGANIC CHEMISTRY

I. Khananashvili (Corr. Member of the Academy), N. Lekishvili, M. Katsitadze, L. Nakaidze

Some of the Kinetical Regularities of the Reaction of Aromatic Dihydroxycompounds with Organocyclosilazanes Containing Spatial Groups at Silicon Atoms

Summary

The interaction of 1,3,5-trimethyl-1,3,5-tris(tricyclodeceny)cyclotrisilazane with 4,4-dihydroxydiphenylpropane and olygocarbonatediols in mass, as well as some of the kinetical regularities of these reactions have been studied. It was established, that not only the main elementary stages, but also the side reactions of condensation having an important influence on the course of the process and on the properties of the produced polymer took place in certain conditions. The interaction of hexamethylcyclotrisilazane with olygocarbonatediols was studied for investigating the affect of the steric factor of the groups set at silicon atoms on the kinetic of the reaction. The determining stage of the reaction, as well as the influence of the steric effect of the decenyl radical at silicon atom were ascertained by calculating the velocity constants of the elementary stages.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. *К.А. Андрианов, А.И. Ногайдеи, Г.В. Котрелев, Н.Г. Лекишвили, Б.А. Комарицкий, А.А. Крылов.* Высокомолекулярные соед., **175**, 4, 1975, 315-319.
2. *К.А. Андрианов, Н.Г. Лекишвили, Г.В. Котрелев, Б.Д. Лаврухин, Т.В. Стрелкова.* Сообщ. АН ГССР, **88**, 1, 1977, 97-100.
3. *М.Г. Кацитадзе, Н.Г. Лекишвили, Л.И. Накаидзе.* Тезисы докл. респ. конференции. Тбилиси, 1994.
4. *М.Г. Кацитадзе, Л.И. Накаидзе, В.В. Казакова, Н.Г. Лекишвили, А.М. Хананашвили.* Известия АН ГССР, **15**, 3, 1989, 171-175.

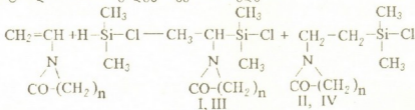
დ.ოციაშვილი, დ.ახობაძე, ლ.ხანანაშვილი (საქ. მეცნ. აკად. წევრ-კორესპონდენტი)

N-ვინილაქტამების ჰიდროსილილირება მეთილდიქლორსილანით

უკანასკნელ პერიოდში სამედიცინო პრაქტიკაში მეცნიერთა დიდი ინტერესი გამოიწვიეს და ფართო პრაქტიკული მნიშვნელობა მოიპოვეს ნაერთებმა, რომლებიც შედგება ლაქტამური ცილისა და სილოქსანური ფრაგმენტებისაგან [1-3]. აღნიშნულ ნაერთებს გამოყენების ფართო სპექტრი გააჩნიათ. ისინი ბიოლოგიურად და ზედაპირულად აქტიური ნაერთებია, კარგ ოპტიკურ მემბრანებს წარმოადგენენ და ა.შ. განსაკუთრებულ ყურადღებას იპყრობენ იმით, რომ ბიოლოგიურად შეთავსებადი არიან, რაც განაპირობებს მათ გამოყენებას ადამიანის ნებისმიერი ორგანოს პროტეზირებაში. აღსანიშნავია აგრეთვე, რომ ამ ნაერთებს, გარდა შეთავსებადობისა, უნდა გააჩნდეს ხანგრძლივი სტაბილურობა სხეულის ყველა ნაწილთან კონტაქტის დროს.

ჩვენს სამუშაოს მიზანს შეადგენდა მიგველო N-ვინილაქტამებისა და სილიციუმორგანული ნაერთების ბაზაზე ისეთი პოლიმერები, რომლებსაც ექნებოდათ მაღალი სიმტკიცე, ელასტიკურობა, აირშეღწევადობა და ამასთან ერთად ბიოლოგიურად შეთავსებადი იქნებოდნენ.

ჩვენ მიერ ჩატარებულ იქნა N-ვინილაქტამისა და N-ვინილპიროლიდონის ჰიდროსილილირება ჰიდრიდმეთილდიქლორსილანთან პლატინაქლორწყალბად-მკვავას თანაობისას. სილილირების რეაქცია მიმდინარეობს საწყისი ნივთიერებების მოლური თანაფარდობით 1:1 შემდეგი სქემის მიხედვით:

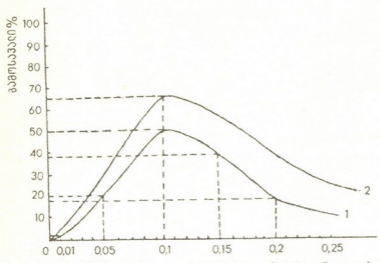


α-აღუქტი β-აღუქტი,

სადაც n=3 (I, III) n=5 (II, IV)

რეაქცია მიმდინარეობს აბსოლუტური ტოლუოლის არეში 100°C ტემპერატურაზე. კატალიზატორის დამატებისთანავე სარეაქციო ნარევი გაცხელდა 80°C-მდე. ვინაიდან სინთეზირებული პროდუქტების გამოსავალი მცირეა (~42%) და კატალიზატორი კი ძვირი, შევეცადეთ მოგვეძებნა ისეთი კატალიზატორი, რომელიც იქნებოდა გაცილებით იაფი და გამოსავალიც გაიზრდებოდა. ამ მიზნით გამოვიყენეთ ოქტაკარბონილდიკობალტი Co₂(CO)₈. ჰიდროსილილირება მიდის როგორც მარკოვნიკოვის, ასევე ფარმერის წესის მიხედვით. წარმოიქმნება როგორც α მიერთების (~35%), ასევე β მიერთების პროდუქტები (~30%).

ჩვენი აზრით, N-ვინილლაქტამებთან ორგანოქლორსილანების მიერთების შედეგად შედარებით მეტი რაოდენობით ადლექტების წარმოქმნას განაპირობებს ძლიერი +I-ეფექტი, რომელსაც იწვევს ლაქტამის ციკლში მყოფი აზოტის ატომის გაუწყვილებელი ელექტრონები. კერძოდ, ორმაგი ბმების π-ელექტრონული სიმკვრივის გადაწევა ვინილის ჯგუფის ა ნახშირბადის ატომისაკენ შემცირებულია, რის გამოც იგი იძენს შედარებით დადებით (+δ) მუხტს, რაც განაპირობებს მასთან მიერთებას.



სურ.1. კონცენტრაციის გავლენა გამოსავალზე N-ვინილლაქტამებისა და მეთილქლორსილანის მიერთების რეაქციის დროს.
 1. N-ვინილპროლიდონისა და მეთილქლორსილანის ურთიერთქმედების დროს.
 2. N-ვინილკაპროლაქტამისა და მეთილქლორსილანის ურთიერთქმედების დროს.

გამოწმებით თხელფენოვანი ქრომატოგრაფიის გამოყენებით. მიერთების შემდეგ მიღებული ნივთიერებების შედგენილობა დადგენილია ფრაგმენტების შესაბამისი პროტონების სიგნალების ინტეგრალური ინტენსივობის თანაფარდობით.

სინთეზირებული პროდუქტების აგებულება დამტკიცებულ იქნა ბირთვულ-მაგნიტური რეზონანსული სპექტროსკოპიის, ინფრაწითელი სფექტრების და მასსპექტრული ანალიზის მონაცემებით.

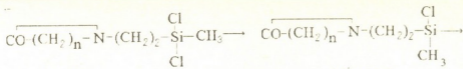
ბმრ სპექტრების შესწავლისას აღმოჩნდა $-CH_2-CH_2-$ -ის (ციკლის) პროტონებისათვის ტრიპლეტი მაქსიმუმით 2,7-2,9 მლ.ნ $\geq Si-CH_3$ -ის პროტონებისათვის სინგლეტი -0,2 მლ.ნ., $\geq Si-CH_2$ -თვის მულტიპლეტი მაქსიმუმით 2,5 მლ.ნ. და $\geq Si-CH$ -თვის კი 0,7-0,8 მლ.ნ.

მიღებული ნივთიერებების ინფრაწითელ სპექტრებში კარგად ჩანს $\geq Si-Cl$, $\geq Si-CH_3$, CO ბმებისათვის დამახასიათებელი შთანთქმის ზოლები შესაბამისად 700 cm^{-1} , 1230 cm^{-1} , 1650 cm^{-1} , 1720 cm^{-1} უბნებში (სურ.2,3).

სინთეზირებული პროდუქტების მასსპექტრებში (სურ.2,3) არსებობს მოლეკულური იონი (M^+). ასეთი ფრაგმენტების წარმოქმნა სრულ შესაბამისობაშია შემდეგი სტემის ფრაგმენტაციასთან:

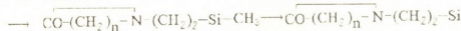
შესწავლილ იქნა კატალიზატორის რაოდენობის გავლენა რეაქციის მსვლელობაზე (სურ.1). რეაქტივ-სათვის საჭირო კატალიზატორის ოპტიმალური რაოდენობის შერჩევის მიზნით სარეაქციო ნარევეს ვუმატებთ 0,01; 0,05; 0,15; 0,2 და 0,25% რაოდენობის კატალიზატორს. (კატალიზატორის რაოდენობა ინვარიანტულია სარეაქციო პროდუქტის საერთო რაოდენობიდან). როგორც 1 სურათიდან ჩანს, კატალიზატორის კონცენტრაციის ზრდა 0,1%-ის შემდეგ აღარ ზრდის მიღებული ნივთიერებების გამოსავალს.

რეაქციის მსვლელობას



n=3 M226
n=5 M254

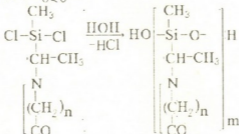
M⁺ 190,5
M⁺ 218,5



M⁺ 155
M⁺ 183

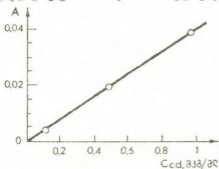
M⁺ 140
M⁺ 168

ჩატარებულ იქნა აგრეთვე სინთეზირებული პროდუქტების ჰიდროლიზი. ჰიდროლიზურ კონდენსაციას ვატარებდით 0°C-დან +5°C-მდე. ტემპერატურის ფარგლებში, შემდეგი სქემის მიხედვით:



სადაც n=3; m=1(V), 2(VI), 4(VII), 10(VIII).
n=5; m=1(IX), 2(X), 4(XII), 10(XII).

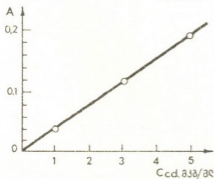
სინთეზირებული პროდუქტები წარმოადგენენ ბლანტდენად სიბხეებს(I, II, III, IV, V, VI და IX, X) ან თეთრი ფერის კრისტალებს (VII, VIII, XI, XII). ისინი კარგად იხსნებიან ორგანულ გამხსნელებში. მათი ფიზიკურ-ქიმიური კონსტანტები და ელემენტური ანალიზი მოცემულია 1 ცხრილში.



სინთეზირებული პროდუქტების აგებულება დამტკიცებულ იქნა ინფრაწითელი და ბრმ სპექტრებით. ინფრაწითელ სპექტრებში კარგად შეიმჩნევა $\geq\text{Si}-\text{OH}$ და $\geq\text{Si}-\text{O}-\text{Si}$ ბმებისათვის შთანთქმის ზოლები $3200-3400 \text{ სმ}^{-1}$ და $1000-1100 \text{ სმ}^{-1}$ უბნებში. ასევე კარგად ჩანს $\geq\text{Si}-\text{CH}_3$, CO -ს დამახასიათებელი შთანთქმის ზოლები 1240 სმ^{-1} , 1660 სმ^{-1} და 1720 სმ^{-1} უბნებში.

ბრმ სპექტრებში შეიმჩნევა შთანთქმის მაქსიმუმები 0,2 მლ.ნ. $\geq\text{Si}-\text{CH}_3$ -ის შემთხვევაში, 2,7-2,9 მლ.ნ. $-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$ თვის, 2,6 მლ.ნ. $\geq\text{Si}-\text{CH}-\text{CH}_3$ -თვის, 2,5 მლ.ნ. $\geq\text{Si}-\text{CH}_2$ -თვის და სინგლეთი 6,7 მლ.ნ. $\geq\text{SiOH}$ -თვის.

შესწავლილ იქნა სინთეზირებულ ნივთიერებათა ბაქტერიოციდული თვისებები. საკვლევ ობიექტად გამოყენებულ იქნა მიკროორგანიზმების წყლული - სხივური სოკოები, ანუ აქტინომიცეტები. ისინი ფართოდ არიან გავრცელებული ნიადაგში, ჰაერში, წყალში. აქტინომიცეტები წარმოადგენენ ფიზიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებების



სურ. 2-3.



სინთეზირებული ნივთიერებების ზოგიერთი ფიზიკურ-ქიმიური თვისება, ელემენტური ანალიზი და გამოსავალი

ნივთიერების N	ბრეტოფორმულა	დულ. მძვ. კმც. სვ.		ლლ	ნაპოენი გამოთვლილი	ელემენტური ანალიზი %				გამოსავალი %	
						გამოთვლილი					
						ნაპოენი					
						C	H	N	Si		
I.	$\text{Si}_7\text{C}_7\text{H}_{13}\text{O}_3\text{N}_1\text{Cl}_2$	138-139	1,4625	0,9345	-	226	37,17	5,75	6,10	12,39	20
						226	37,17	5,72	6,11	12,28	
II.	$\text{Si}_7\text{C}_7\text{H}_{13}\text{O}_3\text{N}_1\text{Cl}_2$	132-133	1,4627	1,0341	-	226	37,17	5,75	6,19	12,39	30
						226	34,14	5,61	6,02	12,05	
III.	$\text{Si}_7\text{C}_7\text{H}_{17}\text{O}_3\text{N}_1\text{Cl}_2$	140-141	1,4578	1,2432	-	253	42,52	6,69	5,51	11,02	30
						254	42,31	6,35	5,33	10,93	
IV.	$\text{Si}_7\text{C}_6\text{H}_{17}\text{O}_3\text{N}_1\text{Cl}_2$	129-130	1,5281	1,2432	-	253	42,52	6,69	5,51	11,02	35
						254	42,31	6,35	5,33	10,93	
V.	$\text{Si}_7\text{C}_7\text{H}_{15}\text{O}_3\text{N}_1$	117-119	1,5112	1,1765	-	167	44,44	7,94	7,41	14,81	40
						189	44,03	7,62	7,21	14,72	
VI.	$\text{Si}_7\text{C}_{14}\text{H}_{28}\text{O}_5\text{N}_1$	120-123	1,4551	1,1660	-	315	46,66	7,77	7,77	15,55	30
						360	46,21	7,52	4,54	15,34	
VII.	$\text{Si}_4\text{C}_{28}\text{H}_{54}\text{O}_9\text{N}_4$	-	-	-	128-132	680	47,80	7,69	7,97	15,95	20
						702	47,71	7,51	7,82	15,83	
VIII.	$\text{Si}_{10}\text{C}_{70}\text{H}_{131}\text{O}_{21}\text{N}_{10}$	-	-	-	137-140	1701	48,61	7,63	8,10	16,20	10
						1728	48,43	7,52	7,93	16,07	
IX.	$\text{Si}_7\text{C}_7\text{H}_{10}\text{O}_3\text{N}_1$	105-108	1,4893	1,1434	-	218	40,45	7,12	5,24	10,49	-
						267	40,22	6,92	5,03	10,28	
X.	$\text{Si}_7\text{C}_{18}\text{H}_{30}\text{O}_9\text{N}_4$	115-117	1,5080	1,1740	-	383	51,32	8,69	6,73	13,46	-
						416	51,58	8,43	6,41	13,21	
XI.	$\text{Si}_4\text{C}_{36}\text{H}_{70}\text{O}_9\text{N}_4$	-	-	-	128-129	768	53,07	8,59	6,87	13,76	22
						814	52,89	8,13	6,62	13,52	
XII.	$\text{Si}_{10}\text{C}_{90}\text{H}_{172}\text{O}_{21}\text{N}_{10}$	-	-	-	153-154	1964	53,78	8,56	6,97	13,94	18
						2008	53,61	8,32	6,72	13,73	



სანთეზირებულ ნივთიერებათა გავლენის რაღი მიკროორგანიზმების ზრდა-განვითარებაზე

ქვეყნული
საბუნებისმეტყველო ცენტრი

№	მიკროორგანიზმების დასახელება	I საკონ- ტროლი (სპირტში)	II საკონ- ტროლი (ციტრონში)	I.			II.			III.			IV.		
				1	0,1	0,01	1	0,1	0,01	1	0,1	0,01	1	0,1	0,01
				გ/ლ	გ/ლ	გ/ლ	გ/ლ	გ/ლ	გ/ლ	გ/ლ	გ/ლ	გ/ლ	გ/ლ	გ/ლ	გ/ლ
1.	Act. fridaeae	-	-	მცირე ზონა	-	-	-	-	-	მცირე ზონა	-	-	-	-	-
2.	Act. Violaceus	-	-	მცირე ზონა	-	-	მცირე ზონა	-	-	-	-	-	მცირე ზონა	-	-
3.	Act. Usonglomers	-	-	მცირე ზონა	-	-	-	-	-	მცირე ზონა	-	-	მცირე ზონა	-	-
4.	Bact. tumefaciens	-	-	მცირე ზონა	-	-	მცირე ზონა	-	-	მცირე ზონა	-	-	-	-	-

თავმჯდომარე: დოქტორი, პროფ. თინათინ მარტოშვილი



პრედუცენტებს და იწვევენ მთელი რიგი ტექნიკური ნაწარმის, კერძოდ სპეციალისტების, ქვის, ლითონის ბიოლოგიურ დაშლას. ასევე იწვევენ მცენარეთა დაავადებას - აქტინომიკოზს. ბუნებრივია, ისეთი ქიმიური ნაერთების სინთეზს, რომელთაც ბიოციდური თვისებები გააჩნიათ, ე.ი. შეუძლიათ შეაფერხონ სხვადასხვა ჯგუფის მიკროორგანიზმების ზრდა-განვითარება, ფრიად დიდი მნიშვნელობა აქვს. ამ მიზნით შესწავლილ იქნა რა სინთეზირებული პროდუქტები, დადგინდა მათი გავლენა სხივურ სოკოებზე, კერძოდ აქტინომიცეტებზე: Act. fradaiae, Act. Isonglomerus, Act. Violaecus, Bact. tumefaciens. (ცხრილი 2). გამოკვლევებით დადგინდნ იქნა, რომ აღნიშნული ნაერთები იჩენენ ბიოციდურ თვისებებს და აფერხებენ აქტინომიცეტების ზრდა-განვითარებას.

1. ამრიგად, ჩვენ შევისწავლეთ *N*-ვინილლაქტამების ჰიდროსილირების რეაქცია მეთილდიქლორსილანთან კატალიზატორის $CO_2[CO]_x$ -ს თანაობისას. დადგენილია, რომ რეაქცია მიდის როგორც α -, ისე β -მიერთების გზით.
2. ჩავატარეთ *N*-ეთილ(α -მეთილდიქლორსილილ) კაპროლაქტამისა და *N*-ეთილ(α -მეთილდიქლორსილილ) პიროლიდონის ჰიდროლიზური კონდენსაცია. მიღებულია ჰიდროლიზის პროდუქტები და შესწავლილია მათი ბაქტერიოციდული აქტივობა. დადგენილია, რომ ისინი თრგუნავენ სხივურ სოკოებს: Act. fradaiae, Act. Usonglomers, Act. Violaecus, Bact. tumefaciens.

თბილისის ივ. ჯავახიშვილის სახელობის
სახელმწიფო უნივერსიტეტი

(შემოვიდა 28.01.1994)

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Д.Отиашвили, Д.Ахобадзе, Л.Хананашвили

Гидросилилирование *N*-виниллактамов с метилдихлорсиланом

Р е з ю м е

Гидросилилирование *N*-виниллактамов с метилдихлорсиланом получены α - и β -продукты присоединения.

Исследована гидролитическая конденсация синтезированных продуктов и их бактерицидные свойства.

ORGANIC CHEMISTRY

D.Otiashvili, D. Akhobadze, L.Khananashvili

Hydrosilylation of Vinylactams with Methylchlorosilane

S u m m a r y

The α - and β -addition products of hydrosilylation of *N*-vinylactams with methylchlorosilanes are obtained. The hydrolytic polycondensation of α -addition products are carried out. Bacteriocidal activity of hydrolytic products was studied.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. Пат. США 1966, №3305573.
2. Анг. пат. 1971, №1342244.
3. Л.К.Джаниашвили. Автореф. канд. дисс. Тбилиси, 1990.

(ორბანული მიმბ)

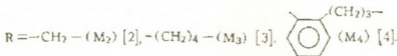
ნ.ლეკიშვილი, ლ.ასათიანი, ნ.ანდლუაძე, ნ.ცომაია, ნ.გრძელიძე

სილიციუმორგანული მეტაკრილატების თანაპოლიმერიზაცია
 დიმეთილვინილაცეტილენილკარბინოლთან და მიღებული
 თანაპოლიმერების მაკრომოლეკულური ჯაჭვის სტრუქტურა

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ლ.ხანანაშვილმა 25.11.94)

დიმეთილვინილაცეტილენილკარბინოლის ბაზაზე მიღებული წებოები ხასიათდებოდა კარგი ოპტიკური გამჭვირვალობით და საკმაოდ მაღალი ადჰეზიური თვისებებით, მაგრამ შედარებით დაბალი ჰიდროფობურობა და თერმოუკანგვითი სტაბილურობა ზღუდავს უფრო მკაცრ პირობებში მათ გამოყენებას [1].

სილიციუმორგანული მეტაკრილატების თანაპოლიმერების მიღების მიზნით ჩატარებულ იქნა დიმეთილვინილაცეტილენილკარბინოლთან მათი თანაპოლიმერიზაცია. გამოყენებულ იქნა სილიციუმორგანული მეტაკრილატები, რომელთა ზოგადი ფორმულაა:



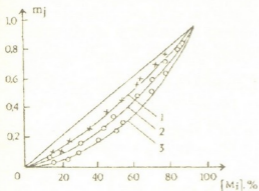
რეაქტივების ვატარებით მასაში, მშრალი არგონის არეში, რადიკალური ინიციატორების 2,2'-აზო-ბისიზობუტირონიტრილისა (AIBN) და დიციკლოპქსილპეროქსიდკარბონატის (DCPD) თანაობისას (0,001 მოლი მონომერების ნარევის 1 მოლზე). მიღებული თანაპოლიმერები იხსნება დიოქსანში, დიმეთილფორმამიდში, აცეტონში და არ იხსნება წყალში, ჰეპტანში, ეთანოლში. მინის და სხვადასხვა პოლიმერების (პოლივინილის სპირტი, პოლისტიროლი) ზედაპირზე, ზოგ შემთხვევაში, გამხსნელის აორთქლების შემდეგ წარმოიქმნება გამჭვირვალე ელასტიკური ფირები, რომელთა გარდატეხის მაჩვენებელი $n_D \geq 1,47$ (DMVAC -ის მოლურ წილზე დამოკიდებულებით).

თანაპოლიმერების შედგენილობა და აღნაგობა დადგენილია ელემენტური ანალიზის, ირ.შპ, და ¹H-ბმრ სპექტრების მონაცემებით.

სილიციუმორგანული მეტაკრილატების DMVAC -თან თანაპოლიმერების ირ სპექტრებში იმ შთანთქმის ზოლებთან ერთად, რომლებიც დამახასიათებელია ვალენტური რხევებისათვის $\nu_{\text{C-H}}(\text{C}_6\text{H}_4)$ (3100-3000 cm^{-1}), ν_{OH} (3400-3600 cm^{-1}) აგრეთვე იქნა აღმოჩენილი შთანთქმის ზოლები 1618, 1565 cm^{-1} , 2160 cm^{-1} (სუსტი) უბნებში, რომლებიც შესაბამისად მიეკუთვნება ვალენტურ რხევებს $\nu = \text{CH}$ და $\nu_{\text{C}=\text{C}}$ ჩანაცვლებულ დაკიმულ ციკლოალკენებსა და $\nu_{\text{C}=\text{O}}$ (სუსტი) არასიმეტრიულ აცეტილენურ ნაერთებში [5,6]. 1060-1080 cm^{-1} შთანთქმის ზოლები მიეკუთვნება



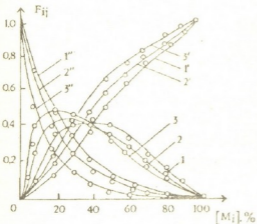
V_{SiO_2} -დისილოქსანების [4,5]. თანაპოლიმერების უი სპექტრებში რთულნივთების წარმოქმნის გზების შესახებ მკვლევარებმა დასკვნა გამოიტანეს, რომელიც მიეკუთვნება შეუღლებულ უფერ ბმებს [6]. ასევე ჩვენების პროტონებს შეიძლება მიეკუთვნოს H -ბმის სპექტრებში აღმოჩენილი სიგნალები ქიმიური წანაცვლებებით ინტერვალში 4,4-5,2δ [7].



სურ.1. თანაპოლიმერების შედგენილობის დამოკიდებულება მონომერების საწყისი ნარევის შედგენილობაზე:

1. M_1-M_2 (ინიც. AIBN, $T_n=80$)
2. M_1-M_2 (ინიც. DCPD, $T_n=100$)
3. M_1-M_3 (ინიც. AIBN, $T_n=80$)

მერთან ($DMVAC-M_1$) მიმართებაში უფრო დიდი, ვიდრე სილიციუმორგანულ მეტაკრილატებთან, ამიტომ თანაპოლიმერების ძირითადი ჯაჭვი, მონომერების



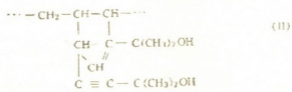
სურ.2. პეტერო- M_1-M_2 (1,2,3) და ჰომოლიალების M_1-M_1 (1',2',3'), M_1-M_1 (1'',2'',3'') დამოკიდებულება მონომერების საწყისი ნარევის შედგენილობაზე:

1. M_1-M_2 (1,1',1'', ინიც. AIBN, $T_n=80$)
2. M_1-M_2 (2,2',2'', ინიც. DCPD, $T_n=100$)
3. M_1-M_3 (3,3',3'', ინიც. AIBN, $T_n=80$)

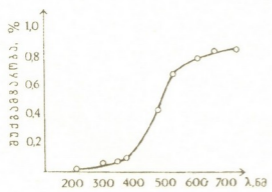
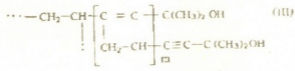
სილიციუმორგანული მეტაკრილატების $DMVAC$ -თან რადიკალურ თანაპოლიმერისაციაში რეაქციისუნარიანობის რაოდენობითი შეფასებისათვის განსაზღვრულ იქნა თანაპოლიმერისაციის კონსტანტები M_1-M_2 , M_1-M_3 და M_1-M_1 წყვილებისათვის (ფაინემან-როსის მეთოდი) [8]. აგებულ იქნა თანაპოლიმერების შედგენილობის საწყისი ნარევის შედგენილობაზე დამოკიდებულების მრუდები ($m_i = f([M_i])$) (სურ.1), რომლებიც AIBN-ის ინიცატორად გამოყენების შემთხვევაში $80^\circ C$ ტემპერატურაზე განსხვავდება იდეალურისაგან ($r_1:r_2 > 1$) r_1 და r_2 მნიშვნელობები, ასევე $1/r_1$ გვიჩვენებს (ცხრილი 1), რომ მზარდი რადიკალის M_1 რეაქციისუნარიანობა „თავის“ მონო-

მერთან ($DMVAC-M_1$) მიმართებაში უფრო დიდი, ვიდრე სილიციუმორგანულ მეტაკრილატებთან, ამიტომ თანაპოლიმერების ძირითადი ჯაჭვი, მონომერების მცირე კონვერსიების შემთხვევაში, გამოდრეკილია $DMVAC(M_1)$ რგოლებით. გამოთვლილ იქნა ჰარველის რიცხვის R (ბლოკურობის პარამეტრი) საშუალო მნიშვნელობა [9] (ცხრილი 2). ასევე თანაპოლიმერის მაკრომოლეკულის ჯაჭვში ჰომო- და ჰეტეროდიადების განაწილება (სურ.2) [10]. მიღებული მონაცემები მიუთითებენ ჰომოდიადების M_1-M_1 უპირატესად წარმოქმნაზე, რაც დაკავშირებულია ჯაჭვის ზრდის რეაქციაში M_1 -ის „თავის“ რადიკალთან მიერთებასთან. თანაპოლიმერისაციის ტემპერატურის ამრღევა $100^\circ C$ -მდე (ინიციატორი AIBN) არ იწვევს თანაპოლიმერის შედგენილობის დიაგრამის მნიშვნელოვან ცვლილებას, მაგალითად, სისტემისათვის M_1-M_2 (სურ.2, მრუდები 1, 2). AIBN შეცვლისას DCPD-ით და ტემპერატურის $100^\circ C$ -მდე აწევისას

თანაპოლიმერების შედგენილობის დიაგრამა რამდენადმე იცვლება (სურ.2). სპექტრული ანალიზის მონაცემები არ გვაძლევს საშუალებას ერთმნიშვნელოვნად განვსაზღვროთ მაკრომოლეკულის ძირითადი ჯაჭვის სტრუქტურა, მაგრამ ჩვენს მიერ მიღებული ექსპერიმენტული და არსებული ლიტერატურული მონაცემების საფუძველზე [10, 11] შეიძლება ვივარაუდოთ, რომ თანაპოლიმერის მაკროჯაჭვი სწორბაზოვან ფრაგმენტებთან $-CH_2-CH=C-C(CH_3)_2OH$ ერთად შეიცავს ციკლურ ფრაგმენტებს (II, III) ორმაგი ბმებით ციკლში (I, II), რომელიც წარმოქმნილია DMVAC პირველადი რადიკალის ურთიერქმედებით „თავის“ მონომერთან:



და



სურ.3. M_1-M_2 თანაპოლიმერის შუქგამტარობის დამოკიდებულება ტალღის სიგრძეზე (M_1 70 მოლ.%):

შესწავლილია მიღებული თანაპოლიმერების ოპტიკური (სურ.3), თერმოქანიკური თვისებები და თერმოქანგითი მდგრადობა. თანაპოლიმერების M_1-M_2 , M_1-M_3 და M_1-M_4 გამინების ტემპერატურა ($T_{გმ}$) არსებითად დამოკიდებულია თანაპოლიმერის შედგენილობაზე და გადაწეულია DMVAC-ის ჰომოპოლიმერთან შედარებით (60-65°C), დაბალი ტემპერატურის მხარეს რაც განისაზღვრება მონომერების საწყის ნარეველში ასევე შეღავნდება სილიციუმორგანული მეტაკრილატების შემცველობით. სილიციუმორგანული მონომერის წილის

გაზრდით გამინების ტემპერატურა მცირდება და ზოგიერთ შემთხვევაში $T_{გმ} \ll 0^\circ C$. სილიციუმორგანული მეტაკრილატების რგოლების გავლენა თანაპოლიმერის თერმოქანგით მდგრადობაზე (ცხრილი 2). ამავე ცხრილიდან ჩანს, რომ თანაპოლიმერის დესტრუქციის (10%-ით) საწყისი ტემპერატურა დამოკიდებულია მეტაკრილატის მოლეკულაში სილიციუმორგანული ფრაგმენტის აღნაგობასა და თანაპოლიმერის შედგენილობაზე.



ქართული
ქიმიკოსთა
საზოგადოებრივი
კავშირების
კავშირთა
სამეცნიერო
სამსახური

M_1 (DMVAC)-ის M_2 , M_3 და M_4 -თან თანაპოლიმერიზაციის ზოგიერთი პარამეტრი, ინიციატორად AIBN გამოყენებისას (0,001 მოლი 1 მოლ მონომერის ნარევეზე, $T_{\text{რეაქცია}}=80^{\circ}\text{C}$.)

თანამონომერი	r_1	r_2	$r_1 r_2$	$1/r_1$
M_2	$3,34 \pm 0,16$	$0,52 \pm 0,03$	1,74	0,30
M_3	$4,02 \pm 0,06$	$0,28 \pm 0,05$	1,13	0,26
M_2	$2,64 \pm 0,32$	$0,63 \pm 0,05$	1,66	0,37
M_4	$2,31 \pm 0,05$	$0,48 \pm 0,03$	1,11	0,43

ცხრილი 2

თანაპოლიმერიზაციის პირობები (DMVAC) M_2 და M_3 , M_3 და M_4 მიღებული თანაპოლიმერების ზოგიერთი თვისება სარეაქციო ნარევეში მათი 70 მას.% რაოდენობით შემცველობისას.

მონომერი	ინიციატორი	რეაქციის ტემპერატურა $^{\circ}\text{C}$	η_{sp}	თანაპოლიმერის ბლოკურობის პარამეტრი R	თბლ $^{\circ}\text{C}$ და შლის ტემპერატურა (10%)
M_2	AIBN	80	0,26	40,0	230
M_2	DCPD	80	0,33	43,8	245
M_3	AIBN	80	0,18	35,0	265
M_4	AIBN	80	0,29	45,6	280

სინთეზირებული თანაპოლიმერები საწყისი მონომერების განსაზღვრული თანაფარდობისას შეიძლება გამოყენებულ იქნეს ოპტიკურად გამჭვირვალე ელასტიკურ პერმეტიკებად.

ი.ჭავჭავიშვილის სახელობის თბილისის
სახელმწიფო უნივერსიტეტი

(შემოვიღა 02.12.1994)

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Н.Г.Лекишвили, А.П.Асатиани, Н.А.Андгуладзе, Н.Р.Цомая, Н.Б.Грдзелидзе

Сополимеризация кремнийорганических метакрилатов с диметилвинилацетиленилкарбинолом и структура макромолекулярной цепи сополимеров

Резюме

Исследована радикальная сополимеризация кремнийорганических метакрилатов $(\text{KMA}) \text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)\text{COOR}$ где $\text{R}=-\text{CH}_2-\text{Si}(\text{CH}_3)_2\text{OSi}(\text{CH}_3)_3$ (I), $-(\text{CH}_2)_4-\text{Si}(\text{CH}_3)_2\text{OSi}(\text{CH}_3)_3$ (II), $-\text{C}_6\text{H}_4-(\text{CH}_2)_3\text{Si}(\text{CH}_3)_2\text{OSi}(\text{CH}_3)_3$ (III) с диметилвинилацетиленилкарбинолом в массе, в присутствии с ПБ, АИБН и дициклогексилпе-роксидикарбоната. Строение и состав сополимеров (СПА) установлены по данным ГЖХ, ИК-, УФ- и $^{1}\text{H-NMR}$ -спектроскопией. На основе определения состава СПА рассчитаны константы сополимеризации, распределение гомо- и гетеродиад мономерных звеньев в макроцепи СПА и параметр блокности, что

позволило оценить относительную способность КМА, в строении и соотношения мольных концентраций мономеров в исходной смеси, а также природы инициатора на состав СПА. Установлено, что главная цепь СПА обогащена циклическими фрагментами ДМВАК, которые, вероятно, образуются взаимодействием первичного радикала ДМВАК со "своим" мономером. Изучены оптические, термомеханические свойства и термостабильность СПА.

ORGANIC CHEMISTRY

N.Lekishvili, L.Asatiani, N.Andguladze, N.Tsomaia, N.Grdzelidze

Co-Polymerization of Silicon-Organic Methacrilates with Dimethylvinylacetylenylcarbinol and the Structure of the Macromolecular Chain of Co-Polymers

Summary

The radical co-polymerization of siliconorganic methacrilates with DMVAC in mass is studied. Determinated the data of IR, UV, PMR spectra and the kinetical indices of the reaction, the probable mechanism of the process, the relative reactivity of silicon organic methacrilates are established. The optical, thermomechanical properties and the correlation of the properties with monomers structure have been investigated.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

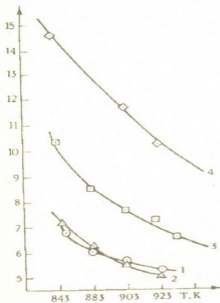
1. *И.Пазаров*. Избранные труды. М., 1961, с.147.
2. *К.А.Андрианов, А.М.Волкова, А.А.Жданов, Е.П.Парсегова*. ЖОХ, **50**, вып.5, 1980, 1088.
3. *R.Merker, I.E.Noll*. J. Org. Chemistry, **21**, 12, 1956, 1137.
4. *И.Г.Лекишвили, А.П.Асатиани* и др. Тезисы докл. "Андриановские чтения", Январь, 1995.
5. *А.Беллами*. Инфракрасная спектроскопия сложных молекул. М., 1963.
6. *Р.Силверстени, Дж.Баслер, Т.Моррил*, Спектроскопическая идентификация органических соединений. М., 1977, 157.
7. *Д.Иорамашвили*. Кинетические ЯМР-портреты химических реакций. Каталог спектров. Тбилиси, 1983.
8. *P.Alfrey, D.Borer, G.Mark*. Copolymerization. MNP, L, 1953, p.265.
9. *H.Harwood, W.M.Ritchey*. J. Polym. Sci., B, **2**, 6, 1964. 601.
10. *И.А.Платэ, А.Д.Литманович, О.В.Ноя*. Макромолекулярные реакции. М., 1977.
11. *О.Чалтыкян*. В кн: Кинетика и механизм образования и превращения макромолекул. М., 1968, 289.

მ. აბულაძე მ. კაციტაძე, ზ. ძოწენიძე, მ. მუსყრიძე

წყალბადის ატომების ჰეტეროგენული რეკომბინაციის გამოკვლევა ზოგიერთი მოდიფიცირებული ცეოლითის ზედაპირზე

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა თანდრონიკა შვილაძემ 10.1.1995)

ბოლო ათწლეულებში ხანძრის ჩასაქრობად ფართოდ გამოიყენება ე.წ. „მშრალი ქიმიური ცეცხლქრობები“, რომლებიც ტუტე და ტუტემიწათა მეტალების არაორგანული მარილების ფხვნილების საფუძველზე არის დამზადებული. ასეთი შემადგენლობები გამოირჩევა მაღალი ეფექტურობით, დაბალი ტოქსიკურობით და უნივერსალური მოქმედებით. ამის გამო ცეცხლქრობი ქიმიური კომპოზიციების შექმნა მისი სახალხო სამეურნეო მნიშვნელობის გამო ქიმიური კინეტიკის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი ამოცანაა.



სურ.1. დამოკიდებულება აალების 1 ზღვარსა და ტემპერატურას შორის "2H₂+O₂" ნარევისათვის.

1. სპილენძანაცვლებული მორდენიტი, რომელშიც სპილენძის შემცველობა 25%-ია.
2. სპილენძანაცვლებული მორდენიტი, რომელშიც სპილენძის შემცველობა 12,5%-ია.
3. ფოთაზიტის სტრუქტურის მქონე ბუნებრივი კლინობტილოლიტის Cu ფორმა.
4. ფოთაზიტის სტრუქტურის მქონე ბუნებრივი კლინობტილოლიტის Ca ფორმა.

ჩვენ მიერ შესწავლილი იყო წყალბად და ჟანგბადატომების ჰეტეროგენული რეკომბინაცია ბუნებრივი და ზოგიერთი სინთეზური ცეოლითის ზედაპირზე [1-3]. გამოკვლეული ცეოლითები მეტად ეფექტურნი აღმოჩნდნენ და მათ გაეწიათ რეკომენდაცია ხანძართქრობის პრაქტიკაში გამოყენებისათვის. საინტერესო იყო ბუნებრივ ცეოლითებში სხვადასხვა კატიონების შეყვანა სხვადასხვა პროცენტული რაოდენობით მოახდენდა თუ არა გავლენას ცეოლითის ცეცხლქრობ ეფექტურობაზე. ამ მიზნით ჩვენ შევისწავლეთ სპილენძანაცვლებული მორდენიტის ორი ნიმუში. რომლებშიც სპილენძის შემცველობაა 25% და 12,5%, ფოთაზიტის სტრუქტურის მქონე ბუნებრივი კლინობტილოლიტის სპილენძისა და Ca-ის ფორმები. სხვადასხვა სტრუქტურის ცეოლითების ცეცხლქრობი ეფექტურობა შევაფასეთ მათ ზედაპირზე წყალბადის ატომთა ჰეტეროგენული რეკომბინაციის მონაცემებით.

ექსპერიმენტი ჩავატარეთ აალების 1 ზღვრის მეთოდით [4] სტატისტიკური ტიპის

ვაკუუმ დანადგარზე 843-923K ტემპერატურულ ინტერვალში. ავითვალეთ მგრგინავი ხარვეის აალების 1 ზღვრები. დამოკიდებულება აალების 1 ზღვარსა და ტემპერატურას შორის წარმოდგენილია 1 სურათზე.

ექსპერიმენტის მონაცემები დამუშავდა მათემატიკური სტატისტიკის მეთოდებით, კერძოდ, სტატისტიკური და რეგრესული ანალიზით.

მიღებული მონაცემების ანალიზმა გვიჩვენა, რომ მორდენიტის ნიმუშების შემთხვევაში რეკომბინაციის კოეფიციენტის ტემპერატურული დამოკიდებულება დამაკმაყოფილებლად აღიწერება არენიუსის განტოლებით.

ფოტაზიტის სტრუქტურის მქონე ბუნებრივ კლინობტილოლიტის სპილენძის ფორმის ზედაპირზე მიღებული 1 ზღვრის მნიშვნელობა სარეაქციო ჯაჭვების გაწყვეტის გარდამავალ არეშია, ხოლო კალციუმის ფორმის ზედაპირზე ძალიან მაღალია, ე.ი. აქტიური ცენტრების დალუპვა ხდება დიფუზურ არეში (სურ.1, მრული 4).

წყალბადის ატომთა ჰეტეროგენული რეკომბინაციის მუდმივა კინეტიკურ და გარდამავალ არეში K_K^H გამოითვლება ფორმულით:

$$\frac{1}{K_K^H} = \frac{1}{K_A} - \frac{1}{K_D^H} = \frac{3,12 \cdot 10^6 T}{(\%O_2) K_2 P} \exp\left(-\frac{E_r}{RT}\right) - \frac{dr^2 P}{D_{II}^0 T^{1,75}}, \quad (1)$$

სადაც K_A - ატომთა ჰეტეროგენული რეკომბინაციის გამური მუდმივაა, K_D^H - ამ ატომთა დიფუზიის სიჩქარის მუდმივა, T - აალების ტემპერატურა, P - აალების 1 ზღვარზე წნევის მნიშვნელობა, K_2 და E_2 - ჯაჭვის განშტოების აქტის ($H+O_2 \rightarrow OH+O$) სიჩქარის მუდმივა და აქტივაციის ენერგია, D_{II}^0 - წყალბადატომთა სარეაქციო ჯურჯლის კედლისკენ დიფუზიის მუდმივა, d_r - სარეაქციო ჯურჯლის დიამეტრი, $(\%O_2)$ - მოლეკულური ეანგბადის პროცენტული კონცენტრაცია პირველ ზღვარზე.

ცხრილი 1

ნიმუში	$E = \frac{dE}{d \ln \gamma}$ მოც	$\ln \gamma^0$	γ^0	γ^{850K}	γ^{923K}
სპილენძანაცვლებული მორდენიტი (Cu=12,5%)	4,4±1,2	-1,5±0,0128	2,2×10 ⁻¹	1,83×10 ⁻²	
სპილენძანაცვლებული მორდენიტი (Cu=25%)	6,1±1,6	-0,49±0,025	6,1×10 ⁻¹	1,92×10 ⁻²	
ფოტაზიტის Cu ფორმა	0				1,92×10 ⁻¹

ატომთა ჰეტეროგენული რეკომბინაციის კოეფიციენტი განისაზღვრება განტოლებიდან:

$$\gamma_H = \frac{K_K^H dr}{U_H}$$

სადაც U_H - ატომთა სითბური მოძრაობის სიჩქარეა.

გამოთვალეთ როგორც რეკომბინაციის კოეფიციენტები, ისე აქტივაციის ენერგიები და ექსპონენტის წინა მამრავლები, დადგინდა მათი რწმუნების



სახლწერები სტატისტიკური მეთოდებით. მიღებული მონაცემები წარმოდგენილია ცხრილში.

როგორც ცხრილიდან ჩანს, მორდენიტის სტრუქტურის ცეოლითებზე წყალბად ატომთა დაღუპვის ალბათობები საკმაოდ მაღალია - 10^{-4} რიგისაა. სპილენძის შემცველობის გაზრდა 12,5-დან 15%-მდე, რეკომბინაციის კოეფიციენტს უმნიშვნელოდ ცვლის.

ცხრილი 2

ნიმუშები	ინტერვალი T,K	γ^0	$E = \frac{\Delta H^0}{R \ln 2}$ მოლა	γ^{300K}
ლომონტიტი (კოჯორი)	793-883	$2,09 \times 10^{-3}$	0	
კლინობტილოლიტი (ძეგვი)	773-892	$1,97 \times 10^{-3}$	0	
კლინობტილოლიტი (არმაზი)	823-912	$1,98 \times 10^{-3}$	0	
კლინობტილოლიტი+ მონტმორილონიტი (მართაზი)	823-912	$1,8 \times 10^{-3}$		
ლომონტიტი (თბილისი)	817-882	$1,5 \times 10^{-3}$		
ვილანდიტ- კლინობტილოლიტი (აბრამეთი)	814-901	$1,75 \times 10^{-3}$		
კლინობტილოლიტი (ხეკორძულა)	814-904	$1,93 \times 10^{-3}$		
კლინობტილოლიტი (თეძამი)	820-904	0,12	$7,0 \pm 4,3$	$1,9 \times 10^{-3}$

უფრო ეფექტური აღმოჩნდა ფოქაზიტის სტრუქტურის მქონე ბუნებრივი კლინობტილოლიტის ფორმები. განსაკუთრებით Ca-ის ფორმა. რადგან რეკომბინაცია მიმდინარეობს დიფუზურ არეში, ჩვენ ვერ შევძელით ამ ზედაპირისათვის რეკომბინაციის კოეფიციენტის გამოთვლა. სპილენძშემცველი ფოქაზიტის შემთხვევაში აღმოჩნდა, რომ ტემპერატურის გაზრდით γ_H მცირდება, ეს კი გულისხმობს აქტივაციის ენერჯის ნულვან მნიშვნელობას. ამის გამო აღნიშნული ზედაპირისთვის გამოვთვალეთ მხოლოდ γ_H საშუალო მნიშვნელობა. იგი აღმოჩნდა $\sim 10^{-1}$ რიგის. 2 ცხრილში წარმოდგენილია ჩვენ მიერ საქართველოს სხვადასხვა ადგილმდებარეობის ცეოლითებისათვის მიღებული მონაცემები.

თუ 1 და მე-2 ცხრილებს ერთმანეთს შევადარებთ დავრწმუნდებით, რომ მოდიფიცირებული ბუნებრივი ცეოლითები ბუნებრივ ცეოლითებთან შედარებით უკეთესი ინჰიბიტორული უნარით ხასიათდებიან.

თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

(შემოვიღა 12.01.1995)

М.К.Абуладзе, М.М.Кацитадзе, З.Г.Дзоценидзе, М.Д.Мусеридзе

Исследование гетерогенной рекомбинации водородных атомов на поверхностях некоторых модифицированных цеолитов

Резюме

Установлены кинетические параметры рекомбинации атомов водорода на поверхностях модифицированного морденита (с содержанием Cu 12,5% и 25%) и фожазита (Ca и Cu формы). Оказалось, что модифицирование улучшает рекомбинирующую эффективность природных цеолитов.

PHYSICAL CHEMISTRY

K.Abuladze, M.Katsitadze, Z.Dzotsenidze

The Investigation of Hydrogen Atoms Recombination on the Surfaces of Some Modified Zeolites

Summary

The kinetic parameters of heterogeneous recombination of hydrogen atoms on the surfaces of modified mordenite (with copper content 12,5% and 25%) and phojasite (Ca and Cu forms) have been obtained.

From our data it might be concluded that the modification improves the surface activity of natural zeolites.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. М.М.Кацитадзе, З.Г.Дзоценидзе, М.Д.Мусеридзе, Г.С.Безарашвили, Т.В.Кокочашвили. Сообщения АН ГССР, **134**, 3, 1989, 125-128.
2. М.М.Кацитадзе, З.Г.Дзоценидзе, М.Д.Мусеридзе, Г.М.Безарашвили, Е.В.Кокочашвили. Сообщения АН ГССР, **135**, 2, 1989, 357-360.
3. В.А.Соболев, М.Д.Мусеридзе, М.М.Кацитадзе, Ф.М.Бобонич. Материалы IX Всесоюзного симпозиума по горению и взрыву. Суздаль. 1989 34-36.
4. Н.И.Горбань, В.В.Азатян, А.В.Налбандян. ДАН СССР, **5**, 1961. 1141.



УДК 615.012.1:547.288.3

ФАРМАКОХИМИЯ

М.И.Мерлани, **В.И.Сладков**, Н.И.Меньшова, Э.П.Кемертелидзе (академик),
Н.Н.Суворов

Синтез и биологическая активность производных 5 α -кетостероидов на основе тигогенина

Настоящая работа посвящена актуальной проблеме поиска высокоэффективных соединений с радиозащитной, противовирусной и противотуберкулезной активностью в ряду 5 α -андростана и 5 α -прегнана на основе доступного отечественного стероидного сырья-тигогенина (I) из культивируемой в Грузии "южки славной".

Известна высокая радиозащитная активность (РЗА) солей Бунте, производных тиофосфорной кислоты и других серосодержащих соединений [1]. Поэтому представлял интерес синтез ранее не описанных производных 5 α -кетостероидов: солей Бунте, изотиурониевой соли и тиосемикарбазонов.

На первом этапе работы был разработан препаративный синтез кетостероидов, содержащих функциональные группы в 3 и 20 (II а, б; III а, б), в 3 и 17 (IV а, б) и в 17 (V) положениях.

Превращение тигогенина (I) в ацетат прегненолона (II а) и из него в ацетат эпиандростерона (IV а) осуществлено по методу [2,3], который включает в себя ацетоллиз тигогенина (I) путем нагревания его в автоклаве в смеси уксусного ангидрида с уксусной кислотой, последующее окисление по 20- (22) двойной связи и отщепление 16 β -эфирной группы. Образовавшийся кетостероид (II а) превращают в соединение (IVа) по схеме Шмидта-Томе. Полученный в ходе ацетоллиза ацетат прегненолона (IIа) легко гидрируется в насыщенный кетостероид - ацетат прегненолона (II а) в этаноле над Pd/C при 20-25⁰ С в течение 30 ч [4].

Синтез 3 α -изомера эпиандростерона (IVб) -андростерона (VI) возможен из эпиандростерона путем обращения конфигурации при C³. Для этой цели был использован известный метод Латрелла-Лохауса [5]. В ходе реакции обращения конфигурации образуется и 5 α -андрост-2 ен - 17-он (V) с 2 %-м выходом.

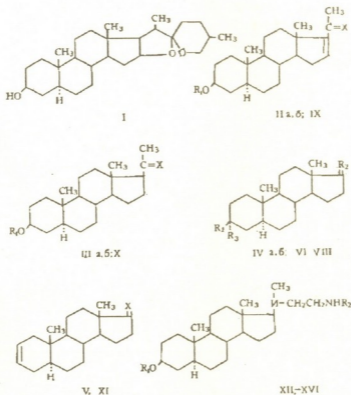
Полученные для дальнейших превращений кетостероиды (II а, III а, IV а) при кипячении с едким калием в метаноле в течение 10 мин дают соответствующие спирты (II б, III б, IV б).

При взаимодействии кетостероидов (IVб) и (VI) с тиосемикарбазидом в спирте получают тиосемикарбазоны (VII, VIII) [6]. Аналогично были синтезированы соединения (IX-XI) из соответствующих кетонов (II б, III б, V).

Синтез соли Бунте (XII) и изотиурониевой соли (XIII) осуществлен исходя из аминостероида (XIV), полученного по способу [7]. Ацилирование диамина (XIV) хлорацетилхлоридом в ДМФА в присутствии NaHCO_3 при 20°C в течение 24 ч дает смесь продуктов (XV) и (XVI), разделение которых хроматографически затруднено. Синтез в индивидуальном виде соединений (XV) и (XVI) удается при изменении температуры реакции; так, при 50°C в течение 24 ч образуется N,O-бихлорацетилстероид (XVI), а при 0°C - моноацелированный продукт (XV). Соединение (XV) можно также получить селективным гидролизом водным KOH в метаноле. Нуклеофильное замещение атома хлора - в хлорацетиламинном остатке стероида (XV) тиосульфат-ионом при кипячении с избытком тиосульфата натрия в этаноле дает соль Бунте (XII) с 50%-м выходом; взаимодействием соединения (XV) с тиомочевинной при кипячении в н/пропаноле получали изотиурониевую соль (XIII) с 70 %-м выходом.

Строение соединений (IX-XIII) хорошо согласуется с данными элементного анализа, ИК - и масс-спектров (табл.1). Данные ^1H ЯМР - спектров для соединений (IX-XIII) приведены в табл. 2.

Проведены биологические испытания соединений (VII-XIV).



$\text{R}_1 = \text{CH}_3\text{CO}$ (IIa, IIIa), H (IIб, IIIб, VI, VIII-X, XII-XIV), CH_3COO (IVa) OH (IVб, VII) COCH_2Cl (XVI)

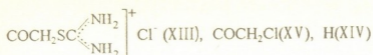
$\text{R}_2 = \text{O}$ (IVa, б) NNHCSNH_2 (VII, VIII), $\text{COCH}_2\text{SSO}_3^- \text{Na}^+$ (XII),

Физико-химические свойства соединений (IX-XIII, XV-XVI)

Соединение	Выход %	Т.пл. С ⁰ растворитель кристаллизации	Найдено, %			Брутто-формула	Вычислено, %			М		ИК-спектр, ν CM^{-1}
			C	H	N		C	H	N	най-дено	вычис-лено	
IX	93	235-240 этанол	67,90	9,05	10,63 8,33	$\text{C}_{22}\text{H}_{33}\text{N}_3\text{OS}$	67,82	9,05	10,78 8,23	389	389,6	3450-3150, 1590 1510
X	93	230-232 этанол	67,50	9,44	10,65 8,0	$\text{C}_{22}\text{H}_{33}\text{N}_3\text{OS}$	67,4	9,52	10,73 8,18	391	391,6	3150-3450, 1590 1510
XI	93	250-254 этанол	69,37	8,95	12,00 9,35	$\text{C}_{20}\text{H}_{31}\text{N}_3\text{S}$	69,51	9,04	12,16 9,27	345	345,5	3300-1550, 1510 1050
XII	50	285-290 хлороформ этанол	54,82	7,77	5,25 12,31	$\text{C}_{24}\text{H}_{41}\text{N}_2\text{NaO}_3\text{S}_2$	54,91	7,81	5,33 12,21		524,0	3500-3300, 1670 1580
XIII	70	245-250	59,82	9,00	11,05 Cl 7,15 6,45	$\text{C}_{25}\text{H}_{44}\text{N}_4\text{O}_2\text{S}$ -HCl	59,90	9,04	11,18 Cl 7,07 6,39	464 M- /HCl ⁺	501,22	3300-3150, 1685 1660, 1560
XV	50	110-112 этанол	67,72	9,65	6,45	$\text{C}_{24}\text{H}_{41}\text{ClN}_2\text{O}_2$	67,80	9,72	6,59 Cl 8,35	425	425,1	3200-3500, 1670 1550
XVI	60	138-140 этанол	61,12	8,75	5,42 Cl 14,25	$\text{C}_{26}\text{H}_{42}\text{Cl}_2\text{N}_2\text{O}_3$	62,24	8,43	5,58 Cl 14,15	501	501,6	1740, 1550

Данные ^1H ЯМР-спектров соединений (IX-XIII, XV, XVI)

Соединение	$3\alpha\text{-H}$	18-CH_3	19-CH_3	R_1	R_2
IX	3,59м	0,84с	0,94с	<u>OH</u>	$\text{R}_2=\text{X=NNHCSNH}_2$ 8,49с; 6,20с; 7,05с
X	3,59	0,55с	0,81с	<u>OH</u>	$\text{R}_2=\text{X=NNHCSNH}_2$ 8,47с; 6,20с; 7,21с
XI	-	0,78с	0,88с	-	$\text{R}_2=\text{X=NNHCSNH}_2$ 6,23с; 7,19с
XII	3,34м	0,71с	0,79с	<u>OH</u>	$\text{CH}_3\text{NCH}_2\text{CH}_2\text{NHCOS}_2\text{O}_3\text{Na}$ 3,15с; 2,5м; 3,3м; 4,10д; 8,66уш.с; (γCH_2 $\tau_{\text{OH}}=16$)
XIII	3,34м	0,76с	0,96с	<u>OH</u>	$\text{CH}_3\text{NCH}_2\text{CH}_2\text{NHCO-CH}_2\text{-SC(NH}_2)_2\cdot\text{HCl}$ 3,15с; 2,5м; 3,3м; 8,32уш.с; 4,09д; 10уш.с. ($\tau_{\text{OH}}=16,4$)
XV	3,58	0,79с	0,80с	<u>OH</u>	$\text{CH}_3\text{NCH}_2\text{NHCOC}_2\text{H}_4\text{Cl}$ 2,21с; 2,54м; 3,32м; 4,05с; 7,38м; 4,05с; 7,38м ($\gamma\text{CH}_2\text{CH}_2=6$)
XVI	4,78 м	0,80с	0,82с	OCOCH_2Cl 4,32с	$\text{CH}_3\text{NCH}_2\text{NCOCH}_2\text{Cl}$ 2,21м; 2,54м; 3,36м; 4,05с; 7,38м; ($\gamma\text{CH}_2\text{CH}_2=6$)



$R_3 = \text{H (IVa, б, VII), OH (XI, VIII)}$

$X = \text{NNHCSNH}_2 \text{ (IX-XI)}$

Спектральные данные получены: ИК-спектры на приборе UR-20 в вазелиновом масле; масс-спектры – на хромато-масс-спектрометре МАТ-112. Спектры ПМР получены на приборе фирмы „Bruker WP-200 sy“ ФРГ (рабочая частота 200 МГц); за эталон (0.00 мд) принято положение сигнала тетраметилсилана.

Протекание реакции и чистоту продуктов контролировали методом тонкослойной хроматографии (ТСХ) на пластинках Sulifol UV-254, Kavalier (Чехословакия).

Значения температуры плавления не исправлены.

Тиосемикарбазон 3β-гидрокси-5α-прегнен-16-ен-20-она (IX)

К раствору 2,5 г (7,87 ммоль) аллопрегненолона (II б) в 25 мл метанола прибавляют раствор 0,72 г (7,87 ммоль) тиосемикарбазида в 3 мл воды и кипятят в течение 10 мин. После стояния при 20°C, через 12ч выпавший осадок отфильтровывают, промывают водой. Перекристаллизацией из этанола отделяют 3,43 г (93 %) тиосемикарбазона (IX).

Тиосемикарбазон 3β-гидрокси-5α-прегнан-20-она (X)

Из 3,0 г (9,44 ммоль) аллопрегненолона (III б), 0,85 г (9,14 ммоль) тиосемикарбазида, 3 мл воды и 30 мл этанола аналогично синтезу соединения (IX) кипячением в течение 10 мин получают 3,4 г тиосемикарбазон (X). Перекристаллизацией из этанола отделяют 3,13 г (93%) соединения (X).

Тиосемикарбазон 5α-андрост-2-ен-17-она (XI)

Из 2,8 г (10,23 ммоль) 5α-андрост-2-ен-17-она (V) 0,93 г (10,23 ммоль) тиосемикарбазида в 3 мл воды, аналогично получению соединения (IX), кипячением в метаноле в течение 10 мин получают 3,5 г продукта реакции. Перекристаллизацией из этанола отделяют 3,3 г (93%) тиосемикарбазона (XI).

3β-хлорацетокси-17β-[N-метил-N-(хлорацетиламиноэтил)-амино]-5α-андростан (XVI)

К смеси 2,8 г (8,0 ммоль) 17 β - [N - метил - N - (аминоэтил) амино]-5α-андростан - 3β-ола (XII), 2,8 г (53,3 ммоль) бикарбоната натрия в 150 мл ДМФА перемешиванием при 50°C прибавляют 6,3 мл (80,00 ммоль) хлорацетилхлорида в течение 24 ч получают 3,0 г продукта реакции. Перекристаллизацией из этанола отделяют 2,4 г (60%) амида (XVI).

3β-гидрокси-17β-[N-метил-N-(хлорацетиламиноэтил)-амино]-5α-андростан (XV)

Из 2,5 г (7,17 ммоль) 17β-[N-метил-N-(аминоэтил)амино]-5α-андростан-3β-ола (XIV), 1,7 мл (21,5 ммоль) хлорацетилхлорида и 2,5 г бикарбоната натрия при 0°C перемешиванием в течение 1 ч получают 1,70 г продукта реакции. Перекристаллизацией из этанола отделяют 1,52 г (50%) амида (XV).

Натриевая соль N- $\{[3\beta$ -гидрокси-5 α -андростанил)-17 β -N-метил-N-(этиламино- α -оксоэтил)амино]-тиосерной кислоты (XII)

К кипящему раствору 1 г (2,31 ммоль) 3 β -гидрокси-17 β -[N-метил-N-(хлорацетиламиноэтил)амино]-5 α -андростана (XV) в 50 мл этанола прибавляют раствор 2,2 г (13,92 ммоль) тиосульфата натрия в 4 мл воды. Смесь кипятят в течение 8 ч. Растворитель отгоняют в вакууме, остаток кристаллизуют последовательно из хлороформа и безводного этанола, отделяют 0,61 г (50%) соединения (XII).

Гидрохлорид 3 β -гидрокси-5 α -андростан- $\{[17\beta$ -[N-метил-N-(этиламино- α -оксоэтил)амино]изотиурония (XIII)

Раствор 0,48 г (6,30 ммоль) тиомочевины в 30 мл изопропанола нагревают до кипения, прибавляют раствор 2,5 г (5,88 ммоль) 3 β -гидрокси-17 β -[N-метил-N-(хлорацетиламиноэтил)амино]-5 α -андростана (XV) 100 мл изопропанола, смесь кипятят в течение 6 ч. Реакционную массу охлаждают до 20 $^{\circ}$ C, после стояния в течение 10 ч выпавший осадок отфильтровывают, получают 2,06 г (70%) гидрохлорида (XIII).

На изучение РЗА были переданы следующие соединения: тиосемикарбазоны (VII-XI), аминостероид (XIV), соль Бунте (XII) и изотиуроиевая соль (XIII).

Исследование проводили на мышах-самцах массой 18 - 20 г, по 10 животных в группе. Соединения вводили внутривенно в виде суспензии 1% раствора воды за 20 мин до γ -облучения C_s^{137} в дозе 875 р. Сразу после введения соединения вызывали адинамию и приступы судорог, животные умирали на фоне судорог в течение 1 часа. Выраженной РЗА изученные соединения не обладают.

Была определена противовирусная и противотуберкулезная активность тиосемикарбазонов (VII - XI) *in vitro*. В результате исследований обнаружено, что тиосемикарбазон этиандростерона (VII) снижает инфекционный титр вируса простого герпеса в культуре клеток на 1,75 Lg, остальные соединения оказываются неактивными по отношению ВПГ и не обладают антимикобактериальным действием в условиях *in vitro*.

Академия наук Грузии
 Институт фармакохимии
 им. И.Г.Кутателадзе

(Поступило 20.03.1995)

მ.მერლანი, ვ.სლადკოვი, ნ.მენშოვა, ე.კემერტელიძე (საქ. მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი), ნ.სუვოროვი

5 α -კეტოსტეროიდების წარმოებულების სინთეზი და ბიოლოგიური აქტივობა ტიგოგენინის ბაზაზე

რ ე ზ ი უ მ ე

აღწერილია 5 α -პრეგნანის და 5 α -ანდროსტანის რიგის ახალი წარმოებულების სინთეზი. შესწავლილია მათი ანტივირუსული, რადიოდამცველი და ტუბერკულოზის საწინააღმდეგო აქტივობა. მიღებულ ნაერთთა აღნაგობა დადგენილია სპექტრული მონაცემების საფუძველზე.

PHARMACEUTICAL CHEMISTRY

M.Merlani, V.Sladkov, N.Menshova, E.Kemersteliidze, N.Suvorov

Synthesis of 5 α -Ketosteroids Derivatives on the Basis of Tigogenin and their Biological Activity

S u m m a r y

Synthesis of some unknown derivatives of 5 α -pregnan and 5 α -androstan have been described. Antivirus, radioprotective and antituberculous activity have been studied.

The structures of prepared and obtained units have been determined by special analysis.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. *Н.И.Суворов, В.С.Шашков.* Химия и фармакология средств профилактики и радиационных поражений. М., 1975.
2. А.С.389087 СССР, МКИ С 077/00.
3. *Н.И.Меньшова, Н.А.Корзинкина, Э.П.Кемертелидзе, И.Ш.Надараия, М.Г.Давиташвили, Л.И.Лицета, В.С.Грошева.* Сб. науч. трудов ВНИХФИ им. С.Орджоникидзе, вып. 10, 1982, 83-85.
4. *M.E.Well, Th.Peristein, S.G.Levine.* J. org. chem. 26 (1), 1961, 159-161.
5. Reduchel. Synthesis, 1980, 292-295.
6. *М.И.Мерлани, В.И.Сладков, Н.И.Меньшова, Э.П.Кемертелидзе, Н.И.Суворов.* Сообщ. АН ГССР, 135, 3, 1989, 565-68.
7. *М.И.Мерлани, В.И.Сладков, Н.И.Меньшова, В.А.Паршин, И.И.Левина, Н.И.Суворов.* Хим. - фарм. ж., 1989, 23, 12, 1431-35.

კ.თავართქილაძე

ფონური, ანთროპოგენური და ბუნებრივი შემთხვევითი წყაროების როლი ატმოსფეროს საერთო გაქუქვიანებაში საქართველოს ტერიტორიაზე

(წარმოდგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ვ.ვაოშვილმა 10.3.1994)

ატმოსფერული ჰაერის გაქუქვიანების საერთო დონეს ძირითადად სამი ფაქტორი განაპირობებს. კერძოდ: ფონური, ანთროპოგენური და ბუნებრივი შემთხვევითი წყაროების ზეგავლენით ატმოსფეროს გაქუქვიანება.

ფონურ გაქუქვიანებას რომელიმე რეგიონის ატმოსფეროს საერთო გაქუქვიანებაში მცირე წვლილი უდევს და წლების განმავლობაში იგი მნიშვნელოვან ცვლილებას არ განიცდის. მისი სიდიდე დამოკიდებულია ქვაფენილი ზედაპირის სახეობაზე, ამ ზედაპირის ზემოთ გაბატონებულ ატმოსფერულ პროცესებსა და ატმოსფეროს ზედა ფენებში მცირე კოსმოსური სხეულების შემოჭრის სიხშირეზე.

ანთროპოგენური გაქუქვიანება ადამიანის გარემოზე ზემოქმედების შედეგია. ერთი მხრივ, ამ ზემოქმედების სულ უფრო მზარდმა შესაძლებლობებმა და, მეორე მხრივ, ატმოსფეროს გაქუქვიანების თანდათანობითი ზრდის პროცესისადმი უყურადღებობამ ანთროპოგენური გაქუქვიანების სისტემატური ზრდა გამოიწვია და ეს პროცესი დღესაც გრძელდება. აღსანიშნავია, რომ ატმოსფეროს ზოგადი ცირკულაციის გამო ეს პროცესი მთელი დედამიწისათვის გლობალური მასშტაბით ვლინდება და მის წინააღმდეგ ბრძოლის ლოკალური შემთხვევებიდან რაიმე მნიშვნელოვანი შედეგი არაა მოსალოდნელი.

ბუნებრივ შემთხვევით წყაროებში იგულისხმება ატმოსფეროს გამაქუქვიანებელი ყველა ის ძლიერი პროცესი (ვულკანის ამოფრქვევა, ტყის ხანძარი, ატმოსფეროში მსხვილი მეტეორიტების შემოჭრა და სხვ.), რომელთა შედეგად ატმოსფერო მხოლოდ გარკვეული დროით, მაგრამ გლობალური მასშტაბით ქუქვიანდება. დროის მიხედვით ატმოსფეროს გაქუქვიანების დონეთა ვარიაციების ძირითადად ეს ფაქტორი განაპირობებს.

საერთო გაქუქვიანება და მისი ცვალებადობა წლების მიხედვით საქართველოს ტერიტორიაზე გარკვეულწილად შესწავლილი და ცნობილია [1-4].

წინამდებარე ნაშრომის მიზანია საქართველოს ტერიტორიაზე ატმოსფეროს საერთო გაქუქვიანების დონის ფორმირებაში ფონური, ანთროპოგენური და ბუნებრივი შემთხვევითი ფაქტორების წვლილის დადგენა. დასმული ამოცანის გადასაჭრელად გამოყენებულია საქართველოს ტერიტორიაზე ატმოსფეროს საერთო გაქუქვიანების დონის ამსახველი ლიტერატურული წყაროები. კერძოდ, ლასავლეთ საქართველოს დასახასიათებლად გამოყენებულია სოხუმის, ანასეულის და სენაკის, აღმოსავლეთ საქართველოსთვის - თბილისის და თელავის, ზოლო სამხრეთ საქართველოსთვის - წალკის მონაცემები. ეს ის რეგიონებია, სადაც წლების განმავლობაში ცნობილია ატმოსფეროს საერთო გაქუქვიანების მნიშვნელობები.



გაქუქიანების დონის განმსაზღვრელ ერთეულად მიღებულია აეროზოლის ოპტიკური სიმკვრივე.

ამა თუ იმ რეგიონის გაქუქიანების დონის დასადგენად აუცილებელია ატმოსფეროს საერთო გაქუქიანების მნიშვნელობები რამდენიმე წლის განმავლობაში იმ პერიოდისათვის, როცა დასაშვებია ანთროპოგენური გაქუქიანების უგულვებლყოფა. ამ პირობას ყველაზე უკეთ აკმაყოფილებს თბილისის მონაცემები, სადაც ატმოსფეროს საერთო გაქუქიანების დონეები ცნობილია 1928 წლიდან [1]. ვსარგებლობდით რა [1,4] მონაცემებით, თბილისისათვის 1928-1990 წლებში აღებულია ცალკეულ ათწლეულებში გაქუქიანების დონეთა აბსოლუტური მინიმუმები. მათ ცვლილებას დროის მიხედვით ექსპონენციალური სახე აქვს, ე.ი. გაქუქიანების მინიმალურ დონეთა ცვლილება დროის მიხედვით შეიძლება წარმოვადგინოთ ფორმულით

$$\tau = A \cdot \exp(B \cdot t), \quad (1)$$

სადაც t წლების რიგითი ნომერია დაწყებული 1928 წლიდან, ხოლო A და B ემპირიული კოეფიციენტებია. განვსაზღვრეთ რა უმცირეს კვადრატთა მეთოდით მათი მნიშვნელობები, მივიღეთ $A = 0.020$ და $B = 0.027$. მაშასადამე, თბილისისათვის გაქუქიანების შესაძლო მინიმალური დონე (A) დაკვირვების დაწყების წინა პერიოდში (1928 წლამდე) 0.020-ზე მეტი არ შეიძლება ყოფილიყო. ამ მნიშვნელობაში ანთროპოგენური გაქუქიანების მცირედენი წვლილიც შედის, მაგრამ მისი დაზუსტება შეუძლებელია და ვთვლით, რომ საერთო გაქუქიანებიდან ფონურზე მოდის აეროზოლების ოპტიკური სიმკვრივის ნაწილი, კერძოდ - 0.020. ასეთივე გზით ფონური გაქუქიანების დონის განსაზღვრა სხვა რეგიონებისათვის არ იქნება სწორი, ვინაიდან ამ რეგიონებში უწყვეტი ფაქტიური მონაცემები მხოლოდ 60-იანი წლების შემდგომ გვაქვს, როცა გაქუქიანების ანთროპოგენური დონის უგულვებლყოფა შეუძლებელია. დანარჩენ რეგიონებში ფონური გაქუქიანების მიახლოებითი დონეები შემდეგნაირად განვსაზღვრეთ. განსაზღვრა საერთო გაქუქიანების საშუალო დონეები ამ რეგიონებისათვის უწყვეტი მონაცემების მქონე პერიოდში (1969-1985). გამოთვლილ იქნა შესაბამისი პერიოდის საშუალო მნიშვნელობა თბილისისათვის და მიღებული განსხვავებები პროპორციულად გადატანილ იქნა 1928 წლისათვის. ამრიგად, ფონური გაქუქიანებისათვის მივიღეთ მიახლოებითი მნიშვნელობები: თელავისთვის - 0.018, სოხუმისთვის - 0.016, ანასულისთვის - 0.015, სენაკისთვის - 0.014 და წალკისთვის - 0.011.

ანთროპოგენური გაქუქიანების დონეთა დადგენა წლების მიხედვით კვლავ თბილისის მონაცემებზე დაყრდნობითაა გაკეთებული. თუ გავითვალისწინებთ, რომ ატმოსფეროს გაქუქიანების დონეთა მოკლებადიან (ყოველწლიურ) ვარიაციებს ბუნებრივი შემთხვევითი წყაროები განაპირობებს, მაშინ ფორმულა (1) ასახავს ფონური და ანთროპოგენური გაქუქიანების ჯამების წლიურ მსვლელობას თბილისისათვის. რაც შეეხება გაქუქიანების წილს, რომელიც ბუნებრივ შემთხვევით წყაროებზე მოდის, იგი ტოლი იქნება საერთო გაქუქიანების და ფონურს პლიუს ანთროპოგენური გაქუქიანებათა სხვაობის. დანარჩენ რეგიონებში ანთროპოგენური გაქუქიანების გამოსათვლელად გამოვიყენეთ ფონური გაქუქიანების მიღებული მნიშვნელობები, რომლებიც წარმოადგენენ (1) ფორმულის A კოეფიციენტებს. B კოეფიციენტები კი გამოთვლილ იქნა ამ რეგიონებისთვის არსებული დაკვირვების მასალებიდან აბსოლუტური მინიმუმების შერჩევითა და უმცირეს კვადრატთა მეთოდის გამოყენებით. ამრიგად, B კოეფიციენტებისთვის მიღებულ იქნა შემდეგი

მნიშვნელობები: თელავისთვის - 0.024, სოხუმისთვის - 0.031, ანასეულისთვის - 0.032, სენაკისთვის - 0.034 და წალკისთვის - 0.031.

მოცემული რეგიონებისთვის ამა თუ იმ წლის ატმოსფეროს საერთო გაქუქვიანების მნიშვნელობა ჩავთვალოთ 100%-ად და ყოველი წლისათვის, ზემოთ მიღებულ შედეგებზე დაყრდნობით გამოვთვალოთ ფონური, ანთროპოგენური და ბუნებრივი შემთხვევითი წყაროების პროცენტული წვლილი. გამოთვლის შედეგები მოცემულია ცხრილში, რომელიც ატმოსფერული ჰაერის გაქუქვიანების დონის ცხრილი

ფონური, ანთროპოგენური და ბუნებრივი შემთხვევითი წყაროების წვლილი ატმოსფეროს საერთო გაქუქვიანების ფორმირებისას

ატმოსფეროს გაქუქვიანება	დაკვირვების პუნქტი	ატმოსფეროს რატიკული სიმკვრივე		გაქუქვიანების წყარო					
		τ	პერიოდი წელი	ფონური		ანთროპოგენ.		ბუნებრივი	
				წვლ. %	პერიოდი წელი	წვლ. %	პერიოდი წელი	წვლ. %	პერიოდი წელი
საშუალო	თბილისი	0.132	1969-85	16	1969-85	44	1969-85	40	1969-85
	თელავი	0.122	1969-85	17	1969-85	38	1969-85	45	1969-85
	სოხუმი	0.102	1969-85	15	1969-85	55	1969-85	30	1969-85
	ანასეული	0.107	1969-85	16	1969-85	60	1969-85	24	1969-85
	სენაკი	0.093	1969-85	16	1969-85	68	1969-85	16	1969-85
	წალკა	0.074	1969-85	16	1969-85	56	1969-85	28	1969-85
საშუალო კვადრ. გადახრა	თბილისი	0.027	1969-85	3	1969-85	10	1969-85	12	1969-85
	თელავი	0.034	1969-85	7	1969-85	9	1969-85	16	1969-85
	სოხუმი	0.027	1969-85	3	1969-85	10	1969-85	12	1969-85
	ანასეული	0.026	1969-85	3	1969-85	10	1969-85	12	1969-85
	სენაკი	0.028	1969-85	4	1969-85	8	1969-85	12	1969-85
	წალკა	0.017	1969-85	4	1969-85	12	1969-85	15	1969-85
მაქსიმალური	თბილისი	0.198	1983	21	1970	79	1985	55	1983
	თელავი	0.176	1983	36	1969	64	1969	60	1983
	სოხუმი	0.163	1983	20	1978	76	1978	49	1983
	ანასეული	0.176	1983	20	1978	84	1985	47	1983
	სენაკი	0.158	1983	22	1970	80	1975	42	1983
	წალკა	0.113	1983	26	1971	81	1981	48	1975
მინიმალური	თბილისი	0.094	1970	10	1983	35	1983	0	1985
	თელავი	0.050	1969	10	1983	30	1983	0	1969
	სოხუმი	0.074	1978	9	1983	42	1983	4	1978
	ანასეული	0.082	1978	9	1983	44	1983	0	1985
	სენაკი	0.065	1970	9	1983	49	1983	0	1975
	წალკა	0.043	1971	10	1983	44	1983	0	1981

ცვალებადობის მნიშვნელოვან ინფორმაციას გვაძლევს საქართველოს ტერიტორიაზე. საკითხი იმის შესახებ თუ რამდენად მიზანშეწონილია საქართველოს ტერიტორიის დახასიათება დაკვირვების რამდენიმე პუნქტზე დაყრდნობით, შემდგომი კვლევის საგანია, მაგრამ მიახლოებითი ანალიზის გაკეთების შესაძლებლობას იძლევა თუნდაც ის ფაქტი, რომ ატმოსფეროს გაქუქვიანება ძირითადად გლობალური მოვლენაა, რასაც ერთხელ კიდევ ადასტურებს მოცემული ცხრილი. ასე მაგალითად, 1982 წელს მექსიკაში ამოფრქვეული ძლიერი ვულკანის ელ-ჩიჩონის გაღვნიით 1983 წელს ატმოსფეროს გაქუქვიანება საქართველოს მთელ



ტერიტორიაზე მკვეთრად გაიზარდა, ე.ი. გაქუჩუყიანების ფაქტორი გლობალურ მასშტაბით ვლინდება მთელ დედამიწისეულ ატმოსფეროში და ცალკეულ რეგიონებს ამ ფაქტორზე მხოლოდ გარკვეული კორექტურის შეტანა თუ შეუძლიათ. აღსანიშნავია ისიც, რომ დასავლეთ საქართველოს საკმაოდ დაშორებული ორი დაკვირვების პუნქტის - სოხუმის და ანასეულის მონაცემები თითქმის იდენტურია, როცა მათ შორის მოთავსებული სენაკი განსხვავებულ შედეგებს იძლევა. ეს ასეც უნდა იყოს, რადგან როგორც ლიტერატურული წყაროები ადასტურებენ, კოლხეთის დაბლობზე გაბატონებულია ატმოსფეროს ადგილობრივი, მიწისპირული, დაბნული ცირკულაცია და იგი ხელს უშლის გარე სამყაროდან აეროზოლების შიგნით შეღწევას ან პირიქით.

ცხრილიდან მიღებული შედეგებიდან აღსანიშნავია ის, რომ აღმოსავლეთ საქართველოს ატმოსფერო უფრო გაქუჩუყიანებულია, ვიდრე დასავლეთის, ხოლო სამხრეთ საქართველო შედარებით სუფთაა. საერთოდ, მთელ საქართველოში ატმოსფეროს გაქუჩუყიანების დონის ფორმირებაში ფონური ფაქტორის წვლილი 15-17%-ის ოდენობით შემოსაზღვრება. ანთროპოგენურ გაქუჩუყიანებაზე მოდის 38-68%, ხოლო ბუნებრივი შემთხვევითი წყაროები ატმოსფეროს საშუალოდ 16-45%-ით აქუჩუყიანებენ. აღსანიშნავია, რომ აღმოსავლეთ საქართველოში ანთროპოგენურ გაქუჩუყიანებას ნაკლები წვლილი უდევს, ვიდრე დასავლეთ საქართველოში. ეს ისე არ უნდა გავიგოთ, რომ თითქმის ანთროპოგენური გაქუჩუყიანება აღმოსავლეთ საქართველოში ნაკლებია, ვიდრე დანარჩენ ტერიტორიაზე. საქმე ისაა, რომ ცხრილში მოცემულია პროცენტული შემადგენლობა საერთო გაქუჩუყიანების დონიდან. თუ გამოვივლით ანთროპოგენური გაქუჩუყიანების აბსოლუტურ მნიშვნელობებს, ცხრილის მიხედვით თბილისისა და სოხუმისათვის შესაბამისად მივიღებთ: 0.058 და 0.056, ე.ი. ისინი მცირედ განსხვავდებიან ერთმანეთისგან, რაც საკვებით კანონზომიერია.

მიგვაჩნია, რომ ცხრილიდან მიღებული შედეგებიდან ყველაზე მნიშვნელოვანია ის, რომ გაქუჩუყიანების დონეთა სხვადასხვაობას ქმნიან ბუნებრივი შემთხვევითი გაქუჩუყიანების წყაროები. თუ რატომ უნდა ვლინდებოდეს ბუნებრივი შემთხვევითი წყაროების გლობალური ზეგავლენა სხვადასხვანაირად ისეთ მცირე ტერიტორიაზე, რომელსაც საქართველო მოიცავს, ამის პასუხს აეროზოლების წარმოქმნის თანამედროვე თეორია იძლევა [5]. ამ თეორიით აეროზოლების არსებობის ხანგრძლივობა განსაკუთრებით ტროპოსფეროში მკვეთრადაა შემოსაზღვრული. იგი ატმოსფეროში ჩაისახება, განიცდის განვითარებას და რამდენიმე დღის შემდეგ ძალდატანებით პროცესების ზეგავლენით (ნალექები, სედიმენტაცია და სხვა) განიღვენება ატმოსფეროდან. მისი წარმოქმნისათვის აუცილებელია ე.წ. აეროზოლწარმომქმნელი აირები (მას დიდი რაოდენობით აფრქვევს ატმოსფეროს მაღალ ფენებში ვულკანური ამოფრქვევები, ტყის ხანძრები და სხვა) და ადგილობრივი აეროზოლწარმომქმნელი პირობები ამ აირებიდან აეროზოლების გაჩენისთვის. მიუხედავად იმისა, რომ შემოტანილი აირები მთელ ტერიტორიაზე ერთნაირია, აეროზოლების წარმოქმნა სხვადასხვა ინტენსიურობით ხდება ადგილობრივი პირობებიდან გამომდინარე. მაშასადამე, აეროზოლების წარმომქმნელი პირობები საქართველოს აღმოსავლეთ ნაწილში უფრო ძლიერია, ვიდრე მის დასავლეთ ან სამხრეთ ნაწილში.

საქართველოს მეცნიერებათა აკადემია
ვახუშტის სახელობის გეოგრაფიის ინსტიტუტი

(შემოვიდა 23.3.1994)

К.А.Таварткиладзе

Роль фоновых, антропогенных и естественных случайных источников в общем загрязнении атмосферы над территорией Грузии

Резюме

Определена роль фоновых, антропогенных и естественных случайных (извержение крупных вулканов, лесные пожары и др.) источников в общем загрязнении атмосферы над территорией Грузии. Установлено, что при формировании общего загрязнения на фоновые источники в среднем по всей территории Грузии приходится не более 16 %. На долю антропогенных факторов, изменение которых характеризуется экспоненциальным ростом, приходится 53 %. А на естественные источники - 31 %.

PHYSICAL GEOGRAPHY

K.Tavartkiladze

The Part of the Background Anthropogenic and Natural Accidental Sources in the Total Atmospheric Pollution Above the Territory of Georgia

Summary

The part of the background, anthropogenic and natural accidental sources (volcanic eruptions, forest fires etc.) in the total atmospheric pollution above the territory of Georgia has been determined. It appeared that background sources all over the territory of Georgia make average 16% of the total pollution. Anthropogenic factors impact the temporal variety of which is characterised by exponential upright makes 53%. As for the natural accidental sources - they make 31%.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. *К.А.Таварткиладзе*. Мет. и Гидр., 5, 1970.
2. *К.А.Таварткиладзе, Э.В.Саджая*. Сообщ. АН Грузии, 124, 3, 1986.
3. *К.А.Таварткиладзе, Э.В.Саджая*. Сообщ. АН Грузии, 140, 1, 1990.
4. *Л.И.Берошвили*. Сообщ. АН Грузии, 132, 3, 1988.
5. *Г.В.Розенберг*. Изв. АН СССР, ФАО, 19,1, 1983.



УДК 551.781.5(479.22)

ГЕОЛОГИЯ

Н.Ш.Салуквадзе, З.Н.Кецховели, Г.Н.Салуквадзе

О стратиграфии верхнеэоценовых образований Месхети

(Представлено академиком И.П.Гамкрелидзе 29.06.1995)

Верхнеэоценовые и смежные отложения рассматриваемого региона содержат многочисленных представителей фауны и флоры (бентосные и планктонные мелкие фораминиферы, пуммулитиды, моллюски, наннопланктон), имеющих большое биостратиграфическое значение для составления как региональной, так и местных стратиграфических схем. Они играют важную роль в сопоставлении местных литостратонов с таковыми других регионов. Их комплексное изучение может успешно послужить не только ярусному делению верхней части палеогеновой системы, но и другим целям. На рубеже эоцена-олигоцена во многих седиментационных водоемах континентов и океанов заметно изменился состав фауны и режим осадкообразования, произошли палеогеографические и палеотектонические перестройки. Эти события настолько значительны, что в число действующих проектов Международной программы геологической корреляции (МПКГ) в начале восьмидесятых годов был включен проект N 174 „Геологические события на границе эоцена и олигоцена“, в разработке которого, наряду со специалистами многих стран, принимали участие и грузинские геологи, в том числе и один из авторов этих строк. Результаты исследований со всей определенностью показали, что и в этом отношении ахалцихские разрезы и заключенные в них органические остатки имеют исключительное значение.

На наличие эоцена в Месхети Дюбуа де Монпере указал еще в первой половине прошлого века. Впоследствии вопросов стратиграфии и палеонтологии этих осадков в той или иной степени касались часто, но, несмотря на это, многие вопросы плохо освещены или толкуются по-разному, при этом допущены и серьезные ошибки. Совершенно непонятно, например, почему А.А.Воронина [1] приурочила бесспорно верхнеэоценовую адигенскую свиту к среднему эоцену. Вызывает сомнение также ее высказывание [2] о наличии углового несогласия в пограничных отложениях эоцена и олигоцена (соответственно „адигенская“ и „абастуманская“ свиты у автора). В обнажениях Ахалцихской котловины, по крайней мере, тех, которые были изучены указанным исследователем, следа столь крупного геологического события на отмеченном уровне нет. Следует отметить также, что геологами не всегда правильно определяется объем и ранг некоторых эоценовых литостратиграфических единиц.

Верхнеэоценовые образования в Адигенском, Ахалцихском и Аспиндзском районах пользуются широким распространением. Они принимают участие в строении почти всех развитых здесь тектонических структур (кстати складки, за небольшим исключением, разными авторами именуется по-разному, что является одной из

причин путаницы). В разрезах названных районов среднеэоценовая ацкурская свита („верхняя слоистая туфогенная свита“) кверху сменяется набором пород, выделяемых нами под названием кваблианская свита (по р.Кваблиани, левый приток р.Поцхови). Последняя представлена темно-серыми и коричневато-серыми, часто известковистыми глинами и песчанистыми глинами с прослоями и прослойками песчаников, алевролитов и редко конгломератов. Встречаются линзы и прослой мергелей (в основном в верхней части свиты). Присутствуют также туффиты, туфы, туфопесчаники и туфобрекчии. Глины иногда гипсоносные. Песчаниковые слои в ряде мест сгруппированы в пачки. Туфобрекчии местами образуют линзообразные тела (сс.Шока, Сагрдзе и др.), мощности которых значительны (к примеру близ с.Шока под развалинами древней крепости Окросхиде мощность туфобрекчии около 80 - 100 м). Возраст последних, по-видимому, на основании внешнего сходства (массивные туфобрекчии) обычно определяют как средний эоцен, с чем трудно согласиться. Границы данной свиты отбиваются довольно четко. Нижнюю границу следует проводить по подошве первого слоя (пачки) темно-серых и коричневато-серых глин с чешуями рыб, остатками флоры и мелкими фораминиферами зоны *Globigerina turcmenica*, а верхнюю - по кровле слоя (пачки) с аналогичным литологическим и фаунистическим составом.

Вдоль северного борта Ахалцихской котловины породы описываемой свиты обнажены в окрестностях сс.Гомаро, Шока, Сагрдзе, Каратубани и др. Восточнее они развиты в обоих крыльях Цнисской антиклинали. Их выходы расположены также на северном крыле Сафарской (Уравельской или Сабадурской) антиклинали (сс.Минадзе, Грели), а также близ с.Рустави и Аспицдза. Общая мощность свиты достигает 260 м. Для пород этой свиты характерно присутствие представителей ихтиофауны (преимущественно чешуи рыб) и остатков растительности (слои часто переполнены ими). По всей мощности свиты в известковистых глинах найдены планктонные фораминиферы зоны *Globigerina turcmenica*. В средней части обнаружен *Lyrolepis caucasica* (дорога Ахалцихе - Сафара). В верхних слоях песчаников содержатся *Nummulites praefabianii* (с.Рустави), *N.cf. striatus* (р.Оцхе), *N.incrassatus*, *Discocyclina sp.* (с.Минадзе).

Аналогами описываемого литостратона в других литофациальных районах Кавказа скорее всего являются эгрисская свита (Грузинская глыба), навтлугская свита (восточная часть Триалетского хребта), кумская свита (Северный Кавказ). Фауна, содержащаяся в породах данного литостратона и его аналогов, а также стратиграфическое положение последних позволяют определить их возраст как верхний эоцен, точнее - низы верхнего эоцена [3,4].

Необходимо отметить, что в ряде мест Ахалцихской котловины образования рассматриваемой свиты отсутствуют (рр. Борбало, Марда, Поцхови и др.) и верхняя часть верхнего эоцена (мардынская свита) налегает непосредственно на среднеэоценовые породы. По утверждению П.Д.Гамкрелидзе [5], в некоторых участках Ачарско-Триалетского седиментационного бассейна, в том числе и в



Ахалцихском водоеме, в конце среднего эоцена (время накопления ацкурской свиты. - Н.С.) началась регрессия. Согласно автору, „верхне-эоценовые отложения (судя по всему, имеется в виду описываемая ниже мардынская свита. - Н.С.) трансгрессивно и с угловым несогласием залегают на разных горизонтах среднего эоцена“, что, по его мнению, является следствием триалетской орофазы (соответствует примерно первой пиренейской фазе Альпийской Европы. - Н.С.).

К изложенному следует добавить, что, как показал анализ работ прежних исследователей, данный литостратон, а зачастую лишь его верхнюю часть выделяли как „нижний рыбный горизонт (или ярус)“, „нижняя свита“, „рыбные слои“, „нижняя песчано-глинистая свита“, „нижнеахалцихские (рыбные) слои“.

В оставшейся части позднеэоценового времени в восточных участках Ахалцихского бассейна (примерно восточнее р.Оцхе) пластовались терригенные песчано-глинистые осадки, названные в свое время И.В.Качарав [6] мардынскими слоями, или толщей Марды (не надо путать со „слоями Марды“, выделенной Ворониной [1]). Эквивалентом последней в западных разрезах котловины является выделенная П.Д.Гамкрелидзе [5] адигенская свита. Отличия этих двух подразделений сводятся, в основном, к присутствию значительного вулканического материала в последней.

Мардышскую свиту (напомним, что право приоритета обеспечивает сохранение первоначального наименования этих отложений, поэтому название „ахалцихская свита“, предложенное гораздо позже Ворониной [2], необходимо упразднить) слагают серые, желтовато-серые и зеленовато-серые известковистые глины (местами гипсоносные) с прослоями и пачками преимущественно известковистых алевролитов и песчаников. Встречаются также прослои и линзы мергелей. В нижней части очень редко присутствуют (р.Марда, сс.Минадзе, Рустави) маломощные линзы и прослои туфов и туффитов. По данным П.Д.Гамкрелидзе [5], последние развиты также близ г.Ахалцихе. Мощность пачек песчаников - от первых до нескольких десятков метров. Они обычно не пользуются широким пространственным развитием. Поэтому выделять их в качестве самостоятельного литостратиграфического подразделения, как, например, „горизонт с *Pecten arcuatus*“, на наш взгляд, нецелесообразно. Описываемая свита испытывает некоторое фациальное изменение по площади. В разрезах северного крыла Мардынской антиклинали (рр.Борбало, Марда и др.) в ней преобладают песчаные породы, а в обнажениях северного борта котловины - глинистые и мергелистые компоненты (в последних количество крупных фораминифер и моллюсков заметно уменьшается). Мощность до 300 - 360 м. Данный литостратон залегают без видимого несогласия на породах кваблианской свиты. В некоторых разрезах, как уже было сказано, он несогласно лежит на среднеэоценовых породах (местами в основании наблюдается пласт конгломерата). Стратиграфически выше развиты отложения поцховской свиты (олигоцен).

Осадки рассматриваемой свиты часто характеризуются как обилием, так и разнообразием родового и видового состава фораминифер и

моллюсков. В верхней части присутствует верхнеэоценовый комплекс моллюсков *Variamussium fallax*, *Pecten arcuatus*, *Pycnodonta brongniarti*, *Chlamys biarrizensis* и др. Здесь обнаружены *Nummulites fabianii*, *N.orbigny*, *N.striatus*, *N. cf.budensis* (рр.Борбало, Марда), *N.chavannesi*, *N.bouillei* и др. (рр.Лерциани, Оцхе, с.Минадзе). В верхних слоях содержится ассоциация планктонных фораминифер, отвечающая, по-видимому, зоне *Globorotalia centralis* (?). В породах свиты найдены мелкие фораминиферы зон *Globigerapsis index* (внизу) и *Bolivina antegressa*. Здесь заключен также комплекс наннопланктона верхнеэоценовой зоны *Discoaster barbadiensis* с тремя подзонами - *Chiasmolithus oamariensis*, *Istmolithus recurvus*, *Sphenolithus pseudoradians* [7]. Мардынскую свиту в разное время выделяли под названиями „верхняя свита“, „верхняя нуммулитовая свита“, „верхне-ахалцихские (фораминиферовые) слои“, „глинисто-песчанистая нуммулитовая свита“.

Академия наук Грузии
Геологический институт им. А.И.Джанелидзе
(Поступило 30.06.1995)

გეოლოგია

ნ.სალუკვაძე, ზ.კეტხოველი, გ.სალუკვაძე

მესხეთის გვიანეოცენური ნალექების სტრატოგრაფიის შესახებ
რეზიუმე

ახალციხის ქვაბულში აწყურის წყებზე (შუა ეოცენი) განლაგებულია ზედაეოცენური კვაბლიანის წყების ნალექები (ზონა *Globigerina turcomenica*, *Lyrolepis caucasica*). მათ თავზე აღევს (ალაგ უთანხმოდ) მარდას წყება (ზონები *Globigerapsis index*, *Bolivina antegressa*, *Nummulites fabianii*). ამ უკანასკნელზე განლაგებულია ფოცხოვის წყება (ოლიგოცენი).

GEOLOGY

N.Salukvadze, Z.Ketskhoveli, G.Salukvadze

On the Stratigraphy of Meskheta Late Eocene Sediments

Summary

In the Akhaltsikhe depression the Atskuri Suite 5 (Middle Eocene) is overlain by Upper Eocene sediments of Kvabliani Suite (zone *Globigerina turcomenica*, *Lyrolepis caucasica*). And it is overlain (in some places unconformably) by Marda Suite (zone *Globigerapsis index*, *Bolivina antegressa*, *Nummulites fabianii*), which underlies the Potskhovy Suite (Oligocene).

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. А.А.Ворошина. Изв. АН СССР, сер. геол., 4, 1983.
2. А.А.Ворошина. Автореф. канд. дисс. М., 1977.
3. Н.Ш.Салуквадзе. Труды ГИН АН ГССР, нов. сер., вып. 89, 1985.
4. Н.Ш.Салуквадзе. Автореф. докт. дисс. Тбилиси, 1993.
5. П.Д.Гамкрелидзе. Геологическое строение Аджаро-Триалетской складчатой системы, Тбилиси, 1949.
6. И.В.Качарова. Труды ГИН АН ГССР, сер. геол., IX (XIV), I, 1955.
7. Л.А.Панова, Е.Ю.Малиганова, И.П.Табачникова. Труды ВСЕГЕИ, нов. сер., т.327, 1984.

УДК 551.243(470.62)

ГЕОЛОГИЯ

Т.В.Гиоргобиани, Д.П.Закарая, Г.А.Чихрадзе

Тектоническое строение южной части междуречья Дагомыс Западный - Сочи

(Представлено академиком И.П.Гамкрелидзе 26.04.1994)

Изученный район расположен в пределах Чвежипсинской тектонической зоны мегантиклинория Северо-Западного Кавказа, которая состоит из двух крупных структур - Дагомысской антиклинали и Пластунской синклинали. С севера эта зона по Краснополянскому разлому граничит с Новороссийско-Лазаревской зоной, а на юге по Монастырскому разлому соприкасается с Абхазской зоной (рис.1, I). Это нарушение тектонически перекрыто полого надвинутыми на Абхазскую зону структурами Чвежипсинской зоны, фронтом которого служит Воронцовский надвиг [1]. Абхазская зона является северным краем Черноморско-Закавказского среднего массива и представлена в современной структуре Адлерской депрессией.

Исследованная территория сложена палеогеновыми терригенными флишевыми отложениями [2], среди которых снизу вверх выделяются согласно залегающие друг на друга четыре свиты: Цице (320м), Горячего ключа (370м, нижняя 40м -ая подсвита Шибик), головинская (340м) и мамайская (1630м) с шестью пачками [3-5]. Абхазская зона представлена сочинской свитой (250м). Эти свиты сложены аргиллитами, алевритами и песчаниками, иногда с прослоями кремней и мергелей. В головинской и мамайской свитах выделяются горизонты и линзы с включением глыб известняков и редко мергелей (олигостромы) мощностью до 80м. Одна часть пород, особенно мамайской свиты, представлена фоновыми осадками - аргиллитами и известковистыми аргиллитами, а вторая - отложениями эпизодических потоков-субаркозовыми турбидитами, биотурбидитами, калькаренитами и др. Турбидиты обычно дистального типа с неполными градиационными интервалами [6].

Мощная (2700м) флишевая толща деформирована неравномерно. В восточной части междуречья рр. Сочи-Мамайка складчатая структура в целом представляет собой область полого моноклиналильного залегания слоев, наклоненных к северу, осложненных мелкими приразломными складками и коленообразными изгибами (см. рис. 1,II, профиль III-III'). Простираение слоев в общем 255-270°, но местами оно меняется на 285-315° или на 230-250°. Углы падения слоев 20-35°, но в пределах флексурных перегибов и в зонах разрывных нарушений они возрастают до 45-70°. В Абхазской зоне слои также залегают моноклиналино, имеют простираение 340-20° и пологое (25-35°) падение на запад (рис.1,II, п-III-III'). В западной части рассматриваемого

междуречья складчатая структура образует в плане поперечный флексуобразный изгиб (рис.1,II). Северное и южное крылья этой флексуры в целом имеют субширотное простирание. Смыкающее крыло, шириной более 1км, - субмеридиальное ($340-20^\circ$), с падением слоев $25-35^\circ$, иногда $40-50^\circ$ на восток. Формирование этой структуры, очевидно, обусловлено наличием в фундаменте крутопадающего субмеридионального разлома (сброса).

В средней части исследованной территории, в междуречье рр. Мамайка - Дагомыс Восточный, характер складчатой структуры резко меняется. Главным структурным элементом здесь является антиклиналь, с простиранием $300-310^\circ$ и шириной около 2 км (рис.1,II, п-II-П'). Антиклиналь имеет асимметричную, наклоненную на юг гребневидную форму. Осевая плоскость ее под углом 80° падает на север. Вблизи ядра слои залегают $40-50^\circ$ на северном и $60-70^\circ$ на южном крыльях складки. Далее они резко сменяются более пологими ($20-30^\circ$) наклонами слоев. Южное крыло этой структуры осложнено слабо сжатыми синклиналью и сопряженной с ней антиклиналью. На северном крыле антиклинали, в свите Горячего ключа в моноклинально падающих слоях наблюдается дополнительная тесно сжатая многопорядковая складчатость (рис.1,II, п-II-П'). Южнее антиклинали расположена пологая синклиналь с углами падения крыльев $20-25^\circ$, имеющая северо-западное ($310-320^\circ$) простирание. Западная часть изученного района, расположенная в междуречье рр. Восточный и Западный Дагомыс, характеризуется более простым тектоническим строением. Здесь наблюдается вышеописанная антиклиналь и сопряженные с ней синклинали северо-западного ($290-310^\circ$) простирания (рис.1,II, п-I-Г'). Ширина антиклинали составляет 1,3 км, а южной синклинали - 1,5 км. Крылья антиклинали здесь падают под углами $50-80^\circ$ и $30-50^\circ$. Синклинали представляют собой структуры с более пологими ($10-30^\circ$) наклонами крыльев.

Таким образом, характерной особенностью складчатой структуры изученной территории является изменчивый характер складчатости в продольном направлении. Гребневидная складчатость, распространенная в западной части этого района, к востоку сменяется полого наклоненной на север моноклиналью, имеющей чешуйчатое строение, которая осложнена более поздней, наложенной крупной поперечной горизонтальной флексурой.

В изученном районе широко развиты разнообразные по направлениям и морфологии разрывные нарушения. По своей ориентировке выделяются четыре группы разломов, имеющие северо-западные ($285-325^\circ$), северо-восточные ($40-70^\circ$), субширотные ($260-270^\circ$) и субмеридиональные ($350-20^\circ$) простирания. Среди них различаются пологие ($30-45^\circ$) надвиги и крутопадающие ($65-80^\circ$) взбросы и сбросы. Последние иногда характеризуются также горизонтальными смещениями. Разломы северо-западного простирания представляют собой правые взбросо-сдвиги, северо-восточного направления - левые взбросо- и сбросо-сдвиги, а субмеридиональной ориентировки - левые и реже правые сбросо- и взбросо-сдвиги.

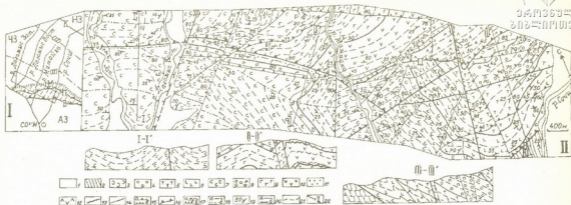


Рис.1. I - Тектоническая схема района г.Сочи. Тектонические зоны: НЗ - Новороссийско-Лазаревская; ЧЗ - Чивжицкая; АЗ - Абхазская; ОД - ось Дагомыской антиклинали; ОП - ось Пластунской синклинали. Разломы: К - Краснополянский, М - Монастырский. Надвиги: П - Пластунский, В - Воронцовский. Заштрихована перекрытая часть Абхазской зоны. Рамкой очерчена изученная территория.

II. Геологическая карта южной части междуречья Дагомыс Западный-Сочи. 1 - четвертичные отложения; 2 - совицкая свита (олигоцен); пакки мамайской свиты (нижний-средний эоцен); 3 - шестая, 4 - пятая, 5 - четвертая, 6 - третья, 7 - вторая, 8 - первая (горизонт с включениями), а также ливны этих образований в мамайской и в головинской свитах; 9 - головинская свита (верхний палеоцен); 10 - свита Горичего клэза (верхний палеоцен); 11 - подсвита Шибик; 12 - свита Цице (нижний палеоцен). Разрывные нарушения: 13 - разломы первого порядка с амплитудами смещения 150-350 м; 14 - разломы второго порядка с амплитудами смещения до 100 м; 15 - а-взбросы, б-сбросы; 16 - надвиги; 17 - а-взбросо-сдвиги, б-сбросо-сдвиги, стрелки-направления смещения; 18 - оси складок: а-антиклиналей, б-синклиналей; 19 - элементы залегания слоев; 20 - границы: а-свит, б-пачек; 21 - структурные ливны; 22 - ливны геолого-структурных профилей.



Выделяются две группы разрывных нарушений – первого и второго порядка. Разломами первого порядка являются некоторые крутопадающие нарушения, а также Пластунский и Воронцовский надвиги (рис.1,II). Первые имеют протяженность 1,5-3 км, иногда до 6 км. Вертикальные амплитуды смещения составляют 150-350 м, горизонтальные – 30-100 м. Нарушения второго порядка характеризуются вертикальными амплитудами перемещения до 100 м, а горизонтальными - 20-75 м. Протяженность их колеблется в пределах 0,4-1 км, редко 1,5-2,8 км.

Пластунский надвиг протягивается на расстоянии 3,3 км и на западе срезается разломом первого порядка северо-западного простирания. Падает он на север под углом 45°. По этому нарушению цинцинская свита палеоцена надвинута на различные пачки мамайской свиты эоцена, а также головинской свиты палеоцена. В целом по р. Сочи амплитуда смещения по Пластунскому надвигу не превышает 1,5 км [1]. Воронцовский надвиг прослеживается лишь на расстоянии 750 м. По этому разлому флишевая толща мамайской свиты эоцена надвинута на сочинскую свиту олигоцена. Нарушение падает на север под углом 30-35°, а амплитуда перемещения по р. Сочи достигает 3 км [1]. Надвиги второго порядка падают под углами 30-45°, протяженность их составляет 0,8-2,5 км, а амплитуды смещений колеблются в пределах 70-125 м. Характер происходивших по надвигам движений дает основание утверждать, что они генетически (по кинематике формирования) представляют собой поддвиги. Разрывные нарушения расчленяют складчатую структуру на множество блоков, что обуславливает мозаичное складчато-блоковое строение района. Особенно сильно раздроблена территория, расположенная вблизи границы с Абхазской зоной, в пределах фронтальной части Воронцовского надвига (рис.1,II).

Таким образом, сложная складчато-разрывная тектоническая структура изученного района отражает характер деформаций южного края мегантиклинория Северо-Западного Кавказа, расположенного над зоной пододвигания под него Черноморско-Закавказского срединного массива, происходящего в течение средне- и позднеальпийских этапов развития региона [7].

Академия наук Грузии
Геологический институт им. А.И.Джанелидзе

(Поступило 29.04.1995)

გეოლოგია

თ.გიორგობიანი, დ.ზაქარაია, გ.ჩხრაძე

დასავლეთ დაგომისის და სოჭის შუამდინარეთის სამხრეთ
ნაწილის ტექტონიკური აგებულება
რ ე ზ ი უ მ ე

გაირკვა აღნიშნული ტერიტორიის ტექტონიკური აგებულება. დადგინდა დანაოქების ინტენსივობის ცვალებადობა სტრუქტურების გასწვრივი მიმართულებით, რაიონის დასავლეთ ნაწილში გავრცელებული ეფესაქტური ნაოქების ჩანაცვლება აღმოსავლეთისაკენ ჩრდილოეთით დამრეცად დაქანებული



მონოკლინით, რომელიც შეეცოცებების არის გართულებული. დადგენილია სხვადასხვა ასაკისა და მასშტაბის რღვევები, მათი ფორმირების კინემატიკა და სტრუქტურების წარმოშობის პირობები რაიონის ტექტონიკური განვითარების შუა და გვიანალბურ ეტაპებზე.

GEOLOGY

T.Giorgobiani, D.Zakaraia, G.Chikhradze

Tectonic Structure of the Southern Part of Rivers Western Dagomisi and Sochi Interfluve

Summary

Tectonic structure of the noted territory is quite clear - variations of the structures folding intensity of the longitudinal direction, with eastward replacement of ejective folds spread in the western part of the region, and with north dipping oblique monocline, which is complicated with the thrust. Faults of different age and scale, kinematics of their forms and conditions of structure forming on the Middle and Late Alpine stages of tectonic development were ascertained.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. *Т.И.Гиоргобiani, Д.П.Закараия*. Труды ГИН АН ГССР, нов. сер., вып. 97, 1989, 60.
2. *И.А.Гросгейм*. Труды Краснодарского филиала Всесоюзного нефтегазового института. Вып. 4, М., 1960, 3-191.
3. *Б.М.Келлер, В.В.Меннер*. Бюлл. МОИП, отд. геол., т. XX(1-2), 1945.
4. *Г.П.Леонov, В.И.Алимарина*. Вопросы стратиграфии нижнепалеогеновых отложений Северо-Западного Кавказа. М., 1964, 87-103.
5. Геологическое описание СССР. т. IX. Северный Кавказ. М., 1968, 361-363.
6. *Вюста А.Н.* Sedimentology of Some Flisch Deposits. Elsevier (Amsterdam), 1962.
7. *И.П.Гамкрелидзе, Т.В.Гиоргобiani*. Геология и полезные ископаемые Большого Кавказа. М., 1987, 35-40.

УДК 622.24:658.155.2

РАЗРАБОТКА И ОБОГАЩЕНИЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

А.Г.Эдиберидзе

Задача управления распределением обсадных труб при бурении скважин в сложных геологических условиях

(Представлено академиком А.А.Дзидзигури 12.01.1994)

Предлагаемый подход к решению задачи управления распределением ресурсов обсадных труб обеспечит возможность эффективного распределения с помощью ЭВМ ресурсов обсадных труб, имеющихся на буровом предприятии, в соответствии с требованиями совмещенных план-графиков организации буровых работ, в результате чего может быть достигнуто сокращение вынужденных простоев скважин из-за отсутствия необходимых для их крепления обсадных труб, получение технических решений по креплению скважин с минимально возможной стоимостью, а также облегчение работы производственных и технологических служб предприятия.

Как известно, совмещенные план-графики организации буровых работ на перспективный год составляются заблаговременно на основе информации, включающей в себя в том числе и проектные конструкции скважин. По совмещенным план-граммам формируются заявки на поставки обсадных труб предприятию (объемы по сортаментам и моменты) в перспективном году.

Появление возмущений в системе в начале или внутри текущего месяца, таких, как изменение геолого-технических условий при бурении скважин, недопоставки или вообще срывы поставок обсадных труб, приводят к необходимости изменения проектных конструкций отдельных скважин [1]. Последнее обстоятельство является причиной корректировки заранее запланированных совмещенных план-графиков. В таких случаях выявляются скважины, для которых следует изменить проектную конструкцию обсадных колонн, и для них решается задача перепроектирования конструкции скважины (задача 1).

Затем на плановом промежутке времени (не менее двух месяцев, а в идеальном случае всякий раз до конца года) решается задача прогнозирования обеспеченности будущих работ по креплению скважин обсадными трубами в соответствии с совмещенными план-граммами по заданной номенклатуре обсадных труб с ограниченными ресурсами (задача 2).

Задача 1 сводится к задаче нелинейного программирования, которая решается с применением комбинаций методов скользящего допуска и метода динамического программирования. Результатом решения задачи 1 является следующая информация: глубины спуска секций в колонне, наружные диаметры, толщины стенок, группы прочности,



коэффициенты запаса прочности по внутреннему и внешнему избыточным давлениям и по страгивающей нагрузке, глубины спуска и длины участков обсадных труб одинакового типоразмера в каждой секции, а также наружные диаметры, толщины стенок, группы прочности, коэффициенты запаса прочности по растягивающей нагрузке, глубины спуска и длины для одинаковых типоразмеров буровых труб, предназначенных для спуска соответствующих секций обсадных труб.

При решении задачи прогноза 2 задается последовательность моментов времени T_0, T_1, \dots, T_n , где T_0 – момент начала прогноза, T_1 – конец первого календарного месяца, содержащего T_0, T_1 ($I=2, n-1$) – моменты будущих поставок обсадных труб, привязанные к началу соответствующего календарного месяца, T_n – момент конца прогноза. Очевидно, что $T_i < T_n$ ($I=1, n-1$). Весь прогноз на промежутке времени $[T_0, T_n]$ осуществляется путем проведения последовательных подпрогнозов на промежутках $[\overline{T_0, T_1}]$, $[\overline{T_1, T_2}]$, ..., $[\overline{T_{n-1}, T_n}]$. Подпрогноз на текущем промежутке $[\overline{T_i, T_{i+1}}]$ ($I=0, n-1$) проводится путем выделения в соответствии с совмещенными план-графиками колонн обсадных труб с одинаковыми внешними диаметрами, подлежащими спуску в данном промежутке времени: $L(D_1), L(D_2), \dots, L(D_{P_i})$, а также путем разбиения ресурса труб, имеющегося на предприятии в момент времени T_i в соответствии с найденными внешними диаметрами:

$L_i^c(D_1), L_i^c(D_2), \dots, L_i^c(D_{P_i})$. Здесь $L_i^c(D_J)$ и $L_i^c(D_J)$ ($I=0, n-1, J=1, P_i$) – соответственно потребность и ресурс по обсадным трубам наружного диаметра D_J на промежутке прогноза $[\overline{T_i, T_{i+1}}]$, P_i – число различных по величине наружных диаметров на промежутке $[\overline{T_i, T_{i+1}}]$. Для каждого внешнего диаметра D_J ($J=1, P_i$) решается задача распределения ресурса обсадных труб $L_i^c(D_J)$ между колоннами обсадных труб $L_i(D_J)$, спускаемыми на промежутке времени $[\overline{T_i, T_{i+1}}]$. Последняя задача решается следующим образом. Ресурс $L_i^c(D_J)$ распределяется по очереди для каждой колонны из $L_i(D_J)$ в соответствии с ее проектной конструкцией по глубине снизу вверх. При этом для каждой колонны фиксируются участки $L_i(D_J)$, для которых не хватает обсадных труб в соответствии с требованиями проекта. После такого распределения выявляются остатки ресурса обсадных труб $\overline{L}^c(D_J)$. Затем последовательно для каждой колонны на необсаженных участках колонн из $L_i(D_J)$ строятся агрегаты по следующему принципу. Осуществляется разбиение данных участков с малым шагом H и на каждом Q -шаге строится матрица всевозможных замен $\{Z_{QR}\}$, где $Q=1, M, R=1, N; M$ – общее число шагов для данной колонны, N – количество разных сортментов обсадных труб в $\overline{L}^c(D_J)$. Причем, $Z_{QR}=1$ в случае наличия возможности выделения R -го сортмента обсадных труб из $\overline{L}^c(D_J)$ на q -й шаг, в противном случае $Z_{qr}=0$.

Указанная возможность определяется путем проверки прочности характеристик обсадных труб R -го сортамента из $\overline{L^c}(D_j)$ на условие удовлетворения конструктивно-технологическим ограничениям, соответствующим Q -му шагу из $L(D_j)$. Полученные для каждой колонны матрицы $\{Z_{QR}\}$ объединяются следующим образом. Все q -е шаги, для которых строки $\{Z_{QR}\}$ одинаковые, объединяются в один A -й агрегат, при этом длина его L_A полагается равной сумме объединенных шагов.

Объединенную матрицу $\{Z_{AR}\}$, у которой число строк равно числу агрегатов A ($A = \overline{1, a}$), а число столбцов равно числу различных сортментов на складе, назовем матрицей агрегатов. Во время построения агрегатов осуществляется предварительная проверка возможности покрытия потребностей $L(D_j)$ ресурсами $\overline{L^c}(D_j)$. При каждом выявлении невозможности покрытия, число колонн, подлежащих обсадке на промежутке $[T_b, T_{l+1}]$, уменьшается на одну. Все обсадные колонны, которые не могут быть укомплектованы на промежутке $[T_b, T_{l+1}]$, комплектуются на промежутке $[T_{l+1}, T_{l+2}]$.

Задача распределения ресурса обсадных труб $\overline{L^c}(D_j)$ между агрегатами решается следующим образом:

требуется минимизировать по X_{AR} линейную форму

$$\sum_{R=1}^N C_R \sum_{A=1}^a X_{AR} \quad (1)$$

при выполнении ограничений

$$\sum_{R=1}^N X_{AR} = L_A, \quad A = \overline{1, a} \quad (2)$$

$$\sum_{A=1}^a X_{AR} \leq \overline{L^c}_R, \quad R = \overline{1, N} \quad (3)$$

$$0 \leq X_{AR} \leq D_{AR}, \quad A = \overline{1, a}, \quad R = \overline{1, N}, \quad (4)$$

где C_R и $\overline{L^c}_R$ — соответственно стоимость и ресурс обсадных труб R -го сортамента,

$$D_{AR} = \begin{cases} \overline{L^c}_R, & \text{при } Z_{AR} = 1. \\ 0, & \text{при } Z_{AR} = 0. \end{cases}$$

Таким образом, указанная задача свелась к решению транспортной задачи с ограниченными пропускными способностями.

Если в ходе решения задачи (1) ÷ (4) выясняется, что она неразрешима, то число колонн, подлежащих спуску на промежутке $[T_b, T_{l+1}]$, уменьшается на одну. После этого построение агрегатов осуществляется заново и вновь решается задача (1) ÷ (4).

После того, как решение задачи (1) ÷ (4) получено, производится распределение найденных значений $\{X_{AR}\}$ между участками колонн обсадных труб из $L(D_j)$ в соответствии с их матрицами замен $\{Z_{QR}\}$.



В первую очередь выделяются обсадные трубы из $\{X_{AR}\}$ колонны, у которых имеются необсаженные участки обсадных труб наибольшей величиной страгивающей нагрузки согласно их проектной конструкции.

Результатом решения задачи 2 является следующая информация: сведения о сортаментах обсадных труб и их длинах и определение работ по креплению скважин в соответствии с совмещенными план-графиками, на которые они должны быть выделены, а также работ по креплению скважин, проведение которых невозможно в плановом периоде из-за отсутствия необходимых сортовментов труб.

Основой информационного обеспечения задач 1 и 2 является информационная база данных, содержащая сведения о совмещенных план-графиках, о ресурсах, прочностных и стоимостных характеристиках обсадных труб на предприятиях, информацию о проектных конструкциях колонн обсадных труб и соответствующих им эпюр изменения внутренних и внешних давлений по глубине скважины.

Грузинский технический университет

(Поступило 17.01.1994)

საბაღოთა ლაზუზაგება ლა ბაგმდღრება

ა.ედებერიძე

ქაბურღიღების ბურღვის ღროს რთულ გეოლოგიურ პირობებში სამაგრი მიღების განაწიღების მართვის ამოცანა

რ ე ზ ი მ ე

სამუშაო წარმოადგენს ორიგინალურ გამოკვლევას ნავთობის ქაბურღიღებში სამაგრი მიღების განაწიღების მართვის შესახებ, რომელიც დამოკიდებულია საბაღოს გეოლოგიურ პირობებზე.

EXPLOITATION AND CONCENTRATION OF DEPOSITS

A.Ediberidze

Control Task of Casing Pipes Distribution in Drilling with Complicated Geological Conditions

Summary

The work presents an original investigation of the problem of casing pipes distribution control of an oil company, depending on geological conditions.

ლიტერატურა-ლიტერატურა-REFERENCES

1. А.Г.Эдиберидзе, В.Н.Чекуришвили, Г.В.Чикадзе. В сб.: Новые методы и средства вычислительной техники. Тбилиси, 1985, 62-65.

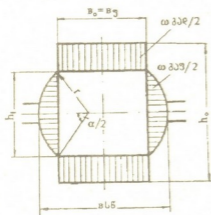
ა. გობრონიძე, ნ.ვაშაიძე

ლითონის ფორმაცვლილების ეფექტურობა და
 ენერგოძალოვანი პარამეტრები მილსანამზადო დგანის
 კალიბრებში გლინვისას

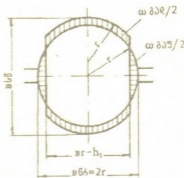
(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ი. ჯორდანიამ 29.12.1993)

მილსანამზადების წარმოებისას დიდი მნიშვნელობა ენიჭება დეფორმაციის უთანაბრობის შემცირებას წრიულ კალიბრში გლინვისას. სუფთას წინა კალიბრიდან მიღებული ნაგლინის ერთ-ერთ ეფექტურ პროფილს წარმოადგენს ამოზნექილი გვერდითი ზედაპირების მქონე სწორკუთხედი, რომლის გლინვითაც წრიულ კალიბრში მცირდება ენერგიისა და გლინების ხარჯი.

განვიხილოთ სწორკუთხა კვეთის ზოლის გლინვა ამოზნექილ გვერდითი კედლების მქონე სწორკუთხა კალიბრში, როდესაც ადგილი აქვს კალიბრის მთლიან შევსებას (სურ.1).



სურ.1. სწორკუთხა ზოლის გლინვის სქემა ამოზნექილ გვერდითი კედლების მქონე სწორკუთხა კალიბრში.



სურ.2. ამოზნექილ გვერდითი ზედაპირების მქონე სწორკუთხა ზოლის გლინვის სქემა წრიულ კალიბრში.

ლითონის დეფორმაციის ეფექტურობის დასადგენად პირველ რიგში საჭიროა განისაზღვროს გაგლინული ზოლის განივი კვეთის ფართობი, ფარდობითი მოჭიმვისა და გამოჭიმვის კოეფიციენტის მნიშვნელობები. ამასთან ვუშვებთ, რომ გასაგლინი ზოლის სიგანე სწორკუთხა კალიბრის ფსკერის სიგანის ტოლია, ხოლო სწორკუთხა კალიბრის გვერდითი კედლების ამოზნექილობის რადიუსი-მილსანამზადო დგანის წრიული კალიბრის რადიუსისა. მაშინ სწორკუთხა კალიბრში გაგლინული ზოლის განივი კვეთის ფართობი აქნება

$$\omega_1 = b_o h_1 + \frac{r^2}{2} \left(\frac{\pi\alpha}{180} - \sin \alpha \right),$$

სადაც

$$\alpha = 2 \arcsin \frac{h_1}{2r}. \tag{2}$$

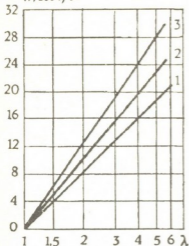
სწორკუთხა ზოლის სწორკუთხა კალიბრში გლინვისას ფარდობითი მოჭიმვა ტოლია

$$U = \frac{\omega_\delta}{\omega_o} = \frac{b_\delta \Delta h}{b_o h_o} = \frac{\Delta h}{h_o}, \tag{3}$$

ხოლო გამოჭიმვის კოეფიციენტი

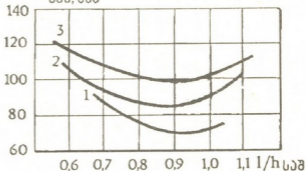
$$\lambda = \frac{\omega_o}{\omega_1} \approx \frac{b_o h_o}{b_o h_1 + \frac{r^2}{2} \left(\frac{\pi\alpha}{180} - \sin \alpha \right)}, \tag{4}$$

W, კჯც/კმ



სურ.3. ენერჯის ხვედრითი ხარჯის დამოკიდებულება გამოჭიმვისაგან 100 × 100 მმ კვადრატული განივი კვეთის ნამზადების გლინვისას: 1 - ფლ 35 °C (ნამზადების უწყვეტი ჩამოსხმის მანქანიდან); 2 - ფლ 5 ნახევრადმშვიდი; 3 - ფლ 45.

P სსპ, მპა



სურ.4. საშუალო საკონტაქტო წნევის დამოკიდებულება დეფორმაციის კერის ფორმის მაჩვენებლისაგან 100 × 100 მმ კვადრატული განივი კვეთის ნამზადების გლინვისას: 1 - ფლ 35 °C (ნ.უ.ჩ.მ.); 2 - ფლ 5 ნახევრადმშვიდი; 3 - ფლ 45.

სადაც ω_o არის გადაადგილებული ფართი, ω_o - გასაგლინი სწორკუთხა ზოლის განივი კვეთის ფართი.

ლითონის ფორმაცვლილებისას დეფორმაციის ეფექტურობის კოეფიციენტი ტოლია [1]

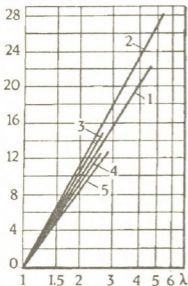
$$K_{ფ} = (1-\lambda) \left(1 - \frac{1}{U} \right) \tag{5}$$

$$K_{\text{ფე}} = \left(1 - \frac{b_o h_o}{b_o h_l + \frac{r^2}{2} \left(\frac{\pi\alpha}{180} - \sin\alpha \right)} \right) \left(-\frac{h_l}{\Delta h} \right), \quad (6)$$

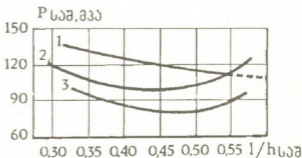
ამოზნეილი გვერდითი ზედაპირების მქონე სწორკუთხედის წრიულ კალიბრში გლინვისას (სურ.2), ლითონის გადაადგილებული ფართი ტოლია

$$\omega_8 = b_2(b_o - b_2 \cotg \frac{\alpha}{2}) = b_2(b_o - 2r \sin \frac{\alpha}{2}). \quad (7)$$

შ.კვ.დ/კვ



სურ.5. ენერგიის ხვედრითი ხარჯის დამოკიდებულება გამოკიმვისაგან მილნაშადების გლინვისას: 1 - Φ 100 მმ, ფლ 30, ბლუმსიდან 220x260 მმ მასით 2,0 ტ; 2 - Φ 110 მმ, ფლ 40, ბლუმსიდან 220 x 260 მმ მასით 2,0 ტ, 3 - Φ 230 მმ, ბლუმსიდან 300x400 მმ მასით 5,4 ტ; 4 - Φ 250 მმ, ბლუმსიდან 300x440 მმ მასით 5,4 ტ; 5 - Φ 270 მმ, ბლუმსიდან 300x510 მმ მასით 6,9.



სურ.6. საშუალო საკონტაქტო წნევის დამოკიდებულება დეფორმაციის კერის მაჩვენებლისაგან მილნაშადების გლინვისას: 1 - Φ 150 მმ, ფლ.45, ბლუმსიდან 300 x 440 მმ მასით 5,4 ტ; 2 - Φ 230 მმ, ბლუმსიდან 300 x 440 მმ მასით 5,4 ტ; 3 - Φ 250 მმ, ბლუმსიდან 300 x 440 მმ მასით 5,4 ტ.

ფარლობითი მოკიშვა და გამოკიმვის კოეფიციენტი ტოლია

$$U = \frac{\omega_8}{\omega_1} = \frac{b_2 \left(b_o - 2r \sin \frac{\alpha}{2} \right)}{b_o h_l + \frac{r^2}{2} \left(\frac{\pi\alpha}{180} - \sin\alpha \right)}, \quad (8)$$

$$\lambda = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{b_0 h_1 + \frac{r^2}{2} \left(\frac{\pi\alpha}{180} - \sin\alpha \right)}{\pi r^2} \quad (9)$$

დეფორმაციის ეფექტურობის კოეფიციენტი სწორკუთხა ზოლის წრიულ კალიბრში გლინვისას ტოლია

$$K_{\text{გლ}} = \left[1 - \frac{b_0 h_1 + \frac{r^2}{2} \left(\frac{\pi\alpha}{180} - \sin\alpha \right)}{\pi r^2} \right] \left[1 - \frac{b_0 h_1 + \frac{r^2}{2} \left(\frac{\pi\alpha}{180} - \sin\alpha \right)}{b_2 \left(b_0 - 2r \sin \frac{\alpha}{2} \right)} \right] \quad (10)$$

გლინვის პროცესის ენერგოძალოვანი პარამეტრები შესწავილ იქნა რუსთავის მეტალურგიული კომბინატის მილსანამზადო 900/750 დგანის კალიბრებში სხვადასხვა ზომის ნამზადებისა და მილნამზადების გლინვისას. ცდების ჩატარებისას გამოყენებულ იქნა არსებული მეთოდები [2].

მილსანამზადო 900/750 დგანზე სხვადასხვა ზომის ბლუმებიდან (განივი კვეთით 300 × 510 მმ, 300 × 460 მმ, 300 × 440 მმ, 220 × 300 მმ, 220 × 260 მმ) იგლინება მილნამზადები 100 - 270 მმ-მდე დიამეტრით. საპირობის შემთხვევაში შეიძლება 300 მმ და უფრო მეტი დიამეტრის მილნამზადების გლინვა. ნამზადები, განივი კვეთით 220 × 280 მმ, მიღებული ნამზადების უწყვეტი ჩამოსხმის მანქანიდან, იგლინება 900 გალის სწორკუთხა კალიბრთა სისტემაში 100 × 100 მმ განივი კვეთის სორტულ ნახევარპროდუქტებად. სორტული ნამზადი, რომელიც მიეწოდება წვრილსორტულ დგანს, მიიღება აგრეთვე 220 × 260 მმ განივი კვეთის ბლუმებიდან 9 გატარებით.

ექსპერიმენტული კვლევის საფუძველზე დადგინდა, რომ კვადრატული კვეთის სორტული ნამზადის გლინვისას სწორკუთხა კალიბრთა სისტემაში ენერგიის ხვედრითი ხარჯის უმცირესი მნიშვნელობა მიიღება ფლ 35°C მარკის უწყვეტად ჩამოსხმული ფოლადის ნამზადების, ხოლო უდიდესი - ფლ 45 მარკის ფოლადის ბლუმების გლინვისას (სურ.3). საშუალო საკონტაქტო წნევა მერყეობს 65-125 მპა-ის ზღვრებში (სურ.4). საშუალო საკონტაქტო წნევის მრუდების გადაღწევა ხდება დეფორმაციის კერის ფორმის მაჩვენებლის 0,45-0,55 მნიშვნელობების დროს. საკონტაქტო წნევის ზრდა მრუდის მარჯვენა უბანზე გამოწვეულია გლინვის ტემპერატურის შემცირებით და, მასასადამე, დეფორმაციის ქეშმარიტი წინაღობის, აგრეთვე დეფორმაციის ხარისხისა და დეფორმაციის სიჩქარის გაზრდით. ამავე დროს, $\frac{1}{h_{\text{სა}}}$ ფარდობის ზრდასთან ერთად მატულობს გარე ხახუნის გავლენა წნევის

ძალაზე. ცდებით დადგინდა, რომ კვადრატული კვეთის სორტული ნამზადის გლინვა შესაძლებელია 7 გატარებით, ნაცვლად 9 გატარებისა.

ენერგიის ხვედრითი ხარჯის მრუდები 100-270 მმ დიამეტრის მილნამზადების გლინვისას მოცემულია 5 სურათზე, ხოლო საშუალო საკონტაქტო წნევის მნიშვნელობები 6 სურათზე.

კვლევის დროს 150 მმ დიამეტრის მილნამზადი ფლ 45-დან გაიგლინა 300×440 მმ განივი კვეთის ბლუმსიდან 8 გატარებით ნაცვლად კომბინატში მიღებული 10 გატარებისა. ასეთი სქემით გლინვის დროს გლინებზე მომჭმედი მთლიანი წნევის ძალისა და მგრები მომენტის მაქსიმალური სიდიდეები წარმოიქმნებიან პირველ

გატარებებში და მერყეობენ 6000-6600 კნ და 1000-1100 კნმ ზღვრებში. გატარებათა რიცხვის შემცირებით, ე.ი. მოჭიმვის რეჟიმების ინტენსიფიკაციით, მცირდება ენერგიის ხვედრითი ხარჯი. მილნამზადების მისაღებად საჭირო ბლუმსების 300x510 მმ განივკვეთამდე გაზრდით ენერგიის ხვედრითი ხარჯი შემცირდა 4%-ით.

ჩატარებულმა კვლევამ გვიჩვენა, რომ ენერგიის ხარჯისა და წნევის ძალის მნიშვნელობები ძირითადად დამოკიდებულია მოჭიმვის რეჟიმებზე, კალიბრთა სისტემაზე, გასაგლინი ზოლის ფოლადის მარკაზე, გლინვის ტემპერატურაზე, დეფორმაციის ხარისხზე, სიჩქარესა და კერის ფორმის მაჩვენებელზე.

საქართველოს მეცნიერებათა აკადემია
 აკად. ფ. თაფაძის სახ. მეტალურგიის ინსტიტუტი

(შემოვიდა 27.1.1994)

МЕТАЛЛУРГИЯ

А.В.Гобронидзе, Н.А.Вашакидзе

Эффективность формоизменения металла и энергосиловые параметры при прокатке в калибрах трубозаготовочного стана

Резюме

Получены новые выражения для определения эффективности формоизменения металла при прокатке в прямоугольном калибре с выпуклыми боковыми стенками и круговом калибре трубозаготовочного стана. Установлены энергосиловые параметры при прокатке сортовых и трубных заготовок.

METALLURGY

A.Gobronidze, N.Vashakidze

Effectiveness of Metal Forming and Energy and Force Parameters of Rolling in Tube Billet Mill Passes

Summary

New expressions of forming effectiveness during the rolling in convex side rectangle and circle pass of tube billet mill are derived. Energy and force parameters of tube and other billets rolling are determined.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. Н.А.Вашакидзе, А.С.Вашакидзе. Сообщ. АН Грузии, 141, 1991.
2. Прокатное производство. Справочник, Том.1. М.,1962.

УДК 621.771

МЕТАЛЛУРГИЯ

Н.А.Вашакидзе, Г.А.Вашакидзе

Определение эффективности деформации при прокатке в новых системах вытяжных калибров

(Представлено академиком И.С.Жордания 9.09.1994)

Рассмотрим прокатку плоскоовальной полосы в ромбическом калибре (рис.1).

Площадь поперечного сечения плоскоовальной полосы равна [1]

$$\omega_{ов.л} = h_{ов}^2 \left\{ \left(\frac{b_{ов}}{h_{ов}} - 1 \right) + \frac{1}{2} \left[1 + \frac{b_{ов}}{h_{ов}} (\delta_{ов} + 1) \right] \sqrt{1 - \left[1 + \frac{b_{ов}}{h_{ов}} (\delta_{ов} - 1) \right]^2} + \frac{1}{S} \arcsin \left[1 + \frac{b_{ов}}{h_{ов}} (\delta_{ов} - 1) \right] \right\} \quad (1)$$

где $\delta_{ов} = \frac{b_{ов.л}}{b_{ов}}$ - заполнение плоскоовального калибра.

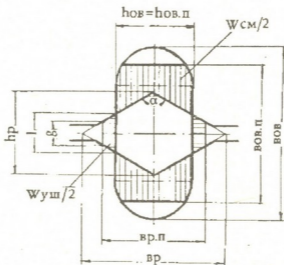


Рис.1. Схема прокатки плоскоовальной полосы в ромбическом калибре

Площадь ромбического калибра равна [2]

$$\omega_p = \frac{1}{2} b_p h_p \quad (2)$$

Площадь ромбической полосы равна

$$\omega_{p.п} = h_{ов} \left(h_p - \frac{b_{p.п}}{2} \operatorname{ctg} \frac{\alpha}{2} \right). \quad (3)$$

Истинная степень заполнения ромбического калибра при прокатке плоскоовальной полосы равна

$$\delta_{п.р} = \frac{\omega_{p.п}}{\omega_p}, \quad (4)$$

или

$$\delta_{п.р} = \frac{2h_{ов}}{b_p} \left(1 - \frac{b_{p.п}}{2h_p} \operatorname{ctg} \frac{\alpha}{2} \right). \quad (5)$$

Если известен коэффициент вытяжки в ромбическом калибре (λ_p), тогда

$$\omega_{p.п} = \frac{\omega_0}{\lambda_p} \quad (6)$$

и

$$\delta_{п.р} = \frac{\omega_0}{\lambda_p \omega_p}, \quad (7)$$

где ω_0 - площадь поперечного сечения прокатываемой полосы, задаваемой в ромбический калибр.

При прокатке плоскоовальной полосы в ромбическом калибре

$$\delta_{п.р} = \frac{2h_{ов}^2 \left\{ \left(\frac{b_{ов}}{h_{ов}} - 1 \right) + \frac{1}{2} \left[1 + \frac{b_{ов}}{h_{ов}} (\delta_{ов} + 1) \right] \sqrt{1 - \left[1 + \frac{b_{ов}}{h_{ов}} (\delta_{ов} - 1) \right]^2} \right\}}{\lambda_p b_p h_p} + \frac{2h_{ов}^2 \left\{ \frac{1}{8} \operatorname{arc} \sin \left[1 + \frac{b_{ов}}{h_{ов}} (\delta_{ов} - 1) \right] \right\}}{\lambda_p b_p h_p}, \quad (8)$$

при прокатке круглой полосы в ромбическом калибре

$$\delta_{п.р} = \frac{\pi w_{кр}^2}{2\lambda_p b_p h_p} = \frac{\pi h_{кр}^2}{8\lambda_p b_p h_p}. \quad (9)$$

Относительное обжатие при прокатке плоскоовальной полосы в ромбическом калибре равно

$$u = \frac{\omega_{см}}{\omega_{ов.п}}, \quad (10)$$

где $\omega_{см}$ - смещенная за проход площадь поперечного сечения прокатываемой полосы.

Смещенная площадь равна (рис.1)

$$\omega_{см} = \omega_{ов.п} - \frac{h_{ов}}{2} (h_p + e),$$

ИЛИ

$$\omega_{см} = \omega_{ов.п} - h_{ов} \left(h_p - \frac{h_{ов}}{2} \operatorname{ctg} \alpha \right). \quad (11)$$

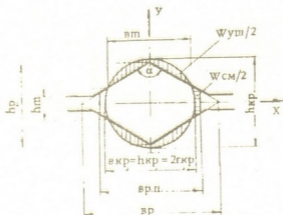


Рис.2. Схема прокатки круглой полосы в ромбическом калибре

После подстановки $\omega_{ов.п}$ из уравнения (1) и $\omega_{см}$ из уравнения (11) в уравнение (10) получим расчетную формулу относительного обжатия при прокатке плоскооформенной полосы в ромбическом калибре:

$$u = 1 - \frac{h_p - \frac{1}{2} h_{ов} \cot \frac{\alpha}{2}}{h_{ов} \left\{ \left(\frac{b_{ов}}{h_{ов}} - 1 \right) + \frac{1}{2} \left[1 + \frac{b_{ов}}{h_{ов}} (\delta_{ов} + 1) \right] \sqrt{1 - \left[1 + \frac{b_{ов}}{h_{ов}} (\delta_{ов} - 1) \right]^2} + \frac{1}{8} \arcsin \left[1 + \frac{b_{ов}}{h_{ов}} (\delta_{ов} - 1) \right] \right\}} \quad (12)$$

Коэффициент эффективности деформации можно определить по формуле [1]

$$k_{эф} = (1 - \lambda_p) \frac{u - 1}{u} \quad (13)$$

или при знании площади уширения ($\omega_{ум}$)

$$k_{эф} = 1 - \lambda_p \frac{\omega_{ум}}{\omega_{см}}. \quad (14)$$

Площадь уширения прокатываемой полосы можно определить, пользуясь рис.1

$$\omega_{ум} = \frac{h_{ов}}{2} (h_p + e) - \frac{h_{ов}}{2} (h_p + g)$$

ИЛИ

$$\omega_{ум} = \frac{h_{ов}}{2} (b_{п.п} - h_{ов}) \operatorname{ctg} \frac{\alpha}{2}. \quad (15)$$



Рассмотрим прокатку круглой полосы в ромбическом калибре (рис.2).

Истинную степень заполнения ромбического калибра при прокатке в нем круглой полосы можно определить по формуле (9).

Для определения относительного обжатия (μ) необходимо знание величины смещенной площади и, следовательно, координат точки пересечения дуги круглой полосы к стороне (к прямой) ромбического калибра (рис.2). Координаты точки пересечения $M(x,y)$ находим путем решения систем уравнения:

$$\left. \begin{aligned} \text{для круга} \quad & y = \sqrt{r_{кр}^2 - x^2}, \\ \text{для прямой(стороны ромба)} \quad & y = \frac{h_p}{2} \left(1 - \frac{2x}{b_p} \right) \end{aligned} \right\} \quad (16)$$

После решения системы уравнений (16) получим

$$b_m = 2x = 2b_p h_p \left[\frac{l}{2(l+b_p^2)} + \sqrt{\frac{l-h_p}{h_p(l+b_p^2)} + \left(\frac{h_{кр}}{h_p}\right)^2} \right], \quad (17)$$

$$h_m = 2y = h_p \left\{ 1 - h_p \left[\frac{l}{l+b_p^2} + 2 \sqrt{\frac{l-h_p}{h_p(l+b_p^2)} + \left(\frac{h_{кр}}{h_p}\right)^2} \right] \right\}. \quad (18)$$

Смещенная площадь при прокатке круглой полосы в ромбическом калибре равна (рис.2)

$$\omega_{см} = 4 \left[\int_0^{b_m/2} \sqrt{r_{кр}^2 - x^2} dx - \frac{l}{2} \left(\frac{h_p}{2} + \frac{h_m}{2} \right) \frac{b_m}{2} \right]. \quad (19)$$

После решения уравнения (19) получим

$$\omega_{см} = b_m \left[\sqrt{r_{кр}^2 - \frac{b_m^2}{4}} - \frac{l}{2} (h_p + h_m) \right] + 2r_{кр}^2 \arcsin \frac{b_m}{2r_{кр}}, \quad (20)$$

или

$$\omega_{см} = \frac{l}{2} \left[b_m \left(\sqrt{h_{кр}^2 - b_m^2} - h_p - h_m \right) \right] + h_{кр}^2 \arcsin \frac{h_m}{r_{кр}}. \quad (21)$$

Относительное обжатие и коэффициент эффективности деформации определяются по формулам, аналогичным (10) и (13).

Рассмотрим прокатку шестиугольной полосы в ромбическом калибре (рис.3).

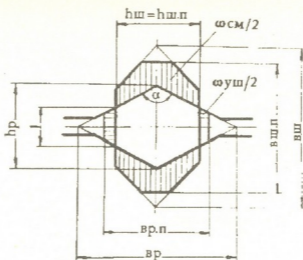


Рис.3. Схема прокатки шестиугольной полосы в ромбическом калибре

Смещенная площадь равна

$$\omega_{см} = \omega_{ш.п} - \frac{h_{ш}}{2}(h_p + e),$$

или

$$\omega_{см} = \omega_{ш.п} - h_{ш} \left(h_p - \frac{h_{об}}{2} \operatorname{ctg} \frac{\alpha}{2} \right), \quad (22)$$

где $\omega_{ш.п}$ - площадь поперечного сечения шестиугольной полосы. Следуя [3], можно написать

$$\omega_{ш.п} = h_{ш} \left(b_{ш} - \frac{l}{2} h_{ш} \right) - \frac{l}{2} (b_{ш} - b_{ш.п})^2, \quad (23)$$

где $h_{ш}$ и $b_{ш}$ - соответственно высота и ширина шестиугольного калибра. Тогда будем иметь

$$\omega_{см} = h_{ш} \left\{ b_{ш} - h_p - \frac{l}{2} \left[(b_{ш} - b_{ш.п})^2 - h_{об} \operatorname{ctg} \frac{\alpha}{2} + h_{ш} \right] \right\}, \quad (24)$$

$$u_{см} = \frac{b_{ш} - h_p - \frac{l}{2} \left[(b_{ш} - b_{ш.п})^2 - h_{об} \operatorname{ctg} \frac{\alpha}{2} + h_{ш} \right]}{b_{ш} - \frac{l}{2} h_{ш} - \frac{l}{2} h_{ш} (b_{ш} - b_{ш.п})^2}. \quad (25)$$

Коэффициент эффективности деформации можно определить по формуле (13).

Академия наук Грузии
 Институт металлургии
 им. акад. Ф.Н. Тавадзе

(Поступило 9.09.1994)



ნ.ვაშაკიძე, გ.ვაშაკიძე

დეფორმაციის ეფექტურობის განსაზღვრა გამომქიშავ
კალიბრთა ახალ სისტემებში გლინვისას

რ ე ზ ი უ მ ე

მიღებულია ახალი გამოსახულებანი ფარდობითი მოქიშვის, გადაადგილებული ფართის და ქეშმარიტი შევსების განსაზღვრავად ბრტყელი ოვალური, წრიული და ექვსკუთხა ზოლების რომბულ კალიბრში გლინვისას. ამ მონაცემების გამოყენებით შეიძლება დეფორმაციის ეფექტურობის განსაზღვრა.

METALLURGY

N.Vashakidze, A.Vashakidze

Determination of Deformation Effectiveness During the Rolling
in a New Systems of Break-Down Passes

S u m m a r y

New expressions for reduction, displaced areas, real degree of filling of pass during the rolling of semi-oval, round and six-angle strips in a rhombic pass are derived. Using these expressions it is possible to determine deformation effectiveness.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. *Н.А.Вашакидзе, А.С.Вашакидзе.* Сообщ. АН Грузии, **141**, 2, 1991.
2. *Б.П.Бахтинов, М.М.Штернов.* Калибровка прокатных валков. М., 1953.
3. *Н.А.Вашакидзе, А.С.Вашакидзе.* Сообщ. АН Грузии, **140**, 3, 1990.

რ.არველაძე, ი.ბიჭამოვი, ნ.უფლისაშვილი

რელეური დაცვის მუშაობა ელექტროსადგურის ბლოკის ხანგრძლივ არასიმეტრიულ რეჟიმში მუშაობის დროს

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა გ.სვანიძემ 3.11.1994)

ელექტროენერჯის წარმოების პროცესისადმი ერთ-ერთი მთავარი მოთხოვნა საიმედოობაა. საიმედოობის გარანტიად გვევლინება წარმოების ტექნოლოგიის საკითხის სათანადო გადაწყვეტა, ნაგებობებისა და მოწყობილობების ხარისხი. ამავ დროს, შეიძლება და კიდევაც უნდა იყოს გამოყენებული საიმედოობის ამალგების ის დამატებითი ღონისძიებები, რომელთა რეალიზაცია არ მოითხოვს დანახარჯებს. ეს ჩვეულებრივ, მოწყობილობების მუშაობის სპეციალური რეჟიმებია, რომლებიც ავარიული სიტუაციების წარმოშობის დროს ამ ძალური მოწყობილობების რემონტების პერიოდში ელექტროენერჯის წარმოების საიმედოობისა და ეფექტურობის შენარჩუნების საშუალებას იძლევა. ამ ღონისძიებებს მიეკუთვნება ჰიდროელექტროსადგურების გენერატორების ხანგრძლივი არასიმეტრიული რეჟიმის გამოყენებაც.

ასეთი რეჟიმები, დამუშავებული და შემოთავაზებული საქართველოს ენერგეტიკის ინსტიტუტის მიერ, გამოიყენება ყოფილი საბჭოთა კავშირის ენერგოსისტემებში ენერგომომარაგების საიმედოობისა და ეკონომიკური ეფექტურობის ასამაღლებლად. მაგალითად არასიმეტრიული რეჟიმი ეფექტურად გამოიყენება ვოლგის, კრასნოიარსკისა და საიანო-შუშინსკოეს ჰეს-ებში [1-3]. საიანო-შუშინსკოეს ჰეს-ის ბლოკის ტრანსფორმატორის ფაზების მიხედვით რემონტის მეთოდის დამუშავება და დანერგვა საშუალებას იძლევა ბლოკის მთლიანად გამორთვის ნაცვალად, ორი დანარჩენი ფაზის მეშვეობით ენერგოსისტემას ხანგრძლივად მიეწოდოს 360 MW-მდე სიმძლავრე, რაც თავის მხრივ მნიშვნელოვან ეკონომიკურ ეფექტს იძლევა.

გენერატორების ხანგრძლივი არასიმეტრიული რეჟიმების გამოყენება ყველაზე მეტად დიდი ერთეულოვანი სიმძლავრის გენერატორების მქონე მძლავრ, მრავალაგრეგატიან ელექტროსადგურებშია ეფექტური. ამასთან, ყველაზე დიდი ეფექტი შეიძლება იქნეს მიღებული ჰიდროგენერატორებზე, რადგან [4]-ის თანახმად დადგენილი ნორმებით ჰიდროგენერატორებისათვის უმეტეს შემთხვევაში უფრო მეტი არასიმეტრიულობა დასაშვებია, ვიდრე ტურბოგენერატორებისათვის. სწორედ ამით არის თავიდანვე განპირობებული ამ რეჟიმების წარმატებით გამოყენება ძირითადად რუსეთის მძლავრ ჰიდროელექტროსადგურებში.

მაგრამ ექსპლუატაციის გართულებული პირობები და ელექტროენერჯის დეფიციტი საქართველოში აქტუალურს ხდის საიმედო და შეუფერხებელი ელექტრომომარაგების რეზერვების საკითხს. ამასთან, თითოეულ კონკრეტულ შემთხვევაში უნდა შეფასდეს და განისაზღვროს ელექტროსადგურის გენერატორების

ხანგრძლივ არასიმეტრიულ რეჟიმში გამოყენების როგორც ტემპერატურის შესაძლებლობა, ასევე ამ დონისძიების ეკონომიკური მიზანშეწონილობა.

ხანგრძლივი არასიმეტრიული რეჟიმების გამოყენებას საფუძვლად უნდა დაედოს გარკვეული სიდიდის უკუმიმდევრობის გავლენის მიმართ გენერატორების გამძლეობის უნარიანობაში (გახურების და ვიბრაციული მდგომარეობის მიხედვით) დარწმუნებულობა. ამას გარდა, საჭიროა რელეური დაცვის საიმედო მუშაობის უზრუნველყოფა დატვირთვის რეჟიმში, რომელიც ჩვეულებრივ, რეჟიმებისაგან განსხვავდება უკუ და ნულოვანი მიმდევრობის ზღვრულად დასაშვები დენებით, და ბოლოს, აუცილებელია ნულოვანი მიმდევრობის კავშირგაბმულობის ხაზებზე გავლენის შეზღუდვა. ზემოთ ჩამოთვლილი სამი შეზღუდვის შეფასება და გაანგარიშება იძლევა იმ მაქსიმალური სიმძლავრის განსაზღვრის საშუალებას, რომელიც შეიძლება გადაცემულ იქნეს არასრულფაზოვან რეჟიმში ამ შეზღუდვათაგან უდიდესის ფარგლების დაურღვევლად.

წინამდებარე ნაშრომში განხილულია რელეური დაცვის მოქმედება სადგურის ბლოკის არასიმეტრიულ რეჟიმში მუშაობისას სიმძლავრის მიწოდების დროს (ტრანსფორმატორის ორი ფაზით). ამისათვის ზოგად შემთხვევაში საჭიროა ყველა არსებული დაცვის განხილვა და შესაბამისი ანალიზის საფუძველზე მათი მუშაობის რეჟიმების განსაზღვრა ბლოკის ხანგრძლივ არასიმეტრიულ რეჟიმში (ზბრ).

მრავალგარეგანი ტიპ-ების და ჰეს-ების ბლოკების არასიმეტრიულ რეჟიმში მუშაობის დროს წარმოიშობა ნულოვანი (I_0) და უკუ (I_2) მიმდევრობის დენები, რომლებიც იკრება როგორც არასრულფაზოვანი ელექტროგადაცემის, ასევე მასთან დაკავშირებული მიერთებების გავლით.

ამ დენების გამოჩენას შეუძლია გამოიწვიოს რელეური დაცვის ამოქმედება და არა მარტო არასრულფაზოვანი ელექტროგადაცემის, არამედ სადგურის დაუზიანებელი მიერთებების ამორთვა.

ამას გარდა, ანგარიში უნდა გაეწიოს იმ გარემოებას, რომ ბლოკის ხანგრძლივ არასრულფაზოვან რეჟიმში მუშაობის პერიოდში ქსელში მოსალოდნელია მოკლე შერთვები, რომელთაც არსებულ არასიმეტრიულ რეჟიმთან ერთად შეუძლია სადგურის და მისი მიერთებების დაცვის მოწყობილობების კიდევ უფრო მეტი დეზორიენტაცია გამოიწვიოს.

ეს იმით აიხსნება, რომ არასიმეტრიული მოკლე შერთვის წარმოშობასთან ერთად არასრულფაზოვანი ელექტროგადაცემისა და დაუზიანებელი ხაზების გავლით ტირაკულირებას იწვევს I_0 და I_2 დამატებითი დენები. ნულოვანი და უკუმიმდევრობის დენების არსებობას შეუძლია განაპირობოს სადგურის მიერთებების დაცვის ზოგიერთი მოწყობილობის დანაყენების შეცვლის აუცილებლობა.

მაგრამ სადგურის ბლოკების არასრულფასოვან რეჟიმში მუშაობისას (როგორც ამას სადგურების ასეთ რეჟიმში მუშაობის გამოცდილება და სპეციალური გამოკვლევები უჩვენებს) I_0 და I_2 იწვევს მხოლოდ არასიმეტრიულად მომუშავე ბლოკის რელეური დაცვის დანაყენების ან გადასაცემი სიმძლავრის შეზღუდვის მინიმალური და საესებით შესაძლებელი შეცვლის აუცილებლობას.

არასიმეტრიულად მომუშავე ბლოკების ($I_2 = 0,1 \pm 0,15 I_{\text{ს}}$) და I_0 და I_2 დენების წარმოშობის დროს მთლიანად ელექტროსადგურის მოქმედი რელეური დაცვების მუშაობის ანალიზმა უჩვენა, რომ ამ რეჟიმში შესაძლებელია მათი სელექტიური მუშაობის უზრუნველყოფა [2].



თბურთი და ჰიდრავლიკური ელექტროსადგურების მიერთებების ყველა შემთხვევაში მოწყობილობის მუშაობის ასეთი ანალიზის შედეგად გამოვლენილია რელეური დაცვის ის ტიპები, რომლებიც ყველაზე მეტად მგრძობიარეა I_0 და I_2 დენების გავლენისადმი და რეკომენდებულია ამ დაცვების არასწორი ამოქმედების თავიდან აცილების ღონისძიებები ბლოკის ხბრ-ის დროს.

ბლოკის არასიმეტრიული რეჟიმის დროს სადგურის მიერთებების რელეური დაცვის არასწორი მუშაობის თავიდან აცილების მიზნით წარმოიშობა მათი დანაყენების ნაწილობრივი კორექტირების ან მოწყობილობების მუშაობიდან გამოყვანის აუცილებლობა.

დამცავი მოწყობილობების არასწორი ამოქმედების აღბათობა ხბრ-ის დროს დამოკიდებულია დენების სიდიდეებზე, ხაზში განშტოებულ მათ წილზე და აგრეთვე სადგურის მიერთებების რელეური დაცვის დაბრუნების K_B კოეფიციენტის მნიშვნელობაზე. დამცავი მოწყობილობების არასწორი ამოქმედების თავიდან აცილების ღონისძიებები სადგურთა ბლოკების ხანგრძლივ არასრულფაზოვან რეჟიმებში მუშაობის დროს ძირითადად იდენტურია შპს-ებისა და ომს-ებისათვის და დამოკიდებულია ბლოკების სიმძლავრესა და სადგურის ელექტრონული შეერთებების სქემაზე.

სადგურის ბლოკის ხბრ-ის გამოყენების დროს დაცვის მოწყობილობების შესაძლო არასწორი მუშაობის თავიდან ასაცილებელი ზომები მიღებული უნდა იქნეს შპს-ისა და ომს-ის მიერთებების შემდეგი სახეობის რელეური დაცვებისათვის:

- ბლოკის გენერატორების უკუ მიმდევრობის I_2 დენებით გადატვირთვისაგან;
- ტრანსფორმატორების (ავტოტრანსფორმატორების) მიწაზე ერთფაზიანი მოკლე შერთვისაგან;
- 500kV და უფრო მაღალი ძაბვის ტრანსფორმატორების (ავტოტრანსფორმატორების) შემტანების იზოლაციის ნაწილობრივი გარღვევისაგან, - КИВ-500 მოწყობილობა;
- ნეიტრალის ეფექტური ჩამიწების მქონე 110-750kV ძაბვის ემხ-ის მიწაზე შერთვისაგან - საფეხუროვანი დენური დაცვები;
- 110-500kV ძაბვის ემხ-ის ყველა სახის დაზიანებისაგან ღვლ-ის ამუშავების ორგანოში U_2 ძაბვის მიხედვით ამუშავების მაღალ სიზოიური დიფერენციალური ფაზური დაცვები.

სულოვანი მიმდევრობის მნიშვნელოვანი დენების ემხ-ის განშტოების თავიდან აცილების მიზნით უნდა გამოირიცხოს ბლოკის არასრულფაზოვანი მუშაობა „ბლოკი-ხაზი“ სქემით.

ომს-ების და შპს-ების მიერთებების დამცავი მოწყობილობების არასწორი ამოქმედების თავიდან აცილებისათვის სადგურის ბლოკების ორფაზიანი არასიმეტრიული დატვირთვის რეჟიმში მუშაობისას ($I_2 = 0, 1 \pm 0, 15 \cdot I_H$ -ის დროს) [2]-ის ანალიზის გათვალისწინებით შეიძლება შემოთავაზებულ იქნეს შემდეგი რეკომენდაციები:

1. გენერატორებისათვის:

1.1. თუ სადგურის ბლოკის ხბრ-ი ხორციელდება სქემით „ბლოკის გენერატორების მუშაობა დაბალი ძაბვის (დმ) გახლეჩილი გრანგის მქონე არასრულფაზოვანი ტრანსფორმატორის (ავტოტრანსფორმატორის) ჯგუფზე“ და ამასთან, მანქანის თითოეულ ფაზაზე იდგმება გამთანაბრებელი კონდენსატორები, გამთანაბრებელ ტვეადობებში გამავალი გადინების დენების ბალანსის დაუშვებელი

დარღვევის გამო მიზანშეწონილია გენერატორული ძაბვის მხარეს მიწისაკრებულ შერთვისაგან 100%-იანი დაცვის (იმ შემთხვევაში თუ დაცვა შესრულებულია დენების ზედღების მეთოდის მიხედვით) ან გაუხეშება, ან კიდევ სიგნალზე გადაყვანა.

1.2. I_2 დენებისაგან დაცვების დანაყენების კორექტირება (ასამუშავებელი და სასიგნალო ორგანოები) უნდა წარმოებდეს მხოლოდ ორფაზიანი არასიმეტრიული დატვირთვის რეჟიმში მომუშავე ბლოკის გენერატორებზე. ამასთან, აუცილებელია:

- $P \geq 160MW$ სიმძლავრის ტურბოგენერატორებზე (გრაგნილების სადენების წყლის უშუალო გაცივების) შეიცვალოს ინტეგრალურ პრინციპზე შესრულებების დაცვის დანაყენებები (PTФ-6, PTФ-6M რელეებით), ასამუშავებელი ორგანოსი $-0,08 \cdot I_H$ -დან $0,13 \cdot I_H$ -მდე, ხოლო სასიგნალო ორგანოს $0,05 \cdot I_H$ -დან $0,15 \cdot I_H$ -მდე ან გამოყვანილ იქნეს იგი მუშაობიდან;

- $P \geq 160MW$ სიმძლავრის ჰიდროგენერატორებზე (მათ შორის გრაგნილების წყლით უშუალო გაცივების) ინტეგრალურ პრინციპზე შესრულებული დაცვების დანაყენებები (PTФ-6, PTФ-6M რელეებით) უნდა შეიცვალოს ასამუშავებელი ორგანოსი $0,15 \cdot I_H$ -დან $\frac{1}{K_B} \cdot I_{c.3}$ = $0,18 \cdot I_H$ -მდე, ($K_B = 0,85$), მიზანშეწონილია

სასიგნალო ორგანოს ($K_B = 0,95$) მუშაობიდან გამოყვანა, აქ $I_{c.3}$ -დაცვის ამოქმედების დენია. $P \geq 160MW$ სიმძლავრის ჰიდროგენერატორებზე $\frac{I_2}{I_H} < 0,1$ დროს დაცვის ასამუშავებელი ორგანოს დანაყენის კორექტირება ფაქტიურად საჭირო არ არის;

- $P \leq 160MW$ ტურბოგენერატორებზე (გრაგნილების სადენების უშუალო გაცივებით), აგრეთვე $P \geq 30MW$ სიმძლავრის ჰიდროგენერატორებზე (არაპირდაპირი გაცივებით), ძირითადად საფეხუროვანი შესრულების დაცვების დანაყენების შეცვლა არ მოითხოვება;

- პარალელურად მომუშავე ბლოკების გენერატორების I_2 დენებისაგან დაცვა უცვლელი რჩება;

- $P = 1 \div 30MW$ სიმძლავრის ტურბოგენერატორებსა და ჰიდროგენერატორებზე დაცვების (ჩვეულებრივი მდდ-სახით შესასრულებელი და ფილტრის ერთი მოწყობილობით -უკუმბიდერობის ძაბვის რელეთი ФНОП), კორექტირება საჭირო არ არის.

2. სადგურის ტრანსფორმატორებისათვის (ავტოტრანსფორმატორებისათვის):

2.1. მიწაზე მოკლე შერთვის დენებისაგან დაცვების დანაყენების შეცვლა ძირითადად უნდა მოხდეს ჰმს-ის ან მმს-ის არასიმეტრიულად მომუშავე ბლოკის ტრანსფორმატორზე (ავტოტრანსფორმატორზე), ხოლო სადგურის მხოლოდ ერთი ბლოკის პარალელურად მუშაობისას უნდა შეიცვალოს აგრეთვე ამ ბლოკის ტრანსფორმატორის (ავტოტრანსფორმატორის) დაცვის დანაყენი.

ამასთან დაცვების დანაყენები უნდა შეიცვალოს: არასიმეტრიულად მომუშავე ბლოკის ტრანსფორმატორზე (ავტოტრანსფორმატორზე) მიზანშეწონილია მისი გაზრდა $\frac{1}{K_B} \cdot (2 \div 3,5)$ -ჯერ, პარალელურად მომუშავე ბლოკის ტრანსფორმატორზე -

$\frac{1}{K_B} \cdot (2 \div 2,5)$ -ჯერ გაზრდით.



თუ არასიმეტრიულად მომუშავე ბლოკის პარალელურად მუშაობს მნიშვნელოვანი ან მეტი ტრანსფორმატორი (ავტოტრანსფორმატორი), მათზე ანალოგიური დაცვების დანაყენების შეცვლა პრაქტიკულად არ მოითხოვება იმ შემთხვევების გარდა, როცა ნეიტრალში გამავალი I_0 დენები აღწევენ $3 \cdot I_0 \geq 0,8 \cdot I_{\text{კ.3}}$ ამ შემთხვევაში ტრანსფორმატორის (ავტოტრანსფორმატორის) დანაყენები, სელექტიურობის უზრუნველყოფის გათვალისწინებით, აგრეთვე მიზანშეწონილია გაიზარდოს $\frac{1}{K_B}$ -ჯერ ($K_B = 0,85$).

არასიმეტრიული დატვირთვის რეჟიმის რეალიზაციის დროს სადგურის გამსხვილებული ბლოკისათვის დაცვის გამორიდების საჭიროება ($\frac{I_2}{I_H} = 0,1 \div 0,15$ -ის დროს) დამოკიდებული იქნება ბლოკის მომუშავე გენერატორების რაოდენობაზე.

ორგენერატორიანი ბლოკის ხბრ-ში მუშაობამ შეიძლება გამოიწვიოს დაცვის დანაყენების მნიშვნელოვანი გაუხეშება და K_r -ის შემცირება. ასეთ შემთხვევაში არასიმეტრიულად $\frac{I_2}{I_H}$ არ უნდა ქარბობდეს სტანდარტების გათვალისწინებულ ნორმებს.

2.2. კივ 500 T(AT) მოწყობილობა. ჰმს-ის და მმს-ის არასიმეტრიულად მომუშავე ბლოკების ტრანსფორმატორებზე (ავტოტრანსფორმატორებზე) მიზანშეწონილია შემტანების იზოლაციის კონტროლის დაცვის (ბლოკ-რელე) მუშაობიდან გამოყვანა, ან მისი დანაყენის გაუხეშება მუშაობაში (შენარჩუნებისას) დატოვებისას $1,5 \cdot I_{\text{ტ}}$ -მდე. სადგურის სხვა ბლოკების ტრანსფორმატორებზე (ავტოტრანსფორმატორებზე) დაცვა დატოვებული უნდა იყოს მუშაობაში.

3. სადგურის სალტებიდან გამომავალ ელექტროგადაცემის ხაზებზე:

3.1. საფეხუროვანი დენური დაცვები მიწაზე შეშვებისაგან:

დაცვის დანაყენების კორექტირება ფაქტიურად არ მოითხოვება, მაგრამ ასეთი საჭიროება შეიძლება წარმოიშვას გამსხვილებული ბლოკის არასიმეტრიული დატვირთვის რეალიზაციის დროს (2 გენერატორით მუშაობა). ამ შემთხვევაში მიზანშეწონილია მხოლოდ ბოლო საფეხურის დანაყენის შეცვლა. $\frac{1}{K_B} = 1,5$ -ჯერ (ორი ჩართული მბზ-ის დროს).

დანარჩენ შემთხვევებში, ხაზებში დენების წილის გაზრდის აღბათობის გათვალისწინებით (მაგალითად სადგურის ბლოკის ხბრ-ის რეალიზაციის დროს პარალელურად მომუშავე ბლოკების ან ეგზ-ის გამორთვისას) მიზანშეწონილია ბოლოსაფეხურის დაცვის დანაყენის გაზრდა $1,2 \div 1,15 \cdot I_{\text{კ.3}}$ -მდე.

3.2. ხაზების მაღალი სიხშირის დიფერენციალური-ფაზური დაცვები.

- თუ დაცვა შესრულებულია სიმეტრიული მდგენელის კომბინირებული ფილტრების პრინციპზე $I_1 + k I_2$ (მაგალითად АФЗ-501), დანაყენების კორექტირება არ მოითხოვება,

- თუკი დაცვის სქემაში (მაგალითად, АФЗ -503) გამოყენებულია $\dot{U}_1 + k \dot{U}_2$, მაშინ $5 \div 7V$ დანაყენის დროს დაცვის დანაყენის შეცვლა არ მოითხოვება,

- დაცვის $5I$ -ზე უფრო ნაკლები დანაყენის დროს (მაგალითად, $2 + 3I$ ნაწილობრივი კორექტირების მოხდენა, მისი $5+6$ -მდე გაზრდით).

- დანარჩენ შემთხვევებში დაცვის დანაყენებების შესაძლო ცვლილებები დამოკიდებული იქნება სადგურის ჩართული მიერთებების რაოდენობისაგან და აგრეთვე არასრულფაზოვანი ბლოკის მომუშავე გენერატორების რიცხვისაგან.

სადგურის ბლოკის ორფაზიან არასიმეტრიულ რეჟიმში მუშაობისას არსებობს გარე მოკლე შერთვის წარმოშობის გარკვეული ალბათობა, რასაც შეუძლია გამოიწვიოს გენერატორებისაგან I_2 დენების გაზრდა ალგზნების ფორსირების შედეგად.

სადგურის ერთ-ერთი ბლოკის გენერატორების შედარებით მცირე სიმძრავრის დროს, როგორც ამას გაანგარიშებები უჩვენებს დატვირთვის დენებზე მოკლე შერთვის დენების მოსალოდნელი ზედღების დროს, რელეური დაცვის ფუნქციონირება ნორმალური რჩება.

ამას გარდა, გარე მოკლე შერთვები დიდი ალბათობით ლიკვიდირებულ იქნება ბლოკის ან მომიჯნავე მიერთებების სწრაფმოქმედი დაცვების მიერ.

ეს რეკომენდაციები საბოლოო არ არის და სადგურის ბლოკების მუშაობის კონკრეტული შემთხვევებისათვის ისინი უნდა შეითანხმოს ენერგოსისტემის რელეური დაცვის ცენტრალურმა სამსახურმა.

ზემოთ მოყვანილი ანალიზი გვიჩვენებს, რომ ბლოკის მომზადება არასრულფაზოვან რეჟიმში მუშაობისათვის პრინციპში არ წარმოადგენს განსაკუთრებულ სირთულეს. ამრიგად, ბლოკის არასრულფაზოვან რეჟიმში მუშაობის შესაძლებლობისა და მიზანშეწონილობის განსაზღვრისათვის გამოკვლეული უნდა იყოს დანარჩენი ფაქტორები და სახელდობრ: უკუთანმიმდევრული დენით როტორის გახურება, სტატორის ვიბრაცია, აგრეთვე ნულოვანი თანამიმდევრობის დენის გავლენა, რომელიც იკვრება მიწის საშუალებით.

საქართველოს ენერგეტიკის სამეცნიერო-
 კვლევითი ინსტიტუტი

(შემოვიდა 1.12.1994)

ЭНЕРГЕТИКА

Р.Д.Арвеладзе, Я.Г.Биджамов, Н.Д.Уплисашвили

Работа релейной защиты при несимметричном режиме работы блока электростанции

Резюме

Показана целесообразность использования в аварийных или других ситуациях несимметричного режима работы одного из блоков станции.

Рассмотрена принципиальная возможность использования таких режимов на гидроэлектростанциях Грузии для повышения надежности электроснабжения. Приводится полный перечень необходимых мероприятий по подготовке релейной защиты станции к работе в несимметричном режиме блока.

R.Arveladze, Y.Bijamov, N.Uplishashvili

Relay Protection with Asymmetric Mode of Operation of Electric Power Station Block

Summary

Expediency of emergency use of asymmetric mode of operation of one of the station blocks is shown.

Principle possibility of use of such modes to increase the power supply reliability of the Georgian hydroelectric power stations is considered.

The complete list of measures necessary to prepare the station relay protection for operation in asymmetric mode of the block is presented.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. *Г.Н.Тер-Газарян, Я.Г.Биджамов, С.С.Апаняшц.* Электрические станции, 2, 1989.
2. *Г.Н.Тер-Газарян, Я.Г.Биджамов.* Научн.-техн. отчет ГрузНИИЭГС (закл.) 1988, гос.рег. № 0187008110.
3. *Г.Н.Тер-Газарян, Я.Г.Биджамов.* АС СССР, № 1446675 А1 кл.4Н02 3/42.
4. Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей. 14-е изд., перераб. и доп. М., 1989.

ვ.ქაშაიაშვილი, რ.ქაშაიაშვილი

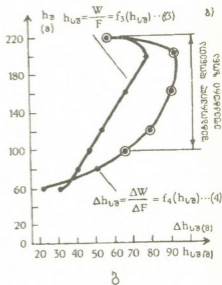
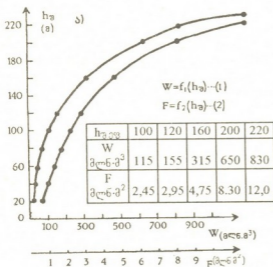
წყალსაცავის შეტბორვის ოპტიმალური ღონის დადგენის საკითხისათვის

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ო.ნათიშვილმა 6.03.1995)

წყალსაცავიანი ჰესის დაპროექტების საწყის ეტაპზე შესაძლებელია ტოპოგრაფიული მონაცემების გამოყენებით დადგინდეს წყალსაცავის შეტბორვის ($h_{3, \text{opt}}$) ოპტიმალური ღონე. შედეგად, დაპროექტებულს მრავალი შესაძლო ვარიანტის შესრულების გარეშე საშუალება ეძლევა დეტალური გაანგარიშება შესრულოს მხოლოდ $h_{3, \text{opt}}$ ვარიანტის მიხედვით.

მოცემულია დასაპროექტებელი ჰესის წყალსაცავის W მოცულობისა და F სარკის ზედაპირის h_3 შეტბორვის ღონისაგან ფუნქციური დამოკიდებულებები, აგებული ტოპოგრაფიული მონაცემების საფუძველზე. ამოცანის გადასაწყვეტად გამოყენებულია მდინარე ენგურზე შერჩეულ კვეთში ხულონჰესის კაშხალით შექმნილი წყალსაცავის

$$W=f_1(h_3) \quad (1) \quad \text{და} \quad F=f_2(h_3) \quad (2)$$



სურ. 1

მახასიათებლები (სურ.1ა). რადგან ხულონი კაშხალთან მდებარე ჰესია და მას სადერივაციო დაწნევა არ გააჩნია, შემდგომ ანალიზში ჰესის H ჯამურ დაწნევად მიჩნეულია h_3 .

დასაწყისში, (1) და (2)-ის დახმარებით, [1]-ში განხილული მეთოდების საფუძველზე გამოვლენილია წყალსაცავის საშუალო სიმაღლეთა h_3 -გან ფუნქციური დამოკიდებულება (სურ.1ბ)

$$h_{3\text{კ}} = \frac{W}{F} = f_3(h_3) \quad (3)$$

იმავე სურათზე მე-(3) მრუდის დახმარებით აგებულია წყალსაცავის საშუალო სიმაღლეების ნაზრდთა h_3 -გან ფუნქციური დამოკიდებულება.

$$\Delta h_{3\text{კ}} = \frac{\Delta W}{\Delta F} = f_4(h_3) \quad (4)$$

ამ უკანასკნელზე გამოყოფილია შეტბორვის $h_{3\text{კ}}$ დონეთა ისეთი ეფექტური ზონა, რომელიც საშუალო სიმაღლეების ნაზრდთა შედარებით დიდი სიდიდეებით ხასიათდება [მე-(4) მრუდზე ისინი დანარჩენებისაგან გამორჩეული არიან და მათი შესაბამისი W და F -ის მონაცემები სურ.1ა-ზე მოთავსებულ ცხრილშია ნაჩვენები].

მე-(4) მრუდის ეფექტურ ზონაში მდებარეობს $h_{3\text{კ}} = 200$ ტოლი შეტბორვის დონე, რომელსაც აშკარად გამოსახული მაქსიმუმი შეესაბამება. სწორედ იგი წარმოადგენს წყალსაცავის შეტბორვის ოპტიმალურ სიმაღლეს.

ტობოგრაფიული მონაცემების საფუძველზე განსაზღვრული $h_{3\text{კ}}$ მნიშვნელობა შემოწმდა ელექტროენერგიის N , თვითღირებულებების და K კაპიტალური დაბანდების ამოგების $T_{\text{კ}}$ ვადის კრიტერიუმებით. ამ მიზნით წყალსაცავის შეტბორვის სიმაღლეთა ეფექტური ზონის სიდიდეთა ხუთი საუკეთესო ვარიანტისათვის შესრულდა განაგარიშება შემდეგი თანმიმდევრობით:

ჰესის მიერ გამოიმუშავებული \mathcal{E} ელექტროენერგია განისაზღვრა ცნობლი გამოსახულების მიხედვით:

$$\mathcal{E} = AHW_{\text{სს}} = Ah_{3\text{კ}}W_{\text{სს}} \quad (5)$$

სადაც:

$W_{\text{სს}}$ - წყალსაცავის სასარგებლო მოცულობაა, რომელიც რელიეფზე, მდინარის ნატანის წლიურ რაოდენობაზეა დამოკიდებული და W -დან მკედარი მოცულობის გამოკლების შედეგად მიიღება;

A - ყოველი კუბური მეტრი წყლისაგან მიღებული ელექტროენერგიის რაოდენობის განსაზღვრელი კოეფიციენტია, რომელიც წყალსაცავში მდინარის წლიური ჩამონადენის გაუთვალისწინებლად $A = A_0 = 2,45 \cdot 10^{-3}$ -ის ტოლის, ხოლო მისი გაუთვალისწინების პირობებში თითოეული წყალსაცავისათვის სხვადასხვაა და რამდენჯერამე სჭარბობს A_0 -ს.

ვინაიდან დაპროექტების საწყის ეტაპზე წყალსაცავის $W_{\text{სს}}$ და A -ს მნიშვნელობები უცნობია, მათი და აგრეთვე დადგმული სიმძლავრის მოქმედების ხანგრძლივობის სანაცვლოდ, რესპუბლიკაში მოქმედ წყალსაცავიანი ჰესების შესაბამის ფაქტიურ სიდიდეთა შემდეგი საშუალო მნიშვნელობები იქნა გამოყენებული:

$$W_{\text{სს}}^{\text{სა}} = 0,55W; \quad A^{\text{სა}} = 13,5 \cdot 10^{-3}; \quad h_{3\text{კ}}^{\text{სა}} = 2500$$

პირველი ორის მე-(5)-ში ჩასმით განისაზღვრება თითოეული $h_{3\text{კ}}$ -ის შესაბამისი \mathcal{E} , ხოლო მესამის დახმარებით დადგინდება N .

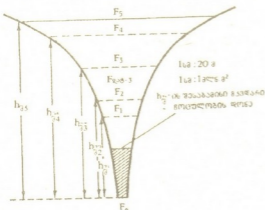
განაგარიშების შემდგომი მსვლელობა მოითხოვს ხვედრითი ეკონომიკური მაჩვენებლის გამოყენებას, რომელთა სიდიდეთა მნიშვნელობები ერთნაირ გავლენას

ახდენენ შესადარებელ ვარიანტებზე და ამიტომ მათ საფუძვლიანობას არსებობისა და მნიშვნელობა არ ენიჭება.

მაგალითად, წყალსაცავიანი ჰესის მშენებლობის ხვედრით კაპიტალურ დაბანდებლად და კვტ.სთ ელექტროენერგიის გასაყიდ ფასად მივიჩნიეთ ის სიდიდეები, რომლებიც ევროპის ეკონომიკური კავშირის მიერ 2000 წლისთვისაა რეკომენდირებული განვითარებადი ქვეყნებისათვის. (3100დოლ/კვტ; 15ცენტ/კვტ.სთ).

კაპიტალურ დაბანდებში გასათვალისწინებელ $K_{\text{მ.ზარ}}$ ეკოლოგიური ზარალის ქვეშ ქვემოთ ნაგულისხმევია $F_{\text{ღტ}}$ დატბორვილ ტერიტორიაზე არსებულ ს/ს სავარგულების, ბალ-ვენახების, ტყეების და რესპუბლიკის პრაქტიკაში პირველად - თვით მიწის ღირებულებები. მოქმედი წყალსაცავიანი ჰესებისათვის ეკოლოგიური ზარალის ეს ხვედრითი მაჩვენებელი საშუალოდ $a_{\text{მ.ზარ}}^{\text{სშ}} = 53,7$ მლნ.დოლ./კმ² ტოლი აღმოჩნდა [2]. ამრიგად:

$$K_{\text{მ.ზარ}} = a_{\text{მ.ზარ}}^{\text{სშ}} F_{\text{ღტ}} \quad (6)$$



სურ.2

სადაც $F_{\text{ღტ}}$ - ფაქტიურად დატბორვილი ტერიტორიის ფართობი, რომელიც ადვილად განისაზღვრება მე-(2) ფუნქციონალური დამოკიდებულებების საფუძველზე მასშტაბში გამოსახული წყალსაცავის გვერდპირლის ეპიურის დახმარებით (სურ.2). მაგალითად, h_{3-} -ის შესაბამისი დატბორვილი ტერიტორიის $F_{\text{ღტ}}$ ფართი მასშტაბში განისაზღვრება როგორც F_0 ფუძის და იმ ორი გვერდითი ზედაპირის ფართობების ჯამით, რომლებიც ზემოდან შემოსაზღვრულია F_3 სარკის ზედაპირით. $W_{\text{სა}}$ და $F_{\text{ღტ}}$ საანგარიშო სიდიდეები წარმოდგენილია 2 სურათზე.

II საექსპლოატაციო დანახარებებში 9 პროცენტის რაოდენობით [2] გათვალისწინებულია დატბორვილი ბალ-ვენახების და ტყეების სანაცვლოდ ის ყოველწლიური $I_{\text{მ.ზარ}}$ დანახარებები, რომლებიც სხვა მიწებზე გასაშენებლად და მსხმოიარე ასაკამდე მათი გაზრდა-მოსვლისათვისაა აუცილებელი. გაანგარიშების შედეგები მოთავსებულია ცხრილში.

ცხრილში მოთავსებულ სიდიდეთა ანალიზი გვიჩვენებს, რომ მხოლოდ ტოპოგრაფიული მონაცემებით დადგენილი წყალსაცავის შეტბორვის h_{3-} ღონე დასტურდება N_3 და T_{3-} კრიტერიუმების საფუძველზე. მას დასტურებს აგრეთვე ჩვენ მიერ შემოტანილი ექვ ეფექტურობის მაჩვენებელიც, რომელიც საექსპლოატაციო დანახარებებში დატბორვით გამოწვეულ ეკოლოგიურ ზარალზე მოსულ გამოუმუშავებული ელექტროენერგიის რაოდენობით განისაზღვრება, ანუ იგი $W_{\text{მ.ზარ}}$ -თან ფარდობას წარმოადგენს. მის მიხედვით h_{3-} -ის ეფექტურობა მის მომიჯნავე მე-(3) და მე-(5) ვარიანტების შესაბამის მაჩვენებლებს 2-ჯერ და 1,9-ჯერ აღემატება.

გაანგარიშების შედეგები

N	h _{გვე} (მ)	⊖ (მან.კვტ.სთ)	N (მეტ)	K _{გვე} (მან.დოლ)	K _{კაზარ} (მან.დოლ)	K (მან.დოლ)	H (მან.დოლ)	I _{კაზარ} (მან.დოლ)	H _ც (მან.დოლ)	S _ვ (კვტ.სთ/კვტ.სთ)	τ _{კაპ} (წელიწადი)	η _{გვე} (კვტ.სთ/დოლ)
1	100	79	31,5	97,5	564	661,5	19,8	1,8	21,6	27,2	∞	0,14
2	120	130	52	161	672	833	25	2,3	27,3	21,0	∞	0,19
3	160	374	150	467	890	1357	40,7	3,7	44,4	11,9	116,5	0,42
4	200	970	383	1115	1150	2265	67,8	6,08	73,88	7,60	31,5	0,84
5	220	1350	550	1710	1370	3080	92,5	8,38	100,88	8,08	32,8	0,44

ამრიგად, დაპროექტების ადრეულ ეტაპზე მხოლოდ ტოპოგრაფიული მონაცემების საფუძველზე დადგენის მეთოდისა სრულიად საკმარისია, რათა მის მიხედვით შემდგომი დეტალური გაანგარიშება შესრულდეს. თუ ამ უკანასკნელის რეალიზაციისას რომელიმე დამატებითი ფაქტორის მიზეზით $h_{\text{ვ.კ.}}$ მიუღებელი აღმოჩნდება, შეიქმნება საჭიროება დაპროექტების დეტალიზაცია ოპტიმალურის მომიჯნავე შეტბორვის სხვა დონისათვის შესრულდეს.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის
ენერჯეტიკის ინსტიტუტი

(შემოვიდა 7.3.1995)

ЭНЕРГЕТИКА

В.П.Кашакашвили, Р.В.Кашакашвили

К вопросу установления оптимального уровня подпора водохранилища

Резюме

Предложена методика, позволяющая на начальной стадии проектирования установить на основании топографических данных оптимальный уровень подпора водохранилища ГЭС и выполнить дальнейший детальный технико-экономический расчет.

POWER ENGINEERING

V.Kashakashvili, R.Kashakashvili

Optimal Level Identification of Waterkeeper Fullness on the Basis of Topographical Data

S u m m a r y

Method, which allows to identify an optimal level of fullness of waterkeeper on initial stage of planning and then to realize further detailed feasibility study is presented.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. ე. ქაშაკაშვილი. საქართველოს მეცნ.აკად. მოამბე, **143**, 3, 1993.
2. ე. ქაშაკაშვილი. საქართველოს მეცნ. აკად.მოამბე, **152**, 1, 1995.

შპაბ 621.313.2.333.681.3:856

ელემენტარობა

ა. ცომაია, თ. ნათენაძე, ა. კიზირია

ელემენტარობის წევის ძრავების სტოქასტიკურ- მათემატიკური მოდელის აგების პრინციპი

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ვ. გომელაურმა 25.11.1993)

დამზადებულ წევის ძრავას, ისევე როგორც წარმოებულ ნებისმიერ ელემენტარულ მანქანას, გააჩნია გარე მახასიათებლები, რომელთა ექსპერიმენტულად რეგისტრირება შესაძლებელია სტენდური გამოცდებისას და, რომლებიც ამა თუ იმ დონით განსხვავდებიან გაანგარიშებულისაგან. ამასთან, გარე მახასიათებლების ფანტვა შეიძლება იყოს მნიშვნელოვანი, რაც განპირობებულია იმით, რომ პრაქტიკაში მიღებული ელემენტარული მანქანების ინჟინრული გაანგარიშების მეთოდები და პროექტირება დაფუძნებულია ვარაუდზე, რომ დასაპროექტებელი მანქანის ყველა ზომა და გამოყენებული მასალების მახასიათებლები ზუსტად ემთხვევა ანგარიშით აღებული, რეალურად კი შემავალი ფაქტორები შემთხვევითი სიდიდეებია და ახასიათებთ მნიშვნელობათა ფანტვა ტექნოლოგიური დაშვებების ზღვრებში.

ელემენტარული მანქანის შექმნის ნებისმიერ ეტაპზე, ე.ი. გაანგარიშებისას, კონსტრუირებისა და დამზადებისას უნდა განვასხვაოთ საანგარიშო, კონსტრუქციული და ფაქტიური ელემენტარობის და გომეტრიული პარამეტრები:

ა) საანგარიშო სიდიდეებად უნდა ჩაითვალოს ძირითადი გომეტრიული ზომების მნიშვნელობები და გრაგნილების წინააღობები.

ბ) კონსტრუქციულმა პარამეტრებმა უნდა გაითვალისწინონ ტექნოლოგიური პროცესების რეალური შესაძლებლობები და ნედლეულის ხარისხის მერყეობა მიღებული დაშვებების ზღვრებში.

გ) ფაქტიური - (პირობითად ფაქტიური, რადგან რჩება კიდევ გაზომვის შეცდომები) კონკრეტული გომეტრიული და ელემენტარობის დაშვებები, რომლებიც განპირობებულია დეტალების ფორმის ძნელად გასათვალისწინებელი დარღვევებით.

ელემენტარული მანქანები განეკუთვნებიან ნაკეთობათა იმ ჯგუფს, რომელთა კვლევაში მნიშვნელოვან როლს თამაშობს სტატისტიკური ვარიაცია და ალბათობითი პროცესი, ასე მაგალითად, ელემენტარობის მასალების თვისებებს (წინააღობა, ინდუქცია, ელემენტარული სიმტკიცე და სხვა ფიზიკური სიდიდეები, რომლებიც ახასიათებთ მათ) გააჩნით მნიშვნელოვანი სტატისტიკური ფანტვა. ელ. მანქანები სერიულ წარმოებაში გამოდის გამოშვებული პარამეტრების, როგორცაა გამწვი მომენტი, უქმი სვლის დენი, მ.კ.კ., წევის ძალა და სხვა დიდი გადახრებით.

სურვილი იმისა, რომ პროექტირების სტადიაში მიღებულ იქნეს გამოშვებული პარამეტრების მნიშვნელობების ფანტვის რეალური ალბათობითი სურათი, ე.ი. მისი

ხარისხის ანალიზის ამოცანის გადაწყვეტისა, დაკავშირებულია ელექტრული სტოქასტიკურ-მათემატიკური მოდელის შექმნის აუცილებლობასთან.

სტოქასტიკური მოდელი შეიცავს დეტერმინანტულ მოდელს, როგორც ძირითად შემადგენელ ნაწილს, ამავდროულად განსხვავდება მისგან იმით, რომ იძლევა საშუალებას ადეკვატურად ასახოს ზემოთ ჩამოთვლილი ფაქტორების შემთხვევითი ხასიათის გადახრები და შეფასდეს ელ.მანქანების მახასიათებლების შესაძლო არასტაბილურობა.

ჩვენს შემთხვევაში დეტერმინანტული მოდელი წარმოადგენს საყოველთაოდ ცნობილ ალგებრა-დიფერენციალურ განტოლებათა სისტემას, რომელიც გამოიყენება წვევის ძრავების ინჟინრულ გაანგარიშებებში.

სტოქასტიკური მოდელის აგების სქემა კარგად შეესაბამება მონტე-კარლოს მეთოდის გამოთვლით სქემას.

მონტე-კარლოს მეთოდი შეიძლება გამოყენებულ იქნეს განაწილების თავისუფალი კანონების და გამოშვალ პარამეტრების შეუზღუდავი ფანტის შემთხვევაში, აგრეთვე შეშვალ და გამავალი პარამეტრების არაწრფივ ან არაცხადი განტოლებებით კავშირის დროს. ჩვენს შემთხვევაში მონტე-კარლოს მეთოდი წარმოადგენს ელ.მანქანის დეტერმინანტული გაანგარიშების მრავალჯერად განმეორებას, რომელშიც არგუმენტებადაა შემთხვევითი სიდიდეების შემავალი პარამეტრების კონკრეტული რეალიზაციები.

მადესტაბილიზებელი ფაქტორების შემთხვევითი გადახრების ასახვისათვის აუცილებელია მივიღოთ შემთხვევითი რიცხვები წინასწარ ცნობილი ალბათობის კანონებით განაწილებით.

ეგმ-ზე რეალიზაციის შემთხვევაში შესაძლოა გაეწიოს რეკომენდაცია შემთხვევითი რიცხვების მიღების პროგრამულ მეთოდს (ფსევდოშემთხვევითი რიცხვების მეთოდი) ასეთი მეთოდის უპირატესობას წარმოადგენს პირველი ცნობილი წევრის მიხედვით „შემთხვევითი“ რიცხვების თანამიმდევრობის ასახვის შესაძლებლობა, რაც საშუალებას იძლევა ექსპერიმენტი განმეორდეს სტოქასტიკურ მოდელზე.

უფრო ხშირად პრაქტიკაში (კერძოდ, მუდმივი დენის წვევის ძრავების კვლევისასაც) შეიძინება მადესტაბილიზებელი ფაქტორების შემთხვევითი სიდიდეების ნორმალური განაწილება [1]. ასეთ შემთხვევაში რიცხვების მისაღებად შეიძლება გამოყენებულ იქნეს ალგორითმი, მაგალითად [2]-ის მიხედვით.

მონტე-კარლოს მეთოდის გამოყენება წვევის ძრავების სტოქასტიკური მოდელის აგებისათვის საშუალებას იძლევა ფიზიკური ექსპერიმენტი შეიცვალოს კვლევით მათემატიკურ მოდელზე, ამასთანავე შენარჩუნებულ იქნეს ექსპერიმენტის აზრი და ხასიათი. სტატისტიკური მოდელის არსებობისას კი შეიძლება შესრულდეს შემავალი ფაქტორების შემთხვევითი მნიშვნელობების მრავალჯერადი „გათამაშება“ გამოშვალი ფაქტორების შემთხვევით მნიშვნელობათა თანამიმდევრული გაანგარიშებით.

გარკვეული რაოდენობის გამოცდების ჩატარების შემდეგ თითოეული გამოშვალი პარამეტრისათვის შემთხვევითი მნიშვნელობის სტატისტიკური დამუშავება გვაძლევს საჭირო ინფორმაციას გამოშვალი მახასიათებლების მნიშვნელობათა განაწილებასა და ამ განაწილების პარამეტრებზე.

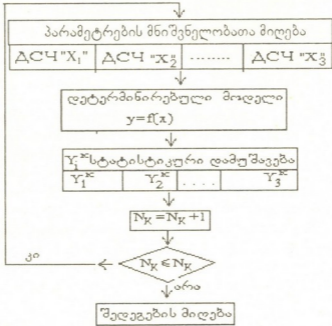
გამომავალი პარამეტრების ფანტის დიაპაზონების ზღვრების დამაკმაყოფილებელი დადგენა შესაძლებელია არცთუ ისე დიდი N-თვის (2000-3000



გამოცდა), როდესაც ჯერ კიდევ არ არის დამთავრებული ალბათობის სიმკვრივის განაწილების ფორმირება.

სტოქასტიკურ მოდელზე კვლევისას N-გამოცდების სტატისტიკური დამუშავება ითვალისწინებს მოცემული განაწილებების ჰისტოგრამების აგების აუცილებლობას კვლევის დაწყების წინ დიაპაზონების ზღვრების არცოდნის დროს.

სტატისტიკური მოდელის ეგმ-ზე რეალიზაციის ალგორითმის გამარტივებული სქემა მოცემულია სურათზე.



სურ.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

შემოვიდა (14.1.1994)

ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

А.А.Цомаия, Т.В.Натенадзе, А.В.Кизирия

Принципы построения стохастической математической модели тягового двигателя электровоза

Резюме

В статье констатируется, что стохастическая модель строится для объектов, параметры которых подвергаются воздействию случайных неконтролируемых факторов.

Однозначно предсказать поведение такого объекта (на примере тягового двигателя) невозможно, поэтому при изучении стохастической модели предлагается использование методов теории вероятностей и математической статистики с применением ЭВМ.

A.Tsomaia, T.Natenadze, A.Kiziria

The Construction Principles of the Stochastic Mathematical Model of the Electric Locomotive Traction Motor

Summary

The article presents the stochastic model for objects which parameters have an influence on accidental noncontrol factors.

It is impossible to predict the behaviour of such objects as traction motors. So it is offered to use the methods of the probability theory and mathematical statistics with the use of computers.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. *И.П.Всfd.* Допуски на характеристики электрических локомотивов. М., 1958, 370 с.
2. *Д.Ж.Поллард.* Справочник по вычислительным методам статистики. М., 1982, 344 с.



УДК 681.142.35

АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ
 И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

И.С.Микадзе, Р.В.Какубава

Анализ очередей в системах с переменной
 интенсивностью входящего потока и ненадежным
 каналом обслуживания

(Представлено академиком В.Чичинадзе 20.08.1994)

Постановка задачи. В СМО поступает пуассоновский поток с начальной интенсивностью λ_1 ; длина очереди и время ожидания в системе не ограничиваются; если длина очереди становится m и более, интенсивность входящего потока меняется с λ_1 на $\lambda_2 = p\lambda_1$ ($\lambda_2 < \lambda_1$, $0 < p < 1$) [1]; в свободном состоянии канал обслуживания подвергается разнородным отказам (устойчивые и самовосстанавливающиеся отказы), обнаруживаемым как непрерывным аппаратным, так и периодическим программным контролем (влияние отказов в занятом состоянии учитывается отдельно); после обнаружения устойчивого отказа канал передается на восстановление, в результате чего он возвращается в исходное состояние в смысле надежности.

Обозначим: a – интенсивность устойчивых отказов канала обслуживания в свободном состоянии; $G(u)$ – функция распределения (ФР) времени восстановления отказавшего канала с учетом всех возможных его отказов во время восстановления; $H(u)$ – ФР цикла обслуживания (ЦО) заявок (ЦО – интервал времени с момента начала обслуживания до момента выдачи обслуженной заявки с учетом всех возможных прерываний и временных затрат в результате устойчивых и самовосстанавливающихся отказов и их последствий).

$$h(u) = H'(u); \quad g(u) = G'(u); \quad r(u) = h(u)/(1-H(u)); \quad \mu(u) = g(u)/(1-G(u))$$

Анализ вероятностных характеристик. Введем случайные процессы; $\eta(t)$ – количество заявок, в системе в момент времени t ; $\mu(t)$ – количество заявок поступивших в течение интервала времени, длительностью t ; $\sigma(t)$ – индикатор работоспособности канала; $\sigma(t)=1$, если канал работоспособен; $\sigma(t)=0$, если канал неработоспособен; $\alpha(t)$ – длительность времени до момента t , прошедшее с последнего O – момента (O -моментом называем момент начала восстановления канала или момент начала обслуживания заявки).

$$P_0(t) = P\{\eta(t)=0; \sigma(t)=1\}; \quad r_k(t,u)du = P\{\sigma(t)=0; u < \alpha(t) < u+du; \mu(\alpha(t))=k\} \quad k=0,1,2,\dots$$

$$P_k(t,u)du = P\{\eta(t)=k; u < \alpha(t) < u+du\}; \quad k=0,1,2,3,\dots$$

Вероятности состояний без учета времени пребывания в этих состояниях имеют вид:

$$r_k(t) = \int_0^t r_k(t,u)du; \quad P_k(t) = \int_0^t P_k(t,u)du.$$

Обычные вероятностные рассуждения о возможных изменениях состояний введенных процессов в интервале $(t, t+h)$ и предельный переход при $h \rightarrow 0$ приводят к следующим дифференциально-разностным уравнениям [2]:

$$\frac{\partial \hat{P}_n(t, u)}{\partial t} + \frac{\partial \hat{P}_n(t, u)}{\partial u} = -(\lambda_1 + r(u)) p_n(t, u) + (1 - \delta_{n1}) \lambda_1 p_{n-1}(t, u), \quad n = \overline{1, m-1}; \quad (1)$$

$$\frac{\partial \hat{P}_m(t, u)}{\partial t} + \frac{\partial \hat{P}_m(t, u)}{\partial u} = -(\lambda_2 + r(u)) p_m(t, u) + \lambda_1 p_{m-1}(t, u); \quad (2)$$

$$\frac{\partial \hat{P}_n(t, u)}{\partial t} + \frac{\partial \hat{P}_n(t, u)}{\partial u} = -(\lambda_2 + r(u)) p_n(t, u) + \lambda_2 p_{n-1}(t, u), \quad n = \overline{m+1, \infty}; \quad (3)$$

$$\frac{\partial \hat{r}_n(t, u)}{\partial t} + \frac{\partial \hat{r}_n(t, u)}{\partial u} = -(\lambda_1 + \mu(u)) r_n(t, u) + (1 - \delta_{n0}) \lambda_1 r_{n-1}(t, u), \quad n = \overline{0, m-1}; \quad (4)$$

$$\frac{\partial \hat{r}_m(t, u)}{\partial t} + \frac{\partial \hat{r}_m(t, u)}{\partial u} = -(\lambda_2 + \mu(u)) r_m(t, u) + \lambda_1 r_{m-1}(t, u). \quad (5)$$

$$\frac{\partial \hat{r}_n(t, u)}{\partial t} + \frac{\partial \hat{r}_n(t, u)}{\partial u} = -(\lambda_2 + \mu(u)) r_n(t, u) + \lambda_2 r_{n-1}(t, u), \quad n = \overline{m+1, \infty}; \quad (6)$$

$$\frac{dp_0(t)}{dt} = -(\lambda_1 + \alpha) p_0(t) + \int_0^t p_1(t, u) r(u) du + \int_0^t r_0(t, u) \mu(u) du. \quad (7)$$

Для граничных условий получаем соотношения:

$$p_n(t, 0) = \int_0^t p_{n+1}(t, u) r(u) du + \int_0^t r_n(t, u) \mu(u) du + \delta_{n1} \lambda_1 p_0(t), \quad n = \overline{1, \infty}; \quad (8)$$

$$r_n(t, 0) = \begin{cases} \alpha p_0(t), & \text{если } n = 0; \\ 0, & \text{если } n > 0. \end{cases} \quad (9)$$

Исходя из вероятностных соображений, неизвестные функции можно представить в виде следующих выражений:

$$p_n(t, u) = [1 - H(u)] \sum_{k=1}^n p_k(t-u, 0) \frac{(\lambda_1 u)^{n-k}}{(n-k)!} e^{-\lambda_1 u}, \quad n = \overline{1, m-1}; \quad (10)$$

$$p_n(t, u) = [1 - H(u)] \left\{ \sum_{k=1}^{m-1} p_k(t-u, 0) \left[\int_0^u \frac{\lambda_1 (\lambda_1 \tau)^{m-k-1}}{(m-k-1)!} e^{-\lambda_1 \tau} d\tau \cdot \frac{[\lambda_2(u-\tau)]^{n-m}}{(n-m)!} e^{-\lambda_2(u-\tau)} \right] + \sum_{k=m}^n p_k(t-u, 0) \frac{(\lambda_2 u)^{n-k}}{(n-k)!} e^{-\lambda_2 u} \right\}, \quad n \geq m; \quad (11)$$

$$r_n(t, u) = \alpha [1 - G(u)] p_0(t-u) \frac{(\lambda_1 u)^n}{n!} e^{-\lambda_1 u}, \quad n = \overline{0, m-1}; \quad (12)$$

$$r_n(t, u) = \alpha [1 - G(u)] p_0(t-u) \int_0^u \frac{\lambda_1 (\lambda_1 \tau)^{m-1}}{(m-1)!} e^{-\lambda_1 \tau} \frac{[\lambda_2(u-\tau)]^{n-m}}{(n-m)!} e^{-\lambda_2(u-\tau)} d\tau, \quad n = \overline{m, \infty}; \quad (13)$$

Введем производящие функции:

$$P(x, t, u) = \sum_{n=1}^{\infty} x^n p_n(t, u) = \sum_{n=1}^{m-1} x^n p_n(t, u) + P_m(x, t, u)$$

$$R(x, t, u) = \sum_{n=0}^{\infty} x^n r_n(t, u) = \sum_{n=1}^{m-1} x^n r_n(t, u) + R_m(x, t, u).$$

После перехода к производящим функциям и преобразованиям Лапласа получаем:

$$\left[x - \bar{h}(z_2) \right] \bar{P}_m(x, s, o) = \sum_{k=1}^{m-1} \left[x^m a_2^{(k)}(s, z_2) - x^{k+1} + \sum_{n=k}^{m-1} x^n a_1^{(n,k)}(s) \right] \bar{P}_k(s, o) + \left\{ a \sum_{n=1}^{m-1} x^n a_3^{(n)}(s) + x^m a_4^{(m)}(s, z_2) + \lambda_4 x - [s + \lambda_4 + a(1 - \bar{g}(s + \lambda_4))] \right\} x \bar{P}_0(s) + x. \quad (14)$$

Здесь использованы следующие обозначения:

$$a_1^{(n,k)}(s) = \frac{(-\lambda_4)^{n-k}}{(n-k)!} \bar{h}^{(n-k)}(s + \lambda_4);$$

$$a_2^{(k)}(s, z_2) = \lambda_4^{m-k} \left[\sum_{c=0}^{m-k-1} \frac{(-1)^{m-k-1}}{c! \lambda^{m-k-c}} \bar{h}^{(c)}(s + \lambda_4) - \frac{(-1)^{m-k-1}}{\lambda^{m-k}} \bar{h}(z_2) \right];$$

$$a_3^{(n)}(s) = \frac{(-\lambda_1)^n}{n!} \bar{g}^{(n)}(s + \lambda_4); \quad \lambda = -\lambda_1 + (1-x)\lambda_2;$$

$$a_4^{(m)}(s, z_2) = \alpha \lambda_1^m \left[\sum_{c=0}^{m-1} \frac{(-1)^{m-1-c} \bar{g}^{(c)}(s + \lambda_4)}{c! \lambda^{m-c}} - \frac{(-1)^{m-1}}{\lambda^m} \bar{g}(z_2) \right];$$

$$z_2 = s + (1-x)\lambda_2; \quad \bar{h}^{(n)}(s) = \frac{d^n \bar{h}(s)}{ds^n}; \quad \bar{g}^{(n)}(s) = \frac{d^n \bar{g}(s)}{ds^n}.$$

Как видим, производящая функция $P_m(x, s, o)$ выражается через $\bar{P}_k(s, o)$ и $\bar{P}_0(s)$, $k = 1, m-1$.

Из (7), после перехода к изображениям Лапласа и учитывая начальные условия $P_n(o) = \delta_{no}$, $n=0, 1, 2, \dots$, получаем выражение:

$$\bar{P}_0(s) = [1 + \bar{h}(s + \lambda_4) \bar{P}_1(s, o)] / [s + \lambda_4 + \alpha(1 - \bar{g}(s + \lambda_4))]. \quad (15)$$

Стало быть, требуется определить $m-1$ неизвестных функций $\bar{P}_k(s, o)$, $k = 1, m-1$.

Подставим в (8) выражения для $p_{n+j}(t, u)$ и $r_n(t, u)$ из (10-13) и перейдем к изображениям Лапласа. Получим систему уравнений:

$$\bar{P}_n(s, o) = \sum_{k=1}^{n+1} a_1^{(n,k)}(s) \bar{P}_k(s, o) + [a_3^{(n)}(s) \alpha + \delta_{n1} \lambda_4] \bar{P}_o(s). \quad (16)$$

$$n = 1, \quad m-2; \quad m \geq 3$$

Мы имеем $m-2$ линейных уравнений относительно искомым неизвестных. Для получения еще одного уравнения проведем следующие рассуждения. Доказывается теорема: уравнение $x - \bar{h}(z_2) = 0$ имеет единственное решение в круге $|x| \leq 1$ при $\text{Res} > 0$.

Действительно, для $x=1$, $Z_2 = Su | \bar{h}(s) | < 1$. Используя теорему Руше можно заключить, что количество нулей x (как функций от s) и $x - \bar{h}(z_2)$ в области $|x| \leq 1$ совпадает, т.е. оно равно 1. Следовательно, уравнение $x - \bar{h}(z_2)$ имеет в области $|x| \leq 1$ единственное решение. Обозначим его через x_0 .

С другой стороны, так как $\bar{p}_m(x, s, 0)$ является аналитической функцией от x при $|x| \leq 1$, то нуль выражения $x - \bar{h}(z_2)$ должен совпадать с нулем выражения, стоящего в правой части (14).

Если подставим X_0 в правую часть (14), получим одно уравнение относительно неизвестных $\bar{p}_k(s, 0) \quad k=1, m-1$.

Окончательно, после некоторых преобразований, будем иметь систему $m-1$ линейных уравнений с $m-1$ неизвестными.

В результате решения этой системы и подстановки найденных $\bar{p}_k(s, 0) \quad (k=1, m-1)$ в (14), получаем выражения для $\bar{p}_k(x, s, 0)$.

С помощью функций $\bar{p}_k(s, 0)$ и $\bar{p}_m(x, s, 0)$ легко выражаются все вероятностно-временные характеристики рассматриваемой системы.

Грузинский технический
 университет

(Поступило 12.09.1994)

ავტორმატური მართვა და გამომცემლობითი ტექნიკა

ი.მიქაძე, რ.კაკუბავა

რიგების ანალიზი სისტემებში ცვალებადი ინტენსივობის
 შემავალი ნაკადით და მომსახურების არასაიმედო ხელსაწყოთი

რ ე ზ ი უ მ ე

განხილულ სისტემაში განხორციელებულია დატვირთვისა და რესურსების მართვა შემავალი ნაკადის ინტენსივობის ცვლილების საფუძველზე. მომსახურების ორგანოს წარმოდგენს არასაიმედო აღდგენადი ხელსაწყო, რომლის ქმედითუნარიანობა კონტროლირდება როგორც აპარატურული, ასევე პროგრამული საშუალებებით. მიღებულია ალბათური მახასიათებლები გარდამავალ რეჟიმში, რომელთა მეშვეობით მარტივად გამოისახება რიგის სიგრძის მაწარმოებელი ფუნქცია, ლოდინის დროის განაწილების ფუნქცია და სხვ.

I.Mikadze, R.Kakubava

Queue Analysis in System with Varying Arrival and Unreliable Server

Summary

A queueing system where service medium is an unreliable server has been studied. Probabilistic characteristics of the queue length for transient state are obtained.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. *Г.Л.Арсенишвили*. Докт. дисс., Тбилиси, ГТУ, 1993.
2. *Б.В.Гнеденко, И.И.Коваленко*. Введение в теорию массового обслуживания. М., 1987.



ავტომატური მართვა და გამოთვლითი ტექნიკა

გ.ქარუმიძე, ე.კორძაია, თ.წითლიძე

ექსტრემუმის პარალელური ძიების მეთოდი

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა მ.სალუქვაძემ, 9.2.1994)

პარალელური ძიების მეთოდები [1-4] გავალისწინებულა მათემატიკური პროგრამირების უპირობო ამოცანების ამოსახსნელად. მათი გამოყენება იძლევა პარალელური გამოთვლების შესაძლებლობას მრავალპროცესორიანი ელექტრონული გამოთვლელი მანქანების საშუალებით.

მათემატიკური პროგრამირების უპირობო ამოცანაა $f(X) = f(X_1, X_2, \dots, X_n)$ ფუნქციის მინიმიზაცია E^n სივრცეში.

ზოგადად, პარალელური ძიების მეთოდები აღიწერება შემდეგნაირად:

E^n სივრცეს k -ურ ბიჯზე ვყოფთ $L \leq n$ ქვესივრცედ. ამ ქვესივრცეებში ვახდენთ საწყისი ფუნქციის მინიმიზაციას. მიღებული ინფორმაციის საფუძველზე ვადგენთ ახალ $x^{(k+1)}$ ვექტორს, ვამოწმებთ პროცესის დამთავრების კრიტერიუმს და თუ ის არ გამოყოფილდება, ვაგრძელებთ პროცესს.

ამ ნაშრომში წარმოდგენილია პარალელური ძიების მეთოდი, რომელიც შემდეგნაირად აღიწერება:

ვთქვათ, E^n სივრცის ბაზისია ორთოგონალური ვექტორები e_1, e_2, \dots, e_n

ამოცანის ამოსხნათა სიმრავლე აღვნიშნოთ Ω სიმბოლოთი. $f(X)$ ფუნქცია წარმოვადგინოთ შემდეგი სახით: $f(X) = f(x_1, x_2, \dots, x_n, \dots, x_l)$, სადაც

$$x_i = (x_{i_1}^{(i)}, x_{i_2}^{(i)}, \dots, x_{i_{s_i}}^{(i)}); \quad i=1, 2, \dots, l; \quad l < n; \quad s_i < n$$

$f(X)$ დამოკიდებულია x_1, x_2, \dots, x_l ცვლადებზე, $x_{s_i} \in E^{s_i}$, E^{s_i} ქვესივრცეებია, რომელთაგან თითოეულის განზომილებაა s_i , $i=1, \dots, l$;

$$E^n = \prod_{i=1}^l E^{s_i}; \quad E^{s_i} \cap E^{s_j} = \{0\} \quad i \neq j; \quad i, j=1, \dots, l.$$

ვთქვათ, მოცემული ვექტორების საწყისი მნიშვნელობებია

$$x_i = x_i^{(0)}; \quad x_i^{(0)} \in E^{s_i}; \quad i=1, 2, \dots, l$$

ზოგადობის დაურღვევლად მეთოდი შეგვიძლია აღვწეროთ $l=n$ მაგალითზე.

$\{x^{(k)}\}$ მიმდევრობა ავაგოთ შემდეგნაირად:

იტერაციის k -ურ ბიჯზე შევადგინოთ დამხმარე ფუნქციები:

$$f_1^{(k)}(x_1) = f(x_1, x_2^{(k)}, x_3^{(k)}, \dots, x_n^{(k)})$$

$$f_2^{(k)}(x_2) = f(x_1^{(k)}, x_2, x_3^{(k)}, \dots, x_n^{(k)})$$

.....

$$f_n^{(k)}(x_n) = f(x_1^{(k)}, x_2^{(k)}, \dots, x_{n-1}^{(k)}, x_n).$$



$f_i^{(k)}$ ფუნქციებში დაფიქსირებულია $f_i(x)$ ფუნქციის ყველა ვექტორული არგუმენტი, გარდა i -ურისა, $i=1, \dots, n$. შემდეგ ვახდენთ ფუნქციების მინიმიზაციას x_i -ით ერთმანეთისაგან დამოუკიდებლად და ეს მინიმუმის წერტილები ფიქსირდება $x_i^{(k)}, \dots, x_n^{(k)}$, სადაც $x_i^{(k)} = (x_1^{(k)}, \dots, x_n^{(k)})$.

მინიმუმის ფიქსირებული წერტილებიდან ამოირჩევა ის $x_m^{(k)}$ წერტილი, რომელშიც საწყისი ფუნქცია იღებს უმცირეს მნიშვნელობას. აღვნიშნოთ ეს წერტილი $x^{(k)} = x_m^{(k)}$.

შევაღვიწოთ ვექტორი:

$$x^{(k)} = \sum_{i=1}^{m-1} x_i^{(k)} + \sum_{i=m+1}^n x_i^{(k)} - (n-2)x^{(k)}$$

და მიმართულების ვექტორი:

$$e_*^{(k)} = \frac{x^{(k)} - x^{(k)'}}{|x^{(k)} - x^{(k)'}|}$$

$x^{(k)}$ წერტილიდან $e_*^{(k)}$ მიმართულებით ვეძებთ $f(x)$ ფუნქციის მინიმუმს. მინიმუმის წერტილი $x^{(k+1)}$ მივიღოთ მინიმიზაციის $(k+1)$ მიახლოებად. $x^{(k+2)}$ ვექტორის გამოსათვლელად ვახდენთ ისევ $f(x)$ ფუნქციის შეცვლას დამხმარე $f_i^{(k+1)}(x_i)$ ფუნქციებით და აღწერილი წესით ვეძებთ $x^{(k+2)}$ ვექტორს.

ეს პროცესი გრძელდება ვიდრე $f(x)$ ფუნქციისა და თითოეული დამოუკიდებელი x_i ცვლადის ფარდობითი ცვლილებები არ გახდება წინასწარ მოცემულ ϵ_i , $i=1, 2, \dots, n$ რიცხვებზე ნაკლები.

ქვემოთ მოტანილი პარალელური ძიების მეთოდის კრებადობის დამტკიცება.

თეორემა: თუ $f(x)$ ფუნქცია დიფერენცირებადია, სიმრავლე $Q(x^{(0)}) = \{x: f(x) < f(x^{(0)})\}$ შემოსაზღვრულია, მაშინ აღწერილი მეთოდის შესაბამისი ალგორითმი კრებადია, ანუ ალგორითმით მიღებული მიმდევრობის ნებისმიერი კრებადი ქვემიმდევრობის ზღვარი ეკუთვნის Ω სიმრავლეს.

$$\lim_{k \rightarrow \infty} \{x^{(k)}\} = x \in \Omega \text{ და } \lim_{k \rightarrow \infty} f(x^{(k)}) = f(x),$$

სადაც $\Omega = \{x: \text{grad}f(x) = 0\}$ და $x^{(0)}$ - ვექტორის საწყისი მნიშვნელობაა.

დამტკიცება: 1. ვაჩვენოთ, რომ $f(x^{(k+1)}) < f(x^{(k)})$ თუ $x^{(k)} \notin \Omega$.

აღვნიშნოთ $x_i^{(k)} = \arg \min_t f(x^{(k)} + te_i)$, $i=1, 2, \dots, n$ სადაც e_i საკოორდინატო

ვექტორებია, მაშინ $f(x_i^{(k)}) < f(x^{(k)})$ ერთი i -სათვის მაინც, წინააღმდეგ შემთხვევაში გვექნება, რომ $\text{grad}f(x^{(k)}) = 0$, რაც ეწინააღმდეგება პირობას, რომ $x^{(k)} \notin \Omega$.

აღვნიშნოთ $x_m^{(k)} = \arg \min_t f(x_i^{(k)})$.

ზემოთქმულიდან გამომდინარე,

$$f(x_m^{(k)}) < f(x_i^{(k)}) < f(x^{(k)})$$

ალგორითმის მიხედვით

$$x^{(k+1)} = \arg \min_{\lambda} f(x_m^{(k)}) + d\lambda,$$

სადაც d წინასწარ შერჩეული ვექტორია, ხოლო $0 \leq \lambda \leq 1$.
 მაშასადამე

$$f(x^{(k+1)}) \leq f(x^{(k)}) \leq f(x^{(k)})$$

2. ალგორითმით მიღებული $\{x^{(k)}\}$ მიმდევრობა შემოსაზღვრულია, რადგან

$$Q(x^{(k+1)}) = \{x: f(x) \leq f(x^{(k+1)})\}$$

და

$$Q(x^{(k+1)}) \subset Q(x^{(k)}) \subset \dots \subset Q(x^{(0)}).$$

ხოლო $Q(x^{(0)})$ პირობის თანახმად შემოსაზღვრულია.

3. $\{x^{(k)}\}$ მიმდევრობიდან გამოვყოთ კრებადი $\{x^{(k)}\}_H$ ქვემიმდევრობა, რომლის ზღვარი აღენიშნოთ x' , მაშინ $\lim_{k \rightarrow \infty} f(x^{(k)}) = f(x')$.

დავამტკიცოთ, რომ $x' \in \Omega$. დავუშვათ საწინააღდეგო $x' \notin \Omega$.

$\{x^{(k)}\}_H$ მიმდევრობიდან გამოვყოთ $\{x^{(k+1)}\}_H$ კრებადი ქვემიმდევრობა, რომლის ზღვარია x'' , მაშინ $\lim_{k \rightarrow \infty} f(x^{(k+1)}) = f(x'')$. აქედან გამომდინარე, $f(x') = f(x'')$, რაც

წინააღმდეგება ალგორითმს, რომლის მიხედვითაც

$$f(x^{(k+1)}) < f(x^{(k)}) \text{ ე.ი. } f(x'') < f(x').$$

თეორემა დამტკიცებულია.

ექსპერიმენტული შემოწმების მიზნით აღწერილი მეთოდით ამოხსნილ იქნა სხვადასხვა ტიპის (კვადრატული, კვადრატული აშკარად გამოხატული ხევით, არაკვადრატული ფუნქციების მქონე) ამოცანები.

ყოველ ამოცანაში მოცემული იყო საწყისი მნიშვნელობა $x^{(0)}$, $f(x^{(0)})$ და ამოხსნის სიზუსტე $\varepsilon_0, \varepsilon_i, i=1, 2, \dots, n$

მეთოდის ეფექტურობა შეფასებულ იქნა ცნობილ საკოორდინატო მეთოდთან შედარებით.

ამოხსნის შედეგების ანალიზმა გვიჩვენა, რომ აღწერილი მეთოდით მიღებული შედეგი არ არის დამოკიდებული პარამეტრებისა და საწყისი მნიშვნელობების ცვლილებებზე ოპტიმალური ამოხსნის თვალსაზრისით. მათზე დამოკიდებული აღმოჩნდა მხოლოდ ამოხსნის სიზუსტე და საჭირო იტერაციის რაოდენობა.

საქართველოს მეცნიერებათა აკადემია
 კიბერნეტიკის ინსტიტუტი

(შემოვიდა 29.3.1994)

АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ
 И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

Г.В.Карумидзе, Э.В.Кордзая, Т.Е.Цитлидзе

Метод параллельного поиска экстремума

Резюме

Предлагается метод параллельного поиска для решения задачи нелинейного программирования путем минимизации независимых функций меньшей размерности. Этими методами можно решать задачи нелинейного программирования на ЭВМ как последовательного, так и параллельного действия.



G.Karumidze, E.Kordzaia, T.Tsitlidze

Parallel Search Method

Summary

Parallel search method for multidimensional problem solving is suggested by minimization of less-dimensional functions independent of each other. This method may be applied to solve the problems of nonlinear programming on computer not only of serial but of parallel action as well.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. *Д.Химмельблау*. Прикладное нелинейное программирование. М., 1975.
2. *Г.В.Карумидзе, Э.В.Кордзая*. В сб.: Техническая кибернетика, Тбилиси, 1986.
3. *Г.В.Карумидзе, Т.Е.Цитлидзе, Э.В.Кордзая, З.А.Арабули*. Алгоритмы и программы. Информационный бюллетень, 3, 1987.
4. *Г.В.Карумидзе, Т.Е.Цитлидзе, Э.В.Кордзая, З.А.Арабули*. Алгоритмы и программы. Информационный бюллетень, 3, 1987.
5. *გ.ქარუმიძე, ე.კორძაია, თ.წითლიძე*. საქ. სსრ მეცნიერებათა აკადემიის შოაშბე, 140, 1, 1990.
6. *Г.В.Карумидзе, Т.Е.Цитлидзе, Э.В.Кордзая*. Алгоритмы и программы. Информационный бюллетень, 1, 1987.

УДК 681.3+62.50

АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ
И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

С.Л.Гольдштейн, Т.Я.Ткаченко

Моделирование гибких автоматизированных производств электротехнологии

(Представлено академиком В.К.Чигинадзе 8.02.1993)

Создание ГАП на основе электротехнологических объектов (ЭТО) – актуальная задача, решение которой обеспечивает в конечном счете рентабельность и конкурентоспособность процессов и продуктов. Методология проектирования ГАП таких нетрадиционных объектов, как ЭТО, разработана недостаточно. Исходя из наличия концептуально-системных моделей нетрадиционных ГАП (КСМ и ГАП) [1] в данной работе поставлена цель: дать подход к настройке КСМ и ГАП на тип и класс электротехнологических объектов (ЭТО и ЭТО соответственно), полагая, что

$$G = \{G_i, i=1,4\},$$

где G_1 – подход к синтезу кортежных моделей ГАП электротехнологии для основных этапов проектирования (концептуально-системного и структурного), G_2 – подход к выбору вида моделей поведения ГАП ЭТО, G_3 – подход к выбору вида моделей управления ГАП ЭТО, G_4 – подход к синтезу алгоритма моделирования ГАП электротехнологии.

Исходя из общепринятого формализма моделирования технических систем в виде мультиграфа, где вершины соответствуют системам и подсистемам, а дуги – связям и отношениям, и учитывая концептуальную модель и ГАП [1], записываем:

$$\text{и ГАП} = \langle \text{НО}, \text{КГ}, \{\text{САС}\}, \text{ТЗ}, \text{П}^3, \text{R1} \rangle, \quad (1)$$

где НО – нетрадиционный объект, КГ – концепция гибкости, {САС} – подмножество автоматизированных систем специального назначения, ТЗ – техническое задание, П^3 – производство материального, информационно-логического и творческого продуктов, R1 – отношение связи.

При этом нетрадиционный объект есть смысл представить следующей n-кой:

$$\text{НО} = \langle \text{ЯНО}, \{\text{ОНО}\}, \text{R2} \rangle, \quad (2)$$

где ЯНО – ядро, {ОНО} – подмножество оболочек, окружающих ядро, R2 – отношение связи.

В свою очередь, ядро нетрадиционного объекта зададим в виде

$$\text{ЯНО} = \langle \text{СЛ}, \text{СТР}, \text{ВХ}, \text{ВЫХ} \rangle, \quad (2a)$$

где СЛ – сложность объекта, СТР – структура объекта, ВХ – входы, ВЫХ – выходы, а первую оболочку – как

$$\text{ОНО}_1 = \langle P, B \rangle, \quad (2б)$$

где P – описание ресурсов, B – описание функционирования объекта, причем

$$B = \langle \text{КМП}, \text{КМУ} \rangle, \quad (2в)$$

где КМП – класс моделей поведения (с сосредоточенными или с распределенными элементами), КМУ – класс моделей управления.

Во второй (и последующих) оболочках могут быть представлены менее формализованные знания о поведении объекта, вплоть до неформализованных, нечетких и т.п.

Возвращаясь к модели (1), для концепции гибкости оставляем главное:

$$\text{КГ} = \langle \text{ВГ}, \text{ПРО} \rangle, \quad (3)$$

где ВГ – виды гибкости, ПРО – правило ранжирования и отбора необходимых и достаточных видов. Что касается третьей составляющей модели (1), а именно автоматизированных систем специального назначения, то представим их четверкой:

$$\text{САС} = \langle \text{БЗС}, \text{НДС}, \text{ВО}, \text{RЗ} \rangle, \quad (4)$$

где БЗС – базис (полный набор подсистем, необходимых для реализации основных функций специального назначения), НДС – надстройка (дополнительный набор подсистем, достаточный для реализации вспомогательных функций), ВО – основные виды обеспечения автоматизированных систем [2] в аспекте ГАП: общие, обще-специальные, специальные, RЗ – отношение связи.

Опуская детализацию четвертого и пятого кортежей модели (1), перейдем к R1.

Отношение связи R1 кортежей модели (1) дает рис. 1. Тогда

$$\begin{aligned} x^{(1)} &= S_{31} \cdot y^{(3)} & x^{(3)} &= S_{23} \cdot y^{(2)} \\ x^{(1)} &= S_{21} \cdot y^{(2)} & x^{(3)} &= S_{13} \cdot y^{(1)} \\ x^{(2)} &= S_{12} \cdot y^{(1)} & x^{(3)} &= S_{43} \cdot y^{(4)} \\ x^{(2)} &= S_{32} \cdot y^{(3)} & x^{(3)} &= S_{53} \cdot y^{(5)} \\ x^{(2)} &= S_{52} \cdot y^{(5)} & x^{(4)} &= S_{24} \cdot y^{(2)} \\ x^{(2)} &= S_{42} \cdot y^{(4)} & x^{(5)} &= S_{25} \cdot y^{(2)} \\ & & x^{(5)} &= S_{35} \cdot y^{(3)} \end{aligned} \quad (5)$$

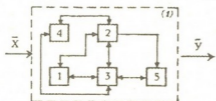


Рис.1. Связь кортежей модели (1) нетрадиционных ГАП (нумерация блоков на рисунках здесь и далее соответствует их порядковому номеру в модели)

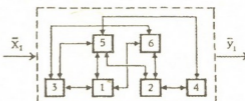


Рис.2. Связь кортежей модели (2) нетрадиционного объекта ГАП

Следовательно, искомое отношение связи R1 может быть представлено следующей структурной матрицей:

$$R1 = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \end{pmatrix} \quad (6)$$

Отношение связи R2 кортежей модели (2) в соответствии с рис.2 может быть представлено структурной матрицей вида

$$R2 = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \quad (7)$$

Отношение связи R3 кортежей модели (4) дает рис. 3, т.е.

$$R3 = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \end{pmatrix} \quad (8)$$

Естественно, справедливы операторные уравнения

$$\bar{y} = T \cdot \bar{x} \quad (9)$$

для модели (1), а также

$$\bar{y}_k = T_k \cdot \bar{x}_k \quad (10)$$

для k-го кортежа, где \bar{x} , \bar{y} , \bar{x}_k , \bar{y}_k – векторы внешних (поверхностных) входов, выходов.

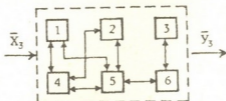


Рис.3. Связь кортежей модели (4) автоматизированных систем специального назначения

Тогда первая локальная цель, декомпозируемая по цепочке:

$$G_1: \{n \text{ ГАП}_i\} \xrightarrow{p} \{(\text{ГАП ЭТО})_i\} \xrightarrow{p'} \{(\text{ГАП ЭТО})_i\}, \quad (11)$$

где i – элементы класса, j – этапы проектирования, может быть достигнута, в соответствии с моделью (1), решением совокупности задач:

$$\{ \text{НО}_i \} \xrightarrow{p_1} \{ \text{ЭТО}_i \} \xrightarrow{p'_1} \{ (\text{ЭТО})_i \} \xrightarrow{p''_1} \dots \quad (11a)$$

$$\{ \text{КГ}_i \} \xrightarrow{p_2} \{ (\text{КГ ГАП ЭТО})_i \} \xrightarrow{p'_2} \{ (\text{КГ ГАП ЭТО})_i \} \xrightarrow{p''_2} \dots \quad (11б)$$

$$\{ \text{САС}_i \} \xrightarrow{p_3} \{ (\text{САС ГАП ЭТО})_i \} \xrightarrow{p'_3} \{ (\text{САС ГАП ЭТО})_i \} \xrightarrow{p''_3} \dots \quad (11в)$$

$$\{ \text{П}^3_i \} \xrightarrow{p_4} \{ (\text{П}^3 \text{ ГАП ЭТО})_i \} \xrightarrow{p'_4} \{ (\text{П}^3 \text{ ГАП ЭТО})_i \} \xrightarrow{p''_4} \dots \quad (11г)$$

$$\{ \text{R}_i \} \xrightarrow{p_5} \{ (\text{R ГАП ЭТО})_i \} \xrightarrow{p'_5} \{ (\text{R ГАП ЭТО})_i \} \xrightarrow{p''_5} \dots \quad (11a)$$

где p, p', p'' – процедуры настройки.

Вторая и третья локальные цели связаны с задачами

$$G_2: \{ \text{КМП}_i \} \xrightarrow{S} \{ (\text{КМП ЭТО})_{m,i} \} \xrightarrow{S'} \{ (\text{КМП ЭТО})_{m,i} \} \xrightarrow{S''} \dots \quad (12)$$

$$G_3: \{ \text{КМУ}_p \} \xrightarrow{D} \{ (\text{КМУ ЭТО})_{r,p} \} \xrightarrow{D'} \{ (\text{КМУ ЭТО})_{r,p}^q \} \xrightarrow{D''} \dots \quad (13)$$

$$G'_2: \{ \text{КМП}_i \} \xrightarrow{SS} \{ (\text{КМП ГАП ЭТО})_{m,i} \} \xrightarrow{SS'} \{ (\text{КМП ГАП ЭТО})_{m,i} \} \xrightarrow{SS''} \dots \quad (14)$$

$$G'_3: \{ \text{КМУ}_p \} \xrightarrow{DD} \{ (\text{КМУ ГАП ЭТО})_{r,p} \} \xrightarrow{DD'} \{ (\text{КМУ ГАП ЭТО})_{r,p}^q \} \xrightarrow{DD''} \dots, \quad (15)$$

где S^Z, D^Z, SS^Z, DD^Z – процедуры отображения.

Для четвертой локальной цели выделим следующую тройку задач:

$$G_4 = \langle \text{РЭСМ}, \text{ОЭСМ}, \text{СДЭ} \rangle, \quad (16)$$

где РЭСМ – ранжирование элементов старшего множества в таксономических цепочках (11)–(15), ОЭСМ – отбор элементов старшего множества, СДЭ – специфицирование и добавление элементов.

Синтез кортежных моделей проведен сразу для одного класса ЭТО, а именно для высокотемпературных электрохимических объектов (ВЭХО), т.е. по аналогии с (1):

$$\text{ГАП ВЭХО} = \langle \text{ВЭХО}, \text{КГ ГАП ВЭХО}, \text{САС ГАП ВЭХО}, \text{ТЗ ГАП ВЭХО}, \text{П}^3 \text{ ГАП ВЭХО}, \text{R1 ГАП ВЭХО} \rangle. \quad (17)$$

Тогда в соответствии с (2), (2a) и (2б)

$$\text{ВЭХО} = \langle \text{P}', \text{СТР}', \text{СЛ}', \text{ВХ}', \text{ВЫХ}', \text{В}', \text{R2}' \rangle. \quad (18)$$

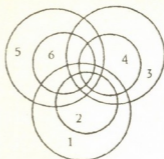
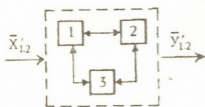


Рис.6. Схема связи структуры ВЭХО (модель (21)): 1 – конструктивно оформленная граница проводников первого и второго родов, 2 – источник электромагнитной энергии, 3 – контрольно-измерительная и управляющая система

Рис.7. Пример взаимодействия основных видов сложности ВЭХО: 1 – структурная, 2 – физико-химическая, 3 – алгоритмическая, 4 – системно-динамическая, 5 – кибернетическая, 6 – выбор

Структуру входов и выходов ВЭХО можно дать в виде

$$ВХ' = \langle ВХС, ВХВ \rangle, \tag{22}$$

где ВХС – системные (внешние, поверхностные) входы, на рисунках имеют обозначение \bar{x}_n , ВХВ – внутренние входы;

$$ВЫХ' = \langle ВЫХС, ВЫХВ \rangle, \tag{23}$$

где ВЫХС – системные (внешние) выходы, на рисунках имеют обозначение \bar{y}_n , ВЫХВ – внутренние выходы.

Для второй составляющей кортежной модели (17) запишем:

$$КГ \text{ ГАП ВЭХО} = \langle \text{СПЭ, ССС, ОПНП, УПСО, ИРОО, ПВНО, ДИПР, СМП} \rangle, \tag{24}$$

где СПЭ – степень перестраиваемости электролизеров на производство всех типов продуктов, ССС – способность производить все типы продуктов разными способами электролиза из разного сырья, ОПНП – оперативность электролизного производства нового продукта, УПСО – устойчивость электролизного производства к сбоям (отказам) оборудования, ИРОО – инвариантность рентабельности относительно объема электролизного производства, ПВНО – простота ввода нового оборудования в базис и настройку, ДИПР – допустимость изменения порядка работ, СМП – степень многообразия продуктов электролизного производства.

Четвертая составляющая это

$$ТЗ \text{ ГАП ВЭХО} = \langle \text{ИНУИ, ККМП, КОТ, ЭП} \rangle, \tag{25}$$

где ИНУИ – информационное наполнение уровней иерархии ВЭХО, ККМП – количество и качество материального продукта, электротехнологии, КОТ – качество организации электротехнологии, ЭП – экономические показатели электротехнологии.

Пятую составляющую целесообразно представить тройкой:

$$\Gamma^3 \text{ ГАП ВЭХО} = \langle \{\text{ПРД}\}, \{\text{ПТР}\}, \{\text{ОТХ}\} \rangle,$$

где $\{\text{ПРД}\}$ – множество видов материальных, информационно-логических и творческих продуктов, $\{\text{ПТР}\}$ – множество потерь продуктов, $\{\text{ОТХ}\}$ – множество отходов электротехнологии.

Исходя из (12) и (14) очевидно, что синтез искомым моделей поведения следует вести по цепочке вида



где $\alpha_{\text{п}}$, $\alpha'_{\text{п}}$, $\beta_{\text{п}}$, $\gamma_{\text{п}}$, $\gamma'_{\text{п}}$ – процедуры синтеза моделей поведения, которая представляет собой часть известной методологической схемы

$$\text{ОВЭ} \longrightarrow \text{МСХ} \longrightarrow \text{КЛМ} \longrightarrow \text{ПРМ} [2], \quad (28)$$

где ОВЭ – основной вычислительный эксперимент [3], МСХ – математическая схема [4], КЛМ – класс моделей, ПРМ – процедура моделирования.

Так, в зависимости от решаемых задач можно указать несколько примеров моделей ЭТО, в частности, для №1 – [5], для №6 – [6], для №7 – [7]. Для систем с распределенными элементами также есть примеры моделей ВЭХО [8,9]. Модели же поведения для ГАП ВЭХО нам не известны.

Уральский политехнический институт
им. С.М.Кирова

(Поступило 9.02.1993)

ავტომატური მართვა და
გამოთვლითი ტექნიკა

ს.გოლდშტეინი, ტ.ტკაჩენკო

ელექტროენერჯის მოქნილი ავტომატიზებული წარმოების
მოდელირება

რ ე ზ ი უ მ ე

წარმოდგენილია არატრადიციული მოქნილი ავტომატიზებული სისტემების კონცეპტუალური სისტემური მოდელის გამართვა ობიექტების კლასისა და ტიპის მიმართ.

S.Goldstein, T.Tkachenko

The Modelling of Flexible Automation Productions of Electrotechnology

Summary

The problems of the modelling of Flexible Automation Productions (FAP) of electrotechnology have been examined. A conceptual - system models of untraditional FAP have to be built for various types and classes of objects. The way of the modelling is proposed and the example of its instilling in electrotechnology is given.

შიგნებობა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. *С.Л.Гольдштейн, Т.Я.Ткаченко*Деп. ВИНТИ, N 414, 1992.
2. *С.Л.Гольдштейн*. Введение в информатику. Учебное пособие для системотехников. Свердловск, 1990, 102с.
3. *С.Л.Гольдштейн*и др. Применение ЭВМ в научных исследованиях и управлении. М., 1986, 54-62.
4. *Б.Я.Советов, С.Я.Яковлев*Моделирование систем. М., 1985, 271.
5. *Г.А.Речниц* Электроанализ при контролируемом потенциале. Л., 1967, 101.
6. *Е.Б.Солоши*. Вычислительная техника в физико-технических исследованиях. Свердловск, 1989, 49-54.
7. *И.А.Бердников, С.Л.Гольдштейн*. Изв. ВУЗ. Цветная металлургия, 3, 1981, 85-89.
8. *С.Л.Гольдштейн, В.О.Селезнев*Электрохимия, 5, 1975, 694-699.
9. *Н.Ф.Балахонов, С.Л.Гольдштейн и др*Сплавы, 1, 1988, 84-89.

А.К.Кухалишвили, Н.В.Сдобникова

Почвенные водоросли заповедника Сатаплиа

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г.Ш. Нахуришвили 16.01.95)

Заповедник Сатаплиа расположен в Цхалтубском районе и занимает площадь 354 га. Его альгофлора изучалась в 1985–1987 гг. Сведения о водорослях, обнаруженных в водных экотонах данной территории, опубликованы [1]. В настоящей статье излагаются результаты исследования почвенной альгофлоры¹.

Большую часть территории заповедника – 99,2% занимает молодой, еще не сформированный, лес, в основном, колхидского типа.

Заповедник Сатаплиа входит в зону переменно-карбонатных и бурых почв Цхалтубо – Окрибского района Западной Грузии. Здесь распространены темно-бурые лесные почвы, которые развиваются на известняках и мергелях, часто слоями выходящих на поверхность почвы, но, несмотря на это, типично карбонатные почвы здесь не встречаются [2].

Нами обследованы почвы различных лесных формаций изучаемого района: самшитовый лес (находящийся в центре заповедника) с подлеском из павоя и боярышника; грабовый лес с тем же подлеском (в северо-западной части заповедника); смешанно-широколиственный лес (в восточной части заповедника), в составе грузинского дуба, восточного бука, клена и др., с подлеском лещины, павоя, боярышника; каштановый лес (в северной части заповедника), с подлеском из павоя, грабшника, боярышника. Во всех четырех обследованных лесных формациях травянистый покров состоит из овсяницы, папоротника и др. Нами исследована также самая крупная пещера №1. Здесь пробы были взяты в главном зале и на глинистых стенах коридора, соединяющего главный зал с другими залами, а также в ответвлениях пещеры, куда нет доступа туристам.

Образцы были взяты с поверхности почвы (0 - 3 см) под кроной деревьев. Материал обработан по методике с постановкой жидких накопительных культур на питательной среде Данилова [3].

Обнаружено 78 видовых и внутривидовых таксонов водорослей, принадлежащих к 4 отделам: зеленых – 31, синезеленых – 27, желтозеленых – 11, диатомовых – 9. Все они распределяются по 15 порядкам, 31 семейству, 53 родам.

¹ Данная работа была опубликована в журнале "Альгология" за 1992 г. (том 2, № 2, 77-81). После правки рецензентами текст статьи не был согласован со мной (А.К.) и содержит грубейшие ошибки. Наши требования о публикации поправок не были удовлетворены редакцией журнала "Альгология" и поэтому мы вынуждены повторно опубликовать первоначальный вариант работы.

Отдел зеленых водорослей (Chlorophyta) объединяет 6 порядков: Chlorococcales, в который входит 5 семейств: Palmellaceae — 10 видов, Chlorococcaceae — 4, Chlorellaceae, Radiococcaceae, Coelastraceae, с одним видом каждый; Ulotrichales, который представлен семействами — Trentepohliaceae — 3 и Ulotrichaceae — 2 вида; к Chlamydomonadales принадлежит 5 видов сем. Chlamydomonadaceae и Microsporales, Tetrasporales, Oedogoniales включают в себя семейства: Microsporaceae — 2 вида, Asterococcaceae — 1 и Oedogoniaceae — 1 вид.

В состав отдела синезеленых (Cyanophyta) входят водоросли, относящиеся к 3 порядкам: Nostocales, в котором к сем. Nostocaceae относятся 4 представителя, Anabaenaceae — 3, Scytonemataceae и Rivulariaceae по 2 вида; Oscillatoriales представлен в основном сем. Oscillatoriaceae — 6 видов; у сем. Schizotrichaceae — 3 и Plectonemataceae — 1 вид. Chroococcales представлен 3 семействами: Microcystidaceae — 3, Gloeocapsaceae — 2, Coccobacteraceae — 1 вид.

К отделу желтозеленых (Xanthophyta) относятся 3 порядка: Heterococcales включает 3 семейства: Pleurochloridaceae — 6 видов, Gloeobotridaceae — 1, Botryochloridaceae — 1; Tribonematales представлен 2 семействами: Heterotrichaceae — 1 вид, Tribonemataceae — 1; Heterocloniales представлен семейством Heterocloniaceae, включающим один вид.

Отдел диатомовых (Bacillariophyta) характеризуется наименьшим числом (9) видовых и внутривидовых таксонов. Они распределены по 3 порядкам: Diaphales, к которому относятся 4 представителя сем. Naviculaceae; Aulonographales — 3 из сем. Nitzschiaceae; Monoraphales, представленный сем. Achnantheaceae — 1 и Eunotiaceae — 1 вид.

Диатомовые встречаются почти во всех исследованных почвах, но в очень незначительном количестве.

Наиболее разнообразно в систематическом отношении представлен отдел зеленых водорослей. Одноклеточные зеленые встречаются в почвах исследованных экотопов, чаще остальных, и достигают в культурах заметного обилия. В основном это *Chlamydomonas oblongella*, *Spongiococcum tetrasporum*, *Neochloris alveolaris*, *Spongiochloris minor*, *Bracteacoccus minor*, *Choricystis minor*. Нитчатые зеленые встречаются так же достаточно часто, однако сколько-нибудь значительного обилия не достигают, за исключением *Trentepohlia piceana*. Синезеленые почти так же разнообразны, как зеленые, часто встречаются в почвах, но в культурах обычно присутствуют в крайне незначительном количестве. Наиболее широко распространены *Nostoc paludosum*, *Oscillatoria terebriformis*, *Plectonema boryanum*. Из одноклеточных желтозеленых чаще и обильнее других встречаются *Botrydiopsis eriensis*, *Pleurochloris magna*, *Monallantus brevicylindrus*, а из колониальных форм — *Heterococcus chodatii*.

Альгосинузии обследованных лесных почв довольно заметно различаются между собой по составу флоры.

В восточной части заповедника, в смешанно-широколиственном лесу обнаружено 58 видов и форм почвенных водорослей, из них зеленых — 21, синезеленых — 18, желтозеленых — 10, диатомовых — 9. На участках под кронами дуба и бука найдено одинаковое число видов — 35, под кроной клена — 27 видов. Под кронами дуба и бука обнаружено



синезеленых соответственно — 12 и 11, зеленых — 10, желтозеленых — 8 и 7, диатомовых — 5 и 6 видов. Под кленом обнаружено — 12 видов, диатомовых — 8, синезеленых — 4, и желтозеленых — 3 вида. Из синезеленых водорослей под кроной бука преобладают осцилляториевые, под дубом и кленом — ностоковые. Хроококковые нигде в заметных количествах не развивались. Во всех трех экотопах обильны хламидомонадовые, род *Chlamydomonas*. Хлорококковые лучше представлены в почве под кронами бука и клена, а под дубом их мало — здесь преобладают улотриковские. Под буком и дубом хорошо развиваются желтозеленые, а под кленом их заметно меньше, — здесь встречаются только одноклеточные формы этого отдела, колониальные и нитчатые отсутствуют.

В каштановом лесу под кроной каштана альгосинузия достаточно богата и разнообразна. Найдено 39 видов, из них зеленых — 15, синезеленых — 13, диатомовых — 6, желтозеленых — 5. Ностоковые и осцилляториевые представлены здесь почти одинаково. Много хлорококковых и улотриковских, дающих вместе с хламидомонадами обильное развитие в культурах (*Bracteacoccus grandis*, *B. minor*, *Chlamydomonas oblongella*). Желтозеленые также играют весьма заметную роль в составе альгофлоры этого экотопа.

В грабовом лесу под кроной граба обнаружено 38 видов почвенных водорослей. Состав их также довольно разнообразен. Зеленых найдено — 14, синезеленых — 13, диатомовых — 6, желтозеленых — 5. Ностоковые здесь несколько богаче по видовому составу, чем осцилляториевые, и лучше развивались в культурах. Заметно и участие хроококковых. Среди зеленых приблизительно одинаковую роль играют одноклеточные и нитчатые формы. В культурах обильно развивались *Spongiosocum tetrasporum*, *Bracteacoccus minor*, *Trentepohlia* sp. Желтозеленые представлены как одноклеточными, так и колониальными и нитчатыми формами.

В центральной части заповедника, в самшитовом лесу под кроной самшита обнаружено 32 вида и формы почвенных водорослей, среди которых зеленых — 12, синезеленых — 9, диатомовых — 8, желтозеленых — 3 вида. Из синезеленых преобладают осцилляториевые. Ностоковые и хроококковые развиты очень слабо. Из зеленых обильны хламидомонадовые, хорошо представлены и хлорококковые. Намного беднее состав желтозеленых водорослей — в основном встречаются одноклеточные формы данного отдела.

Из двух проб, взятых в пещере №1, только в одной (на большом сердцеобразном сталагмите в главном зале и на глинистых стенах пещеры, между главным и вторым залом) в массе развивался единственный вид — *Schizothrix calcicola*. В пробе, взятой в ответвлении пещеры, водоросли не развивались.

Среди 78 видов, разновидностей и форм почвенных водорослей, обнаруженных на территории заповедника Сатаплиа, 21 вид впервые указывается для альгофлоры Грузии. Они в списке отмечены звездочкой.

Ниже даем перечень обследованных почвенных экотопов и приводим список обнаруженных водорослей. В списке порядка



расположены главным образом, по системе, принятой в определителях пресноводных водорослей СССР [4-9], а также в определителях Фотта [10] и Комарека [11]; а роды и виды внутри родов расположены в алфавитном порядке. Цифры после названий водорослей обозначают экотопы.

Перечень обследованных почвенных экотопов:

1. Почва в самшитовом лесу. 2. Смешанно-широколиственный лес; почва под буком. 3. Там же, почва под дубом. 4. Там же, почва под кленом. 5. Почва в каштановом лесу. 6. Почва в грабовом лесу. 7. Пещера №1 (на глинистых стенах пещеры).

ОТДЕЛ CYANOPHYTA

Порядок Chroococcales

- Gloeocapsa alpina* Näg. emend. Brand (2,3,5)
G. minor (Kütz.) Hollerb. ampl. (6)
Microcystis hansgirgiana (Hansg.) Elenk. (2,5)
M. pulverea (Wood) Forti emend. Elenk. f. *pulverea* (1,6)
M. pulverea f. *incerta* (Lemm.) Elenk. (6)
Synechococcus elongatus Näg. (2,3)

Порядок Nostocales

- Anabaena variabilis* Kütz. (3,6)
Calothrix brevissima G.S.West (3,6)
C. elenkinii Kossinsk. (3,4)
Cylinrospermum licheniforme (Bory) Kütz. (3,5,6)
C. minutissimum Collins (2,3,5)
Nostoc linckia (Roth) Born. et Flah. (5,6)
N. paludosum Kütz. (1,2,3,4,5,6)
N. punctiforme (Kütz.) Hariot f. *punctiforme* (3,5)
N. punctiforme f. *populorum* (Geitl.) Hollerb. (6)
Scytonema hofmanni Ag. (6)
Tolypothrix tenuis Kütz. (3,4,6)

Порядок Oscillatoriales

- Microcoleus vaginatus* (Vauch.) Gom. (1,5)
Oscillatoria subtilissima Kütz. (1)
O. terebriformis (Ag.) Elenk. (1,2,3,5)
Phormidium autumnale (Ag.) Gom. (1,2)
Ph. foveolarum (Mont.) Gom. (2,5)
Ph. tenue (Menegh.) Gom. (2,5,6)
Plectonema boryanum Gom. (1,3,5,6)
Schizothrix calcicola (Ag.) Gom. (7)
Sch. lardacea (Ces.) Gom. (1,2,4)
Symploca muscorum (Ag.) Gom. (1,2,5)

ОТДЕЛ BACILLARIOPHYTA

Порядок Monoraphales

- Achnanthes lanceolata* (Bréb.) Grun. (4,6)
Eunotia arcus Ehr. (1,2,4,5)

Порядок Diraphales

- Navicula cryptocephala* Kütz. (1,2,4)
N. mutica Kütz. var. *nivalis* (Ehr.) Hust. (1,2,4,5)
Pinnularia borealis Ehr. (1,2,3,4,5,6)

P. intermedia Lagerst. (1,2,3,4,5,6)

Порядок Aulonoraphales

Hantzschia amphioxys (Ehr.) Grun. f. *amphioxys* (1,2,3,4,5,6)

H. amphioxys f. *capitata* O.Müll. (1,3,4,6)

Nitzschia palea (Kütz.) W.Sm! (1,3,5,6)

ОТДЕЛ XANTHOPHYTA

Порядок Heterococcales

Botrydiopsis eriensis Snow (1,2,3,4,5,6)

Chlorellidium tetrabotrys Visch. et Pasch*. (3)

Ellipsoidion anulatum Pasch*. (2,3,4)

E. regulare Pasch. (2,4,6)

Gloeobotrys chlorinus Pasch*. (5)

Monallantus brevicylindrus Pasch. (1,2,3,5)

Pleurochloris magna Boye-Pet. (1,2,3,5)

Polyedriella aculeatum Pasch. (3)

Порядок Tribonematales

Heterothrix exilis (Klebs) Pasch*. (2,6)

Tribonema minus Hazen (3,6)

Порядок Heterocloniales

Heterococcus chodatii Visch. (2,3,5,6)

ОТДЕЛ CHLOROPHYTA

Порядок Chlamydomonadales

Chlamydomonas atactogama Korsch. (1,2)

Ch. elliptica Korsch. (4)

Ch. gloeogama Korsch. (1,2,3,4,5,6)

Ch. oblongella Lund (1,2,3,4,5,6)

Ch. regularis Korsch*. (1)

Порядок Tetrasporales

Asterococcus sp.* (3)

Порядок Chlorococcales

Actinochloris sphaerica Korsch. (2,6)

Bracteaococcus grandis Bisch. et Bold* (5)

B. minor (Chodat) Petrová (1,2,3,4,5,6)

B. minutus Schwarz* (1,2,6)

Chlorella minutissima Fott et Nováková (4)

Chlorococcum sp. (1,4,5,6)

Chlorosarcinopsis minor (Gern.) Herndon* (1,5)

Chlorosphaeropsis sp.* (5)

Choricystis minor (Skuja) Fott* (1,2,3,4,5,6)

Coelastrum sp. (4)

Dictyococcus varians Gern* (5)

Neochloris alveolaris Bold* (2,3,6)

Palmella miniata Ag.* (4)

Spongiochloris incrassata Chant. et Bold* (1)

S. minor Chant. et Bold* (4,5)

Spongiococcum tetrasporum Deason* (6)

Tetracystis elliptica Nakano* (2)

Порядок Ulotrichales

- Chlorhormidium dissectum* (Gay) Fareoqui* (3,4,5)
Gloeotilia protogenita Kütz.* (4,5,6)
Physcopeltis epiphyton Mill. (1,2,3,5)
Trentepohlia piceana Meyer* (1,2,3,5)
 T.sp. (3,6)

Порядок Oedogoniales

- Oedogonium* sp. ster. (6)

Порядок Microsporales

- Microspora quadrata* Hazen (6)
M. tumidula Hazen (5, 6)

Институт ботаники им. П.Н. Кецивели
 Академии наук Грузии

(Поступило 16.01.1995)

გოტანიკა

ლ.კუხალეიშვილი, ნ. სდობნიკოვა

სათაფლიის ნაკრძალის ნიადაგის წყალმცენარეები
 რ ე ზ ი უ მ ე

1985-1987წ.წ. ვსწავლობდით სათაფლიის სახელმწიფო ნაკრძალის ტყის სხვადასხვა ფორმაციათა ნიადაგის ალგოფლორას. კერძოდ გამოვიკვლიეთ: ბზიანი, რცხილნარი, წაბლნარისა და შერეული ფართოფოთლოვანი ტყის ნიადაგების ალგოფლორა. აგრეთვე სათაფლიის №1 მღვიმე. გამოვლინდა 78 სახეობა და სახეობის შიდა ტაქსონი წყალმცენარეთა 4 განყოფილებიდან. Chlorophyta (31), Cyanophyta (27), Xanthophyta (11), Bacillariophyta (9).

აღნიშნული ტყის ნიადაგების ალგოსინუზები ფლორისტული შემადგენლობით ფრიად განსხვავებულია. წყალმცენარეთა ყველაზე დიდი რიცხვი - 58 აღმოჩნდა შერეულ ფართოფოთლოვან ტყეში; წაბლნარში - 39, რცხილნარში - 38, ხოლო ბზიანში - 32.

21 ნიადაგის წყალმცენარე პირველად მივუთითეთ საქართველოს ალგოფლორისათვის. ისინი სტატიაში ვარსკვლავით არიან აღნიშნულნი.

BOTANY

L.Kukhaleishvili, N.Sdobnikova

Soil Algae of the Sataplia Reservation

Summary

Soil of the different forest formations as boxwood, hornbeam, mixed-broad-leaf bearing and chestnut of the Sataplia Reservation have been researched in 1985-1987. 78 species and interspecies taxons of soil algae belonging to 4 sections: 31 - *Chlorophyta*, 27 - *Cyanophyta*, 11 - *Xanthophyta*, 9 - *Bacillariophyta*, have been found.

Algosynosias of the studied forest soils are fairly differed in flora composition. The greatest amount of algae - 58 was found in mixed - broad - leaf bearing forest, 39 - algae - in chestnut forest, 38 algae - in hornbeam forest and 32 algae - in boxwood.

21 soil algae were firstly indicated for the algae flora of Georgia. They were marked by asterisk in the article.



1. *А.К.Кухаленишвили*. Заповедники Грузии. Том 6, Тбилиси, 1987, 48-53.
2. *Д.Б.Уклеба*. Тр. Ин-та географии им. Вахушти. Тбилиси, т. 13, 1960, 29-63.
3. *М.М.Голлербах, Э.А.Штина*. Почвенные водоросли. Л., 1969, 21-35.
4. *М.М.Забелина, И.А.Киселев, А.И.Прошкина-Лавренко, В.С.Шешукова*. Определитель пресноводных водорослей СССР. Вып. 4. Диатомовые. М., 1951, 619.
5. *М.М.Голлербах, Е.К.Косинская, В.И.Полянский*. Определитель пресноводных водорослей СССР. Вып.2. Синезеленые. М., 1953, 652.
6. *О.А.Коршиков*. Визначник прісноводних водорослей Української РСР. Київ, АН УРСР, 1953, 439.
7. *Н.Т.Дедусенко-Щеголева, А.М.Матвиенко, Л.А.Шкорбатов*. Определитель пресноводных водорослей СССР. Вып.8. Вольвоксовые. М.-Л., 1959, 230.
8. *Н.Т.Дедусенко-Щеголева, М.М.Голлербах*. Определитель пресноводных водорослей СССР. Вып. 5. Желтозеленые. М.-Л., 1962, 272.
9. *Н.А.Машкова, М.М.Голлербах*. Определитель пресноводных водорослей СССР. Вып. 10(1). Зеленые водоросли. Л., 1986, 360.
10. *V. Fott. Chlorophyceae (Grünalgen). Ordnung Tetrasporales. Die Binnengewässer. 16. Das Phytoplankton des Süßwassers. 6. - Stuttgart, 1972.- 116S.*
11. *J. Komárek, V. Fott. Chlorophyceae (Grünalgen). Ordnung Chlorococcales. Die Binnengewässer. 16. Das Phytoplankton des Süßwassers. 7. - Stuttgart, 1983. - 1044S.*



მებრალიძე, რ. კოტარია, გ. დავითაია, ნ. თალაკვაძე, ე. გერგელაძე

მაიონიზებელი რადიაციის გავლენის შესწავლა პროსტაგლანდინების რეცეპტორულ დაკავშირებასა და გლუკოზა-6-ფოსფატაზის აქტივობაზე სიმსივნური უჯრედების მიკროსომებში

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა დ. კობახიძემ 30.12.1994)

ცნობილია, რომ მაიონიზებელი რადიაცია იწვევს მემბრანული პარამეტრების მოდიფიცირებას, რომლის ერთ-ერთი შედეგია ცვლილებანი პროსტაგლანდინების რეცეპტორულ უბნებთან დაკავშირებაში [1]. თავგებზე ჩატარებული ექსპერიმენტებით ნაჩვენებია E_2 -ჰგუფის პროსტაგლანდინების (PGE_2) დასხივების საწინააღმდეგო ეფექტი [2]. დასხივების შემდეგ PGE_2 ბიოსინთეზის ინტენსიფიკაცია შეიძლება ჩაითვალოს როგორც უჯრედების ნაადრევი ადაპტაციური რეაქცია მემბრანების რადიაციული დაზიანების მიმართ, როცა ირღვევა PG-ბის დაკავშირება რეცეპტორულ უბნებთან [3]. აღმოჩენილია არაქილონის მკვავას რაოდენობის შეფარდებითი ზრდა სიმსივნური ქსოვილის ფოსფოლიპიდებში [4] და მაიონიზებელი რადიაციით დასხივებული ორგანიზმის მემბრანებში ნორმასთან შედარებით [5]. მეორე მხრივ, არაქილონის მკვავა წარმოადგენს PG-ბის ბიოსინთეზის სუბსტრატს, რომელიც აქტიურ მონაწილეობას ღებულობს ნორმალური ფიზიოლოგიური პროცესების როგორც მიმდინარეობაში, ასევე მრავალ პათოლოგიურ პროცესში.

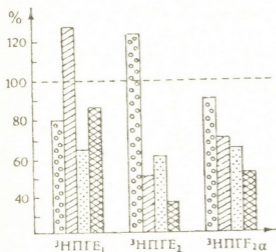
ჩვენთვის ხელმისაწვდომ ლიტერატურაში არ არის მონაცემები სხივური თერაპიის დროს სიმსივნურ უჯრედებში PG-ბის ბიოსინთეზისა და რეცეპტორის ცვლილებებზე. წინამდებარე ნაშრომში ჩვენი კვლევის მიზანს შეადგენდა შეგვესწავლა PG-ბის რეცეპტორულ უბნებთან დაკავშირება სიმსივნემატარებელი ლეიქოსის (სლ) და ერლიხის ასციტური კარცინომის (ეკ) უჯრედების მიკროსომებში და აგრეთვე ფერმენტ გლუკოზა-6-ფოსფატაზის აქტივობის ცვლილებები რენტგენის სხივებით ზემოქმედების დროს.

კვლევის ობიექტად ვიყენებდით 18-20 გ წონის უჯიშო თეთრი თაგვების მამრებს. ცხოველებს ვასხივებდით ლოკალურად მუცლის არეში P_YM-17 აპარატით, დოზით 2 გრეი (დოზის სიმძლავრეა 0,5 გრ/წთ, ძაბვა 200კვ, დენის ძალა 10 მა, ფილტრები Cu 0,55 მმ, Al 1,0 მმ) ცხოველების დეკაბიტაციას ვახდენდით დასხივებიდან 24 სთ-ის შემდეგ. PG-ბის რეცეპტორულ უბნებთან დაკავშირების შესასწავლად ვიყენებდით თრითიუმით მონიშნულ 3HPGE_1 , 3HPGE_2 და $^3HPGF_{2\alpha}$ კონც. 10^{-7} M (ფირმა "Amersham", დიდი ბრიტანეთი), რომლებიც შეგვეყავდა თავგებში დეკაბიტაციამდე 1 სთ-ით ადრე. ნიმუშებს ვფილტრავდით ვატმანის GF/F მემბრანული ფილტრებით ("Wattman", გფრ). საკვლევი სინჯების აქტივობას ვზომავდით სცინტილაციური მთვლელებზე SI 30 ("Intertechnique", საფრანგეთი). მემბრანების მიკროსომულ ფრაქციებს გამოვყოფდით დიფერენციალური ცენტრიფუგირების გზით და გლუკოზა-6-ფოსფატაზის აქტივობას ვსაზღვრავდით როგორც ეს აღწერილია



ნაშრომში [6]. ცილას ვსაზღვრავდით ლოჟურის მეთოდით [7]. ერლიხის კარცინომიდან მემბრანებს გამოვეყოფდით სიმსივნის გადანერგვიდან მე-7, მე-9 და მე-12 დღეს. მონაცემებს ვამუშავებდით სტიუდენტის პარამეტრული სტატისტიკის მეთოდით [8].

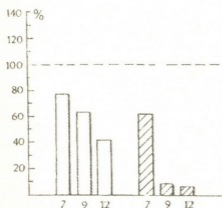
PG-ბის მიკროსომული მემბრანების რეცეპტორულ უბნებთან დაკავშირების შესწავლისას აღმოჩნდა, რომ სიმსივნის გადანერგვიდან 7 დღის შემდეგ მონიშნულ $^3\text{HPGE}_1$, $^3\text{HPGE}_2$ და $^3\text{HPGF}_{2\alpha}$ -ის დაკავშირება დასხივებულ სიმსივნემატარებელი ღვიძლის მიკროსომებში მცირდება დაუსხივებელ სინჯებთან შედარებით (დიაგრამა 1). PG-ბის დაკავშირების შემცირება ასევე შეინიშნება სიმსივნეანი უჯრედების



დიაგრამა 1

მიკროსომებში დასხივებულ სინჯებშიც. შეგვიძლია ვივარაუდოთ, რომ სიმსივნური უჯრედების დასხივების დროს PG-ბის რეცეპტორულ უბნებთან დაკავშირების ცვლილება არის შედეგი თიოლდისულფიდური ცვლის პოსტრადიაციული დარღვევისა, რამდენადაც SH გჯუგები შედიან PG-ბის მასინთეზირებელი ფერმენტების აქტიურ ცენტრში და მთავარ როლს ასრულებენ დასხივების შემდეგ სპეციფიკურ რეცეპტორებთან PG-ბის დაკავშირებაში [9].

ავთვისებიანი სიმსივნის განვითარებისას მემბრანის ფუნქციური მდგომარეობის დარღვევაზე მიუთითებს აგრეთვე ჩვენი მონაცემები ფერმენტ გლუკოზა-6-ფოსფატაზის აქტივობის დონის ცვლილების შესახებ. როგორც აღმოჩნდა სიმსივნის განვითარებისას მე-7-დან მე-12 დღემდე აღინიშნება ფერმენტის აქტივობის თანდათანობითი შემცირება როგორც სიმსივნემატარებელი ღვიძლის მიკროსომებში, ასევე სიმსივნის მიკროსომულ მემბრანებში (დიაგრამა 2).



დიაგრამა 2

და რომელიც უფრო ღრმავდება $\text{PGF}_{2\alpha}$ -ის დამატებით. ერლიხის ასციტური

ლიტერატურიდან ცნობილია [10], რომ სიმსივნის განვითარების დროს ინჰიბირდება გლიკოლიზის პროცესი და ეს შეიძლება იყოს შედეგი ფერმენტების აქტივობის შემცირებისა. ჩვენს ცდებში PGE_2 -ის გავლენა მნიშვნელოვნად არ ცვლის გლუკოზა-6-ფოსფატაზის აქტივობას (ცხრილი), როცა PGE_2 მკვეთრად ამცირებს ფერმენტის აქტივობას საკვლევ სინჯებში. შესაძლოა, რომ ეს არის შედეგი მიკროსომული მემბრანის მოდიფიცირებისა, რაც გამოწვეულია ავთვისებიანი სიმსივნის განვითარებით

კარცინომის გადანერგვიდან მე-7 დღეს თავგების დასხივება იწვევს გლუკოზა-6-ფოსფატაზის აქტივობის ზრდას როგორც სიმსივნემატარებელი ღვიძლის, ასევე თვით სიმსივნის მიკროსომებში. ეს სტიმულაცია ნაკლებად შესაძრწევი ხდება სიმსივნის გადანერგვიდან მე-9 და მე-12 დღეს (ცხრილი). ჩვენ მიერ მიღებული შედეგები ეთანხმება ლიტერატურულ მონაცემებს [11], რომელთა თანახმადაც ხდება რენტგენის სხივებით ლოკალურად დასხივებული ავთვისებიანი სიმსივნის ლიზოსომური ფერმენტების აქტივობის მატება, ხოლო შემდგომი დასხივებით მისი დათრგუნვა. როგორც ცნობილია, სიმსივნის აღმოცენებას თან ახლავს ფერმენტული აქტივობის ცვლილებები, როგორც თვით მალიგნიზებულ უჯრედებში, აგრეთვე სიმსივნემატარებელი ორგანიზმის სხვა ქსოვილებში.

ცხრილი

გლუკოზა-6-ფოსფატაზის აქტივობაზე რენტგენის სხივების გავლენა სლ და ეაკ-ს მიკროსომებში სიმსივნის გადანერგვიდან მე-7, მე-9 და მე-12 დღეს ($M \pm m$, $n=8\%$ აღებულია კონტროლთან შედარებით)

N	სუბსტრატი	სიმსივნის გადანერგვის დღეები			³ HPG-ბის გავლენა სიმსივნის გადანერგვის მე-7 დღეს	
		7	9	12	E ₂	E _{2α}
1	სლ	78,2±6,1	64,1±7,8	40,3±3,8	80,7±9,2	73,2±5,4
2	ეაკ	55,7±3,4	8,8±0,9	7,6±0,5	62,5±7,3	50,4±4,6
3	სლ+2 გრეი	87,5±6,3	7,4±5,5	44±8,9	89,2±0,1	80,3±9,7
4	ეაკ+2 გრეი	61,3±5,4	9,1±0,7	7,2±0,5	62,1±6,3	60,5±4,1

ჩვენ მიერ წინამდებარე ნაშრომში მიღებული შედეგები გვაძლევს საფუძველს დავასკვნათ, რომ ავთვისებიან წარმონაქმნებში (ერლიხის ასციტური კარცინომის მაგალითზე) ხდება მიკროსომული მეგზბრანების ფუნქციური ცვლილებები, რასაც მივყავართ PG-ბის სინთეზისა და რეცეპციის დარღვევამდე. ნავარაუდევია, რომ სხივური თერაპიის დროს ეს ცვლილებები ერთ-ერთ ძირითად როლს თამაშობენ სიმსივნური უჯრედების დაღუპვაში.

ივ.ჭავჭავაძის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

(შემოვიდა 23.01.1995)

М.А.Эбралидзе, Р.З.Котария, Г.Ш.Давитая, Н.В.Талаквдзе, Е.М.Гергедава

Изучение влияния ионизирующей радиации на связывание простагландинов с рецепторными участками и на ферментативную активность глюкозо-6-фосфатазы в микросомах опухолевых клеток

Резюме

В данной работе изучено влияние рентгеновских лучей на связывание простагландинов (PG) с рецепторными участками микросомальных мембран печени опухоленосителя (ПО) и асцитной карциномы Эрлиха (АКЭ), а также на ферментативную активность глюкозо-6-фосфатазы на 7-й, 9-й и 12-й день после перевивки опухоли. Авторами показано, что ионизирующая радиация в дозе 2 г вызывает уменьшение связывания меченных $^3\text{HPGE}_1$, $^3\text{HPGE}_2$ и $^3\text{HPGF}_{2\alpha}$ с рецепторными участками ПО и АКЭ, а также стимуляцию ферментативной активности глюкозо-6-фосфатазы. Высказывается предположение, что в процессе проведения лучевой терапии в микросомах опухолевых клеток происходят структурные и фракциональные нарушения, приводящие к изменению синтеза и рецепции PG, которые являются важным звеном в гибели опухолевых клеток.

BIOPHYSICS

M.Ebralidze, R.Kotaria, G.Davitaia, N.Talakvдзе, E.Gergedava.

Study of the Effect of the Ionizing Radiation on the Binding of Prostaglandins with the Receptor Sites and on the Enzyme Activity of Glucose-6-Phosphatase in Tumour Cell Microsomes

Summary

The effect of X-ray irradiation on the binding of prostaglandins (PG) with the receptor sites of microsomal membranes from the liver of tumour-bearing animals (LTBA) Ehrlich ascyte carcinome (EAS) as well as on the enzyme activity of glucose-6-phosphatase on the 7th, 9th and 12th days after transplantation has been studied. It was shown that ionizing radiation at the dose of 2 gray causes decline of binding of labelled $^3\text{HPGE}_1$, $^3\text{HPGE}_2$, and $^3\text{HPGF}_{2\alpha}$ with the receptor sites of LTBA and EAC while stimulating enzyme activity of glucose-6-phosphatase. It has been suggested that in the process of X-ray therapy structural and functional disturbances take place leading to alteration of PG synthesis and reception which are essential links in the destruction of tumour cells.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. Е.И.Прянитникова, З.И.Жулапова. Радиобиология, 26, вып. 5, 1986, 652-655.

2. *W.R.Hanson, F.E.Aisvorth. Radiat. Res.* v. 103, 1985.
3. *М.А.Малаицдзе, Ю.Ю.Чирков. Изв. АН ГССР, сер. биол.,* 10, 2, 1984, 127-130.
4. *J.Nakazava S.R.Asaki. J. Exp. Med.,* 4, 1977, 123.
5. *Ю.В.Степанов, В.М.Вотицкий, Т.Д.Пресоброженская. Радиобиология,* 32, вып. 6, 1992, 807-814.
6. *R.Portcus, V.A.Clark. Biochem. Acta.* 93, 1963.
7. *О.М.Lowry, N.J.Roschaugh. Biol. Chem.,* 193, 1951, 265-275.
8. *И.А.Удольская. Введение в биометрию. Алма-Ата,* 1976.
9. *M.Johnson, R. Jessup. Prostaglandins.* 5, 2, 1974, 125-136.
10. *И.А.Шапот. Биохимия опухоли. М.,* 1977.
11. *Е.А.Лихолат, А.Д.Рева, И.И.Соколов. Радиобиология,* 31, вып.1, 1992, 38-41.



რ.კოტარია, მ.მებრალიძე, ი.გოგილაშვილი, ნ.თალაკვაძე, გ.დავითაია

ზემალალი სიხშირის ელექტრომაგნიტური გამოსხივების გავლენის შესწავლა ფოსფოლიპიდების შემადგენლობასა და ლიპიდების ზეჟანგურ ჟანგვაზე

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა გ.თუმანიშვილმა 10.9.1994)

ცნობილია, ელექტრომაგნიტური გამოსხივების (ემგ) მოქმედების შესწავლას ბიოლოგიურ ობიექტებზე დიდი მნიშვნელობა აქვს როგორც მკურნალობისათვის, ასევე დაავადებათა დიაგნოსტიკისათვის. ამასთან დაკავშირებით განსაკუთრებით აქტუალურია ემგ უსაფრთხო დოზის საზღვრების დადგენა. სულ რამდენიმე წელია, რაც მეცნიერებმა შექმნეს გენერატორები, რომლებსაც შეუძლიათ ზემალალი სიხშირის მილიმეტრული დიაპაზონის რადიოტალღების გამომუშავება (10 ჰც), სადღეისოდ მათი გავლენა ცოცხალ ორგანიზმებზე სავსებით შეუსწავლელია. თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის საკონსტრუქტორო ბიუროში შეიქმნა გენერატორი, რომელიც გამოიმუშავებს 37,5.10 ჰც (37,5 გჰც) სიხშირის რადიოტალღებს. ჩვენი კვლევის მიზანს შეადგენდა სწორედ ამ სიხშირის ემგ გავლენის შესწავლა ვირთაგვას სისხლის პლაზმის, ერითროციტების და ღვიძლის მიკროსომალური მემბრანების ლიპიდურ ზეჟანგურ ჟანგვასა (ლ.ზე) და ფოსფოლიპიდურ შემცველობაზე.

კვლევის ობიექტად ვიყენებდით 100-150 გ წონის უჯიშო თეთრი ვირთაგვების მამრებს. ცხოველები იმყოფებოდნენ ჩვეულებრივ კვებით რეჟიმზე. ცდებს ვატარებდით სისხლის პლაზმაზე, ერითროციტებსა და ღვიძლიდან გამოყოფილ მიკროსომებზე. მიკროსომებს ვყოფდით სავანტას [1], ხოლო ცილას განვსაზღვრავდით ლოურის [2] მეთოდით. ლზე-ზე ვმსჯელობდით მალონის დიჰიდროქსიდის (მდა) რაოდენობის განსაზღვრის საშუალებით [3]. ლიპიდების ექსტრაგირებას ვახდენდით ფოლჩის მეთოდით [4]. ინდივიდუალურ ფოსფოლიპიდებს ვსაზღვრავდით თხელწროვანი ქრომატოგრაფიის მეთოდით [5], შემდგომი დენსიტომეტრით.

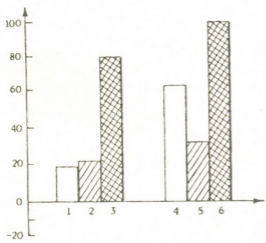
ცხოველებს ვასხივებდით 37,5 გჰც სიხშირის ელექტრომაგნიტური ველით (სიმძლავრე 10 მვტ). უკანა თათის არეში დასხივებიდან 24 სთ-ის შემდეგ ცხოველებს ვკლავდით დეკაპიტაციით. ვიკვლევდით ცხოველების სამ ჯგუფს: 1) საკონტროლო - დაუსხივებელ ცხოველებს; 2) 1 სთ-ის განმავლობაში ერთჯერადად დასხივებულ და 3) თითო სთ-ის განმავლობაში სამჯერადად დასხივებულ ცხოველებს. მონაცემებს ვამუშავებდით სტიუდენტის პარამეტრული სტატისტიკური მეთოდით [6].

ჩვენი კვლევის საწყის მიზანს შეადგენდა 37,5 გჰც ემგ-ს გავლენის შესწავლა ჯანმრთელ ვირთაგვებზე. როგორც ექსპერიმენტებიდან ჩანს, (ცხრ.1) ვირთაგვებში 1 სთ-ის განმავლობაში ერთჯერადი დასხივების შედეგად ადგილი აქვს სისხლის პლაზმაში ზეჟანგური ჟანგვის გაძლიერებას (118%) ინტაქტურ სინჯებთან შედარებით.

მალონის დილდეჰიდის შემცველობა პლაზმაში, ერთროციტებსა (ნმოლებში 1 მგ ცილაზე) და ლვიდის მიკროსომებში ვირთაგვას ელექტრომაგნიტური ველთი (37,5 გჰც) დასხივების შედეგად. პროცენტი გაანგარამებულია კონტროლთან შედარებით.

ცხოველების ჯგუფი	სისხლის პლაზმა		ერთროციტები		მიკროსომები	
	x±s	%	x±s	%	x±s	%
1 კონტროლი	32,3±5,0(10)	100	80±4,6(7)	100	76,8±4,5(7)	100
2 ერთჯერადი დასხივება	38,5±6,7(6)	118,0	97±6,1(8)	121	137,2±5,6(8)	178,6
3 სამჯერადი დასხივება	53,1±5,9(7)	162,8	145,7±5,8(8)	181	152,6±4,2(8)	198,6

ფრჩხილებში მოცემულია ექსპერიმენტების რაოდენობა. ვირთაგვების სამჯერადი დასხივების დროს ეს პროცენი უფრო მეტად ძლიერდება (162,8%). მსგავს ეფექტს ვაკირდებით ერთროციტებში ზეჟანგური ჟანგვის დონის განსაზღვრის შემთხვევაშიც. მდა-ს რაოდენობა საგრძნობლად იზრდება როგორც ერთჯერადი (121%), ასევე სამჯერადი დასხივების დროს (181%). აქედან გამომდინარე, შეგვიძლია ვივარაუდოთ, რომ ზემაღალი სიხშირის ემგ-ით ვირთაგვის დასხივებისას ექსპოზიციის დროის გადიდებასთან ერთად ხდება თავისუფალ-რადიკალური დაჟანგვის ალბათობის ზრდა, ხოლო მისი აქტივაციის შედეგს წარმოადგენს მდა-ს და პოლიუჯერი ცხმოვანი მჟავების ჰიდროზეჟანგების რაოდენობის ზრდა [7], რომელთა ციტოტოქსიკური მოქმედება მელანდება მოლეკულურ და სუმბოლეკულურ სტრუქტურებთან რეაქციაში. უჯრედული ორგანიზაციის დონეზე ამ შედეგმა შეიძლება მიგვიყვანოს მეტაბოლიზმის პროცესის მიმართულების და სიჩქარის ცვლილებებამდე და მთლიანობაში უჯრედული მემბრანების განვლადობის მოლიფიკაციაზე. მომდევნო სერიებში ჩვენ ვიკვლევდით ზემაღალი სიხშირის ემგ გავლენას ვირთაგვას ლვიდის მიკროსომულ მემბრანებში ლიპიდების ზეჟანგურ ჟანგვაზე. როგორც ცხრილიდან (ცხრ.1) ჩანს, ამ სახის ზემოქმედებისადმი განსაკუთრებით მგრძნობიარე აღმოჩნდა მიკროსომული მემბრანები სამჯერადი დასხივების შემდეგ. ჩვენს ცდებში ნაჩვენებ იქნა, რომ ერთროციტების მემბრანებთან



სურ.1. ზემაღალი სიხშირის ემგ გავლენა მდა-ს შემცველობაზე სისხლის პლაზმის ერთროციტების და ლვიდის მიკროსომულ მემბრანებში 1,2,3 - ერთჯერადი დასხივება; 4,5,6 - სამჯერადი დასხივება. □ - სისხლის პლაზმა; □ - ერთროციტები; □ - მიკროსომები ორდინატა ლერძზე - პროცენტი გაანგარამებულია კონტროლთან შედარებით.

შედარებით 37,5 გჰც-ს გავლენით განსაკუთრებით ზიანდება მიკროსო-მული მემბრანები. ეს სურათი ნათლად ჩანს დიაგრამაზე (სურ. 1). ყველაზე ნაკლები



რაოდენობით მდა-ს პროცენტული ზრდა სისხლის პლაზმაში აღნიშნული, ხოლო ყველაზე მეტი მიკროსომულ მემბრანებში.

ვინაიდან ზეიანგური ქანგვის ერთ-ერთ ძირითად სუბსტრატს წარმოადგენს პოლიუჯერი ცხიმოვანი მჟავები, რომლებიც ფოსფოლიპიდების შემადგენლობაში შედიან, ჩვენ შემდგომი კვლევის მიზნად დავისახეთ ინდივიდუალური ფოსფოლიპიდების შემადგენლობის შესწავლა 37,5 გპც-ით დასხივების შემდეგ. ვირთაგვების ღვიძლის უჯრედების მალაზხარისხოვნად გაწმენდილი მიკროსომული მემბრანების ფოსფოლიპიდური შემადგენლობის ანალიზმა გვიჩვენა მათში ფოსფატიდილქოლინის (ფქ), სფინგომიელინის (სმ), ფოსფატიდილეთანოლამინის (ფე), ფოსფატიდილსერინის (ფს) და ფოსფატიდილინოზიტოლის (ფი) არსებობა. როგორც ცხრილიდან ჩანს (ცხრ.2), ფოსფოლიპიდების სპექტრის ცვლილება დასხივების შედეგად ატარებს მრავალმხრივ ხასიათს: სფინგომიელინის და ფოსფატიდილსერინის რაოდენობა მნიშვნელოვნად იზრდება როგორც ერთჯერადი, ასევე სამჯერადი დასხივების შემდეგ. ამავე დროს, ფოსფატიდილქოლინის რაოდენობა ნორმასთან შედარებით მცირდება ყველა საკვლევ სინჯში.

ფოსფოლიპიდური მაჩვენებლების აღნიშნულმა გადახრამ შეიძლება ხელი შეუწყოს მემბრანებთან დაკავშირებული ფერმენტების აქტივობის შემცირებას. მართლაც, ვირთაგვას ღვიძლის უჯრედების პლაზმური მემბრანის Na,K-ატფ-აზის აქტივობის დათრგუნვა კორელირებს ქოლესტერინის სიკარბესთან [8] და მემბრანიდან ფოსფატიდილინოზიტოლის გამოსვლასთან. ამასთან, ქოლესტერინის და სფინგომიელინის დაგროვებამ (იგი მემბრანის სპეციფიკური ლიპიდური კომპონენტია) შეიძლება გამოიწვიოს ლიპიდური შრის ცვლილება და მემბრანის კონფორმაციული გარდაქმნა.

მაშასადამე, ფოსფოლიპიდური კომპონენტების აღნიშნულმა რაოდენობრივმა და თვისობრივმა ცვლილებებმა შეიძლება მოგვეცეს წარმოდგენა სტრუქტურულ-ფუნქციონალურ დარღვევებზე, რომლებსაც ადგილი აქვს ზემადილი სიზშირის ელექტრომაგნიტური ველით დასხივების შედეგად.

ივ. ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის
სახელმწიფო უნივერსიტეტი

(შემოვიდა 17.10.1994)



ქრონიკული
გულ-სისხლძარღვოვანი

ვირთაგვას 37,5 გპც-ით დასხივების შედეგად ინდივიდუალური ფოსფორიპიდების
შემადგენლობის ცვლილება ღვიძლის უჯრედების მიკროსომებში

სუბსტრატი	ფოსფორიპიდების რაოდენობა %				
	ფოსფატიდილ- ეთანოლამინი (ფე)	ფოსფატიდილ- ქოლინი (ფქ)	სფინტომი- ელინი (სმ)	ფოსფატიდილ- ინოზიტოლი (ფი)	ფოსფატიდილ- სერინი (ფს)
ინტაქტური ღვიძლი (20)	19,5±4,2	38,9±5,6	31,3±7,2	6,1±0,8	3,2±0,1
ერთჯერადი დასხივება (10)	17,8±3,3	32,5±8,1	36,2±4,0	5,2±0,7	7,4±0,9
სამჯერადი დასხივება (10)	16,4±2,4	33,4±3,8	33,7±5,9	4,1±0,8	11,3±1,2

P.Z.Kotaria, M.A.Ebralidze, I.A.Gogilashvili, N.V.Talakvadze, G.Sh.Davitiaia

Исследование влияния сверхвысокочастотного излучения (СВЧ) на фосфолипидный состав и перекисное окисление липидов

Резюме

Авторами показано, что после однократного облучения СВЧ в дозе 37 ГГц наблюдается усиление ПОЛ в плазме, эритроцитах и в микросомальных мембранах печени, а также происходит нарушение фосфолипидного состава мембран. Этот эффект усиливается при трехкратном облучении животных. Высказывается предположение, что с увеличением экспозиции времени облучения усиливается вероятность свободнорадикального окисления, а отклонение фосфолипидного показателя может способствовать изменению активности мембранных ферментов, липидного слоя и конформационным сдвигам мембран.

BIOPHYSICS

R.Kotaria, M.Ebralidze, I.Gogilashvili, N.Talakvadze, G.Davitiaia

Investigation of the Effect of Superhigh Frequency Irradiation on the Phospholipid Composition and on the Lipid Peroxidation

Summary

The effect of superhigh frequency (37 Gc) on the lipid peroxidation in plasma and in erythrocytes as well as in rat liver microsomal membranes and on their phospholipid composition has been investigated. It has been shown that after single irradiation at the dose of 37 Gc an increase of lipid peroxidation is noted in plasma, in erythrocytes and in liver microsomal membranes and a disturbance of membrane phospholipid composition takes place. This effect is more enhanced after triple irradiation of animals. It has been suggested that the prolongation of irradiation exposure increases the probability of free-radical oxidation while the disturbance of phospholipid composition can induce changes of membrane enzyme activity as well as changes of lipid bilayer and membrane conformation.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. P.L.Savant. Biophys. Biochem. Acta, 85, 1964, 82-89.
2. O.M.Lowry, N.G.Rosebaugh, A.L.Farr, R.G.Randell. J. Biol. Chem., 193, 1951, 265-275.
3. И.Д.Стальная, Т.Г.Гариншвили, Современные методы в биологии, М., 1977, 66-68.
4. М.Кейтс. Техника липидологии. М., 1975.
5. Г.В.Новицкая. Методическое руководство по тонкослойной хроматографии фосфолипидов. М., 1972.
6. И.А.Удольская. Введение в биометрию. Алма-Ата, 1976.
7. J.M.Cutterine, Med. Lab., 3, 1980, 267-273.
8. С.Т.Рыскулова, Т.А.Балахчи. Радиобиология, 24, 6, 1984, 650-651.

ნ.ბუცხრიკიძე, ა.წერეთელი, თ.ბუაიძე, ა.შკოლნი,
გ.კვესიტაძე (საქ. მეცნ.აკადემიის აკადემიკოსი)

შერჩეული საწარმოო საკვები არეები α -გალაქტოზიდაზას პროდუცენტ *Penicillium canescens* AMT-85 შტამისათვის

დღეისათვის ცნობილი 2000-მდე ფერმენტიდან ბოლო ორი ათწლეულის განმავლობაში მზარდ ყურადღებას იპყრობს α -გალაქტოზიდაზა. იგი ბუნებაში ერთ-ერთი ფართოდ გავრცელებული ფერმენტია, რომელიც აკატალიზებს α -გალაქტოზიდაზიანი კომპონენტების ჰიდროლიზს. გააჩნია დიდი პოტენციური გამოყენება როგორც ბიოტექნოლოგიაში, კერძოდ, შაქრის წარმოებაში [1], ისევე მედიცინაშიც [2]. α -გალაქტოზიდაზა გამოდგება, აგრეთვე, სხვადასხვა ნაერთთა სტრუქტურული ანალიზისა და მათი ბიოლოგიური როლის დადგენისათვის [3].

α -გალაქტოზიდაზას საწარმოო პრეპარატები შეიძლება გამოყოფილი იყოს როგორც მიკრომიცეტებიდან, ასევე ბაქტერიებიდან და საფუარებიდან [4]. საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის მეცნარეთა ბიოქიმიის ინსტიტუტის ბიოტექნოლოგიის ლაბორატორიაში, საწყისი (*Penicillium canescens* 20171) შტამიდან ულტრაიისფერი დასხივებით მიღებული მუტანტური შტამებიდან არჩეულ იქნა მაქსიმალური α -გალაქტოზიდაზური აქტივობის მქონე შტამი *Penicillium canescens* AMT-85 [5].

ჩვენი სამუშაოს მიზანს შეადგენდა ზემოაღნიშნული შტამის ბიოსინთეზისათვის ოპტიმალური და ეკონომიურად იაფი საწარმოო საკვები არის შერჩევა და აქტიური პრეპარატის მიღება.

Penicillium canescens AMT-85-ის კულტურას ვზრდიდით 750 მლ მოცულობის კოლბებში 28°C-ზე 72 და 96 სთ-ის განმავლობაში, 200-250 ბრ/წთ სიჩქარით სანჯღრევლაზე, 1,44 მგრ O₂/ლ სთ აერაციით.

α -გალაქტოზიდაზური აქტივობის განსაზღვრისათვის სუბსტრატად ვიყენებდით პარა-ნიტროფენილ- α -D-გალაქტოპირანოზიდს. სარეაქციო არე შეიცავდა 0,1 მლ სუბსტრატს (0,004M), 0,3 მლ აცეტატურ ბუფერს (0,05M pH 4,3) და 0,1 მლ ფერმენტულ ხსნარს. რეაქცია მიმდინარეობდა 37°C-ზე 10 წთ-ის განმავლობაში და ვწყვეტდით 3 მლ Na₂CO₃-ის (1M) ხსნარის დამატებით. რეაქციის შედეგად გამოთავისუფლებული პარა-ნიტროფენოლის რაოდენობას ვსაზღვრავდით კალორიმეტრულად 405 ნმ-ზე.

β -გალაქტოზიდაზურ აქტივობას ვსაზღვრავდით კუბისა და ლარდის მეთოდით [6], სუბსტრატად ვიყენებდით ორთო-ნიტროფენილ- β -D-გალაქტოპირანოზიდს. სარეაქციო არე შედგებოდა 0,1 მლ (0,01 M) სუბსტრატის, 0,7 მლ 0,05 M აცეტატური ბუფერისა (pH 4,3) და 0,2 მლ ფერმენტული ხსნარისაგან. რეაქცია მიმდინარეობდა 15 წთ-ის განმავლობაში 30°C-ზე და ვწყვეტდით 1 მლ Na₂CO₃-ის (1M) ხსნარის დამატებით. გამოთავისუფლებულ ნიტროფენოლს ვზომავდით 420 ნმ-ზე.



ინვერტაზულ აქტივობას ვსაზღვრავდით სომოჯი-ნელსონის მოდიფიცირებული მეთოდით [7]. სარეაქციო არე შედგებოდა 0,8 მლ სუბსტრატის საქაროზისა (0,25%) და ფერმენტული ხსნარისაგან (0,2 მლ). რეაქცია მიმდინარეობდა 15 წთ-ის განმავლობაში 30°C-ზე და ვწყვეტდით სომოჯი-ნელსონის რეაქტივების დამატების მეთოდის თანახმად. გამოთავისუფლებულ შაქრებს ვზომავდით 595 ნმ-ზე [8]. ცილის კონცენტრაციას ვსაზღვრავდით ლოურის მეთოდით [9]. ფერმენტის აქტივობის ერთეულად ვიღებდით მის იმ რაოდენობას, რომელიც აკატალიზებს 1 მკმ სუბსტრატის გარდაქმნას 1 წთ-ში მოცემულ პირობებში.

α-გალაქტოზიდაზას სინთეზისათვის დიდი მნიშვნელობა ენიჭება ნახშირბადის წყაროს. ლიტერატურიდან ცნობილია, რომ მაქსიმალურ აქტივობას ზემოთ აღნიშნული შტამი იძლეოდა მასინ, როცა ნახშირბადის წყაროდ ვიყენებდით სოიის ფხვნილს [10]. შემდგომ მოდიფიცირებულ იქნა საკვები არე ნახშირბადის დამატებითი წყაროების შეტანით, რომელთა შორისაც შეირჩა გალაქტოზა [11]. ჩვენს ცდებში სოია შევცვალეთ დამუშავებული წალბით და ჩაის ნარჩენებით, მელასით, ჰარხლის გამონაწურით და ციტრუსების ნარჩენებით. საკვებ არეში სოიის მსგავსად მისი შემცველებიც შეგვქონდა 3%-ის ოდენობით. ცდებში გავსინჯეთ მულტიპლური შტამები, რომლებიც იყვნენ N49-β-გალაქტოზიდაზას და N73-ინვერტაზას პროდუცენტები. კონტროლად ავიღეთ N70-α-გალაქტოზიდაზას პროდუცენტი შტამი [5].

ცხრილი 1

ნახშირბადის წყაროების ზეგავლენა *P. canescens* AMT-85-ის α-გალაქტოზიდაზასთვის

N	საწარმოო საკვები არეები	α-გალაქტოზიდაზას აქტივობა ერთ/მლ	ცილა ვიტამინების კომპლექსი %	pH	ბიომასის წონა გ/100 მლ
1	სოია (3 დღე) N70	3,0	-	5,4	1,7
2	სოია (4 დღე) N70	2,8	-	4,6	1,6
3	სოია (3 დღე) N49	0,8	-	5,6	1,8
4	სოია (4 დღე) N49	1,0	-	5,3	1,7
5	წალამი (3 დღე) N49	2,8	5,0	6,1	3,8
6	წალამი (4 დღე) N49	3,4	5,0	5,8	4,2
7	ჩაი (3 დღე) N49	1,8	5,0	5,6	3,1
8	ჩაი (4 დღე) N49	2,8	5,0	5,9	3,45
9	სოია (3 დღე) N73	0,7	-	5,8	1,9
10	სოია (4 დღე) N73	1,2	-	5,62	1,8
11	წალამი (3 დღე) N73	1,0	5,0	6,0	3,95
12	წალამი (4 დღე) N73	1,6	5,0	5,6	4,1
13	ჩაი (3 დღე) N73	0,6	5,0	5,8	3,3
14	ჩაი (4 დღე) N73	1,0	5,0	6,2	3,45

როგორც ცხრილიდან ჩანს, წალამსა და ჩაიზე გაზრდილი N49 და N73 შტამები იძლევიან იმავე ან ცოტა მაღალ აქტივობას კონტროლთან შედარებით. მოსალოდნელი იყო აქტივობის მკვეთრი მატება N70 შტამზე, ამიტომ მუშაობა განვაგრძეთ სწორედ მასზე. ამ ცდების შედეგები წარმოდგენილია 2 და 3 ცხრილებში, საიდანაც ჩანს, რომ კონტროლად კვლავ აღებულია საკვები არე, რომლის ძირითად კომპონენტს შეადგენს სოიის ფხვნილი, ხოლო დანარჩენებში სოია შეცვლილია წარმოების ნარჩენებით და ცილა-ვიტამინოვანი კომპლექსით. ცხრილებში მოყვანილი კომპონენტების ასეთი თანაფარდობა ცნობილია ლიტერატურიდან [12].



როგორც ქვემოთ მოყვანილი ცხრილებიდან ჩანს, α -გალაქტოზიდაზური აქტივობის მაღალი მაჩვენებლები საშუალებას გვაძლევს სოიის ფხვნილი შევცვალოთ წალმით და ჩაის ნარჩენით, ამიტომ შემდგომი მუშაობა გავაგრძელებთ წალმიან საკვებ არეზე.

ცხრილი 2

ნახშირბადის წყაროების ზეგავლენა P.canescens AMT-85-ის α -გალაქტოზიდაზასთვის

ბ	საწარმოო საკვები- არეები N70 შტამისათვის (72 სთ)	α -გალაქტოზიდაზას აქტივობა ერთ/მლ	ცილა- ვიტამინების კომპლექსი %	pH	ბიომასის წონა გ/100 მლ
1	სოია	3,0	-	5,4	1,7
2	წალამი	4,8	5,0	6,3	4,0
3	ჩაი	3,2	5,0	5,5	3,0
4	მელასა	0,32	5,0	4,3	3,5
5	ქარხლის გამონაწერი	0,8	5,0	4,8	2,8
6	ციტრუსები	0,85	5,0	4,1	3,0

ცხრილი 3

ნახშირბადის წყაროების ზეგავლენა P.canescens AMI-85-ის α -გალაქტოზიდაზასთვის

ბ	საწარმოო საკვები არეები N70 შტამისათვის (96 სთ)	α -გალაქტოზიდაზას აქტივობა ერთ/მლ	ცილა- ვიტამინების კომპლექსი %	pH	ბიომასის წონა გ/100 მლ
1	სოია	2,8	-	4,6	1,6
2	წალამი	6,0	5,0	5,9	4,5
3	ჩაის ნარჩენები	3,9	5,0	6,0	3,5
4	მელასა	0,67	5,0	4,9	4,0
5	ქარხლის გამონაწერი	1,4	5,0	5,7	2,5
6	ციტრუსების ნარჩენები	2,2	5,0	4,25	3,0

ჩვენ ვცადეთ, აგრეთვე, ნახშირბადის ერთადერთ წყაროდ საკვებ არეში შეგვეტანა მხოლოდ წალამი, ჩაის ნარჩენი, მელასა, ციტრუსების ნარჩენები და ქარხლის გამონაწერი, მაგრამ ამ შემთხვევაში საერთოდ არ გვქონდა ნაზრდი. ალბათ ეს იმით აიხსნება, რომ სოიის მსგავსად ცილებით მდიდარია ცილა-ვიტამინოვანი კომპლექსი (C33), ხოლო მიკროორგანიზმებისათვის ცილები კი ზრდის აუცილებელ პირობას შეადგენს.

ფერმენტული პრეპარატის გამოსაყოფად კულტურალური სითხიდან ჩვენ ვცადეთ გამოგვეყენებინა ლიტერატურიდან ცნობილი რამდენიმე მეთოდი და შეგვეჩია ყველაზე ოპტიმალური, ვცადეთ გამოვქვა $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ -ის 20, 40, 60%-იანი ხსნარით, MnCl_2 -ით, მაგრამ ორივე შემთხვევაში გამოსავალი იყო უმნიშვნელო, ამიტომ არჩევანი შევაჩერეთ ეთილის სპირტზე. მეთოდის გათვალისწინებით ვცადეთ მართო სპირტის გამოყენება, რითაც მივიღეთ სასურველი შედეგი. დალექვას ვაწარმოებდით 1, 2 და 4 მოცულობა სპირტით. აღმოჩნდა, რომ ამ მოცულობებით დალექვისას მიღებული იქნა ერთნაირი შედეგები როგორც აქტივობის, ასევე გაწმენდის ხარისხისა. ამიტომ შემდგომში გამოვქვას ვაწარმოებდით ერთი მოცულობა სპირტის დამატებით. ცდების შედეგები მოცემულია 4 ცხრილში.

α-გალაქტოზიდაზას ნაწილობრივ გაწმენდილი პრეპარატის დახასიათება

N	სპირტის და კულტურალური სითხის მოცულობითი თანაფარდობა	α-გალაქტოზიდაზური საერთო აქტივობა ერთ/მლ	საერთო ცილის რაოდენობა მგ	ხვედრითი აქტივობა მგ/მლ	გაწმენდის ხარისხი	საერთო გამოსავალი აქტივობის %
1	კულტურალური სითხე	230,0	115	2	1	100
2	1:1	218,5	36,4	6	3	95
3	2:1	218,5	536,4	6	3	95
4	4:1	213,9	42,7	5	2,5	93

ამგვარად, ჩატარებული სამუშაოს შედეგად მოდიფიცირებული და გაიფხვრული იქნა α-გალაქტოზიდაზას სინთეზისათვის საჭირო საკვები არის შემადგენლობა. შევქმელით მიგველო კულტურალურ სითხეში α-გალაქტოზიდაზური აქტივობის მაქსიმალური 100%-ით გაზრდილი მნიშვნელობა, თანამდევნი აქტივობების β-გალაქტოზიდაზური 30 ერთ/მლ ინვერტაზული 2,6 ერთ/მლ შედარებით მცირე რაოდენობებით, ვიდრე საკონტროლო ცდაში იყო (50 ერთ/მლ და 27 ერთ/მლ შესაბამისად).

ყოველივე აქედან გამომდინარე, საკვები პროდუქტი სოია შეიძლება შეცვლილი იქნეს უფრო იაფი ნარჩენებით - წალმითა და ჩაის ნარჩენით, ფერმენტული პრეპარატის მისაღებად გამოყენებული იქნეს ერთი მოცულობა სპირტი, რის შედეგადაც მიიღება 3-ჯერ გაწმენდილი ფერმენტული პრეპარატი.

საქართველოს მეცნიერებათა აკადემია
 ს.ღურამიშვილის სახ. მკვლევართა ბიოქიმიის
 ინსტიტუტი

(შემოვიღა 25.11.1993)

БИОХИМИЯ

Н.Г.Бущрикидзе, А.К.Церетели, Т.Ш.Буачидзе, А.Т.Школьный,
 Г.И.Квеситадзе (академик АН Грузии)

Подобранные производственные питательные среды для штамма *Penicillium canescens* АМТ-85 продуцента

α-ГАЛАКТОЗИДАЗЫ

Резюме

Для штамма микромицета *Penicillium canescens* АМТ-85 подобрана экономически дешевая, дающая максимальную α-галактозидазную активность, питательная среда.

Были изучены различные источники углерода, в основном отходы производства, обрезки виноградной лозы, отходы чая и цитрусов, свекловичный жом, меласса. Изучено выделение ферментного препарата α-галактозидазы различными объемами спирта, осаждением сульфата аммония и $MnCl_2$.

Самый активный препарат 6 ед/мл α -галактозидазной активности был получен тогда, когда в качестве источника углерода были использованы обрезки виноградной лозы и осаждение проводили одним объемом этилового спирта. В полученном препарате были определены активности β -галактозидазы, инвертазы.

BIOCHEMISTRY

N. Butskhrikidze, A. Tsereteli, T. Buachidze, A. Shkolni, G. Kvesitadze

The Chosen Industrial Cultivated Medium For α -Galactosidase of Pen. Canescens AMT-85

Summary

For the micromycete *Penicillium canescens* AMT-85 strain has been chosen economically cheap growing medium providing the maximum β -galactosidase activity. Various carbon sources, mainly vine trimmings, tea and citrus industrial wastes, sugar-beat juice and melasa have been studied. The separation of α -galactosidase enzyme preparation by the different volumes of alcohol, ammonium sulphate and by $MnCl_2$ precipitation were examined too.

The most active α -galactosidase preparation - 6 m/ml has been obtained while using vine trimmings as carbon source and precipitation has been carried out by one volume of ethyl alcohol.

In obtained preparations β -galactosidase and invertase activities has been determined.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. П.Л.Силин. Технология сахара. М., 74, 1967.
2. D.L.Jonson, R.J.Desnick. Biochem. et Biophys. Acta, **538**, 32, 1978, 195.
3. О.М.Запрометова, А.С.Абдыгаппаров, И.В.Улезло, А.М.Безбородов. Биохимия, **50**, 6, 1985, 946-954.
4. И.В.Улезло, И.В.Трошина, О.М.Запрометова, А.М.Безбородов. Микробиол., **60**, вып. 5, 1991, 847-852.
5. თრადიანი. საკანდიდატო დისერტაციის ავტორეფერატი, თბილისი, 1991, 193.
6. S.G.Kuby, N.A.Lardy. J.Amer. Chem. Soc., **75**, 2, 1933, 890-896.
7. М.М.Гомартели, А.К.Куликова, А.К.Церетели и др. Прикл. биол. и микробиол., **24**, вып. I, 1988, 20-24.
8. M.Somoggi. J. Biol. Chem., **195**, 1, 1952, 19-23.
9. O.N.Lowry, N.J.Rosenbrough, F.L.Farr, R.J.Randall. J.Biol. Chem., V 1953, 1, 1951, 265-275.
10. Т.Ш.Радиани, А.Т.Школьный, М.М.Гомартели, А.Т.Кушашвили, А.К.Церетели, Т.И.Билай, Г.И.Квеситадзе. Микробиол. ж., Киев, **52**, 2, 1990, 57-61.
11. თრადიანი, ლ.ჭუმბაშვილი, მ.გომართელი. საქ. სსრ მეცნიერებათა აკადემიის შოამბე, **137**, 3, 1990, 609-611.
12. Л.В.Югова. Автореферат канд. дисс. М., 1984.

ბ.წერეთელი, შ.უგრეხელიძე, ლ.ბოკორიძე

ცინებისა და კარბენდაზიმის მეტაბოლიტები ალკოჰოლური დუღილის პროდუქტებში

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა გ.ჩივაძემ 31.01.1994)

ფუნგიციდები – ცინები და კარბენდაზიმი ფართოდ გამოიყენება ვაზის დაავადებათა საწინააღმდეგოდ [1]. ვეგეტაციის პერიოდში ნაყოფი 5-6-ჯერ მუშავდება ამ პრეპარატებით, რის შედეგადაც ცინებისა და კარბენდაზიმის ლიპოფილური მოლეკულები აღსორბირდებიან რა მტევნის მარცვლებისა და კლერტის ცვილის ზედაპირზე, გროვდებიან კუტიკულაში. ყურძნის დაწურვისას ფუნგიციდები გადადიან ყურძნის წვეწვში და ალკოჰოლური დუღილის პროცესშიც მონაწილეობენ. ჩვენ შევისწავლეთ ცინებისა და კარბენდაზიმის გარდაქმნა ალკოჰოლური დუღილის პროცესში.

ცინებისათვის ავიღეთ ორი გიშის ყურძენი – რქაწითელი და საფერავი. პესტიციდების გარდაქმნას ვსწავლობდით ორ ტექნოლოგიურ სქემაში – ვეროპულსა და კახურიში. დაქულებილი ყურძნის მასაში შეგვექონდა რადიოაქტიური ნახშირბადით ნიშანდებული ფუნგიციდის მიკროსუსპენზია: 2 კგ ყურძენზე ვიღებდით 33 მგ ცინებს (C^{14} -მეთილენში), რომლის ჯამური რადიოაქტივობა შეადგენდა 13 მბკ ან 33 მგ $2C^{14}$ -კარბენდაზიმს, რომლის ჯამური რადიოაქტივობა შეადგენდა 1,2 მბკ. დუღილი მიმდინარეობდა $20-23^{\circ}C$ -ის პირობებში 14 დღე-ღამის განმავლობაში. გამოყოფილი ნახშირორქანგი მთლიანად ფიქსირდებოდა. დუღილის დამთავრების შემდეგ ვსაზღვრავდით ღვინის ლექისა და დუღილის დროს გამოყოფილი ნახშირორქანგის რადიოაქტივობას. ღვინოში არსებული პესტიციდებისა და მათი გარდაქმნის პროდუქტების იდენტიფიკაცია ხდებოდა შერეული სინჯის მეთოდით და ქრომატოგრაფიული მახასიათებლების [2] მიხედვით, ხოლო მათი რაოდენობრივი განსაზღვრა – ავტორადიოგრაფიის მეთოდით [3]. რადიოაქტივობას ვზომავდით თხევად სცინტილაციურ მთვლელზე Rack Beta II ბრეის ჰიდროფილურ სისტემაში [4], ათვლის ეფექტურობა 96%.

დუღილის დამთავრების შემდეგ ღვინის, ლექისა და დუღილის შედეგად გამოყოფილი ნახშირორქანგის რადიოაქტივობის განსაზღვრა გვაძლევს ამ სამ ფაზაში ფუნგიციდებისა და მათი მეტაბოლიტების განაწილების საერთო სურათს (ცხრილი 1). უწინარეს ყოვლისა, ყურადღებას იპყრობს ის ფაქტი, რომ ყველა ცდაში დუღილის შედეგად გამოყოფილი ნახშირორქანგის რადიოაქტივობა ძალზე დაბალია ($>0,1-0,2\%$). თუ მხედველობაში მივიღებთ იმ ფაქტს, რომ დუღილის პროცესში პესტიციდის მოლეკულის ნახშირბადატომის ნახშირორქანგამდე დაქანგვა მხოლოდ მისი მიკრობიოლოგიური გარდაქმნის შედეგადაა შესაძლებელი, უნდა დავასკვნათ, რომ საფუერები ცინებსა და კარბენდაზიმს მხოლოდ უმნიშვნელო რაოდენობით შეითვისებენ და გარდაქმნიან, რაც, ალბათ, ამ ფუნგიციდების მაღალი ტოქსიკურობითაა განპირობებული. აღსანიშნავია ისიც, რომ ცინებისა და

კარბენდაზიმის მაღალ მდგრადობაზე მიკრობიოლოგიური გარდაქმნების შემცირების მიუთითებენ რიგი გამოკვლევები [5].

პესტიციდებისა და მათი მეტაბოლიტების ძირითადი მასა განაწილებულია ღვინოსა და ლექში (ცხრილი 1). როგორც ცნობილია, მკვე არეში ცინები საკმაოდ სწრაფად გარდაიქმნება და წარმოქმნის რამდენიმე პროდუქტს: ეთილენ-თიოშარდოვანას, ეთილენთიურამზონოსულფიდს, ეთილენთიურამდისულფიდს, ეთილენდიაზინსა და გოგირდნაზირბადს [5]. რაც შეეხება კარბენდაზიმს, მისი გარდაქმნის პროდუქტებიდან ყველაზე დამახასიათებელია 2-ამინობენზიმიდაზოლი [5]. მოსალოდნელი იყო ამ პროდუქტების წარმოქმნა ალკოჰოლური დუღილის პროცესისა და ღვინის შემდგომი დაყოვნების პირობებში.

C^{14} -ცინებით დამუშავებული ყურძნიდან მიღებული ღვინის ნიმუშებიდან გამოყოფილ და იდენტიფიცირებულ იქნა C^{14} -ცინები, C^{14} -ეთილენთიოშარდოვანა, C^{14} -ეთილენთიურამზონოსულფიდი, C^{14} -ეთილენთიურამდისულფიდი და C^{14} -ეთილენდიაზინი, ხოლო $2C^{14}$ -კარბენდაზიმით დამუშავებული ყურძნიდან მიღებული ღვინის ნიმუშებიდან - $2C^{14}$ -კარბენდაზიმი და $2C^{14}$ -ამინობენზიმიდაზოლი (ცხრილი 2,3).

ცხრილი 1

პესტიციდების რადიოაქტიური ნაზირბადის განაწილება ალკოჰოლური დუღილის პროდუქტებში

დასადუღებელი მასა	რადიოაქტიუობა, %		
	ღვინო	ლექი	CO ₂
საფერავი+ C^{14} -ცინები	65,7	34,2	0,1
საფერავი+ $2C^{14}$ -კარბენ- დაზიმი	19,0	80,9	0,1
რქაწითელი+ C^{14} -ცინები (დადუღება ჭკაპზე)	4,3	95,6	>0,1
რქაწითელი+ $2C^{14}$ -კარ- ბენდაზიმი (დადუღება ჭკაპზე)	1,2	98,7	>0,1
რქაწითელი+ C^{14} -ცინები (დადუღება უქაქოდ)	54,6	45,3	>0,1
რქაწითელი+ $2C^{14}$ -კარ- ბენდაზიმი (დადუღება უქაქოდ)	71,1	28,7	0,2

აღსანიშნავია, რომ ღვინოში დარჩენილი პესტიციდების ორი მესამედი ნაწილი (და მეტიც) მათი გარდაქმნის პროდუქტებითაა წარმოდგენილი. საფერავში ცინების გარდაქმნის ძირითადი პროდუქტის იდენტიფიცირება ვერ მოხერხდა (ცხრილი 2). ეს ნაერთი, რომელიც საკმაოდ დაბალი ქრომატოგრაფიული ძვრადობით ხასიათდება ($R_f=0,3$ ბუთანოლი - ძმარმკვა - წყალი 4:1:5), მცირე რაოდენობით წარმოიქმნება რქაწითელში. ამ უკანასკნელში ცინების გარდაქმნის ძირითად პროდუქტს ეთილენთიურამდისულფიდი წარმოადგენს. ღვინის ყველა ნიმუშში კარბენდაზიმის დიდი ნაწილი 2-ამინობენზიმიდაზოლს წარმოქმნის.

ტექნოლოგიური თვალსაზრისით უპირველად საინტერესოა ის ფაქტი, რომ ჭკაპზე დადუღებულ რქაწითელში, უქაქოდ დადუღებულ ღვინოსთან შედარებით

მნიშვნელოვნად დაბალია რადიოაქტიური ნახშირბადის ჩართვა. ასე მაგალითად C^{14} -ცინებით დამუშავებული რქაწითლის უქაქოდ დადუღების შემთხვევაში ღვინოში C^{14} -ის ჩართვა 54,6% შეადგენს, ხოლო $2C^{14}$ -კარბენდაზიმით დამუშავებული რქაწითლის უქაქოდ დადუღებისას ღვინოში C^{14} -ის 71,1% ჩაერთვის. ქაქაზე დადუღებული რქაწითლისათვის ეს მონაცემები შესაბამისად 4,3% და 1,2% შეადგენს (ცხრილი 1). საპირისპირო მდგომარეობაა აღნიშნული ღვინოების ლექის შემთხვევაში: ქაქაზე დადუღებისას ლექში პესტიციდების მოლეკულათა ნახშირბადის გაცილებით მეტი რაოდენობა გადადის, ვიდრე უქაქოდ დადუღების დროს (ცხრ. 1,2,3).

ცხრილი 2
 C^{14} -ცინები და მისი გარდაქმნის პროდუქტები ღვინოში (%)

ღვინო	ცინები	ეთილენითი შარღოვანა	ეთილენითი- რამონო- სულფიდი	ეთილენითი- რამდი- სულფიდი	ეთილენ- დიამინი	x
საფერავი	32	3	20	10	4	31
რქაწითელი (ქაქაზე)	20	20	10	34	12	4
რქაწითელი (უქაქოდ)	15	10	19	39	9	8

ცხრილი 3
 C^{14} -კარბენდაზიმი და მისი გარდაქმნის პროდუქტები ღვინოში (%)

ღვინო	კარბენდაზიმი	2-ამინობენზიმიდაზოლი
საფერავი	25	75
რქაწითელი (ქაქაზე)	33	67
რქაწითელი (უქაქოდ)	34	66

ცხადია, რომ ზემოხსენებული კანონზომიერების უმთავრესი გამომწვევი მიზეზი კატეხინები და კატეხინური ტანიდებია, რომლებიც ქაქაზე დადუღების შემთხვევაში დიდი რაოდენობით გადადიან ღვინოში. ტანიდების ქარბი რაოდენობა უფრო სრულად დალეკავს ღვინის ცილებს და, შესაბამისად, მათი ურთიერთქმედების პროდუქტებს პესტიციდებთან. მეტად რეალურად გვეჩვენება ლექში C^{14} -ის ჩართვის ის გზა, რომელიც ითვალისწინებს, ერთი მხრივ, პესტიციდებისა და მათი გარდაქმნის პროდუქტების, ხოლო მეორე მხრივ, ღვინის ცილების თანადაქანგვას კატეხინების ქანგვითი თანაპოლიმერიზაციის დროს წარმოქმნილი ქინონებით [6]. ასეთი თანადაქანგვისას ცილის მოლეკულებს კოვალენტურად უქავშირდებიან პესტიციდების გარდაქმნის პროდუქტები [7]. ვფიქრობთ, რომ კატეხინების უნარი შეამციროს ღვინოში პესტიციდებისა და მათი გარდაქმნის პროდუქტების შეცულობა, ეკოლოგიურად სუფთა პროდუქტის მიღების თვალსაზრისით გარკვეულ პრაქტიკულ ინტერესს წარმოადგენს.

საქართველოს აგარარული უნივერსიტეტი

შემოვიდა 4.02.1994

В.С.Церетели, Ш.Д.Угрехелидзе, Л.Д.Бочоридзе
**Метаболиты цинеба и карбендазима в продуктах
 алкогольного брожения**

Резюме

Изучено превращение фунгицидов — цинеба и карбендазима в процессе алкогольного брожения виноградного сока сортов „Ркацители“ и „Саперави“. Выявлены закономерности включения фунгицидных остатков или их метаболитов в комплексах танин-белкового взаимодействия в зависимости от технологии приготовления вин. Высказано соображение о механизме соокисления белков виноградных вин и хинонов, образующихся в результате окислительной сополимеризации катехинов.

BIOCHEMISTRY

V. Tsereteli, Sh. Ugrekheldize, L. Bochoridze

**The Metabolites of Zineb and Carbendazime in Alcoholic
 Fermentation Products**

Summary

The transformation of ^{14}C -zineb and ^{14}C -carbendazime by alcoholic fermentation of two varieties of grapes - Sapheravi (red) and Rqazitheli (white) - has been studied. The two methods of fermentation has been applied. It has been found that by alcoholic fermentation the oxidation of carbon atoms of fungicide molecules to CO_2 occurs only in negligible amounts (0.1-0.2 p.c. of total radioactivity). This fact shows that the microbiological degradation does not signify in transformation of these fungicides by alcoholic fermentation. The bulk of the labelled carbon of fungicides distribute among wine and precipitate. And here such regularity has been observed: if the fermentation of the must is fulfilled in presence of pulp, the 95-98 per cent of labelled carbon concentrate in precipitate and only its small amount is left in wine. If the fermentation is fulfilled in absence of pulp, the amount of ^{14}C -decreases in precipitate and increases in wine. It has been suggested that the fungicide-protein complexes of wine after interaction with tannin fall out as a precipitate. The decomposition products of zineb (ethylthiourea, ethylenediamine, ethylthiurammonosulphide and ethylthiuramdisulphide) and of carbendazimes (2-aminobenzimidazole) has been separated from wine.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. Н.Н.Мельников, К.В.Новожилов, С.Р.Белан, Т.И.Пылова. Справочник по пестицидам. М., 1985.
2. G. Czeglédi-Janko. J. Chromatogr., 31, 1967, 89-95.
3. Т.Робертс. Радиохроматография. М., 1981, 89-95.
4. G.A.Bray. Anal. Biochem., 1, 1960, 279.
5. Н.Н.Мельников, А.И.Волков, С.А.Короткова. Пестициды и окружающая среда. М., 1977, 119-125, 185-190.
6. D.E.Hathway, J.W.T.Seakins. Nature, 176, 1955, 218.
7. Р.Витфильд, В.Весли. В кн.: Химические реакции полимеров. т.1. М., 1967, 327-451.

Н.Ж. Зарнадзе, К.В.Спиридонова, В.Г.Соловьян

Получение препаратов ДНК из тканей актинидии, пригодных для рестрикции

(Представлено академиком Т.Г.Беридзе 8.11.1993)

Рядом исследователей установлено, что растения-регенеранты, полученные из культивируемых клеток и тканей, фенотипически отличаются от исходных растений. Это явление, названное самоклональной вариабельностью [1], вероятно, связано с происходящими геномными изменениями [2-5].

Исследование геномных перестроек на уровне последовательностей ДНК позволяет выяснить механизм и природу самоклональной изменчивости. В связи с этим особую важность приобретает получение очищенных препаратов растительных ДНК, пригодных для молекулярно-биологического анализа. В ряде случаев, однако, это сопряжено со значительными трудностями из-за наличия в тканях растений фенольных соединений и полисахаридов, которые затрудняют дальнейший анализ выделенной ДНК. Это обстоятельство было отмечено рядом исследователей, ставивших целью получить очищенные препараты ДНК из растительных тканей различных источников [6-9].

Цель работы заключалась в получении пригодных для рестрикции суммарной ДНК актинидий (*Actinidaceae*). Для решения этой задачи было проведено опробование ряда современных методик [10-14], которое не дало, для осуществления наших целей, положительного результата в связи с наличием в клетках актинидий высокого содержания полисахаридов и фенольных соединений.

В настоящем исследовании мы проводили процедуру выделения и очистки препаратов ДНК актинидии, пригодных для рестрикции.

Материалом исследования служили самоклоны-регенеранты двух видов актинидий: *Actinidia deliciosa* и *A.chinensis*.

Ткани месячных растений (молодые участки стеблей с листьями) растирали в жидком азоте до получения гомогенной пудры и добавляли трехкратный избыток лизирующего буфера, содержащего 5 м мочевины, 0,1 м Трис-НСl (рН 8,0), 0,1 м ЭДТА, 0,5 NaCl. После перемешивания к тканям добавляли ДСН и водонасыщенный фенол до конечной концентрации 2% и 5% соответственно. ДНК экстрагировали в течение часа при комнатной температуре. Депротеинизацию проводили дважды - смесью фенол-хлороформ-изоамиловый спирт (25:24:1) и однократно - хлороформ-изоамиловый спирт (24:1).

ДНК осаждали двумя объемами спирта в присутствии 0,3 м Натрета (рН 5,6), осадок растворяли в ТЕ буфере (10 мМ Трис-НСl (рН 8,0), 1 мМ ЭДТА, добавляли хлористый цезий до конечной концентрации 4,5 м и центрифугировали при 40000 об/мин в течение 48 часов в роторе РКС-50-Т в присутствии 0,1 м/мл бромистого этидия.

Описанный способ выделения ДНК обеспечивал ее необходимую чистоту, однако оказался нецелесообразным в силу продолжительности, трудоемкости и дороговизны. Поэтому было решено разработать методику получения препаратов суммарных ДНК более быстрым и менее трудоемким способом.



рис. Рестрикционный анализ препаратов суммарных ДНК *A. chinensis*: 1- интактная ДНК; 2,3 - ДНК, рестрицированная Hind III; 4- Alu I

Полученный грубый осадок ДНК растворяли в ТЕ буфере и добавляли в равных объемах 2,5 м K_2HPO_4 (pH 8,0) и 2-метоксиэтанола для удаления полисахаридов. Смесь тщательно перемешивали и центрифугировали при $2,5 \cdot 10^3 g$ в течение 20-25 минут. Выпавший в интерфазе осадок ДНК промывали 70%-ным этанолом, высушивали на воздухе и растворяли в ТЕ буфере. К раствору ДНК добавляли Na-фосфатный буфер (pH 6,8) до конечной концентрации 0,04 м и пропускали через колонку с гидроксипатитом (B10-Gel, НТР, США), уравновешенную тем же буфером. Колонку промывали несколькими объемами 0,12 м Na-фосфатного буфера (pH 6,8), ДНК смывали 0,4 м Na-фосфатным буфером (pH 6,8).

Фракции, содержащие ДНК, собирали, диализовали против $0,1 \times TE$ буфера и осаждали спиртом в присутствии 0,3 м Na-ацетата. Осадок ДНК центрифугировали в течение 15 мин при 12000 об/мин, промывали 70% этанолом, высушивали, растворяли в ТЕ буфере и использовали для дальнейшего анализа.

Гидролиз ДНК рестрикционными эндонуклеазами проводили при $37^\circ C$ на протяжении 4-5 часов в соответствующих буферах, приведенных в сертификатах.

Гидролизованную ДНК разделяли с помощью горизонтального гель-электрофореза в 1% агарозном геле в $1 \times TAE$ буфере при градиенте напряжения 2 в/см в течение 12 часов [15].

Как следует из данных, представленных на рис., полученные описанным способом ДНК являются высокомолекулярными, гомогенными и пригодными для рестрикции.

Научно-производственное объединение по чаю, субтропическим культурам и чайной промышленности
Озургети-Анасеули

Институт молекулярной биологии и генетики АН Украины

(Поступило 13.12.1993)

ნ.ზარნაძე, კ.სპირიდონოვა, ვ.სოლოვიანი

რესტრიქციკრებადი დნმ-ს გამოყოფა აქტინიდიის მცენარის ქსოვილიდან რეზიუმე

შემუშავებულია გენომური დნმ-ს გამოყოფის მეთოდი აქტინიდიის მცენარიდან. ამ მეთოდით გამოყოფილი დნმ ექვემდებარება რესტრიქციული ენდონუკლეაზების მოქმედებას.

გამოყოფის პროცედურა მოიცავს დნმ ექსტრაქციას ანიონური დეტერგენტით 5M შარდოვანას თანაობით. პოლისაქარიდების დალექვა მიმდინარეობს; 2-მეტაქსიეთანოლით. დნმ-ს პრეპარატის საბოლოო გაწმენდა ხდება ქრომატოგრაფიებით ჰიდროქსიპატიტის სვეტზე, რის შედეგადაც პრეპარატი თავისუფლდება რესტრიქციული ფერმენტების ინჰიბიტორებისაგან.

BIOCHEMISTRY

N.Zarnadze, C.Spiridonova, B.Solovian

The Method for Purification of Genomic DNA from Actinidia Plant Tissues

Summary

The method has been developed to obtain the genomic DNA suitable for restriction endonuclease analysis from Actinidia plants.

The procedure involves extraction of DNA with anionic detergents in the presence of 5 M urea. The precipitation of polysaccharides with methoxyethanol is followed by DNA purification by hydroxylapatite column chromatography.

The method effectively removed the inhibitory effects of various plant contaminations on restriction enzyme reactions.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. P.J.Larkin, W.R.Scowcroft. Theor. Appl. Genet., **60**, 1981.
2. M.W.Bayliss. Int. Rev. Citol, 1980, Suppl, 11-A, 113-144.
3. J.Landsmann, H.Uhrig. Theor. Appl. Genet. **71**, 1985, 500-505.
4. N.L.V.Lapitan, R.G.Sears, B.S.Gill. Theor. Appl. Genet. **75**, 1980, 382-388.
5. В.Т.Соловьян, И.А.Костенюк, В.А.Кунах. Генетика, **23**, 7, 1200-1208.
6. M.E.John. NAR, **20**, 9, 1992, 23-81.
7. G.Fang, S.Hammar, R.A.Grument. Biofeedback, **13**, 1, 1992, 53-55.
8. I.A.Lipke, M.N.Strzempko, F.F.Raia, S.L.Simon, C.K.French. Appl. a. Environ Microbiol., **53**, 10, 1987, 2588-2589.
9. H.Junghans, M.Metzlaff. Biotechniques, **8**, 3, 1990, 176.
10. M.G.Murray, W.F.Thompson. Nucl. Acids. Res., **8**, 1980, 4321-4325.
11. S.L.Dellaporta, J.Wood, J.B.Hichrs. Plant Molec. Biol. Rep., **1**, 1983, 19-21.
12. J.W.Dale, P.Greenaway. Methods in Molecular Biology, **2**, Nuclein Acids/ED- J.M. Walker-Clifton New-Jersey: humana Press, 1984, 197-200.
13. O.Scott, S.Rogers, J.Arnold, A.Bendlich. Plant Mol. Biology, **5**, 1985, 69-76.
14. M.Shure, S.Wessler, N.Fedoroff. Cell, **35**, 1983, 225-233.
15. Т.Маниатис, Э.Фрич, Дж.Сембург. Молекулярное клонирование (методы генетической инженерии). М., 1984, 480 с.

მ.გობავა, მ.გომართელი

სოკო *Penicillium canescens* RTM-22 - ფერმენტ ქსილანაზის პროდუცენტი

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა გ.კვეციტაძემ 30.06.1991)

ჰემიცელულოზა, ლიგნინსა და ცელულოზასთან ერთად, მცენარეული უჯრედის კედლის ძირითადი საშენი მასალაა. ქსილანით ყველაზე მდიდარი მცენარეების ჰემიცელულოზა უჯრედის მშრალი მასის 15-35% შეადგენს. ქსილანი ჰეტეროპოლისაქარიდია, რომლის ჩონჩხი 1,4 ბმით დაკავშირებული β-D ქსილოპირანოზული წვუსისაგან შედგება [1].

მცენარის ტიპის მიხედვით, ჩონჩხში შეიძლება იყოს ჩანაცვლებული α-L-არაბინოფურანოზული, 4-0-მეთილგლუკოროანოზული ან აცეტილური წვუსები. მიკროორგანიზმების დიდი უმეტესობა ერთდროულად წარმოქმნის ცელულოზის და ჰემიცელულოზის დამშლელ ფერმენტებს.

ჩვენი სამუშაო მიზნად ისახავდა მაღალი ქსილანაზური აქტივობის მქონე შტამების მიღებას, რომელსაც არ ექნებოდა ცელულაზური აქტივობა.

როგორც აღვნიშნეთ, ბუნებაში ცნობილია მაღალი ჰემიცელულაზური აქტივობის მქონე შტამები, მაგრამ ისინი, როგორც წესი, მაღალი ცელულაზური აქტივობითაც ხასიათდებიან, რადგან აღნიშნული ფერმენტები მცენარის სტრუქტურულ უხსნად პოლიმერებს გარდაქმნიან ხსნად მონომერებად და შეთანხმებულად მოქმედებენ. თანამედროვე შეხედულებებით ცელულაზისაგან თავისუფალი ქსილანაზური პრეპარატის გამოყენებით შესაძლებელია მერქანში არსებული ჰემიცელულოზის ფერმენტული ჰიდროლიზის გზით მივიღოთ მაღალი ხარისხის ქაღალდი.

მეორე მხრივ, მცენარეული ნედლეულის შერჩევითი ჰიდროლიზი საშუალებას იძლევა ცალ-ცალკე მივიღოთ ჰემიცელულოზისა და ცელულოზის ჰიდროლიზის პროდუქტები, ხოლო შემდეგ გამოვიყენოთ ისინი დანიშნულებისამებრ. რაც შეეხება ქსილანაზური პრეპარატიდან ცელულაზის შემდგომ მოცილებას მისი ინაქტივაციით, იონცვლადი ქრომატოგრაფიითა და სხვა მანიპულაციებით, ეს, რა თქმა უნდა, მნიშვნელოვნად ზრდის ქსილანაზური პრეპარატის ღირებულებას. ფიზიკური მუტაგენის, კერძოდ, ულტრაიისფერი სხივების გამოყენებამ საშუალება მოგვცა მიკრომიცეტ *P.canescens*-20171-ის დასხივების შედეგად მიგვეღო მდიდარი სასელექციო მასალა (მოიცავს დაახლოებით 280 კულტურას), რომელიც ერთეული კოლონიებიდანაა გამოყოფილი და ხასიათდება როგორც შეცვლილი, ასევე შეუსვლელი მორფოლოგიური ნიშან-თვისებებით. დასხივების დოზა იცვლებოდა 3,5-1120 ჯ/მ². მიღებული შტამები ფერმენტ ქსილანაზის სინთეზის უნარისა და კულტურალურ-მორფოლოგიური ნიშან-თვისებების მიხედვით პირობითად დავყავით ოთხ ჯგუფად. პირველ ჯგუფში გავაერთიანეთ შეცვლილი კულტურალურ-მორფოლოგიური ნიშნებისა და ქსილანაზის გაზრდილი სინთეზის უნარის მქონე შტამები. ისინი მიღებულია 30-200 ჯ/მ² დოზით დასხივებისას - სულ 50 კულტურა, რაც საერთო რაოდენობის 19%-ს



შეადგენს. მეორე ჯგუფში გავერთიანეთ შეცვლილი კულტურალურ-მორფოლოგიური ნიშან-თვისებების მქონე შტამები, რომლებიც ქსილანაზის სინთეზის უნარიან არ განსხვავდებიან საწყისი შტამებისაგან. ეს კულტურები მიღებულია 260-400 ჯ/მ² დოზით დასხივებისას. მესამე ჯგუფში შევიდა შეცვლილი კულტურალურ-მორფოლოგიური ნიშან-თვისებების მქონე კულტურები, რომლებიც ხასიათდებიან ქსილანაზის 20-40%-ით დაქვეითებული სინთეზის უნარით (დასხივების დოზა 566-966 ჯ/მ²), ხოლო მეოთხე ჯგუფში გაერთიანებული კულტურები არც კულტურალურ-მორფოლოგიური ნიშნებით და არც ფერმენტ ქსილანაზის სინთეზის უნარით არ განსხვავდება საწყისი შტამებისაგან. ეს უკანასკნელი ჯგუფი ყველაზე მრავალრიცხოვანია - სულ 166 კულტურა, რაც საერთო რაოდენობის 64% შეადგენს [1].

ცხრილი 1

P. canescens-ის მუტანტური შტამების ქსილანაზური და ცელულაზური აქტივობები

შტამის ნომერი	ქსილანაზური აქტივობა		ცელულაზური აქტივობა ერთ/მლ	
	ერთ/მლ %		ფ.ქ.	მ.კ.ც.
№13 (3-30 წმ)	11	214	0,07	0,67
№63 (1-3 წმ)	8,5	142	0,005	0,04
№3 (3-10 წმ)	13	270	0,007	0,42
№10 (10-10 წმ)	16	357	0,075	0,6
№30 (9-30 წმ)	18	414	0,001	0,4
№27 (9-30 წმ)	17,5	400	0,0025	0,5
№33 (15-30 წმ)	16	357	0,0045	0,1
№45 (27-30 წმ)	10	210	0,015	0,15
№54 (16-1 წმ)	6,5	85	0,003	0,25
№55 (15-1 წმ)	18	414	0,014	0,6
№57 (11-1 წმ)	16	357	0,009	0,2
№59 (8-1 წმ)	7	100	0,0075	0,25
№62 (14-1 წმ)	13	270	0,005	0,3
№66 (5-20 წმ)	9	157	0,005	0,25
№70 (12-20 წმ)	17	385	0,003	0,7
№72 (8-20 წმ)	12	260	0,0045	0,36
№77 (17-30 წმ)	13,5	285	0,009	0,45
№80 (20-60 წმ)	12	260	0-0	0,05-0,07
№23 (4-30 წმ)	20	470	0,015	0,2
№20 (1-30 წმ)	14,5	314	0,018	0,35
№74 (15-30 წმ)	14	300	0,0045	0,45
№71 (10-20 წმ)	22	528	0-0	0,035
№9 (9-10 წმ)	12	350	0,008	0,12
№47 (25-30 წმ)	19	157	0,006	0,45
კონტროლი	3,5	-	-0,87	2,4

I ჯგუფში გაერთიანებული შტამების ქსილანაზური და ცელულაზური აქტივობების შესწავლამ გვიჩვენა, რომ მნიშვნელოვნად შემცირებული ცელულაზური აქტივობის ფონზე 24 კულტურას, რაც საერთო რაოდენობის 9% შეადგენს, დაახლოებით 50-დან 500%-მდე აქვთ გაზარდილი ქსილანაზური აქტივობა. როგორც 2 ცხრილში

მოყვანილი შედეგებიდან ჩანს, ჩვენთვის ყველაზე საინტერესო აღმოჩნდა მუცხუნა (10-20 წთ), რომელსაც მიენიჭა სახელწოდება *Penicillium canescens* RTM-22. შტამი არ არის ტოქსიკური და პათოგენური, გენეტიკურად სტაბილურია. მას თითქმის ნულოვანი ცელულაზური აქტივობის ფონზე 500%-ით აქვს გაზრდილი ქსილანაზური აქტივობა [4].

ცხრილი 2

ნახშირბადის წყაროს გავლენა *P. canescens* RTM-22-ის მიერ ეგზოგენური ქსილანაზის სინთეზის უნარზე

დანამატი	ქსილანაზური აქტივობა		ცელულაზური აქტივობა ერთ/მლ (მ.კ.ც.)
	ერთ/მლ	აქტივობის კლება (-) მატება (+) %	
გლუკოზა	15,5	-45	0,26
ლაქტოზა	14,5	-46	0,27
მანიტი	16	-44,5	0,24
რამნოზა	12	-66	0,2
სორბიტი	15	-45	0,19
მალტოზა	9,4	-65	0,25
მანოზა	4,8	-82	0,31
ფრუქტოზა	2,2	-92	0,18
დულციტი	0,96	-99,4	0,02
ინოზიტი	12	-56	0,3
ქსილანი	36	33	0,3
გალაქტოზა	3,6	-87	0,2
სიმინდის ქუჩეჩი	42	55	0,46
ალაო	37	-24	0,23
ნახერხი	9,6	-64	0,51
ვაზის წარჩენი	12	-56	0,57
ციტრუსის წარჩენი	20	7	0,17
ჩაის წარჩენი	77	-72	0,16
სიმინდის ექსტრაქტი			
0,5 %	31	15	0,35
1%	22	-17	0,27
3%	14	-47	0,2
კონტროლი	27	0	0,12

როგორც ცნობილია, ორგანიზმის ბიოსინთეზური უნარის გაზრდის ერთ-ერთ მნიშვნელოვან გზას კონკრეტული მეტაბოლიტის მიმართ ისე, რომ არ შეიცვალოს მისი გენეტიკური აპარატი, წარმოადგენს კულტივირებისათვის ოპტიმალური პირობების შერჩევა.

დავადგინეთ, რომ მუტაგენურ შტამ *P. canescens* RTM-22-ის კულტივირების ოპტიმალური ტემპერატურა არის 28⁰, pH4,2-4,4; ფერმენტ ქსილანაზის მაქსიმალური რაოდენობა სინთეზირდება 70 სთ-ისთვის.



საკვები არის ოპტიმიზაციის მიზნით არეში დანამატის სახით შეგვქონდა დასხვა ნახშირწყალი და ნახშირწყალით მდიდარი ნარჩენი: ალას ლივები, ჩაისა და ლენის წარმოების ნარჩენები, სიმინდის ქუჩი და სხვა. ყველა ეს ნივთიერება ემატებოდა საკვებ არეს 1%-ის ოდენობით. შედეგები მოყვანილია 3 ცხრილში.

ცხრილი 3

აზოტის წყარო	აქტივობა		
	ქსილანაზური		ცელულაზური (მ.კ.ც.) ერთ/მლ
	ერთ/მლ	კლება (-) მატება (+) %	
NaNO ₃	40	60	0,25
KNO ₃	11,8	-53	0,03
Ca(NO ₃) ₂	21,8	-3	0,1
NH ₄ NO ₃	12,5	-50	0,06
პეპტონი 0,25 %	37	48	0,2
შარდოვანა	0,13	-95	0
ზრდის ფაქტორი 0,1 %	26,5	12	0,45
0,3 %	28	12	0,5
0,5%	37,5	50	0,7
კონტროლი	25	0	0,12

სიმინდის ქუჩის დამატებამ საშუალება მოგვცა არა მხოლოდ 50-55%-ით გაგვეზარდა სინთეზირებული ფერმენტის რაოდენობა, არამედ 30-40%-ით შეგვემცირებინა არეში შესატანი სოიის ფქვილი, რასაც ეკონომიური თვალსაზრისით დიდი მნიშვნელობა აქვს.

შევისწავლეთ აზოტის წყაროების ზეგავლენა *P. canescens* RTM-22-ის მიერ ფერმენტ ქსილანაზის სინთეზის უნარზე. აზოტის მინერალური წყაროებიდან ვიყენებდით: NaNO₃, KNO₃, NH₄NO₃ აღნიშნული მარილების კონცენტრაცია არეში აზოტის მიმართ 0,04%-ის ტოლი იყო.

ორგანული აზოტი გამოვცადეთ პეპტონის, საფუვრის ექსტრაქტის, შარდოვანას და ზრდის ფაქტორის სახით LBE (inagrossa). 3 ცხრილში მოყვანილი შედეგებიდან ჩანს, რომ მინერალური წყაროებიდან ყველაზე ეფექტურია NaNO₃-ის გამოყენება, მისი შეტანა არეში 0,24%-ის ოდენობით 50-60%-ით ზრდის სინთეზირებული ფერმენტის რაოდენობას. ასევე მნიშვნელოვანი შედეგები მოგვცა ზრდის ფაქტორისა და პეპტონის გამოყენებამ. გამოვცადეთ ვიტამინების კომპლექსი (ბიოტინი, რიბოფლავინი, ნიკოტინის მჟავა, პანტოთინის მჟავა, B₁₂, B₁₆). საკვებ არეში მისმა დამატებამ 0,1%-ის ოდენობით 40-50%-ით გაზარდა ფერმენტის აქტივობა.

ჩატარებულმა სამუშაომ საშუალება მოგვცა მიგველო მუტანტური შტამი *P. canescens* RTM-22 და მისი სიღრმითი კულტივირებისათვის შეგვერჩია შემდეგი საკვები არე (გ/ლ) NaNO₃-2,4; KCl-0,5; MgSO₄ - 0,15; Na₂HPO₄·12H₂O - 15,0; სოიის ფქვილი - 20; სიმინდის ნარჩენი - 10.

საქართველოს მეცნიერებათა აკადემია
ს.დურმიშიძის სახ. მკვლარეთა ბიოქიმიის
ინსტიტუტი

(შემოვიდა 26.10.1993)

M. A. Dzjobava, M. M. Gomarteli

***Penicillium canescens* RTM-22 - პროდუცენტ კსილანაზი**

Р е з ю м е

Путем облучения УФ-светом микромицета *Penicillium canescens* (штамм 20171) получен мутант *P. canescens* RTM-22 - активный продуцент внеклеточной ксиланазы с повышенным уровнем биосинтеза указанного фермента на 500% по сравнению с исходным штаммом. Мутант оказался стабильным и в течение 3-летнего наблюдения полностью сохранил способность продуцировать ксиланазу в повышенном количестве. Подобраны условия для культивирования продуцента ксиланазы *P. canescens* RTM-22.

BIOCHEMISTRY

M. Jobava, M. Gomarteli

***Penicillium Canescens* RTM-22 Producer of Xylanase**

S u m m a r y

Penicillium canescens mutant RTM-22 an active producent of extracellular xylanase was obtained by UV-irradiation of *Penicillium canescens* sopp 20171. The biosynthetic activity of the mutant is higher by 500% than that of parent strain. The mutant is stable, it retained the ability to produce increased amounts of xylanase after 3-year storage. Condition for producent cultivation has been chosen.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. *A. Lappalainen*. Cellulotic and Xylanolytic Enzymes of *Trichoderma Reesei*. Espoo, November, 1988.
2. *K. Poutanen*. Characterization of Xylanolytic Enzymes for Potential Applications. Espoo, April, 1988.
3. *И.М. Пидопличко*. Пенициллин (ключ к определению видов). Киев. 1972.
4. *E. T. Lomkatsi, T. Sh. Radiani, A. T. Shkolni et al.* Acta Biotechnol., v.10, N 4, 363-367, 1990.

ნ.ამაშუკელი, თ.ხაჩიძე, ა.ბერუღაია, მ.ქაბახიძე, ო.ხაჩიძე

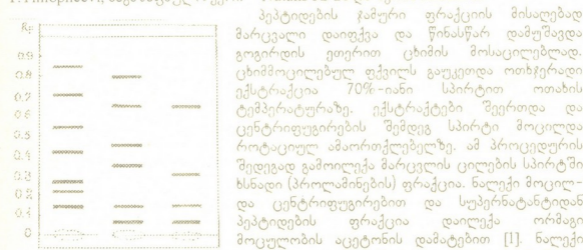
პეპტიდები ხორბლის, ქერის და შვრიის მარცვალში

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ნ.ამაშუკემ 5.10.1994)

მცენარეებში ცილებსა და სხვა აზოტოვან ნივთიერებებთან ერთად გვხვდება პეპტიდები, რომლებიც წარმოდგენილია როგორც თავისუფალი სახით, ისე სხვა ნაერთებთან კომპლექსში. ისინი აღმოჩენილია მცენარის სხვადასხვა ორგანოებში, კერძოდ თესლში [1-3], ფოთლებსა და ფესვებში [4,5]. ნაჩვენებია, რომ ვაზის სხვადასხვა ორგანოში არსებული პეპტიდები განირჩევიან როგორც ამინომჟავური შემადგენლობით, ისე მათი წარმოქმნის გზებით [6,7].

ჩვენ მიერ ხორბლის, ქერის და შვრიის მარცვლებიდან გამოყოფილ იქნა პეპტიდების პრეპარატები და შესწავლილია მათი ამინომჟავური შედგენილობა.

ცდებისათვის გამოყენებულ იქნა: საქართველოს ენდემური ხორბალი T.Timopheevi, საგანაფხულო ქერი - Nutans 32-28 და შვრია A.Sativa.



სურ. ხორბლის, ქერის და შვრიის მარცვლის პეპტიდების ჯამური ფრაქციების ქრომატოგრაფია

- 1- ხორბლის პეპტიდები,
- 2- ქერის პეპტიდები,
- 3- შვრიის პეპტიდები.

ბუნარი დაეწევა ქრომატოგრაფიული ქაღალდის მთელ ზოლზე. ჩატარდა აღმავალი ქრომატოგრაფირება გამხსნელში - ნ-ბუთილის სპირტი / ძმარმჟავა / წყალი (40/15/5). კარგად დაყოფის მიზნით ქრომატოგრაფიაზე გამხსნელი გატარდა 4-ჯერ. ამოიჭრა 2 სმ სივანის ზოლი და გამკლავნდა ნიპიდრინის 2%-იანი ხსნარით (2 გ. ნიპიდრინი - 95 მლ აცეტონი - 1 მლ ძმარმჟავა - 4 მლ წყალი).

პეპტიდების ჯამური ფრაქციის მისაღებად მარცვლი დაიფქვა და წინასწარ დამუშავდა გოგირდის ეთერით ცხიმის მოსაცილებლად. ცხიმმოცილებულ ფქვილს გაუკეთდა ოთხჯერადი ექსტრაქცია 70%-იანი სპირტით ოთახის ტემპერატურაზე. ექსტრაქტები შეერთდა და ცენტრიფუგირების შემდეგ სპირტი მოცილდა როტაციულ ამორთქლებელზე. ამ პროცედურის შედეგად გამოილევა მარცვლის ცილების სპირტში ხსნადი (პროლაინების) ფრაქცია. ნალექი მოცილდა ცენტრიფუგირებით და სუპერნატანტიდან პეპტიდების ფრაქცია დაილევა ორმაგი მოცულობის აცეტონის დამატებით [1]. ნალექი კვლავ შეგროვდა ცენტრიფუგირებით, დამუშავდა როდინში აცეტონით სუფთა ფხვნილის მიღებამდე. საბოლოოდ ნალექს აცეტონი მოცილდა დეკანტაციით და გაშრა ოთახის ტემპერატურაზე. მიღებული პეპტიდების თეთრი ფხვნილი გაიხსნა მცირე მოცულობის 70%-იან სპირტში და ჩატარდა ქრომატოგრაფირება პრეპარატულ ქრომატოგრაფიულ ქაღალდზე - FN-8, რისთვისაც პეპტიდების

ხორბლის ჭერის და შერის მარცვლის პეპტიდების ამინომჟავური შედგენილობა (% ჰიდროლიზატში)



ეროვნული
ცენტრი
საფრინობისა და
საფრინობის
კონტროლის
სამსახური

№	ამინომჟავები	პეპტიდების კომპოზიციის შემადგენელი													
		ხორბალი					ჭერი					შერის მარცვი			
		027	042	055	007	085	007	015	035	045	065	007	015	030	065
1.	გლუტამინის მჟავა	33.5	29.6	27.3	26.0	21.0	33.3	33.8	33.3	36.3	34.3	27.6	22.3	28.3	32.0
2.	ასპარაგინის მჟავა	10.3	10.2	11.4	13.0	13.3	5.2	3.8	4.1	3.1	3.7	10.4	37.2	8.8	15.8
3.	ტრეონინი	3.3	4.5	5.6	5.2	3.6	1.2	1.5	1.7	1.1	1.2	1.4	2.6	-	-
4.	სერინი	4.4	5.4	6.6	6.7	5.2	2.7	2.4	2.8	2.3	2.7	1.8	4.7	9.1	7.7
5.	პროლინი	13.2	6.6	-	11.1	-	23.6	27.7	30.5	33.4	30.1	33.5	19.7	30.5	34.3
6.	გლიცინი	6.4	5.6	7.8	7.2	8.5	2.1	1.4	1.7	1.9	2.1	-	-	-	-
7.	ალანინი	3.5	5.9	7.4	5.8	4.9	2.5	1.2	2.5	2.4	2.8	7.5	13.1	23.2	10.3
8.	ვალონი	1.4	3.0	3.0	3.4	3.3	1.6	1.4	1.5	1.3	1.7	-	-	-	-
9.	მეთიონინი	1.2	1.1	-	5.1	1.8	0.7	0.2	0.7	0.1	0.6	-	-	-	-
10.	იზოლუცილი	-	1.7	6.7	1.7	2.0	1.3	1.2	0.1	1.3	1.4	3.8			
11.	ლეიცილი	2.4	5.5	5.2	7.0	7.8	4.8	4.6	5.0	5.0	5.1	13.7			
12.	ტიროზინი	4.0	7.8	3.7	1.7	11.5	5.2	4.0	4.2	1.7	4.9				
13.	ფენილალანინი	3.2	4.0	3.5	8.6	3.7	5.4	5.5	5.6	5.6	5.4				
14.	ჰისტიდინი	4.2	3.2	4.2	2.7	5.1	2.6	1.4	1.9	1.5	1.9				
15.	ლიზინი	1.1	1.8	2.1	1.4	1.8	1.0	0.7	0.7	0.4	0.4				
16.	არგინინი	8.7	4.5	5.5	5.5	6.2	2.8	0.4	2.4	2.2	2.1				

- აღნიშნული ამინომჟავები არ დეტექტირდება.

ხორბლის პეპტიდების ქრომატოგრაფიაზე გამოქვამდა 7, ქერის პეპტიდების ქრომატოგრაფიაზე - 6 და შვრიის პეპტიდების ქრომატოგრაფიაზე - 4 პეპტიდი (სურ.).

პეპტიდების ლაქების შესაბამისი ადგილები ამოიკრა ქრომატოგრაფიიდან, გაუკეთდა ელუსტია 70%-იანი სპირტით, შემდგომ აორთქლდა როტაციულ ამორთქლებელზე მცირე მოცულობამდე და პრეპარატები გაშრა ლიოფილურად.

მიღებული პეპტიდების პრეპარატებს გაუკეთდა ჰიდროლიზი 6 N HCl-ით შეღობილ ამპულაში 24 საათის განმავლობაში 110°-ზე. HCl მოცილდა მრავალჯერადი აორთქლებით ფაიფურის თასებზე წყლის აბაზანაზე და ამინომჟავური შედგენილობა განისაზღვრა ავტომატურ ანალიზატორზე T-339 (ფირმა "Microtechna", ჩეხოსლოვაკია).

ცხრილში წარმოდგენილია ცალკეული პეპტიდების ამინომჟავური შედგენილობა. როგორც ჩანს, ხორბლის და ქერის პეპტიდები პოლიპეპტიდური ბუნებისაა. ისინი შეიცავენ ყველა ცილურ ამინომჟავას, ამგვარად, ისინი ცილის საკმაოდ დიდ ფრაგმენტებს წარმოადგენენ, რომლებიც იხსნებიან 70%-იან სპირტში (როგორც ზემოთ არის აღნიშნული, სპირტში ხსნადი ცილები - პროლაமிნები წინასწარ იყო მოცილებული). შვრიის პეპტიდების ჰიდროლიზატში 5-7-ზე მეტი ამინომჟავა არ აღმოჩნდა (ცხრილი). ხორბლის და ქერის პეპტიდებთან შედარებით შვრიის პეპტიდები გაცილებით მარტივი შედგენილობისაა.

ხორბლის პეპტიდები განსაკუთრებით გამოირჩევა გლუტამინის მჟავას მაღალი შემცველობით (21-33%). მაღალია აგრეთვე ასპარაგინის მჟავას შემცველობაც (10-13%). პროლინი ხორბლის მარცვლის ყველა პეპტიდში არ აღმოჩნდა. შედარებით დაბალი პროცენტული შემცველობით გამოირჩევა მეთიონინი, ლიზინი, იზოლეიცინი. ცალკეული ამინომჟავების შემცველობის მხრივ ზოგიერთი პეპტიდი საკმაოდ განირჩევა ერთმანეთისაგან.

ქერის პეპტიდებში ყველაზე დიდი რაოდენობით გვხვდება გლუტამინის მჟავა და პროლინი (ეს უკანასკნელი ქერის ყველა პეპტიდში აღმოჩნდა). დაბალია ლიზინის, მეთიონინის, იზოლეიცინის, ჰისტიდინის, გლიცინის, ტრეონინის შემცველობა, ხორბლის პეპტიდებთან შედარებით ქერის პეპტიდებში დაბალია ასპარაგინის მჟავას შემცველობა.

შვრიის პეპტიდებიც გამოირჩევა გლუტამინის მჟავას და პროლინის მაღალი შემცველობით. ტრეონინი, ლეიცინი და იზოლეიცინი 4-დან მხოლოდ ორი პეპტიდის შედგენილობაში აღმოჩნდა. შვრიის პეპტიდები ერთმანეთისაგან ძლიერ განსხვავდებიან ასპარაგინის მჟავას, სერინის და ალანინის პროცენტული შემცველობით.

საქართველოს მეცნიერებათა აკადემია
 ს.დურშიშიძის სახელობის მეცნიერებათა ბიოქიმიის ინსტიტუტი

(შემოვიდა 6.10.1994)

БИОХИМИЯ

Н.В.Амашукели, Т.О.Хачидзе, А.Х.Берулава, М.Г.Кабзинадзе, О.Т.Хачидзе

Пептиды в зерне ячменя, пшеницы и овса

Резюме

Из зерна ячменя, пшеницы и овса были выделены и очищены пептиды, растворимые в 70 % этиловом спирте (фракции пептидов),

которые разделены на отдельные компоненты методом препаративной бумажной хроматографии. Фракция пептидов пшеницы была разделена на 7, ячменя на 6, а овса на 4 компонента. После кислотного гидролиза отдельных пептидов изучен их аминокислотный состав. Выявлена специфичность отдельных пептидов по аминокислотному составу.

BIOCHEMISTRY

N. Amashukeli, T. Khachidze, A. Berulava, M. Kabzinadze O. Khachidze

Peptides in Seeds of Barley, Wheat and Oat

Summary

Peptides were isolated from the seeds of barley, wheat and oat using 70% ethanol (peptide fractions), which were divided on several components by the paper chromatography method. Peptide fraction of wheat was divided into 7, peptides of barley into 6 and peptides of oats into 4 components. The amino acid composition of several peptides was studied using the acid hydrolises. The specificity of peptides was revealed on the basis of amino acid content.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. *И.А. Асатов, К.Т.Июффе*. Химия природных соединений, 1966, N1, 40-43.
2. *A.J. Virtanen, E.J. Matikkala-Hope-Segler*. *Physiol. Chem.* **Bd 322**, 1/2, 1960, 8-20.
3. *M.Veiwierowska, E.J.Augustyviakowa*. *Acta Biochem. Polonica*, **9**, 4, 1960, 399-409.
4. *M.Bagdasarian H.A.Matheson, R.M.Syngl, M.Youngson*. *Biocemical Journal*, **9**, 2, 1964, 91-105.
5. *U.Edmand, W.S.Reith*. *Biochem. J.* **57**, 3, 1954, 18-19.
6. *О.Т.Хачидзе*. В сб. Биохимия растений. Институт биохимии растений АН СССР, т I, 157-170.
7. *И.А.Матикашвили*. Диссертация канд. биол. наук. Тбилиси, 1983.

А.П.Даушвили, Е.Т.Качишвили, В.И.Эмисашвили

Целлюлазная, лакказная и Мп-зависимая пероксидазная активности *Cerrena unicolor* в зависимости от источника углерода в питательной среде в острых опытах

(Представлено академиком Г.И.Квесцитадзе 14.02.1995)

Дереворазрушающие базидиомицеты во время роста на лигноцеллюлозных субстратах секретируют широкий круг гидролитических и окислительных ферментов, разлагающих гетерогенный комплекс основных биополимеров растительной ткани - лигнина, целлюлозу и гемицеллюлозы - до низкомолекулярных соединений, которые могут быть ассимилированы этими организмами. Образование этих ферментов находится под контролем различных регуляторных механизмов, включающих индукцию, катаболитную репрессию, ретронизирование и инактивацию [1-4].

Ранее нами было показано, что *Cerrena unicolor* 062 при твердофазной или глубоководной ферментации растительного сырья, а также на средах с различными источниками углерода, продуцирует в окружающую среду комплекс лигноцеллюлолитических ферментов [1,2,5]. Синтез целлюлазы у этого организма контролируется индукцией и подвержен катаболитной репрессии [6]. В настоящей работе представлены данные о ферментативной активности *C. unicolor* 062 в зависимости от источника углерода в среде для посевного материала и в острых опытах, когда изменения в окружающей среде, связанные с ростом гриба, еще минимальны.

Представленные в табл. 1 данные свидетельствуют о том, что маннит и целлобиоза являются лучшими субстратами как для роста гриба, так и для образования лакказы. Необходимо отметить, что лакказная активность *C. unicolor* 062 кардинальным образом зависит от источника углерода в среде, на которой был выращен посевной материал культуры. Активность этого фермента не обнаруживалась, если посевной материал *C. unicolor* 062 был выращен на среде с авицелом. Иная картина имела место, если посевной материал культивировался на среде с маннитом.

Независимо от источника углерода в среде, через 5 и 24 ч культивирования гриба никаких различий в уровне лакказной активности не обнаруживается. Максимальная активность этого фермента была выявлена при культивировании *C. unicolor* 062 в течение 72 ч на среде, содержащей 1% маннита - 4,41 нкат/мл, тогда как в среде с 0,2% маннита она была равна 1,76 нкат/мл. Однако специфическая лакказная активность во время роста *C. unicolor* 062 на этих средах составляла, соответственно, 0,54 и 0,48 нкат/мг протеина гриба, т.е. более высокая лакказная активность в среде с 1% маннита обеспечивается благодаря высокому уровню биомассы. В то же время,

специфическая лакказная активность в средах с целлобиозой равна, соответственно, 0,19-0,07 нкат/мг. Следовательно, является более эффективным источником углерода для продукции лакказы. Кристаллическая целлюлоза - авицел - трудногидролизуемый субстрат для роста *C. unicolor* 062, однако через 72 ч культивирования гриба на среде с 0,2% полисахарида также отмечалась высокая продуцирующая способность - 0,49 нкат лакказы/мг протеина. Этот факт трудно объяснить, так как эндоглюканазная активность культуры в этом варианте опыта оказалась сравнительно низкой. Возможно, гидролиз целлюлозы обеспечивался благодаря активности целлобиогидролазы. Скорее всего, секреция фермента связана с физиологическим состоянием культуры, а именно, она активно происходит, когда культура прекращает рост.

Таблица 1

Влияние источника углерода на рост, эндоглюканазную и лакказную активности *Cerrena unicolor* 062

Источник углерода	Время, ч	Биомасса, мг		Лакказа, нкат/мг		Эндоглюканаза, ед.10 ³ /мг		
		M*	A*	M*	A*	M*	A*	
А 0,2%	5	0,4	0,5	0,04	0	6	4	
	24	1,5	2,3	0,06	0	6	20	
	72	1,3	1,7	0,84	0	10	102	
	1,0%	5	0,5	0,5	0,04	0	2	5
		24	1,5	2,8	0,02	0	5	11
		72	2,7	5,1	0,02	0	192	86
Ман 0,2%	5	2,0	0,9	0,05	0	3	5	
	24	4,6	3,8	0,09	0	5	18	
	72	3,7	4,0	1,76	0	3	219	
	1,0%	5	2,3	1,4	0,06	0	4	1
		24	5,0	5,1	0,11	0	3	12
		72	8,1	9,4	4,41	0	3	184
Цел 0,2%	5	1,3	1,7	0,03	0	11	4	
	24	2,9	3,1	0,03	0	98	14	
	72	4,0	4,4	0,29	0	102	225	
	1,0%	5	2,1	1,8	0,04	0	2	4
		24	5,6	4,7	0,05	0	14	11
		72	10,8	9,8	2,02	0,05	5	49

M*, A* - посевной материал *C. unicolor* 062, выращенный на средах, соответственно, с маннитом или авицелом.

Mn-зависимая пероксидазная активность *C. unicolor* 062 в острых опытах оказалась сравнительно низкой (табл.2). Тем не менее, уровень активности этого фермента также существенно зависел от источника углерода в среде для выращивания посевного материала гриба. Самая высокая Mn-пероксидазная активность *C. unicolor* 062 была выявлена во время роста гриба в средах с маннитом или целлобиозой, если культура предварительно была выращена на среде с авицелом.



Влияние источника углерода на КМЦазную и Мп-зависимую пероксидазную активности *Cerrena unicolor* 062

Источник углерода	Время, ч	КМЦаза, ед/мл		Мп-пероксидаза, нкат/мл		Белок КЖ, мкг/мл		
		М	А	М	А	М	А	
А	0,2%	24	0,2	0,5	0,06	0,03	10	15
		72	0,1	0,6	0,07	0,02	15	21
	1,0%	24	0,2	0,2	0	0,02	16	16
		72	0,9	0,5	0,08	0,05	25	21
Ман	0,2%	24	0,1	0,2	0,04	0	11	12
		72	0,1	0,6	0,04	0,12	21	23
	1,0%	24	0,1	0,2	0,02	0,02	13	15
		72	0,1	0,4	0,04	0,14	37	24
Цел	0,2%	24	0,2	0,2	0,06	0,05	12	13
		72	0,3	0,7	0,05	0,08	23	38
	1,0%	24	0,2	0,7	0,06	0	9	11
		72	0,3	0,6	0,09	0,14	13	17

Заметная КМЦазная активность *C. unicolor* 062 обнаруживалась лишь через 24 ч культивирования гриба (табл.2) При этом культура, выращенная на авицеле, проявляла, по существу, одинаковую активность при последующем росте на средах как с субстратом фермента - кристаллической целлюлозой, так и с маннитом и целлобиозой. В то же время, в культуре, выращенной на манните и пересейанной на среду, с 1% авицела через 72 ч выращивания гриба отмечалась индукция целлюлазы - специфическая КМЦазная активность *C. unicolor* 062 возрастала более чем в 10 раз по сравнению с вариантом опыта, где источником углерода служил маннит.

Совершенно неожиданные результаты были получены при определении вискозиметрической эндоглюканазной активности *C. unicolor* 062 (табл.1). Культура, выращенная на среде с маннитом и пересейанная на ту же среду, продуцировала только базальный уровень целлюлазной активности. Во время роста *C. unicolor* 062 на среде с авицелом эндоглюканазная активность зависела от концентрации субстрата в среде - высокая ферментативная активность (192 м ед/мл) отмечалась лишь при 1%-ной концентрации целлюлазы через 72 ч культивирования гриба. В то же время, во время роста *C. unicolor* 062 на среде с целлобиозой высокая эндоглюканазная активность культуры обнаруживалась уже через 24 ч культивирования. Несколько иная картина имела место при использовании посевного материала гриба, выращенного на среде с авицелом. В этом случае очень высокая эндоглюканазная активность (219 мед/мл) выявилась во время роста *C. unicolor* 062 на среде с маннитом. При этом специфическая активность культуры была сравнима с аналогичным показателем в варианте опыта, где субстратом для роста был авицел. Ясно, что маннит не может быть индуктором синтеза эндоглюказы. Возможно, после исчерпания этого источника углерода или снижения его содержания в среде до

определенной пороговой концентрации происходит дерепрессия синтеза фермента.

Таким образом, лигноцеллюлитическая активность *C. unicolor* 062 зависит от источника углерода, в присутствии которого выращивается посевной материал продуцента ферментов. Уровень активности этих ферментов зависит также от источника углерода и его концентрации в среде для культивирования гриба. Механизмы регуляции синтеза и секреции этих ферментов требуют дальнейшего изучения.

Академия наук Грузии
Институт биохимии растений им.
С.В.Дурмишидзе

(Поступило 22.02 1995)

მიკრობიოლოგია და ვირუსოლოგია

ლ.დაუშვილი, ე.კაჩლიშვილი, ვ.ელისაშვილი

Cerrena unicolor - ის ცელულაზური, ლაკაზური და Mn - დამოკიდებულ პეროქსიდაზური აქტივობების დამოკიდებულება საკვები არის ნახშირბადის წყაროსაგან მოკლევადიან ცდებში

რ ე ზ ი მ ე

ნაჩვენებია, რომ *C. unicolor* 062 - ის ლიგნოცელულაზური აქტივობა დამოკიდებულია საკვებ არეში შემავალ ნახშირბადის წყაროზე, რომელშიც ხდება ფერმენტების პროდუცენტის ჩასათესი მასალის კულტივირება, როცა ჩასათესი მასალის მომზადება ხდებოდა კრისტალური ცელულოზის შემცველ საკვებ არეზე, კულტურას სავსებით არ გააჩნდა ლაკაზური აქტივობა ზრდის 72 საათის მანძილზე. ამ შემთხვევაში, პირიქით, შედარებით მაღალი ცელულაზური აქტივობა შეიმჩნეოდა მანთან კი, როცა შემდგომი კულტივირება ხდებოდა მანიტისა და ცელოზის შემცველ არეებზე. ამ ფერმენტების აქტივობის დონე ასევე დამოკიდებული იყო იმ ნახშირბადის წყაროსა და კონცენტრაციაზე, რომელშიც ხდებოდა სოკოს კულტივირება მოკლევადიანი ცდების დროს.

MICROBIOLOGY AND VIROLOGY

L.Daushvili, E.Kachlishvili, V.Elisashvili

Cellulase, Laccase and Mn-Dependent Peroxidase Activities of
Cerrena unicolor in Dependence on Carbon Source in
Nutritionalmedium in Short-Term Experiments

Summary

It has been demonstrated that lignocellulolytic activity of *C. unicolor* 062 depends on the carbon source in the medium for cultivation of inoculum. For example, no laccase was formed during 72 h of cultivation if inoculum was grown on the medium containing avicel. On the contrary, in this case comparatively high cellulase activity of the culture was found even during fungus cultivation on the media containing mannitol or cellobiose. The levels of lignocellulolytic enzymes activity also depend on the carbon source and its concentration in the medium for fungus cultivation in short-term experiments.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. *F.G.Priest*. Microbial Enzymes and Biotechnol. Ed. W.M.Fogarty. L.-N.Y., 1983, 319.
2. *D.A.Wood, S.E.Matcham, T.R.Fermor*. Degradation of Lignocellulosies in Ruminants and in Industrial Processer, 1988, 43.
3. *В.И.Элисашвили*. Прикл. биохимия и микробиол., 29, 1993, 257.
4. *В.И.Элисашвили*. Микробиология, 62, 1993, 480.
5. *V.I.Elisashvili, M.G.Begashvili, E.T.Kachlishvili, M.O.Kiknadze, N.G.Zakariashvili, G.I.Kvesitadze*. Proceeding of Finnish-Soviet Seminar on Bioconversion of Plant Raw Materials. Pushchino, 1989, 125.
6. *В.И.Элисашвили, Х.А.Тусишвили*. Биохимия, 58, 1993, 915.



УДК 576.121 + 576.132

ПАЗАРИТОЛОГИЯ И ГЕЛЬМИНТОЛОГИЯ

Ц.В.Ломидзе, К.Г.Николаишвили

О видовой характеристике *Bothriosephalus opsariichthydis* (цестода) и *Syngamus skrjabinomorpha* (нематода) - биохимическое исследование холинэстеразы

(Представлено членом-корреспондентом Академии Б.Е. Курашвили 17.06.1994)

При сходном плане строения нервной системы у гельминтов различных классов имеются как общие, так и значительно расходящиеся химические (медиаторные) и физиологические признаки. К числу общих свойств относится участие в деятельности нервной системы биогенных аминов, присутствие в центральных и периферических ее отделах холинэстераз (ХЭ) [1].

Для выявления структуры нервной системы применяют гистохимическую реакцию на ХЭ. Существуют литературные данные [1,2], в которых выявлена ХЭ активность в центральных ганглиях гельминтов, в комиссурах и продольных нервных стволах. Активность выявлена также в присосках сколекса цестод, в периферической нервной системе, иннервирующей мускулатуру, репродуктивной системе и др.

Результаты гистохимических, а также современных электронно-микроскопических исследований, в основном, качественного характера. Определение же удельной активности фермента биохимическими методами дает основание судить о количестве, физико-химических особенностях исследуемого энзима и, в конечном счете, о видовой специфичности на молекулярном уровне.

С этой целью нами была изучена ХЭ активность у найденного в настоящее время на территории Грузии единственного вида *B. opsariichthydis* [3], из рода *Bothriosephalus*, и у представителя семейства сингамид - *S. skrjabinomorpha*.

Нужно отметить, что среди исследователей нет единого мнения о валидности этих таксонов. Так, *S. skrjabinomorpha* очень близок к *Syngamus trachea* и отличается от первого только по количеству ланцетовидных зубов [4], а представители рода ботриоцефалюсов, из-за сходных морфологических признаков (особенно половых), часто становятся объектом синонимизации [5,6].

Для исследования ферментативной активности тело цестоды нами условно было разделено на две части: передний отдел с ботриями и неполовозрелыми члениками и задний - с половозрелыми члениками. У нематоды активность фермента измеряли в цельном гомогенате. ХЭ активность определяли колориметрическим методом Вильгерота и др. [7]. Белок определяли по Лоури и др. [8]. Субстратом служил ацетилхолин-хлорид, в концентрации $1 \cdot 10^{-2}$ г/мл. Результаты выражали в мкМ ацетилхолина (АХ)/мг белка час.

Полученные нами результаты представлены в таблице.

Холинэстеразная активность в тканях *V.opsisrichthydis*
и *S.skrjabinomorpha*

Ткани гельминтов	Активность ХЭ в мкМ АХ/мг белка час
Передний участок <i>V.opsisrichthydis</i> с ботриями и неполовозрелыми члениками	22,89±9,89
Задний участок <i>V.opsisrichthydis</i> с половозрелыми члениками	2,24±0,53
Цельный гомогенат <i>S.skrjabino-morpha</i>	9,81±8,53 (1,32±18,33)

Примечание: в скобках приведены пределы колебаний результатов опытов

Как показывают данные табл., активность ХЭ значительно падает по длине тела *V.opsisrichthydis* от передних участков к задним. Так, активность фермента в области ботрий и незрелых проглотид составляет $22,89 \pm 9,89$ мкМ АХ/мг белка час. В половозрелой части гельминта ХЭ активность более чем в 10 раз ниже и равна $2,24 \pm 0,53$.

Полученные нами результаты согласуются с данными по изучению неспецифической эстеразной активности у *Raillietina tetragona*, у которой в тегументе и передних областях стробилы активность по сравнению со зрелыми, содержащими яйца проглотидами наиболее высока [9]. Подобные отношения установлены также при исследовании АТФ-азной активности у цестоды *V.scorpii* [10], кислой фосфатазы у *V.opsisrichthydis* [11]. С другой стороны, установлено, что в половозрелых сегментах некоторых цестод активность щелочной фосфатазы несколько выше, чем в сколексах и неполовозрелых члениках [11,12].

Как видно, активность того или иного фермента тесно связана со структурными особенностями участков тела гельминта, с интенсивностью обменных процессов в них, со степенью зрелости члеников и др. В частности, высокая активность ХЭ в области сколекса *V.opsisrichthydis* указывает на высокую функциональную активность нервной системы, концентрированную в этой области, и об интенсивных медиаторных процессах. С другой стороны, распределение активности по всей длине тела гельминта не исключает участия фермента в иных процессах, в частности иммунных, ответственных за взаимосвязь системы паразит - хозяин. В связи с этим, нам представляются интересными литературные данные, в которых по локализации ацетилхолинподобной активности в тканях цестоды *Hymenolepis diminuta* авторы [2] дают картину специфической иммунореактивности различных участков тела гельминта.

Определение ХЭ активности у *S.skrjabinomorpha*, представителя класса нематод, показало достаточно высокие значения, которые в среднем составляли $9,81 \pm 8,53$ мкМ АХ/мг белка час. Однако нужно отметить большое колебание результатов - от 1,83 до 18,33. Такую вариабельность активности фермента, вероятно, можно объяснить

разной стадией развития подвергшихся исследованию нематод, а также индивидуальными различиями экземпляров.

Аналогичные заключения по данному вопросу сделаны на примере других нематод. Так, исследование ХЭ активности нематоды *Ostertagia circumcincta* показало самое высокое содержание фермента в гомогенатах личинок 4-й стадии. Активность фермента на этой стадии была в 2 раза выше, чем у личинок 5-й стадии, и в 5 раз выше, чем у инвазионных личинок [13]. Содержание биогенных аминов у самок и самцов нематоды *Trichostrongylus colubriformis* было практически одинаковым, но существенно отличалось у разных особей паразитов, выделенных от разных хозяев [14].

Таким образом, наличие ХЭ у *B.opsariichthydis* и *S.skrjabinomorpha* является подтверждением общей закономерности, отмеченной у гельминтов. Однако нельзя исключить, что ХЭ у разных таксонов могут различаться субстратной специфичностью, отношением к специфическим ингибиторам и активаторам, к температурному режиму и pH. Разрешение этих вопросов позволило бы рассмотреть вышеперечисленные параметры ХЭ как биохимические маркеры (признаки) и использовать их при сравнительном анализе отдельных видов ботриоцефалюсов и сингамид.

Институт зоологии АН Грузии

(Поступило 1.11.1994)

პარაზიტოლოგია და ჰელმინთოლოგია

ც.ლომიძე, ქ.ნიკოლაიშვილი

Bothriocephalus opsariichthydis (ცესტოდა) და *Syngamus skrjabinomorpha*-ს (ნემატოდა) სახეობრივი დახასიათება ქოლინესტერაზას ბიოქიმიური გამოკვლევის საშუალებით

რ ე ზ ი უ მ ე

შესწავლილია ცესტოდა *B.opsariichthydis* და ნემატოდა *S.skrjabinomorpha*-ს ქოლინესტერაზული აქტივობა.

B.opsariichthydis სკოლექსისა და არასქესმწიფე პროგლოტიდების უბანში ქოლინესტერაზული აქტივობა 10-ჯერ უფრო მაღალია, ვიდრე სქესმწიფე პროგლოტიდების უბანში. *S.skrjabinomorpha*-ს სხვადასხვა ეგზემპლარებში ქოლინესტერაზული აქტივობა მნიშვნელოვნად განსხვავდება ერთიმეორისაგან. ქოლინესტერაზული აქტივობის არსებობა *B.opsariichthydis* და *S.skrjabinomorpha*-ში ჰელმინთებში არსებული საერთო კანონზომიერების დადასტურებაა.

Ts. Lomidze, K. Nikolaishvili

On Species Characteristic of Bothriocephalus Opsariichthydis (Cestode) and Syngamus Skrjabinomorpha (Nematode) - Biochemical Study of Cholinesterase

Summary

Activity of cholinesterase of cestode *B. opsariichthydes* and nematode *S. skrjabinomorpha* has been studied.

In the sphere of scolex and sexually immature proglottides the cholinesterase activity is ten times higher than in the sphere of sexually mature proglottides. A considerable difference has been noted in the cholinesterase activity of different *S. skrjabinomorpha* specimens. Cholinesterase in *B. opsariichthydis* and *S. skrjabinomorpha* proves the general regularity noted in helminths.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. *D.W. Halton*. Proc. Roy. Microsc. Soc., **21**, 6, 1986, Suppl. 29-30.
2. *S. Samii, R.A. Webb*. Brain Res., **513**, 1, 1990, 161-165.
3. *Б.Е. Курашвили*. Сообщения АН ГССР, **138**, 2, 1990, 417-420.
4. *Э.Ш. Квавадзе и др.* В сб.: 5-я Зак. конф. по паразитологии. Ереван, 1987, 98.
5. *М.Н. Дубинина*. Паразитология, **16**, 1, 1982, 41-45.
6. *D.W. Pool*. Parasitol. Rec., **73**, 2, 1987, 146-150.
7. *H. Willgerodt et al.* Zs. Klin. Chem. und Klin. Biochem. **6**, 3, 1986, 149
8. *O.H. Lowry et al.* Biol. Chem., 193, 1951.
9. *M.P. Balasubramanian et al.* Helminthologia, **20**, 1, 1983, 45-52.
10. *О.И. Оскольская и др.* Паразитология, **22**, 1, 1988, 94-96.
11. *Ц.В. Ломидзе и др.* Сообщ. АН Грузии, **143**, 2, 1991, 197-200.
12. *T.K. Varma et al.* Indian Vet. J., **62**, 1, 1985, 20-23.
13. *H. Wedrychowicz*. Wiad. Parasitol., **29**, 3, 1983, 297-308.
14. *J.C. Fraudsen, L.N. Bone*. Comp. Biochem. and Physiol., **87**, 1, 1987, 75-77.



УДК 567.8+568.11-14

ПАЛЕОБИОЛОГИЯ

В.М.Чхиквадзе

Антропогенная герпетофауна Грузии

(Представлено академиком А.К.Габуния 22.02.1995)

Ископаемые остатки амфибий и рептилий в антропогенных отложениях Грузии распределены весьма неравномерно. Как я ранее указывал [1], отсутствие остатков одних форм или наличие остатков других объясняется отсутствием специфических профессиональных навыков при сборе костей мелких позвоночных. По этой причине мы до сих пор не имеем желаемых результатов. Кроме того, по мнению А.К.Векуа, на первых порах изучения археологических памятников на мелкие кости практически не обращали внимания [1, с.340]. Поэтому ничтожное количество или даже отсутствие мелких позвоночных в фаунистических списках большинства археологических памятников у нас объясняется именно этими причинами. Следовательно, отсутствие остатков не может служить безусловным доказательством отсутствия того или иного вида, тогда как наличие костных остатков является реальным свидетельством обитания конкретных видов в данном регионе.

В настоящее время уровень изученности кайнозойских групп амфибий и рептилий в странах СНГ весьма низок [2-4]; из них относительно хорошо изучены черепахи [5]. Естественно, что также пока еще слабо изучена территория Грузии, да и Кавказа в целом. Тем не менее, даже опубликованные до настоящего времени сведения по Грузии нуждаются в некотором обобщении; это позволяет наметить перспективу дальнейших исследований.

Изучением костных остатков амфибий и рептилий антропогена Грузии занимались И.С.Даревский, Н.И.Бурчак-Абрамович, Н.Г.Амиранашвили, Н.В.Гутиева и В.М.Чхиквадзе. Некоторые результаты моих исследований отражены в работах О.Г.Бендукидзе и А.К.Векуа [1,6-14].

Современная герпетофауна Грузии содержит 13 видов амфибий и 52 вида рептилий [15]. Из амфибий, ныне обитающих в республике, пока не найдены в антропогенных отложениях представители родов: *Mertensiella*, *Triturus*, *Pelodytes* и *Nyla*. Указание об отсутствии находок остатков чесночниц в антропогене Грузии [1,с.340] основано на недоразумении (вероятно, это можно объяснить сходством латинских родовых названий *Pelodytes* и *Pelobates*).

Из черепах в ископаемых материалах антропогена Грузии отсутствуют представители рода *Mauremys*, тогда как два других современных рода – *Emys* и, особенно, *Testudo* – встречаются довольно часто [5]. Вероятность находок маурэмисов в антропогенных



отложениях очень высока, так как в апшеронское время в Западном Азербайджане обитал *Mauremys alekperovi* [16]. Черепахи вымершего рода *Sakya* пока найдены лишь в одном позднепонтическом местонахождении Западной Грузии (ближайшие точки находок сакий Северный Кавказ и Турция). Не исключено, что в антропогеновых отложениях прибрежной полосы Западной Грузии со временем могут быть найдены остатки морских черепах [5].

Из отряда ящериц (*Sauria*) в ископаемых материалах антропогена республики пока отсутствуют: *Stellio*, *Pseudopus*, *Chamaeleo*, *Cyrtopodion*, *Eremias*, *Ophisops*, *Ablepharus*, *Eumeces*. Не найдены и остатки змей: *Eryx*, *Coronella*, *Eirenis*, *Elaphe*, *Malpolon*, *Telescopus*, *Tuphlops*, *Pelias*.

Антропогеновые местонахождения амфибий и рептилий Грузии.

Датировка слоев с фауной и детальная географическая привязка местонахождений, а также полные списки всех позвоночных животных приводятся в соответствующих публикациях (литература обширна, из них важнейшие: [1,7,10,14,17-30]). Ниже в алфавитной последовательности приводится перечень местонахождений антропогена Грузии. Для полноты картины в этот список включены также акчагыльские и одна позднепонтическая фауна.

Алазани. Голоцен, начало I тысячелетия, курганное погребение. Сборы Ш.Ш.Дебабришвили 1973 года. *Emys orbicularis* [5,20].

Апианча (Кеп-Багаз). Верхний палеолит и мезолит. *Bufo verrucosissimus* [21, 22], *Rana ridibunda* [1].

Арахло. Плейстоценовые отложения под долеритовыми лавами. Плейстоцен [23] или голоцен [1]. *Pelobates syriacus* [23], *Rana ridibunda*, *Bufo viridis*, *Natrix* sp., *Daboia lebetina* [1].

Арухло. Энеолитическая стоянка; V-IV тысячелетия до н.э. *Testudo graeca ibera* (7).

Гиеновая пещера. Поздний голоцен. *Testudo graeca ibera* [25,26].

Дманиси. Самые низы Апшерона. *Lacerta* sp., *Testudo* sp. Определения выполнены В.М.Чхиквадзе [27].

Дарквети. Палеолит-энеолит. *Emys orbicularis*, *Testudo graeca ibera* [6,7,26].

Имирис-Гора. V-IV тысячелетия до н.э. *Testudo graeca ibera* [7].

Квабеби. Средний акчагыл. *Testudo cernovi transcaucasica* [5,9,26].

Кодори. Верхний понт, босфорский горизонт. *Sakya kolakovskii* [5].

Коцахури. Верхний акчагыл - нижний апшерон [5,26,28] или нижний апшерон [1,18]. *Emys orbicularis*, *Testudo* sp. [5,20,26].

Кударо. Палеолит. *Bufo viridis*, *Rana macrocnemis*, *R. ridibunda*, *Lacerta cf. agilis* [29], *Emys orbicularis*, *Natrix natrix* [30].

Кумрос-Хеви. Средний акчагыл, стратиграфический аналог местонахождения Квабеби. *Testudo cernovi transcaucasica* [5,26].

Окуми. Верхний палеолит. *Rana* sp. [17,22].

Ортвала-Мгвиме. Энеолит. *Bufo verrucosissimus* (опред. В.М.Чхиквадзе).

Сакажиа. Мустье. *Testudo graeca ibera* [19].

Самеле-Клде. Ранний энеолит. *Testudo graeca ibera* [6,7].



Тетри-Мгвиме. (Белая пещера). Энеолит. *Bufo verrucosissimus*, *Testudo graeca iberica* [7,24].

Холодный Грот (Хупынипшахва). Верхний палеолит и мезолит. *Bufo verrucosissimus* [7,17,31].

Цона. Мустье. *Lacerta cf. agilis*, *Lacerta cf. caucasica* [1,13].

Цопи. Энеолит. *Testudo graeca iberica* [7].

Цуцхвати. Палеолит, поздний мустье. *Testudo graeca iberica* [1,8,10,17].

Швалиети. Мустье. *Rana ridibunda* [12], *Lacerta media*, *Anguis fragilis*, *Colubrinae* [1].

Сводный список амфибий и рептилий антропогена Грузии

ANURA (SALIENTIA)

- *Pelobates syriacus* (Арахло - плейстоцен) [23].
- *Bufo verrucosissimus* (Апианча, Белая пещера, Ортвала-Мгвиме, Холодный Грот) [21,24,31].
- *Bufo viridis* (Арахло - плейстоцен, Кударо) [29, 30].
- *Rana macrocnemis* (Кударо) [29, 30].
- *Rana ridibunda* (Апианча, Кударо, Швалети) [1,29,30,12].
- *Rana sp.* (Окуми) [17,22]

LACERTILIA (SAURIA)

- *Anguis fragilis* (Швалиети) [1,12].
- *Lacerta media* (Швалиети) [1,12].
- *Lacerta cf. agilis* (Кударо, Цона) [29, 30].
- *Lacerta cf. caucasica* (Цона) [12,30].
- *Lacerta sp.* (Дманиси) [27].

SERPENTES (OPHIDIA)

- *Natrix sp.* (Арахло - плейстоцен) [1].
- *Natrix natrix* (Кударо) [30].
- *Columbrinae* (Швалиети) [1].
- *Daboia lebetina* (Арахло - плейстоцен) [1].

TESTUDINATA (CHELONIA)

- *Emys orbicularis* (Алазани, Дарквети, Коцахури, Кударо) [5,7,20,30].
- *Sakya kolakovskii* (Кодори) [5,16,].
- *Testudo cernovi transcaucasica* (Квабеби, Кумрос Хеви) [5,26].
- *Testudo sp.* (Дманиси, Коцахури) [20,26,27].
- *Testudo graeca iberica* и *Testudo graeca nikolskii* (Арахло-энеолит, Тетри-Мгвиме, Гиеновая пещера, Дарквети, Имирис-Гора, Сакажиа, Самеле-Клде, Цопи, Цуцхвати) [1,5,7,10,26].

Замечания. В большинстве местонахождений ископаемых позвоночных Грузии остатки сухопутных черепах найдены в виде изолированных костных элементов панциря или фрагментов. По этим материалам установить их подвижную принадлежность не представляется возможным. Можно лишь предположить, что в Западной Грузии уже в антропогене обитал подвид *T.g.nikolskii*, тогда как в Восточной – *T.g.iberica*.

Критический анализ литературы, где упоминаются антропогенные амфибии и рептилии Грузии, побудил меня сделать одно общее, но весьма важное, на мой взгляд, замечание. Вопрос касается точности (корректности) используемых в тексте или в фаунистических списках

латинских и русских наименований отдельных видов. Так, например, в Грузии обитает "кавказская жаба" (*Bufo verrucosissimus*) [15], "обыкновенная жаба" (т.е. *Bufo bufo*) [1,7,31]; в данном случае, сегодня, вполне корректным было бы устаревшее ныне написание этого таксона - *Bufo bufo verrucosissimus*, но никак не *Bufo bufo*. Так же ошибочно нашу сухопутную черепаху именовать "степной черепахой" [32,с.168] (т.е. *Agriemys horsfieldi*), правильнее будет - средиземноморская, кавказская или греческая (т.е. *Testudo graeca iberia*) [24].

Скудность, а в ряде случаев отсутствие палеонтологических свидетельств и в настоящее время все еще является серьезным препятствием при решении проблемы генезиса герпетофауны Грузии и Кавказа в целом. Впрочем, уже в настоящее время собраны довольно большие коллекции из перечисленных выше и ряда новых местонахождений, которые в ближайшее время будут опубликованы.

Природная среда обитания, в частности среднегодовые и особенно зимние минимальные температуры, определяют ареалы многих современных земноводных и пресмыкающихся. Поэтому находки тех или иных видов в отложениях антропогена можно с уверенностью использовать в палеоклиматических реконструкциях и климатостратиграфии.

Данная работа выполнена при финансовой поддержке фонда Джорджа Сороса (International Science Foundation).

Академия наук Грузии
Институт палеобиологии
им.А.Ш.Давиташвили

(Поступило 15.05.1995)

პალეობიოლოგია

ვ.ჩხიკვაძე

საქართველოს ანთროპოგენური ჰერპეტოფაუნა

რეზიუმე

სრული მოცულობითაა განხილული ანთროპოგენური პერიოდის საქართველოს ტერიტორიაზე დღემდის მოპოვებული და დადგენილი ამფიბიებისა და ქვეწარმავლების ნამარხი ნაშთები. დაზუსტებულია ზოგიერთი მათგანის სისტემატიკური კუთვნილება. ნამარხი ჰერპეტოფაუნის შესწავლას დიდი მნიშვნელობა აქვს გეოლოგიურ წარსულში არსებული ჰავისა და ლანდშაფტების რეკონსტრუქციისათვის.

PALAEOBIOLOGY

V. Chkhikvadze

Anthropogenic Herpetofauna of Georgia

S u m m a r y

The exhaustive survey of all the known fossil remains of amphibians and reptiles found on the territory of Georgia is given. The systematic position of certain forms is classified. Investigation of the anthropogenic herpetofauna is very important for reconstruction of climates and landscapes of the geological past.

1. *А.К.Векуа*. В кн.: Грузия в антропогене. Тбилиси, 1991, 308-381.
2. *М.Б.Ефимов, В.М.Чхиквадзе*. Изв. АН ГССР, сер. биол., **13**, 1976, 200-207.
3. *Г.А.Зерова, В.М.Чхиквадзе*. Изв. АН ГССР, сер. биол., **10**, 5, 1984, 319-326.
4. *В.М.Чхиквадзе*. Изв. АН ГССР, сер. биол., **10**, 1, 1984, 5-13.
5. *В.М.Чхиквадзе*. Ископаемые черепахи Кавказа и Северного Причерноморья. Тбилиси, 1983, 1-149.
6. *ოზენელქიძე*. სპელეოლოგთა X სამეცნიერო სესია. თბილისი, 1972, 5-9.
7. *О.Г.Бендукидзе*. Голоценовая фауна позвоночных Грузии, Тбилиси, 1979, 1-105.
8. *ავეჯუა*. სპელეოლოგთა X სამეცნიერო სესია. თბილისი, 1972, 16-18.
9. *А.К.Векуа*. Квабевская фауна акчагыльских позвоночных. М., 1975, 1-350.
10. *А.К.Векуа*. В сб.: Изучение пещер Колхиды. Тбилиси, 1978, 96-126.
11. *А.К.Векуа*. В кн.: Грузия в антропогене. Тбилиси, 1991, 308-381.
12. *А.К.Векуа, Ц.Д.Габелая*. Пещеры Грузии, **10**, 1985, 65-75.
13. *А.К.Векуа, Ц.Д.Габелая, А.Т.Мухелишвили, Н.С.Мамацшвили*. Пещеры Грузии, **11**, 1987, 92-100.
14. *Д.М.Тушабрамишвили, А.К.Векуа*. В сб.: Четвертичная система Грузии. Тбилиси, 1982, 178-197.
15. *М.А.Бакрадзе, В.М.Чхиквадзе*. Сообщ. АН Грузии, **146**, 3, 1992 623-629.
16. *В.М.Чхиквадзе*. Неогеновые черепахи СССР. Тбилиси, 1989, 1-102.
17. *Н.И.Бурчак-Абрамович, Д.Н.Бурчак*. В сб.: Четвертичная система Грузии. Тбилиси, 1982, 150-167.
18. *Л.К.Габуния, А.К.Векуа*. Антропогеновые лошади Грузии. Тбилиси, 1989, 1-141.
19. *В.П.Любин*. Кударские пещерные палеолитические стоянки Юго-Осетии. М., 1980, 1-178.
20. *В.М.Чхиквадзе*. Вопросы герпетологии, вып. 4, 1977, 226-227.
21. *Н.И.Бурчак-Абрамович*. Изв. Абхазского инст. яз., лит. и истории, вып. 7, 1978, 133-154.
22. *Н.И.Бурчак-Абрамович*. Пещеры Грузии, **8**, 1980, 75-87.
23. *М.А.Бакрадзе, Д.Н.Тархнишвили, В.М.Чхиквадзе*. Сообщ. АН ГССР, **127**, 1, 1987, 165-168.
24. *А.К.Векуа, К.С.Каландадзе, В.М.Чхиквадзе*, Сообщ. АН ГССР, **96**, 3, 1979, 745-748.
25. *А.К.Векуа, Ц.Д.Габелая, Э.В.Квавадзе, В.М.Чхиквадзе*. Пещеры Грузии, **8**, 1980, 110-119.
26. *М.А.Бакрадзе, В.М.Чхиквадзе*. Вестник музея Грузии, **33-А**, 1984, 163-174.
27. *Л.К.Габуния, А.К.Векуа*. Дманисский ископаемый человек и сопутствующая ему фауна позвоночных. Тбилиси, 1993, 1-72.
28. *Н.И.Бурчак-Абрамович, А.К.Векуа*, Палеобиологическая история позднекайнозойских быков Кавказа. Тбилиси, 1980, 1-92.
29. *И.С.Даревский*. В сб.: Кударские пещерные палеолитические стоянки в Юго-Осетии. М., 1980, 125-127.
30. *Н.Г.Амиранашвили, Н.В. Гутиева, В.М.Чхиквадзе*. В сб.: Флора и фауна мезо-кайнозоя Грузии. Тбилиси, 1991, 159-165.
31. *Н.И.Бурчак-Абрамович*. Пещеры Грузии, **3**, 1965, 9-13.
32. *О.Г.Бендукидзе*. В сб.: Четвертичная система Грузии. Тбилиси, 1982, 168-177.

დ. ჟღენტო

უწყვეტლის ფორმათა ფუნქციურ-სემანტიკური მნიშვნელობები მარტივ წინადადებაში

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ა. გვახარიაშვილმა 12.05.1995)

პროფ. აკ. შანიძე თავის „ქართული ენის გრამატიკის საფუძვლებში“ წერს: „...ქართულში წარსულის ფორმები მკაფიოდ გამორჩეულია სხვა დროთა ფორმებისაგან“ ([1], 204). მართლაც, წარსულ დროს მეტად მდიდარი გამომსახველობითი საშუალებანი მოეპოვება. ამ მხრივ მას ვერც ერთი დროის ფორმა ვერ შეედრება.

წარსული დროისათვის პირველადი და ძირითადი მოქმედების საუბრის მომენტთან არაერთდროულობის ნიშანი, კერძოდ, საუბრის მომენტისადმი წინამავლობა.

წარსული დრო საინტერესოა ფუნქციურ-სემანტიკური თვალსაზრისით. ნაშრომში განვიხილავთ წარსული დროის გამომხატველი ერთ-ერთი მწკრივის, ნამყო უწყვეტლის ფუნქციურ-სემანტიკურ მნიშვნელობებს მარტივ წინადადებაში.

უწყვეტელი ასპექტის მხრივ უსრულია, უპირისპირდება რა წყვეტილის სრულ ფორმას. იგი გამოხატავს წარსულში მიმდინარე, პროცესუალურ, დიურატიულ მოქმედებას, რომელიც ჯერ არ დასრულებულა. ამ მწკრივის მრავალგზისობის გაგებაც აქვს.

თავისთავად ცალკე აღებული უწყვეტელი არ მიუთითებს, მოქმედება დროის რომელ კონკრეტულ მონაკვეთში მიმდინარეობს. მაგალითად:

დავალემა მოქმედებაში ვიკრიკოთ (ლ. გოთუა, 139);

ყანაში აუტრელი ჩალის ღერები შრიალვებდნენ (ნ. დუმბაძე, 223).

ყოველგვარი მოქმედება დროში მიმდინარეობს. როცა მოქმედების მიმდინარეობის ხასიათი გამოიხატება გრამატიკულად, ჩვენ საქმე გვაქვს ზმნურ ასპექტთან. დიდი მნიშვნელობა ენიჭება არა მარტო ზმნის ლექსიკურ შინაარსს, არამედ დამატებით არაგრამატიკულ ლექსიკურ საშუალებებსაც. მოქმედების სახის დასაკონკრეტებლად უწყვეტლის ფორმებს შეიძლება დაერთოს ეს დამატებითი არაგრამატიკული საშუალებანი, ანუ ასპექტობის არაზმნური ლექსიკური მაჩვენებლები, ე.წ. „პერიფერიული კომპონენტები“ ([2], 54), რომლებიც აზუსტებენ, რა სახის მოქმედებასთან გვაქვს საქმე. ასპექტობის არაზმნური ლექსიკური მაჩვენებლებია: ზმნიზებები, სიტყვათშეხამებანი, კავშირები, რომლებიც მიუთითებენ: მოქმედების ხანგრძლივობაზე, ერთგზისობასა და მრავალგზისობაზე, განმეორებადობაზე, ტემპზე... მათვე მიეკუთვნება დროის ლექსიკური მაჩვენებლები, რომლებიც გვიჩვენებენ მოქმედების მიმავრებას დროის გარკვეული მომენტისადმი და რომელთა საშუალებითაც გამოიხატება ე.წ. ტემპორალობის კატეგორია ([3], 19).

განვიხილოთ, თუ მოქმედების რა ნიუანსებზე მიუთითებენ არაგრამატიკული საშუალებანი. უწყვეტელი თავისუფლად შეიწყობს:

ა) დროის ხანგრძლივობის აღმნიშვნელ ზმნიზედებს: მთელ ღამეს || მთელი ღამე, მთელი დღე, დიდხანს, ცოტა ხანს და ამ ტიპის სიტყვათშეხამებებს.

მაგალითად:

ორივე მხარე მთელ ღამეს საომრად ემზადებოდა (ი.გოგებაშვილი, 394);

დიდიდან სადამომდე თავზე დასტრიალებდა (თ.ქილაძე, 45).

ამ ლექსიკურ ერთდობის ლექსულებთან უწყვეტელი აღნიშნავს დროის მონაკვეთს, რომლის განმავლობაშიც ხდებოდა მოქმედება. აქ გამოხატულია კონკრეტულ-პროცესუალური უწყვეტი მოქმედება.

ბ) ეს მწკრივი შეიწყობს აგრეთვე მრავალგზისობის მაჩვენებელ ზმნიზედებს, განუსაზღვრელ-ჭერასიკურ მაჩვენებლებს: ხშირად, წამდაუწყუმ, ყოველდღე, ღამღამობით, ყოველღამე, დღეს შედარებით იშვიათად ხმარებულ ფორმას - დღენიადაგ.

მაგალითად:

წამდაუწყუმ იდაყვით შუბლზე ოფლს იხტავდა (რ.ჭაფარიძე, 414); მილიციელები მოდიოდნენ

მასთან ხშირად (თ.ქილაძე, 120);

ყოველდღე ახალ-ახალ გულისგასახეთქ ამბებს გვებულობდნენ (ა.ბელიაშვილი, 474); დღენიადაგ ვათვალიერებდი პაპიჩემის იარაღს (კ.გამსახურდია, 504).

მრავალგზისობის გამოხატველ ამ ლექსიკურ ერთეულებთან უწყვეტელი აღნიშნავს მოქმედებას, რომელიც მრავალჯერ ხდებოდა. მათთან უწყვეტლის ფორმები განუსაზღვრელ-ჭერადობის მნიშვნელობას იძენს.

თუმცა აღსანიშნავია ისიც, რომ ზოგჯერ მრავალგზისობის აღმნიშვნელი ზმნიზედებისაგან დამოუკიდებლადაც, „ხოლომე“ - ნაწილაკის გარეშე ნახშიარი უწყვეტელი მრავალგზის, განმეორებად მოქმედებაზე მიუთითებს. ამ შემთხვევაში მნიშვნელობა ენიჭება კონტექსტსა და ზმნის სემანტიკას.

მაგალითად:

დავალემა მთქმნდათ შიკრიკთ (ლ.გოთუა); ექიმი თავზე დასტრიალებდა ავადმყოფს; მილიციელები დადიოდნენ მასთან; ნათესავები უკვდიდნენ მოხუცს და ა.შ.

უწყვეტელმა შეიძლება გამოხატოს ერთგზისი, უწყვეტი, პროცესუალური მოქმედებაც. მაგალითად:

ღა-ძმა ემზადებოდა წასასვლელად; ბავშვი საცოდავად კვნესოდა.

გ) უწყვეტელი შეიწყობს ზმნიზედებს, რომლებიც გამოხატავენ მოქმედების მიმდგრებას დროის ერთ გარკვეულ მომენტთან: შარშან, წინათ, იმ დროს, გუშინ, უშინ, ახლა, ამჟამად...

ამ შემთხვევაში, ვფიქრობთ, რომ საჭიროა ერთმანეთისაგან გაიმიჯნოს ლექსიკური ერთეულები ტერმინებით: „უახლოესი წარსული“ და „შორეული წარსული“. მათთან შეწყობილი უწყვეტლის ფორმებიც ერთგვარად „უახლოესი წარსულისა“ და „შორეული წარსულის“ გაგებას შეიცავს.

შევადაროთ ერთმანეთს შემთხვევები:

ხუთი წუთის წინ ორი მამაკაცი ამოდიოდა აღმართზე

ღა

შუადღისას ორი მამაკაცი ამოდიოდა აღმართზე.

იგი ამ საკითხზე ახლახან ესაუბრებოდა მშობლებს

ღა

იგი ამ საკითხზე ერთი თვის წინ ესაუბრებოდა მშობლებს.

ის თავის დას ახლა ურეკავდა ტელეფონზე

და

ის თავის დას გუშინ ურეკავდა გუშინ ტელეფონზე.

როდესაც უწყვეტლის ფორმები ნახმარია ზმნიზედებთან: შარშან, გუშინ, ორი დღის წინ და ა.შ., გამოიხატება შედარებით შორეული წარსული, რაც კიდევ უფრო მკვეთრად შეიგრძნობა უწყვეტელთან შემდეგი ლექსიკური ერთეულების ხმარების დროს: ხუთი წუთის წინ, ახლახან, ახლა, რომლებიც უახლოეს წარსულზე მიუთითებენ.

როდესაც დროის ამა თუ იმ მომენტის აღმნიშვნელი ზმნიზედა დაერთვის მრავალგზისობის მნიშვნელობის მქონე უწყვეტლის ფორმას, ამ შემთხვევაში მოქმედება დროის ერთ გარკვეულ მომენტზე ფიქსირდება და უწყვეტელი მრავალგზისობის გაგებას აღარ შეიცავს. მაგალითად, შევადაროთ ერთმანეთს უწყვეტლის ხმარების 2 შემთხვევა:

გოგონა იმეორებდა გაკვეთილებს

და

გუშინ გოგონა იმეორებდა გაკვეთილებს;

ექიმო მდიდოდა ავადმყოფის სანახავად

და

დღეს ექიმო მდიდოდა ავადმყოფის სანახავად.

პირველ შემთხვევაში დასახელებულ მაგალითებში მრავალგზისი მოქმედება გამოხატულია.

მეორე შემთხვევაში - მრავალგზისობის გაგება დაკარგულია.

დ) შეიძლება უწყვეტელთან ნახმარი იყოს სიტყვები მომავლის მნიშვნელობით. მაგალითად: დღით, მომავალ წელს, ერთი კვირის შემდეგ, ხუთი წუთის შემდეგ, მეორე დღეს... ეს სიტყვები უწყვეტლის დროულ მნიშვნელობას აბათილებენ და ყველა გამოთქმა გადაწყვეთ მომავალში, ოღონდ ამ შემთხვევაში კონტექსტის მიხედვით უნდა არსებობდეს ათვლის წერტილი, რომელთან შეფარდებითაც იგულისხმება მომავალი მოქმედება.

მაგალითად:

პროფესორ-მასწავლებლები 1 აპრილს ჩაფრინდნენ მოსკოვში. კონფერენცია იწყებოდა მეორე დღეს; სტუდენტი სასწავლებლად ჩავიდა ინგლისში 1994 წლის სექტემბერში. იგი მომავალ წელს ბრუნდებოდა; ხალხი 7 საათზე შეიკრიბა სხდომათა დარბაზში. ნახევარი საათის შემდეგ იწყებოდა კრება.

ამ შემთხვევებში მომავალი მოქმედება გაიაზრება წარსულის თვალსაზრისით.

ე) მრავალგზისობისაგან უნდა გამოიყოს უწყვეტლის ხმარების შემთხვევები განმეორებადობის აღმნიშვნელ შემდეგ ზმნიზედებთან: ზოგჯერ, ხანდახან, დროდადრო, კვლავ...

მაგალითად:

ხანდახან ფან; ჩის მინებს ქარი აწვებოდა (ა.სულაკაური, 70);

იგი დროდადრო მათკენ იცქირებოდა (გ.ფანჯიკიძე, 693);

მანქანებიც დადიოდნენ ზოგჯერ (გ.გეგეშიძე, 18).

ასეთ ლექსიკურ ერთეულებთან შეწყობილი უწყვეტლის ფორმები მიუთითებენ მოქმედების არარეგულარულ განმეორებადობაზე.

ვ) გარდა განუსაზღვრელი გამეორების მაჩვენებელი ზმნიზედებისა, უწყვეტლის ფორმა შეიწყობს მოქმედების განსაზღვრული გამეორების მაჩვენებელ ლექსიკურ ერთეულებსაც:

ღელა ღღეში ძაჭყა აკითხავდა ავადმყოფს; ბიჭუნა ღღეში ხუთჯერ აბზოდა კიბეზე.

ზ) უწყვეტელს შეიძლება შეეწყოს ზმნიზედები, რომლებიც გამოხატავენ: უცაბედობას, წაშიერობას, მომენტურობას: უცებ, წამსვე, უცერად, მაშინვე, მაგრამ არა ყველა ზმნასთან. აქაც, ვფიქრობთ, გადამწყვეტი მნიშვნელობა ენიჭება ზმნის სემანტიკურ მხარეს:

ავადმყოფი უცერად კარგავდა გონებას; იგი წამსვე ხვდებოდა ყველაფერს; ბავშვი ახალ მასალას უცებ ითვისებდა.

ამ შემთხვევაში უწყვეტელი გამოხატავს წარსულში მიმდინარე მოქმედების წაშიერობასა და უცაბედობას.

თ) მოქმედების ტემპის აღმნიშვნელ ზმნიზედებთან - ნელა, თანდათან, სწრაფად უწყვეტლის ფორმები მოქმედების ტემპზე გვაძლევენ წარმოდგენას.

მაგალითად: ხალხი ნელნელ იკრიბებოდა (შ.დადიანი, 381); ახალგაზრდა ქალი სწრაფად ამოდიოდა კიბეზე; თანდათან გრძელდებოდა ხეთა ჩრდილები (გ.გეგეშიძე, 83).

ი) უწყვეტელს შეეწყობა აგრეთვე ზმნიზედები, რომლებიც აღნიშნავენ მუდმივ მოქმედებას: მუდამ, სულ, განუწყვეტლივ...

განუწყვეტლივ გრძნობდა მის მიმოზიდველ ღიმილს (თ.ქილაძე, 44); მუდამ ამას ეზიზიზებოდა შვილს (ა.სულაკაური, 354); ვრთთაგად ციციროზე ფიქრობდა (ა.სულაკაური, 354).

ამრიგად, როგორც განხილული მაგალითებიდან ჩანს, უწყვეტელი, ცალკე აღებული, არ აკონკრეტებს მოქმედების სახესა და ნიუანსებს. მას შეიძლება დაერთოს დამატებითი არაზმნური ლექსიკური საშუალებანი. მათთან ნახშიარი უწყვეტლის ფორმები საინტერესო ფუნქციურ-სემანტიკურ მნიშვნელობებს იძენენ. კერძოდ, მიუთითებენ: მოქმედების ხანგრძლივობაზე, მოქმედების მრავალგზისობასა და არარეგულარულ განმეორებადობაზე, ტემპზე, უცაბედობაზე, მოქმედების მიმდგრებაზე დროის გარკვეული მონაკვეთისადმი... ეს დამატებითი კომპონენტები სხვადასხვა გაგებას ანიჭებენ მოქმედებას, კერძოდ, შესაძლებელი ხდება „უახლოესი“ და „მორიგული“ წარსულის ფორმების ერთმანეთისაგან გამოჩვენა, დროის აღმნიშვნელი ზოგიერთი ლექსიკური ერთეული უწყვეტლის ფორმებს ერთგვარად უკარგავს მრავალგზისობის გაგებას. სიტყვები მომავლის მნიშვნელობით აბათილებენ უწყვეტლის დროულ მნიშვნელობას და მოქმედებას გადაიყვანენ მომავალში.

უწყვეტლის ხმარების შემთხვევები დამატებით არაზმნურ ლექსიკურ საშუალებებთან ერთად ქართულში საკმაოდ ხშირია.

ივ.ჭავჭავაძის სახ.თბილისის სახელმწიფო
უნივერსიტეტი

(შემოვიდა 12.05.1995)



Д. Г. Жгенти

Функционально-семантическое значение форм
 прошедшего несовершенного в простом
 предложении

Резюме

Прошедшее несовершенное, отдельно употребленное, не конкретизирует вид и нюансы действия. К нему могут прилагаться т.н. дополнительные неглагольные лексические единицы, которые уточняют действие. С ними используемые формы прошедшего несовершенного приобретают интересные функционально-семантические значения.

LINGUISTICS

D. Zhgenti

Functional-Semantic Significance of Continuity Forms in Simple
 Sentence

Summary

Continuity, to take alone, doesn't concretize the face and nuance of action. It is able to add supplementary nonverbal lexical possibilities, which concretize an action. Continuity forms which we use with nonverbal lexical possibilities acquire an interesting functional-semantic significance, in particular they point: prolonged action, frequency, recapitulation, rate, attitude of action to particular part of time and etc. We use very often continuity in Georgian with these lexical units.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. ა. შანიძე. ქართული ენის გრამატიკის საფუძვლები. თბილისი, 1973.
2. მ. მეგრელიშვილი. ზმნის ფუნქციურ-სემანტიკური კატეგორიები ინგლისურ ენაში. თბილისი, 1986.
3. А В Бондарко. Вопросы языкознания, № 2, 1967.

