

524
1995/3



ISSN—0132—1447

საქართველოს
მეცნიერებათა აკადემიის

მოაზა

СООБЩЕНИЯ

АКАДЕМИИ НАУК
ГРУЗИИ

BULLETIN

OF THE GEORGIAN ACADEMY
OF SCIENCES

152

№2

1995

თბილისი * TBILISI * TBILISI

საქართველოს
მეცნიერებათა აკადემიის

მონაგბე

СООБЩЕНИЯ

АКАДЕМИИ НАУК
ГРУЗИИ

BULLETIN

OF THE GEORGIAN ACADEMY
OF SCIENCES

ტომი 152 TOM

№ 2

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), ვ. გამყრელიძე,
თ. გამყრელიძე, გ. გველუსიანი, ვ. გომელაური, რ. გორდეზიანი (მთავარი რედაქტორის
მოადგილე), მ. ზაალიშვილი, გ. კვეციანი, ი. კალაღაძე (მთავარი რედაქტორის მოადგილე),
თ. კობალაძე, ჯ. ლომინაძე, რ. მეტრეველი, დ. მუსხელიშვილი (მთავარი რედაქტორის
მოადგილე), თ. ონიანი, მ. სალუქვაძე (მთავარი რედაქტორის მოადგილე), თ. ურუშაძე,
გ. ციციშვილი, გ. ქოლოშვილი

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. Гордезиани (заместитель главного редактора), М. М. Заалишвили,
Г. И. Квеситадзе, И. Т. Кигურაძე (заместитель главного редактора),
Т. И. Копалешвили, Д. Г. Ломинадзе, Р. В. Метрели, Д. А. Мухелишвили
(заместитель главного редактора), Т. Н. Ониანი, М. Е. Салукваძე (заместитель
главного редактора), Т. Ф. Урушадзе, Г. Ш. Цицишвили, Г. С. Чогошвили

პასუხისმგებელი მდივანი ლ. გვერდწითელი
Ответственный секретарь Л. 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 11.07.1996. ხელმოწერილია დასაბეჭდად 2.10.1996. ფორმატი 70x108 ¹/₁₆

აწეობილია კომპიუტერზე. ოფსეტური ბეჭდვა. პირობითი ნაბ. თ. 10. სააღრიცხვო-
საგამომცემლო თაბახი 10. ტირაჟი 500. შეკვ. N . ფასი სახელშეკრულებო.

Сдано в набор 11.07.1996. Подписано к печати 2.10.1996 Формат 70x108 ¹/₁₆

Набрано на компьютере. Печать офсетная. Усл. печ. л. 10. Уч.-изд. л. 10.

Тираж 400. Зак. N . Цена договорная.

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

შ ი ნ ა ა რ ს ი *

მ ა თ მ მ ა ტ ი კ ა

- *დ.ლელაძე. ჭერადი შეუღლებული ტრიგონომეტრიული მწკრივების შეჭამებადობის შესახებ 210
- *ო.ქკაღლა. დრეკადობის მომენტური თეორიის სტატიკის შერეული სასაზღვრო ამოცანების გამოკვლევა ერთგვაროვანი ანიზოტროპული სხეულებისათვის 219
- *მ.ლეკიშვილი. ორლიჩის $expL$ კლასში ჩართვის ერთი თეორემის შესახებ 223
- *პ.ჩანჭავა. წყვეტილი სასაზღვრო პირობით დირიხლეს ორგანზომილებიანი ამოცანის მიახლოებითი ამოხსნა 227
- *ვ.ვეტუხოვი, ნ.ვასილიევა. ერთი მეორე რიგის ნახევრადწრფივი დიფერენციალური განტოლების ამონახსნების ასიმპტოტური წარმოდგენები 234
- *ს.თოფურია. ნახევარი სივრცისათვის პუასონის გადიფერენციალური ინტეგრალის სასაზღვრო თვისებები და ორი ცვლადის ფუნქციის წარმოდგენა 238

20877

კ ი ბ ე რ ნ მ ტ ი კ ა

- *თ.კარსანიძე. ლოკალურ გამოთვლით ქსელებში მონაცემების რეზერვირება არქივების გამოყენებით 243
- *ვ.კულბა, ბ.ნატკოვიჩი, თ. კარსანიძე. ლოკალურ გამოთვლით ქსელებში მონაცემთა რეზერვირება 249
- ბ.ნატკოვიჩი, თ.კარსანიძე. ინფორმაციის რეზერვირება - აღდგენის მეთოდების ოპტიმიზაცია 257
- ვ.ანთიძე, გ.რამიშვილი. სამეტყველო სიგნალის აკუსტიკური მახასიათებლების კვლევის კომპიუტერული სისტემა 262

ფ ი ზ ი კ ა

- ა.კაშინი, მ.მაქსიმოვი, ზ.ჩიქოვანი. კვარკების ურთიერთქმედებათა პოტენციალის ერთ-ერთი წარმოდგენის შესახებ 263
- თ.ლაფერაშვილი, დ.ფასურიშვილი. ომური კონტაქტი გალიუმის არსენიდზე 269
- *ლ.ჩხაიძე, თ.ჭობავა. π^- მეზონების წარმოქმნის გამოკვლევა Mg-Mg ურთიერთქმედებებში 4.3 გეე/ც ნუკლონზე იმპულსის დროს 278
- ანუზხარიშვილი. ზღვრული გამოსახულებანი სითბური ენერჯიის მქანკურში თერმოდინამიკური გარდაქმნის პროცესის მარგი ქმედების კოეფიციენტისათვის 279

ვარსკვლავით აღნიშნული სათაური ეკუთვნის წერილის რეზიუმეს

საბარათმფლობელის
გამოწმული
ბ ი ბ ლ ი ო მ ტ ი კ ა

- *რ.ჯობავა, რ.ზარიძე, დ.ქარქაშაძე, ფ.შუბითიძე. დაგვიანებული პოტენციალების მეთოდი იდეალურად გამტარ სამგანზომილებიან სხეულებზე იმპულსების გაბნევის ამოცანებში 289
- ბ ე მ ფ ი ზ ი კ ა**
- *გ.გუგუნავა, ნ.გუგუნავა-ჩიქოვანი. კავკასიაში ანომალური სითბური ნაკადების შექანის მემბრანების შესახებ 296
- ა ნ ა ლ ი ზ უ რ ი ძ ი მ ი ა**
- ზ.სვანიძე, გ.ცინცაძე (საქ.მეცნ.აკად. აკადემიკოსი). კადმიუმის განსაზღვრა ჩამდინარე წყლებში ატომურ-აბსორბციული მეთოდით ალური ატომიზაციის რეჟიმში 298
- ზ ო ბ ა დ ი დ ა პ რ ა ო რ ბ ა ნ უ ლ ი ძ ი მ ი ა**
- მ.კიკალიშვილი, მ.ინჯია, ლ.ჭანტურია, რ.გიგაური. ვერცხლის (I) მესამეულ არსინებთან კომპლექსური ნაერთების სინთეზი და გამოკვლევა 306
- ო რ ბ ა ნ უ ლ ი ძ ი მ ი ა**
- *ი. ჩიკვაძე, ე. მუმლაძე, ზ. ლომთათიძე, შ. სამსონია, ნ. სუვოროვი. 2,5'-ბის-1H-ინდოლის ნაწარმების სინთეზი და ბიოციდური თვისებების კვლევა 310
- ფ ი ზ ი კ ა უ რ ი ძ ი მ ი ა**
- მ.გოზალიშვილი, ზ.ძოწენიძე, ქ.მიქაბერიძე, მ.მუსერაძე. Li_2CO_3 და MgCO_3 მარილების ზედაპირზე ქანგბადის ატომთა ჰეტეროგენული რეკომბინაციის პროცესის კვლევა 311
- ვ.ჩივაძე, გ.ჩივაძე (საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი), ც.ნასყიდაშვილი. ჰიდრირების კატალიზატორების ფიზიკურ-ქიმიური და კატალიზური თვისებების კვლევა 314
- ბ ე მ ლ ო ბ ი ა**
- *ნ.სალუქვაძე, ზ.კეცხოველი, გ.სალუქვაძე. ახალციხის ქვაბულის ოლიგოცენის სტრატოგრაფიის საკითხები 326
- პ ა ლ ე ო ნ ტ ო ლ ო ბ ი ა**
- *ლ.სახელაშვილი. *Spitidiscus hugii-c (Ammonoidea)* არსებობის შესახებ ყირიმ-კავკასიის ქვედაბარემულ ნალექებში 331

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

გ.ბუცხრიკიძე, ა.სტეფანოვი, მ.გამცემლიძე, რ.ენაგელი. სალექ მანქანაში
 მადნის გამდიდრების პროცესის ოპტიმალური დამოკიდებულებების
 შესახებ 333

მ ე ტ ა ლ უ რ ბ ი ა

*ა.მეტრეველი, ნ.მაისურაძე, დ.მოგილიანსკი, ი.ცინცაძე. აფეთქებით
 კომპაქტირებული ამორფული ნიშუშის სტრუქტურა 339

მ ნ მ რ ბ ე ტ ი კ ა

ვ.ჭაშაკაშვილი. საქართველოს ენერგეტიკის განვითარების მათემატიკური
 მოდელირება 340

ე ლ ე მ ტ რ ო ტ ე მ ნ ი კ ა

ა.ცომაია, ა.ზერეკიძე, ჯ.ბოლაშვილი. მუდმივი დენის წევის ძრავის
 პარამეტრული ოპტიმიზაციისადმი მიდგომის დასაბუთება 347

ა.აბურჯანია, ზ.ანჯაფარაძე, ლ.აბურჯანია, რ.კიკალაიშვილი. ოთხგრაფნილა
 ტრანსფორმატორული ბოგირები 352

ა ვ ტ ო მ ა ტ უ რ ი მ ა რ თ ვ ა დ ა ბ ა მ ო თ ვ ლ ი თ ი ტ მ ქ ნ ი კ ა

*ი.შიქაძე, რ.კაკუბავა, ნ.ჩამჩვეი. ჭგუფური მომსახურება სისტემებში
 მრავალი კმედითუნარიანი მდგომარეობით 368

ბ ო ტ ა ნ ი კ ა

ლ.კუხალიშვილი. მდ.კოდორის აუზის მწვანე წყალმცენარეთა (Chlorophyta)
 შესწავლისათვის 369

მ ც მ ნ ა რ ე თ ა ფ ი ზ ი ო ლ ო ბ ი ა

ნ.ღვინინიძე. ვიტამინების შემცველობის სეზონური დინამიკა ბარდას
 ზოგიერთი ჭიშის ფოთოლსა და თესლში 373

ბ ე ნ ე ტ ი კ ა დ ა ს ე ლ ე მ ტ ც ი ა

*ნ.ზარნაძე. აქტინიდიის მცენარის კლონალური გამრავლება 381

ბ ი ო ქ ი მ ი ა

ა.ბერიაშვილი. ^{14}C და ^{13}C -გლუკოზის გარდაქმნა ყურძნის მარცვალში 383

ნ.შიქიაშვილი, რ.გოგუაძე, მ.ქიპაშვილი, ნ.ალექსიძე (საქ. მეცნ. აკადემიის
 აკადემიკოსი). თეთრი ვირთაგვას თავის ტვინში ამონიაკის
 მეტაბოლიზმის თავისებურება აგრესიის დროს 387



- კ.კახნიაშვილი, თ.ჩიღვინაძე. ზოგიერთი პესტიციდის გავლენა მცენარეულ პეპტიდების ბიოსინთეზზე 392
- მ.ჩაჩუა, მ.ბალავაძე, თ.გარიშვილი, ნ.ალექსიძე (საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი). ვირთაგვას თავის ტვინის ლექტინური აქტივობის pH 3 ცილოვანი ფრაქციის დახასიათება 397
- გ.წიკლაური. ლიმონ დიოსკურიას ნაყოფის ქერქის C-გლიკოზიდები 401
- *ზ.იაკობაშვილი, ე.ბადაგვა, ე.მეტაკოვსკი. Triticum Macha Dek. Et Men.-ს გლიადინში სპონტანური მუტაციების შესახებ 410
- მ ი ძ რ ო ზ ი ო ლ ო ზ ი ა და ვ ი რ უ ს ო ლ ო ზ ი ა**
- *ლ.დაუშვილი, ვ.ელისაშვილი. ფერმენტების პროდუცენტი ბაზიდიომიცეტებისა და კაროტინოიდების პროდუცენტი მიკობაქტერიების შერეული კულტივირება 415
- მ ძ ს ვ მ რ ი მ ე ნ ტ უ ლ ი მ ე ღ ი ც ი ნ ა**
- *ნ. ბოხუა, კ. მარკოიშვილი, მ. ხუნდაძე. ცენტრალური ჰემოდინამიკა სხვადასხვა სისხლძარღვოვანი შუნტების ფუნქციონირების დროს 422
- მ ე ნ ა თ მ ა ც ნ ი მ რ ე ბ ა**
- *ლ.გვერდწითელი, ნ.ებანოძე. მოსაზრებანი მიხვედრილობის ფსიქოლინგვისტურ ფაქტორთა შესახებ 427
- ა რ ტ ე ო ლ ო ზ ი ა**
- გ.ლორია. კავთურას ხეობა ელინისტურ ხანაში 428

СО Д Е Р Ж А Н И Е *

МАТЕМАТИКА

*Д.Леладзе. О суммировании кратных сопряженных тригонометрических рядов	211
*О.О.Чкадуа. Исследование смешанных задач статики моментной теории упругости для однородных анизотропных сред	219
М.М.Лекишвили. Об одной теореме вложения в класс Орлича $\exp L^{\alpha}$	221
П.В.Джанджгава. Приближенное решение двумерной задачи Дирихле с разрывными граничными условиями	224
В.М.Евтухов, Н.С.Васильева. Асимптотические представления правильных решений одного полулинейного дифференциального уравнения второго порядка	228
С.Б.Топурия. Граничные свойства продифференцированного интеграла Пуассона в полупространстве и представление функции двух переменных	235

К И Б Е Р Н Е Т И К А

Т.В.Карсанидзе. Резервирование данных в локальных вычислительных сетях с использованием архивов	239
В.В.Кульба, Б.Ю.Наткович, Т.В.Карсанидзе. Резервирование данных в локальных вычислительных сетях	244
Б.Ю.Наткович, Т.В.Карсанидзе. Оптимизация методов резервирования-восстановления информации	251
В.Г.Антидзе, Г.С.Раишвили. Компьютерная система исследования акустических характеристик речевого сигнала	259

Ф И З И К А

*А.Кашин, М.Максимов, З.Чиковани. Об одном представлении потенциала взаимодействия кварков	267
*Т.Лаперашвили, Д.Пасуришвили. Омический контакт на GaAs	273
Л.В.Чхандзе, Т.Д.Джобава. Исследование пинообразования в Mg-Mg столкновениях при импульсе 4.3 ГэВ/с на нуклон	274
*А.К.Нугзаришвили. Возможные предельные выражения для КПД процесса термодинамического преобразования тепловой энергии в механическую	282
Р.Г.Джобава, Р.С.Заридзе, Д.Д.Каркашадзе, П.И.Шубитидзе. Метод запаздывающих потенциалов в задаче рассеяния импульсов на идеально проводящих трехмерных телах	284

Г Е О Ф И З И К А

Г.Е.Гугунава, Н.Г.Гугунава-Чиковани. О механизмах аномального теплового потока на Кавказе	291
---	-----

* Заглавие, отмеченное звездочкой, относится к резюме статьи

АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- *З.Сванидзе, Г.Цинцадзе (академик АН Грузии). Определение кадмия в сточных водах атомно-абсорбционным методом в режиме пламенной атомизации 299

ОБЩАЯ И НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- М.И.Кикалишвили, М.А.Инджия, А.М.Чантурия, Р.Д.Гигаури. Синтез и исследование комплексных соединений серебра (I) с третичными арсинами 301

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- И.Ш.Чикваидзе, Э.А.Мумладзе, З.Ш.Ломтатидзе, Ш.А.Самсония, Н.Н.Суворов. Синтез и исследование биоцидных свойств производных 2,5-бис-ИИ-индола 307

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- *М.И.Гозалишвили, З.Г.Дзоценидзе, К.Д.Микаберидзе, М.Д.Мусеридзе. Исследование процесса гетерогенной рекомбинации атомов кислорода на поверхностях Li_2CO_3 и MgCO_3 неорганических солей 313
- *В.Г.Чивадзе, Г.О.Чивадзе (член-корр. АН Грузии), Ц.И.Наскидашвили. Исследование физико-химических и каталитических свойств катализаторов гидрирования 319

ГЕОЛОГИЯ

- Н.Ш.Салуквадзе, З.Н.Кецховели, Г.Н.Салуквадзе. Вопросы стратиграфии олигоцена Ахалцихской котловины 320

ПАЛЕОНТОЛОГИЯ

- А.З.Сахелашвили. О наличии *Spitidiscus hugii* в отложениях нижнего баррема Крыма и Кавказа 328

РАЗРАБОТКА И ОБОГАЩЕНИЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

- *Г.Д.Буцхрикидзе, А.В.Степанов, М.И.Гамцемладзе, Р.П.Энагели. Об оптимальных зависимостях процесса обогащения руд в остоачной машине 336

МЕТАЛЛУРГИЯ

- А.А.Метревели, Н.И.Майсурадзе, Д.Н.Могилянский, И.Н.Цинцадзе. Структура аморфного образца, полученного компактированным взрывом 337

ЭНЕРГЕТИКА

- В.Кашакашвили. Математическое моделирование развития энергетики Грузии 346

ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

- *А.А.Цомая, Д.Н.Болашвили, А.И.Зерекидзе. Обоснование подхода к параметрической оптимизации тяговых двигателей постоянного тока 350

- А.Н.Абурджания, З.О.Анджапаридзе, Л.А.Абурджания,
 Р.П.Кикалейшвили. Четырехобмоточные
 трансформаторные мосты 360
- АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА
- И.С.Микадзе, Р.В.Какубава, Н.Ф.Чамчев. Групповое обслужи-
 вание в системах со многими работоспособными
 состояниями 362
- БОТАНИКА
- *Л.К.Кухалешвили. К изучению зеленых водорослей
 (Chlorophyta) бассейна р.Кодори 372
- ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ
- *Н.Г.Гвинианидзе. Сезонная динамика содержания витаминов в
 листьях и семенах некоторых сортов гороха 377
- ГЕНЕТИКА И СЕЛЕКЦИЯ
- Н.Ж.Зарнадзе. Микроклональное размножение актинидии 378
- БИОХИМИЯ
- *Т.В.Бериашвили. Превращение 1^{14}C -глюкозы и 6^{14}C -глюкозы в
 ягодах винограда 385
- *Н.Микиашвили, Р.Гогоадзе, М.Чипашвили, Н.Алексидзе.
 Особенности метаболизма аммиака при агрессии в
 головном мозгу белых крыс 390
- *Х.А.Кахнашвили, Т.Д.Чигвинадзе. Влияние пестицидов на
 биосинтез растительных пептидов 395
- *М.В.Чачуа, М.В.Балавадзе, Т.Г.Гаришвили, Н.Г.Алексидзе.
 Характеристика белковой фракции рН 3 с лектиновой
 активностью головного мозга крыс 400
- *Г.Ч.Циклаури. С-гликозиды кожуры плодов лимона Dioscuria
 404
- З.А.Якобашвили, Е.Д.Бадаева, Е.В.Метаковский. О спонтанных
 мутациях в гиадине TRITICUM MACHA DEK. ET MEN 405
- МИКРОБИОЛОГИЯ И ВИРУСОЛОГИЯ
- А.П.Даушвили, В.И.Элишашвили. Смешанное культивирование
 базидиомицетов – продуцентов ферментов и
 микобактерий – продуцентов каротиноидов 412
- ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА
- Н.К.Бохуа, К.А.Маркоишвили, М.Г.Хундадзе. Центральная
 гемодинамика при функционировании различных
 сосудистых шунтов 417
- ЯЗЫКОЗНАНИЕ
- А.В.Гвердцители, Н.Е.Эбаноидзе. Размышления о
 психолингвистическом факторе догадки 423
- АРХЕОЛОГИЯ
- *Г.В.Лория. Ущелье р.Кавтуры в эллинистическую эпоху 431

CONTENTS*

MATHEMATICS

D.Leladze. On Summability of Multiple Conjugate Trigonometric Series	205
O.Chkadua. Investigation of Mixed Problems of Statics of the Couple-Stress Theory of Elasticity for Homogeneous Anisotropic Media	212
*M. Lekishvili. On an Embedding Theorem in the Orlicz $\exp L^a$ Class	223
*P.Janjgava. Approximate Solution of Two-Measured Dirikhle Problem for Interruptive Boundary Conditions	227
*V.Evtukhov, N.Vasilieva. Asymptotic Representations of Regular Solutions of Some Semilinear Second Order Differential Equations	234
*S.Topuria. Boundary Properties of a Differentiated Poisson's Integral in a Half-Space and on the Representation of Functions of Two Variables	238

CYBERNETICS

*T.Karsanidze. Reservation of Data in Local Area Networks Using Archives	243
*V. Kul'ba, B. Natkovich, T. Karsanidze. Data Reservation in Local Computer Nets	250
*B. Natkovich, T. Karsanidze. Optimization of Information Reserve-Restore Methods	257
*V. Antidze, G. Ramishvili. Computer System of Investigation of Speech Signal Acoustic Characteristics	262

PHYSICS

*A.Kashin, M.Maximov, Z.Chikovani. On one of the Presentations of the Potential of Quark Interactions	268
*T.Laperashvili, D.Phasurishvili. Ohmic Contacts on GaAs	273
*L.Chkhaidze, T.Dzhobava. The Investigation of Pion Production in Mg-Mg Collisions at a Momentum of 4.3 GeV/c per Incident Nucleon	278
*A.Nugzarishvili. Efficiency Maximum Expressions for the Process of Thermodynamic Transformation of Heat Energy into Mechanical One	283
*R. Jobava, R. Zaridze, D. Karkashadze, P. Shubitidze. The Retarded Potentials Technique for Pulses Scattering on the Perfectly Conducting Three-Dimensional Bodies	290

GEOPHYSICS

*G.Gugunava, N.Gugunava-Chikovani. On Mechanisms of the Anomal Thermic Flow in the Caucasus	296
---	-----

ANALYTICAL CHEMISTRY

*Z.Svanidze, G.Tsintsadze. The Definition of Cadmium in Sewage Waters by Atomic-Absorption Method in Condition of Flame Atomization	300
---	-----

* A title marked with an asterisk refers to Summary

GENERAL AND INORGANIC CHEMISTRY

- *M. Kikalishvili, M. Injia, L. Chanturia, R. Gigauri. Synthesis and Research of Silver (I) Complex Combination with Tertiary Arsines 306

ORGANIC CHEMISTRY

- *I.Chikvaide, E.Mumladze, Z.Lomtadize, Sh.Samsonia, N.Suvorov. Synthesis of 2,5'-bis-1H-indole and Investigation of its Biocidal Properties 310

PHYSICAL CHEMISTRY

- *M.Gozalishvili, Z.Dzotsenidze, K.Mikaberidze, M.Museridze. Oxygen Atoms Recombination on Surfaces of Li_2CO_3 and MgCO_3 313
- *V.Chivadze, G.Chivadze, Ts.Naskidashvili. Study of Physico-Chemical and Catalytic Properties of Hydration Catalysts 319

GEOLOGY

- *N.Salukvadze, Z.Ketskhoveli, G.Salukvadze. On the Stratigraphy of the Oligocene of the Akaltsikhe Depression 326

PALAEOLOGY

- *L.Sakhelashvili. On Occurrence of *Spitidiscus Hugii* (*Ammonoidea*) in the Lower Barremian Sediments of Crimea-Caucasus 331

EXPLOITATION AND CONCENTRATION OF DEPOSITS

- *G. Butskhrikidze, A. Stepanov, M. Gamtsemlidze, R. Enageli. On the Optimum Dependencies of the Process of the Separation of Ores in the Jig 336

METALLURGY

- *A.Metreveli, N.Maisuradze, D.Mogilianski, I.Tsintsadze. On the Structure of the Amorphous Sample, Obtained by Compacting with Shock-wave Method 339

POWER ENGINEERING

- *V.Kashakashvili. Mathematical Modelling of Energetics Development in Georgia 346

ELECTROTECHNICS

- *A. Tsomaia, J. Bolashvili, A. Zerekidze. The Basis of the Parameter Optimization of the D.C. Traction Engines 351
- *A.Aburjania, Z.Anjaparidze, L.Aburjania, R.Kopaleishvili. Four-Winding Transformer Bridges 360

AUTOMATIC CONTROL AND COMPUTER ENGINEERING

- *I.Mikadze, R.Kakubava, N.Chamchev. Bulk Service in the Systems with Many Operating States 368

- *L.Kukhaleishvili. To Study Green Algae (*Chlorophyta*) of the River Kodori 372

PLANT PHYSIOLOGY

- *N.Gvinianidze. The Season Dynamics of the Vitamin Content in Leaves and Seeds of Some Varieties of Pea Plant 377

GENETICS AND SELECTION

- *N.Zarnadze. Actinidia Plants Clonal Micropropagation 382

BIOCHEMISTRY

- *T.Berishashvili. Conversion of 1^{14}C -Glucose 6^{14}C -Glucose in Grape Vine Berries 386
- N.Mikiashvili, R.Gogvadze, M.Chipashvili, N.Aleksidze. The Peculiarities of Ammonia Metabolism in White Rats Brain under the Aggression 390
- *Kh. Kakhniashvili, T. Chigvinadze. The Influence of Pesticide on the Biosynthesis of Plant Peptides 395
- *M.Chachua, M.Balavadze, T.Garishvili, N.Aleksidze. Characterization of the Protein Fraction pH 3 with Lectin Activity from Rat Brain 400
- *G.Tsiklauri. C-Glycosides of Lemon sp. "Dioscuria" Fruit Peels 404
- *Z.Iakobashvili, E.Badaeva, E.Metakovsky. The Spontaneous Mutations of *Gladiolus Triticum Macha Dek. et Men* 411

MICROBIOLOGY AND VIROLOGY

- *L.Daushvili, V.Elisashvili. Combined Cultivation of Basidiomycetes - Producers of Enzymes and Mycobacteria - Producer of Carotenoids 415

EXPERIMENTAL MEDICINE

- *N. Bokhua, K. Markoishvili, M. Khundadze. Central Hemodynamics in Functioning of Various Vascular Bypasses 422

LINGUISTICS

- *L.Gverdtseteli, N.Ebanoidze. Thoughts of the Psycholinguistical Guess Factor 427

ARCHAEOLOGY

- *G.Lorya. The Kavtura Canyon in the Hellenistic Period 431

D.Leladze

On Summability of Multiple Conjugate Trigonometric Series

Presented by Academician L.Zhizhiashvili 23.06.93

Let $f \in L([-\pi; \pi]^n)$, $n \in \mathbb{N}$, $n > 1$, be a function, 2π -periodic in each variable, $\sigma_n[f]$ its n -multiple trigonometric Fourier series and $\bar{\sigma}_n[f]$ its conjugate series with respect to n variables [1].

We set

$$m = (m_1, \dots, m_n) \quad (m_i \in \mathbb{N}, i = \overline{1, n}); \quad x = (x_1, \dots, x_n) \quad (x_i \in \mathbb{R}, i = \overline{1, n});$$

$$\alpha = (\alpha_1, \dots, \alpha_n) \quad (\alpha_i \in \mathbb{R}, \alpha_i \neq 0, i = \overline{1, n}).$$

We define the truncated conjugate function with respect to n variables as follows

$$\tilde{f}_m(x) = \frac{1}{(-2\pi)^n} \int_{-1/m_1}^{\pi} \dots \int_{-1/m_n}^{\pi} (\Delta_{\pi, s_n} (\Delta_{\pi-1, s_{n-1}} (\dots (\Delta_{1, s_1} (f; x)) \dots))) \times \prod_{j=1}^n \text{ctg} \frac{s_j}{2} ds_1 \dots ds_n,$$

where

$$\Delta_{i,h}(f; x) = f(x_1, \dots, x_{i-1}, x_i + h, x_{i+1}, \dots, x_n) - f(x_1, \dots, x_{i-1}, x_i - h, x_{i+1}, \dots, x_n), \quad i = \overline{1, n}.$$

By $\omega_i(\delta; f)_c (i \in \mathbb{N}, \delta \in \mathbb{R}^+)$, as usual, we denote the modulus of continuity of f in $C([-\pi; \pi]^n)$ with respect to the corresponding variable and by $\bar{\sigma}_m^\alpha(x; f)$ - Cesàro means of $\bar{\sigma}_n[f]$.

In the sequel by A , M , A_i , $C(\alpha)$, $C(\beta)$, $C(\alpha, \beta)$, etc. we denote, in general, different positive constants.

Finally, we set

$$\log y = \log_2 y; \quad \log^{(2)} y = \log \log y; \quad \log^{(k)} y = \log^{(k-1)} y, \quad y \in \mathbb{R}^+, \quad k \in \mathbb{N}, \quad k \geq 3.$$

Analogously we define $\exp^{(n)} y$.

In [2] we obtained the following result:

Theorem 1. If $f \in C([-\pi; \pi]^n)$ and

$$\omega_i(\delta; f)_c = o(1/\log^{n-1}(1/\delta)) \quad (i = \overline{1, n}) \quad (1)$$

as $\delta \rightarrow 0^+$, then for arbitrary $\lambda \geq 1$

$$\lim_{m_\lambda \rightarrow \infty} \left\| \bar{\sigma}_m^\alpha(x; f) - \tilde{f}_m(x) \right\|_c = 0.$$

In the end it was proved that m_λ -convergence cannot be replaced by ordinary convergence.

In the present paper we will prove, that the conditions (see (1)) imposed on the partial moduli of continuity of f , are essential. This result sharpens J.O.Basinger's corresponding result [3].

2. The following is true:

Theorem 2. There exists a function $f \in C([-\pi; \pi]^n)$, which satisfies the following conditions:

- a) $\omega_j(\delta; f)_c = o(1/\log^{n-1}(1/\delta))$ ($\delta \rightarrow 0^+$) for some $j \in \overline{M} \setminus \{1; n\}$;
 b) $\omega_i(\delta; f)_c = o(1/\log^{n-1}(1/\delta))$ ($\delta \rightarrow 0^+$, $i = \overline{1, n}$; $i \neq j$)

and for $\lambda = l$ and $O = (0, 0, \dots, 0)$

$$\lim_{m_\lambda \rightarrow \infty} \left\| \bar{\sigma}_m^\alpha(O; f) - \bar{f}_m(O) \right\| = +\infty. \quad (3)$$

Proof. For simplicity, we will prove the theorem in the case $n=2$, which is typical. We will stick to the scheme used in [2], this scheme proving to be true for $n \geq 3$.

Let $\alpha, \beta > 0$, $m, n \in \mathbb{N}$, $x, y \in \mathbb{R}$ and $\bar{\sigma}_{mn}^{\alpha, \beta}(x, y, f)$ be the Cesaro means of the double conjugate series $\bar{\sigma}_2[f]$ of the function $f(x, y)$. By $f_{m, n}(x, y)$ we denote the truncated conjugate function with respect to the both variables.

First, we consider the case $\alpha, \beta \in (0, 1)$. We set

$$m_k = 2^{2^k} \quad (k) \in \mathbb{N}; \quad (4)$$

$$g_k(x, y) = \begin{cases} \frac{1}{\log \left(y - \frac{\pi}{6m_k} \right) (\pi/2 - |\pi/2 - x|)} \log^{(s)} \frac{4\pi^2}{(\pi/2 - |\pi/2 - x|)}; \\ \quad (x, y) \in (0; \pi) \times \left(\frac{\pi}{6m_k}; \frac{11\pi}{60m_k} \right); \\ \frac{1}{\log \left(\frac{\pi}{5m_k} - y \right) (\pi/2 - |\pi/2 - x|)} \log^{(s)} \frac{4\pi^2}{(\pi/2 - |\pi/2 - x|)}; \\ \quad (x, y) \in (0; \pi) \times \left[\frac{11\pi}{60m_k}; \frac{\pi}{5m_k} \right); \\ 0, \quad (x, y) \in (0; \pi)^2 \setminus \left((0; \pi) \times \left(\frac{\pi}{6m_k}; \frac{\pi}{5m_k} \right) \right). \end{cases}$$

Furthermore,

$$f(X, Y) = \begin{cases} \sum_{k=1}^{\infty} g_k(x, y), & (x, y) \in (0; \pi)^2, \\ 0, & (x, y) \in [-\pi; \pi]^2 \setminus (0; \pi)^2. \end{cases}$$

Finally, outside the square $[-\pi, \pi]^2$, we extend the function f by periodicity with the period 2π in each variable.

It is easy to see, that f satisfies (2) for $n=2$, namely

$$w_1(\delta; f)_c = o(1/\log(1/\delta)), \quad w_2(\delta; f)_c = o(1/\log(1/\delta)) \quad (\delta \rightarrow 0^+). \quad (5)$$

From now on we set $m=2m_k$. We have

$$\begin{aligned} \bar{\sigma}_{mm}^{\alpha, \beta}(0, 0; f) - \bar{f}_{mm}(0, 0) &= 1/\pi^2 \int_0^{\pi} \int_0^{\pi} f(x, y) \bar{K}_m^{\alpha}(x) \bar{K}_m^{\beta}(y) dy dx - \\ &- 1/(4\pi^2) \int_0^{\pi} \int_0^{\pi} f(x, y) ctg \frac{x}{2} ctg \frac{y}{2} dy dx = \\ &= \left(\int_0^{1/m} \int_0^{1/m} + \int_0^{1/m} \int_{1/m}^{\pi} + \int_{1/m}^{\pi} \int_0^{1/m} + \int_{1/m}^{\pi} \int_{1/m}^{\pi} \right) 1/\pi^2 f(x, y) \bar{K}_m^{\alpha}(x) \bar{K}_m^{\beta}(y) dy dx + \\ &+ 1/\pi^2 \int_0^{1/m} \int_0^{1/m} f(x, y) (\bar{K}_m^{\alpha}(x) \bar{K}_m^{\beta}(y) - 1/4 ctg \frac{x}{2} ctg \frac{y}{2}) dy dx = \sum_{j=1}^4 R_j(m) \end{aligned}$$

We have [4]

$$\bar{K}_m^{\alpha}(t) = \frac{1}{2} ctg \frac{t}{2} - H_m^{\alpha}(t),$$

where

$$H_m^{\alpha}(t) = \frac{1}{A_m^{\alpha}} \sum_{\nu=0}^m A_{\nu}^{\alpha-1} \frac{\cos(\nu + 1/2)t}{2 \sin(t/2)}. \quad (7)$$

The following estimates hold true ([4], p.159, (5.12)):

$$\left| \bar{K}_m^{\alpha}(t) \right| \leq m, \quad |t| \leq \pi; \quad (8)$$

$$\left| H_m^{\alpha}(t) \right| \leq C(\alpha) m^{-\alpha} t^{-(\alpha+1)}, \quad 1/m \leq |t| \leq \pi. \quad (9)$$

Obviously

$$R_1(m) = o(1) \quad (m \rightarrow \infty). \quad (10)$$

Then

$$\left| R_2(m) \right| \leq A \omega_1(1/m; f)_c \int_0^{1/m} \int_{1/m}^{\pi} \left| \bar{K}_m^{\alpha}(x) \left(\frac{1}{2} ctg \frac{y}{2} - H_m^{\beta}(y) \right) \right| dy dx$$

and taking into account (5), (8) and (9), we conclude

$$R_2(m) = o(1). \quad (m \rightarrow \infty) \quad (11)$$

Furthermore,

$$\begin{aligned} R_3(m) &= 1/\pi^2 \int_{1/m}^{\pi} \int_0^{1/m} f(x, y) \bar{K}_m^{\beta}(y) \frac{1}{2} ctg \frac{x}{2} dy dx - \\ &- 1/\pi^2 \int_{1/m}^{\pi} \int_0^{1/m} f(x, y) \bar{K}_m^{\beta}(y) H_m^{\alpha}(x) dy dx = R_3^{(1)}(m) + R_3^{(2)}(m); \end{aligned} \quad (12)$$

$$\left| R_3^{(1)}(m) \right| \leq \frac{A_1}{\log m_{k+1} \log^{(s)}(\delta \pi)} \cdot \ln m \leq \frac{A_2 \log m_k}{\log m_{k+1}}; \quad (13)$$

$$\left| R_3^{(2)}(m) \right| \leq \frac{C(\alpha)}{\log m_{k+1}} \int_0^{1/m} mdy \int_{1/m}^{\pi} \frac{dx}{m^\alpha x^{\alpha+1}} \leq \frac{C(\alpha)}{\log m_{k+1}}$$

(4) and (12)-(14) yield

$$\left| R_3(m) \right| = o(1) \quad (m \rightarrow \infty). \quad (15)$$

Now for $\tau \in \left[\frac{1}{2}; 1 \right]$ we break $R_4(m)$ into 4 parts as follows

$$R_4(m) = \left(\int_{1/m}^{1/m^\tau} \int_{1/m}^{1/m^\tau} + \int_{1/m}^{1/m^\tau} \int_{1/m^\tau}^{\pi} + \int_{1/m^\tau}^{\pi} \int_{1/m}^{1/m^\tau} + \int_{1/m^\tau}^{\pi} \int_{1/m^\tau}^{\pi} \right) 1/\pi^2 f(x, y) \times \\ \times \left(-\frac{1}{2} \operatorname{ctg} \frac{y}{2} H_m^\alpha(x) - \frac{1}{2} \operatorname{ctg} \frac{x}{2} H_m^\beta(y) + H_m^\alpha(x) H_m^\beta(y) \right) dy dx = \sum_{j=1}^4 I_j(m). \quad (16)$$

First we will show that $|I_3(m)| \rightarrow +\infty$ $m \rightarrow \infty$. We have

$$I_3(m) = \sum_{v=1}^3 Q_v(m); \quad (17)$$

$$\left| Q_1(m) \right| = \left| 1/\pi^2 \int_{1/m^\tau}^{\pi} \int_{1/m}^{1/m^\tau} f(x, y) (-H_m^\alpha(x)) \frac{1}{2} \operatorname{ctg} \frac{y}{2} dy dx \right| \leq \\ \leq C_1(\alpha) \int_{1/m^\tau}^{\pi} \frac{dx}{m^\alpha x^{\alpha+1}} \int_{1/m}^{1/m^\tau} \frac{dy}{y} \leq C_2(\alpha) \frac{m^{\alpha\tau}}{m^\alpha} \ln m$$

and, hence

$$\left| Q_1(m) = o(1) \right| \quad (m \rightarrow \infty). \quad (18)$$

Analogously,

$$\left| Q_3(m) \right| = \left| 1/\pi^2 \int_{1/m^\tau}^{\pi} \int_{1/m}^{1/m^\tau} f(x, y) H_m^\alpha(x) H_m^\beta(y) dy dx \right| = o(1) \quad (m \rightarrow \infty). \quad (19)$$

Now, let us consider $Q_2(m)$.

We have $\frac{1}{m} < \frac{\pi}{6m_k} < \frac{\pi}{5m_k} < \frac{1}{m^\tau}$. Therefore

$$Q_2(m) = 1/\pi^2 \int_{1/m^\tau}^{\pi} \int_{\pi/6m_k}^{\pi/5m_k} f(x, y) (-H_m^\beta(y)) \frac{1}{2} \operatorname{ctg} \frac{x}{2} dy dx = \\ = \left(\int_{1/m^\tau}^{\pi/2} \int_{\pi/6m_k}^{\pi/5m_k} + \int_{\pi/2}^{\pi} \int_{\pi/6m_k}^{\pi/5m_k} \right) f(x, y) (-H_m^\beta(y)) \frac{1}{2} \operatorname{ctg} \frac{x}{2} dy dx = U_1(m) + U_2(m). \quad (20)$$

Since $m=2m_k$ and $y \in \left[\frac{\pi}{6m_k}; \frac{\pi}{5m_k} \right]$, then $\cos(i+1/2)y > 0$ ($i=0, 1, \dots, m$).

Hence, $(-H_m^\beta(y)) < 0$ (see (7)). Therefore

$$\begin{aligned}
 |U_i(m)| &\geq \frac{c_1}{A_m^\beta} \int_{\frac{\pi}{6m_k}}^{\pi/2} \int_{\frac{\pi}{5m_k}}^{23\pi/120m_k} \sum_{i=0}^m A_i^{\beta-1} \frac{\cos \frac{9\pi}{20}}{y} \frac{f(x,y)}{x} dy dx \geq \\
 &\geq \frac{c_2}{A_m^\beta} \int_{\frac{\pi}{6m_k}}^{\pi/2} \int_{\frac{\pi}{5m_k}}^{23\pi/120m_k} \frac{A_m^\beta}{\log \frac{m_k}{x} \log^{(3)} \frac{4\pi^2}{yx}} dy dx \geq \\
 &\geq \frac{c_3}{\log^{(3)} m} \int_{\frac{\pi}{6m_k}}^{\pi/2} \frac{dx}{x \log \frac{m_k}{x}} \int_{\frac{\pi}{5m_k}}^{23\pi/120m_k} \frac{dy}{y} \geq \frac{c_4 \log^{(2)} m_k^2}{\log^{(3)} m_k}.
 \end{aligned} \tag{21}$$

As to $U_2(m)$, obviously

$$|U_2(m)| \leq M \tag{22}$$

From (20)-(22) we obtain

$$|Q_2(m)| \rightarrow +\infty \quad (m \rightarrow \infty). \tag{23}$$

(17)-(23) yield

$$|I_3(m)| \rightarrow +\infty \quad (m \rightarrow \infty) \tag{24}$$

(once more we remind, that $m=2m_k$).

As to $I_1(m), I_2(m)$ and $I_4(m)$, taking into account (5) and (9), we can easily conclude as in the case of $Q_1(m)$, that

$$I_1(m) = o(1), I_2(m) = o(1), I_4(m) = o(1) \quad (m \rightarrow \infty). \tag{25}$$

Finally, (6), (10), (11), (15), (16), (24) and (25) prove the theorem in the case $n=2$ and $\alpha, \beta \in (0; 1)$.

For $\alpha=1$ we have
$$H_m^1(t) = \frac{\sin(m+1)t}{(m+1)(2 \sin \frac{t}{2})^2} \tag{26}$$

and the estimate analogous to (9) holds true.

If $\alpha > 1$, we have analogously to [5], for $d=[\alpha]$

$$\begin{aligned}
 H_m^\alpha(t) = \frac{1}{A_m^\alpha 2 \sin \frac{t}{2}} \operatorname{Re} \left\{ \frac{e^{i(m+1/2)t}}{(1-e^{-it})^\alpha} - e^{-\frac{1}{2}it} \sum_{k=1}^d A_m^{\alpha-k} (1-e^{-it})^{-k} - \right. \\
 \left. - \sum_{k=m+1}^{\infty} A_k^{\alpha-d-1} e^{-i(k-m-1/2)t} (1-e^{-it})^{-d} \right\}.
 \end{aligned} \tag{27}$$

From (27) estimates analogous to (9) can easily be obtained and this enables us to fulfil the proof when α or β (or the both) are more than 1.

In n -dimensional ($n \geq 2$) case we define f as follows. We set

$$x = (x_1, \dots, x_n) \in (0; \pi)^n;$$

$$g_k(x) = \begin{cases} \log^{n-1} \frac{l}{(x_1 - \frac{\pi}{6m_k}) \prod_{i=2}^n (\pi/2 - |\pi/2 - x_i|)} \log^{(n+1)} \frac{\pi^n \exp^{(n)} 2}{\prod_{i=2}^n (\pi/2 - |\pi/2 - x_i|)} \\ \quad x \in \left(\frac{\pi}{6m_k}; \frac{11\pi}{60m_k} \right) \times (0; \pi)^{n-1}; \\ \log^{n-1} \frac{l}{(\frac{\pi}{5m_k} - x_1) \prod_{i=2}^n (\pi/2 - |\pi/2 - x_i|)} \log^{(n+1)} \frac{\pi^n \exp^{(n)} 2}{\prod_{i=2}^n (\pi/2 - |\pi/2 - x_i|)} \\ \quad x \in \left[\frac{11\pi}{60m_k}; \frac{\pi}{5m_k} \right) \times (0; \pi)^{n-1}; \\ 0, \quad x \in (0; \pi)^n \setminus \left(\left(\frac{\pi}{6m_k}; \frac{\pi}{5m_k} \right) \times (0; \pi)^{n-1} \right). \end{cases}$$

And finally

$$f(x) = \begin{cases} \sum_{k=1}^{\infty} g_k(x), & x \in (0; \pi)^n, \\ 0, & x \in [-\pi; \pi]^n \setminus (0; \pi)^n. \end{cases}$$

Outside $[-\pi; \pi]^n$ we extend the function f by periodicity with the period 2π in each variable.

We observe, that the functions of this type first were introduced and applied in the works of L. Zhizhiashvili [1], [6].

Remark. Results, analogous to Theorem 1 and Theorem 2 hold true for n -multiple Abel-Poisson summability method.

Tbilisi State University

(Received 25.06.1993)

მათემატიკა

დ. ლელაძე

ჯერადი შეუღლებული ტრიგონომეტრიული მწკრივების
შეჯამებადობის შესახებ

რეზიუმე

ავტორის მიერ ნაჩვენებია იყო [2], რომ თუ $f \in C([-\pi; \pi]^n)$ ($n > 1$) ფუნქციის უწყვეტობის კერძო მოდულუები აკმაყოფილებენ პირობებს $\omega(\delta; f)_c = o(1/\log^{-1}(1/\delta))$, ($\delta \rightarrow 0+$, $i = 1, n$), მაშინ f -ის n -ჯერადი ($n > 1$) ფურიეს ტრიგონომეტრიული მწკრივის



ველი ცვლადით შეუღლებული მწკრივის მართკუთხა კერძო ჯამების მიმდევრობის სუბსეკენტირებას (C, α) ($\alpha = (\alpha_1, \dots, \alpha_n)$, $\alpha_i > 0$, $i = 1, n$) საშუალოებსა და ე.წ. n -ჯერად წაკვეთილ შეუღლებულ ფუნქციას შორის სხვაობა C -ს ნორმით მიისწრაფის O -კენ. წინამდებარე სტატიაში დამტკიცებულია, რომ თუ ერთი მაინც σ შეიცვლება O -ით, მაშინ ეს შედეგი აღარაა სამართლიანი.

МАТЕМАТИКА

Д. Леладзе

О суммировании кратных сопряженных тригонометрических рядов

Резюме

Автором было доказано [2], что если частичные модули непрерывности функции $f \in C([- \pi, \pi]^n)$ ($n > 1$) удовлетворяют условиям $\omega(\delta, f)_\sigma = O(1/\log^{n-1}(1/\delta))$, ($\delta \rightarrow 0^+$, $i = 1, n$), то разность между чезаровскими средними (C, α) ($\alpha = (\alpha_1, \dots, \alpha_n)$, $\alpha_i > 0$, $i = 1, n$) последовательности прямоугольных частичных сумм сопряженного по всем переменным к n -кратному ряду Фурье f тригонометрического ряда и т.н. "срезанной" сопряженной функцией сходится по норме C к 0. В настоящей статье доказано, что если хотя бы одно σ заменить через O , то упомянутый результат перестает быть верным.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. *Л.В.Жижиашвили*. Сопряженные функции и тригонометрические ряды. Тбилиси, 1969.
2. *D.Leladze*. Proc. Georgian Acad. Sci. Mathematics. 1, No 2, 1993, 239-254.
3. *J.O.Basinger*. Cesàro Summability of the Conjugate Series and the Double Hilbert Transform. Proc. Amer. Math. Soc., 56, 1976, 177-182.
4. *А.Зигмунд*. Тригонометрические ряды, т.1. М.
5. *М.М.Лекишвили*. Мат.сборник, 121, 4, 1983, 499-509.
6. *Л.В.Жижиашвили*. Успехи мат. наук, 28, 2, 1973, 65-119.



O.Chkadua

Investigation of Mixed Problems of Statics of the Couple-Stress Theory of Elasticity for Homogeneous Anisotropic Media

(Presented by Corr.-Member of the Academy T.Gegelia 1.04.93)

The present paper is devoted to the investigation of mixed problems of statics of the couple-stress theory of elasticity for homogeneous anisotropic media when the boundary value of the vector $\mathcal{U}=(u, \omega)$ (u as a displacement vector, ω as a rotation vector) is prescribed on one part of the boundary and a stress vector $N(\partial z, n(z))$ is given on the remaining part of the boundary [1].

Mixed problems of the classical theory of elasticity for isotropic media are studied in the works of E.Shargorodsky [2], while the mixed problems of the classical theory of elasticity for anisotropic homogeneous media are investigated in their joint paper by D.Natroshvili, O.Chkadua and E.Shargorodsky [3].

Mixed problems for Lamé's system have also been considered in the works of Rempel and Schulze [4].

We can mention here the important works of V.Maz'ya [5] and T.Petersdorff [6], in which, among other problems, the mixed boundary value problems for Lamé's system in piecewise smooth domains were studied. These problems give more constructive information on the behaviour of solutions near the line where boundary conditions alternate.

In this paper by using the methods of potential theory and of the general theory of pseudo-differential equations on manifolds with boundary we study the problems of the existence and uniqueness of solutions of the mixed problems of statics of the couple-stress theory of elasticity for homogeneous anisotropic media and investigate smoothness of solutions in a closed domain occupied by an elastic medium, i.e. the solution possesses C^α smoothness for an arbitrary $\alpha < 1/2$.

Below for the functional spaces we use the notations introduced in [7]. For a sufficiently smooth surface with a boundary which is embedded in a sufficiently smooth compact surface without a boundary, we introduce the following Besov spaces:

$$B_{p,q}^S(M) = \left\{ f \Big|_M : f \in B_{p,q}^S(M_0) \right\},$$
$$\tilde{B}_{p,q}^S(M) = \left\{ g : g \in B_{p,q}^S(M_0), \text{Suppg} \subset \overline{M} \right\}.$$

In the case of a space of Bessel potentials the notations $H_p^S(M)$ and $\tilde{H}_p^S(M)$ have analogous meaning.

Let Ω^+ be a bounded open domain in R^3 with a boundary $\partial\Omega$ of the class C^∞ , $\Omega = R^3 \setminus (\Omega^+ \cup \partial\Omega)$. A closed C^∞ -smooth curve without self-intersection $Y \subset \partial\Omega$ divides $\partial\Omega$ into two open (in $\partial\Omega$) submanifolds $\partial_1\Omega$ and $\partial_2\Omega$ with a common boundary $Y = \partial_1\Omega \cap \partial_2\Omega$.

We shall consider the following boundary value problem:

$$\begin{cases} M(\partial_x) \mathcal{U} = 0 & \text{in } \Omega^\pm & (1) \\ \{\mathcal{U}\}^\pm = \varphi & \text{on } \partial_1 \Omega & (2) \\ \{N(\partial_z, n(z)) \mathcal{U}\}^\pm = \psi & \text{on } \partial_2 \Omega & (3) \end{cases}$$

Boundary value problems with the sign "+" ("-") are referred to as interior (exterior). Here $\mathcal{U}=(u, \omega)$ with u as a displacement vector and ω as a rotation vector. \mathcal{U} is sought in the class $W_p^1(\Omega^+)$ or in the class $W_{p,loc}^1(\Omega^-)$ if $\mathcal{U}(x)=o(l)$ when $|x| \rightarrow \infty$,

$$\varphi \in B_{p,p}^{l,p'}(\partial_1 \Omega), \quad \psi \in B_{p,p}^{-l,p'}(\partial_2 \Omega), \quad p' = \frac{p}{p-1}, \quad 1 < p < \infty.$$

$$M(\partial_x) = \begin{Bmatrix} 1 & 2 \\ 3 & 4 \\ M(\partial_x) & M(\partial_x) \end{Bmatrix}_{6 \times 6},$$

$${}^1 M(\partial_x) = \left\| {}^1 M_{jk}(\partial_x) \right\|_{3 \times 3}, \quad {}^1 M_{jk}(\partial_x) = a_{ijk} \partial_i \partial_l,$$

$${}^2 M(\partial_x) = \left\| {}^2 M_j^k(\partial_x) \right\|_{3 \times 3}, \quad {}^2 M_j^k(\partial_x) = b_{ij}^k \partial_i \partial_l - \varepsilon_{lr}^k a_{ijl} \partial_r,$$

$${}^3 M(\partial_x) = \left\| {}^3 M_k^j(\partial_x) \right\|_{3 \times 3}, \quad {}^3 M_k^j(\partial_x) = b_{ik}^j \partial_i \partial_l + \varepsilon_{lr}^j a_{ikl} \partial_r,$$

$${}^4 M(\partial_x) = \left\| {}^4 M^{jk}(\partial_x) \right\|_{3 \times 3}, \quad {}^4 M^{jk}(\partial_x) = c_{il}^{jk} \partial_i \partial_l - b_{il}^j \varepsilon_{lr}^k \partial_r + \\ + \varepsilon_{lr}^j b_{il}^k \partial_r - \varepsilon_{ip}^j \varepsilon_{lr}^k a_{ipl}$$

$$\partial_i = \partial_{x_i}$$

ε_{ik}^j is a symbol of Levy-Civita, a_{ijkl} , b_{ijl}^p , c_{il}^{jk} are elastic constants satisfying the conditions.

$$a_{ijkl} = a_{lkij} = a_{ijkl}, \quad c_{il}^{jk} = c_{il}^{kj}$$

We assume that $\exists K > 0$, $\forall \xi_{ij}$, $\eta_i^k \in R$

$$a_{yik} \xi_{ij} \xi_{ik} + c_{il}^{jk} \eta_i^j \eta_l^k + 2b_{ijl}^k \xi_{ij} \eta_l^k \geq K(\xi_{ij} \xi_{ij} + \eta_i^k \eta_l^k).$$

The matrix $N(\partial_z, n(z))$ has the form

$$N(\partial_z, n(z)) = \begin{Bmatrix} 1 & 2 \\ 3 & 4 \\ N(\partial_z, n(z)) & N(\partial_z, n(z)) \end{Bmatrix}_{6 \times 6}$$

$${}^1 N(\partial_z, n(z)) = \left\| {}^1 N_{jk}(\partial_z, n(z)) \right\|_{3 \times 3}$$

$$\begin{aligned} \dot{N}_{jk}^1(\partial_z, n(z)) &= a_{ijkl} n_i \partial_l, \\ \dot{N}^2(\partial_z, n(z)) &= \left\| \dot{N}_{j^k}^2, (\partial z, n(z)) \right\|_{3,3}, \\ \dot{N}_{j^k}^2(\partial_z, n(z)) &= b_{ij}^k n_i \partial_l - a_{ijlr} \varepsilon_{lr}^k n_i, \\ \dot{N}^3(\partial_z, n(z)) &= \left\| \dot{N}_{k^j}^3, (\partial z, n(z)) \right\|_{3,3}, \\ \dot{N}_{k^j}^3(\partial_z, n(z)) &= b_{ik}^j n_i \partial_l, \\ \dot{N}^4(\partial_z, n(z)) &= \left\| \dot{N}^{4jk}, (\partial z, n(z)) \right\|_{3,3}, \\ \dot{N}^{4jk}(\partial_z, n(z)) &= c_{il}^{jk} n_i \partial_l - b_{ln}^j \varepsilon_{lr}^k n_n, \end{aligned}$$

$n(z) = (n_1(z), n_2(z), n_3(z))$ is exterior with respect to the unit normal of the manifold $\partial\Omega$ at the point z .

From the theorem on traces it follows that for any function $\mathcal{U} \in W_p^1(\Omega^+) (W_{p,loc}^1(\Omega^-))$ we can determine its on $\partial\Omega: \{\mathcal{U}\}^\pm \in B_{p,p}^{1/p}(\partial\Omega)$. Let $\mathcal{U} \in W_p^1(\Omega^+) (W_{p,loc}^1(\Omega^-))$ such that $M(\partial_x)\mathcal{U} \in L_p(\Omega^+) (L_{p,loc}(\Omega^-))$. Then $\{N(\partial_z, n(z))\mathcal{U}\}^\pm$ can be determined correctly by the equality

$$\int_{\Omega^\pm} [\mathcal{V} M(\partial_x)\mathcal{U} + E(\mathcal{U}, \mathcal{V})] dx = \pm \langle \{N(\partial_z, n(z))\mathcal{U}\}^\pm, \{\mathcal{V}\}^\pm \rangle$$

$$\forall \mathcal{V} \in W_p^1(\Omega^+) (W_{p,loc}^1(\Omega^-)), \mathcal{U} = (u, \omega), \mathcal{V} = (v, \theta),$$

where

$$\begin{aligned} E(\mathcal{U}, \mathcal{V}) &= a_{ijlr} u_{lr} v_{ij} + b_{lkr}^j \omega_l^j v_{rk} + b_{lkr}^j u_{lk} + c_{il}^{jk} \omega_l^k \theta_i^j, \\ u_{lr} &= \partial_l u_r - \varepsilon_{lr}^k \omega^k, \quad \omega_l^k = \partial_l \omega^k, \quad v_{ij} = \partial_i v_j - \varepsilon_{ij}^k \theta^k, \quad \theta_i^j = \partial_i \theta^j. \end{aligned}$$

$\langle \cdot, \cdot \rangle$ denotes duality between $B_{p,p}^{-1/p}(\partial\Omega)$ and $B_{p,p}^{1/p}(\partial\Omega)$.

We prove that

$$\det M(i\xi) \neq 0 \quad \text{for } \forall \xi \neq 0,$$

where $\det M(i\xi)$ is a characteristic polynomial of the differential operator $M(\partial_x)$.

Consider the fundamental matrix-function (see [8])

$$H(x) = F_{\xi, x}^{-1} \left(\pm \frac{1}{2\pi} \int_{\pm} M^{-1}(i\xi, i\tau) e^{i\tau x} d\tau \right),$$

where the signs "+" and "-" are used for the cases $x_j > 0$ and $x_j < 0$, respectively. $x' = (x_1, x_2)$; \int_{\pm} denotes integration with respect to the contour L^\pm , where $L^+(L^-)$ is

oriented positively and covers all roots of the polynomial $\det M(i\xi, i\tau)$ with respect to τ in the upper (lower) - τ -half-plane, respectively. F^{-1} is an inverse Fourier transform.

Then the simple and double-layer potentials will have the form

$$V(g)(x) = \int_{\partial\Omega} H(x-y)g(y)d_y S, \quad x \in \partial\Omega,$$

$$U(f)(x) = \int_{\partial\Omega} [N(\partial_y, n(y))H(x-y)]^t f(y)d_y S, \quad x \in \partial\Omega.$$

The sign $[\]^t$ denotes transposition of the matrix.

Studying the operators V and U in the same way as in [3], we obtain the following theorems.

Theorem 1. Let $s \in \mathbb{R}$, $1 < p < \infty$, $1 \leq q \leq \infty$. Then the operators V and U admit continuation to the operators continuous in the following spaces:

$$V: B_{p,q}^S(\partial\Omega) \rightarrow B_{p,q}^{S+1+1/p}(\Omega^+) \left(B_{p,q,loc}^{S+1+1/p}(\Omega^-) \right),$$

$$V: B_{p,q}^S(\partial\Omega) \rightarrow H_p^{S+1+1/p}(\Omega^+) \left(H_{p,loc}^{S+1+1/p}(\Omega^-) \right),$$

$$U: B_{p,q}^S(\partial\Omega) \rightarrow B_{p,q}^{S+1+1/p}(\Omega^+) \left(B_{p,q}^{S+1/p}(\Omega^-) \right),$$

$$U: B_{p,q}^S(\partial\Omega) \rightarrow H_p^{S+1/p}(\Omega^+) \left(H_{p,loc}^{S+1/p}(\Omega^-) \right)$$

Theorem 2. Let $1 < p < \infty$, $1 \leq q \leq \infty$, $\varepsilon > 0$, $g \in B_{p,q}^{-1+\varepsilon}(\partial\Omega)$, $f \in B_{p,q}^\varepsilon(\partial\Omega)$. Then

$$\{V(g)(z)\}^\pm = \int_{\partial\Omega} H(z-y)g(y)d_y S,$$

$$\{U(f)(z)\}^\pm = \pm \frac{1}{2} f(z) + \int_{\partial\Omega} [N(\partial_y, n(y))H(z-y)]^t f(y)d_y S.$$

Theorem 3. Let $1 < p < \infty$, $g \in B_{p,q}^{-1/p}(\partial\Omega)$, $p' = \frac{p}{p-1}$, $f \in B_{p,p}^{1/p}(\partial\Omega)$. Then

$$\{N(\partial_z, n(z))V(g)(z)\}^\pm = \mp \frac{1}{2} g(z) + \int_{\partial\Omega} N(\partial_z, n(z))H(z-y)g(y)d_y S,$$

$$\{N(\partial_z, n(z))U(f)(z)\}^+ = \{N(\partial_z, n(z))U(f)(z)\}^-.$$

Introduce the following notations:

$$V_+(h)(z) = \int_{\partial\Omega} H(z-y)h(y)d_y S,$$

$$V_\theta(h)(z) = \int_{\partial\Omega} [N(\partial_y, n(y))H(z-y)]^t h(y)d_y S,$$

$$V_\theta^*(h)(z) = \int_{\partial\Omega} N(\partial_z, n(y))H(z-y)h(y)d_y S,$$

$$V_t(h)(z) = \{N(\partial_z, n(z))U(h)(z)\}^\pm$$



Theorem 4. Let $s \in \mathbb{R}$, $1 < p < \infty$, $1 \leq q \leq \infty$. Then these operators admit continuation to the operators continuous in the following spaces:

$$\begin{aligned} V_{-1}: H_p^s(\partial\Omega) &\rightarrow H_p^{s+1}(\partial\Omega) \quad (B_{p,q}^s(\partial\Omega) \rightarrow B_{p,q}^{s+1}(\partial\Omega)) \\ V_0, V_0^*: H_p^s(\partial\Omega) &\rightarrow H_p^s(\partial\Omega) \quad (B_{p,q}^s(\partial\Omega) \rightarrow B_{p,q}^s(\partial\Omega)) \\ V_1: H_p^s(\partial\Omega) &\rightarrow H_p^{s-1}(\partial\Omega) \quad (B_{p,q}^s(\partial\Omega) \rightarrow B_{p,q}^{s-1}(\partial\Omega)). \end{aligned}$$

The operators V_{-1} , V_0 , V_0^* , V_1 are the pseudodifferential operators of orders $-1, 0, 0, 1$, respectively.

The symbols of these operators defined on the cotangential fibre space $T(\partial\Omega)$ the manifold $\partial\Omega$ have the form:

$$\begin{aligned} \sigma(V_{-1})(\xi) &= -\frac{1}{2\pi} \int_+^0 \overset{0}{M}^{-1}(\xi + n\tau) d\tau, \\ \sigma\left(\frac{1}{2}I + V_0\right)(\xi) &= \frac{1}{2\pi i} \int_+^0 [\overset{0}{N}(\xi + n\tau, n) \overset{0}{M}^{-1}(\xi + n\tau)]' d\tau, \\ \sigma\left(-\frac{1}{2}I + V_0^*\right)(\xi) &= -\frac{1}{2\pi i} \int_+^0 [\overset{0}{N}(\xi + n\tau, n) \overset{0}{M}^{-1}(\xi + n\tau)]' d\tau, \\ \sigma(V_1)(\xi) &= -\frac{1}{2\pi} \int_+^0 \overset{0}{N}(\xi + n\tau, n) [\overset{0}{N}(\xi + n\tau, n) \overset{0}{M}^{-1}(\xi + n\tau)] d\tau, \end{aligned}$$

where ξ is a tangent vector of $\partial\Omega$ at z ; $\overset{0}{N}(\xi)$ and $\overset{0}{M}(\xi)$ are the principal homogeneous parts of the matrices $\overset{0}{N}(\xi)$ and $\overset{0}{M}(\xi)$. Ellipticity of these symbols follows from [8].

The following theorems are valid.

Theorem 5. For the operators V_{-1} , V_1 the following relations are true:

$$(1) \langle V_{-1}g, g \rangle_{\alpha\Omega} \leq 0, \quad \forall g \in H_2^{-1/2}(\partial\Omega),$$

the equality being possible if and only if $g=0$;

$$(2) \langle V_1 f, f \rangle_{\alpha\Omega} \geq 0, \quad \forall f \in H_2^{1/2}(\partial\Omega),$$

the equality being fulfilled for $f(x) = [a_1 \times x] + b_1 + i([a_2 \times x] + b_2)$ only, where $a_1, a_2, b_1, b_2 \in \mathbb{R}^3$ are arbitrary constant vectors, and the symbol $[* \times *]$ denotes the vector product.

It follows from Theorem 5 that the operator $V_{-1}: H_2^{-1/2}(\partial\Omega) \rightarrow H_2^{1/2}(\partial\Omega)$ is invertible, whence follows its invertibility in the remaining spaces.

Theorem 6. The following relations are true:

$$(a) \left\langle \left(\frac{1}{2}I + V_0^*\right) V_{-1}^{-1} f, f \right\rangle_{\partial\Omega} \leq 0, \quad \forall f \in H_2^{1/2}(\partial\Omega),$$

the equality being fulfilled if and only if $f=0$;

$$(b) \left\langle \left(-\frac{1}{2}I + V_0^*\right) V_{-1}^{-1} f, f \right\rangle_{\partial\Omega} \leq 0, \quad \forall f \in H_2^{1/2}(\partial\Omega),$$



the equality being fulfilled if and only if $f(x)=[a_1 \times x] + b_1 + i([a_2 \times x] + b_2)$, where $a_1, a_2, b_1, b_2 \in R^3$ are arbitrary constant vectors.

The symbol $\langle \cdot, \cdot \rangle$ in Theorems 5 and 6 denotes duality between the spaces $H_2^{1/2}(\partial\Omega)$ which is given by the formula

$$\langle f, g \rangle_{\partial\Omega} = \int_{\partial\Omega} f \bar{g} ds \quad \text{for } f, g \in C^1(\partial\Omega)$$

The solution of the mixed problem under consideration is now sought in the form of a simple layer potential

$$\mathcal{A}(x) = \int_{\partial\Omega} H(x-y)g(y)dy \quad x \in \Omega^+ \quad (x \in \Omega^-)$$

Taking into account boundary conditions (2) and (3), we get

$$\pi_1 V_{,i} g = \varphi, \quad \text{on } \partial_1\Omega \quad (4)$$

$$\pi_2 \left(\mp \frac{1}{2} I + V_0^* \right) g = \psi \quad \text{on } \partial_2\Omega \quad (5)$$

where π_i denotes the operator of constriction on $\partial_i\Omega$, $i=1,2$.

Let $\Phi_0 \in B_{p,p}^{1/p}(\partial_1\Omega)$ be the continuation of the function $\varphi \in B_{p,p}^{1/p}(\partial_1\Omega)$ to the whole boundary $\partial\Omega$. We can easily see that any continuation $\Phi \in B_{p,p}^{1/p}(\partial\Omega)$ of the function φ has the form $\Phi = \Phi_0 + \varphi_0$, where $\varphi_0 \in \tilde{B}_{p,p}^{1/p}(\partial_2\Omega)$. Then from (4) we obtain

$$V_{,i} g = \Phi_0 + \varphi_0.$$

Since $V_{,i}$ is an invertible operator, we have

$$g = V_{,i}^{-1} (\Phi_0 + \varphi_0) \quad (6)$$

Substituting (6) into (5) we get the equation with respect to φ_0 :

$$\pi_2 \left(\mp \frac{1}{2} I + V_0^* \right) V_{,i}^{-1} \varphi_0 = \psi + \pi_2 \left(\pm \frac{1}{2} I + V_0^* \right) V_{,i}^{-1} \Phi_0.$$

Thus we have to investigate the equation

$$\pi_2 \left(\mp \frac{1}{2} I + V_0^* \right) V_{,i}^{-1} \varphi_0 = \Psi, \quad (7)$$

$$\Psi \in B_{p,p}^{-1/p}(\partial_2\Omega).$$

It follows from Theorem 6 (b) that the operator

$$\pi_2 \left(\mp \frac{1}{2} I + V_0^* \right) V_{,i}^{-1} : \tilde{H}_2^{1/2}(\partial_2\Omega) \rightarrow H_2^{-1/2}(\partial_2\Omega)$$

is invertible.

This operator is an elliptic pseudodifferential operator on the manifold with boundary.

Let us take an arbitrary point $y \in Y = \overline{\partial_1\Omega} \cap \overline{\partial_2\Omega}$ and a local system of coordinates in its neighbourhood. We denote the value of the principal homogeneous symbol of the



operator $\left(\frac{1}{2}I \pm V_0^*\right)V_{-1}^{-1}$ at the point y written in the given local coordinates by $\sigma_\pm(y, \xi)$, where $\xi = (\xi_1, \xi_2)$.

In studying the Noetherity of the operator $\pi_\pm \left(-\frac{1}{2}I \pm V_0^*\right)V_{-1}^{-1}$ in the corresponding Besov and the Bessel potential spaces, essential role play eigen-values of the matrix $(\sigma_\pm(y, \theta, -I))^{-1}(\sigma_\pm(y, \theta, +I))$. Since the matrix $\sigma_\pm(y, \xi)$ is defined positively, all eigen-values of $(\sigma_\pm(y, \theta, -I))^{-1}(\sigma_\pm(y, \theta, +I))$ are positive.

Continuing investigation of these equations in the same way as in [3], i.e. using the above arguments and general theorems on the elliptic pseudodifferential operators on manifolds with boundary [9], [10], we can prove the following statement [11], [12].

Theorem 7. Let $1 < p < \infty$, $1 \leq q \leq \infty$. Then for the operator

$$\pi_\pm \left(\mp \frac{1}{2}I + V_0^* \right) V_{-1}^{-1} : \tilde{H}_p^s(\partial_2 \Omega) \rightarrow \tilde{H}_p^{s-1}(\partial_2 \Omega)$$

to be Noetherian, it is necessary that the inequality

$$\frac{1}{p} - \frac{1}{2} < s < \frac{1}{p} + \frac{1}{2} \quad (8)$$

be fulfilled.

If (8) is fulfilled, then the operator

$$\pi_\pm \left(\mp \frac{1}{2}I + V_0^* \right) V_{-1}^{-1} : \tilde{H}_p^s(\partial_2 \Omega) \rightarrow H_p^{s-1}(\partial_2 \Omega) \tilde{B}_{p,q}^{s-1}(\partial_2 \Omega) \rightarrow B_p^{s-1}(\partial_2 \Omega)$$

is invertible.

Theorem 8. Let $4/3 < p < 4$. Then the mixed problem (1), (2), (3) has the unique solution in the class $W_p^1(\Omega^+)(W_{p,loc}^1(\Omega^-))$ and these solutions are given by the formula $\mathcal{U} = V(V_{-1}^{-1}(\Phi_{\theta^+} + \varphi_0))$, where $\Phi_{\theta^+} \in B_{p,p}^{1/p'}(\partial_2 \Omega)$ is a continuation of φ on $\partial_2 \Omega$, and $\varphi_0 \in \tilde{B}_{p,p}^{1/p'}(\partial_2 \Omega)$ is a solution of equation (7).

Theorem 9. Let $4/3 < p < 4$, $1 < t < \infty$, $1 \leq q \leq \infty$, $\frac{1}{t} - \frac{1}{2} < S < \frac{1}{t} + \frac{1}{2}$,

$\mathcal{U} \in \frac{1}{p}(\Omega^+)(W_p^1(\Omega^-))$, be the solution of the problem:

$$\text{If } \varphi \in B_{t,t}^S(\partial_1 \Omega), \psi \in B_{t,t}^{S-1}(\partial_2 \Omega), \text{ then } \mathcal{U} \in H_{t,t}^{S+1/t}(\Omega^+) \left(H_{t,loc}^{S+1/t}(\Omega^-) \right),$$

$$\text{If } \varphi \in B_{t,q}^S(\partial_1 \Omega), \psi \in B_{t,q}^{S-1}(\partial_2 \Omega), \text{ then } \mathcal{U} \in B_{t,q}^{S+1/t}(\Omega^+) \left(B_{t,q}^{S+1/t}(\Omega^-) \right)$$

$$\text{If } \varphi \in C^\alpha(\overline{\partial_1 \Omega}), \psi \in B_{\infty,\infty}^{\alpha-1}(\partial_2 \Omega) \text{ for } \alpha \in \left] 0, \frac{1}{2} \right], \text{ then } \mathcal{U} \in \bigcap_{\alpha' < \alpha} C^{\alpha'}(\overline{\Omega^+}) \left(\bigcap_{\alpha' < \alpha} C^{\alpha'}(\overline{\Omega^-}) \right).$$

ო. ჯვალაძე

დრეკადობის მომენტური თეორიის სტატიკის შერეული
 სასაზღვრო ამოცანების გამოკვლევა ერთგვაროვანი
 ანიზოტროპული სხეულებისათვის

რ ე ზ ი უ მ ე

ნაშრომში პოტენციალთა თეორიისა და ფსევდოდიფერენციალური განტოლებების თეორიის გამოყენებით შესწავლილია ერთგვაროვანი ანიზოტროპული სხეულების დრეკადობის მომენტური თეორიის სტატიკის შერეული სასაზღვრო ამოცანები, როდესაც განსაზღვრული სხეულის ერთ ნაწილზე მოცემულია $\mathcal{U}=(u, \omega)$ ვექტორის სასაზღვრო მნიშვნელობა (u - გადაადგილების ვექტორი, ω - ბრუნვის ვექტორი), ხოლო მეორე ნაწილზე მოცემულია ძაბვის ვექტორი $N(\ell_2, u(z))$.

დამტკიცებულია ამ ამოცანათა ამონახსნების არსებობისა და ერთადერთობის თეორემები ბესოვის და ზესელის პოტენციალთა ფუნქციურ სივრცეებში. ჩართვის თეორემებზე დაყრდნობით დადგენილია, რომ გარკვეულ პირობებში ამონახსნებს

ჩაკეტულ არეში აქვთ C^α ($\alpha < \frac{1}{2}$) სიგლუვე.

МАТЕМАТИКА

О.О.Чкадуа

Исследование смешанных задач статики моментной
 теории упругости для однородных анизотропных сред

Р е з ю м е

Работа посвящается изучению смешанных задач статики моментной теории упругости для анизотропных однородных сред, когда на одной части границы тела задано граничное значение вектора $\mathcal{U}=(u, \omega)$, (u – вектор смещения, ω – вектор вращения), а на остальной части вектор напряжения $N(\ell_2, u(z))$.

Применением методов теории потенциала и общей теории псевдодифференциальных уравнений на многообразиях с краем изучены вопросы существования и единственности решений этих задач в пространствах Бесова и Бесселевых потенциалов.

Исследована гладкость решения в замкнутой области упругой средой. Решение обладает C^α гладкостью для произвольного $\alpha < \frac{1}{2}$.



ლიტერატურის-ლიტერატურა-REFERENCES

1. *O.O.Chkadua*. Continuum mechanics and related problems of analysis. Tbilisi. 1991. 71
2. *E.M.Shargorodsky*. *Bul.Acad.Sci. Georgian. SSR*.135,3, 1989 493-496
3. *D.G.Natroshvili, O.O.Chkadua, E.M.Shargorodsky*. *Trudy Inst.Prikladnoy mat. im I.N. Vekua*. 1990 .133-181
4. *S.Rempel, B.-W.Schulze*. *Math. Nachr.* 119 (1984). 265-290
5. *V.G.Maz'ya*. *Trudy Vsesouzn. Symp. in Tbilisi 21-27 April, 1982, Tbilisi 1986* 123-129
6. *T.Petersdorff*. Technische Hochschule Darmstat (THD-Preprint D17, Darmstat), 1989. 1-130
7. *H.M.Tribel*. *Interpolation Theory, Functional Spaces, Differential Operators* M.Mir. 1980 664 p.
8. *O.O.Chkadua, F.Hamza*. *Bull. Acad.Sci. Georgian SSR* **128**, 3, 1987
9. *R.V.Duduchava*. *Operator Theory* 11, 1984. 41-76, 199-214
10. *E.Shargorodsky*. *Mem. diff. Eq. Math.Phys.* **2**, 1994. 41-146.
11. *M.Agranovich*. *Uspeki Math.Nauk.* 1965, **20**, 5. 3-120
12. *R.Kapanadze*. *Trudy Tbilisi State University* 1968. 129. 17-26



М.М.Лекишвили

Об одной теореме вложения в класс Орлича $\exp L^a$

(Представлено академиком А.В.Жижиашвили 5.10.1994)

Пусть R^m ($m=1,2,\dots$; $R^1 \equiv R$) обозначает m -мерное евклидово пространство точек $x=(x_1, \dots, x_m)$.

Рассмотрим множество $M=\{1, \dots, m\}$ и будем считать, что B – его произвольное непустое подмножество, $C_M B$ – дополнение к B относительно M , а $\text{Card} B$ – число элементов множества B . Символ x_B будет обозначать такую точку из R^m , у которой координаты с индексами, составляющими множество $C_M B$ – непременно нули. Если $a \in R$, то записи $x_B \leq a$ и $|x_B| \leq y_B$, соответственно, означают, что $x_i \leq a$ и $|x_i| \leq y_i$ при всех $i \in B$.

Отрезок $[0, 2\pi]$ обозначаем через T , а m -мерный куб $\{x \in R: 0 \leq x_i \leq 2\pi, 1 \leq i \leq m\}$ – символом T^m , считаем, что $T^1 \equiv T$.

Пусть p – некоторое действительное число с условием $p \geq 1$, тогда под $L^p(T^m)$ будем понимать множество всех измеримых по Лебегу функций $f: R^m \rightarrow R$, 2π -периодических по каждому переменному и таких, что

$$\|f\|_{p,m}^p = \int_{T^m} |f(x)|^p dx < \infty.$$

Если функция f задана всюду на R^m , то воспользуемся следующими обозначениями ее конечных разностей: для $x \in R^m$, $h \in R$ и координатного вектора e_i ($1 \leq i \leq m$) положим

$$\Delta_i(h)f(x) = f(x+h \cdot e_i) - f(x).$$

Пусть множество B состоит из элементов i_1, \dots, i_k ($2 \leq k \leq m$) и $h_j \in R$, $j=1, \dots, k$. Тогда считаем, что

$$\Delta_B(h_B)f(x) = \Delta_{i_1, \dots, i_k}(h_1, \dots, h_k)f(x) = \Delta_{i_1}(h_1) \left[\dots \Delta_{i_k}(h_k) f(x) \right].$$

В соответствии с этим при $m \geq 2$ используем следующие структурные характеристики свойств функций $f \in L^p(T^m)$: частный L^p – модуль непрерывности функции f по переменному x_i ($1 \leq i \leq m$),

$$\omega_i(f; \delta)_{p,m} = \sup_{|h| \leq \delta} \|\Delta_i(h)f\|_{p,m} \quad (0 \leq \delta \leq \pi)$$

и кратный (смешанный) L^p -модуль непрерывности функции f по тем переменным, индексы которых составляют множество $B = \{i_1, \dots, i_k\}$, $2 \leq \text{Card} B \leq m$,

$$\omega_B(f; \delta_B)_{p,m} = \sup_{|h_B| \leq \delta_B} \|\Delta_B(h_B)f\|_{p,m} \quad (0 \leq \delta_B \leq \pi).$$



Если $1 \leq p < \infty$, $f \in L^p(T)$ то, как обычно, $\omega(f; \delta)_p$ обозначает L^p -модуль непрерывности функции f .

Пусть $\text{Card} M \geq 2$, $B = \{i\}$ - одноэлементное подмножество M и $f \in L^p(T^m)$, тогда будем считать, что

$$\omega_B(f; \delta_B)_{p,m} \equiv \omega(f; \delta)_{p,m}.$$

Если же $M = \{1\}$ и $f \in L^p(T)$, то под символом $\omega_B(f; \delta_B)_{p,1}$ будем подразумевать L^p -модуль непрерывности функции f .

Пусть ω - некоторый модуль непрерывности [1] и $1 \leq p < \infty$, тогда через $H_p^m(\omega)$ обозначим класс всех функций $f \in L^p(T^m)$, для которых

$$\omega_i(f; \delta)_{p,m} = O(\omega(\delta)), \quad (1 \leq i \leq m; 0 < \delta \leq 1).$$

По аналогии с этим, если $m \geq 2$, то под $H_p^m(\omega; B)$ понимаем множество всех тех функций $f \in L^p(T^m)$, для которых

$$\omega_B(f; \delta_B)_{p,m} = O\left(\prod_{i \in B} \omega(\delta_i)\right), \quad (0 < \delta_B \leq 1)$$

при любом $B \subseteq M$; $H_p^1(\omega; B) \equiv H_p^1(\omega)$.

Наконец, через $\exp L^\alpha(T^m)$, $\alpha > 0$ будем обозначать [2, с.278] класс (класс Орлича) всех 2π -периодических по каждому переменному, измеримых по Лебегу функций f на кубе T^m , для каждой из которых существует постоянная $c = c(f) > 0$ такая, что

$$\int_{T^m} \exp\left(c|f(x)|^\alpha\right) dx < \infty.$$

Вопросы вложения в класс $\exp L^\alpha$ исследовались в работах П.А.Ульянова [3], Э.А.Стороженко [4], А.К.Панджикидзе [5], В.И.Коляды [6] и др. Так, например, из одной теоремы В.И.Коляды [6, с.279] следует утверждение: для того чтобы имело место вложение

$$H_m^m(\omega) \subset \exp L^{1/m}(T^m),$$

необходимо и достаточно, чтобы в некоторой положительной окрестности нуля было выполнено условие

$$\omega(\delta) = O(\delta |\ln \delta|^{m-1+1/m}).$$

При $m=1$ этот результат содержится в работе П.А.Ульянова [3].

В предлагаемой заметке вложение в класс $\exp L^\alpha(T^m)$ рассматривается для функций $f \in L^p(T^m)$ с заданными мажорантами не только частных, но и кратных L^p -модулей непрерывности. Справедлива

Теорема. Пусть $m=1, 2, \dots$ и $1 < p < \infty$. Для того чтобы имело место вложение

$$H_p^m(\omega; B)_{p,m} \subset \exp L^{1/m}(T^m),$$

необходимо и достаточно, чтобы для любого множества B ($B \subseteq M$, $B \neq \emptyset$) было выполнено соотношение

$$\omega_B(f; \delta_B)_{p,m} = O\left(\prod_{i \in B} \delta_i^{1/p}\right), \quad (0 < \delta_B \leq \pi).$$



Если $m=1$, то указанный результат содержится в работе Э.А.Стороженко [4].

Тбилисский государственный
университет им. И.А.Джавахишвили

(Поступило 7.10.1994)

მათემატიკა

მ.ლექიშვილი

ორლიჩის $\exp L^\alpha$ კლასში ჩართვის ერთი თეორემის შესახებ

რ ე ზ ი უ მ ე

წერილში მოყვანილია ერთი გაუძლიერებადი თეორემა, რომელიც ეხება ორლიჩის $\exp L^\alpha(T^m)$ კლასში ფუნქციათა იმ სიმრავლეების ჩართვას, რომლებიც განისაზღვრება L^p -უწყვეტობის კერძო და ჭერადი მოდულების წინასწარ მოცემული ზუსტი მაჟორანტებით.

MATHEMATICS

M. Lekishvili

On an Embedding Theorem in the Orlicz $\exp L^\alpha$ Class

S u m m a r y

The unimprovable theorem on embedding in the Orlicz $\exp L^\alpha(T^m)$ class of the sets of functions which are defined by the given exact majorants of partial and multiple L^p -modulae of continuity is given in the paper.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. С.М.Никольский. ДАН СССР, 52, 3, 1946, 191-194.
2. А.Зигмунд. Тригонометрические ряды, 1, М., 1965.
3. П.А.Ульянов. Матем.сборник, 81, 1, 1970, 104-131.
4. Э.А.Стороженко. Матем. заметки, 10, 1, 1971, 17-23.
5. А.К.Папджикидзе. Сообщ. АН ГССР, 61, 2, 1971, 281-284.
6. В.И.Коляда. ДАН СССР, 287, 2, 1986, 277-280.



П.В. Джанджгава

Приближенное решение двумерной задачи Дирихле с разрывными граничными условиями

(Представлено академиком Р.Г. Салуқваძე 14.03.1994)

Как известно, решение двумерной задачи Дирихле для уравнения Лапласа $\Delta u=0$, $u|_C=f(P)$ можно представить в виде потенциала двойного слоя [1-3]

$$u(M) = \int_C k(M, P) \Phi(P) ds_P, \quad (1)$$

где $k(M, P) = -\partial \ln(1/|M-P|) / \partial n_P$, а функция $\Phi(P)$ – решение интегрального уравнения Фредгольма второго рода

$$\mu \Phi(s_0) + \int_0^L k(s_0, s) \Phi(s) ds = f(s_0), \quad (2)$$

где $\mu = \pi$ ($\mu = -\pi$) для внутренней (внешней) задачи, L – длина контура C .

Представляет интерес приближенное решение (2), когда функция $f(s)$ ограничена и имеет конечное число точек разрыва на $[0, L]$ (на контуре C). Т.к. для кривых с ограниченной кривизной $k(s_0, s)$ непрерывна и однородное сопряженное уравнение (2) имеет только тривиальное решение [1], уравнение (2), при любом ограниченном $f(s)$, на C имеет единственное ограниченное решение (теорема Фредгольма) [2].

Пусть $k(t, \tau) \in C([a, b] \times [a, b])$, $f(t)$ – кусочно-непрерывная ограниченная функция и $\mu \neq 0$ – заданное число, тогда справедлива следующая

Теорема. Если интегральное уравнение

$$\mu \Phi(t) + \int_a^b k(t, \tau) \Phi(\tau) d\tau = f(t) \quad (3)$$

имеет ограниченное решение $\Phi(t)$, то точки разрыва $\Phi(t)$ и $f(t)$ совпадают и имеет место соотношение

$$\Phi(t+0) - \Phi(t-0) = (f(t+0) - f(t-0)) / \mu. \quad (4)$$

Сначала докажем, что функция $F(t) = \int_a^b k(t, \tau) \Phi(\tau) d\tau$ непрерывна на

$[a, b]$. Из непрерывности $k(t, \tau)$ имеем $\forall \varepsilon > 0, \exists \delta > 0: |k(t', \tau) - k(t'', \tau)| < \varepsilon / M(b-a), \forall \tau, t', t'' \in [a, b]$, для которых $|t' - t''| < \delta$, где $M = \max |\Phi(t)|$ на $[a, b]$. Отсюда получаем

$$|F(t') - F(t'')| \leq \int_a^b |k(t', \tau) - k(t'', \tau)| |\Phi(\tau)| d\tau < \varepsilon \text{ при } |t' - t''| < \delta.$$

Следовательно, $F(t) \in C[a, b]$ т.е. $F(t+0) = F(t-0) = F(t)$, $\forall t \in (a, b)$.

Если $\phi(t)$ – ограниченное решение уравнения (3), то

$$\mu\phi(t+0) + F(t) = f(t+0) \text{ и } \mu\phi(t-0) + F(t) = f(t-0),$$

из которых следует (4).

Вернемся к нашей основной задаче. Пусть точкой разрыва правой части $f(s_0)$ уравнения (2) является s_i (т.е. $P_i = P(s_i)$), $i = 1, m$; тогда рассмотрим дуги $P_i P_{i+1}$ ($P_{m+1} = P_1$) и разобьем их на k_i части $P_{ij} P_{j+1}$, $j = 1, k_i$. Приближенное решение (2) будем искать в виде полигональной функции

$$\phi_n(s) = \phi_{ij} + (\phi_{j+1} - \phi_{ij})(s - s_{ij}) / (s_{j+1} - s_{ij}), \quad (5)$$

где $s \in [s_{ij}, s_{j+1}]$, $s_{ik_i+1} = s_{i+1}$ и $P_{m+1} = P_1$; $j = 1, k_i$; $i = 1, m$; а контур C заменим многоугольником C_n , вершинами которого служат узловые точки $P_{ij} = P(s_{ij})$. Величины ϕ_{ij} (т.е. приближенное значение решения (2) в узловых точках) выберем так, чтобы для значений параметров $s_0 = s_{ij}$ (т.е. для узловых точек) выполнялось соотношение

$$\mu\phi_n(s_0) + \int_{C_n} k(s_0, s) \Phi_n(s) ds = f(s_0), \quad (6)$$

при этом в точках разрыва надо учитывать, что

$$f(s_{i+1-0}) = f(s_{ik_i+1}) \text{ и } f(s_i+0) = f(s_{i1}).$$

Значит, для нахождения величины ϕ_{ij} надо решать систему n ($n = m + k_1 + k_2 + \dots + k_m$) линейных уравнений с n неизвестными, элементы матрицы которой на C_n вычисляются точно. После решения этой системы приближенное решение рассматриваемой задачи в силу (1), можно представить в виде:

$$u_n(M) = \int_{C_n} k(M, P) \Phi_n(s) ds, \quad (7)$$

который вычисляется так же точно.

Построенная полигональная функция для интегрального уравнения Фредгольма второго рода равномерно сходится к точному решению [3]. Функция $\phi_n(s)$ построена так, что точки ее разрыва совпадают с точками разрыва функции $\phi(s)$ и $f(s)$, $\forall n \in \mathbb{N}$.

Мы решали тестовые задачи для уравнения Лапласа:

Таблица 1

t	n=21	n=41	n=61	u _c
0		0.63661	0.63661	4
π		0.63662	0.63662	
2π		0.63662	0.63662	
0	0.23685	0.23828		cost
π	-0.23685	-0.23828		
2π	0.23684	0.23828		
0	-1.48753	-1.90328	-2.06929	t^2
π	1.34100	1.33862	1.33619	
2π	9.02556	9.52676	9.71340	
ск	10.51309	11.43004	11.78269	скач



1) $u|_c=4$; 2) $u|_c=\text{cost}$; 3) $u|_c=t^2$, где C – эллипс с полуосями 2 и 1, решениями задач 1) и 2) являются $u(x,y)=4$ и $u(x,y)=x/2$ соответственно. ($0 \leq t \leq 2\pi$).

В таблице 1 приведено значение функции $\phi_c(s)$ для задачи 1) - 3), т.е. приближенное значение плотности момента линейного двойного слоя и его скачок в правой вершине эллипса, т.е. в точке (2;0) скачок точного решения равен 4π . В таблице 2 (в таблицах, например, запись 6.4-2 означает $6.4 \cdot 10^{-2}$) приведено среднеквадратичное (I столбец) и абсолютное (II столбец) отклонение в узловых (I строка) и средних (II строка) точках, а в таблице 3 приведено значение функции

Таблица 2

$u _c$	n=20+1		n=40+1		n=60+1		n=80+1		n=200+1	
4	6.4-6 9.0-6	1.1-5 2.8-5	1.5-5 1.7-5	3.0-5 5.6-5	2.0-5 2.0-5	4.2-5 6.0-5	2.6-5 5.9-4	5.0-5 1.6-3		
cost	1.3-6 1.3-2	2.8-6 2.1-2	2.7-6 3.3-3	6.1-6 5.4-3	4.4-6 1.5-3	7.8-6 2.3-3	5.4-6 6.6-4	1.0-5 9.1-4		
t^2	3.2-5 1.1 0	6.5-5 3.5 0	3.0-5 4.0-1	5.0-5 1.9 0	4.7-5 2.4-1	1.0-4 1.3 0	7.1-5 1.5-1	1.5-4 9.6-1	2.9-4 4.0-2	5.8-4 3.9-1

Таблица 3

$u _c$	x,y	n=21	n=41	n=61	n=81	n=201	
4	0.00,0.97 -1.98,0.00 0.00,0.00	3.99973 4.00024 3.99999	4.00000 3.99997 3.99998	3.99996 3.99998 3.99997	3.99994 3.99998 3.99997	4 4 4	Т о ч н.
cost	0.00,0.97 -1.98,0.00 0.00,0.00	-1.0-8 -0.98723 -1.0-7	5.0-7 -0.98892 -2.0-7	2.0-7 -0.98943 2.0-6	1.0-5 -0.98964 -1.0-7	0 -0.99 0	Р е ш.
t^2	1.98,0.00 0.00,0.97 -1.98,0.00 0.0,-0.97 0.00,0.00	19.4106 2.7777 9.8971 21.9374 12.6256	193829 2.7513 9.8934 21.9473 12.6118	19.3784 2.7575 9.8925 21.9485 12.6093	19.3619 2.7559 9.8921 21.9494 12.6085	19.3104 2.7540 9.8909 21.9501 12.6075	

Таблица 4

x,y	n=4×30+4	n=4×35+4	n=4×40+4
0.5,0.5	7.370-2	7.369-2	7.368-2
0.8,0.5	4.971-2	4.971-2	4.971-2
0.5,0.8	4.971-2	4.971-2	4.971-2
0.1,0.1	1.311-2	1.310-2	1.309-2
0.9,0.9	1.304-2	1.305-2	1.305-2
x,y	n=(10-1) ²	n=(20-1) ²	n=(30-1) ²
0.5,0.5	7.310-2	7.353-2	7.361-2
0.8,0.5	4.931-2	4.960-2	4.966-2
0.5,0.8	4.931-2	4.960-2	4.966-2
0.1,0.1	1.281-2	1.300-2	1.304-2
0.9,0.9	1.281-2	1.300-2	1.304-2

(потенциала) $u_n(M)$ в некоторых внутренних точках эллипса. Эти задачи решены в [4-6] методом разложения по фундаментальным решениям, сравнение их с полученными результатами показывает, что при решении первой краевой задачи с непрерывными граничными условиями



они практически одинаковы, а при решении задач с разрывными граничными условиями предлагаемый метод оказывается предпочтительным.

Решение задачи $\Delta u = -1$, $u|_C = 0$, когда C – единичный квадрат $[0,1] \times [0,1]$, предлагаемым методом и методом сеток, приведено в таблице 4, где n – число неизвестных в полученной системе (для решения сеточных уравнений применялась матричная прогонка [7], а для других систем – метод Гаусса).

Зугдидский независимый университет

(Поступило 29.03.1994)

მათემატიკა

პ.ჯანჯავა

წყვეტილი სასაზღვრო პირობით დირიხლეს
ორგანზომილებიანი ამოცანის მიახლოებითი ამოხსნა

რეზიუმე

ნაშრომში შესწავლილია ფრედჰოლმის მეორე გვარის ინტეგრალური განტოლების ამოხსნის ყოფაქცევა, როცა განტოლების გული უწყვეტია, ხოლო მარჯვენა მხარე უბან-უბან უწყვეტი და შემოსაზღვრული ფუნქცია. ამ შედეგზე დაყრდნობით მიღებულ იქნა აღნიშნული ამოცანის მიახლოებითი ამოხსნის მეთოდი ორმაგი ფენის პოტენციალის გამოყენებით და ნაჩვენებია მისი უპირატესობა ზოგიერთ სხვა მეთოდებთან შედარებით.

MATHEMATICS

P.Janjgava

Approximate Solution of Two-Measured Dirikhle Problem for
Interruptive Boundary Conditions

S u m m a r y

The paper studies behaviour of the equation solution of the second series Fredholm's integral equations. On the basis of these results approximate solution method of the problem has been obtained.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. *А.Р.Тихонов, А.А.Самарский.* Уравнение математической физики, М., 1972.
2. *С.Г.Михлин.* Курс математической физики. М., 1968.
3. *В.Я.Арсенин.* Методы математической физики и специальные функции. М., 1974.
4. *М.А.Алексидзе.* Фундаментальные функции в приближенных решениях задач. М., 1991.
5. *М.А.Алексидзе, С.Г.Силагадзе.* Труды ВЦ АН ГССР, XVII:1, 1977.
6. *Г.С.Силагадзе, П.В.Джанджгава, Е.А.Абрамидзе* и др. Труды ВЦ АН ГССР, XIX:1, 1979.
7. *П.В.Джанджгава.* Бюлл. алгоритмов и программ. Инв. № П001559, 9.12.75.

В.М.Евтухов, Н.С.Васильева

Асимптотические представления правильных
 решений одного полулинейного дифференциального
 уравнения второго порядка

(Представлено академиком И.Т.Кигурадзе 15.09.1994)

Нелинейные дифференциальные уравнения типа Эмдена-Фаулера

$$y'' = p(t)|y|^{\sigma}|y'|^{\lambda} \operatorname{sgn} y$$

возникают во многих областях естествознания и давно привлекают к себе внимание исследователей. Одним из частных случаев таких уравнений является полулинейное дифференциальное уравнение

$$y'' = p(t)|y|^{1-\lambda}|y'|^{\lambda} \operatorname{sgn} y,$$

которое изучалось в [1-6].

В настоящей заметке рассматривается полулинейное дифференциальное уравнение более общего вида

$$y'' + g(t)y' = \sum_{m=1}^n \alpha_m p_m(t) |y|^{1-\lambda_m} |y'|^{\lambda_m} \operatorname{sgn} y, \quad (1)$$

где $\alpha_m \in \{-1, 1\}$, $\lambda_m \in \mathbb{R} \setminus \{1, 2\}$ ($m=1, \dots, n$), $\lambda_i \neq \lambda_j$ при $i \neq j$, $g: [a, \omega[\rightarrow \mathbb{R}$ — непрерывная функция, а $p_m: [a, \omega[\rightarrow]0, +\infty[$ ($m=1, \dots, n$) — непрерывно дифференцируемые функции.

Решение y уравнения (1) называется правильным, если оно определено в некоторой левой окрестности ω и для любого τ из этой окрестности удовлетворяет условию

$$\sup\{|y'(t)| : \tau \leq t < \omega\} > 0.$$

Правильное решение называется колеблющимся, если оно имеет последовательность нулей, сходящуюся к ω , и неколеблющимся — в противном случае.

Целью работы является установление условий, при которых может быть описана асимптотика всех правильных неколеблющихся решений уравнения (1).

Положим

$$\alpha_0 = -1, \quad \lambda_0 = 2, \quad p_0(t) \equiv 1,$$

$$I = \{(i, j) : i \neq j, i, j \in \{0, \dots, n\}\}$$

и введем для каждой фиксированной пары $(i, j) \in I$ систему функций

$$\varphi_s(t) = p_s(t) \left(\frac{p_j(t)}{p_i(t)} \right)^{\frac{\lambda_i - 1}{\lambda_i - \lambda_j}}, \quad s = 0, \dots, n. \quad (2)$$

Будем говорить, что функции (2) асимптотически сравнимы при $t \uparrow \omega$, если для любых $(k, m) \in I$ существует конечный или бесконечный предел

$$A_{km}^0 = \lim_{t \rightarrow \infty} \frac{\varphi_k(t)}{\varphi_m(t)} \quad (A_{km}^0 = A_{km}^0(i, j)).$$

Главным элементом системы функций (2) назовем каждую функцию φ_p , $p \in \{0, \dots, n\}$, для которой

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \frac{\varphi_k(t)}{\varphi_p(t)} = \text{const} \text{ при любом } k \in \{0, \dots, n\}.$$

Через Γ_{ij} обозначим множество всех тех $p \in \{0, \dots, n\}$, для которых $\varphi_p(t)$ - главный элемент системы функций (2).

Нетрудно понять, что система асимптотических сравнимых при $t \rightarrow \infty$ функций (2) имеет по крайней мере один главный элемент.

Ниже предполагается, что для любой фиксированной пары $(i, j) \in I$ соблюдаются два условия:

- функции (2) являются асимптотически сравнимыми при $t \rightarrow \infty$;
- для любого главного элемента $\varphi_p(t)$ системы функций (2) существует конечный или бесконечный предел

$$H_p^0(i, j) = \lim_{t \rightarrow \infty} \frac{g_{ij}(t)}{\varphi_p(t)},$$

$$\text{где } g_{ij}(t) = \frac{1}{\lambda_i - \lambda_j} \left(\frac{p_j'(t)}{p_j(t)} - \frac{p_i'(t)}{p_i(t)} \right) + g(t).$$

При этих условиях имеют место следующие утверждения:

Теорема 1. Каждое правильное неколеблющееся решение y уравнения (1) допускает одно из следующих асимптотических представлений:

$$\frac{y'(t)}{y(t)} = \left(\frac{p_j(t)}{p_i(t)} \right)^{\frac{1}{\lambda_i - \lambda_j}} [c_{ij} + v_{ij}(t)], \quad (i, j) \in I; \quad (3)$$

$$\frac{y'(t)}{y(t)} = \exp \left[- \int_a^t g(\tau) d\tau \right] [c + v(t)], \quad (4)$$

$$\frac{y'(t)}{y(t)} = \left| (1 - \lambda_k) \int_{A_k}^t p_k(s) \exp \left[(1 - \lambda_k) \int_t^s g(\tau) d\tau \right] ds \right|^{\frac{1}{1 - \lambda_k}} [v_k + v_k(t)], \quad (5)$$

$$k \in \{0, \dots, n\},$$

где

$$v_{ij}(t) = o(1), \quad v(t) = o(1), \quad v_k(t) = o(1) \text{ при } t \rightarrow \infty,$$

c_{ij}, c - отличные от нуля постоянные,

$$v_k = \text{sign} \left[\alpha_k (1 - \lambda_k) \int_{A_k}^t p_k(s) \exp \left[(1 - \lambda_k) \int_t^s g(\tau) d\tau \right] ds \right],$$

$$A_k = \begin{cases} a, \text{ если } \int_a^{\omega} p_k(s) \exp \left[(1 - \lambda_k) \int_a^s g(\tau) d\tau \right] ds = +\infty \\ \omega, \text{ если } \int_a^{\omega} p_k(s) \exp \left[(1 - \lambda_k) \int_a^s g(\tau) d\tau \right] ds < +\infty. \end{cases}$$

Теорема 2. Пусть для некоторой пары $(i, j) \in I$

$$\int_a^{\omega} \varphi_p(t) dt < +\infty \text{ при } p \in \Gamma_{ij}.$$

Тогда для существования у уравнения (1) правильных решений, допускающих асимптотическое представление вида (3), необходимо и достаточно, чтобы соблюдалось одно из следующих двух условий:

- 1) $H_p^o(i, j) < +\infty$;
- 2) $H_p^o(i, j) = \pm\infty$, $\int_a^{\omega} |g_{ij}(t)| dt < +\infty$.

Теорема 3. Пусть для некоторой пары $(i, j) \in I$

$$\int_a^{\omega} \varphi_p(t) dt = +\infty \text{ при } p \in \Gamma_{ij}. \quad (6)$$

Тогда для существования у уравнения (1) правильных решений, удовлетворяющих асимптотическому соотношению вида (3), необходимо выполнение следующих двух условий:

- 1) $H_p^o(i, j) < +\infty$;
- 2) c_{ij} – корень «характеристического» уравнения

$$\sum_{m \in \Gamma_{ij}} \alpha_m A_{mp}^o(i, j) |\rho|^{\lambda_m} - H_p^o(i, j) \rho = 0. \quad (7)$$

Теорема 4. Пусть наряду с (6) выполняются условия 1), 2) из теоремы 3. Тогда: 1) если

$$\sum_{m \in \Gamma_{ij}} \alpha_m A_{mp}^o \lambda_m |c_{ij}|^{\lambda_m - 1} \operatorname{sgn} c_{ij} - H_p^o(i, j) \neq 0,$$

то у уравнения (1) существуют правильные решения, удовлетворяющие асимптотическому соотношению вида (3), причем для каждого такого решения при дополнительном условии

$$\int_a^{\omega} \varphi_p(t) |\psi(t, c_{ij})| dt < +\infty,$$

где

$$\psi(t, s) = \sum_{m=1}^n \alpha_m \left[\frac{\varphi_m(t)}{\varphi_p(t)} - A_{mp}^o \right] |s|^{\lambda_m} - s \left[\frac{g_{ij}(t)}{\varphi_p(t)} - H_p^o(i, j) \right],$$

имеет место асимптотическое представление

$$y(t) \sim \text{сexp} \left[c_{ij} \int_a^t \left(\frac{p_j(\tau)}{p_i(\tau)} \right)^{\lambda_i - \lambda_j} d\tau \right] \quad \text{при } t \uparrow \omega,$$

в котором c - отличная от нуля постоянная;

2) если

$$\sum_{m \in \Gamma_{ij}} \alpha_m \lambda_m A_{mp}^o |c_{ij}|^{\lambda_m - 1} \text{sgn } c_{ij} - H_p^o(i, j) = 0 \quad (8)$$

$$\sum_{m \in \Gamma_{ij}} \alpha_m \lambda_m (\lambda_m - 1) A_{mp}^o |c_{ij}|^{\lambda_m - 2} \neq 0$$

и

$$\lim_{t \uparrow \omega} \left(\int_a^t \varphi_p(\tau) d\tau \right)^2 \psi(t, c_{ij}) = 0, \quad \lim_{t \uparrow \omega} \left(\int_a^t \varphi_p(\tau) d\tau \right) \psi_s^2(t, c_{ij}) = 0, \quad (9)$$

то у уравнения (1) существуют решения y_m ($m=1,2$) со свойством (3), удовлетворяющие асимптотическим соотношениям

$$y_1(t) = \text{сexp} \left[\int_a^t \left(\frac{p_j(s)}{p_i(s)} \right)^{\lambda_i - \lambda_j} ds \right] \left[c_{ij} + \frac{W_1(s)}{\int_a^s \varphi_p(\tau) d\tau} \right] \quad (10_1)$$

$$y_2(t) = \text{сexp} \left[\int_a^t \left(\frac{p_j(s)}{p_i(s)} \right)^{\lambda_i - \lambda_j} ds \right] \left[c_{ij} + \frac{k + W_2(s)}{\int_a^s \varphi_p(\tau) d\tau} \right] \quad (10_2)$$

где $W_m(s) = 0(1)$ ($m=1,2$) при $s \uparrow \omega$, c - отличная от нуля постоянная,

$$k = - \frac{2}{\sum_{m \in \Gamma_{ij}} \alpha_m \lambda_m (\lambda_m - 1) A_{mp}^o (i, j) |c_{ij}|^{\lambda_m - 2}}.$$

Более того, при выполнении условий

$$\int_a^{\omega} \varphi_p(t) \left| \int_a^t \varphi_p(\tau) d\tau \psi(t, c_{ij}) \right| dt < +\infty, \quad (11_1)$$

$$\int_a^{\omega} \varphi_p(t) \left| \int_a^t \varphi_p(\tau) d\tau \psi(t, c_{ij}) + k \psi'_s(t, c_{ij}) \right| dt < +\infty$$

эти решения допускают асимптотические представления

$$y_1(t) = c \exp \left[c_{ij} \int_a^t \left(\frac{p_j(s)}{p_i(s)} \right)^{\frac{1}{\lambda_j - \lambda_i}} ds \right] (t \uparrow \omega), \quad (12_1)$$

$$y_2(t) = c \exp \left[\int_a^t \left(\frac{p_j(s)}{p_i(s)} \right)^{\frac{1}{\lambda_j - \lambda_i}} \left[c_{ij} + \frac{k}{\int_a^s \varphi_p(\tau) d\tau} \right] ds \right] (t \uparrow \omega), \quad (12_2)$$

причем решений со свойством (3), отличных от (12₁) и (12₂), уравнение (1) не имеет.

Теорема 5. Для существования у уравнения (1) правильных решений, допускающих асимптотическое представление вида (4), отличных от решений со свойством (3), необходимо и достаточно, чтобы для некоторого значения $l \in \{0, \dots, n\}$ выполнялись условия

$$\int_a^{\omega} p_l(t) \exp \left[(1 - \lambda_l) \int_a^t g(\tau) d\tau \right] dt < +\infty \quad (13)$$

и

$$\lim_{t \uparrow \omega} \frac{p_s(t)}{p_l(t)} \exp \left[-(\lambda_s - \lambda_l) \int_a^t g(\tau) d\tau \right] = 0 \quad (14)$$

при любом $s \neq l$ ($s \in \{0, \dots, n\}$).

Теорема 6. Для существования у уравнения (1) правильных решений, допускающих асимптотическое представление (5), отличных от решений со свойством (3), необходимо и достаточно, чтобы для любого $s \neq k$ ($s \in \{0, \dots, n\}$)

$$\lim_{t \uparrow \omega} \frac{p_s(t)}{p_k(t)} \left| \int_{A_k}^t p_k(s) \exp \left[(1 - \lambda_k) \int_t^s g(\tau) d\tau \right] ds \right|^{\frac{\lambda_s - \lambda_k}{1 - \lambda_k}} = 0. \quad (15)$$

Замечание. Если соблюдаются условия (13) и (14), то функция v из формулы (4) удовлетворяет соотношению

$$\begin{aligned}
 |c+v(t)|^{1-\lambda} &= |c|^{1-\lambda} + \int_{+\infty}^t (1-\lambda) \operatorname{sgn} c \alpha_l p_l(s) \exp \left[(1-\lambda) \int_a^s g(\tau) d\tau \right] ds + \\
 &+ \int_{+\infty}^t (1-\lambda) \operatorname{sgn} c \alpha_l p_l(s) \exp \left[(1-\lambda) \int_a^s g(\tau) d\tau \right] \cdot \\
 &\cdot \sum_{\substack{m=0 \\ m \neq l}}^n \frac{\alpha_m p_m(s)}{\alpha_l p_l(s)} \exp \left[-(\lambda_m - \lambda) \int_a^s g(\tau) d\tau \right] \times \left(|c+v(s)|^{1-\lambda} \right)^{\frac{\lambda_m - \lambda}{1-\lambda}} ds.
 \end{aligned}$$

Если же соблюдается условие (15), то функция v_k из формулы (5) удовлетворяет соотношению

$$\begin{aligned}
 &\frac{\int_{A_k}^t p_k(s) \exp \left[(\lambda_k - 1) \int_s^t g(\tau) d\tau \right] ds}{[v_k + v_k(t)]^{\lambda_k - 1}} = c_1 \exp \left[(\lambda_k - 1) \int_a^t g(\tau) d\tau \right] + \\
 &+ \int_{A_k}^t p_k(s) \exp \left[(\lambda_k - 1) \int_s^t g(\tau) d\tau \right] ds + \int_{A_{k_1}}^t p_k(s) \exp \left[(\lambda_k - 1) \int_s^t g(\tau) d\tau \right] \cdot \\
 &\cdot \sum_{\substack{m=0 \\ m \neq k}}^n \frac{\alpha_m p_m(s)}{\alpha_m p_k(s)} \left| \frac{(1-\lambda_k) \int_{A_k}^t p_k(s) \exp \left[(\lambda_k - 1) \int_s^t g(\tau) d\tau \right] ds}{[v_k + v_k(s)]^{\lambda_k - 1}} \right|^{\frac{\lambda_m - \lambda_k}{1-\lambda_k}} ds,
 \end{aligned}$$

где $c_1 = 0$ и $A_{k_1} = \omega$ при $A_k = \omega$, $c_1 \in \mathbb{R}$ и $A_{k_1} = a$ при $A_k = a$. Эти соотношения могут быть использованы для уточнения асимптотических представлений (4), (5).

Одесский государственный университет
им. И.И.Мечникова

(Поступило 28.09.1994)

ვ.ევტუხოვი, ნ.ვასილიევა

ერთი მეორე რიგის ნახევრადწრფივი დიფერენციალური
განტოლების ამონახსნების ასიმპტოტური წარმოდგენები
რეზიუმე

დადგენილია

$$y'' + g(t)y' = \sum_{m=1}^n \alpha_m p_m(t) y^{1-\lambda_m} y'^{\lambda_m} \operatorname{sgn} y$$

განტოლების წესიერი არარხევადი ამონახსნების ასიმპტოტური წარმოდგენები, სადაც $\alpha_m \in \{-1, 1\}$, $\lambda_m \in \mathbb{R} \setminus \{1, 2\}$ ($m=1, \dots, n$), $\lambda_i \neq \lambda_j$ როცა $i \neq j$, $g: [a, \omega[\rightarrow \mathbb{R}$ არის უწყვეტი, ხოლო $p_m: [a, \omega[\rightarrow]0, \infty[$ ($m=1, \dots, n$) – უწყვეტად წარმოებადი ფუნქციები.

MATHEMATICS

V.Evtukhov, N.Vasilieva

Asymptotic Representations of Regular Solutions of Some Semilinear Second Order Differential Equations

Summary

For all regular nonoscillatory solutions semilinear second order differential equations

$$y'' + g(t)y' = \sum_{m=1}^n \alpha_m p_m(t) y^{1-\lambda_m} y'^{\lambda_m} \operatorname{sgn} y,$$

where $\alpha_m \in \{-1, 1\}$, $\lambda_m \in \mathbb{R} \setminus \{1, 2\}$ ($m=1, \dots, n$), $\lambda_i \neq \lambda_j$ when $i \neq j$, $g: [a, \omega[\rightarrow \mathbb{R}$ is a continuous function and $p_m: [a, \omega[\rightarrow]0, \infty[$ ($m=1, \dots, n$) are continuously differentiable functions, the asymptotic representations are established.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. *И.Т.Кигурадзе, Т.А.Чантурия*. Асимптотические свойства решений неавтономных обыкновенных дифференциальных уравнений. М., 1990, 423.
2. *В.М.Евтухов*. Дифф. уравнения, **26**, 5, 1990, 776-787.
3. *Д.Д.Мирзов*. Дифф. уравнения, **13**, 12, 1977, 2183-2198.
4. *Д.Д.Мирзов*. Дифф. уравнения, **21**, 9, 1985, 1498-1504.
5. *Ч.А.Схалыхо*. Дифф. уравнения, **16**, 8, 1980, 1523-1526.
6. *Ч.А.Схалыхо*. Дифф. уравнения, **17**, 9, 1981, 1702-1705.

С.Б.Топурия

Граничные свойства продифференцированного интеграла Пуассона в полупространстве и представление функции двух переменных

(Представлено академиком А.В.Жижиашвили 11.01.1994)

В настоящей заметке излагаются теоремы, дополняющие соответствующие исследования автора [1,2,3], на основе которых решается задача о представлении функции двух переменных.

Приняты следующие обозначения: $R=(-\infty<x<\infty; -\infty<y<\infty)$; $C(\mathcal{P},r)$ - окружность радиуса r с центром в точке \mathcal{P} ; $\tilde{L}(R)$ – 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 $z>0$; $\Delta_{xy} = \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2}$; $U(f;x,y,z)$ – 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 $M(x,y,z) \xrightarrow{\wedge} \mathcal{P}(x_0,y_0,0)$ и $M(x,y,z) \xrightarrow{\wedge} \mathcal{P}(x_0,y_0,0)$ 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 производные:

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

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

$$Df(x,y) = \lim_{(t,\tau) \rightarrow (0,0)} \frac{f(x+t, y+\tau) - f(x+t, y) - f(x, y+\tau) + f(x, y)}{t\tau};$$



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

$$\tilde{D}f(\mathcal{P}) = \lim_{r \rightarrow 0^+} \frac{2}{\pi^3} \int_{C(\mathcal{P}, r)} [f(Q) - f(\mathcal{P})] dS_Q.$$

Справедливы следующие теоремы:

Теорема 1. Если $f \in \tilde{L}(R)$ и в точке (x_0, y_0) существует конечная производная $\tilde{D}_x f(x_0, y_0)$, то

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

Следствие 1. Если $f \in \tilde{L}(R)$ и в точке (x_0, y_0) существуют конечные производные $\tilde{D}_x f(x_0, y_0)$ и $\tilde{D}_y f(x_0, y_0)$, то

$$\lim_{(x, y, z) \rightarrow (x_0, y_0, 0)} d_{xy} U(f; x, y, z) = df(x_0, y_0).$$

Следствие 2. Пусть $f \in \tilde{L}(R)$. Если f имеет непрерывную в точке (x_0, y_0) частную производную $\frac{\partial f(x, y)}{\partial x}$, то

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

Следствие 3. Пусть $f \in \tilde{L}(R)$. Если f непрерывно дифференцируема в точке (x_0, y_0) , то

$$\lim_{(x, y, z) \rightarrow (x_0, y_0, 0)} d_{xy} U(f; x, y, z) = df(x_0, y_0).$$

Теорема 2. Если $f \in \tilde{L}(R)$ и в точке (x_0, y_0) существует конечная производная $D_x f(x_0, y_0)$, то

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

Следствие. Если $f \in \tilde{L}(R)$ и в точке (x_0, y_0) существуют конечные производные $D_x f(x_0, y_0)$ и $D_y f(x_0, y_0)$, то

$$\lim_{(x, y, z) \xrightarrow{\Lambda} (x_0, y_0, 0)} d_{xy} U(f; x, y, z) = df(x_0, y_0).$$

Теорема 3 (см. [1, с.25]). а) Если $f \in \tilde{L}(R)$ и f в точке (x_0, y_0) имеет полный дифференциал $df(x_0, y_0)$, то

* Из существования $\tilde{D}_x f(x_0, y_0)$ следует существование $D_x f(x_0, y_0)$ и $\tilde{D}_x f(x_0, y_0) = D_x f(x_0, y_0) = f'_x(x_0, y_0)$, а из существования производных $D_x f(x_0, y_0)$ и $f'_y(x_0, y_0)$ следует существование дифференциала $df(x_0, y_0)$.

$$\left. \begin{aligned} \lim_{(x,y,z) \xrightarrow{\Delta} (x_0,y_0,0)} \frac{\partial U(f;x,y,z)}{\partial x} &= \frac{\partial f(x_0,y_0)}{\partial x}, \\ \lim_{(x,y,z) \xrightarrow{\Delta} (x_0,y_0,0)} \frac{\partial U(f;x,y,z)}{\partial y} &= \frac{\partial f(x_0,y_0)}{\partial y} \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

в) существует непрерывная функция $f \in L(R)$, такая, что

$$\frac{\partial f(0,0)}{\partial x} = \frac{\partial f(0,0)}{\partial y} = 0.$$

Однако пределы (1) для $U(f;x,y,z)$ не существуют даже по нормали.

Теорема 4. Если $f \in \tilde{L}(R)$ и в точке (x_0, y_0) существуют конечные производные $\tilde{D}_x f(x_0, y_0)$ [$D_x f(x_0, y_0)$] и $f'_y(x_0, y_0)$, то

$$\left[\begin{aligned} \lim_{(x,y,z) \rightarrow (x_0,y_0,0)} \frac{\partial U(f;x,y,z)}{\partial x} &= \frac{\partial f(x_0,y_0)}{\partial x}, \\ \lim_{(x,y,z) \xrightarrow{\Delta} (x_0,y_0,0)} \frac{\partial U(f;x,y,z)}{\partial x} &= \frac{\partial f(x_0,y_0)}{\partial x}, \\ \lim_{(x,y,z) \xrightarrow{\Delta} (x_0,y_0,0)} \frac{\partial U(f;x,y,z)}{\partial y} &= \frac{\partial f(x_0,y_0)}{\partial y} \end{aligned} \right]$$

Теорема 5 (см. [1, с.21]). Если $f \in \tilde{L}(R)$ и в точке (x_0, y_0) существует конечная производная $Df(x_0, y_0)$, то

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

Теорема 6. Если $f \in \tilde{L}(R)$ и в точке (x_0, y_0) существует конечная производная $\bar{D}f(x_0, y_0)$, то

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

Теорема 7. а) Если $f \in \tilde{L}(R)$ и в точке $\mathcal{P}(x_0, y_0)$ существует конечная производная $\tilde{\Delta}f(\mathcal{P})$, то

$$\lim_{z \rightarrow 0^+} \Delta_{xy} U(f; x_0, y_0, z) = \tilde{\Delta}f(x_0, y_0).$$

в) Существует такая непрерывная функция $f \in L(R)$, что $\tilde{\Delta}f(0,0) = 0$, однако предел

$$\lim_{(x,y,z) \xrightarrow{\Delta} (0,0,0)} \Delta_{xy} U(f; x, y, z)$$

не существует.

Теорема 8. Пусть $f_i(x,y)$, $i=1,2,3,4$ – произвольные измеримые и почти всюду конечные функции на R . Тогда существует ограниченная непрерывная функция $F(x,y)$, такая, что почти всюду на R :

$$F'_x(x, y) = f_1(x, y); \quad F'_y(x, y) = f_2(x, y);$$

$$DF(x, y) = f_3(x, y); \quad \widetilde{\Delta}F(x, y) = f_4(x, y).$$

Теорема 9. Пусть $f_i(x, y)$, $i=1,2,3,4$ – произвольные измеримые и почти всюду конечные функции на R . Тогда существует ограниченная непрерывная функция $F(x, y)$, такая, что почти всюду на R :

$$\lim_{(x, y, z) \xrightarrow{\Lambda} (x_0, y_0, \theta)} \frac{\partial U(F; x, y, z)}{\partial x} = f_1(x_0, y_0);$$

$$\lim_{(x, y, z) \xrightarrow{\Lambda} (x_0, y_0, \theta)} \frac{\partial U(F; x, y, z)}{\partial y} = f_2(x_0, y_0);$$

$$\lim_{(x, y, z) \xrightarrow{\Lambda} (x_0, y_0, \theta)} \frac{\partial^2 U(F; x, y, z)}{\partial x \partial y} = f_3(x_0, y_0);$$

$$\lim_{z \rightarrow \theta^+} \Delta_{xy} U(F; x_0, y_0, z) = f_4(x_0, y_0).$$

Грузинский технический университет

(Поступило 27.01.1994)

მათემატიკა

ს.თოფურია

ნახევარსივრცისთვის პუასონის გადიფერენციალებული ინტეგრალის სასაზღვრო თვისებები და ორი ცვლადის ფუნქციის წარმოდგენა

რეზიუმე

შესწავლილია ნახევარსივრცისთვის გაწარმოებული პუასონის ინტეგრალის სასაზღვრო თვისებები და ორი ცვლადის ფუნქციის წარმოდგენის საკითხი.

MATHEMATICS

S.Topuria

Boundary Properties of a Differentiated Poissons Integral in a Half-Space and on the Representation of Functions of Two Variables

Summary

The boundary properties of a differential Poissons integral in a half-space and the question of the representation of functions of two variables are studied in this paper.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. С.Б.Топурия. Труды Политехнического института, № 6 (197), 1977, 11-30.
2. С.Б.Топурия. ДАН, 195, 3, 1970, 567-569.
3. С.Б.Топурия. ДАН, 195, 5, 1970, 1046-1049.

Т.В.Карსანიძე

Резервирование данных в локальных вычислительных сетях с использованием архивов

(Представлено академиком В.В.Чавчанидзе 18.01.1994)

Широкое внедрение новых технологий обработки данных на базе локальных вычислительных систем (ЛВС) обуславливает необходимость решения задач обеспечения высокой надежности технических средств и высокого уровня сохранности информационного и программного обеспечения ЛВС, определяющих эффективность и качество функционирования созданных на их основе распределенных систем обработки данных.

Как показывает практика, с целью повышения сохранности данных в ЛВС целесообразно ввести локальные и глобальные архивные файлы, представляющие собой архивы в локальных узлах, либо в сервере. Обработка данных при этом осуществляется на основе двух архивных стратегий:

I. В случае разрушения основного файла при обновлении его восстанавливают из локального архива, потом используются его копии, в случае разрушения всех копий вначале восстанавливается локальный архив из глобального архива и его копии, а затем решается задача обновления.

II. В случае разрушения основного файла при обновлении его восстанавливают из локального архива, потом используются его копии, в случае разрушения всех копий локального архива основной файл восстанавливается непосредственно из глобального архива.

Основными характеристиками каждой из приведенных стратегий являются: P – вероятность успешного решения задачи обновления, E – среднее время обновления.

Введем обозначения: $P_{обн}$ – вероятность успешного обновления основного файла БД, $q_{обн} = 1 - P_{обн}$ – вероятность разрушения основного файла БД при обновлении; p_L – вероятность успешного обращения к локальному архиву; $q_L = 1 - p_L$ – вероятность разрушения локального архива при обращении к нему, p_G – вероятность успешного обращения к глобальному архиву, $q_G = 1 - p_G$ – вероятность разрушения глобального файла, E_L – среднее время восстановления основного файла из локального архива, E_G – среднее время восстановления основного файла из глобального архива; n – количество копий локального архива; m – число копий глобального архива.

1. Процесс функционирования системы резервирования с использованием архивных копий на основе стратегии I представлен на рис.1.

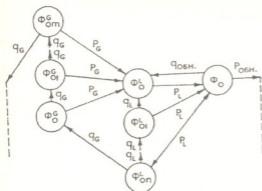


Рис.1

Как видно из рис.1, в начальный момент времени в системе имеется основной файл Φ_O , локальный архив Φ_O^L и n его копий, глобальный архив Φ_O^G и m его копий.

На рис.2 представлена обобщенная схема функционирования приведенной стратегии архивации, где предполагается, что Φ_O – основной файл БД, Φ_O^L – локальный архив и его копии; Φ_O^G – глобальный архив и его копии.

В соответствии с введенными обозначениями система из состояния Φ_O с вероятностью $P_{обн.}$ переходит в состояние успешного окончания ($i=1$), что соответствует успешному выполнению запроса на обновление основного файла БД, в случае разрушения основного файла с вероятностью $q_{обн.}=1-P_{обн.}$ система переходит в состояние Φ_O^L , т.е. используется локальная архивная копия. Из состояния Φ_O^L система с вероятностью P_L переходит в состояние Φ_O , что соответствует восстановлению основного файла, и с вероятностью $(1-P_L)$ в состояние Φ_O^G , что соответствует разрушению локального архива. Из состояния Φ_O^G система с вероятностью P_G может перейти в состояние Φ_O^L и $(1-P_G)$ – в поглощающее состояние, соответствующее разрушению основного файла и его локальных и глобальных архивов с копиями.

Тогда, используя приведенные обозначения, можно записать: вероятность успешного решения задачи обновления

$$P(m,n) = \frac{P_{обн.}q_L^n q_G^m + P_{обн.}P_L q_G^m + P_{обн.}P_L P_G}{P_{обн.}q_L^n q_G^m + P_{обн.}q_L^n q_G^m + P_{обн.}P_L q_G^m + P_{обн.}P_L P_G}, \quad (1)$$

где $P_L = 1 - q_L^{n+1}$; $P_G = 1 - q_G^{m+1}$

Среднее время решения задачи обновления:

$$E(m,n) = \frac{E_{обн.}q_L^n q_G^m + q_{обн.}E_L q_G^m + E_G q_{обн.}q_L^n}{q_{обн.}q_L^n q_G^m + P_{обн.}q_L^n q_G^m + P_{обн.}P_L q_G^m + P_{обн.}P_L P_G}, \quad (2)$$

где

$$E_L = B_L P_L^{-1} (1 - q_L^{n+1}) + \tau_L q_L P_L (1 - q_L^n (1+n) P_L)$$

$$E_G = B_G P_G^{-1} (1 - q_G^{m+1}) + \tau_G q_G P_G^{-1} (1 - q_G^m (1+m) P_G)$$

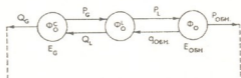


Рис.2

$E_L(E_G)$ – среднее время восстановления основного файла из локального архива (глобального архива) и $n(m)$ его копий; τ_L τ_G – соответственно времена получения копий локального и глобального архивов.

II. Процесс функционирования системы резервирования с использованием стратегии II представлен на рис.3.

На рис.4 представлена укрупненная схема функционирования рассматриваемой стратегии резервирования.

Система из состояния Φ_0 с вероятностью $P_{обн}$ переходит в состояние успешного окончания, что соответствует успешному

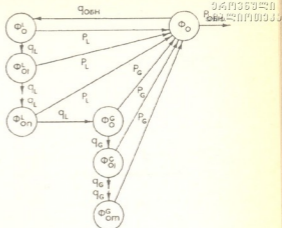


Рис.3

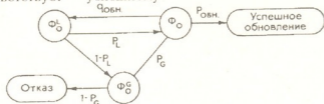


Рис.4

выполнению запроса на обновление БД, в случае разрушения основного файла БД с вероятностью $q_{обн}=1-P_{обн}$ система переходит в состояние Φ_0^L , т.е. используется локальный архив. Из состояния Φ_0^L система с вероятностью P_L переходит в состояние Φ_0 , что соответствует восстановлению основного файла, и с вероятностью $(1-P_L)$ в состояние Φ_0^G , что соответствует разрушению основного файла и локального архива.

Из состояния Φ_0^G система с вероятностью P_G может перейти в состояние Φ_0 , что соответствует восстановлению основного файла, и с вероятностью $(1-P_G)$ в поглощающее состояние, соответствующее разрушению основного файла и его локальных и глобальных архивов. В этом случае вероятность успешного решения задачи обновления есть:

$$P(m,n)=1-\frac{P_{обн}}{1-q_{обн}P_L} \times \frac{P_{обн}}{1-q_{обн}P_G} \quad (3)$$

Среднее время решения задачи обновления:

$$E(m,n)=\frac{E_{обн}+q_{обн}E_L}{1-q_{обн}P_L}+q_{обн}q_L \frac{E_{обн}+q_{обн}E_G}{1-q_{обн}P_G} \quad (4)$$

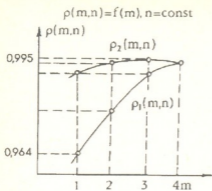


Рис. 5

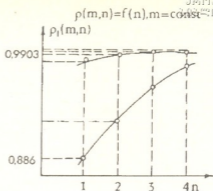


Рис. 6

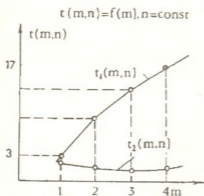


Рис. 7

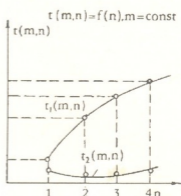


Рис. 8

Полученные результаты сведены в таблице.

Т а б л и ц а

Стратегия архивации	Характеристики
I	$P(m,n) = \frac{P_{\text{обн}} q_L^n q_G^m + P_{\text{обн}} P_L q_G^m + P_{\text{обн}} P_L P_G}{P_{\text{обн}} q_L^n q_G^m + P_{\text{обн}} q_L^n q_G^m + P_{\text{обн}} P_L q_G^m + P_{\text{обн}} P_L P_G}$ $E(m,n) = \frac{E_{\text{обн}} q_L^n q_G^m + q_{\text{обн}} E_L q_G^m + q_{\text{обн}} q_L^n E_G}{P_{\text{обн}} q_L^n q_G^m + P_{\text{обн}} q_L^n q_G^m + P_{\text{обн}} P_L q_G^m + P_{\text{обн}} P_L P_G}$
II	$P(m,n) = 1 - \frac{P_{\text{обн}}}{1 - q_{\text{обн}} P_L} \times \frac{P_{\text{обн}}}{1 - q_{\text{обн}} P_G}$ $E(m,n) = \frac{E_{\text{обн}} + q_{\text{обн}} E_L}{1 - q_{\text{обн}} P_L} + q_{\text{обн}} q_L^m \frac{E_{\text{обн}} + q_{\text{обн}} E_G}{1 - q_{\text{обн}} P_G}$



Средние эксплуатационные затраты на создание и ведение архивных копий, которые складываются из затрат, связанных с эксплуатацией ПЭВМ, затрат на материальные носители информации и потери, которые несет система в случае разрушения основного файла и его архивных копий, определяются следующим образом:

$$F_i(m,n) = vT[Z_M E_i(m,n) + Z_B(1-P(m,n))] + (1+m)Z_{H,Г,Л} + (n+1)Z_{H,лок}$$

где $i=1,2$ – стратегии архивации; Z_M – стоимость единицы времени ЭВМ; Z_B – потери от разрушения основного файла и его архивных копий; $Z_{H,Г,Л}$ – стоимость носителя глобального архива; $Z_{H,лок}$ – стоимость носителя локального архива; v – интенсивность потока запросов на обновление файла; T – период времени, на котором исследуется поведение системы.

На рис.5-8 представлены графические зависимости вероятностных и временных характеристик различных стратегий архивации в зависимости от числа резервных копий локальных и глобальных архивных файлов. Рассмотрены следующие диапазоны исходных данных: $P_{обн} = 0.895$; $P_L = 0.785$; $P_G = 0.675$; $Q_{обн} = 2$ мин; $Q_L = 5$ мин; $Q_G = 8$ мин; $\tau_L = 4$ мин; $m, n = 1,4$. Как видно из рис.5-8, стратегия II архивации является наилучшей точкой зрения вероятностных и временных характеристик.

Академия наук Грузии
Институт систем управления

(Поступило 20.01.1994)

კომპიუტერული

თ.კარსანიძე

ლოკალურ გამოთვლით ქსელებში მონაცემების რეზერვირება
არქივების გამოყენებით

რ ე ზ ი უ მ ე

შემოთავაზებულია ლოკალურ გამოთვლით ქსელებში მონაცემების არქივირების ორი სტრატეგია. განსაზღვრულია მათი მახასიათებლები და შესრულებულია ეფექტურობის ანალიზი.

CYBERNETICS

T.Karsanidze

Reservation of Data in Local Area Networks Using Archives

S u m m a r y

Formalized models of different strategies of data archivation in local area networks are given and the analysis of their efficiency is carried out.



В.В.Кульба, Б.Ю.Наткович, Т.В.Карсанидзе

Резервирование данных в локальных вычислительных сетях

(Представлено академиком М.Е. Салуквадзе 22.06.1993)

Функционирование АВС любого уровня и назначения связано с вводом, обработкой, хранением и выдачей, в соответствии с требованиями пользователей, больших объемов информации, полное или частичное разрушение которой приводит к значительным потерям и, как следствие, к снижению качества функционирования АВС.

Эффективным методом решения поставленной проблемы является резервирование информационного обеспечения АВС, что предполагает ведение оперативных копий и динамически создаваемых и хранимых предьсторий – дампов [1,2].

В АВС резервирование данных может осуществляться централизованно в файл-сервере и распределенно, с возможностями использования для хранения резерва различных типов запоминающих устройств.

Анализ каждой из схем следует проводить с учетом динамики и различных дисциплин обработки запросов на использование резерва, а также с учетом топологии сети.

Введем обозначения: r_{jF_3} – надежность связи между j -м узлом и файл-сервером, r_{F_3j} – надежность связи между файл-сервером и j -м узлом, $P_{F_3}(X_{F_3})$ – вероятность успешной обработки запроса на использование резерва в файл-сервере, r_{jk} – надежность связи между j -м и k -м узлом, $P_k(X_k)$ – вероятность успешной обработки запроса в узле k , r_{kF_3} – надежность связи между k -м узлом и файл-сервером, r_{F_3k} – надежность связи между файл-сервером и k -м узлом, $P_{jk}(X_k)$ – вероятность успешной обработки запроса в узле k , для кольцевой АВС, $r_{j_i-j_i}$ – надежность связи между $(i-1)$ -м и i -м узлом, r_{ji} – надежность связи между j -м и i -м узлом, ρ – заданная надежность на использование резерва, $t_{срjF_3}$ – среднее время передачи запроса между j -м и от j -го узла к файл-серверу, $E_{F_3}(X_{F_3})$ – среднее время обработки запроса на использование резерва в файл-сервере, $t_{срjk}$ – среднее время передачи запроса между j -м и k -м узлами, $E_k(X_k)$ – среднее время обработки запроса в k -м узле, $t_{срF_3k}$ – среднее время передачи запроса от файл-сервера k -м узлом, $t_{срj_i-j_i}$ – среднее время передачи запроса между соседними узлами кольцевой сети; $t_{срji}$ – среднее время передачи запроса из узла j в узел i , $E_i(X_i)$ – среднее время обработки запроса в узле i , $y_k \in \{0,1\}$ и $y_k=1$, если в k -м узле находится резерв, и $y_k=0$ в противном случае.

К основным характеристикам дисциплин обработки запросов относятся: p – вероятность успешной обработки запроса и t – среднее время обработки запроса.

Централизованное хранение резерва

Здесь допустимо два варианта: резерв хранится в файл-сервере или централизованно в каком-нибудь узле сети.

Тогда в приведенных обозначениях основные вероятностные и временные характеристики ρ и t сведены в табл.1.

Таблица 1

Централизованное хранение резерва	
Характеристика	
I	$\rho_j = r_{jFs} P_{Fs}(X_{Fs}) r_{Fs}$ $t_j = 2t_{cFjFs} + E_{Fs}(X_{Fs})$
II	$\rho_j = \sum_{k=1}^N r_{jk} P_K(X_K) r_{Kj} I_K$ $t_j = 2t_{cFjk}(1 - \psi_{jj}) + \sum_{k=1}^N E_k(X_k)$

Распределенное хранение резерва

Звездообразная топология. Звездообразная сеть характеризуется тем, что в ней имеется файл-сервер и несколько ПЭВМ и все запросы на обработку сначала поступают в файл-сервер. Поэтому возможно выделить следующие дисциплины обработки запросов: 1) запрос пользователя (j) адресуется через файл-сервер в один из узлов с резервом; 2) запрос пользователя (j) адресуется через файл-сервер одновременно нескольким узлам сети; 3) запрос пользователя (j) адресуется через файл-сервер поочередно нескольким узлам с резервами.

Таблица 2

Распределенное хранение резерва	
Топология "n в e з д а"	
Дисциплины	Характеристика
I	$\rho_j = \sum_{k=1}^N [r_{jFs} \cdot r_{FsK}] P_k(X_k) [r_{KFs} r_{Fsj}] \psi_{jk}$ $t_j = 2(t_{cFjFs} + t_{cFjK})(1 - \psi_{jj}) + \sum_{k=1}^N E_k(X_k)$
II	$\rho_j = 1 - \prod_{k=1}^N [1 - (r_{iFs} r_{FsK}) P_k(X_k) (r_{KFs} r_{Fsj}) \psi_{jK}]$ $t_j = \max \{ 2(t_{cFjFs} + t_{cFjK}) + \max_{\substack{k \in N_j \\ k \neq j}} E_k(X_k); E_j(X_j) \psi_{jk} \}$
III	$\rho_j = 1 - \prod_{k=1}^N [1 - (r_{jFs} r_{FsK}) P_k(X_k) (r_{KFs} r_{Fsj}) \psi_{jk}]$ $t_j = 2(t_{cFjFs} + f_{cFjK}) + \sum_{k=1}^N E_k(X_k) \psi_{jk}$



Аналитические выражения для определения: ρ_j – вероятность успешной обработки запроса и t_j – среднее время обработки запроса сведены в табл.2.

Кольцевая топология. В кольцевой сети не существует центрального узла и запросы пользователей передаются по линиям связи через сеть только в одном направлении. Это позволяет выделить следующие дисциплины обработки запросов: 1) запрос пользователя (j) последовательно передается ближайшему узлу с резервом через сеть; 2) запрос пользователя (j) последовательно передается всем узлам с резервом.

Полученные выражения для расчета ρ_j и t_j приведены в табл.3.

Таблица 3

Распределенное хранение резерва	
Топология „к о л ь ц о“	
Дисциплины	Характеристика
I	$\rho_j = \sum_{k=1}^N P_{jk}(X_k) y_k \prod_{i=1}^N r_{j-i, i}$ $t_j = N t_{\text{ср } j-i, i} (1 - \psi_{jj}) + \sum_{k=1}^N E_k(X_k) y_k$
II	$\rho_j = \sum_{k=1}^N P_{jk}(X_k) y_k \prod_{i=1}^N [1 - P_{j-i, i}(X_{j-i})] \prod_{i=1}^N r_{j-i, i}$ $t_j = N t_{\text{ср } j-i, i} (1 - \psi_{jj}) + \sum_{k=1}^N E_k(X_k)$

Шинная топология. При топологии „шина“ запрос распространяется в двух направлениях от определенного узла, где он возник в подмножестве $N_j c N$ узлов с резервом. Поэтому могут быть выделены следующие дисциплины обработки запросов: 1) запрос пользователя (j) адресуется ближайшим узлам с резервом в двух направлениях; 2) запрос, полученный в j -м узле, одновременно направляется всем узлам с резервом в двух направлениях; 3) запрос пользователя из узла j поочередно адресуется узлам с резервом в двух направлениях.

Рассмотрим произвольный узел j и определим $N_j^I c N$ и $N_j^{II} c N$ подмножество узлов, в зависимости от направления распространения запроса в шине: $N_j^I = \{i: r_{ji} r_{ij} \geq \bar{\rho}\}$ и $N_j^{II} = \{k: r_{jk} r_{kj} \geq \bar{\rho}\}$.

Полученные аналитические выражения для определения $\bar{\rho}$ и t_j сведены в табл.4.

Распределенное хранение резерва	
Топология „ш и н а“	
Дисциплины	Характеристика
I	$\rho_i = \sum_{k=1}^k r_{jk} \cdot P_k(X_k) r_{kj} \psi_{jk} + (1 - P_k(X_k)) \sum_{i=1}^M r_{ji} \cdot P_i(X_i) r_{ij} \psi_{ji}$
	$t_j = [2t_{cпjk}(1 - \psi_{jj}) + \sum_{k=1}^k E_k(X_k) \psi_{jk}] + (1 - P_k(X_k)) [2t_{cпji}(1 - \psi_{ii}) + \sum_{i=1}^M E_i(X_i) \psi_{ji}]$
II	$\rho_i = I - [\prod_{k=1}^k (1 - r_{jk} \cdot P_k(X_k)) r_{kj} \psi_{jk}] [\prod_{i=1}^M (1 - r_{ji} \cdot P_i(X_i)) r_{ij} \psi_{ji}]$
	$t_j = \max \{ 2t_{cпji} + \max_{i \in N_j^i} E_i(X_i) \psi_{ji}; 2t_{cпjk} + \max_{k \in N_j^k} E_k(X_k) \psi_{jk} \}$
III	$\rho_j = I - [\prod_{k=1}^k (1 - r_{jk} \cdot P_k(X_k)) r_{kj} \psi_{jk}] [\prod_{i=1}^M (1 - r_{ji} \cdot P_i(X_i)) \psi_{ji}]$
	$t_j = 1/2 \{ [2t_{cпjk}(K - \psi_{jj}) + \sum_{k=1}^k E_k(X_k) \psi_{jk}] + (1 - P_k(X_k)) [2t_{cпjk}(M - \psi_{ii}) + \sum_{i=1}^M E_i(X_i) \psi_{ii}] \}$

Одновременное централизованное и распределенное хранение резерва. В этом случае запрос на использование резерва сначала поступает в файл-сервер и в случае неуспешной обработки направляется в подмножество $N_j \in N$ узлов с резервом. Для такого случая полученные аналитические выражения для определения ρ_j и t_j представлены в табл.5.

На рис.1 - 2 представлены графические зависимости вероятностных и временных характеристик дисциплин обработки запросов распределенного варианта введения резерва для звездообразной, кольцевой и шинной топологии от вероятности успешного использования резерва за единичный интервал времени в узлах ЛВС. Рассмотрим следующие диапазоны исходных данных: $rjFs = 0,985$, $p = 0,6 \div 0,995$.

Одновременное централизованное и распределенное хранение резерва	
Топология „з в е з д а“	
Дисциплины	Характеристика
I	$\rho_j = r_{jF_s} \cdot P_{F_s}(X_{F_s}) \cdot r_{F_{sj}} + (1 - P_{F_s}(X_{F_s})) \left[\sum_{k=1}^N [r_{jF_s} \cdot r_{F_{sk}}] \cdot \right.$ $\cdot P_k(X_k) \cdot [r_{kF_s} \cdot r_{F_{sj}}] \cdot \psi_{jk}$ $\left. t_j = [2t_{cp,jF_s} + E_{F_s}(X_{F_s})] + (1 - P_{F_s}(X_{F_s})) \left[2(t_{cp,jF_s} + t_{cp,F_{sk}})(1 - \psi_{jj}) + \sum_{k=1}^N E_k \cdot \psi_{jk} \right] \right.$
II	$\rho_j = r_{jF_s} \cdot P_{F_s}(X_{F_s}) \cdot r_{F_{sj}} + (1 - P_{F_s}(X_{F_s})) \left[1 - \left[\prod_{k=1}^N [1 - [r_{jF_s} \cdot r_{F_{sk}}] \cdot \right. \right.$ $\cdot P_k(X_k) \cdot [r_{kF_s} \cdot r_{F_{sj}}] \cdot \psi_{jk} \left. \right] \left. \right]$ $t_j = [2t_{cp,jF_s} + E_{F_s}(X_{F_s})] + (1 - P_{F_s}(X_{F_s})) \max_{k \neq j} (2(t_{cp,jF_s} + t_{cp,F_{sk}})) + \max_{k \neq j} E_i(X_i); E_j(X_j) \psi_{jk}$
III	$\rho_j = r_{jF_s} \cdot P_{F_s}(X_{F_s}) \cdot r_{F_{sj}} + (1 - P_{F_s}(X_{F_s})) \left[1 - \prod_{k=1}^N [1 - r_{jF_s} \cdot r_{F_{sk}} \cdot P_k(X_k) \cdot (r_{kF_s} \cdot r_{F_{sj}}) \psi_{jk}] \right]$ $t_j = [2t_{cp,jF_s} + E_{F_s}(X_{F_s})] + (1 - P_{F_s}(X_{F_s})) \left[2(t_{cp,jF_s} + t_{cp,F_{sk}})(k - \psi_{jj}) + \sum_{k=1}^N E_k(X_k) \cdot \psi_{jk} \right]$

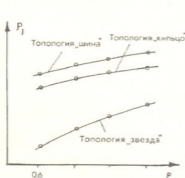


Рис 1.

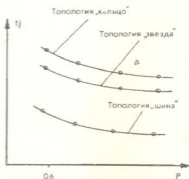


Рис 2.



Рис. 3



Рис. 4

Как видно из рис.1 - 2, топология „шина“ является наилучшей с точки зрения вероятностных и временных характеристик введения резерва.

На рис. 3 - 4 представлены графические зависимости вероятностных и временных характеристик основных дисциплин обработки запросов при централизованном, распределенном (топологии „кольцо“ и „шина“) и совместном хранении резерва в сервере и локальных ПЭВМ. Исходными данными являются: $r_{FS} = 0,985$, $\rho = 0,6 \div 0,995$, $N = 5$, $r_{FSK} = 0,964$.

Как видно из рис.3 - 4, совместное распределенное введение резерва обеспечивает наибольшую вероятность его успешного использования, тогда как централизованное - наименьшие временные затраты.

Российская Академия наук
Институт проблем управления

Академия наук Грузии
Институт систем управления

(Поступило 24.06.1993)

კიბერნეტიკა

ვ.კულბა, ბ.ნატკოვიჩი, თ.კარსანიძე

ლოკალურ გამოთვლით ქსელებში მონაცემთა რეზერვირება

რ ე ზ ი უ მ ე

დამუშავებულია ლოკალურ გამოთვლით ქსელებში მონაცემთა რეზერვირების სისტემის მოდელები და განსაზღვრულია მათი ალბათური და დროითი მახასიათებლები, ქსელში რეზერვის შენახვის სხვადასხვა ვარიანტების გათვალისწინებით. ამასთანავე, ამ მახასიათებლების განსაზღვრისას მხედველობაში იქნა მიღებული რეზერვის გამოყენებაზე სხვადასხვა დისციპლინების არსებობის შესაძლებლობა და ამ დისციპლინების დინამიკა, აგრეთვე ქსელების ტოპოლოგია.

V. Kul'ba, B. Natkovich, T. Karsanidze

Data Reservation in Local Computer Nets

Models of a data reservation system in local computer nets and its probability and time characteristics are worked out. Different variants for reserve storage, dynamic and various disciplines of the reserve use are taken into account. The net topology is determined.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. *В.В.Кульба, С.К.Сомов, А.Б.Шелков.* Резервирование данных в сетях ЭВМ. Казань, 1987.
2. *Б.Ю.Наткович, Т.В.Карсанидзе, А.П.Килимник.* В сб.: Автоматизация проектирования модульных систем обработки данных. М., 1990.

КИБЕРНЕТИКА

Б.Ю.Наткович, Т.В.Карсанидзе

Оптимизация методов резервирования- восстановления информации

(Представлено академиком В.В.Чавчавадзе 12.02.1994)

Необходимость высокого уровня сохранности информационного обеспечения при эксплуатации современных информационных систем требует разработки и использования в них средств эффективного восстановления информационных массивов, разрушение которых может привести к значительным потерям. Широко используемыми средствами восстановления являются дампирование и системная журнализация, в том числе на основе использования дифференциальных (разностных) массивов (ДМ). Задачи восстановления информации в БД системной журнализацией подробно рассмотрены [1,2].

Дифференциальные (разностные) массивы представляют собой разновидность системного журнала, в котором фиксируются все изменения, но основной массив при этом не обновляется. После определенного интервала времени вся информация ДМ переносится в основную БД (реорганизация БД), при этом происходит (полная) разгрузка ДМ и его обновление. С этого момента начинается новый цикл заполнения ДМ.

Специфика функционирования разработанной системы состоит в хранении определенного числа поколений дампов, создаваемых с заданной периодичностью, соответствующего количества архивных копий дифференциальных массивов, а также в использовании заданного числа резервных копий дампов и ДМ.

Процесс функционирования системы резервирования-восстановления представлен на рис. 1.

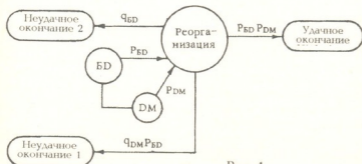


Рис. 1



На этом рисунке „удачное окончание“ соответствует успешной реорганизации БД, „неудачное окончание 1“ соответствует разрушению ДМ независимо от сохранности БД, „неудачное окончание 2“ – состояние, соответствующее разрушению обрабатываемого поколения БД при сохранившемся ДМ, после которого требуется обращение к предыдущему поколению. Подразумевается, что после определенного периода времени T (периода реорганизации) ДМ сливается с БД и получается новое поколение БД.

Введем обозначения: $P_{БД}$ – вероятность успешного обращения к БД при реорганизации; $q_{БД}=1-P_{БД}$ – вероятность разрушения БД при реорганизации; $P_{ДМ}$ – вероятность успешного обращения к ДМ при реорганизации; $q_{ДМ}=1-P_{ДМ}$ – вероятность разрушения ДМ при реорганизации; $P_{обн.}$ – вероятность успешного обновления ДМ; $q_{обн.}=1-P_{обн.}$ – вероятность разрушения ДМ при обновлении; $P_{ДМ\text{ исп.}}$ – вероятность успешного обращения к ДМ в режиме использования; $q_{ДМ\text{ исп.}}=1-P_{ДМ\text{ исп.}}$ – вероятность разрушения ДМ в режиме использования; $P_{БД}$ – вероятность успешной загрузки дампа БД; $q_{БД}=1-P_{БД}$ – вероятность разрушения дампа при загрузке; γ_1 – вероятность присутствия элемента данных в ДМ при его использовании; $\gamma_2=1-\gamma_1$ – вероятность присутствия требуемого для решения задачи элемента данных в БД; $E_{реор.}$ – время реорганизации БД; $E(T)$ – среднее время доступа к БД в режиме ее использования, являющееся функцией T (периода реорганизации); $E_1(T)$ – среднее время обработки в режиме использования элемента данных в ДМ; E_2 – время обработки в режиме использования элемента данных в БД; $\tau_{БД}$ – время дампования основного массива БД; $\tau_{ДМ}$ – время архивации ДМ; $E_{обн.}$ – время обновления ДМ; $E_{зг.}$ – время загрузки дампа БД; y – число хранящихся поколений дампов БД и соответствующих ДМ; T – период реорганизации БД; K – число копий дампов БД; n – число копий ДМ; Z_B – потери, которые несет система в случае отказа; v_1 – интенсивность запросов на обновление БД; v_2 – интенсивность запросов на использование БД; T – исследуемый период времени функционирования системы; $Z_{БД}$ – стоимость носителя с основным массивом БД; $Z_{ДМ}$ – стоимость носителя ДМ; Z_M – стоимость единицы времени ЭВМ; $\bar{p}(n, K, y)$ – вероятность успешной обработки запроса на использование; $t_{исп.}(T)$ – среднее время обработки запроса на использование; $\bar{p}(n, K, y)$ – вероятность успешной плановой реорганизации БД; $t_{реор.ср.}$ – среднее время реорганизации БД. Последние четыре величины функционально зависят от вероятности успешного восстановления и среднего времени восстановления, о которых было сказано выше и которые являются функциями периода реорганизации, числа поколений дампов, числа копий дампов и дифференциальных массивов.

Время выборки данных из БД определяется выражением $E(T)=\gamma_1 E_1(T)+\gamma_2 E_2$. Модель строится в предположении линейной



зависимости величины $E_2(T)$ от периода реорганизации: $E_1(T) = \alpha + \beta T$, где α и β – характеристики системы.

Пусть в системе, функционирующей на основе БД и использовании ДМ, ведется восстановительный резерв (дампы БД и копии ДМ). Процесс функционирования системы резервирования-восстановления с использованием дампов БД и копий ДМ схематически представлен на рис.2, где D_1, D_2, \dots, D_K – копии дампа БД, DM_1, \dots, DM_n – копии ДМ; „удачное окончание“ соответствует успешной загрузке и регенерации дампа, а также восстановлению копий дампов и ДМ в случае их разрушения, „неудачное окончание 1“ соответствует состоянию разрушения всех копий дампа при сохранных ДМ.

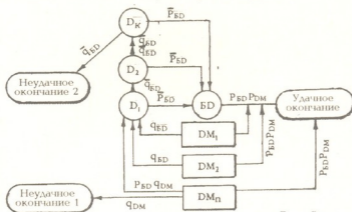


Рис. 2

С исследованием разработанных вероятностей и временной модели восстановления (однородного и неоднородного разностных уравнений с соответствующими граничными условиями) получены аналитические выражения для определения характеристик системы резервирования-восстановления: вероятность успешного восстановления и среднее время восстановления, сведенные в табл. 1.

В табл.2 сведены выражения для определения характеристик приведенной системы в различных режимах обработки запросов: использования, обновления и плановой реорганизации, с учетом возможного восстановления, полученные на основании разработанных вероятностных моделях.

Использование ДМ является эффективным средством повышения сохранности информационного обеспечения вычислительных систем. Однако частная реорганизация БД в системах с такой организацией обработки отрицательно сказывается на их эффективности в связи с вынужденными прерываниями вычислительного процесса на дампировании основных массивов БД с затратами времени на архивацию ДМ. С другой стороны, увеличение периода реорганизации приводит к увеличению времени восстановления информации, увеличению времени доступа к БД, что недоступно в системах реального времени. В связи с этим возникает необходимость выбора



ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЙ РЕЗЕРВ

$\bar{p}^* = \frac{b_1 b_2^{n-1} - b_1^* b_2^{*n-1}}{b_2^{n-1} - b_1^{*n-1}}$	$b_1 = \frac{1 - \sqrt{1 - 4PQ}}{2Q}$	$p = \frac{(1 - \bar{q}_{BL}^k) a}{1 - (1 - \bar{q}_{BL}^k) b}$	$a = p_{BL} P_{BL} \frac{1 - (q_{BL} P_{BL})^n}{1 - q_{BL} P_{BL}}$
$\bar{E}^* = \frac{r}{E_{порт} (b_2^{n-1} - b_1^{*n-1})}$	$b_2 = \frac{1 + \sqrt{1 - 4PQ}}{2Q}$	$q = \frac{\bar{q}_{BL}^k}{1 - (1 - \bar{q}_{BL}^k) b}$	$b = q_{BL} \frac{1 - (q_{BL} P_{BL})^{n-1}}{1 - q_{BL} P_{BL}}$
$\left\{ \frac{b_2^{n-1} - 1}{b_2 - 1} - \frac{b_1^{*n-1} - 1}{b_1 - 1} \right\}$		$D = \frac{(1 - \bar{q}_{BL}^k) d}{1 - (1 - \bar{q}_{BL}^k) b}$	$+ (q_{BL} P_{BL})^{n-1} \cdot q_{BL} P_{BL}$ $- q_{BL} \cdot (q_{BL} P_{BL})^{n-1}$
		$\bar{i} = \frac{\bar{E} + (1 - \bar{q}_{BL}^k) \bar{E}}{1 - (1 - \bar{q}_{BL}^k) b}$	$\bar{E} = E_{BL} \bar{P}_{BL}^{-1} (1 - \bar{q}_{BL}^k)^{-1}$ $+ \bar{q}_{BL} \bar{q}_{BL} \bar{P}_{BL}^{-1} (1 - \bar{q}_{BL}^k)^{-1}$ $(1 + (k-1) \bar{P}_{BL}^{-1})$
		$\Gamma = \frac{1 - (q_{BL} P_{BL})^k E_{порт}}{1 - q_{BL} P_{BL}}$ $\frac{q_{BL} \bar{q}_{BL} + q_{BL} P_{BL} P_{BL}}{1 - q_{BL} P_{BL}}$ $[1 + (q_{BL} P_{BL})^{-1} (1 - (k-1) (1 - q_{BL} P_{BL}))] q_{BL}$	

оптимального по заданному критерию эффективности периода реорганизации БД. Кроме того, поскольку основные и ДМ резервируются идентичными копиями, возникает необходимость выбора оптимального числа их копий, а также оптимального числа хранящихся поколений основных и ДМ.

Таблица 2

Характеристики	Примечания
$\bar{p}(n, k, y) = \frac{\gamma_1 \rho_{\text{ДМ исп.}} + \gamma_2 \rho_{\text{БД исп.}}}{1 - \gamma_2 q_{\text{БД исп.}} \bar{\rho}^*}$	$E_1(T) = \alpha + \beta T$
$t_{\text{исп.}}(T) = \frac{\gamma_1 E_1(T) + \gamma_2 E_2 + \gamma_2 q_{\text{БД исп.}} \bar{E}^*}{1 - \gamma_2 q_{\text{БД исп.}} \bar{\rho}^*}$	$E(T) = \gamma_1 E_1(T) + \gamma_2 E_2$
$p_{\text{обн.}} = 1 - q_{\text{обн.}}$	
$l_{\text{обн.}} = E_{\text{обн.}}$	
$p(n, k, y) = \frac{\bar{p}}{1 - \bar{Q} \bar{\rho}^*}$	$\bar{p} = \frac{p_1 \bar{q}}{1 - b p_1}; \quad q_1 = \frac{\bar{q}^{k+1}}{q_{\text{БД}}}; \quad p_1 = 1 - \bar{q}_{\text{БД}}^{k+1}$
	$\bar{Q} = \frac{\bar{b} q_1}{1 - b p_1}; \quad D = \frac{p_1 \bar{d}}{1 - b p_1}$
	$\bar{a} = p_{\text{БД}} p_{\text{ДМ}} \frac{1 - (q_{\text{ДМ}} p_{\text{БД}})^{n+1}}{1 - q_{\text{ДМ}} p_{\text{БД}}}$
	$\bar{b} = q_{\text{БД}} \frac{1 - (q_{\text{ДМ}} p_{\text{БД}})^n}{1 - q_{\text{ДМ}} p_{\text{БД}}} + (q_{\text{ДМ}} p_{\text{БД}})^n q_{\text{ДМ}} p_{\text{БД}}$
	$\bar{d} = q_{\text{ДМ}} (q_{\text{ДМ}} p_{\text{БД}})^n$
$t_{\text{реорг.}} = \frac{\bar{E}_{\text{реорг.}}^* + \bar{\rho}^* E}{1 - \bar{Q} \bar{\rho}^*}$	$\bar{E}_{\text{реорг.}}^* = \frac{\bar{E}_{\text{инт.}} + (1 - \bar{q}_{\text{БД}}^{k+1}) \bar{E}_{\text{реорг.}}}{1 - p_1 \bar{b}}$

Средние эксплуатационные затраты на функционирование системы резервирования-восстановления с использованием ДМ за период времени T при условии постоянного хранения в системе y поколений основных и ДМ складываются из затрат на дамплирование БД и архивацию ДМ, стоимость резервных носителей информации, средних затрат на обновление и использование БД (затрат на обработку и восстановление в указанном интервале времени), затрат на плановую реорганизацию БД, а также средних потерь в случае возможного разрушения массива и его резерва:
$$E(T, n, k, y) = \frac{\bar{T}}{T} (k \tau_{\text{БД}} + n \tau_{\text{ДМ}}) Z_M + y (k Z_{\text{ДМ}} +$$



$$+nZ_{k_1})+v\bar{T}[t_{\text{обр}}Z_M+(1-p_{\text{обр}})Z_B]+v_2T[t_{\text{исп}}(T_1)Z_M+(1-\bar{p}(n,k,y))Z_B]+ \\ +\frac{\bar{T}}{T}[t_{\text{реор.ср}}Z_M+(1-\bar{p}(n,k,y))Z_B].$$

Последние четыре величины функционально зависят от вероятности успешного восстановления и среднего времени восстановления, о которых было сказано выше и которые являются функциями периода реорганизации, числа поколений дампов, числа копий дампов и ДМ.

Задача оптимизации функционирования данной системы резервирования-восстановления представляется в виде: $F(T,n,k,y) \rightarrow \min$. Поставленная задача является частично-целочисленной задачей математического программирования, где переменная T – непрерывная, а переменные n, k, y – целочисленные.

Определение в явном виде $T_{\text{опт}}$ как функции переменных n, k, y связано с нахождением положительного корня уравнения: $F'_T = 0$, или, производя ряд преобразований, получаем:

$$T_{\text{опт}} = \sqrt{\frac{\left[(k\tau_{\text{вЛ}} + n\tau_{\text{ДМ}})Z_M + V(n,k,y) \right] \left[1 - \rho^* \gamma_2 q_{\text{вЛ,исп}} \right]}{\beta \gamma_1 v_2 Z_M}},$$

где $V(n,k,y) = t_{\text{реор.ср}}Z_M + Z_B [1 - \bar{p}(n,k,y)]$.

Для решения приведенной частично-целочисленной задачи математического программирования разработан алгоритм, суть которого заключается в следующем: исходная задача преобразуется к виду: $F(T_{\text{опт}}, n, k, y) \xrightarrow{n, k, y} \min$, т.е. к задаче нелинейного целочисленного математического программирования, для решения которой используется схема «ветвей и границ».

1. В процессе ветвления для выбранной ξ -й вершины очередного уровня дерева ветвление осуществляется разбиением множества допустимых решений вершины на два подмножества вида:

$$\alpha_i \in \left\{ (n, k, y) / n \in \left[a_{\xi-1}, \frac{a_{\xi-1} + b_{\xi-1}}{2} \right] \right\}, \beta_i \in \left\{ (n, k, y) / n \in \left[a_{\xi-1}, \frac{a_{\xi-1} + b_{\xi-1}}{2}, b_{\xi-1} \right] \right\},$$

где $a_{\xi-1}$ и $b_{\xi-1}$ соответственно левая и правая границы интервала изменений переменной на предыдущем шаге ветвления (в породившей вершине). При $\xi=1$, $a_0=1$, $b_0=\max n$.

2. Для каждого из подмножеств решается релаксированная задача, но учитывающая условия целочисленности переменных n, k, y , решение которой является оценкой подмножества решений в данной вершине дерева вставления.

3. Выбирается вершина с наименьшей оценкой подмножества решений. Если в результате решения релаксированной задачи в этой вершине получено целочисленное решение, то оно является оптимальным решением исходной задачи. В противном случае полученное решение округляется до целочисленных значений, среди которых выбирается то, которое обеспечивает наибольшую близость значения целевой функции к оценке.



4. Полученное целочисленное значение (рекорд) сравнивается с оценками всех висячих вершин; те из вершин, для которых оценки не меньше рекорда, исключаются из дальнейшего рассмотрения.

5. Сравнивается значение рекорда с оценками всех висячих вершин дерева вставления. Если оно отличается от оценок на величину, большую заданной, вставление продолжается (п.1), иначе текущее значение рекорда считается оптимальным решением.

Академия наук Грузии
Институт систем управления

Российская Академия наук
Институт проблем управления

(Поступило 9.09.1994)

კიბერნეტიკა

ბ.ნატკოვიჩი, თ.კარსანიძე

ინფორმაციის რეზერვირება-აღდგენის მეთოდების
ოპტიმიზაცია

რეზიუმე

განხილულია მონაცემთა ბაზებში ინფორმაციის რეზერვირება-აღდგენის ამოცანა დიფერენციალური მასივების გამოყენებით.

შემუშავებული სისტემის სპეციფიკა მდგომარეობს განსაზღვრული რაოდენობის მონაცემთა ბაზების „დამპების“ წინასტორიების შენახვაში, რომლებიც იქნება განსაზღვრული პერიოდულობით, დიფერენციალური მასივების არქივული პირების შესახამისად, აგრეთვე „დამპებისა“ და დიფერენციალური მასივების რეზერვული პირების შენახვაში.

შემუშავებული ალბათური და დროითი აღდგენის მოდულების გამოყენებით განსაზღვრულია აღდგენის და მოთხოვნების დამუშავების რეჟიმების ძირითადი ალბათური და დროითი მახასიათებლები.

დასმულია ოპტიმიზაციის ამოცანა სისტემის საშუალო საექსპლუატაციო დანახარჯების მინიმუმის კრიტერიუმის მიხედვით და მოყვანილია ამ ამოცანის ამოხსნის ალგორითმი, რომლის ამოხსნა საშუალებას გვაძლევს ამორჩეულ იქნეს მონაცემთა ბაზების „დამპირების“ ოპტიმალური პერიოდი, მონაცემთა ბაზების „დამპების“ პირებისა და დიფერენციალური მასივების, აგრეთვე მათი წინასტორიების ოპტიმალური რიცხვი.

CYBERNETICS

B. Natkovich, T. Karsanidze

Optimization of Information Reserve-Restore Methods

Summary

A problem of information reserve-restore in the data base using differential arrays is investigated.

Specificity of the worked out system functioning consists in the storage of a definite number of generations of dumps created at the specified periodicity, of a corresponding quantity of differential arrays archive copies and in the use of a given



number of dumps reserved copies and differential arrays.

Along with the usage of the worked out probabilistic and time restore models there is given a calculation of basic probabilistic and time characteristics of restore and inquiries processing.

An optimization problem by a minimum criterium of a system means that operational expenses are stated and an algorithm of its solution is given. Solution of the stated problem secures the choice of the optional method for data array dumping, optimal number of differential arrays copies and optimal number of their generations.

საინფორმაციო სისტემების ინსტიტუტი-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. *А.Г.Мамиконов, В.В.Кульба, Б.Ю.Наткович, А.Б.Шелков.* Восстановление информации в системах обработки данных (модели и методы). Препринт ИПУ. М., 1988, 40с.
2. *В.Ю.Наткович, А.В.Шелков, Т.В.Карсанидзе.* Inc. Book. Safety process "91", Int. conf. Baden-Baden. BRG, 1991, 80.



В.Г.Ангидзе, Г.С.Рамიшვილი

Компьютерная система исследования акустических характеристик речевого сигнала

(Представлено академиком В.К.Чичинадзе 25.01.1994)

Компьютерная система комплексного исследования акустических характеристик речевого сигнала должна сыграть важную роль в разностороннем изучении физической природы речи и в выделении релевантных признаков, способствующих автоматическому распознаванию тех или иных слуховых образов. С этой целью компьютерная система должна обладать широкими возможностями разнообразного преобразования и анализа речевого сигнала и описания его в пространстве информативных для поставленной задачи параметров.

Предлагаемая ниже система, в основном, нацелена на выявление тех акустических характеристик сигнала, которые ответственны за передачу индивидуальных особенностей голоса и составляют основу для автоматизированной или автоматической идентификации личности говорящего. Однако широкие возможности системы позволяют ее применение и в других областях, а именно, в области экспериментальной фонетики, распознавания семантики речи, изучения патологии голоса и речи, синтеза речи, биоакустики и т.д., т.е. там, где объектом исследования является акустический сигнал звукового диапазона.

Компьютерная система, функционирующая в диалоговом режиме, состоит из персонального компьютера типа IBM PC AT со встроенным в нем интерфейсом ввода-вывода и предварительной обработки речевого сигнала и, в основном, математического обеспечения, позволяющего выбирать широкий спектр режимов анализа сигнала, оценки качества фонограмм речи и синтеза ряда идентификационных процедур.

Технические характеристики интерфейса, выполненного в конструктиве IBM PC AT, удовлетворяют всем требованиям, предъявляемым к комплексу, решающему вышеперечисленные задачи. Устройство включает в себя схему обмена с каналом PC AT, программируемый таймер для задания частоты дискретизации, быстродействующие АЦП-ЦАП, микрофонный усилитель, корректирующее звено, нормализатор уровня сигнала, устройство программной регулировки усиления в каналах ввода и вывода, отдельно, схему программного переключения коррекция-нормализация, усилитель для звукового выхода, регистр цифрового ввода и регистр цифрового вывода.



Программные средства системы (пакет прикладных программ) позволяют производить системные операции, обеспечивающие комфортную работу с файлами, разнообразные преобразования сигнала, диагностические и корректирующие операции, определяющие пригодность фонограммы речи и нормализацию ее характеристик, анализ различных голосовых признаков, включающих маркировку речевого сигнала на звонкие и глухие участки, выделение темпа речи и паузных участков, оценку тембральных характеристик голоса путем спектрально-временного анализа речевого сигнала и представление результата в виде средневзвешенных спектральных срезов или динамических спектрограмм и др. Организация операций маркировки речи на звонкие и глухие участки, выделение периодов основного тона и различных видов спектрального анализа осуществляется на основе математического моделирования низкочастотных, высокочастотных или полосовых цифровых фильтров любой ширины, скважности и крутизны фронтов.

Математическое обеспечение системы включает в себя следующие основные методы анализа сигнала: быстрое преобразование Фурье, кодирование с линейным предсказанием и распределение временных интервалов между нулевыми и экстремальными точками исходной речевой волны.

Ниже приведен полный перечень (меню) операций, включенных в следующие программы: "System", "Observe", "Special", "Analyse", "Decision".

Программа "System" позволяет производить следующие системные операции:

- копирование файлов,
- удаление файлов,
- перемещение файлов,
- изменение директорий,
- выход в ДОС.

Программа "Observe" обеспечивает проведение следующих операций:

- ввод речевого сигнала с микрофона или магнитофона с различной частотой дискретизации,
- запоминание речевого сигнала в виде файлов,
- вывод натурального сигнала на экран,
- вывод огибающей речевого сигнала на экран,
- вывод на экран фрагментов натурального сигнала по меткам курсора на огибающей сигнала,
- смещение в различные стороны натурального сигнала и его огибающей,
- изменение масштаба отображения сигнала путем изменения частоты его дискретизации,
- вырезание необходимых фрагментов сигнала и их вывод на динамик для слухового анализа с указанием частоты (кратности) их воспроизведения,
- указание границ вырезаемых фрагментов и их компиляция для последующего синтеза речи любого содержания.



Программа "Special" обеспечивает проведение следующих операций:

- очистка речевого сигнала от помех путем использования режектерных фильтров, фильтрация низкочастотных или высокочастотных шумов с помощью НЧ и ВЧ фильтров, а также удаление особо зашумленных фрагментов речи,

- растяжение речевого сигнала с целью облегчения расшифровки текста,

- техническая диагностика фонограммы речи с целью обнаружения механического, электрического и акустического монтажа,

- диагностика фонограммы речи или ее фрагментов с точки зрения их пригодности для проведения идентификационных процедур. (Данная операция включает проверку различности ключевых гласных, оценку ширины энергетического спектра сигнала, стабильности произнесения фрагментов),

- корректировка АЧХ спорных и эталонных фонограмм с целью их стандартизации или нормализации для аудиторных испытаний.

Программа "Analyse" обеспечивает проведение следующих операций:

- выделение из речевого сигнала гласных звуков, слов и фраз автоматически и органолептически,

- выделение из гласных звуков стационарных участков по указанию курсором их месторасположения,

- определение числа цифровых полосовых фильтров (при спектрально-полосном анализе) с указанием порядка их вычисления, ширины наклона и перекрытия,

- вывод результатов спектрального анализа выбранных участков гласных звуков на экран,

- измерение интенсивности звуков на конкретных участках и в среднем по сигналу,

- измерение плотности нулевых пересечений на конкретных участках и по всему сигналу как функции времени,

- выделение звонких и глухих участков сигнала,

- измерение интервалов основного тона на конкретных участках, выбираемых органолептически,

- измерение мелодики основного тона,

- измерение формантных частот на конкретных участках гласных, выбираемых органолептически,

- измерение формантных частот и их траекторий по всему сигналу,

- измерение интегрального (средневзвешенного) спектра всего сигнала или его отдельных фрагментов по указанию курсора,

- вывод на дисплей картин динамического спектра, соответствующих выделяемым фрагментам (гласных, слогов, слов, фраз),

- вывод на дисплей результатов параметрического описания анализируемых фрагментов речи в скалярном, векторном или матричном виде.

Программа "Decision" предусматривает проведение следующих процедур:

- создание картотек-эталонов для различных голосов,



- подготовка данных для сопоставления спорных эталонными по гласным,
- выбор метрики при сопоставлении спорных и эталонных картин с указанием весов признаков,
- сравнение скалярных, векторных или матричных представлений голосов и принятие решения на основе их близости,
- обобщенная идентификация личности говорящего,
- автоматическая идентификация личности говорящего при наличии эталонной и спорной фонограмм, а также минимальных предварительных органолептических операций (выбор нужных фрагментов эталонных и спорных фонограмм осуществляется по отдельным операциям программ "Observe", "Special", "Analyse").

Академия наук Грузии
Институт систем управления

(Поступило 27.01.1994)

კომპერნეტიკა

ვ.ანტიძე, გ.რამიშვილი

სამეტყველო სიგნალის აკუსტიკური მახასიათებლების კვლევის კომპიუტერული სისტემა

რეზიუმე

სტატიაში აღწერილია კომპიუტერული სისტემა, რომელიც მოწოდებულია სიგნალის დამუშავების, ანალიზისა და აღწარმოებისათვის დიალოგურ რეჟიმში. თავისი შესაძლებლობებით იგი წარმოადგენს მოქნილ ინსტრუმენტს ნატურალური სიგნალის და მისი ფონოგრამის აკუსტიკური პარამეტრების კვლევისა და სხვადასხვა საიდენტიფიკაციო პროცედურების სინთეზისათვის.

CYBERNETICS

V. Antidze, G. Ramishvili

Computer System of Investigation of Speech Signal Acoustic Characteristics

Summary

The paper describes a computer system intended for processing, analysis and reproduction of a speech signal. The system from the point of view of its capabilities represents a supple instrument destined for a versatile analysis of a natural speech signal or its phonogram, investigation of voice acoustic characteristics and synthesis of a number of identification procedures.

ა.კაშინი, მ.მაქსიმოვი, ზ.ჩიქოვანი

კვარკების ურთიერთქმედებათა პოტენციალის ერთ-ერთი წარმოდგენის შესახებ

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა რ.სალუქვაძემ 5.2.1994)

მაღალი ენერგიების ფიზიკაში ადრონთა სპექტროსკოპიის აღწერის პრობლემა უშუალოდაა დაკავშირებული მათი კონსტიტუენტების – კვარკების ურთიერთქმედებათა თავისებურებებთან. ამ ურთიერთქმედებათა სპეციფიკა ხასიათდება იმითაც, რომ კონფაინემენტი შეიძლება ახსნილ იქნეს პოტენციალური მოდელების ფარგლებში მხოლოდ იმ შემთხვევაში თუ ურთიერთქმედების პოტენციალი წარმოდგენილია ლორენც-ვექტორული და ლორენც-სკალარული კომპონენტების სუპერპოზიციით. მათგან პირველი დომინირებს მცირე მანძილებზე და აღწერს ერთგლიუონურ გაცვლებს ასიმპტოტური თავისუფლებით, ხოლო მეორე შეესაბამება კვარკების დატყვევებას, დაკავშირებულია მათ დინამიკურ ბუნებასთან და უნდა იცვლებოდეს მანძილის ცვლასთან ერთად [1]. აქ საყურადღებოა ერთი გარემოება: კვანტური ქრომოდინამიკის ეფექტური ლაგრანჟიანის განხილვიდან გამომდინარე, დენური კვარკებიდან კონსტიტუენტურზე გადასვლა ხორციელდება ძალიან სწრაფად, გადაცემული იმპულსების $q \sim 1 \text{ GeV}$ (ან $0,1 \text{ F}$ მანძილების) მნიშვნელობათა არეში. რაც თავის მხრივ მიგვანიშნებს იმაზე, რომ ამ არეში პოტენციალს უნდა გააჩნდეს ნახტომი, რომელიც რიცხობრივად კონსტიტუენტური და დენური კვარკების მასათა სხვაობის გაორმაგებული მნიშვნელობის ტოლია (600 MeV) [2].

პოტენციალი, რომელიც სხვა თავისებებთან ერთად აღწერს ამ თავისებებს, შემოთავაზებულ იქნა ნაშრომებში [3], მაგრამ ყოველგვარი დასაბუთების გარეშე. ქვემოთ, ასიმპტოტურ ამოხსნათა შეკერვის დაყვანილი მეთოდის (აშდმ) [4] გამოყენებით, ურთიერთქმედებათა პერტურბაციულ და არაპერტურბაციულ წვლილთა გათვალისწინებით, თანმიმდევრულად აღვადგენთ რა პოტენციალის ანალიზურ სახეს, აღნიშნული ნახტომი მიღებულ პოტენციალში ჩნდება თავისთავად. ამასთან, მასშტაბური პარამეტრისათვის მიიღება მნიშვნელობა, რომელიც რიცხობრივად უტოლდება კვანტურქრომოდინამიკურს (Λ_{QCD}). ამის მიღწევა სხვა პოტენციალებში საკმაოდ გაძნელებულია.

1. უპირველესად განვიხილოთ ცნობილი პოტენციალების ასიმპტოტიკათა უმარტივესი შემთხვევა [1]

$$V(r) = \begin{cases} -a\mu \frac{1}{r} & ; r \rightarrow 0 \\ \frac{b}{r} & ; r \rightarrow \infty \end{cases} \quad (1)$$

სადაც $\mu = \Lambda_0^{-1}$ თეორიის მახასიათებელი პარამეტრია, ხოლო $a = \frac{8\pi}{3b_0} \frac{1}{\mu}$, $b = k\mu$



($k=0,16 \pm 0,20 \text{ GeV}^2$), $b_0=(33-2n_f)$ [3].

საშუალოდ მანძილებზე პოტენციალების ასაგებად შეიძლება გამოვიყენოთ რომლის თანახმადაც (1) გამოსახულებიდან შეგვიძლია მივიღოთ

$$V(r) = -a\mu \frac{1}{r} + \frac{b}{\mu} r, \quad (2)$$

რაც წარმოადგენს პოტენციალის ცნობილ კორნელის ინტერპოლაციას [5].

თუ განვიხილავთ პოტენციალის (1) ასიმპტოტიკას მცირე მანძილებზე ასიმპტოტიკური თავისუფლებით, როდესაც მნიშვნელში გვაქვს დამატებითი თანამართავი $\ln(\mu/r)$, მაშინ აშშ გამოყენებისათვის საჭიროა მისი წინასწარი რეგულარიზაცია, რისთვისაც შემოვიტანოთ აღნიშვნა

$$\phi(x) = \text{sh}(a/x \bar{V}(r)), \quad x = \mu r, \quad (3)$$

რომლის ასიმპტოტიკური თანაფარდობათა

$$\phi(x) = \begin{cases} -1/2x; & x \rightarrow 0 \\ a/bx^2; & x \rightarrow \infty \end{cases} \quad (4)$$

შეეკრვის შედეგად ვლებულობთ

$$\phi(x) = \frac{1}{2x} \left[\frac{bx}{2a} - 1 \right]^2, \quad (5)$$

ან (3) აღნიშვნების გათვალისწინებით პოტენციალისათვის საბოლოოდ გვექნება

$$\bar{V}(r) = \frac{8\pi}{3b} \frac{1}{r} \left[\text{Arsh} \left(\frac{1}{2\Lambda_0 r (r/r_0 - 1)} \right) \right]^2, \quad (6)$$

სადაც $r_0 = 2a/b \approx 2,5 \text{ GeV}^{-1} = 0,5F$, ხოლო $\Lambda_0 \approx 1/2r_0$.

იმისათვის, რომ მიღებულმა პოტენციალმა დააკმაყოფილოს ზემოთ ჩამოთვლილი მოთხოვნები, საჭიროა მისი მოდიფიცირება შემდეგი სახით:

$$V(r) = \bar{V}(r) - D \quad (7)$$

$$D = \frac{8\pi}{3b} \frac{1}{r} \left[\text{Arsh} \left(\frac{1}{2\Lambda_0 r (r/r_0 - 1)} \right) \right]^2. \quad (8)$$

ამ შემთხვევაში Λ_0 თავისუფალი პარამეტრია, $r_1 \approx 0,5 \text{ GeV}^{-1} = 0,1F$ კვარკონიუმის მახასიათებელი რადიუსია.

ექსპერიმენტული მონაცემების გათვალისწინებით $C\bar{C}$ და $B\bar{B}$ სისტემებისათვის და მცირე მანძილებზე ცნობილ პოტენციალებთან თანხვედრის მოთხოვნიდან გამომდინარე, ვლებულობთ $\Lambda_0 \approx 100 \text{ MeV} = A_{QCD}$.

2. ჩვეულებრივ, პოტენციალის ინტერპოლაცია ხორციელდება ბმის მუდმივასი ან მისი ლოგარითული წარმობულის, ე.წ. გელმან-ლოუს ფუნქციის ინტერპოლაციით. ამ მიზნით, თუ ჩავწერთ პოტენციალს იმპულსურ წარმოდგენაში ერთგლიუონური გაცვლებით [1]

$$V(r) = -\frac{4}{3} \frac{16\pi\alpha(q^2)}{q^2}, \quad (9)$$



და ურთიერთქმედების მუდმივას $\rho(q^2) = a(q^2)/4\pi$ ასიმპტოტიკებისათვის ცნობილი ფორმულები

$$\rho(q^2) \cong \begin{cases} \frac{1}{b} \ln^{-1}(q^2/\Lambda^2) \left[1 - v \frac{\ln \ln(q^2/\Lambda^2)}{\ln(q^2/\Lambda^2)} \right] & q^2 \gg 1 \\ \frac{1}{b_0} \frac{q^2}{\Lambda^2} & q^2 \ll 1 \end{cases} \quad (10)$$

გათვალისწინებით, აშდმ რეგულარიზაციისა

$$\rho(q^2) = \exp \frac{q^2}{\Lambda^2} \left(\exp(1/b_0 \rho) - 1 \right), \quad (12)$$

$$\rho(q^2) \cong c; \quad (Inc=1), \quad \rho(q^2) \cong q^2/\Lambda^2 \quad (13)$$

$$q^2 \rightarrow 0 \quad q^2 \rightarrow \infty$$

და შეყვრვის შედეგად გვიქნება

$$b_0 \rho(q^2) = \left\{ 1 + \frac{q^2}{\Lambda^2} \left[\ln \left(e + \frac{q^2}{\Lambda^2} \right) \right] \right\}^{-1}, \quad (14)$$

სადაც

$$v = b_1/b_0^2; \quad b_1 = (306-38n)/3. \quad (15)$$

როდესაც $b_1 \rightarrow 0$, (14) გამოსახულებიდან გამომდინარეობს რიჩარდსონისეული ინტეგრაცია [6].

ასევე მარტივად შეიძლება ვიპოვოთ გელმან-ლოუს ფუნქციის ანალიზური სახე. პართლაც, მისი განმარტებიდან გამომდინარე, (14) გამოსახულებიდან შეგვიძლია ჩაწეროთ

$$\beta(\rho) = q^2 \frac{d\rho}{dq^2} = b_0 \rho^2 \left(1 - \exp \left(-\frac{1}{b_0 \rho} \right) \right) \left(1 + v \frac{q^2/\Lambda^2}{(e + q^2/\Lambda^2) \ln(e + q^2/\Lambda^2)} \right). \quad (16)$$

საიდანაც

$$-\beta(\rho) \cong \begin{cases} b_0 \rho \left(1 + \frac{b_1}{b_0} \rho \right); & \rho \rightarrow 0 \\ 1 - \frac{\rho_0}{\rho}, & \rho \rightarrow \infty \end{cases} \quad (17)$$

$$-\beta(\rho) \cong \begin{cases} b_0 \rho \left(1 + \frac{b_1}{b_0} \rho \right); & \rho \rightarrow 0 \\ 1 - \frac{\rho_0}{\rho}, & \rho \rightarrow \infty \end{cases} \quad (18)$$



$$\rho_0 = 1/(2b_0) - b_1(b_0^2 c A).$$

ამ ასიმპტოტურ თანაფარდობათა შეყვრვით აშშმ პირველ მიახლოებაში

$$-\frac{\beta(\rho)}{\rho} = \left(b_0 \rho + \frac{b_1 + b_0^2}{1 - \rho_0 b_0} \rho^2 \right) \left(1 + \frac{b_0 + \rho_0 b_1}{1 - \rho_0 b_0} \rho + \frac{b_0^2 + b_1}{1 - \rho_0 b_0} \rho^2 \right)^{-1}; \quad (20)$$

ეს უკანასკნელი სტრუქტურით ემთხვევა ინტერპოლაციას [7] და გვადლევს რიცხობრივ თანხვედრას გამოთვლებთან სიმების კვანტურ ფლუქტუაციათა გათვლისწინებით. მართლაც, (6) პოტენციალის პარამეტრიზაციით, როდესაც $\Lambda \approx 200 \text{ Mev}$ ვღებულობთ, $\rho_0 \approx 1/64$.

3. ახლა, თუ გავითვალისწინებთ $\rho(q^2)$ ფუნქციის მიღებულ მნიშვნელობას, პოტენციალისათვის კოორდინატულ წარმოდგენაში შეგვიძლია ჩავწეროთ

$$V_\rho(r) = \int \frac{d\vec{q}}{(2\pi)^3} V(q^2) e^{i\vec{q}\vec{r}} = \frac{8\pi}{3b_0} \left[\Lambda^2 r - \frac{1}{r} U(x) \right]; \quad (21)$$

სადაც, $\Lambda r = x$, ხოლო

$$U(x) = \frac{4}{\pi} \int dt \frac{\sin t}{t} \left\{ \ln^{-1} \left[1 + \frac{t^2}{x^2} \ln \left(e + \frac{t^2}{x^2} \right) \right] - \frac{x^2}{t^2} \right\} \quad (22)$$

ფუნქციის ასიმპტოტიკები ტოლია

$$U(x) \underset{x \rightarrow 0}{\approx} \ln^{-1} \left(\frac{1}{x} \right) \left[1 - \frac{\nu}{2} \ln \ln \left(\frac{1}{x} \right) \right], \quad (23)$$

$$U(x) \underset{x \rightarrow 0}{\approx} 1 - \frac{2\nu}{e} + o\left(\frac{1}{x^2}\right) = U_\infty + U\left(\frac{1}{x^2}\right). \quad (24)$$

ამ თანაფარდობათა აშშმ რეგულარიზაციისა და შეყვრვით ვღებულობთ შემდეგ ინტერპოლაციურ წარმოდგენას:

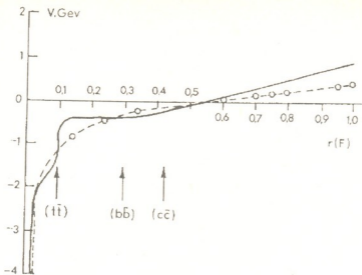
$$V_\rho(r) = \frac{8\pi}{3b_0} \left\{ \Lambda^2 r - \frac{1}{r} \ln^{-1} \left(\exp(1/U_\infty) + \frac{1}{\Lambda r} \left[\ln \left(1 + \frac{1}{\Lambda r} \right) \right]^{1/2} \right) \right\}. \quad (25)$$

შევნიშნოთ, რომ სასრულო ν და r მნიშვნელობებისათვის, როდესაც, უგულვებელვყოფთ რა წევრებს კვადრატულ ფრჩხილებში, მაშინ

$$V_\rho(r) = \frac{8\pi}{3b_0} \left(0,18 - \frac{0,46}{r} \right). \quad (26)$$

რაც ნიშნავს, რომ (25) პოტენციალი შეიცავს ინფორმაციას „ასიმპტოტური თავისუფლების“ შესახებ და წარმოადგენს კორნელის პოტენციალის ერთგვარ განზოგადებას.

ბოლოს, თუ შევადარებთ პოტენციალების $V(r)$ და $V_\rho(r)$ წარმოდგენებს, შევააჩნევთ, რომ ისინი არსებითად განსხვავდებიან საშუალო არეში, რაც უპირველესად გამოიხატება იმაში, რომ პოტენციალი (6) ხასიათდება მკვეთრი ნახტომით $r \approx 0,1F$ მანძილის არეში განსხვავებით (25) წარმოდგენისა და ამდენად, აღწერს ფაზურ გადასვლებსაც. დიდ მანძილებზე პოტენციალი (6) შეიცავს



მახასიათებელ მუდმივას $V_0 = 2\Lambda_c^3 \pi^3 b_0$ ანალოგიურად გლიუონური პროპაგატორის არაპერტურბაციული მოდელისა [8] და მოდიფიცირებული კრასმან-ონოს პოტენციალისა [9].

1 სურათზე წარმოდგენილია (6) პოტენციალის სახე, სადაც შედარებისათვის მოყვანილია პოტენციალი გლიუონური პროპაგატორის მოდელში. გრაფიკიდან ჩანს, რომ (6) პოტენციალი აკმაყოფილებს კვარკონიუმში კვარკთა ურთიერთქმედების ძირითად თვისებებს. ამასთან, $C\bar{C}$ და $b\bar{b}$ სისტემების მახასიათებელ მანძილებზე ის რიცხობრივად ემთხვევა ცნობილ პოტენციალებს, ამიტომ ამ სისტემების სპექტრები დამაკმაყოფილებელი სიზუსტით უნდა აღიწეროს (6) პოტენციალით. ასევე, ის შეიძლება წარმატებით იქნეს გამოყენებული ტოპონიუმისა და ღენურიდან კონსტიტუენტურ კვარკებზე გადასვლის მექანიზმების შესასწავლად.

სოხუმის იკვლევას სახელუბის
 ფიზიკა-ტექნიკის ინსტიტუტი

(შემოვიღა 7.2.1994)

ФИЗИКА

А.Кашин, М.Максимов, З.Чиковани

Об одном представлении потенциала взаимодействия
 кварков
 Резюме

На основе асимптотического анализа пертурбативных и непертурбативных частей взаимодействия кварков получено аналитическое выражение потенциала, который правильно отражает свойства взаимодействия кварков в кварконии: содержит информацию о фазовых переходах от токовых к конститuentным кваркам; масштабный параметр принимает значение численно равное Λ_{QCD} (квантохромодинамической).

A.Kashin, M.Maximov, Z.Chikovani

On one of the Presentations of the Potential of Quark Interactions

Summary

Based on the asymptotical analysis of perturbational and non-perturbational quark interactions an analytical expression of the potential is derived. The potential adequately describes properties of quark interactions in a quarkonium; contains the information on phase transitions from current quarks into constituent ones; the scale parameter Λ adopts the value of which is numerically equal to Λ_{QCD} .

საბუბბბბბ-ლიტერატურა-REFERENCES

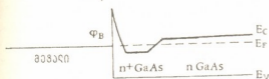
1. *A.A.Logunov, A.N.Tavkhelidze*. Nuovo Cimento, **29**, 1963, 380; *A.A.Logunov, L.D.Soloviev, A.N.Tavkhelidze*. Phys. Lett., B 24, 1967, 181.
2. *А.А.Быков, И.М.Дремин, А.В.Леошцов*. УФН, **143**, 1984, 3.
3. *А.А.Быков, И.М.Дремин*. Письма в ЖЭТФ, **42**, 1985, 119.
4. *Z.E.Chikovani, L.L.Jenkovsky, M.Z.Maximov, F.Paccanoni*. Nuovo Cimento, **103A**, 1990, 163.
5. *E.Eichten et al.* Phys. Rev. Lett., **34**, 1975, 369. Phys. Rev., D **17**, 1978, 309; 21 1980, 203.
6. *J.L.Richardson*. Phys. Lett., B 82, 1979, 272.
7. *И.М.Дремин, А.В.Леошцов*. ТМФ, **51**, 1982, 178.
8. *Z.E.Chikovani, L.L.Jenkovsky, F.Paccanoni*. Modern Phys. Lett., A 6, 1991, 1409.
9. *K.Krasmann, S.Ono*. Nucl. Phys., **154**, 1978, 283.

თ.ლაფერაშვილი, დ.ფასურიშვილი

ომური კონტაქტი გალიუმის არსენიდზე

(წარმოდგინა აკადემიისმა გზარტიშვილმა 31.12.1993)

ნახევარგამტარული ელექტრონიკის ყველა მოწყობილობასა და სტრუქტურულ ერთეულებსა და მის ხარისხზე ხშირად არის დამოკიდებული სტრუქტურის მუშაობის საიმედოობა. 90-იანი წლებიდან GaAs-ზე დაფუძნებულმა ხელსაწყოებმა რეალური გამოყენება პრეტენდენტული კავშირგაბმულობის მოწყობილობებში, საუკეთესო წყალბაზაზე სპეციფიკური ხარისხისა და საყოფაცხოვრებო ტექნიკაში. GaAs სულ უფრო და უფრო დიდ კონსტრუქციას უწყევს Si-ის ისეთი უპირატესობების გამო, როგორცაა მატარებელთა მაღალი ძვრადობა, მაღალი სამუშაო ტემპერატურა და მცირე მოხმარებული სიმძლავრე.



სურ.1. გალიუმის არსენიდზე ტუნელური ომური კონტაქტის ენერგეტიკული დიაგრამა

ანტიტრანსპორტული დეფექტების არსებობით, მათი შესაბამისი ელექტრონიტრალობის ენერგია აკრძალული ზონის შუაშია. ამიტომ ომური კონტაქტის მიღება მეტალის შერჩევით ვერ ხერხდება. ლიტერატურაში დიდძალი ინფორმაცია არსებობს GaAs-ზე ომური კონტაქტის ფორმირების თეორიული პრინციპების შესახებ. ყველაზე პოპულარულია ტუნელური მოდელი [1,2], რომლის თანახმად საჭიროა GaAs-ის ზედაპირზე მაღალეფიციენტული n ან p ფენის შექმნა შესაბამისად n და p ტიპის მასალისათვის. თუ n ან p ფენაში მატარებელთა კონცენტრაცია იმდენად დიდია, რომ ბარიერის სიგანე, ანუ მოცულობითი მუხტის ფენა საკმარის შემცირდება, მაშინ კონტაქტზე მაღალი პოტენციური ბარიერის არსებობის შემთხვევაშიც კი შესაძლებელი ხდება მასში ელექტრონების ტუნელირება. ამ შემთხვევაში ბარიერზე დენის სვლის მექანიზმი განისაზღვრება ველური ემისიით და მიიღება კონტაქტი ომური მახასიათებლით. 1 სურათზე მოცემულია ასეთი სახის ომური კონტაქტის ენერგეტიკული დიაგრამა n -ტიპის გალიუმის არსენიდისათვის.

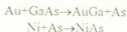
გალიუმის არსენიდზე საკონტაქტო მასალად ხშირად იყენებენ მეტალურგიულ ვიტმეტოვას, რომელიც შეიცავს 88% Au და 12% Ge-ს. ამას უმატებენ Ni-ის 5 წონით

ნებისმიერი მეტალი გალიუმის არსენიდთან კონტაქტზე იძლევა საკმარის მაღალ პოტენციურ ბარიერს (0,8-0,9 ევ), რაც იხსნება GaAs-ის ზედაპირზე ზედაპირული მდგომარეობებით. ეს უკანასკნელი კი გამოწვეულია As_{Ga}



პროცენტს. ინერტული გაზის ატმოსფეროში 450-500°C-ზე 30 წამის განმავლობაში გახურების შედეგად მიღებულია ომური კონტაქტი 10^{-6} ომ-სმ²-ზე ნაკლები კონტაქტური წინააღმდეგობით [3].

ომური კონტაქტის ფორმირების მექანიზმს ამ შემთხვევაში ასე ხსნიან: ითვლება, რომ Ge-ით ხდება GaAs-ის ზედაპირის ლეგირება, Ni-ის არსებობა არსებით გავლენას ახდენს GaAs-ში Ge-ის დიფუზიის სიღრმეზე, ხოლო Au არის გამსხნელი GaAs-თვის. ხდება Ga-ის აუტდიფუზია, Ge შედის კრისტალში და იკავებს Ga-ის ვაკანტურ ადგილს:



Ge GaAs-სთვის ამფოტერული მინარეგია, ამ შემთხვევაში წარმოადგენს დონორს, რომელმაც უნდა შექმნას საკმარისი კონცენტრაციის n' ფენა. მაგრამ, როგორც ამტკიცებენ [4], დაბალია ალბათობა იმისა, რომ დონორების კონცენტრაცია გახდეს $5 \cdot 10^{19}$ სმ⁻³ რიგისა, რაც აუცილებელია, რათა კონტაქტური წინააღმდეგობა ნაკლები აღმოჩნდეს 10^{-5} ომ-სმ²-ზე [2]. ექსპერიმენტებმა აჩვენეს, რომ ეპიტაქსიის გამოყენებაც კი, ვთქვათ AuGe-ისა [5] ან AuGeNi-ისა [6] GaAs-ზე არ იძლევა მისი $(1-4) \cdot 10^{18}$ სმ⁻³-ზე მეტი კონცენტრაციით ლეგირების საშუალებას. ეს არის ექსპერიმენტის ძირითადი წინააღმდეგობა ომური კონტაქტის ტუნელურ მოდელთან.

ომური კონტაქტის მისაღებად როგორც n , ასევე p ტიპის ნახევარგამტარებზე დიდი ხანია იყენებენ ინდიუმს. მაგალითად, GaAs-ზე ომური კონტაქტის მისაღებად In-ს შეაღობენ 500°C-ზე 10 წუთის განმავლობაში, არგონის ატმოსფეროში [7]. გარდა ამისა, In-GaAs ზედაპირის ფოტოემისიური სპექტროსკოპიით შესწავლისას აღმოჩნდა, რომ In-ის ლობის ტემპერატურაზე (156°C) ზემოთ თერმოდამუშავებისას In-GaAs ზედაპირზე მიმდინარეობს ენერგეტიკულად არამომგებიანი ქიმიური რეაქცია [8]



რის შედეგადაც იქმნება $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ ფენა. ჩავთვალოთ, რომ ეს ფენა არის უწყვეტად ცვლადი შემადგენლობისა ერთი მიმართულებით.

ისეთი ნახევარგამტარული მყარი ხსნარების თვისებები, რომელთა შემადგენლობა უწყვეტად იცვლება ერთი მოცემული მიმართულებით, პირველად განიხილა კრამერმა [9]. მანვე შემოიტანა ცვლადი აკრძალული ზონის ცნება და აჩვენა, რომ აკრძალული ზონის გრადიენტის არსებობის შემთხვევაში ნახევარგამტარის მოცულობაში აღიძვრება კვაზიელემენტური ველები. ასეთ ნახევარგამტარებს მოგვიანებით ვარიზონული უწოდეს [10]. ვარიზონული ნახევარგამტარის ძირითადი მახასიათებელი სიდიდეა აკრძალული ზონის გრადიენტი

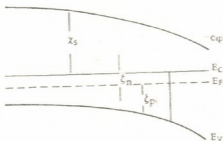
$$|\Delta E_g| = \frac{E_g(x)_{\max} - E_g(x)_{\min}}{d}, \quad (1)$$

სადაც d ვარიზონული ნახევარგამტარის სიგანეა.

აღნიშნული ნახევარგამტარის ენერგეტიკული დიაგრამა თერმული წონასწორობის პირობებში მოცემულია 2 სურათზე. გამტარებლობის ზონის $E_c(x)$ და სავალენტო ზონის $E_v(x)$ ნაპირების მდებარეობა განისაზღვრება ნახევარგამტარის ელემენტოუარყოფითობით $X_n(x)$, აკრძალული ზონის სიგანითა და ელემენტონის ელემენტოსტატიკური ენერგიით $e\phi(x)$, რომლებიც ვარიზონული ნახევარგამტარის შემთხვევაში კოორდინატზე დამოკიდებული ფუნქციებია:

$$E_c(x) = -e\phi(x) - \chi_s(x)$$

$$E_v(x) = -e\phi(x) - \chi_s(x) - E_g(x)$$



სურ. 2. ვარიზონული ნახევარგამტარის ენერგეტიკული დიაგრამა

ელექტრული ველის მისაღებად ელექტრონებისა და ხვრელების კონცენტრაცია ამოვსახოთ მათი ელექტროქიმიური პოტენციალის საშუალებით

$$n(x) = N_c(x) \exp\left(-\frac{E_c(x) - \xi_n}{kT}\right) \tag{3}$$

$$p(x) = N_v(x) \exp\left(-\frac{E_v(x) - \xi_p}{kT}\right)$$

სადაც $N_c(x)$ და $N_v(x)$ მდგომარეობათა ეფექტური სიმკვრივეებია შესაბამისად გამტარებლობისა და სავალენტო ზონაში, ξ_n ელექტრონების და ξ_p ხვრელების ელექტროქიმიური პოტენციალია, k - ბოლცმანის მუდმივა, T - აბსოლუტური ტემპერატურა. თუ გავალოვართომებთ (3) გამოსახულებას და გამოვიყენებთ (2)-ს, მივიღებთ

$$\xi_n = -e\phi(x) - \chi_s(x) - kT \ln \frac{N_c(x)}{n(x)} \tag{4}$$

პოტენციალის განსაზღვრისათვის ვისარგებლოთ კვაზინეიტრალობის პირობით. ელექტრონების წონასწორული კონცენტრაცია $n_0(x) = N_D(x)$, $N_D(x)$ დონორების კონცენტრაციაა. ამ შემთხვევაში ელექტროქიმიური პოტენციალი

$$\xi = \xi_n = -e\phi(x) - \chi_s(x) - kT \ln \frac{N_c(x)}{N_D(x)} = \text{const} \tag{5}$$

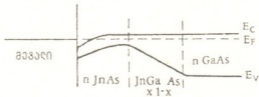
თუ ამ განტოლებას გავადიფერენციალებთ X -ით, მივიღებთ

$$E_0(x) = \frac{1}{e} [\nabla \chi_s(x) + kT \nabla \ln \frac{N_c(x)}{N_D(x)}] \tag{6}$$



n-ტიპის ვარიზონულ ნახევარგამტარში აღძრული ელექტრული ვილბრაზირების ნაწილი განისაზღვრება ელექტროუარყოფითობის გრადიენტით ∇n (6) გამოსახულების მეორე წევრი მცირე სიდიდეა.

ელექტროუარყოფითობის კოორდინატული დამოკიდებულება მყარი ხსნარის შემადგენლობაზე გამოყენებულია ომური კონტაქტის ფორმირების ვარიზონულ მოდელში [11], რომლის თანახმად, თუ GaAs-სა და InAs-ს შორის შეეკმნით საშუალებდო ვარიზონულ ფენას, მიიღება სტრუქტურა, რომლის ენერგეტიკული დიაგრამა ბარიერს არ შეიცავს (სურ.3). InAs-თან ყველა მეტალი იძლევა ომური კონტაქტის, რადგან InAs-ის ზედაპირული მდგომარეობების შესაბამისი ელექტრონეიტრალიზაციის ენერგია გამტარებლობის ზონაშია.



სურ.3. გალიუმის არსენიდზე ვარიზონული ომური კონტაქტის ენერგეტიკული დიაგრამა

ჩვენ ვუშვებთ, რომ ომური კონტაქტის ფორმირების პროცესში In-ის GaAs-თან რამდენიმე წუთის განმავლობაში 500°C-ზე გახურებისა და შემდგომი გაციების შედეგად In-სა და GaAs-ს შორის იქმნება ვარიზონული $In_xGa_{1-x}As$ ფენა და $In_xGa_{1-x}As$ ფენის მიღების პირობების გაუმჯობესების მიზნით სუფთა In-ის ნაცვლად ჩვენ გამოვიყენეთ მყარი ხსნარი In_xGa_{1-x} , რადგან ცნობილია, რომ In-ის ხსნადობა Ga-ში პრაქტიკულად ნულია, ხოლო გალიუმის ხსნადობა In-ში 15%-ია. In_xGa_{1-x} მყარი ხსნარის დაფენა ხდებოდა $(2-4) \cdot 10^{17}$ სმ⁻³ კონცენტრაციის GaAs-ის ზედაპირზე ელექტროლიტურად ელექტროლიტიდან, რომელიც ერთდროულად შეიცავს GaAs-ის ელექტროლიტურად მოშაშაველ კომპლექსს NaOCl და დასაფენ მეტალებს In, Ga. In_xGa_{1-x} -ის დაფენა ხდებოდა უშუალოდ დაფენის წინ ელექტროლიტურად გასუფთავებულ ზედაპირზე [12]. აღმოჩნდა, რომ წყალბადის ან აზოტის ატმოსფეროში 10-30 წუთის განმავლობაში 250-300°C ტემპერატურაზე თერმოდამუშავების შედეგად მიღებული ომური კონტაქტების კონტაქტური წინააღმდეგობა 10^{-3} ომ.სმ⁻²-ზე ნაკლებია. ექსპერიმენტის დაწვრილებითი აღწერა და შედეგების ანალიზი გადმოცემულ იქნება შემდგომ შრომაში. აქ მოცემული დებულება იმის შესახებ, რომ ომური კონტაქტის ფორმირებისას In-ის GaAs-თან შელლობისა და შემდგომი გაციების პროცესში მათ შორის იქმნება ვარიზონული $In_xGa_{1-x}As$ ფენა, ერთი მხრივ ხსნის წინააღმდეგობას, რომელიც არსებობს ექსპერიმენტულ ფაქტებსა და ლიტერატურაში კარგად დამკვიდრებულ ომური კონტაქტის ტუნელურ მოდელს შორის, და მეორე მხრივ, იძლევა GaAs-ზე ომური კონტაქტის მიღების შესაძლებლობას დაბალ ტემპერატურაზე.

საქართველოს მეცნიერებათა აკადემია
კიბერნეტიკის ინსტიტუტი

(შემოვიღა 1.2.1994)

T. Laperashvili, D. Pasureishvili

Омический контакт на GaAs

Резюме

Представлен механизм формирования омического контакта на границе раздела In-GaAs. Показано, что в едином технологическом процессе проведение электрохимического травления поверхности арсенида галлия и осаждение металлического сплава In_xGa_{1-x} из электролита, который содержит травящий комплекс NaOCl и металлы In и Ga, дает возможность на GaAs *n* типа с концентрацией $(2-4)10^{17} \text{ см}^{-3}$ получить омические контакты с контактным сопротивлением меньше 10^{-3} ом см^2 при температуре плавления 250-300°C в течение 10-30 минут вместо 500°C для чистого индия.

PHYSICS

T. Laperashvili, D. Phasurishvili

Ohmic Contacts on GaAs

Summary

The possible mechanism of ohmic contacts formation at the interface In-GaAs is presented in this paper. The preliminary electrolytic cleaning of GaAs right before the process and deposition of the alloys In_xGa_{1-x} from electrolyt containing NaOCl complex and In, Ga metals gives the possibility to obtain specific contact resistance $\sim 10^{-4} \Omega \text{ cm}^2$ to n-GaAs for annealing temperatures 250-300°C.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. Э.Х.Родерик. Контакты металл-полупроводник. М., 1982, 209.
2. C.Y.Chang, Y.R.Fang, S.M.Sze. Solid St. El., **18**, 1971, 541.
3. W.D.Edwards, W.A.Hartman, A.B.Torriens, A.B.Specific. Solid St. El., **15**, 1972, 387-392.
4. W.J.Boudville, T.C.Mogill. J. Vac. Sci. Technol., **3**, 4, 1985, 1192-1196.
5. A.M.Andreus, N.Holoniak. Solid St. El., **15**, 1972, 601.
6. M.Otsubo, H.Kumable, H.Mik. Solid St. El., **20**, 1977, 617.
7. L.Bernstein. J. Elektrochem. Soc. **109**, 3, 1962, 270-271.
8. K.K.Chin, K.Mayano, R.Gao, T.Kendelewicz. J. Vac. Sci. Technol. B5(4), 1987, 1080-1082.
9. H.Kreomer. RCA Rev. **18**, 1957, 331-341.
10. О.В.Константинов, Г.В.Царенков. ФТЛ, **10**, 4, 1976, 721-728.
11. T.Sebastyan. Solid St.El., **25**, 7, 1982, 543-550.
12. თ.ლაფერაშვილი, საავტორო მოწმობა N 000006. გსკი H01 L 29/48. პრიორიტეტით 27.15.1992 წ. გამოგონებათა ბიულეტენი (იბეკლება).



А.В.Чхаидзе, Т.Д.Джобава

Исследование пинообразования в Mg-Mg столкновениях при импульсе 4.3 ГэВ/с на нуклон

(Представлено академиком Н.С.Азмагlobeли 15.12.1993)

Цель настоящей работы – изучение свойств π^- мезонов, рожденных в Mg-Mg взаимодействиях на установке ГИБС. Выбор π^- мезонов обусловлен тем, что они, в основном, являются рожденными частицами, несут информацию о динамике взаимодействия и надежно идентифицируются. Кроме того, рождение π^- мезонов является одним из основных процессов при энергиях дубненского ускорителя.

Нами в предыдущих работах [1-2] изучены характеристики π^- мезонов в соударениях различных пар ядер (He-Li, He-C, C-C, C-Ne, O-Ne, Ne-Ne, C-Cu, C-Pb, O-Pb), а также получены предварительные результаты на части экспериментального материала по Mg-Mg взаимодействиям (1390 взаимодействий, 10414, π^- мезонов). К настоящему времени завершена обработка 6239 соударений - 50 750 π^- мезонов. Соударение идентичных ядер (Mg-Mg) дает возможность наглядного проявления ядерных эффектов по сравнению с взаимодействием несимметричных пар ядер. Полученные ранее результаты по C-C соударениям ($\approx 650 \pi^-$ мезонов) статистически не обеспечены. Наличие такого материала позволяет детально изучить корреляцию между разными характеристиками пионов.

Основной регистрирующей частью спектрометра ГИБС, представляющей собой модифицированный вариант установки СКМ-200 [3], является стримерная камера с рабочим объемом $2 \times 1 \times 0.6 \text{ М}^3$, наполненная неоном при атмосферном давлении и помещенная в магнитное поле со средней индукцией $\approx 0.9 \text{ Тл}$. Внутри камеры помещена тонкая мишень из магния (1.54 г/см^2). Треки заряженных частиц фотографировались трехобъективной системой.

Установка регистрирует с помощью триггера центральные столкновения (ЦС) при условии отсутствия в конусе с углом $\theta_{ch} = \theta_n = 2^\circ$ заряженных и нейтральных спектаторных фрагментов ядра-снаряда. Доля таких событий $\approx 4 \times 10^{-4}$ от числа всех неупругих взаимодействий. Импульс и угол вылета измерены с ошибкой $\langle \Delta P/P \rangle = 1.5\%$, $\Delta \theta = 0.1^\circ$. В [4] приведено подробное описание установки и методики обработки.

Мы исследовали кинематические характеристики π^- мезонов, образованных в Mg-Mg соударениях при импульсе 4.3 ГэВ/с на нуклон.

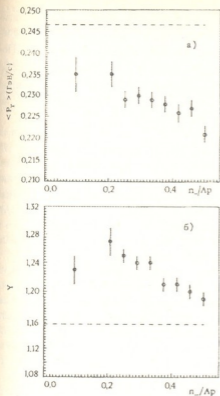


Рис.1. а) зависимость среднего поперечного импульса $\langle P_T \rangle$ от n_s/A_p . Штриховая линия показывает величину $\langle P_T \rangle$ для NN столкновений при 4.3 ГэВ/с; б) зависимость средней быстроты $\langle Y \rangle$ от n_s/A_p . Штриховая линия показывает величину $\langle Y \rangle$ для NN столкновений при 4.3 ГэВ/с

Для описания основных свойств образования пионов в ядро-ядерных столкновениях мы использовали две наиболее часто применяющиеся Лоренц-инвариантные переменные: быстроту Y и поперечный импульс P_T . Практически во всех моделях столкновений частиц с ядром в основе заложена зависимость средних кинематических характеристик от прицельного параметра \bar{b} . Так

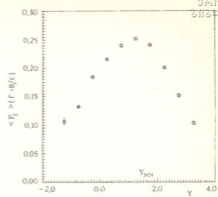


Рис.2. Зависимость среднего поперечного импульса $\langle P_T \rangle$ от Y

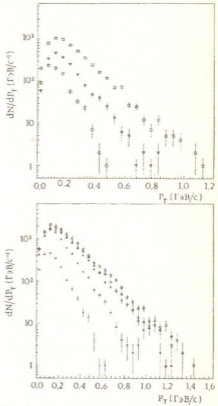


Рис.3. Спектры по P_T в разных интервалах быстроты Y : $\circ - -1 \leq Y < 0.5$; $\nabla - -0.5 \leq Y < 0$, $\square - 0 \leq Y < 0.5$, $\diamond 0.5 \leq Y < 1$, $\Delta - 1 \leq Y < 1.5$, $*$ - $1.5 \leq Y < 2$, $* - 2 \leq Y < 2.5$, $+ - 2.5 \leq Y < 3$



как экспериментально \bar{b} неизмеримо, мерой \bar{b} может служить число взаимодействовавших нуклонов налетающего ядра v_p , что, в свою очередь, связано с множественностью наблюдаемых π^- мезонов n_- . Поэтому исследуется зависимость кинематических характеристик от n_-/A_p .

Мы проанализировали форму распределений по P_T и Y с помощью средних величин $\langle P_T \rangle = 228 \pm 1$ (МэВ) и $\langle Y \rangle = 1.22 \pm 0.03$. Распределение по быстроте симметрично и имеет форму Гаусса.

На рис.1 приведены зависимости $\langle P_T \rangle$ и Y от n_-/A_p . Штриховая линия соответствует данным, полученным в экспериментах по MN столкновениям при наших энергиях [5], усредненным по всем значениям n_- . Соударения ядер с ядрами, согласно модели независимых столкновений МНВОП [6], сводятся к суперпозиции нуклон-нуклонных взаимодействий. В таком случае следует ожидать согласие с MN соударениями. Из рисунка видно, что в случае Mg-Mg столкновений проявляются ядерные эффекты.

Была исследована корреляция между $\langle P_T \rangle$ и Y (рис.2). P_T усреднялось для интервала $Y = -2+4$ с шагом 0.5. Как видим, $\langle P_T \rangle$ меньше в области фрагментации снаряда и мишени. Максимум в $\langle P_T \rangle$ соответствует $Y_{MN} = 1.14$. Что касается формы P_T распределений в разных интервалах Y (рис.3), в центральной области по Y спектры более пологие, достигают 1.4 ГэВ/с, в то время как во фрагментационной области спектры обрываются на $0.5+0.8$ ГэВ/с. Форма P_T зависимости в области фрагментации снаряда и мишени подобна.

Среднюю инклюзивную температуру π^- мезонов (источника испускания π^- мезонов) мы оценили, используя инклюзивные спектры по кинетической энергии E_K в с.д.м. и поперечному импульсу P_T в интервале быстрот $0.5 \leq Y \leq 2.1$, которая соответствует области пионизации.

Проанализировали неинвариантные инклюзивные спектры $d^3\sigma/dp_3 = (E^*P^*)^{-1} dN/dE_K$ (P^* – импульс, E^* – полная энергия, E_K – кинетическая энергия рассматриваемых частиц в с.д.м.). Экспериментальные спектры

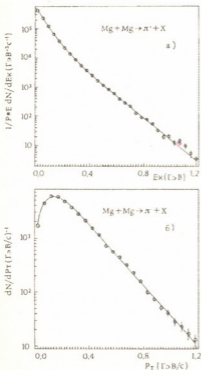


Рис.4. а) неинвариантное распределение π^- мезонов по кинетической энергии E_K (в с.д.м.). Линия – результат аппроксимации по формуле (1); б) распределение по P_T π^- мезонов. Кривая – результат аппроксимации по формуле (2)

аппроксимировали экспоненциальной зависимостью:

$$F(E_k) = (E^* P^*)^{-1} dN/dE_k = A \exp(-E_k/T). \quad (1)$$

Температура может быть оценена также из распределений по P_T . Этот метод был предложен в термодинамической модели Хагедорна [7,8]. Некоторые авторы [7,8,9] утверждают, что распределение по P_T предпочтительнее в силу инвариантности этой величины. Спектры по P_T мы аппроксимировали следующей формулой [7-10]:

$$\frac{dN/dP_T}{E_T} = \text{const } P_T E_T \exp(-E_T/T) \quad (2)$$

$$E_T = (P_T^2 + m^2)^{1/2}$$

На рис.4 приведены результаты аппроксимации, а в таблице – значения температур. В ней же приведены результаты, полученные ранее [2]. Так как форма спектров вогнутая (рис.4), согласие с экспериментом получили при аппроксимации двумя экспонентами (две температуры T_1 и T_2). Как видно из таблицы, формулы (1) и (2) дают совпадающие результаты для T_1 и T_2 . Оценили вклад R для второй температуры T_2 : $R = (22 \pm 3)\%$.

Некоторые авторы [11] выборку центральной области проводят под углом, близким к 90° в с.д.м. Мы также оценили температуру для трех интервалов по углу $90^\circ \pm \Delta\theta$ ($\Delta\theta = 10^\circ, 20^\circ, 30^\circ$) в с.д.м. Результат согласуется с оценкой, проведенной в быстротном интервале, и для $90^\circ \pm 10^\circ$ равен: $T_1 = 58 \pm 3$, $T_2 = 114 \pm 4$. Таким образом, эти два критерия отбора можно считать равноценными, однако мы даем предпочтение критерию по Y , так как он статистически более обеспечен.

Была изучена зависимость температуры от множественности пионов: $n \leq 5$, $6 \leq n \leq 11$, $n \geq 12$. Эффекта нет.

Т а б л и ц а 1

Температура π^- мезонов – результат аппроксимации по формулам (1) и (2) в интервале по Y : $0.5 \leq Y \leq 2.1$

$A_T P_T$ $R_{\Delta\theta, \Delta\theta_0}$	Число π^- мезонов	T_1 (МэВ), T_2 (МэВ) по формуле (1)	T_1 (МэВ), T_2 (МэВ) по формуле (2)	R		
Mg-Mg* T(2.2)	10414	56±2	114±3	69±5	117±7	0.22±0.2
Mg-Mg T(2.2)	50750	55±1	115±1	61±1	112±2	0.22±0.2

* Результат из [2]

Модель Хагедорна [7] при наших энергиях предсказывает одну температуру $T_x = (115 \pm 120)$ МэВ.

В ряде работ было выдвинуто несколько гипотез для объяснения двух температур [11,12]. Из них наиболее распространена гипотеза [11], в которой наличие двух температур объясняется двумя разными механизмами образования π^- мезонов: в прямой реакции (T_1) и через распад Δ резонансов (T_2).

Институт физики высоких энергий
Тбилисского государственного
университета им.И.А.Джавახишвили

(Поступило 17.12.1993)

ლ.ჩხაიძე, თ.ჯობავა

π^- მეზონების წარმოქმნის გამოკვლევა Mg-Mg ურთიერთქმედებებში 4.3 გევ/ც ნუკლონზე იმპულსის დროს რეზიუმე

ნაშრომში შესწავლილია π^- მეზონების დაბადება Mg-Mg ურთიერთქმედებებში 4.3 გევ/ც ნუკლონზე იმპულსის დროს დანადგარ GIBS-ზე. ნაჩვენებია, რომ π^- მეზონების საშუალო კინემატიკური მახასიათებლების (საშუალო განივი იმპულსის $\langle P_T \rangle$ და სისწრაფის $\langle Y \rangle$) დამოკიდებულება მრავლობითობაზე n/A_p განსხვავდება იმავე ენერგიებზე NN ურთიერთქმედებების მახასიათებლებისაგან, რაც განპირობებულია ბირთვული ეფექტების არსებობით. შეფასებულია π^- მეზონების ტემპერატურა ორი სხვადასხვა მეთოდით. ექსპერიმენტთან თანხმობა მიღებულ იქნა მონაცემების ორი ექსპონენტით (ორი ტემპერატურით T_1 და T_2) აპროქსიმაციისას. შეფასებულია მეორე ტემპერატურის T_2 -ის წვლილი - $(22 \pm 2)\%$.

PHYSICS

L.Chkhaidze, T.Dzhobava

The Investigation of Pion Production in Mg-Mg Collisions at a Momentum of 4.3 GeV/c per Incident Nucleon

Summary

A detailed study of pion production in central Mg-Mg collisions at a momentum of 4.3 GeV/c per incident nucleon was carried out using GIBS set-up. It has been showed, that the dependence of the average kinematical characteristics ($\langle P_T \rangle$ and $\langle Y \rangle$) of π^- mesons on n/A_p differs from the characteristics of NN collisions at the same energy, which is caused by nuclear effects. The temperature of π^- mesons using two different methods has been estimated. A satisfactory fit for π^- mesons can be achieved by using a form involving two temperatures T_1 and T_2 . The relative yield of the high temperature component (T_2) is $R=(22 \pm 2)\%$

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. M.X.Anikina et al. Phys. Rev., **C33**, 1986, 895.
2. L.V.Chkhaidze et al. Z. Phys., **C54**, 1992, 179.
3. А.У.Абдурахимов и др. ПТЭ, 5, 1978, 53.
4. M.X.Anikina et al. Communication of JINR E1-84-785, 1984, Dubna.
5. К.Бешлиу и др. Ядерная физика, **43**, 1986, 808.
6. С.А.Хорозов и др. Сообщения ОИЯИ, 2-80142, 1980, Дубна.
7. R.Hagedorn. Phys. Lett. **978**, 1980, 136.8. R.Hagedorn. CERN Preprint TH-3684, 1984, Geneva.
8. V.D.Gudima et al. Phys. Elem. Part. At. Nucl., **17**, 1986, 1093.
9. R.Stock. Phys.Rep., **135**, 1986, 261.
10. S.Nagamiya. Phys. Rev. Lett., **49**, 1982, 1383.
11. D.Hahn, N.Glendenning. LBL Preprint 23864, 1987, Berkeley.

ანუგზარიშვილი

ზღვრული გამოსახულებანი სითბური ენერჯიის მექანიკურში
 თერმოდინამიკური გარდაქმნის პროცესის მარგი ქმედების
 კოეფიციენტისათვის

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ვ.კ. ანუგზარაძემ 12.11.1995)

ორი საუკუნის წინ, ორთქლის მანქანის გამოგონებამ წარმოშვა პრობლემა სითბური ენერჯიის მექანიკურში გარდაქმნის პროცესის მარგი ქმედების კოეფიციენტის მაქსიმუმის არსებობისა. 1824 წელს, ახალგაზრდა ფრანგმა ინჟინერმა ნიკოლა ლეონარ სადი კარნომ დაადგინა სითბური ენერჯიის მექანიკურში თერმოდინამიკური გარდაქმნის იდეალური პროცესის მარგი ქმედების კოეფიციენტის მაქსიმუმი, რომელიც დღესაც ისტორიული თვალთახედვით წარმოადგენს თერმოდინამიკის მეორე პრინციპის პირველ ფორმულირებას: „ T_1 , T_2 ტემპერატურების ინტერვალში მომუშავე ნებისმიერი სითბური მანქანის მარგი ქმედების კოეფიციენტი ყოველთვის ნაკლებია კარნოს ციკლის მარგი ქმედების კოეფიციენტზე, რომელიც განისაზღვრება ფორმულით:

$$\eta = \frac{T_2 - T_1}{T_2} \quad [1].$$

ამის შემდეგ, თერმოდინამიკური გარდაქმნის რეალური პროცესების მუშა სხეულებად მიჩნეულ იქნა და დღესაც ითვლება ორთქლის მანქანებში – წყლის ორთქლი; შიდაწვის ძრავებში – ნაწიში გაზებში. კვლევა-ძიება კი, ერთი მხრივ, თერმოდინამიკური გარდაქმნების პროცესებში მაღალ ეფექტურ მუშა სხეულად გამოსადეგ ნივთიერებაზე, ხოლო მეორე მხრივ, რეალური სითბური მანქანების კონსტრუქციითა და სრულყოფაზე გრძელდება [2], რომლის მიზანია თერმოდინამიკური გარდაქმნის პროცესის მარგი ქმედების კოეფიციენტის მიახლოება კარნოს მიერ დადგენილ მაქსიმალურ მნიშვნელობასთან. ასეთ ვითარებაში, თეორიული გზით დადგენილ იქნა კანონზომიერება, რომლის ერთ-ერთი კერძო შემთხვევათაგანი, შესაძლებელია ოთხიდან, დაემთხვა კარნოს ცნობილ კრიტერიუმს. განვიხილოთ ეს სიტუაცია მათემატიკურად თერმოდინამიკური გარდაქმნის რეალური პროცესებისათვის.

როგორც ცნობილია, თერმოდინამიკის მეორე პრინციპი მათემატიკურად გამოსახება შემდეგნაირად:

$$\eta_1 = \frac{T_H - T_X}{T_H}; \quad (1)$$

ჩვენ მივიჩნევთ, რომ განზოგადებული სახით, რეალური პროცესებისათვის გამოდგება ფორმულა:

$$R = \frac{\bar{R}_1(T_H - T_K) + \bar{R}_2 \frac{T_K}{P_K} \frac{P_K - P_X}{K - X} \ln \frac{T_K}{T_X}}{\bar{R}_3 T_H}, \quad (2)$$



სადაც (1) და (2)-ში, შესაბამისად η_I და η_R გარდაქმნის პროცესის მარჯვნივ და მარცხნივ კოეფიციენტის მაქსიმუმებია იდეალურ სითბურ მანქანაში, იდეალური და შესაძარბელები რეალური მუშა სხეულებისათვის; T_H და T_X სითბოს იმ რეზერვუარების – მათობისა და მაცივრის ტემპერატურებია, რომელთა შორის წარმოებს გარდაქმნის პროცესი; T_K გარდაქმნის პროცესში მონაწილე იდეალურ სითბურ მანქანაში მუშა სხეულად გამოყენებული ნივთიერების დუღილის ტემპერატურაა; $\bar{R}_1, \bar{R}_2, \bar{R}_3, P_K$ და P_X სითბური მანქანის მუშა მოცულობაში მშრალი ნაჭერი ან გადახურებული ორთქლის მდგომარეობაში მყოფი მუშა სხეულის თერმოდინამიკური პარამეტრებია, აღებული ექსპერიმენტული მონაცემებიდან, ხოლო K, H და X ინდექსებია შესაბამისი ტემპერატურებისა.

(2)-ის ვარგისიანობის შემოწმებას შევუდგეთ იმის გათვალისწინებით, რომ სითბური ენერჯის მექანიკურში თერმოდინამიკური გარდაქმნის პროცესი შესაძლოა მიმდინარეობდეს სხვადასხვანაირად $T_H \geq T_K \geq T_X$ ვარიაციათა პირობებში: იმის შესაბამისად, თუ როგორი ნივთიერება იქნება სითბურ მანქანაში მუშა სხეულად შერჩეული მისი დუღილის T_K ტემპერატურის მიხედვით სითბოს ერთსა და იმავე რეზერვუარების – მათობისა და მაცივრის გამოყენებისას.

ამგვარად, თერმოდინამიკური გარდაქმნის პროცესი შეიძლება მიმდინარეობდეს ოთხნაირად: 1) $T_H > T_K > T_X$; 2) $T_H = T_K > T_X$; 3) $T_H > T_K = T_X$; და 4) $T_H > T_X > T_K$.

ამიტომ, გარდაქმნის პროცესის მარჯვნივ კოეფიციენტის მნიშვნელობათა გამოთვლისას (2)-ის მიხედვით მოსალოდნელია ოთხი, სულ სხვადასხვანაირი შედეგების მიღება, რომელთაგან ყოველი მათგანი, თავისი წარმომშობი განსახილველი კერძო შემთხვევისათვის იქნება გარდაქმნის პროცესის მარჯვნივ კოეფიციენტის მაქსიმუმი.

დავამტკიცოთ, რომ გარდაქმნის პროცესის არც ერთ კერძო შემთხვევაში მოსალოდნელი ოთხიდან პროცესის მარჯვნივ კოეფიციენტის მაქსიმუმთა მნიშვნელობების გამოთვლისას არ შეგვხვდება შემთხვევა $\eta_R > \eta_I$.

ამისათვის დავუშვათ, რომ ნებისმიერ რომელიმე კერძო შემთხვევაში მოსალოდნელი ოთხიდან, T_H, T_X სასრულო მცირე ინტერვალში $\bar{R}_1 = \bar{R}_2 = \bar{R}_3 = Const$, მაშინ (2) მიიღებს შემდეგ სახეს:

$$\eta_R = \frac{T_H - T_K + \frac{T_K}{P_K} \frac{P_K - P_X}{K - X} \cdot \ln \frac{T_K}{T_X}}{T_H} \quad (3)$$

განვიხილოთ გარდაქმნის პროცესის 1 შემთხვევა, როცა $T_H > T_K > T_X$, ვინაიდან ამ შემთხვევაში $T_K > T_X$, ამიტომ გვექნება $\frac{P_K - P_X}{P_K} > 0$; $K - X > 0$; $\ln \frac{T_K}{T_X} > 0$ და ნამრაველი

$$\frac{1}{P_K} \frac{P_K - P_X}{K - X} \ln \frac{T_K}{T_X} > 0;$$

იმის დასამტკიცებლად, რომ ამ შემთხვევაში $\eta_R < \eta_I$ საკმარისია დავსაბუთოთ სამართლიანობა უტოლობისა

$$T_K - \frac{T_K}{P_K} \frac{P_K - P_X}{K - X} \cdot \ln \frac{T_K}{T_X} > T_X \quad (4)$$



ეს შესაძლებელია თერმოდინამიკური პარამეტრების ექსპერიმენტული მიღებული მნიშვნელობების შეტანით (4)-ში. ასე მაგალითად, ამ შემთხვევის ტიპურ მაგალითად - მუშა სხეულად წყლის ორთქლის გამოყენებისას, თუ ვისარგებლებთ პროფ. მ. ვუკალოვიჩის მონაცემებით [3]: $T_K=373^{\circ}$, $T_X=303^{\circ}$ (30°C გარემოს საშუალო ტემპერატურა), $P_K=1,0332$ ატ, $P_X=0,04325$ ატ, $K=373$ და $X=303$ და შევიტანთ ამ მონაცემებს (4)-ის მარცხენა ნაწილში, გვექნება:

$$373^{\circ} \cdot \left(1 - \frac{1}{1,0332 \text{ ატ}} \cdot \frac{1,0332 \text{ ატ} - 0,04325 \text{ ატ}}{373 - 303} \cdot \ln \frac{373^{\circ}}{303^{\circ}}\right) = 371,94^{\circ}$$

ხოლო, რადგან $371,94^{\circ} > 303^{\circ}$, დასაბუთებულია (4)-ის სამართლიანობა, რის საფუძველზეც მტკიცდება, აგრეთვე, სამართლიანობა უტოლობის $\eta_R < \eta_I$

მე-2 შემთხვევაში, როცა $T_H=T_K>T_X$, რადგან $T_H=T_K$, ამიტომ, (3)-დან გვექნება

$$\eta_R = \frac{\frac{T_K}{P_K} \cdot \frac{P_K - P_X}{K - X} \cdot \ln \frac{T_K}{T_X}}{T_H}$$

დასამტკიცებლად იმისა, რომ აქაც $\eta_R < \eta_I$, საკმარისია დასაბუთება უტოლობის სამართლიანობისა:

$$\frac{T_K}{P_K} \cdot \frac{P_K - P_X}{K - X} \cdot \ln \frac{T_K}{T_X} < T_K - T_X \quad (5)$$

ეს კი შესაძლებელია (5)-ის დაყვანით (4)-მდე, რის შემდეგ, კვლავ მტკიცდება უტოლობის $\eta_R < \eta_I$ სამართლიანობა.

მე-3 შემთხვევაში, როცა $T_H>T_X=T_K$, რადგან $T_X=T_K$ ამიტომ გვექნება $\frac{P_K - P_X}{P_K} = 0$; $K - X = 0$; $\ln \frac{T_K}{T_X} = 0$, რის გამოც (3)-დან შესაძლებელია (1)-ის მიღება

და გვექნება: $\eta_R = \eta_I$, რითაც მტკიცდება, რომ თერმოდინამიკის მეორე პრინციპის კრიტერიუმში მართლაც ყოფილა განსაზღვრული კერძო შემთხვევების ზღვრულ მნიშვნელობათა ინტერვალში, ე.ი. $\eta_R \leq \eta_I$.

მე-4 შემთხვევაში კი, როცა $T_H>T_X>T_K$, ვინაიდან $T_K<T_X$, ამიტომ $\frac{P_K - P_X}{P_K} < 0$;

$$K - X < 0; \ln \frac{T_K}{T_X} < 0 \text{ და მათი ნამრავლი იქნება } \frac{1}{P_K} \cdot \frac{P_K - P_X}{K - X} \cdot \ln \frac{T_K}{T_X} < 0.$$

იმის დასამტკიცებლად, რომ ამ შემთხვევაშიც შეუძლებელია (2)-მ მიგვიყვანოს ($\eta_R > \eta_I$) - არასწორ მნიშვნელობამდე, საკმარისია დავასაბუთოთ უტოლობის სამართლიანობა:

$$T_K - \frac{T_K}{P_K} \cdot \frac{P_K - P_X}{K - X} \cdot \ln \frac{T_K}{T_X} \geq T_X \quad (6)$$

თუ ვიგულისხმებთ, რომ $T_K < T_X$, მაშინ, ცხადია ადგილი ექნება (6) უტოლობას, რადგან ტოლობა რომ ყოფილიყო, გვექნებოდა $T_K=T_X$, ანუ საქმე გვექნებოდა 3 შემთხვევასთან, როცა $\eta_R = \eta_I$ ჩვენ კი ვიხილავთ 4 შემთხვევას, როცა $T_K < T_X$, ანუ



$T_K \geq T_H$, რის გამოც $\eta_R \geq \eta_I$. თუკი ასეა, მაშინ (6) მართლაც ყოფილა უტოლობა $\eta_R < \eta_I$.
 ე.ი. ამ შემთხვევაშიც სამართლიანია უტოლობა $\eta_R < \eta_I$.

განვიხილოთ კიდევ ერთი, მე-5 შემთხვევა, როცა $T_H = T_A = T_K$; ხომ არ მივყავართ (2)-ს ამ შემთხვევაში აბსურდულ ($\eta_R \geq \eta_I$) დასკვნამდე? ამ შემთხვევაშიც შესაძლებელია ჩვენება იმისა, რომ $\eta_R = \eta_I = 0$, რაც კვლავ მეტყველებს (2) ფორმულის სისწორეზე თერმოდინამიკური, ფარდობითად შესადაარებელი პროცესების მიმართ.

ამრიგად, თერმოდინამიკური გარდაქმნის პროცესის განხილული მოსალოდნელი შემთხვევებიდან, არც ერთ მათგანში (2)-ს არ მივყავართ აბსურდულ შედეგამდე, რაც იძლევა საფუძველს დავასკვნათ, რომ ფორმულა (2) წარმოადგენს სითბური ენერჯიის მექანიკურში თერმოდინამიკური გარდაქმნის პროცესების გამომხატველ კანონს, რომელიც იძლევა საიმედო შესაძლებლობას იმისა, რომ ემპირიულად ან ექსპერიმენტულად მიღებული შედეგები შედარდეს იდეალურად მიჩნეულ სითბურ მანქანას, ასე ვთქვათ, ფიზიკური და ლოგიკური კრიტერიუმების გამოყენებით.

რაც შეეხება იმას, თუ რა სტატუსი შეიძლება მიეცეს ფორმულა (2)-ს, აქ საჭირო იქნება დამატებითი თეორიულ-ექსპერიმენტული კვლევა, რადგან კარნოს ზღვარი $\eta_R \leq \eta_I$ დაცულია.

ამავე დროს, ფორმულა(2) იძლევა საშუალებას გამოვითვალოთ η_R , თუკი საჭირო პარამეტრები შესადაარებელი სისტემებისათვის ცნობილია.

ელექტრონულ-იონური ტექნოლოგიის
 სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტი

(შემოვიდა 12.11.1995)

ФИЗИКА

А.К.Нугзаришвили

Возможные предельные выражения для КПД процесса термодинамического преобразования тепловой энергии в механическую

Резюме

Предлагается уравнение $\Psi(\eta_R, T_H, T_K, T_X) = 0$ зависимости КПД η_R процесса термодинамического преобразования тепловой энергии в механическую от постоянных температур тепловых резервуаров: T_H нагревателя, T_X холодильника и природы рабочего вещества (температуры кипения T_K) в идеальном тепловом двигателе, участвующих в процессе преобразования (в условиях вариации T_K в неравенстве $T_H \geq T_K \geq T_X$), имеющем четыре варианта решений с предельными выражениями для КПД η_R , одно из которых совпадает по

форме с критерием второго принципа термодинамики

$$\left(\frac{T_H - T_X}{T_H} \right) \leq 1,$$

установленным Карно в 1824 г.

PHYSICS

A.Nugzarishvili

Efficiency Maximum Expressions for the Process of Thermodynamic Transformation of Heat Energy into Mechanical One

S u m m a r y

It is suggested the equation $\psi(\eta_R T_H T_K T_X) = 0$ of thermodynamic transformation (heat energy into mechanical one) process η_R efficiency dependence on the constant temperatures of heat reservoirs: T_H heater, T_K cooler and nature of working medium (boiling temperature T_K) in ideal heat engine tacking part in the process of transformation (under T_K variation conditions in inequality $T_H \geq T_K \geq T_X$) having four variants solutions with maximum expressions for η_R efficiency one of which exceeding

all other ones coincides with Thermodynamics Second Principle criterion $\left| \frac{T_H - T_X}{T_H} \right| \leq 1$

established by Carno in 1824.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. БСЭ, изд. II, т.42, Термодинамика, с.318-319.
2. Ю.Б.Чижиков. Паросиловые установки на низкокипящих жидкостях. М., 1966.
3. М.П.Вукалович. Теплофизические свойства воды и водяного пара. М., 1967.

Р.Г.Джобავა, Р.С.Заридзе, Д.Д.Каркანიдзе, П.И.Шубитидзе

МЕТОД ЗАПАЗДЫВАЮЩИХ ПОТЕНЦИАЛОВ В ЗАДАЧЕ РАССЕЯНИЯ ИМПУЛЬСОВ НА ИДЕАЛЬНО ПРОВОДЯЩИХ ТРЕХМЕРНЫХ ТЕЛАХ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т.И.Санадзе 26.09.1994)

Рассмотрим задачу рассеяния электромагнитных импульсов на трехмерных выпуклых идеально проводящих телах. Используем при решении интегрального уравнения магнитного поля (ИУМП) [1] метод запаздывающих потенциалов, согласно которому ток в данной точке поверхности в данный момент времени можно выразить через токи в соседних участках в предыдущие моменты времени, а также через значение падающего поля в той же точке и в тот же момент времени. Ранее этот метод был использован в некоторых акустических [2], в двумерных [3-5] и трехмерных [1,6] задачах рассеяния. В данной работе представлен новый эффективный алгоритм реализации идеи метода запаздывающих потенциалов в трехмерной нестационарной задаче рассеяния.

Рассмотрим более подробно указанный алгоритм. Поверхность S рассеивателя разобьем на N зон, время дискретизируем с интервалом Δt , и в каждой зоне плотность тока в течение одного временного интервала будем считать постоянной и равной плотности тока к центре зоны.

Дискретизация пространства и времени приводит к численной схеме, получающейся из ИУМП [1]:

$$\begin{aligned} \bar{J}_{i,j} = & \\ = [1 - \rho_i]^{-1} & \left[2\bar{n}_i \times \bar{H}_{i,j}^{inc} + \frac{1}{2\pi} \bar{n}_i \times \sum_{\substack{k=1 \\ k \neq i}}^N \left\{ \frac{\bar{J}_{k,j} \left[\frac{R}{cM} \right]}{R_{i,k}} + \frac{\partial}{\partial c\partial t} \bar{J}_{k,j} \left[\frac{R}{cM} \right] \right\} \times \frac{\bar{R}_{i,k}}{R_{i,k}^2} \Delta S_k \right] \end{aligned} \quad (1)$$

Здесь \bar{J} – поверхностная плотность тока, \bar{H}^{inc} – магнитная составляющая падающего поля, \bar{n}_i – внешняя нормаль к поверхности, i – номер пространственного узла, j – номер временного узла, $|\bar{R}_{i,k}| = R_{i,k}$ – расстояние между i -м и k -м узлами, ΔS_k – площадь k -го участка

поверхности, $\left[\frac{R}{c\Delta t} \right]$ представляет собой целую часть $\frac{R_{i,k}}{c\Delta t}$ и учитывает запаздывание, $\tau = t - \frac{R}{c}$ – время запаздывания. $\rho_i = 0.5(\Delta S_i / 4\pi)^{1/2} \cdot (k_w - k_{vi})$ – есть вклад сегмента с центром в \bar{r}_i ; k_w, k_{vi} – главные кривизны в точке \bar{r}_i .

При дискретизации времени запаздывания величина τ должна быть представлена в единицах Δt , однако в общем случае $\frac{R}{c} = (N_{i,k} + \gamma_{i,k})\Delta t$, где $N_{i,k}$ целое, а $\gamma_{i,k}$ лежит в пределах $0 \leq \gamma_{i,k} < 1$. Для «сглаживания» результатов можно воспользоваться следующими двухточечными аппроксимациями для \bar{J} и $\frac{\partial \bar{J}}{\partial \tau}$:

$$\begin{aligned} \bar{J}_{k,j-[R/c\Delta t]} &= (1 - \gamma_{i,k})\bar{J}_{k,j-N_{i,k}} + \gamma_{i,k}\bar{J}_{k,j-N_{i,k}-1}, \\ \frac{\partial}{\partial \tau} \bar{J}_{k,j-[R/c\Delta t]} &= (1 - \gamma_{i,k})\frac{\partial}{\partial \tau} \bar{J}_{k,j-N_{i,k}} + \gamma_{i,k}\frac{\partial}{\partial \tau} \bar{J}_{k,j-N_{i,k}-1}. \end{aligned} \quad (2)$$

Для производной берется разностная аппроксимационная формула

$$\frac{\partial}{\partial \tau} \bar{J}(ct) = \frac{1}{c\Delta t} \sum_{q=0}^Q C_q \bar{J}(ct - qc\Delta t), \quad \sum_{q=0}^Q C_q = 0. \quad (3)$$

Отметим, что в работе использовалась стандартная трехточечная разностная формула, в которой

$$Q=2; \quad C_0=3/2, \quad C_1=-2, \quad C_2=1/2. \quad (4)$$

Подставляя формулы (2)-(3) в (1), затем в полученном уравнении раскрывая все суммы по q и группируя члены с одинаковыми \bar{J} внутри суммы по k , получим:

$$\bar{J}_{i,j} = [1 - \rho_i]^{-1} \left[2\bar{n}_i \times \bar{H}_{i,j}^{inc} + \frac{1}{2\pi} \bar{n}_i \times \sum_{\substack{k=1 \\ k \neq i}}^N \sum_{q=0}^{Q+1} \bar{J}_{k,j-N_{i,k}-q} \times \bar{B}_{i,k,q} \right]. \quad (5)$$

При использовании разностных коэффициентов (4) элементы матрицы \bar{B} выглядят следующим образом:

$$\begin{aligned}
 \bar{B}_{i,k,0} &= \bar{R}_{i,k} \frac{\Delta S_k}{R_{i,k}^2} \left\{ \frac{\chi_{i,k}}{R_{i,k}} + \frac{C_0 \chi_{i,k}}{c \Delta t} \right\}, \\
 \bar{B}_{i,k,1} &= \bar{R}_{i,k} \frac{\Delta S_k}{R_{i,k}^2} \left\{ \frac{\gamma_{i,k}}{R_{i,k}} + \frac{C_0 \gamma_{i,k}}{c \Delta t} + \frac{C_1 \chi_{i,k}}{c \Delta t} \right\}, \\
 \bar{B}_{i,k,2} &= \bar{R}_{i,k} \frac{\Delta S_k}{R_{i,k}^2} \left\{ \frac{C_1 \gamma_{i,k}}{c \Delta t} + \frac{C_2 \chi_{i,k}}{c \Delta t} \right\}, \\
 \bar{B}_{i,k,3} &= \bar{R}_{i,k} \frac{\Delta S_k}{R_{i,k}^2} \left\{ \frac{C_2 \gamma_{i,k}}{c \Delta t} \right\}.
 \end{aligned} \tag{6}$$

Здесь использовано обозначение $\chi_{i,k} = 1 - \gamma_{i,k}$.

Матрица коэффициентов \bar{B}_{ikq} , как видно из формул (6), целиком связана с геометрией рассеивателя и не зависит ни от времени, ни от вида падающего поля (при фиксированной сетке пространственно-временной дискретизации, которая обусловлена возможностями ЭВМ).

Использование матрицы коэффициентов \bar{B} позволяет разбить весь процесс решения задачи на два этапа: на первом вычисляются коэффициенты \bar{B}_{ikq} по формулам (6), а затем по формуле (5) находятся поверхностные токи для различных падающих импульсов.

Трёхмерность задачи позволяет сократить необходимую машинную память за счет отбрасывания тех значений токов, которые больше не влияют на другие поверхностные токи. Очевидно, что ток, возникший в какой-либо момент времени t в какой-либо точке пространства, может воздействовать на другие участки поверхности рассеивателя в течение

времени $t_{\max} = \frac{R_{\max}}{c}$, где R_{\max} — максимальный линейный размер

рассеивателя. Далее запоминать соответствующий ток не имеет смысла. Поэтому в разработанном алгоритме было введено „временное окно“; в течение которого хранились значения токов в памяти машины и одновременно происходил учет их вклада в поля в точках наблюдения.

Основной искомой величиной в рассматриваемой задаче дифракции является пространственно-временная зависимость рассеянного поля, магнитная составляющая которого представляется следующим образом [1]:

$$\bar{H}^{sc}(\vec{r}, t) = \frac{1}{4\pi} \int_S \left\{ \frac{\bar{J}(\vec{r}', \tau)}{R} + \frac{1}{c} \frac{\partial \bar{J}(\vec{r}', \tau)}{\partial \tau} \right\} \times \frac{\bar{R}}{R^2} dS'. \tag{7}$$

Здесь \vec{r}' и \vec{r} — соответственно местоположения источника и точки наблюдения, t — время наблюдения, τ — время запаздывания, равное $\tau = t - \frac{R}{c}$, причем $\vec{R} = \vec{r} - \vec{r}'$, $R = |\vec{R}|$.

Описанный выше алгоритм справедлив для гладких во времени падающих полей с любым достаточно гладким пространственным волновым фронтом, то есть падающее поле может представлять собой плоскую волну, поле линейного, дипольного источника и так далее. Указанное ограничение не является принципиальным, однако резкие пространственно-временные изменения падающего поля, равно как и негладкость поверхности рассеивателя, требуют использования мелкой пространственно-временной сетки дискретизации, что может привести к значительным затратам машинного времени и памяти, которые, в свою очередь, ограничиваются возможностями используемых ЭВМ.

Для осесимметричных рассеивателей задача намного упрощается [6], особенно при их осевом возбуждении нестационарным электрическим диполем. В этом случае уравнение относительно токов становится одномерным:

$$J_v(\vec{r}, t) = [1 - \rho(\vec{r})]^{-1} \left[2H_{\tan}^{inc}(\vec{r}, t) - \frac{1}{2\pi} \int_S \left\{ \frac{J_v(\vec{r}', \tau)}{R^3} + \frac{1}{R^2} \frac{\partial}{\partial \tau} J_v(\vec{r}', \tau) \right\} \cdot \{T'_z R_x - T'_x R_z\} dS' \right]. \quad (8)$$

Здесь T'_x и T'_z — направляющие косинусы тангенциального к поверхности единичного вектора в точке \vec{r}' , $R_x = x - x'$, $R_z = z - z'$, тангенциальная составляющая падающего поля — H_{\tan}^{inc} представляет собой φ составляющую магнитного поля электрического диполя.

В дискретизованном виде уравнение (8) можно переписать так:

$$J_{i,j}^{\tan} = [1 - \rho_i]^{-1} \left[-2H_{\varphi,i,j}^{inc} - \frac{1}{2\pi} \sum_{\substack{k=1 \\ k \neq i}}^N \sum_{q=0}^{Q+1} J_{k,j-N_{k,j}-q}^{\tan} \cdot B_{i,k,q} \right], \quad (9)$$

где

$$B_{i,k,0} = G_{i,k} \frac{\Delta S_k}{R_{i,k}^2} \left\{ \frac{\chi_{i,k}}{R_{i,k}} + \frac{C_0 \chi_{i,k}}{c \Delta t} \right\},$$

$$B_{i,k,1} = G_{i,k} \frac{\Delta S_k}{R_{i,k}^2} \left\{ \frac{\gamma_{i,k}}{R_{i,k}} + \frac{C_0 \gamma_{i,k}}{c \Delta t} + \frac{C_1 \chi_{i,k}}{c \Delta t} \right\},$$

(10)

$$B_{i,k,2} = G_{i,k} \frac{\Delta S_k}{R_{i,k}^2} \left\{ \frac{C_1 \gamma_{i,k}}{c \Delta t} + \frac{C_2 \chi_{i,k}}{c \Delta t} \right\},$$

$$B_{i,k,3} = G_{i,k} \frac{\Delta S_k}{R_{i,k}^2} \left\{ \frac{C_2 \gamma_{i,k}}{c \Delta t} \right\}.$$

Здесь

$$G_{i,k} = \{T'_{zk} R_{x,ik} - T'_{xk} R_{z,ik}\}. \quad (11)$$

Для проверки эффективности описанного алгоритма были проведены расчеты нестационарной дифракции плоской волны в случае модельной геометрии рассеивателя – идеально проводящей сферы.

В этой модельной задаче в качестве падающего поля было выбрано поле с плоским фронтом и гауссовой временной зависимостью:

$$\vec{H}^{inc}(x, y, z, t) = \vec{n}_z \frac{P}{\sqrt{\pi}} \exp\{-p^2(x-ct)^2\}. \quad (12)$$

Параметр p выбирался таким образом, чтобы эффективная длительность падающего импульса, измеренная в „световых метрах“ – cT_0 была равна определенной заданной величине. На рисунках представлены результаты для $cT_0 = 5m$, при радиусе сферы $R_0 = 1m$.

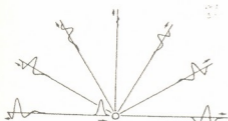


Рис.1. Пространственно-временная диаграмма сферы в E -плоскости

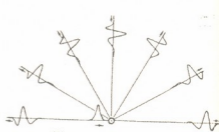


Рис.2. Пространственно-временная диаграмма сферы в H -плоскости

Пространственно-временная структура рассеянного магнитного поля в E и H -плоскостях показана на рис.1 и 2. Характер временной зависимости рассеянного поля можно проанализировать, исходя из импульсной характеристики (ИПХ) сферы [7]. Рассмотрим, например, обратный отклик. Первый положительный выброс здесь вызван зеркальным отражением импульса. Далее следует некоторая переходная область, которая отражает вклад полей, излученных при прохождении максимума падающего импульса вдоль сферы. Второго положительный пик вызван так называемой ползущей волной.

Как видно из сравнения рис.1 и 2, поле в E -плоскости проявляет большую угловую зависимость, чем в H -плоскости. Результаты, представленные на этих рисунках, хорошо согласуются с результатами, полученными путем непосредственного применения



ИУМП [1] и тем самым подтверждают правильность разработанного алгоритма.

Временные зависимости плотностей тока рассеивателя также несут определенную информацию о механизме рассеяния. Они позволяют, например, проследить за динамикой переходного процесса. Особенно наглядным оказывается представление плотностей тока совместно с плотностями зарядов (найденными из уравнения непрерывности) в отдельные фиксированные моменты времени. Составляется как бы моментальный снимок токов и зарядов. Сравнение подобных картинок в последовательные моменты времени позволило проследить за процессами разделения заряда в момент касания фронтом падающего импульса поверхности рассеивателя, за процессом затекания токов в область тени, а также за пространственно-временной структурой свободных колебаний, возникающих на поверхности после того, как ее покинет задний фронт импульса. Вся ценность подобной информации состоит в сравнении большого количества „поверхностных диаграмм“ плотностей тока и заряда, которые, к сожалению, не могут быть здесь представлены в виду ограничений, связанных с объемом публикации.

Таким образом, в работе разработан эффективный алгоритм решения задачи рассеяния электромагнитных импульсов на идеально проводящих гладких трехмерных телах, который основан на методе запаздывающих потенциалов. При этом устранен недостаток временных интегральных уравнений, которые для каждого нового направления падения импульса и для каждой новой его временной зависимости требовали заново формировать матрицу пространственных коэффициентов. На примере модельной задачи исследованы пространственно-временные распределения рассеянных полей и поверхностных токов и зарядов.

Тбилисский государственный университет

Сухумский филиал Тбилисского государственного университета

(Поступило 27.09.1994)

ფიზიკა

რ.ჭობავა, რ.ზარიძე, დ.ქარქაშაძე, ფ.შუბითიძე

დაგვიანებული პოტენციალების მეთოდი იდეალურად გამტარ სამგანზომილებიან სხეულებზე იმპულსების გაბნევის ამოცანებში

რ ე ზ ი უ მ ე

წარმოდგენილია სამგანზომილებიან იდეალურად გამტარ სხეულებზე იმპულსების გაბნევის ამოცანის ამოხსნის ეფექტური ალგორითმი, რომელიც დაფუძნებულია დაგვიანებული პოტენციალის მეთოდზე.

მოდელური ამოცანის მაგალითზე შესწავლილია გაბნეული ველებისა და ზედაპირული დენების დროით-სივრცული განაწილება.

R. Jobava, R. Zaridze, D. Karkashadze, P. Shubitidze

The Retarded Potentials Technique for Pulses Scattering on the Perfectly Conducting Three-Dimensional Bodies

Summary

The efficient algorithm for the problem of pulses scattering on the perfectly conducting three-dimensional bodies by the retarded potentials technique is presented.

The space-time distribution of the scattering fields and surface currents are investigated for the model problem.

შიბენბბბბ-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. Вычислительные методы в электродинамике. Под ред. Р.Миттра.М., 1977,175.
2. *K.M.Mitzner*. JASA, **42**, 1970, 391.
3. *C.L.Bennett, W.L.Weeks*. IEEE Trans., **AP-18**, 5, 1970, 627.
4. *N.J.Damaskos, R.J.Brown, J.Jameson, P.L.E. Uslenghi*. IEEE Trans., **AP-33**, 1, 1985, 21.
5. *Р.Г.Джобავა, Р.С.Заридзе и др.* РЭ, **36**, 1, 1991, 11.
6. *Е.Н.Васильев, И.Г.Ефимова*. Изв. вузов СССР, сер. Радиофизика, **27**, 1, 1984, 87.
7. *Е.М.Кенно, Д.Л.Моффатт*. ТИИЭР, **53**, 8, 1965, 1025.

Г.Е.Гугунава, Н.Г.Гугунава-Чиковани

О механизмах аномального теплового потока на Кавказе

(Представлено академиком Б.К.Балавадзе 27.12.1993)

В пределах мегантиклинория Большого Кавказа наблюдается значительный вынос тепла, достигающий в некоторых случаях величин $4.63 \text{ мккал/см}^2 \text{ сек}$. Аналогичная картина характерна и для Малого Кавказа.

В настоящей работе рассматривается вопрос возможного механизма возникновения аномальных тепловых потоков на Кавказе.

Рассмотрим факторы, могущие обусловить повышенный тепловой поток $Q = \lambda \frac{dT}{dz}$ в этих регионах. Здесь Q – нормальная составляющая

теплового потока, λ – теплопроводность, $\frac{dT}{dz}$ – температурный градиент.

λ определяется опытным путем, так что причину повышенного теплового потока надо искать в колебаниях градиента температур у поверхности Земли. Поэтому поиск ведется обычно в направлении выявления источников возникновения аномальных температурных градиентов.

Исходя из расчетной карты теплового потока, построенной на основе учета геологического строения и геофизических параметров региона, значения теплового потока лишь в некоторых случаях достигают значений $1.3 \text{ мккал/см}^2 \text{ с}$, тогда как в пределах Большого и Малого Кавказа в среднем они порядка 2.0 и более $\text{мккал/см}^2 \text{ с}$. Дефицит теплового потока Q достигает $0.7-1.0 \text{ мккал/см}^2 \text{ с}$.

Существует, в основном, два подхода к вопросу генезиса аномального теплового потока на Кавказе. По представлению одних, аномальные тепловые потоки инициируют источники, находящиеся, в основном, в мантии [1], другие же полностью помещают их в кор

1. Первый подход базируется на решении обратной задачи теплопроводности с использованием данных о тепловом потоке. Оказалось, что для получения наблюдаемых в природе тепловых потоков необходимо в районе Большого и Малого Кавказа иметь два мантийных диасира на расстоянии порядка 150 км друг от друга и с вертикальной амплитудой 70-100 км, и все это с учетом корового теплового выделения, т.е. определения дефицита теплового потока, возникающего в коре, в мантийных источниках [1].

Однако эта модель не согласуется с экспериментальными данными: согласно томографической сейсмической модели Д.А.Андерсена и А.М.Дзевонского, под Кавказом мантия достаточно однородна, а на



глубинах порядка 100 км наблюдаются горизонтальные течения, здесь не могут существовать вертикальные неоднородности в диапирах [3].

2. Второй подход предполагает, что основной источник аномального теплового потока расположен в самой коре [2] и только 0.07-0.1 часть тепла мантийного происхождения.

В работе [2] делается попытка объяснить повышенный тепловой поток на Большом и Малом Кавказе региональным тепловыделением в коре. При построении модели используются величины поверхностного теплового потока для подбора теплофизических (теплопроводность, теплогенерация и др.) параметров среды. При этом для получения наблюдаемых на поверхности Земли тепловых потоков возникает необходимость принятия на поверхности Мохо чрезвычайно высоких температур, находящихся, как отмечает сам автор, "на пределе плавления мантийного вещества" [2].

В этой модели основное возражение вызывают высокие температуры на поверхности Мохо, так как в подобном случае мантийные породы приобретут высокую пластичность (если вообще не испытают плавление), при этом образуется коро-мантийная смесь, в которой трудно будет выделить саму поверхность Мохо.

В то же время, по нашим представлениям, повышенные температуры, полученные в модели [2] на поверхности Конрада, в аномальных регионах могут быть вполне реальными, но в условиях иных геолого-геофизических предпосылок. Под этим мы понимаем наличие механизма, позволяющего получить достаточно высокие температуры на границе Конрада и близ поверхности Земли при условии "достаточно" низких температур на поверхности Мохо, не "грозящих" существованию этой границы.

Рассмотрим несколько коровых механизмов, которые, по-видимому, каждый в отдельности или совместно, могут привести к повышению теплового потока у поверхности Земли без привлечения мантийных источников:

1. Гравитационная дифференциация и конвекция:

а) всплывание твердых глобул;

б) всплывание полурасплава из коровой астеносферы.

2. Вертикальное термоупругое смещение отдельных участков коры.

Существует еще один коровый механизм - т.н. денудационный, но в данном случае он, по-видимому, не существует. Этот механизм связывает приближение высокотемпературной изотермы к поверхности Земли со скоростью денудационных процессов. Как показывают расчеты в условиях Кавказа, при известной скорости денудационных процессов изотерма не будет приближаться к поверхности Земли, следовательно, в условиях Кавказа механизм не будет работать.

Всплывание твердых глобул. В работах [4,5] показано, что в теле Кавказа возникают плотностные аномалии, т.е. в твердой коре имеются области термоуплотнений и терморазуплотнений. Естественно, термоуплотненное тело, по Стоксу, должно тонуть, а терморазуплотненное - всплывать [6,7]

$$D = 6\pi\eta V,$$

где D – полная сила сопротивления, η – статическая вязкость, r – радиус сферы, V – скорость всплывания. Приравнявая (1) к Архимедовой силе, окончательно получим

$$V = 2\Delta\rho gr^2 / 9\eta.$$

Здесь $\Delta\rho$ – разность плотностей окружающей среды и аномального тела, g – ускорение силы тяжести [6].

В данном случае нас интересует процесс всплывания в „гранитной“ среде, поэтому остановимся на нем подробнее.

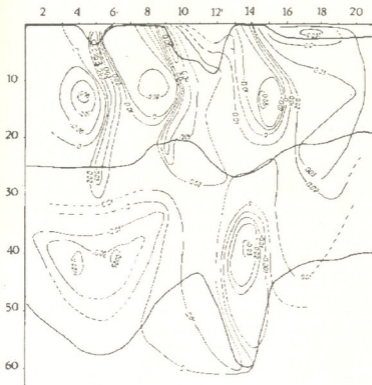


Рис. Термоплотностной профиль Турция-Колхидская низменность-Приэльзбурсье. Жирные линии – изотонии поверхности „гранита“, Конрада и Мохо; тонкие линии – изотонии плотностных $\Delta\rho$ аномалий в г/см^3 , разуплотнения – со знаком минус, уплотненные области – без знака

Как термоуплотнение, так и терморазуплотнение возникает в строго определенном пространственном объеме в зависимости от геологического строения. Как только разуплотненная область начнет всплывать и уйдет из зоны терморазуплотнения, несомненно, в какой-то мере нарушится равновесие системы. По мере всплывания термоплотностная аномалия будет рассасываться, но на ее месте возникнет новая разуплотненная область, которая также будет



всплывать и т.д. Если даже это не произойдет и аномалия не возникнет вновь, для всплывшего объема это неважно, материал, поднявшийся на определенную „высоту“, будет прогрет больше, чем окружающие породы, следовательно, аномалия $\Delta\rho$ сохранится уже за счет „чисто“ температурных неоднородностей, что также будет способствовать массотеплообмену, т.е. продвижению температурного фронта в верхние горизонты коры.

Термоплотностные аномалии под Большим и Малым Кавказом, как это следует из рис., возникают на глубинах 15 и 40 км. По величине они равны $\Delta\rho = 0.09 \text{ гр/см}^3$ и более, а следовательно, по Стоксу [6], должны всплывать. Расчеты показывают, что для всплывания аномалии до поверхности Земли (что вовсе не обязательно) с 40 км глубины и тем более с 15 км, достаточно 10^6 лет [7], что вполне может обеспечить значительный подъем изотерм.

Подобная ситуация, возможно, наблюдается в зоне повышенных тепловых потоков в Ставрополе. Рассмотрение термоплотностного профиля Турция-Рионская депрессия-Ставрополье (рис.) свидетельствует о реальной возможности такого механизма прогрева в районе Ставрополя. Из рис. следует, что в районе Приэльбрусье-Ставрополье имеются две аномальные системы $\Delta\rho$, одна на глубине порядка 15 км, ее $\Delta\rho = -0.08 \text{ гр/см}^3$, и вторая – севернее – на глубине 2-3 км, ее $\Delta\rho = +0.035 \text{ гр/см}^3$. Первая аномалия $\Delta\rho$ должна всплывать, а вторая – тонуть (создавая подобие „перевернутой“ адвекционной ячейки), тем самым засасывая вместо себя всплывающий, более прогретый материал, который изменит температурный режим региона Ставрополья. В Ставрополе может действовать и механизм всплывания глобул с поверхности субдуцирующей литосферной плиты [8].

Аналогичная картина, по-видимому, должна наблюдаться и в Армении, и в Турции, но уже в комплексе со вторым механизмом, о котором будет сказано ниже.

Всплывание полурасплава из коровой астеносферы. В работах [7-9] показано, что в основании коры, в случае, когда 600°C изотерма поднимается над поверхностью Мохо, в промежутке между ними, в условиях увлажненных „гранитов“ и „базальтов“ происходит частичное плавление этих пород, а следовательно, резкое понижение их вязкости [10]. Этот фактор при том условии, что мощность слоя полурасплава не менее 3 км (тогда число Рейнольда 1000), допускает возникновение в этом слое конвекционных ячеек [7,8,10]. Помимо конвекционных движений здесь происходит и гравитационная дифференциация [7,8]. В совокупности, благодаря обоим этим процессам, легкий, более прогретый материал из основания (подошвы) слоя будет перемещаться к его кровле. Зерна тяжелого материала, захваченные конвекционной ячейкой, достигнув вершины ее и отдав свое тепло, в потоке ячейки опустятся к подошве слоя. Что же касается легкой и перегретой компоненты, то она, благодаря гравитационной дифференциации, останется в вершине ячейки у кровли слоя. Таким образом, будет иметь место накопление легкого и в то же время перегретого

материала [7]. Такая ситуация, по Стоксу [6], должна привести к всплыванию этого материала. В работах [11,12] проводятся конкретные расчеты для условий мантии, применимые и к коровой астеносфере. Как уже отмечалось, расчеты для всплывания твердых глобул показывают, что для всплывания такого материала до поверхности Земли достаточно 10^6 - 10^7 лет [7], что полностью укладывается в рамки временного интервала возникновения Альпийского орогена. В данном случае процесс значительно убыстряется тем, что мы имеем дело с жидкой фазой, которая легко проникает в трещины, ассимилируя и проплавления породы, подобно „плаюмам“.

Эти рассуждения, на наш взгляд, имеют практическое подтверждение, заключающееся в том, что под Большим Кавказом в полосе от меридиана Казбеги до Эльбруса (лишь там были проведены исследования), на глубине 15-20 км методами магнитовариационного профилирования (МВП) обнаружена аномальная электропроводность [13], которая, по всей видимости, обусловлена подурасплавом, проникшим сюда по системе глубинных разломов из коровой астеносферы [7]. На Малом Кавказе, методами магнитотеллурического зондирования (МТЗ), выявлены электропроводящие тела на еще меньших глубинах [14,15]. Существование на глубинах 10-20 км тел, прогретых до температур 600°C и более, даст аномальный прогрев в области поверхности Конрада и выше, что является достаточным условием для возникновения аномальных тепловых потоков в пределах Большого и Малого Кавказа. Подтверждением вышесказанного является и четвертичный низкотемпературный вулканизм, магма для которого, надо полагать, поступает из коровой астеносферы [6].

Вертикальные термоупругие смещения отдельных участков коры. В работах [4,5,14], на базе трехмерной термоупругой модели, показана возможность значительных вертикальных смещений отдельных участков Земли. Эти смещения могут достигать 1300 м, зачастую начинаясь в верхней мантии.

Такого рода поднятие означает, что весь смещающийся „столб“ пород выталкивается в среду с меньшими температурами. За счет этого, так же как и в предыдущих случаях, создается подъемная сила, которая дополнительно поднимет весь „столб“ еще на большую высоту до уровня, пока выталкивающая сила не уравновесится в весом надземной части. Необходимо отметить, что надземная часть, в силу пластичности пород, будет „растекаться“, как это наблюдается по трехмерной термонапряженной модели Кавказа, в западной части Большого Кавказа, в районе выходов гранитоидов, что также будет способствовать дополнительному „выпиранию“ столба пород, а следовательно, в целом, подъему пород с более высокими температурами, создавая тем самым условия для возникновения аномального температурного градиента, а следовательно, теплового потока.

Таким образом, все три рассмотренных механизма – совместно или по отдельности – могут существовать, их количественный расчет (как



следует из [7,11,12] не сопряжен ни с какими принципами трудности.

Институт геофизики АН Грузии

(Поступило 27.12.1993)

გეოფიზიკა

გ.გუგუნავა, ნ.გუგუნავა-ჩიკოვანი

კავკასიაში ანომალური სითბური ნაკადების მექანიზმების შესახებ

რეზიუმე

შრომში მოცემულია კავკასიაში ანომალური სითბური ნაკადების მექანიზმების კრიტიკული ანალიზი, რომელიც სხვადასხვა ავტორის მიერ არის შემოთავაზებული. ნაჩვენებია, რომ მანტიური წყაროს მექანიზმის შემთხვევაში იგი არ ეთანხმება დანდერსონის და ა.დევონსკის ექსპერიმენტულ სეისმურ ტომოგრაფიულ მოდელს, რომლის მიხედვითაც 100 კმ სიღრმეზე არ შეიძლება არსებობდეს დიაპირისმაგვარი სტრუქტურები, რადგან დაიკვირვება ჰორიზონტული დინებები, ქერქული წყაროს შემთხვევაში კი მოხოს ზედაპირზე აუცილებელია ქანების დნობის ტემპერატურის რიგის ტემპერატურები, რაც ასევე მიუღებელია.

ამასთან დაკავშირებით შრომში შემოთავაზებულია კავკასიაში ანომალური სითბური ნაკადის წარმოშობის რამდენიმე ქერქული მექანიზმი, რომლებისთვისაც არ არის აუცილებელი მოხოს ზედაპირზე მაღალი ტემპერატურების არსებობა. ესაა მყარი გლობულების და ნახევრადნაღობის ამოტივტივება, რომელიც სტოქსის პრინციპს ემყარება, და ვერტიკალური თერმოდრეკადი გადანაცვლებები. ასეთი მოვლენების არსებობა კავკასიაში გამომდინარეობს სამგანზომილებიანი თერმული და თერმოდრეკადი მოვლენების გამოვლენისაგან.

GEOPHYSICS

G.Gugunava, N.Gugunava-Chikovani

On Mechanisms of the Anomal Thermic Flow in the Caucasus

Summary

The critical analyses of mechanisms of the anomal thermic flows in the Caucasus are considered.

It is demonstrated that the mantle source mechanism is not confirmed with the experimental tomographic model of D.A. Anderson and A.M.Dzevonsky, who predict that in the depth of 100 km in the Caucasus can not be structures like dyapire. The horizontal flows are observed. In the case of the core source on the Moho surface temperatures near to the rock melting are needed, which is unacceptable.

By these reasons we propose some core mechanisms of the anomal thermic flows origin, which do not require high temperatures on the Moho surface.

All that phenomena in the Caucasus are depicted on the scope of the three-dimensional thermic and thermoelastic model of this region.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. В.В.Гордиенко, О.В.Завгородняя, Н.М.Якоби. Тепловой поток континентов. Киев, 1982, 173.
2. И.С.Боганик. Радиогенное тепло земной коры Русской платформы и его складчатого обрамления. М., 1975, 376.
3. Дон Л.Андерсон, Адам М.Дзевонский. В мире науки, 12, 1984, 16-25.
4. М.А.Алексидзе, Г.Е.Гугунава, Д.К.Кирия, Т.Л.Челидзе. В сб.: Геотермические модели геологических структур. С.-Петербург, 1991, 85-90.
5. М.А.Алексидзе, Г.Е.Гугунава, Д.К.Кирия, Т.Л.Челидзе, Н.Г.Гугунава. Там же, 176-182.
6. Д.Теркот, Дж.Шуберт. Геодинамика. М., 1985, 730.
7. Г.Е.Гугунава. Автореф.докт.дисс. Баку, 1989.
8. Г.Е.Гугунава. Взаимосвязь некоторых геофизических полей и глубинного строения Кавказа. Тбилиси, 1981, 181.
9. М.А.Алексидзе, Г.Е.Гугунава, Д.А.Кикнадзе, Д.К.Кирия, Т.Л.Челидзе. В сб.: Геотермические модели геологических структур. С.-Петербург, 1991, 91-96.
10. Г.Е.Гугунава, Т.Л.Челидзе, Н.Г.Гугунава. Геофиз. ж., 11, 1, 1981.
11. H.J.Neugebauer, J.P.Walzebuch. Proceedings of the Twelfth World Petroleum Congress. 2, 9.-17. John Wiley & Sons. Ltd. 1987.
12. H.J.Neugebauer, C.Reuter. Sonderdruck aus Geologische Rundschau. Band.76, 1987, Heft 1, Februar 1987, 89-99.
13. И.И.Рокитянский, И.М.Логвинов, В.И.Шуман, Г.Е.Гугунава, Н.С.Дадунашвили. Геофизический сборник, вып. 64. Киев, 1975, 71-72.
14. Д.С.Григорян, А.Д.Шахназарян. В сб.: Геофизические поля и строение земной коры Закавказья. М., 1985, 81-88.



ზ. სვანიძე, გ. ცინცაძე (საქ. მეცნ. აკად. აკადემიკოსი)

კადმიუმის განსაზღვრა ჩამდინარე წყლებში ატომურ- აბსორბციული მეთოდით ალური ატომიზაციის რეჟიმში

კადმიუმის განსაზღვრა მისი კონცენტრირების შემდეგ შეიძლება განხორციელდეს სხვადასხვა ინსტრუმენტული მეთოდებით, როგორცაა ნეიტრონული აქტივაცია [1], მასს-სპექტრომეტრია [2], რენტგენოფლუორესცენტული ანალიზი [3].

ბოლო დროს ფართო გამოყენებას პოულობს ატომურ-აბსორბციული მეთოდი, რომელიც შეტად ეფექტურია თანამედროვე ანალიზურ მეთოდებს შორის, გამოირჩევა დიდი არჩევითობით, მაღალი მგრძობიარობით და ანალიზის სწრაფი შესრულებით [4-10]. უნდა აღინიშნოს აგრეთვე, რომ დღეისათვის ანალიზური ქიმიის განვითარებაში ერთ-ერთ თანამედროვე მიმართულებას წარმოადგენს სორბციულ-ატომურ-აბსორბციული მეთოდების დამუშავება, რომლებიც აეითიანებენ სორბციული კონცენტრირების უპირატესობას ატომურ-აბსორბციული სპექტროფოტომეტრიის მაღალ მგრძობიარობასთან.

ატომურ-აბსორბციული მეთოდი ალის ატომიზატორით ფართოდ გამოიყენება კადმიუმის განსაზღვრისათვის მისი შედარებით დიდი - 0,1 მკგ/მლ-ის და უფრო მაღალი შემცველობის დროს [8,9].

სამუშაოს მიზანია კადმიუმის შემცველობის დადგენა ჩამდინარე წყლებში ატომურ-აბსორბციული მეთოდით ალური ატომიზატორის გამოყენებით, მისი წინასწარი სორბციული კონცენტრირების შემდეგ.

კადმიუმის განსაზღვრას, მისი მცირე შემცველობის გამო, წინ უსწრებს კონცენტრირება, რაც კონკრეტულ შემთხვევაში განხორციელებულია სორბციული მეთოდით ხელატური პოლიმერული სორბენტის - პოლისტიროლ-აზო-4-არსენო-ფენოლის გამოყენებით [11].

კადმიუმის კონცენტრირება განხორციელებულია სორბციით - 100 მლ სინჯისათვის 50 მგ სორბენტის გამოყენებით და შემდგომ დესორბციით - 10 მლ 1M HNO₃-ით). წინასწარი კონცენტრირება სორბციული მეთოდის გამოყენებით კი საშუალებას გვაძლევს ჩავატაროთ დიდი მოცულობის ხსნარების ანალიზი.

კადმიუმის განსაზღვრა ჩატარებულ იქნა C-30 მარკის ატომურ-აბსორბციულ სპექტროფოტომეტრზე ალური ატომიზაციის რეჟიმში, რომლის განსაზღვრის პირობები მოცემულია 1 ცხრილში.

ანალიზური სიგნალი რეგისტრირებულია КСП-4 მარკის თვითმწერზე. მოცემულ პირობებში გრადუირების გრაფიკი ხაზოვანია 0,1-5 მკგ/მლ კონცენტრაციის ინტერვალში, ე.ი. ელიუატში.

კადმიუმის განსაზღვრული შემცველობის ქვედა ზღვარი დესორბციის შემდეგ აცეტილენ-ჰაერის ალის გამოყენებისას შეადგენს 0,1 მკგ/მლ-ს.

კადმიუმის აბსორბციული განსაზღვრის ოპტიმალური პირობები

ელემენტი	ტალღის სიგრძე ნმ	ალი	აცეტილენ- ნის ხარჯი ლ/წთ	ჰერის ხარჯი ლ/წთ	სანთურის სიმაღლე მმ.	ლენტას გადაად- გილების სიჩქარე, მმ/წთ
კადმიუმი	228,8	აცეტილენ- ჰერი	4	22	10	240

კადმიუმის განსაზღვრის ატომურ-აბსორბციული მეთოდი ალურ რეჟიმში პრაქტიკულად გამოყენებულ იქნა ჩამდინარე წყლების ანალიზში. ანალიზისათვის აღებულ იქნა 10 საწარმოს ჩამდინარე წყალი, რომელიც განლაგებულია თბილისსა და რუსთავს შორის. შედეგები მოყვანილია 2 ცხრილში.

ცხრილი 2

კადმიუმის შემცველობა ჩამდინარე წყლებში

N	პუნქტის დასახელება	კადმიუმის შემცველობა, მკგ/მლ
1.	პუნქტი 1	0,88 ± 0,02
2.	პუნქტი 2	2,00 ± 0,1
3.	პუნქტი 3	0,98 ± 0,01
4.	პუნქტი 4	2,00 ± 0,1
5.	პუნქტი 5	0,86 ± 0,01
6.	პუნქტი 6	1,00 ± 0,1
7.	პუნქტი 7	0,92 ± 0,03
8.	პუნქტი 8	2,00 ± 0,1
9.	პუნქტი 9	2,00 ± 0,1
10.	პუნქტი 10	0,96 ± 0,02

ცხრილში მოყვანილი მონაცემები მიღებულია წყალპუნქტების სინჯების ერთჯერადი გამოცდით სპეციალური რეჟიმული დაკვირვების გარეშე.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

(შემოვიდა 15.6.1994)

АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

З.Сванидзе, Г.Цинцадзе (академик АН Грузии)

Определение кадмия в сточных водах атомно-абсорбционным методом в режиме пламенной атомизации

Резюме

Методом атомно-абсорбционной спектроскопии, с использованием атомизатора пламени, определено содержание кадмия в некоторых сточных водах, после его предварительной концентрации на полимерном хелатном сорбенте.

Z.Svanidze, G.Tsintsadze

The Definition of Cadmium in Sewage Waters by Atomic-Absorption Method in Condition of Flame Atomization

Summary

Atomic-absorption spectroscopy method using flame atomization was used to determine cadmium content in some sewage waters after its concentration on polymer helat sorbents.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. *U.Naboru, J.Kiyoshi, H.Takeo*. Bull. Inst. public heath. **24**, 3, 1975, 143-149.
2. *R.Vandelannote, W.Blommort, R.Gibels, R.Van Grieken*. Z.Anal. Chem. **309**, 1991, 291.
3. *A.J.Pik, A.J.Cameron*. Anal.chim.acta, **110**, 1979, 61-69.
4. *S.Van Loon*. Analytical Atomic-Absorption Spectroscopy. New York, London, Toronto, Sydney, San Francisco, 1980.
5. *М.Э.Брицке*. Методы аналитической химии. М., 1982, 222.
6. *И.Х.Хавезов, Д.Цалев*. Атомно-абсорбционный анализ. Л., 1983, 143.
7. *У.Славин*. Атомно-абсорбционная спектроскопия. М., 1971, 290с.
8. *Б.В.Львов*. Атомно-абсорбционный спектральный анализ. М., 1966, 392с.
9. *Б.В.Львов, А.К.Ползик*. Ж. аналит. химии, **33**, 8, 1978, 1461-1472.
10. *S.Fuller*. Atom. Absorpt. Newslett., **16**, 4, 1977, 106-107.
11. *Н.Н.Басаргия, З.С.Сванидзе, Ю.Г.Розовский, Г.В.Цинцадзе*. Сообщения АН Грузии, **148**, 3, 1993, 560-564.

ОБЩАЯ И НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

М.И.Кикалишвили, М.А.Инджия, А.М.Чантурия, Р.Д.Гигаური

Синтез и исследование комплексных соединений
серебра (I) с третичными арсинами

(Представлено академиком Г.В.Цвицадзе 28.03.1994)

Из „приоритетных“ направлений неорганической химии в настоящее время наиболее интенсивно развивающейся является химия координационных соединений. Объясняется это тем, что она обладает поистине неисчерпаемой возможностью синтезировать соединения с желаемыми свойствами. Получение продуктов с заданными свойствами достигается целенаправленным изменением в исходных веществах не только центрального иона - комплексообразователя, но и заменой лигандов и, соответственно, кристаллической формы. С этой точки зрения весьма перспективными являются третичные арсины и их продукты превращения (халькогениды, арсоновые соли и др.), как лиганды для синтеза комплексных соединений [1], поскольку химическим строением и поведением в реакциях они схожи с производным аммиака, однако характеризуются ярче выраженной повышенной физиологической активностью, чем органические производные остальных элементов - аналогов V группы периодической системы Д.И.Менделеева [2].

В работе [3] впервые было показано, что триарилфосфины могут быть успешно применены в качестве лигандов для получения комплексных соединений с перхлоратом серебра (I). Использование третичных арсинов для этих же целей до настоящего времени вообще не изучено.

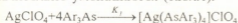
Цель настоящей работы - исследование возможности получения комплексных соединений серебра (I) с третичными арсинами, аналогичных триарил(алкил)фосфинов.

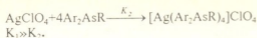
Как оказалось, перхлорат серебра (I) не присоединяет симметричных триалкиларсинов не только при комнатной температуре, но и при кипении реакционной массы:



где $R = H-C_4H_9$, изо- C_4H_9 или $H-C_3H_{11}$.

Целевой продукт сразу же осаждается при смешении растворов перхлората серебра (I) и трифениларсина, что свидетельствует о том, что замена алкильного радикала арильным значительно повышает реакционную способность третичных арсинов. Продукты присоединения образуются и при взаимодействии перхлората серебра (I) с диарилалкиларсинами, однако при этом скорость реакции значительно уменьшается (табл.1):

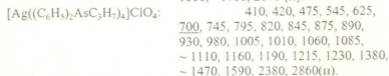
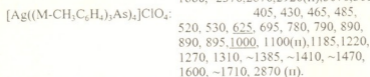
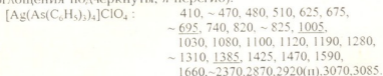




Реакции проводили при комнатной температуре (12-16°C) в разбавленных органических растворителях (алифатические спирты, тетрагидрофуран, сложные эфиры и т.п.), поскольку третичные арсины не растворяются в воде. Более подходящим оказалось проведение эксперимента в тетрагидрофуран-эфирном растворе, в котором, по мере протекания реакции, выделялись крупнокристаллические вещества белого цвета.

Синтезированные соединения, которые оказались перхлоратами тетра(триарил- или диарилалкиларсин)серебра (I) хорошо растворяются в диметилформамиде и диметилсульфоксиде, сравнительно хуже – в ацетоне и нитрометане, практически не растворяются в воде, эфире, бензоле и в других неполярных органических растворителях.

Состав и строение исследуемых веществ, кроме элементного анализа, были установлены с помощью физико-химических методов анализа. Полученные ИК спектры, в основном, схожи с ИК спектрами исходных триарил- и диарилалкиларсинов. В них наблюдаются полосы поглощения, обусловленные колебаниями арильных групп в области 700, 740, 1580, 300-3080, а также других заместителей как у атома мышьяка, так и у бензольного кольца. Следует, однако, подчеркнуть, что полосы поглощения связи As-C_{алиф.} смещены с 580 см⁻¹ (в исходных арсинах) до 625 см⁻¹, что однозначно свидетельствует о кватернизации атома мышьяка [4], как это имеет место при получении солей арсония алкилированием третичных арсинов [5]. Этот факт, со своей стороны, указывает, что связь лиганда с центральным ионом – комплексообразователем (Ag⁺) осуществляется с неподеленной парой 4S² электронов атома мышьяка. Волновые числа максимумов полос поглощения некоторых синтезированных комплексов в качестве примеров даются ниже (см⁻¹; наиболее интенсивные полосы поглощения подчеркнуты; *n*-перегиб):



Координационные формулы синтезированных соединений были установлены по молярной электрической проводимости разбавленных



растворов в диметилформамиде. Как следует из табл.2, молярная электропроводность исследуемых соединений колеблется в пределах $62-71 \text{ ом}^{-1}\cdot\text{см}^2\cdot\text{моль}^{-1}$, что соответствует электропроводности двухионных электролитов [6]. Исходя из этого, можно заключить, что синтезированные соединения являются катионными комплексами, диссоциирующими в растворе диметилформамида согласно следующему уравнению:



Методом термического анализа было изучено физико-химическое поведение исследуемых веществ при нагревании. Выяснилось, что их термоллиз протекает почти односторонне. В качестве примера на рис. приведена дериватограмма перхлората тетра(трифениларсин)серебра (I). Из этой дериватограммы выясняется, что термическое разложение включает в себя четыре эндо- и три экзоэффекта. Убыль массы начинается с 200°C . В интервале $200-400^\circ\text{C}$ проба теряет 82,4% своей массы, что соответствует удалению всей «органики» – лиганда (85,5% от теоретического). В том же температурном интервале, а именно, при 300°C , наблюдается и экзоэффект без прибавления массы. Потеря массы продолжается и далее, до 550°C . От 400 до 550°C убыль массы составляет 7,8%, что соответствует потери аниона (7,0 % от теоретического). Поскольку ClO_4 , как таковое, не существует, тем более при $400-545^\circ\text{C}$, можно полагать, что постепенно удаляются кислород и диоксид хлора.

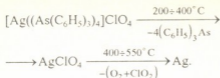
Таблица 1

Загрузка исходных соединений и выход целевых продуктов

Для реакции взяты				Выход				
Ar_2AsR				AgClO_4		$[\text{Ag}(\text{Ar}_2\text{AsR})_2]\text{ClO}_4$		
Ag	R	г	моль	г	моль	г	моль	%
C_6H_5	C_6H_5	4,0	0,0131	0,68	0,0033	4,02	0,0028	85,90
$\text{M}-\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_4$	$\text{M}-\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_4$	3,5	0,0101	0,52	0,0025	3,14	0,0020	78,11
C_6H_5	C_2H_5	3,0	0,0116	0,60	0,0029	2,86	0,0023	79,44
C_6H_5	изо- C_3H_7	2,5	0,0091	0,48	0,0023	2,35	0,0018	78,86
C_6H_5	$\text{H}-\text{C}_3\text{H}_7$	3,5	0,0128	0,67	0,0032	3,16	0,0024	75,78
C_6H_5	изо- C_4H_9	2,0	0,0070	0,36	0,0017	1,84	0,0014	77,97
C_6H_5	$\text{H}-\text{C}_4\text{H}_9$	3,0	0,0105	0,54	0,0026	2,72	0,0020	76,84

Этому свидетельствуют два эндоэффекта при 470°C и 495°C соответственно. Что касается экзоэффектов при 300, 400 и 545°C , следует полагать, что вблизи этих температур протекают «внутримолекулярные перегруппировки».

Принимая во внимание вышеизложенное, можно заключить, что термоллиз исследуемой пробы протекает по схеме:



Такая же закономерность замечается и при термоллизе других перхлоратов. В настоящее время ведется интенсивная работа с целью изучения физиологической активности синтезированных комплексов.

Таким образом, взаимодействием триарил- и диарилалкиларсинов с перхлоратом серебра синтезированы перхлораты тетра(триарил- или диарилалкиларсин)серебра (1) с координационным числом 4. На основе термографического анализа предложена вероятностная схема термоллиза полученных комплексных соединений.

Перхлорат тетра(трифениларсин)серебра (1). К раствору 4,0 г (0,0131 моль) трифениларсина в 50 мл тетрагидрофурана добавляют при постоянном перемешивании насыщенный эфирный раствор 0,68 г (0,0033 моль) перхлората серебра (1). Тотчас образуется твердое вещество белого цвета, которое оставляют на ночь с целью придания кристаллической формы. На другой день осадок фильтруют, промывают эфиром и тетрагидрофураном, а затем - бидистиллятом и сушат в вакуум-эксикаторе над пентаоксидом фосфора и парафином до постоянной массы. Получают 4,02 г (85,9%) перхлората тетра(трифениларсин)серебра (1) с температурой пл. 168-169°C. Найдено %: As 20,54; Ag 7,98; Cl 2,68. $\text{C}_{72}\text{H}_{60}\text{AgAs}_4\text{O}_4\text{Cl}$. Вычислено %: As 20,95; Ag 7,54; Cl 2,48.

Этим же путем синтезированы и другие продукты взаимодействия перхлората серебра (1) с третичными арсинами. Загрузка исходных соединений и выход целевых продуктов приведены в табл. 1, а некоторые физико-химические свойства синтезированных комплексов - в табл. 2.

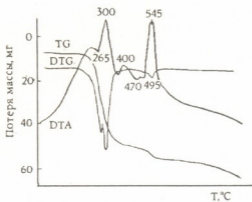


Рис. 1. Термограмма $[\text{Ag}((\text{C}_6\text{H}_5)_3\text{As})_4]\text{ClO}_4$

ИК спектры поглощения ($400-4000\text{ см}^{-1}$) синтезированных соединений записывали на спектрофотометре UR-20 с использованием методики растирания образцов в вазелиновом масле. Дифференцированное термическое термогравиметрическое исследование проводили на дериватографе системы Паулик, Паулик, Эрдей. Запись дериватограмм проводилась в условиях атмосферного давления и влажности в течение двух часов при чувствительности ДТГ-1/5, ДТА-1/10. Точность измерения

Таблица 2

Некоторые физико-химические константы синтезированных комплексов



Ar	R	Т.пл., °С	Молярная электро- провод, при 25°С в растворе диметила- формамид, $\text{см}^2 \cdot \text{моль}^{-1}$	Найдено, %			Брутто формула	Вычислено, %		
				As	Ag	Cl		As	Ag	Cl
C_6H_5	C_2H_5	168-169	63,8	20,54	7,98	2,68	$\text{C}_{52}\text{H}_{100}\text{AgAs}_4\text{O}_4\text{Cl}$	20,95	7,54	2,48
$\text{M-CH}_2\text{C}_6\text{H}_4$	$\text{M-CH}_2\text{C}_6\text{H}_4$	154-155	69,4	18,86	7,18	2,42	$\text{C}_{50}\text{H}_{100}\text{AgAs}_4\text{O}_4\text{Cl}$	18,76	6,75	2,22
C_6H_5	C_6H_5	127-128	64,2	24,52	8,96	2,96	$\text{C}_{50}\text{H}_{100}\text{AgAs}_4\text{O}_4\text{Cl}$	24,20	8,71	2,86
C_6H_5	изо- C_7H_7	139	62,7	23,75	8,92	2,98	$\text{C}_{50}\text{H}_{100}\text{AgAs}_4\text{O}_4\text{Cl}$	23,16	8,34	2,74
C_6H_5	н- C_7H_7	144-145	67,3	23,48	8,84	2,95	$\text{C}_{50}\text{H}_{100}\text{AgAs}_4\text{O}_4\text{Cl}$	23,16	8,34	2,74
C_6H_5	изо- C_8H_9	116-117	70,8	22,34	8,28	2,84	$\text{C}_{50}\text{H}_{100}\text{AgAs}_4\text{O}_4\text{Cl}$	22,19	7,99	2,63
C_6H_5	н- C_8H_9	135-136	65,2	22,42	8,24	2,81	$\text{C}_{50}\text{H}_{100}\text{AgAs}_4\text{O}_4\text{Cl}$	22,20	7,99	2,63

температуры $\pm 5^\circ\text{C}$. Эталон сравнения – прокаленный оксид алюминия, навеска образца на платиновом держателе тарельчатого типа ~ 100 мг, а скорость нагрева составляла 10 град/мин.

Удельную электропроводность исследуемых соединений в растворе очищенного и свеженеперегнанного диметилформамида измеряли при 25°C на кондуктометре марки „Импульс“ с классом точности $\pm 1,5\%$.

Тбилисский государственный
университет

(Поступило 14.09.1994)

ზოგადი და ორბანული ქიმია

მ.კიკალიშვილი, მ.ინჯია, ლ.კანტურია, რ.გიგაური

ვერცხლის (I) მესამეულ არსინებთან კომპლექსური ნაერთების სინთეზი და გამოკვლევა

რ ე ზ ი უ მ ე

შესწავლილია ტრიარил- და დიარილალკილარსინების ურთიერთქმედება ვერცხლის (I) პერქლორატებთან ტეტრაპიდროფურან-ეთერის გარემოში. ნაზენებია, რომ ამ დროს მიიღება კომპლექსური ნაერთები ცენტრალური იონის კოორდინაციული რიცხვით-4. დერივატოგრაფიულ გამოკვლევაზე დაყრდნობით მოწოდებულია სინთეზირებულ ნივთიერებათა თერმოლიზის სასაბათო სქემა.

GENERAL AND INORGANIC CHEMISTRY

M. Kikalishvili, M. Injia, L. Chanturia, R. Gigauri

Synthesis and Research of Silver (I) Complex Combination with Tertiary Arsines

S u m m a r y

The interaction of triaryl and diarylalkylarsines with silver perchlorate in hidrofuran ether solution is researched. It's ascertained that herewith tetra (triaryl - or diarylalkylarsine) silver perchlorates are obtained. On the basis of derivatographic research a probable thermolysis scheme of complex combination synthesized is offered.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. *Р.Д.Гигаური, Е.С.Вачнадзе, Н.Г.Натенадзе, М.Г.Талакვაдзе.* Сообщ. АН ГССР, **109**, 3, 1983, 549.
2. *Р.Х.Фрейдлиша.* Синтетические методы в области металлоорганических соединений мышьяка. Вып. 7. М.-Л., 1945, 180 с.
3. *F.A.Cotton, D.M.L.Goodgame.* J Chem.Soc.(London), 1960, 5267.
4. *Р.Д.Гигаური, Б.Д.Чернокальский, М.А.Инджия, М.Г.Матнашвили, О.О.Бурдуладзе.* Сообщ. АН ГССР, **86**, 2, 1977, 353.
5. *G.E.Parris, F.E.Binkman.* J.Org. Chem., **4**, 25, 1975, 3801.
6. *Y.Peyronel, W.Malavasi, A.Pignedoli.* Spectrochim. acta, **A38**, 10, 1982, 1069.



УДК 547.759

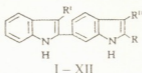
ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

И.Ш.Чикваидзе, Э.А.Мумладзе, З.Ш.Ломтатидзе, Ш.А.Самсония, Н.Н.Суворов

Синтез и исследование биоцидных свойств
 производных 2,5'-бис-1Н-индола

(Представлено членом-корреспондентом Академии А.М.Хананашвили 8.06.1993)

Ранее нами сообщалось [1] о синтезе новой бисиндольной системы - 2,5'-бис-1Н-индола (I) и его 2'-этоксипроизводного (II). В настоящей работе формилированием по *Вильсмайеру* [2], аминометилированием по *Маттиху* [3] и азосочетанием с солями фенилдиазония этих веществ получены соответствующие моно- и дипроизводные с заместителями в 3- и 3'-положениях:



I, II R'=R''=H; III R'=R''=CHO; IV R'=R''=CH₂N(CH₃)₂; V, VIII R'=N=N-C₆H₄-NO₂(н), R''=H; VI, IX R'=N=N-C₆H₄-Cl(н), R''=H; VII, X R'=N=N-C₆H₅, XI R'=CHO, R''=H; XII R'=CH₂N(CH₃)₂, R''=H; I, III - VIII R=H; II, VIII - XII R=COOC₂H₅.

Данные, подтверждающие состав и строение синтезированных соединений, приведены в таблице 1.

Биоцидные свойства соединений III-XII изучены в опытах с применением тест-микроорганизмов в среде Буркхолтера. Биоцидность определяли луночным методом; контролем служил растворитель - этанол. Исследуемые вещества проявляют биоцидные свойства и с различной активностью подавляют развитие испытуемых тест-микроорганизмов (см. табл. 2).

Контроль за ходом реакций и чистотой соединений, а также определение R_f проводили на пластинках Silufol-UY-254. В качестве сорбента применяли силикагель. УФ-спектры сняты на спектрофотометре „Specord“ в этаноле. ИК-спектры - на приборе UR-20 в вазелиновом масле. Спектры ЯМР на приборе WP-20 SY(200МГц). Масс-спектры на хроматомасс-спектрометре R 10-10 Nermag's.

3,3'-Диформил-2,5'-бис-1Н-индол (III). К охлажденному до -6°C 3,6г (49 ммоль) свежеперегнанного диметилформамида (ДМФА) прикапывают 1,89 г (12 ммоль) POCl₃, перемешивают при 20°C в течение 1 ч, снова охлаждают до -5°C и прикапывают раствор 0,23 г (1 ммоль) 2,5'-бис-1Н-индола (I) в 3 мл ДМФА. Перемешивают при комнатной температуре в течение 2 ч, прибавляют 100 г ледяной воды и подщелачивают до pH 10. Осадок отфильтровывают, промывают водой до pH 7 и сушат. Выход 0,28 г.



3,3-Ди(диметиламиноэтил)-2,5-бис-1Н-индол (IV). К раствору 0,22 г (1 ммоль) 2,5-бис-1Н-индола (I) в 5 мл абсолютного ДМФА прибавляют

Таблица 1

Некоторые характеристики соединений III-XII

Соединение	Выход в %	T _{пл.} °C	R _f	M ⁺	ИК-спектр γ, см ⁻¹	УФ-спектр λ _{max} , нм (lg ε)
III	99	267... 268	0,4 эфир	288	1635,1650 (C=O), 3200,3300 (NH)	215(4,3), 230(4,2) 308(4,8)
IV	97	137... 137,5	0,23 ИПС: NH ₃ 10:1	346	3405(NH)	215(4,6), 243(4,4),253(4,6), 300(4,1)
V	94	285... 286	0,36 бзл.: эф, 1:1	-	1325,1510(NO ₂) 1460(N=N), 3380,3420 (NH).	204(4,4),244(4,6), 307(4,0), 495(4,3)
VI	95	96... 98	0,5 бзл.: эф, 1:1	-	1410 (N=N), 3290 (NH).	218(4,4), 250(4,9), 316(4,3)
VII	74	77... 79	0,5 бзл.: эф, 1:1	-	1450,1470 (N=N), 3400,3445 (NH).	202(4,5), 250(4,5), 307(4,3).
VIII	50	280... 281	0,44 бзл.: эф, 1:1	453	1420,1470 (N=N), 1315, 1525 (NO ₂), 1720 (CO), 3360 (NH).	214(4,2), 239(4,3), 253(4,3), 291(4,5), 481(4,2).
IX	82	246... 247	0,53 бзл.: эф, 1:1	442	1470 (N=N), 1715 (CO), 3330 (NH).	215(4,6), 253(4,7), 296(4,8).
X	60	223...22 4	0,5 бзл.: эф, 1:1	408	1470 (N=N), 1705 (CO), 3325, 3410 (NH).	214(4,2), 255(4,4), 298(4,5).
XI	95	244... 246	0,45 бзл.: эф, 2:2	332	1640,1700 (CO), 3330 (NH).	228(4,3), 263(4,7), 303(4,4).
XII	98	159... 161	0,8 ИПС: NH ₃ , 5:1	361	1640,1710 (CO), 3340, -3390 (NH).	214(4,5), 247(4,7) 299(4,6).

0,46 г (5 ммоль) $[\text{CH}_2=\text{N}^+(\text{CH}_3)_2]\text{Cl}$ и перемешивают в течение 2 ч, выливают в 100 мл холодной водой и подщелачивают до pH 10. Выпавший осадок отфильтровывают, промывают водой до pH 7 и сушат. Выход 0,33 г.

3-п-Нитрофенилазод-2,5-бис-1Н-индол (У). К раствору 0,23 г (1 ммоль) 2,5-бис-1Н-индола (I) в 80 мл диоксана при 0°C прикапывают раствор, полученный диазотированием 0,41 г (3 ммоль) п-нитроанилина, поддерживая pH-6. Перемешивают в течение 3 ч, разбавляют 100 мл воды. Осадок отфильтровывают, промывают до pH 7 и сушат. Выход 0,35 г. Кристаллы темно-красного цвета.

Аналогично получают соединения VI-X.

3-Формил-2-этоксикарбонил-2,5-бис-1Н-индол (XI). Получают аналогично соединению III из 0,3 г (1 ммоль) бисиндола II. Выход 0,3г.

3-Диметиламинометил-2-этоксикарбонил-2,5-бис-1Н-индол (XII). Получают аналогично соединению IV из 0,3 г (1 ммоль) бисиндола II. Выход 0,35 г.

Таблица 2

Влияние соединений III-XII на рост некоторых микроорганизмов

Соединение	Тест-микроорганизмы								
	Bacterium tumefaciens			Xanthomonas campestris			Streptomyces albogriseolus subsp. Aragvi.		
	Концентрация веществ, г/л								
	1,0	0,1	0,01	1,0	0,1	0,01	1,0	0,1	0,01
III	1,0*	4,5	1,0	1,5	4,5	2,5	-	1,5	1,0
IV	3,0	3,5	1,5	0,5	3,5	0,5	3,0	2,0	1,0
V	-	0,5	4,0	-	0,0	5,5	-	1,0	3,0
VI	-	1,0	1,5	-	0,5	0,5	-	3,0	1,5
VIII	-	4,0	3,0	-	4,0	3,0	-	0,0	1,5
IX	2,0	3,0	1,0	1,0	3,0	1,0	2,0	2,0	-
X	-	2,0	2,0	-	1,0	4,0	-	2,0	1,0
XI	-	2,2	2,0	-	1,0	5,0	-	0,0	0,0
XII	1,0	7,0	0,5	1,0	4,0	0,0	4,0	2,0	0,0

* даны величины зон угнетения в мм.

Тбилисский государственный
университет им. И.А. Джавахишвили

(Поступило 24.06.1993)



ი. ჩიკვაიძე, ე. მუმლაძე, ზ. ლომთათიძე, შ. სამსონია, ნ. სუვოროვი

2,5'-ბის-1H-ინდოლის ნაწარმების სინთეზი და ბიოციდური თვისებების კვლევა

რეზიუმე

შესწავლილია 2,5'-ბის-1H-ინდოლის და მისი 2'-ეთოქსიკარბონილ ნაწარმის თვისებები მანჩის, ვილსმაიერის და აზოშველელების რეაქციების მაგალითზე.

მიღებულია დიმეთილამინო, ფორმილ და ფენილაზო ნაწარმები, რომლებიც ავლენენ ბიოციდურ აქტიურობას.

ORGANIC CHEMISTRY

I. Chikvaidze, E. Mumladze, Z. Lomtadze, Sh. Samsonia, N. Suvorov

Synthesis of 2,5'-bis-1H-indole and Investigation of its Biocidal Properties

Summary

Synthesis of 2,5'-bis-1H-indole and properties of its ethoxycarbonyl derivatives in respect with Mannich, Vilsmeier and azocompling reaction has been studied. Obtained dimethylamino-, formyl- and phenylazoderivatives demonstrate biocidal activity.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. Ш.А. Самсония, Э.А. Мумладзе и др. ХГС, 3, 1984, 349-351.
2. A. Vilsmeier, A. Haack. Ber., 60, 1927; 119-122.
3. G. Kinas, L. Tietzel. Angew. Chem., 88, 1976, 261-262.

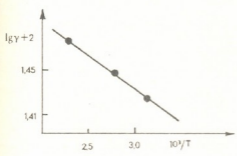


მ.გოზალიაშვილი, ზ.ძაწენიძე, ქ.პიპაბერიძე, მ.მუსყერიძე

Li_2CO_3 და MgCO_3 მარილების ზედაპირზე ენგბადის ატომთა ჰეტეროგენული რეკომბინაციის პროცესის კვლევა

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა თ. ანდრონიკაშვილმა 6.4.1993)

ენგბადის ატომთა ჰეტეროგენული რეკომბინაციის პროცესი გამოკვლეულია ინდივიდუალური არაორგანული მარილების, კერძოდ, ლითიუმისა და მანგიუმის კარბონატების ზედაპირზე. განისაზღვრა პროცესის კინეტიკური პარამეტრების (სიჩქარის მუდმივა - K , აქტივაციის ენერგია - E , რეკომბინაციის კოეფიციენტი (γ) რიცხვითი სიდიდეები, დადგინდა ექსპერიმენტის პირობებში პროცესის მიმდინარეობის სავარაუდო მექანიზმი.



სურ.1. ეპრ სიგნალის ფარდობითი ინტენსიურობის დამოკიდებულება კონტაქტის დროზე (გაზთა ნარევის ნაკადის სხვადასხვა მოცულობითი სიჩქარის დროს)

ექსპერიმენტი განხორციელდა ეპრ-სპექტრომეტრთან (Pe-1301) კომბინირებულ-ნაკადურ ვაკუუმ დანადგარზე. ენგბადის ატომები მიიღება მაღალი სიხშირის განმუხტვის ზონაში მოლეკულური ენგბადისა და ჰელიუმის 1%-იანი ნარევის ნაკადიდან. განმუხტვის ზონიდან ნაკადი ხვდება რეაქტორში, რომლის ზედა ნაწილი, დაფარული საკვლევი ნივთიერებით, იმყოფება ელექტროლუმენის ზონაში, ხოლო ქვედა ნაწილი გადის ეპრ-სპექტრომეტრის რეზონატორში, სადაც ფიქსირდება ენგბადის იმ ატომთა სიგნალი, რომელთაც ვერ მოასწრეს საკვლევ ზედაპირზე რეკომბინაცია. ნაკადის კონტაქტის დრო (τ) ზედაპირთან გამოითვლება ფორმულით [1]

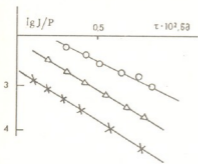
$$\tau = \frac{\pi d^2}{4} \times \frac{\ell}{\omega} \times \frac{P}{P_{\text{ატმ}}} \times \frac{T}{T_{\text{ცელ}}}, \quad (1)$$

სადაც d რეაქტორის დიამეტრია (მ), ℓ - სარეაქციო ზონის სიგრძე (მ) ω - ნაკადის მოცულობითი სიჩქარე ($\text{მ}^3/\text{წმ}^3$) P - გაზების ნარევის წნევა სარეაქციო ზონაში (პა) $P_{\text{ატმ}}$ - ატმოსფერული წნევა (პა), T - ოთახის ტემპერატურა (K), $T_{\text{ცელ}}$ - ცელსიუს ტემპერატურა (K).

$\lg(I/p) - \tau$ კოორდინატებში აღებული მრუდის დახრილობიდან (სადაც I - ეპრ-სპექტრის ბაზების ფარდობითი ინტენსიურობაა), ცელსიუს ტემპერატურაზე მოცულობითი სიჩქარის რამდენიმე მნიშვნელობისათვის განისაზღვრება სიჩქარის მუდმივას მნიშვნელობები:



$$K = \lg(I/p) \cdot 2,303 \tau^{-1}$$



სურ. 2. რეკომბინაციის კოეფიციენტის დამოკიდებულება ტემპერატურაზე

უმცირესი კვადრატების მეთოდით. 2 სურათზე ნაჩვენებია $\lg \gamma$ -ის დამოკიდებულება ტემპერატურაზე. ექსპერიმენტული კვლევის შედეგები (სურ. 2) მოცემულია ცხრილში.

ქანგბადის ატომთა ჰეტეროგენული რეკომბინაციის პროცესის კინეტიკური პარამეტრები

ცხრილი

ზედაპირი	T, K	K, C ⁻¹	$\gamma \cdot 10^2$	E, კვ/მოლ
Li ₂ CO ₃	306	0,129	0,115	10,8
	398	0,223	0,167	
	446	0,498	0,356	
MgCO ₃	308	0,112	0,101	

აქტივაციის ენერჯის შედარებით დაბალი მნიშვნელობა, აგრეთვე წრფივი დამოკიდებულება $\lg(I/p)$ τ -სიდიდეებს შორის მიგვითითებს იმაზე, რომ ექსპერიმენტის პირობებში ქანგბადის ატომთა ჰეტეროგენული რეკომბინაციის პროცესი Li₂CO₃-ის ზედაპირზე ხორციელდება რიდილ-ილის (დარტყმით) მექანიზმის მიხედვით შემდეგი სტადიების გავლით:

ა) $A+Z=AZ$, ბ) $AZ+A=Z+A_2$, სადაც A არის გაზობრივ ფაზაში მყოფი ატომი, Z - ზედაპირის აქტიური ცენტრი. წინააღმდეგ შემთხვევაში პროცესი წარიმართება ჰინშელვუდ-ლენგმიური მექანიზმით:

ა) $A+Z=AZ$, გ) $2AZ=2Z+A_2$, რომლის დროსაც პროცესი ნულოვანი რიგისაა, ხოლო აქტივაციის ენერჯის მნიშვნელობა აღწევს 40-70კვ/მოლ-ს. განხილულ მექანიზმში ბ- და გ- სტადიები წარმოადგენს უშუალოდ ჰეტეროგენული რეკომბინაციის სტადიებს, რომელთაც წინ უძღვის აქტიური ცენტრის დაკავება მყარი ზედაპირის მიერ. ყველა ეს სტადია უზრუნველყოფს ატომების გამოყვანას რეაქტიის ზონიდან. უნდა აღინიშნოს, რომ მყარი ზედაპირის მიერ ატომების დაკავება მიმდინარეობს დიდი სიჩქარით და, როგორც წესი, არ აღიმიტირებს აქტიური ცენტრების რეკომბინაციის პროცესს.

პროცესის პირველი კინეტიკური რიგი მიუთითებს იმაზეც, რომ მოცემულ პირობებში Li₂CO₃ და MgCO₃ -ის ზედაპირებიდან ქანგბადის ატომთა დესორბცია

ხოლო მათგან - ამ სიდიდის საშუალო მნიშვნელობა (სურ. 1).

წრფივი დამოკიდებულება $\lg(I/p)$ τ -სიდიდეებს შორის მიუთითებს იმაზე, რომ საკვლევი პროცესი მიმდინარეობს კინეტიკურ უბანში. ამ შემთხვევაში ქანგბადის ატომთა ჰეტეროგენული რეკომბინაციის კოეფიციენტი გამოითვლება ფორმულით

$$\gamma = kdU^{-1} \quad (3)$$

სადაც U ქანგბადის ატომთა სითბური მოძრაობის საშუალო სიჩქარეა ($m \cdot s^{-1}$) აქტივაციის ენერჯის მნიშვნელობა Li₂CO₃-ის ზედაპირისათვის განისაზღვრა

უმნიშვნელოა და არ არის სათვალავში მისაღები. რეკომბინაციის კოეფიციენტები საკმაოდ მაღალი მნიშვნელობები (10^{-2} რიგის) ცხადყოფს, რომ აღნიშნული მარილები გამოდგება წვის პროცესების აქტიურ პეტეროგენულ ინჰიბიტორებად [2].

ივ. ჭიჭინაძის სახელობის თბილისის
სახელმწიფო უნივერსიტეტი

(შემოვიღა 21.04.1993)

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

М.И. Гозалишвили, З.Г.Дзоценидзе, К.Д.Микаберидзе, М.Д.Мусеридзе

Исследование процесса гетерогенной рекомбинации атомов кислорода на поверхностях Li_2CO_3 и MgCO_3 неорганических солей

Резюме

Методом электронно-парамагнитного резонанса ЭПР изучен процесс гетерогенной рекомбинации атомов кислорода на твердых поверхностях индивидуальных неорганических солей – Li_2CO_3 и MgCO_3 . Установлен вероятный механизм прохождения процесса в условиях эксперимента.

Исходя из высоких численных значений коэффициентов гетерогенной рекомбинации, сделан вывод о целесообразности применения вышеназванных солей в качестве эффективных ингибиторов процессов горения.

PHYSICAL CHEMISTRY

M. Gozalishvili, Z. Dzotsenidse, K. Mikaberidze, M. Musseridze

Oxygen Atoms Recombination on Surfaces of Li_2CO_3 and MgCO_3

Summary

Using the EPR Method, the recombination of oxygen atoms on the surface of the following salts has been studied: Li_2CO_3 , MgCO_3 .

The heterogenous recombination coefficients (γ) are determined. The γ values suggest that the above mentioned salts can be used as components of powder - type fire-extinguishing agents.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. В.В.Азатян, А.Н.Баратов, А.П.Вогман, М.И.Гозалишвили, З.Г.Дзоценидзе, М.Д.Мусеридзе, Д.И.Петвиашвили. Материалы III Всесоюз. науч.-практ. конф. „Процессы горения и проблемы пожаротушения“, 2. М., 1973, 204-212.
2. Д.И.Петвиашвили, М.Д.Мусеридзе, З.Г.Дзоценидзе, А.Н.Баратов. Тез. докл. Всесоюз. науч.-техн. конф. „Процессы горения и проблемы пожаротушения“. М., 1977, 13-16.



გ.ჩივაძე, გ.ჩივაძე (საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი),
ც.ნასყიდაშვილი

ჰიდრიდების კატალიზატორების ფიზიკურ-ქიმიური და კატალიზური თვისებების კვლევა

კატალიზატორის აქტიური კომპონენტისა და სარჩელის ბუნება, მომზადების მეთოდი მნიშვნელოვნად განაპირობებენ მის თვისებებს. ამიტომ ციტრალის ჰიდრიდების რეაქციისათვის სინთეზის რამდენიმე მეთოდის გამოყენებით მომზადდა სხვადასხვა ლითონისა და ალუმინსილიკატის შემცველი კატალიზატორები, რომლებიც შესწავლილი იყო თანამედროვე ფიზიკურ-ქიმიური კვლევის მეთოდებით.

ციტრონელზე მუდმივად მზარდი მოთხოვნები წარმოების სხვადასხვა სფეროებში ვერ კმაყოფილდება მხოლოდ ბუნებრივი ნედლეულის ხარჯზე და ციტრონელის ჰიდრიდების პროდუქტებით. ამასთან დაკავშირებით ნედლეულის ბაზის გაფართოების მიზნით ციტრონელის მისაღებად გამოვიყენეთ ციტრალის კატალიზური ჰიდრიდება.

ამ მიზნით ჩვენს მიერ ბუნებრივი ალუმინსილიკატის - გუმბრინის საფუძველზე მომზადებულია Ni, Cu, Pd და Ni-Cu შემცველი კატალიზატორები. ნიმუშები 1-დან 10-მდე და 13 მომზადდა გუმბრინის გაქვნივით შესაბამისი მარილებიდან [1], ხოლო 11 და 12 სპილენძის შემცველი ნიმუშები NaY ცეოლითის საფუძველზე შესაბამისად - ელექტროლიზური მეთოდით [2] და უბრალო იონმიმოცვლით ხსნარებიდან (ცხრ.1).

მიღებული ნიმუშების დასახასიათებლად ჩატარდა მათი გამოკვლევა - 1 და 2 ნიმუშების ადსორბციული შესწავლა ვაკუუმურ დანადგარზე კვარციანი მიკროსასწორით, ხოლო 11 და 12 ნიმუშების წყლის წონით ადსორბციით. მიღებული ბენზოლის ორთქლის ადსორბციისა და დესორბციის იზოთერმების საფუძველზე გამოთვლილია 1 და 2 ნიმუშების ჰედრითი ზედაპირი, ფორიანობა და დიფერენციალური სტრუქტურული მრუდები. ნიკელის დისპერსიულობის შეფასების მიზნით 1 და 2 ნიმუშებისათვის, ხოლო 11 და 12 კატალიზატორებში სპილენძის დაქანგულობის ხარისხის დასადგენად ჩატარდა მათი ზედაპირული ფენის კვლევა რენტგენული ფოტოელექტრონული და ოქე სპექტროსკოპიის მეთოდებით. სპექტრები გადაღებულ იქნა ES-100 ფირმა A.E.J. სპექტრომეტრზე. სპექტრების გადაღების წინ 1 და 2 ნიმუშები დამუშავდა უშუალოდ სპექტროსკოპის კამერაში ვაკუუმში 200 და 350° პირობებში წყალბადის არეში, ხოლო 11 ნიმუში - მხოლოდ ვაკუუმში (10 მმ ვერცხლისწყლის სვეტი).

ციტრალის ჰიდრიდება ჩატარდა რხევად ავტოკლავეში მოცულობით 120სმ³. ავტოკლავეში ჩატვირთვამდე კატალიზატორები აღდგებოდა ელექტროლიტური წყალბადის ნაკადში 200 და 350°-ზე, შემდეგ ხდებოდა მათი პასივირება, რეაქტორში გადატანა და მათი შემდგომი აღდგენა.

ცენტრის პერიოდი სტადიაზე ცენტრატორებზე. ცდის ტემპ. 60°.
საძირკლავობა 2 საათი, წყალბადის წნევა 20 ატმ.

ცენტრატორის N	ცენტრატორები და ეჭვური ფაზის შედეგობა	გამსწვლია	თანაცე- ტრალიზა- ციის 10 წილის ცენტრატორებზე	ცენტრატორის შედეგობა, მას %				
				ცენტრალა	ცენტრი- ალა	ცენტრი- ალა	3,7-დი- ჰელო- ციტა- ლა	3,7-დი- ჰელო- ციტა- ლა
1	Ni ₂ Cu ₂ Si ₂ (6,0)	ცენტრალა	K ₂ CO ₃	1	72	11	7	9
2	Ni-Cu ₂ Cu ₂ Si ₂ (6,0;2,0)	-	-	-	69	13	9	9
3	NiCu ₂ Cu ₂ Si ₂ (6,0;2,0)	-	-	-	67	13	10	10
4	Ni ₂ Cu ₂ Si ₂ (6,0)	-	C ₂ H ₅ ONa	-	77	9	6	8
5	Ni-Cu ₂ Cu ₂ Si ₂ (6,0;2,0)	-	-	-	76	11	6	7
6	Ni-Cu ₂ Cu ₂ Si ₂ (6,0;2,0)	-	-	-	74	12	7	7
7	Ni ₂ Cu ₂ Si ₂ (6,0)	მომპრო- ბირული	-	-	90	5	2	7
8	Ni-Cu ₂ Cu ₂ Si ₂ (6,0;2,0)	-	-	-	87	4	6	3
9	Ni-Cu ₂ Cu ₂ Si ₂ (6,0;2,0)	-	-	2	83	6	8	1
10	Si ₂ (0,5)	-	-	-	8	14	-	18
11	Cu ₂ NaY(6,3)	-	-	58	34	8	-	-
12	Cu ₂ NaY(6,1)	-	-	81	13	6	-	-
13	Cu ₂ Cu ₂ Si ₂ (6,2)	-	-	60	31	9	-	-



ციტრალის ციტრონელოლში ჰიდრირების პირობები და წარმოდგენილია 1 ცხრილში. როგორც ცხრილიდან ჩანს, ჰიდრირების მიმდინარეობს 1 ნიმუშზე, ხოლო კატალიზატორის შედგენილობაში სპილენძის შეტანა (ნიმუში 2) იწვევს გამოსავალი ნივთიერების შემცირებას. აღნიშნული შეიძლება აიხსნას ამ რეაქციაში ნაკლებად აქტიური სპილენძის მიერ ნიკელის აქტიური ცენტრების ბლოკირებით. შესაძლებელია აგრეთვე გავლენას ახდენს 1 ნიმუშიდან 2-ზე გადასვლის დროს ხვედრითი ზედაპირის შემცირება 41-დან 37მ²/გ, ან აღსორბციული უნარის დაქვეითება 0,16-დან 0,12 მმოლ/გ-მდე, როცა $\frac{P}{P_s} = 0,17$.

ორივე ეს კატალიზატორი ხასიათდება ერთგვაროვანი სტრუქტურული ფორმების მაქსიმუმით 15-40 Å.

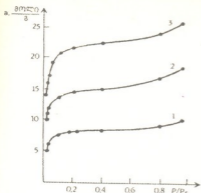
გარდა ზემოთ აღნიშნული მოსაზრებებისა, რომლებიც შესაძლებელია გავლენას ახდენენ 1 და 2 კატალიზატორების თვისებებზე, გარკვეულ როლს თამაშობს ლითონების დისპერსიულობაც. როგორც რენტგენული ფოტოელექტრონული სპექტრების შედეგები გვიჩვენებს (ცხრ.2) Ni, Cu და Al ხაზების ფარდობითი ინტენსივობის მონაცემებით 1 ნიმუშში ნიკელი იმყოფება მაღალდისპერსიულ მდგომარეობაში, მისი ნაწილაკების ზომა არ აღემატება 20Å, მაშინ როდესაც სპილენძის დამატება (ნიმუში 2) იწვევს აქტიური ფაზის ნაწილაკების ზომის გაზრდას, რაც დასტურდება ინტენსივობის ფარდობის შემცირებით 1,5-ჯერ. შესაძლებელია აქტიური ფაზის დისპერსიულობის ცვლილება გავლენას ახდენს კატალიზატორის აქტიუობაზე.

ცხრილი 2

გუმბრინზე დაფენილი კატალიზატორების Ni და Ni-Cu რენტგენული ფოტოელექტრონული სპექტროსკოპიის კვლევის შედეგები

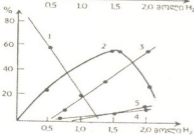
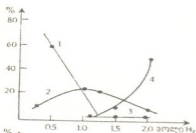
კატალი- ზატორის N	კატალი- ზატორი	$\sum Ni 2P_{3/2}$	$\sum Cu 2P_{3/2}$	$\sum Al 2S$	I_{Ni}/I_{Al}	I_{Cu}/I_{Al}
1	საწყ.	856,3	-	75,7	1,61	-
	აღდგ.	856,3/852,4	-	75,7	1,60	-
2	საწყ.	856,2	931,8	75,8	1,04	0,25
	აღდგ.	855,8/852,2	931,2	75,8	0,92	0,45

რეაქციის მიმართულეა იცვლება აგრეთვე მიერთებული წყალბადის რაოდენობის მიხედვითაც. თუ 1 სურათს დავაკვირდებით, 1 კატალიზატორზე პირველ რიგში ჰიდრირდება შეუღლებული უჯერი ბმები და წარმოიქმნება ციტრონელალი, ხოლო შემდგომ საფეხურებზე იწყებს ჰიდრირებას ალდეჰიდის ჭგუფი, რომელიც იძლევა ციტრონელოლს. რაც შეეხება იზოლირებულ ორმაგ ბმებს, იგი ძალიან დაბალი ხარისხით ჰიდრირდება. ნიკელის შემცველი კატალიზატორებისაგან განსხვავებით პალადიუმის შემცველი კატალიზატორი 10 განსხვავებულ სურათს იძლევა. ერთი მთლიანი წყალბადის შთანთქმის მომენტში წარმოიქმნება ციტრონელალი და პრაქტიკულად არ ჰიდრირდება ალდეჰიდური ჭგუფი, შემდგომში ჰიდრირებას განიცდის იზოლირებული ორმაგი ბმა და დიდი რაოდენობით მიიღება 3,7-დიმეთილოქტანალი. ზემოაღნიშნული დიდი განსხვავება 1 და 10 კატალიზატორის თვისებებში შეიძლება გამოწვეულია აქტიური კომპონენტის



სურ.1. კატალიზატორის აქტიური ფაზის ბუნების გველენა ციტრალის ჰიდრირების პროდუქტზე. გამსხვავი იზოპროპანოლი $P_{H_2} = 20$ ატმ., $T = 60^\circ C$.

ა) კატალიზატორი 1; ბ) კატალიზატორი 10: 1. ციტრალი, 2. ციტრონელალი, 3. ციტრონელალი, 4. დიმეთილოქსანალი, 5. დიმეთილოქსანალი.



სურ.2. წყლის ორთქლის აღსორბციის იზოთერმები სინთეზურ NaY ცეოლითზე და მისი სპილენძით მოდიფიცირებულ ფორმებზე: 1. CuNaY ელექტროლიზით (1ა), 2. NaY საწყისი, 3. CuNaY ჩვეულებრივი იონმიმოცვლით.

- ნიკელისა და პალადიუმის სხვადასხვა ენერგეტიკული მდგომარეობით და მათ ზედაპირზე სხვადასხვა ფორმის წყალბადის არსებობით, ამასთან ერთად ციტრალში მყოფი უჯერი ბუნებისა და კარბინოლის ჭგუფის თავისებური აღსორბციით.

აღრეულ შრომებში [3] ნაჩვენებია, რომ ციტრალის ჰიდრირება შესაძლებელია წარმოართოს სპილენძის შემცველ კატალიზატორებზე. ამ მიზნით მოვაშხადეთ გუმბრინისა და ცეოლითის საფუძველზე სპილენძის შემცველი ნიმუშები, რომლებიც გამოიცადა ციტრალის ჰიდრირების რეაქციაში (ცხრ.1). როგორც კვლევის შედეგებმა გვიჩვენა, სპილენძის კატალიზატორები 11, 12 და 13 შედარებით ნაკლებ აქტივობას იჩენენ დანარჩენ შესწავლილ ნიმუშებთან შედარებით. უნდა აღინიშნოს, რომ მათ შორისაც არის განსხვავება. მაგალითად, ელექტროლიზის მეთოდით მიღებული ნიმუში 11 იჩენს ორჯერ უფრო მაღალ აქტივობას, ვიდრე ნიმუში 12. ამ ფაქტის ასახსნელად აღნიშნული ნიმუშები შევისწავლეთ წონითი აღსორბციისა და რენტგენული ფოტოელექტრონული და ოქე სპექტროსკოპიის მეთოდებით. წყლის ორთქლის აღსორბციული უნარის მიხედვით ეს ორი ნიმუში 11 და 12 მნიშვნელოვნად განსხვავდება ერთმანეთისაგან (სურ.2). NaY მოდიფიცირება ჩვეულებრივი მეთოდით (ნიმუში 12) იწვევს აღსორბციული უნარის შემცირებას საწყის ცეოლითთან შედარებით 44,8%-ით წყლის მიმართ, როცა $P/P_s = 40$. შენიშნული ეფექტი შესაძლებელია გამოწვეულია ელექტრონული ურთიერთქმედების შესუსტებით. წყლის მოლეკულებსა და კათიონებს შორის, კათიონის დადებითი მუხტის სიმკვრივის შემცირების გამო. ნიმუში 11-ის შემთხვევაში იზრდება წყლის ორთქლის აღსორბციის უნარი, რაც ნათლად ჩანს მოცემულ იზოთერმაზე (სურ.2), ეს შესაძლებელია დაკავშირებულია იმასთან, რომ მეორე შემთხვევაში სპილენძის გარკვეული ნაწილი



იმყოფება არა ორმუბტანი, არამედ ერთმუბტანი კათიონის სახით. აღნიშნული მოსაზრება დადასტურებული იყო 3 ცხრილში მონაცემებით. კატალიზატორ 11 სპექტრის $\text{Cu}2P_{3/2}$ დონისა და სპილენძის ორმუბტანების საფუძველზე დადგენილია, რომ $E_{კატ} = 918$ ევ, რაც იმის მაჩვენებელია, რომ ნიმუში 11 შეიცავს Cu^{+1} , მაშინ როდესაც ნიმუშ 12-ის შემთხვევაში $E_{კატ} = 932$ ევ, რაც მიუთითებს იმაზე, რომ მასში არსებობს Cu^{+2} [4]. დადგენილია, რომ ნიმუშ 11-ში მთელი შეყვანილი სპილენძის რაოდენობიდან 70% მოდის Cu^{+1} -ზე, ხოლო ნიმუშ 12-ის შემთხვევაში იგი საერთოდ არ არის წარმოდგენილი (ცხრ. 4). ეს მონაცემები

ცეოლითის ფოტოელემენტრონული სპექტროსკოპიის კვლევის შედეგები

კატალიზატორის N	კატალიზატორი	$\frac{Si2P}{Al2P}$	$\frac{Si2P}{O1S}$	$\frac{Na2S}{Si2P}$	$\frac{Cu3S}{Si2P}$	$\frac{Cu3S}{Al2S}$	$\frac{Na1S}{Cu2P_{3/2}}$	$\frac{Cu3P}{Al2P}$
11	CuNaY	2.29	0,385	0,296	0,065	0,237	0,897	0,090

ცხრილი 4

CuNaY კატალიზატორების დახასიათება

კატალიზატორის N	კატალიზატორი	სპილენძის მიმოცვლის ხარისხი	შეყვანილი სპილენძის ხარისხი, %	რაოდენობა შეყვანილი სპილენძის საერთო რაოდენობიდან, %
11	CuNaY	6,7	6,31	70
12	CuNaY	6,5	6,14	0

ადასტურებენ, რომ ამ ნიმუშების განსხვავებული აქტივობა ციტრალის ჰიდრირების რეაქციაში განპირობებულია სპილენძის დაჯანგულობის ხარისხით და მათი სხვადასხვა პოზიციით ცეოლითში. ამასთან ერთად უნდა აღინიშნოს, რომ ორივე ნიმუში პრაქტიკულად თითქმის ერთნაირი რაოდენობით შეიცავს სპილენძს (ცხრ.1).

სპილენძის შემცველი კატალიზატორი 13, რომელიც მომზადდა გუმბრინის საფუძველზე, აქტივობით ოდნავ აღემატება ნიმუშ 11-ს. ეს შესაძლებელია აიხსნას იმით, რომ NaY ცეოლითის შესასვლელი ფანჯრების ზომები არ აღემატება 9-10Å, ხოლო ციტრალის კრიტიკული დიამეტრი თავისი ზომების გამო ქმნის სტერიულ ფაქტორს, რაც ხელს უშლის გარდასაქმნელ მოლეკულას შეაღწიოს ცეოლითის სიღრმეში და რეაქცია მიდის მხოლოდ კატალიზატორის გარე ზედაპირზე, მაშინ როდესაც გუმბრინი ხასიათდება დიდი გარდამავალი ფორებით [5], რაც შესაძლებელს ხდის, რეაქციაში მონაწილეობდეს კატალიზატორის მთელი მასა და რაც იძლევა საშუალებას, ციტრალის მოლეკულებმა კატალიზატორის სიღრმეში არსებულ აქტიურ ცენტრებამდე მიადწიონ.

საქართველოს მეცნიერებათა აკადემია
პ.შელიშვილის სახ. ფიზიკური და ორგანული
ქიმიის ინსტიტუტი

[შემოვიდა 1.2.1994]



В.Г.Чивадзе, Г.О.Чивадзе (член-корр. АН Грузии), Ц.И.Наскидашвили

Исследование физико-химических и каталитических свойств катализаторов гидрирования

Резюме

Методами пропитки, ионообмена и электролиза приготовлены катализаторы, содержащие Ni, Cu, Ni-Cu, Pd на гумбрине и медные формы на основе цеолита. Полученные образцы исследованы методами адсорбции и рентгенофотоэлектронной и ОЖЕ-спектроскопии и испытаны в реакции гидрирования цитраля в citronellol.

Высказаны соображения о влиянии природы активной фазы и ее дисперсности, удельной поверхности, пористости и степени окисления металлов в катализаторах на активность в реакции гидрирования цитраля.

PHYSICAL CHEMISTRY

V. Chivadze, G. Chivadze, Ts. Naskidashvili

Study of Physico-Chemical and Catalytic Properties of Hydration Catalysts

Summary

Catalysts, containing Ni, Cu, Ni-Cu, Pd on gumbrine and copper forms on the basis of NaY zeolite have been prepared by the methods of impregnation, ion exchange and electrolysis. The samples obtained were investigated by adsorption and RPE and OZE spectroscopy, and then tested in hydration of citral and citronellol.

The influence of a nature of active phase and its dispersity, specific surface, porosity and degree of oxidation of metals in catalysts on the activity in citral hydration has been considered.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. Г.О.Чивадзе, Х.И.Арешидзе, З.В.Кобаладзе. ЖПХ, **48**, 6, 1975.
2. Г.В.Цицишвили, Т.Г.Андроникашвили, Г.В.Майсурадзе, Л.Я.Ланерашвили. Авт. св. N582201, Б.И., N 44, 1977.
3. Pat.DDR. N 29544, 1964.
4. А.А.Смикин, Г.В.Антошин, М.И.Локтев и др. Кин. и кат., **19**, 3, 1978.
5. Г.О.Чивадзе, Д.И.Барнабишвили, Н.И.Гогодзе. Изв. АН ГССР, **1**, 2, 1975.

Н.Ш.Салуквадзе, З.Н.Кецховели, Г.Н.Салуквадзе

Вопросы стратиграфии олигоцена Ахалцихской котловины

(Представлено академиком И.П.Гамкрелидзе 29.11.1994)

С тех пор, как швейцарский натуралист Фредерик Дюбуа де Монпере полтора с небольшим века тому назад близ г. Ахалцихе отметил наличие слоев с нуммулитовой фауной (это, вероятно, и первое сообщение о присутствии эоценовых образований на Кавказе), сведения по геологии палеогеновой системы Месхети находим во многих трудах. Среди них впечатляет работа Б.Ф.Мефферта [1], разработавшего еще в тридцатые годы этого столетия одну из первых стратиграфических схем олигоцена Ахалцихской котловины с неплохой по тем временам детальностью. По стратиграфии изучаемых столь продолжительное время образований есть, к сожалению, немало ошибочных положений. Запутаны и некоторые вопросы, касающиеся номенклатуры. Так, разные в литологическом отношении осадки (в пространстве) нередко выделяются под одним и тем же наименованием. Часть литостратонов имеет разные наименования (синонимии). Кроме того, ряд подразделений получили не пригодные к употреблению названия (например, „нижняя свита песчаников цхрутацахана“, „свита рыхлых песчаников и пестрацветных глин“). Некоторые литостратоны, выделенные [2-4 и др.] в качестве региональной или местной, не представляют собой реально существующее геологическое тело или же являются развитой на небольшой площади пачкой. Считаем также не совсем правильным применение к олигоценовым отложениям Ахалцихе наименования „майкопские глины“ или „майкопская серия“. Последняя, будучи широко развитой в олигоцене (и в нижнем миоцене) северной части Закавказья и Северного Кавказа, представляет собой совокупность пород, отличающуюся от разновозрастных образований Ахалцихской котловины и по составу и по строению.

Сказанное выше едва ли повлечет за собой лучшее понимание стратиграфии палеогена рассматриваемого региона. Поэтому, чтобы избежать осложнений и затруднений в разработке стратиграфической схемы (а также в устных и печатных сообщениях), необходимо выделять литостратиграфические подразделения (свита, подсвита, слой) аргументированно и вдумчиво. Не надо забывать, что вещественный состав является основным критерием выделения литостратонов. При этом они должны прослеживаться по всей площади литофациального района или хотя бы в значительной его части.



Положение чувствительно усугубляется и тем, что предложенных [2,3,5,6, и др.] стратиграфических схем олигоцена ошибочны. В отличие от них разработанная Ж.Р.Казахашвили [7] схема, на наш взгляд, близка к истине и дает в целом неплохую картину последовательности осадков. Но и в этой схеме не все осмыслено с должным вниманием. По вопросам, касающимся, в частности, валидности выделенных автором „каратубанского горизонта“, „хадумского“ и „месхетского“ ярусов, у нас иное мнение. Предложенное деление олигоценового отдела на новые ярусы является, скорее всего, предположением, но оно безусловно заслуживает внимания. В силу понятных причин нет возможности детально рассмотреть здесь сложный и большой вопрос ярусного деления олигоцена. Заметим лишь, что материал Ахалцихской котловины может способствовать решению этого вопроса.

В течение позднеэоценового времени в восточной части котловины формировались отложения мардынской свиты, а в западной части – адигенской свиты. Породы обеих свит включают позднеэоценовые комплексы моллюсков – *Yariamussium fallax*, *Pecten arcuatus*, *Pycnodonta brongniarti*, *Chlamis biarritzensis*, *Pseudomussium comeum* и др. (рр. Марда, Борбало, с. Чечла). На присутствие здесь верхнеэоценовой моллюсковой фауны указывают и прежние исследователи [8-10 и др.]. В этих же слоях удалось обнаружить *Nummulites orbigny*, *N. incrassatus*, *N. cf. striatus*, *N. cf. budensis* (р. Борбало), *N. bouillei*, *N. cf. chavannesi* (с. Чечла, рр. Лерциани, Оцхе), удостоверяющие верхнеэоценовый возраст вмещающих пород. В этой свите содержится комплекс нанопланктона верхнеэоценовой зоны *Discoaster barbadiensis* с тремя подзонами – *Chiasmolithus oamarimensis*, *Istmolithus recurvus*, *Sphenolithus pseudoradians* [11]. В образцах, взятых нами из самых верхних слоев (р. Борбало), оказалась не очень богатая ассоциация планктонных фораминифер, отвечающая, по видимому, верхней части верхнего эоцена (зона *Globorotalia centralis*?). В осадках присутствуют также многочисленные бентосные фораминиферы зоны *Bolivina antegressa*.

Выше пластуются отложения олигоцена. Этот отдел наиболее полно представлен и палеонтологически хорошо охарактеризован в Ахалцихской синклинали, где в его строении можно проследить нижеописанные литостратоны (снизу вверх):

ПОЦХОВСКАЯ СВИТА (по р. Поцхови, левый приток р. Мтквари) представлена сочетанием серых, темно-серых и коричневатых-серых часто известковистых глин и песчаных глин с прослоями и линзами мергелей (преимущественно в верхней части), алевролитов и песчаников. Последние иногда сгруппированы в пачки. Почти по всему разрезу встречается нижеолигоценовая ассоциация моллюсков – *Glycymeris obovatus*, *Nucula comta*, *Pecten arcuatus*, *Calyptraea striatella* и др., остатки ихтиофауны, *Planorbella* sp., а также мелкие фораминиферы нижеолигоценовой зоны *Pararotalia canui* (рр. Лерциани, Борбало).

В основании описываемой свиты прослеживаются давно и пристально изучаемые каратубанские песчаники – серые и желтовато-



серые песчаники с прослоями, прослойками и линзами песчаных глин, алевролитов и (редко) мелкогалечного конгломерата. По утверждению М.В.Качаравы и М.Ф.Хучуа [6], в нижней части присутствует пирокластический материал (туффиты, туфы, туфопесчаники). Общая мощность песчаников в окрестности с. Каратубани 45-55м. У ряда геологов сложилось впечатление, а у некоторых и уверенность о распространении этих песчаников по всему ахалцихскому литофациальному району. Они нередко выделялись в качестве самостоятельного подразделения (свита, горизонт). Подчеркиваем, что каратубанские песчаники не развиты по всему району. Они являются компонентом всего лишь нескольких разрезов северного борта котловины (окрестности сс. Ани, Дзири, Каратубани). Западная латеральная граница этих песчаников находится где-то между р. Кархух и с. Ани, а восточная – восточнее с. Каратубани.

По данным И.В.Качаравы и его коллег [12], М.В.Качаравы и М.Ф.Хучуа [6], в нижней части отмеченных песчаников находятся мелкие фораминиферы зоны *Bolivina antegressa*. С учетом этого, а также на основании литологического состава (пирокластический материал), возраст этих пород, относимых прежними исследователями к олигоцену, определен ими как верхний эоцен. Возражать нечем, ибо другая, сколько-нибудь пригодная для биостратиграфии фауна или флора здесь к настоящему времени не обнаружена.

В верхних слоях интересующих нас песчаников (верхние 20-25м) заключены остатки рыб, *Planorbella* sp., мелкие фораминиферы зоны *Paratotalia canui* (р. Лерциани) и известный еще со времени исследования Германа Абиха, имеющий биостратиграфическое и, что чрезвычайно важно, корреляционное значение, каратубанский комплекс моллюсков – *Glycymeris obovatus*, *Nucula comta*, *Pecten arcuatus* и др.

Ассоциация моллюсков, обнаруженных в отложениях поцховской свиты (эти осадки иногда выделяются как слои с *Nucula comta* или слои с *Planorbella*), в том числе и в каратубанских песчаниках, весьма сходна по составу с таковой хадумской свиты Северного Кавказа. Отложения и того и другого литостратона и их аналогов (ишхская свита и др.), по всей вероятности, занимают один и тот же интервал – они располагаются над верхним эоценом и непосредственно покрываются палинкой (остракодовой) свитой (Северный Кавказ) и оцинскими слоями (Закавказье), породы которых содержат характерные сообщества солоноватоводных (вероятно, одновозрастных) моллюсков. Важно отметить, что каратубанский (поцховский) и хадумский комплексы моллюсков обнаруживают общность родового и видового состава с набором фауны рюпельского яруса (нижний олигоцен) внеальпийской Европы, что дает основание предполагать их синхроничность.

Каратубанский комплекс ископаемых организмов имеет немаловажное значение и для решения вопроса ярусного деления олигоценового отдела. Дело в том, что слои с нижнеолигоценным каратубанским комплексом (верхняя часть каратубанских песчаников) смыкаются с осадками нижней части каратубанских песчаников, включающих, как убеждают нас вышеназванные исследователи,



бентосные фораминиферы зоны *Bolivina antegressa*. Последняя, по моему мнению (и не только их), является самой молодой зоной приабхазского яруса (верхний эоцен) Средиземноморья (желательно подтвердить это мнение результатами изучения других групп фауны или флоры, тем более, что с такой трактовкой возраста этой зоны не все согласны). Следовательно, нижняя граница олигоцена Ахалцихской котловины должна проходить под верхней частью каратубанских песчаников и ее аналогов, что будет соответствовать подошве поцховской свиты. Приведенный материал указывает, что олигоценый отдел, скорее всего, следует начинать с подошвы слоев с каратубанским комплексом моллюсков и одновозрастным с ним хадузмским и рюпельским комплексами, т.е. рюпельским ярусом, а не латдорфским (или его верхней части), как полагают некоторые стратиграфы Западной Европы.

Залегающие выше осадки Ж.Р.Казахишвили [13] выделила как **ОЦХИНСКИЕ СЛОИ** (слои Оцхе). Их слагают серые, темно-серые, желтовато-серые глины, песчаные глины, алевролиты, песчаники. Породы иногда известковистые. Здесь обнаружены остатки солоноватоводных моллюсков [7,14]. В исследованных нами разрезах (рр. Оцхе, Лерциани, с. Пареха) присутствуют *Janschinella garetzkii*, *Jan. melitopolitana*, *Corastoderma serogosicum*, *C. samodurovi*, *Lenticorbula socolovi*, *Urbnisia lata* и др. Верхняя граница этого стратона отбивается вполне четко, нижняя же — не очень. В этом случае нижнюю границу надлежит проводить на том уровне, где нормальноморская фауна сменяется солоноватоводным комплексом. Мощность описываемых слоев в разрезах Ахалцихской синклинали достигает 20-25м.

ЦАХАНСКАЯ СВИТА (по с. Цахани, Адигенский р-н) — серые, местами желтовато-серые и коричневатые-серые, часто толстослойные, преимущественно средне- и крупнозернистые песчаники с прослоями и линзами конгломератов и песчаных глин. Из этих пород, обнаженных по р. Лерциани, Ж.Р.Казахашвили [7] определила *Serastoderma serogosicum*, *Lenticorbula bogatschevi*, *Melanopsis callosa* и др. Мощность до 65м. Этот литостратон в разное время выделялся под наименованием „нижние песчаники Цхрута-Цахана” [4], „нижние корбулевые песчаники Цхрута-Цахана” [7], „нижние корбулевые песчаники” [15].

ВАЛЕЙСКАЯ (УГЛЕНОСНАЯ) СВИТА (по с. Вале, Ахалцихский р-н) — красновато-серые, серые, желтовато-серые, желтовато-бурые глины с прослоями и пачками песчаников, алевролитов и лигнитов. В них заключены моллюски — *Melanopsis hantkeni* и др. [5,7]. Мощность до 150м. По мнению А.К.Габуния [15], эти осадки формировались в условиях субтропического или тропического климата в лагуне, берега которой покрывали болотные леса, за счет которых и образовались угольные пласты. Стратиграфическая граница данной свиты отбивается довольно резко. Цаханская свита (подстилающая) и парехская свита (покрывающая) хорошо маскируют описываемый литостратон. Последний выделялся как „продуктивная (угленосная) свита или угленосная толща” [16], „нижняя пестроцветная свита” [5], „лигнитовая



или нижняя пестроцветная свита" [7], „свита рыхлых песчаников пестроцветных глин" [15,17].

ПАРЕХСКАЯ СВИТА (по с. Пареха, Ахалцихский р-н) – серые и желтовато-серые, преимущественно толстослоистые песчаники. Севернее с. Пареха в них присутствуют *Cerastoderma serogosicum*, *S. samodurovi*, *Lenticorbula bogatschevi*, *Melanopsis callosa* (опр. Казахашвили). Мощность 20-40м, местами до 125м. Для этого литостратиграфического подразделения прежние авторы употребляли названия „верхние песчаники Цхрута-Цахана" [5,6,8], „верхние корбулевые песчаники" [15], „верхние корбулевые песчаники Цхрута-Цахана" [7].

Здесь необходимо отметить, что цаханскую, валеюскую и парехскую свиты нередко объединяют [5,16 и др.] под наименованием „корбулевые слои", возраст которых иногда ошибочно определялся как миоцен. На формирование этого мнения влияние, вероятно, оказали О.С.Вялов и А.А.Коробков [5,18] и в особенности А.Г.Лалиев [5]. Последний отнес эти слои к нижнему миоцену и даже счел возможным сопоставить их с аквитанским ярусом Западной Европы. Заметим, что в распоряжении названного автора (и других) не находились палеонтологические или стратиграфические данные, чтобы убедить нас в этом.

Для вышерасположенных отложений Ж.Р.Казахашвили [13] употребила название **БЕНАРСКАЯ СВИТА**. Предыдущие и некоторые последующие геологи [5,16-19] называли их „пестроцветной свитой" или „верхней пестроцветной свитой". Рассматриваемый литостратон не следует путать с выделенной А.А.Ворошиной [20] „бенарской свитой", объем которой автором понимается недопустимо широко – в ее состав, наряду с описываемыми породами, без всякого мотивирования были включены и нижележащие литостратиграфические подразделения. Некоторые геологи – одни в сороковые годы или чуть позже, другие в близкое нам время – эти отложения рассматривали в составе вышележащей годердзской свиты. В недавно опубликованной работе М.В.Качаравы и М.Ф.Хучуа [6], напр., выделили их как „пестроцветную толщу" и включили в состав годердзской свиты. Поводом для этого послужили встречающиеся, по их словам, в этом подразделении „прослой довольно свежих эффузивных и туфо-осадочных пород, совершенно не отличимых от пород верхней части годердзской свиты". Однако еще в конце пятидесятых годов Н.И.Схиртладзе [17], отвергая мысль о присутствии в породах бенарской свиты первичного пирокластического материала, вполне убедительно доказал, что „нельзя отождествлять породы годердзской свиты [верхняя часть годердзской свиты по Качаравы и Хучуа] с породами пестроцветной свиты [„пестроцветная толща" по Качаравы и Хучуа]. Это разные геологические образования, характеризующиеся разными литологическими особенностями". „Глины пестроцветной свиты, – пишет далее автор, – являются аналогичными глинам лигнитовой (продуктивной) толщи" (валеюская свита). Комментировать эти компетентные высказывания не имеет смысла – они сами говорят за себя. Добавим лишь, что изученные и нами разрезы – а их набирается не так уж мало – позволяют предполагать, что мы имеем дело с разными

литостратонами и что между их формированием накопления осадков не происходило.

Описываемую свиту слагают красновато-серые, серые и зеленовато-серые (порой слабоизвестковистые) с прослоями и пачками (до 4,5 м) песчаников. Мощность до 400-500м. Именно в этом составе и объеме, а не иначе, надо рассматривать эту свиту. Возраст последней понимается по-разному. А.Г.Лалиев [5] считает, что обнаруженная в ее средней части „богатая стеногалиновая фауна” позволяет отнести вмещающие породы к бурдигальскому ярусу (нижний миоцен). Однако приведенная им фауна [с. 117, таб. I-III] для датировки, к сожалению, недостаточна. Согласно А.К.Габуния [15], в песчаниковых пачках (костеносные слои у автора), обнаженных близ с. Бенара, присутствует фауна наземных млекопитающих, обитавших в позднеолигоценовых болотах и влажных лесах и относительно сухих саваннах. Интересно отметить, что, по мнению автора, во время накопления осадков с этой фауной „установился лагунный режим, сменивший условия солоноватого корбулевого моря” (парехское море). Верхнеолигоценовый возраст позвоночных, пожалуй, не вызывает возражений. Что же касается определения уровня местонахождения этой фауны то, по-видимому, этот вопрос заслуживает особого внимания. Это прежде всего объясняется тем, что отложения, содержащие остатки позвоночных, развиты в сложно построенном участке Ахалцихской котловины, что затрудняет выяснение их взаимоотношения с другими литостратонами. Но дело не только в этом. Ископаемые организмы заключены в останце оползневой вала, что, на наш взгляд, весьма отрицательно может сказаться на точном определении уровня этого комплекса в разрезе олигоцена района.

Возраст обнаженной выше континентально-вулканогенных образований годердзской (кисатибской) свиты, насколько о нем можно судить по фауне гиппарионов, определяется как верхний миоцен – нижний плиоцен [15], а по флоре – средний миоцен [21] или плиоцен [22].

Предложенное расчленение олигоцена Месхети является естественным и, с нашей точки зрения, наилучшим из возможных. Каждый из литостратонов, о которых речь шла выше, довольно четко отличается от смежных по разрезу подразделений и по литологическому составу и внешне (ортостратиграфической группой являются моллюски). Они – и это следует подчеркнуть – в пределах отмеченного литофациального района выдержаны по простиранию, являясь маркирующими стратонами. Не исключено возрастное скольжение их границ, установление диапазона которого – вопрос сложный. Можно только предположить, что в сравнительно небольшом ахалцихском бассейне значительные изменения в ходе олигоценового седиментогенеза происходили одновременно или почти одновременно. Стабильность этих литостратонов создает благоприятные условия для разработки стратиграфической основы, крайне необходимой для проведения в этом районе геологических работ (к олигоцену приурочено промышленное месторождение бурого угля), в том числе



отвечающих современным требованиям кондиционных геологических съемок. Совокупность этих хорошо картируемых подразделений и должна составить легенду крупномасштабных геологических карт.

Академия наук Грузии
Геологический институт
им. А.И.Джанашидзе

(Поступило 29.12.1994)

გეოლოგია

ნ.სალუკვაძე, ზ.კეცხოველი, გ.სალუკვაძე

ახალციხის ქვაბულის ოლიგოცენის სტრატиграფიის საკითხები რეზიუმე

ახალციხის ქვაბულის ოლიგოცენში გამოიყოფა შემდეგი ლითოსტრატოგრაფიული ერთეულები (ქვევიდან ზევით): ფოცხოვის წყება, ოცხის შრეები, წახანის, ვალეს (ნახშირიანი), ფარეხას და ბენარას წყებები. ზევით უთანხმოდ განლაგებულია გოდერძის (ქისათიბის) წყება.

GEOLOGY

N.Salukvadze, Z.Ketskhoveli, G.Salukvadze

On the Stratigraphy of the Oligocen of the Akaltsikhe Depression

Summary

In the Oligocen of the Akhaltsikhe depression the following stratigraphic units are distinguished (in the ascending section): the Potskhovi suite, Otskhi sequence, Tsakhani, Vale (coal-bearing), Parekha and Benara suits. The Oligocene deposits are unconformably overlain over the Goderdzi (Kisatibi).

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. *Б.Ф.Мерферт*. Материалы к общ. сх., вып. 5, 1933.
2. *А.А.Ворошица*. Изв. АН СССР, сер. геол., 4, 1983.
3. *А.А.Ворошица*. Автореф. канд. дисс. М., 1977.
4. *Р.М.Зиракадзе*. Сообщ. АН ГССР, 105, 1, 1982.
5. *А.Г.Далиев*. Майкопская серия Грузии. М., 1964.
6. *М.В.Качарავა, М.Ф.Хучуа*. Геологические события на границе эоцена и олигоцена Грузии. Тбилиси, 1991.
7. *Ж.Р.Казахашвили*. Палеобиологическая история моллюсковой фауны соленовского горизонта Грузии. Тбилиси, 1984.
8. *И.В.Качаравა*. Труды ГИН АН ГССР, сер. геол., т. IX(XIV), 1955.
9. *И.В.Качаравა*. Труды ГИН АН ГССР, т. VI(XI), 1952.
10. *К.Г.Татишвили*. Моллюски позднего эоцена и раннего олигоцена Ахалцихской депрессии. Тбилиси, 1965.
11. *А.А.Панова, Е.Ю.Мамиганова, И.П.Табачникова*. Труды ВСЕГЕИ, нов. сер., т. 327, 1984.

12. *И.В.Качаравა, М.В.Качаравა, М.Ф.Хучуа*. Ann. inst. geol. Hung., 1961, т. LIV, fasc. 4, pars II, Budapest, 1971.
13. *Ж.Р.Казахашвили*. Сообщ. АН СССР, **62**, 1, 1971.
14. *С.В.Попов, А.В.Титова*. Палеонтолог. жур., 4, 1982.
15. *А.К.Габуния*. Бенарская фауна олигоценовых позвоночных. Тбилиси, 1964.
16. *И.В.Качаравა*. Труды ГИН АН СССР, сер. геол., т. XII(XVII), 1961.
17. *И.И.Схиртладзе*. Постпалеогеновый эффузивный вулканизм Грузии. Тбилиси, 1958.
18. *И.В.Качаравა*. Труды ТГУ, АЗ (144), 1972.
19. *М.В.Качаравა*. Стратиграфия палеогеновых отложений Аджаро-Триалетской складчатой системы. Тбилиси, 1977.
20. *А.А.Ворошина*. Вестник МГУ, 3, 1976.
21. *М.Д.Узнадзе*. Труды ГИН АН СССР, сер. геол., т. V(X), 1949.
22. *П.А.Мchedlishvili*. ДАН СССР, LXVIII, 5, 1949.

А.З.Сахелашвили

О наличии *Spitidiscus hugii* в отложениях нижнего баррема Крыма и Кавказа

(Представлено академиком АН Грузии А.К.Габуния 25.11.1993)

В стратотипе яруса (Юго-Восточная Франция) в нижнем барреме выделяют зону *Spitidiscus hugii*, занимающую его самую нижнюю часть [1-3].

Рассматриваемый вид-индекс названной зоны в Крымско-Кавказской области никем ранее не упоминался. Анализ литературного материала в 1984 году привел румынских исследователей [4] к выводу, что вид, описанный Н.И.Каракашем [5] и В.В.Друщицем [6] под названием *Spitidiscus andrussowi* Kar., из Крыма, в действительности включает экземпляры, которые должны быть отнесены к *S.hugii (ammonoidea)*. Несколько иначе обстоит дело на Кавказе. Этот вид найден только в Грузии, в нижнем барреме гагрского разреза [7,8]. В дальнейшем при описании разрезов баррема Грузии названный вид-индекс уже не упоминался [9-12].

Новые данные, касающиеся рассматриваемого стратиграфического уровня, приведены в нашей работе [13], в которой детально описан и проанализирован разрез теснины Хидкари (Рача, Западная Грузия). Здесь, непосредственно над верхнеготеривской зоной *Pseudothurmannia angulicostata* [9-11] в известняках нижней части нижнего баррема нами было обнаружено несколько удовлетворительной сохранности экземпляров вида-индекса *Spitidiscus hugii*. Учитывая большое биостратиграфическое значение, считаем необходимым дать его первое описание для Крыма и Кавказа, включая ревизованные экземпляры И.В.Рухадзе (коллекционный N 15/45) и И.П.Гамк्रेлидзе [14; коллекционный N 99/78).

ОТРЯД AMMONITIDA NYATT, 1889

Подотряд *Perisphinctina* Besnosov et Michailova, 1983

Надсемейство *Desmoceratodia* Zittel, 1895

Семейство *Holcodiscidae* Spath, 1924

Р о д *Spitidiscus* Kilian, 1910

Spitidiscus hugii (Ooster)

1860. *Ammonites hugii* Ooster, с. 103, т.24, фиг. 7-9, 11, 13-15

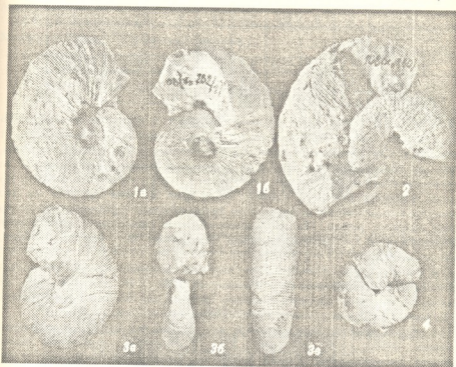
1901. *Holcodiscus hugii* Sarasin et Schondelmayer, с.48, т.4, фиг.8-11

1907. *Holcodiscus andrussowi* Karakasch, с.109, т.9, фиг. 22

? 1935. *Holcodiscus (Spitidiscus) oosteri* Цанков, с.71, т.2, фиг. 2-5

1960. *Spitidiscus andrussowi* Друщиц, с.306, т.47, фиг. 1,2

1966. *Spitidiscus oosteri* Бресковский, с.99, т.8, фиг. 8

Фиг. 1-4 *Spitidiscus hugii* (Ooster)

1а, б, 2 - Западная Грузия, Рача, теснина Хидикари, нижний баррем, зона *Spitidiscus hugii*.

3а-в, 4 - Лечхуми окр. с. Орбели, нижний баррем, зона *Spitidiscus hugii*

1967. *Spitidiscus oosteri oosteri* Dimitrova, с.153, т.77, фиг.1,3,26

1984. *Spitidiscus hugii* Avram, Kusko, с.16, т.3, фиг. 4

1985. *Spitidiscus oosteri oosteri* Tzankov, Breskovski, с.16, т.4, фиг.4-6

? 1987. *Spitidiscus hugii* Immel, с. 73, т. 4, фиг. 3

Лектотип из отложений баррема Швейцарии (Ooster, 1860, с. 103, т. 24, фиг. 11).

Материал. 8 ядер удовлетворительной сохранности – экз. N 99/78 – из коллекции И.П.Гамкредидзе, экз. N 15/45 – из коллекции И.В.Рухадзе – деформированный; остальные экземпляры из нашей коллекции представлены фрагментами и почти полными ядрами различной сохранности – экз. NN 108(Хп 280), 108(Хп 252), 108(Хп 252 а/1), 108(Хп 280/1), 108(Хп 280/2), 108(Хп 282/1).

Форма. Ядра средней толщины с умеренно возрастающими полушпудовитными оборотами. Поперечное сечение высоко-овальное. Наибольшая ширина - в середине боковых сторон. Наружная сторона округленная, нерезко переходит в слегка выпуклые боковые стороны.



Пупок умеренно широкий, неглубокий, ступенчатый. Стенки почти под прямым углом переходят в боковые стороны.

N	Δ	В	Ш	Ди	в	В:Δ	Ш:Δ	Ди:Δ	В:Ш	В:в
Голотип (Ooster, 1860)	50,4	20,2	-	13,6	16,6	40	-	26	-	1,22
99/78	35,8	15,7	13,3	9,7	10,3	44	37	27	1,18	1,52
108(Хп282/1)	39,5	19,2	-	8,3	14,0	49	-	21	-	1,60
108(Хп280)	51,3	22,7	-	10,7	17,9	44	-	21	-	1,27

Скульптура. Ядра сопровождаются тонкими нитевидными отчетливыми многочисленными ребрами, число которых может превышать 150. Ребра, как правило, начинаются у пупкового перегиба, далее, на боковых сторонах, они слегка изгибаются S-образно и на наружную сторону переходят непрерывно, слегка выгибаясь вперед. На разных уровнях боковых сторон некоторые из них делятся на две ветви, другие остаются одиночными. Межреберные пространства почти равны ширине ребер. На последнем обороте некоторых экземпляров наблюдаются 4-5 слабовыраженных пережима, а у других заметны лишь их следы.

Сравнение. Наибольшее сходство описываемый вид проявляет с *Spitidiscus oosteri* (Sarasin et Schöndelmayer, 1901, с.48, т.4, фиг. 6,7), но отличается от него наличием менее тонких, но более четких ребер, слабо выраженных пережимов и сравнительно широкого пупка.

По общей форме описываемый вид похож на *Spitidiscus andrussowii* (Karakach, 1907, с.109, т.9, фиг. 25), от которого отличается более тонкими, нитевидными, слегка S-образно изогнутыми ребрами, слабо выраженными пережимами и узким пупком.

Некоторое сходство описываемый вид проявляет также с *Spitidiscus intermedius* (d'Orbigny, 1840, с.128, т.38, фиг.5,6), однако отличается от него слабо S-образно изогнутыми тонкими ребрами, слабо выраженными пережимами.

Замечание. Оостер (Ooster) в 1860 году установил новый вид *S. hugii* (Ooster, 1860, с.103, т.24, фиг.7-11, 13-15). Ш. Саразин и Ш. Шендельмайер (Sarasin et Schöndelmayer, 1901, с.48, т.4, фиг.6..) из этого состава, на основании некоторых отличительных признаков, указав на типовой вид, сочли необходимым выделить новый вид *S. oosteri*. С этого времени эти два вида, из-за отсутствия четко сформулированного диагноза, отдельными исследователями воспринимались по-разному, что видно из синонимии. Здесь имеет, очевидно, смысл еще раз подчеркнуть основные отличительные признаки, о которых у авторов вида, как нам это представляется, говорится довольно ясно. Итак, *S. hugii* характеризуется очень тонкой ребристостью, изогнутой на боковых сторонах, слабыми до почти полного исчезновения пережимами и относительно широким пупком. Что же касается *S. oosteri*, то у него ребристость более грубая, пережимы глубокие и четкие, иногда сопровождаемые валиками, и сравнительно узкий пупок. На основании этого синонимика названных двух видов составлена нами в соответствии с изложенным.



Распространение. Нижний баррем Франции (зона *A.hugii*), Швейцарии, Болгарии, Румынии, Крыма, Грузии и Северных

Альп.

Местонахождение. Нижний баррем (зона *S.hugii*) теснины Хидикари (Рача), с.Орбели (Лечхуми).

Геологический институт
им. А.И.Джанелидзе АН Грузии

(Поступило 26.11.1993)

პალეონტოლოგია

ლ.სახელაშვილი

Spitidiscus hugii-ს (*Ammonoidea*) არსებობის შესახებ ყირიმ-კავკასიის ქვედაბარემულ ნალექებში

რეზიუმე

ყირიმ-კავკასიის რეგიონისათვის პირველად იქნა აღწერილი *Spitidiscus hugii*, რომელიც ქვედა ბარემულის ქვედა ზონის ინდექს-სახეობას წარმოადგენს.

PALAEONTOLOGY

L. Sakhelashvili

On Occurrence of *Spitidiscus Hugii* (*Ammonoidea*) in the Lower Barremian Sediments of Crimea-Caucasus

For the first time in Crimea-Caucasian region the index-species of the lower zone in the Lower Barremian-*Spitidiscus hugii* has been described.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. *R.Rusnardo*. Mem. BRGM, n. 125, Nantes, 1984, 600 p.
2. *R.Rusnardo*, J.Vermeulen. C.R.Acad. Sc. Paris, 302, série II, 7 1986, 457-459.
3. *P.G.Hoedemaeker*, *L.Bulot*. Geologie Alpine, **66**, 1990, 123-127.
4. *E.Avrar*, *M.Kusko*. D.S.Inst. Geol. Geofiz., **69**, (1982)1984, 5-24.
5. *Н.И.Каракаш*. Общество естествоисп., отд. геол. и минер., **32**, 51, СПб, 1907, 482 с.
6. *В.В.Друциц*. Тр. ВНИИГАЗ. М., 1960, 35-74.
7. *Т.А.Мордвилко*. Международный геол. конгресс, XVII сессия, СССР. М.,-Л., 1937, 15-25.
8. *М.С.Эристави*. Грузинская глыба и смежные области в нижнемеловое время, 1948, 237 с.
9. *М.С.Эристави*. Тр. ГИН АН ГССР, сер.геол., т.**VI(XI)**, 1952, 137-210.
10. *Э.В.Котетишвили*. Тр. ГИН АН ГССР, и.сер., вып. 91, Тбилиси, 1986, 160с.
11. *М.В.Какабадзе*. Сообщ. АН ГССР, **126**, 3, 1987, 577-580.
12. *И.В.Кванталиани*. Тр. Геол. инст. АН ГССР, и. сер., вып. **98**, 1989, 227 с.



13. *И.В.Кванталиани, А.З.Сахелашвили*. Сообщ. АН Грузий, **151**, 3, 1995, 462-466.
14. *И.П.Гамкреддзе*. Тр. Геол. инст. АН ГССР, и.сер., вып. 7, Тбилиси, 1966, 102 с.
15. *W.A.Ooster*. Catalogie des Céralopodes des Alpes Suisses, 4, 1860, 160 p.
16. *Ch.Sarasin et Ch.Schondelmayer*. Mém. de la Soc. Paléontologique Suisse, **28**, Genève, 1901, 91 p.
17. *В.Цанков*. Бележки върху рода *Holcodiscus*. Год. Соф. унив., Физ.-Мат. фак., **31**, 3, 1935, 57-100.
18. *Ст.Бресковски*. Тр. Геол. Бълг., сер. пал., **8**, 1966, 31-184.
19. *И.Димитрова*. Фосилите на България, I Долна креда, Главногиг. С., 1967, 424 с.
20. *V.Tzankov, S.Breskovski*. Geologica Balcanica, **15**, 5, Sofia, 1985, 3-52.
21. *H.Immel*. Zitteliana, 15, Munchen, 1987, 163 p.

გ.ბუცხრიკიძე, ა.სტუფანოვი, მ.გამყელოძე, რ.ენაგული

საღებ მანქანაში მადნის გამდიდრების პროცესის ოპტიმალური დამოკიდებულებების შესახებ

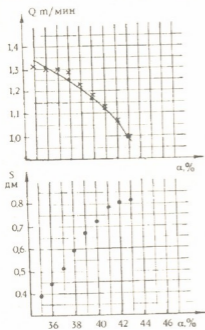
(წარმოადგინა აკადემიისმა აპიზფერმა 30.12.1993)

საღებ მანქანაში მადნის დაყოფა სიმკვრივის მიხედვით წარმოებს წყლის აღმავალი და დაღმავალი ნაკადების მოქმედებით შეზღუდული ვარდნის პირობებში. წყლის არისა და მასთან ერთად განშრეებადი მასალის პულსაცია (რხევა) ხორციელდება შეკუმშული ჰაერის მოქმედებით, რომელიც პერიოდულად მიეწოდება მანქანის საპერო განყოფილებაში.

განშრეების პროცესის ეფექტურობა მრავალ ფაქტორზეა დამოკიდებული და ამდენად, საღები მანქანა რთულ ობიექტს წარმოადგენს მართვის თვალსაზრისით. როგორც კვლევებმა აჩვენა, მანგანუმის ეანგეული მადნის გამდიდრებისას უდგუშო საღებ მანქანაში მასალის განშრეების ოპტიმალური პირობები მნიშვნელოვნადაა

დამოკიდებული გასამდიდრებელ მადან-ში სისარგებლო კომპონენტის (მანგანუ-მის) შემცველობაზე α (%) და იცვლება ამ უკანასკნელის ცვალებადობასთან ერთად. ოპტიმალური პირობების უზრუნველყოფა შეიძლება გასამდიდრებელი მადნის მიხედვით მწარმოებლუ-რობის Q (ტ/სთ) სათანადო რეგუ-ლირებით. 1 სურათზე ნაჩვენებია ოპტიმალური დამოკიდებულებები $Q=f_1(\alpha)$ და $S=f_2(\alpha)$, რომლებიც მიღებულია ლაგრანჯის განუსაზღვრელი მამრავლების მეთოდით და უზრუნველ-ყოფენ სისარგებლო კომპონენტის მაქსი-მალურ ამოკრეფას კონცენტრატში ამ უკანასკნელის მუდმივი გამოსავლის დროს ზემოაღნიშნულ პირობებში. აქ S არის საგების რხევის ამპლიტუდა, რომელიც მუდმივი სიხშირის დროს განშრეების პროცესის მახასიათებელი სიდიდეა [1].

აღნიშნული დამოკიდებულებები შემდგენიარად შეიძლება აიხსნას. გასამდიდრებელი მადნის ეფექტური



სურ. 1.

განშრეებისათვის საღებ მანქანაში საჭიროა საგების განსაზღვრული (ოპტიმალური)



გაფხვიერება წყლის აღმავალი ქავლით. ამასთან, გაფხვიერების ოპტიმალურ მნიშვნელობაზე ზრდისაკენ მადანში სასარგებლო კომპონენტის შემცველობის გაზრდისას მასალის დამამუშავების გამო. ამიტომ პროცესის ოპტიმალურად წარმართვისათვის საჭიროა Q -სა და S -ის ერთდროული რეგულირება α -საგან დამოკიდებულებით. ამასთან, α -ს მცირე მნიშვნელობების დროს გაფხვიერების ზრდა მიზანშეწონილია S -ის გაზრდით, ხოლო α -ს დიდი მნიშვნელობების დროს კი - Q -ს შემცირებით, რადგან S -ის ზრდა აღარ იძლევა ეფექტს მანქანის კონსტრუქციიდან გამომდინარე. აქვე შევნიშნოთ, რომ მწარმოებლურობა Q შეიძლება გამოყენებულ იქნეს მმართველ სიდიდედ, ხოლო ამპლიტუდა S მხოლოდ რეკომენდირებული სიდიდეა და თვითონვე დამოკიდებული პროცესის შემამუშავებელ და მმართველ სიდიდეებზე. რხევის ამპლიტუდის ოპტიმალური მნიშვნელობები შეიძლება მივიღოთ სხვა მმართველი სიდიდეების, მაგალითად, შეკუმშული ჰაერის ხარჯის სათანადო რეგულირებით. ოპტიმალურ დამოკიდებულებას მმართველ და შემამუშავებელ ზემოქმედებებს შორის $Q=f_1(\alpha)$ შეიძლება მივცეთ შემდეგი სახე: [2, 3]:

$$Q = a_0(\beta_p - \alpha)^{\nu_1} \alpha^{\psi_0}, \quad (1)$$

სადაც:

β_p კონცენტრატის დავალებული ხარისხია. მოცემული შემთხვევისათვის $\beta_p = 44,6\%$;
 a_0 , ν_1 , ψ_0 კოეფიციენტებია, რომლებიც განისაზღვრება ექსპერიმენტული გზით.

მოცემული შემთხვევისათვის a_0 , ν_1 , ψ_0 კოეფიციენტები გაანგარიშებულ იქნა $Q=f_1(\alpha)$ წერტილების (სურ.1) კოორდინატების მიხედვით, უმცირეს კვადრატთა მეთოდით. მათი რიცხვითი მნიშვნელობები შეადგენს: $\psi_0 = -0,0316$; $\nu_1 = 0,1633$; $a_0 = 1,0349$. საილუსტრაციოდ შესაბამისი მრუდი მოყვანილია 1 სურათზე. აპროქსიმაციის სიზუსტე შეიძლება შევაფასოთ კოეფიციენტით, რომელიც გამოითვლება კორელაციური ფარდობის ანალოგიურად. მოცემული შემთხვევისათვის იგი შეადგენს 0,98 და ძალიან ახლოსაა 1-თან.

ზემოთ აღნიშნული იყო, რომ საღებ მანქანაში საგების გაფხვიერების რეგულირებისათვის ეფექტურ საშუალებას წარმოადგენს შეკუმშული ჰაერის ხარჯი. ამასთან, თუ გავითვალისწინებთ, რომ α -ს გაზრდა თავისთავად აღმჭობებს დავალებული ხარისხის კონცენტრატის მიღების პირობებს, შეიძლება ვივარაუდოთ, რომ α -ს გაზრდისას შეიძლება მწარმოებლურობის გაზრდაც. ამისათვის საჭირო იქნება Q მადნისა და B ჰაერის ხარჯების შეხამებული მომატება. ორი მმართველი სიდიდის შემთხვევაში ოპტიმალურ დამოკიდებულებებს $Q=f_1(\alpha)$ და $B=f_2(\alpha)$ ანალოგიურად (1) დამოკიდებულებისა, ექნება შემდეგი სახე:

$$Q = a_{01}(\beta_p - \alpha)^{\nu_1} \alpha^{\psi_{01}}; \quad Q_{\min} \leq Q \leq Q_{\max}; \quad (2)$$

$$B = a_{02}(\beta_p - \alpha)^{\nu_2} \alpha^{\psi_{02}}; \quad B_{\min} \leq B \leq B_{\max};$$

სადაც a_{01} , ν_1 , ψ_{01} , a_{02} , ν_2 და ψ_{02} კოეფიციენტები განისაზღვრება აგრეთვე ექსპერიმენტული გზით. ამ შემთხვევაში იმუშავებს ორი ავტონომიური რეგულირების სისტემა. გაიზომება α , გამოითვლება Q -სა და B -ს ოპტიმალური მნიშვნელობები და დავალებების სახით მიეწოდება მადნისა და ჰაერის ხარჯების ავტომატური რეგულირების სისტემებს.

ხშირ შემთხვევაში წარმატებით შეიძლება იქნეს გამოყენებული გაწრფივებული ოპტიმალური დამოკიდებულებები:

$$Q = a_{p-1} + a_{p-1} \alpha; \quad Q_{\min} \leq Q \leq Q_{\max}; \quad (3)$$

$$B = a_{p-2} + a_{p-2} \alpha; \quad B_{\min} \leq B \leq B_{\max};$$

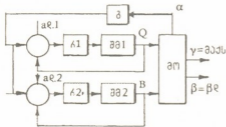
რომლებიც მიზანშეწონილია მიღებულ იქნეს (2) დამოკიდებულებების გაწრფივებით იმ წერტილების მიდამოში, რომლებიც შეესაბამება გასამდიდრებელი მადნის საშუალო ხარისხს $\alpha = \bar{\alpha}$. ეს აიხსნება იმით, რომ α , როგორც შემთხვევითი სიდიდე, პრაქტიკულად განაწილებულია ნორმალური კანონით და მისი ცვლილება $\bar{\alpha}$ მიდამოში უფრო ინტენსიურია, ვიდრე დაშორებულ მიდამოებში.

ზემოაღნიშნულ პირობებში კოეფიციენტები a_{p-1} და a_{p-2} აღმოჩნდება დადებითი და α -ს გაზრდა მოითხოვს Q -სა და B -ს მომატებას. მართვის ასეთი ხერხი უზრუნველყოფს კონდიციური კონცენტრატის გამოსავლის მაქსიმიზაციას მწარმოებლურობის ერთდროული გაზრდით.

ავტომატური რეგულირების სისტემები იმუშავებს (3) გამოსახულებების შესაბამისად შემდეგი ფუნქციონირების ალგორითმით:

$$Q - a_{p-1} \alpha = a_{p-1}; \quad Q_{\min} \leq Q \leq Q_{\max}; \quad (4)$$

$$B - a_{p-2} \alpha = a_{p-2}; \quad B_{\min} \leq B \leq B_{\max};$$



სურ. 2.

რეგულირების სისტემა წარმოგვიდგება უარყოფითი უკუკავშირით შემოფარგლული პროპორციულ-ინტეგრალური რეგულატორის სახით. ასეთ შემთხვევაში ადვილი გასაანგარიშებელია, რომ რეგულირების მინიმალური დროის მისაღებად რეგულატორის გადაცემის კოეფიციენტი უნდა იყოს შესაძლოდ მაქსიმალური და იზოდრომის დრო - შესაძლოდ მინიმალური.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

(შემოვიდა 27.1.1994)

a_{p-1} და a_{p-2} წარმოადგენს დავალე-ბებს შესაბამისი ავტომატური რეგულირების სისტემებისათვის (სურ.2).

თუ გავითვალისწინებთ, რომ რეგულატორი (რეგულირების კანონის მაფორმირებელი) და შემსრულებელი მოწყობილობა ერთად ახორციელებს პროპორციულ-ინტეგრალური რეგულირების კანონს, მაშინ თითოეული მმართველი სიდიდის (Q და B) ავტომატური



РАЗРАБОТКА И ОБОГАЩЕНИЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Г.Д.Бущрикидзе, А.В.Степанов, М.И.Гамцемлидзе, Р.П.Энагели

Об оптимальных зависимостях процесса обогащения руд в отсадочной машине

Резюме

Приведен способ управления процессом отсадки марганцевой руды. Используются оптимальные зависимости производительности и расхода энергии на разрыхление обогащаемой руды от качества последней. Дана структура системы управления.

EXPLOTATION AND CONCENTRATION OF DEPOSITS

G. Butskhrikidze, A. Stepanov, M. Gamtselidze, R. Enageli

On the Optimum Dependences of the Process of the Separation of Ores in the Jig

Summary

The method of the control of the manganese ore jiggling process is proposed. Optimum dependences of the effect and the expenditure of energy for the separated ore loosening from its quality is used. Structure of the control system is given.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. *Г.Д.Бущрикидзе, А.В.Степанов, А.И.Толомашвили, М.И.Гамцемлидзе.* Условия оптимизации процессов отсадки марганцевой руды в беспоршневой отсадочной машине. Марганец. Тбилиси, ГрузНИИНТИ, 1, 1969, (18), 57-61.
2. *Г.Д.Бущрикидзе.* Известия вузов. Горный журнал. 8, 1980, 115-122.
3. *გ.ბუცხრიკიძე.* სტუ-ს შრომები. სამთო ელექტრომექანიკა და ავტომატიკა, № 50 (361), თბილისი, 1990.

МЕТАЛЛУРГИЯ

А.А.Метревели, Н.И.Майсурадзе, Д.Н.Могиланский, И.Н.Цинцадзе

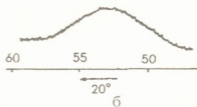
Структура аморфного образца, полученного
компактированным взрывом

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г.Б.Цагарелишвили 22.09.1993)

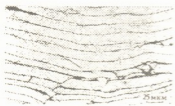
Известно, что традиционные способы получения аморфных сплавов (сверхбыстрое охлаждение металлических расплавов, конденсация из пара на холодную подложку, обработка поверхности лазерным облучением и др.) позволяют получить аморфное состояние в очень тонком слое образца (толщина не более 40 мкм) [1]. Для получения массивного аморфного образца в работе [2] нами была предпринята попытка воздействия на легко аморфизирующийся материал ударной волны. В данной работе используется метод компактирования предварительно полученной аморфной ленты с помощью ударно-волнового нагружения.



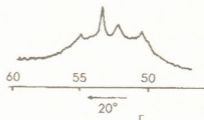
а



б



в



г

Рис. Микрофотографии и дифрактограммы образцов, полученных непосредственно после взрыва (а,б) и после отжига при 400°C, 0,5 ч (в,г)



С этой целью аморфную ленту сплава $Co_{58}Fe_5Ni_{10}B_{16}Si_{11}$ толщиной 10 мкм, полученную методом быстрой закалки на барабан, измельчали на кусочки размерами $\sim 3 \times 3$ мм и запрессовывали в стальную цилиндрическую ампулу с внутренним диаметром 8-15 мм. Ударно-волновое воздействие производилось в осесимметричном варианте нагружения с использованием заряда насыпного гексогена. Извлеченный из ампулы образец разрезали на электро-искровом станке, затем поверхность полировали и протравливали в солянокислом растворе железа.

Фазовый анализ проводили на рентгеновском дифрактометре ДРОН-3М с использованием CoK_{α} -излучения.

На рис. (а,б) представлены микрофотография протравленной поверхности образца, сделанная на оптическом микроскопе "Neophot", и соответствующая этому состоянию рентгенограмма. Видно, что образец рентгеновски аморфный и почти не содержит пор. Черные полосы на рис. (а) представляют собой границы между соседними кусочками спрессованной ленты, более поддающиеся травлению. Проведенные затем термические отжиги показали, что полученное аморфное состояние сохраняется в образце при нагреве до температуры $400^{\circ}C$, после чего начинается процесс кристаллизации. На рис. (в,г) показаны микрофотография и рентгенограмма образца, выдержанного в течение 0,5 часа при температуре $400^{\circ}C$. Можно видеть, что наряду с аморфным гало на дифрактограмме появляются дифракционные максимумы, соответствующие межплоскостным расстояниям 2,05 Å, 2,03 Å, 1,98 Å и 1,93 Å. Исходя из имеющихся в литературе данных о кристаллизации подобных аморфных сплавов [3], мы отнесли эти дифракционные линии к боридам типа Me_2B и Me_3B , где Me – металлы Co , Ni и Fe . Образовавшиеся кристаллики ясно видны на микрофотографии рис.(в), причем центры их зарождения практически во всех случаях совпадают с точками на границе между двумя соседними кусочками аморфной ленты. Невысокая температура кристаллизации ($\sim 400^{\circ}C$) объясняется, по-видимому, тем, что и в образце, полученном сразу после взрыва, эти границы были частично закристаллизованы. Однако поскольку их объемная доля в массивном образце не превышает $\sim 5\%$, то на дифрактограмме рис.(б) кристаллические пики отсутствуют, но при нагреве имеющиеся зародыши начинают быстро расти.

Таким образом, компактирование аморфной ленты при помощи ударной волны позволяет получить массивный образец, сохраняющийся в аморфном состоянии в температурном интервале $20-400^{\circ}C$.

Грузинский технический университет

(Поступило 16.12.1993)

ა.მეტრეველი, ნ.მაისურაძე, დ.მოგილიანსკი, ი.ცინცაძე

აფეთქებით კომპაქტირებული ამორფული ნიმუშის
სტრუქტურა

რეზიუმე

ამორფული ლენტის აფეთქებით კომპაქტირების საშუალებით მიღებულია მასიური ამორფული ნიმუში. ეს ნიმუში ამორფულ მდგომარეობაში რჩებოდა ~ 400°C-მდე გახურებისას. დადგენილია, რომ კრისტალიზაციის ცენტრებს ნიმუშში წარმოადგენენ ამორფული ლენტის დაწნეხილი ნაწილების კონტაქტის ადგილები.

METALLURGY

A.Metreveli, N.Maisuradze, D.Mogilianski, I.Tsintsadze

On the Structure of the Amorphous Sample, Obtained by
Compacting with Shock-wave Method

Summary

The bulk amorphous sample has been obtained from amorphous thin band by explosion technique. This amorphism was kept at heating from 20° to 400°C. It was found that the nucleation and growth of crystals takes place in joint between the pieces of amorphous band.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

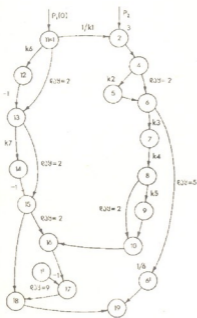
1. *И.В.Золотухин*. Физические свойства аморфных металлических материалов. М., 1986, 176.
2. *А.А.Метрели, Н.И.Маисурадзе, Д.Н.Могиланский, О.Н.Бреусов*. Структурные изменения в сплаве $Co_{58}Ni_{10}Fe_5B_{16}Si_{11}$ при ударно-волновом воздействии. Сообщения АН Грузии, **149**, 3, 1994, 402.
3. *Г.Е.Абросимова, А.С.Арошн, А.В.Серебряков*. ФММ, **68**, 3, 1989, 552.

ვ.ქაშაყაშვილი

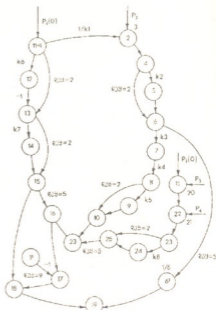
საქართველოს ენერგეტიკის განვითარების მათემატიკური მოდელირება

(წარმოდგინა აკადემიისმა ვ.კომულაურმა 13.03.1994)

რესპუბლიკაში პირველად განხორციელდა გრაფთა თეორიის გამოყენებაზე დაფუძნებული დისკრეტული მათემატიკური მოდელი. მასზე გამოსაკვლევ-შესასწავლი ყოველი პროცესი შესაბამისი ფორმის გრაფის შედგენას საჭიროებს. გრაფი წარმოადგენს პირდაპირი და უკუკავშირების მქონე წვეროების ერთობლიობას, რომლებიც ერთმანეთთან ორიენტირებული ნიშნული რკალებითა დაკავშირებული. პირველ სურათზე წარმოდგენილია ჰესებისათვის, ხოლო მეორეზე თესებისა და აესებისათვის შედგენილი გრაფები.



სურათი 1



სურათი 2



გრაფის თითოეულ წვეროსთან დაკავშირებულია შინაარსობრივი დატვირთვის მქონე ცვლადი, რომელზეც ზემოქმედება P იმპულსითა და k_i გადასვლის კოეფიციენტით ხორციელდება. იმპულსები განასახიერებენ მოდელში შესაყვან ისეთ სიდიდეებს, როგორცაა: მოთხოვნილი ელექტროენერგია; ენერჯის წყაროს ხვედრითი სიმძლავრის ღირებულება; სათბობის ხვედრითი ხარჯი; სათბობის ხვედრითი ღირებულება; გასაყიდი ელექტროენერჯის ტარიფი და სხვ. გადასვლის თითოეულ კოეფიციენტში კი აისახება ის ფაქტორი, რომლის გათვალისწინება ნაპარნახებია ამოცანის სრულყოფილი ამოხსნისათვის. გამოხატავს რა ორ ცვლადს შორის ურთიერთდამოკიდებულების ხარისხს, k_i -ს უნარიანი შერჩევა და თითოეული მათგანისათვის რიცხობრივ სიდიდეთა დადგენა მოდელირების პროცესის ერთობ საბაბუხისმგებლო საქმეს წარმოადგენს. გადასვლის კოეფიციენტთა ნუსხა და შესაბამისი რიცხვითი მნიშვნელობები პროცენტული დანამატის სახით პირველ ტაბულშია მოცემული.

განმარტებას მოითხოვს გრაფების ზოგიერთი აღნიშვნა. წვეროდან წვეროზე გადასვლის ერთზე მეტი კოეფიციენტისა და დადებითი ნიშნის შემთხვევაში, ამ უანასკნელ წვეროსთან დაკავშირებული ცვლადი გაიზრდება იმპულსისა და კოეფიციენტის ნამრავლის ტოლი სიდიდით, უარყოფითი ნიშნის შემთხვევაში კი იგი იმავე სიდიდით შემცირდება. გადასვლის ერთზე ნაკლები სიდიდის კოეფიციენტის შემთხვევაში ყოველივე ზემოთ აღწერილის საწინააღმდეგოდ შესრულდება. თუ გადასვლის კოეფიციენტი ± 1 -ის ტოლია, გრაფის წვეროსთან დაკავშირებული ცვლადი გაიზრდება + ან შემცირდება - იმპულსის ტოლი სიდიდით. როდესაც საჭიროა გრაფის წვეროსთან და მასთან თანმიმდევრულად მიყოლებული რიგი წვეროებიდან მოწინავესთან დაკავშირებული ცვლადების ალგებრული შეკრება, მოდელში გათვალისწინებულია დროის დაყოვნება შესაბამისი ხანგრძლივობის ტაქტით. ერთის ტოლი გადასვლის კოეფიციენტი და ერთი ტაქტის ხანგრძლივობის დროის დაყოვნებები გრაფებზე არ აღინიშნება.

პირველი გრაფი 19, ხოლო მეორე - 26 წვეროსაგან შედგება, რომელთაგან 1-10 წვეროების შინაარსობრივი დატვირთვები ორივე გრაფისათვის საერთოა. ისინი გულისხმობენ ელექტროენერჯის მოთხოვნილი დონის (1) უზრუნველსაყოფად საჭირო მშენებლობის კაპიტალურ დაბანდებასა (4) და წლიურ საექსპლუატაციო დანახარჯებზე (8) შესაბამისად იმ (5), (9) ეკოლოგიური ზარალის მათზე დამატებას, რომლებიც ენერჯის წყაროების მხრიდან გარემოს მიეყენება. ასევე საერთოა ორივე გრაფისათვის 11-19 წვეროების შინაარსობრივი დატვირთვა, რომლებიც ითვალისწინებენ რა ენერჯის წყაროების საკუთარ მოხმარებასა (12) და ქსელში ელექტრულ კარგებს (13), მოხმარებული ელექტროენერჯის რაოდენობას (15), მის თვითღირებულებას (16), ყოველწლიურ მოგებასა (18) და კადაბანდების ამოგების ვადას (19) შეესაბამებთან. მეორე გრაფის 23-26 წვეროების შინაარსობრივი დატვირთვა წარმოადგენს თესებისა და აესის მიერ მოხმარებული სათბობის რაოდენობას (22), მის ღირებულებასა (23) და სატრანსპორტო დანახარჯებს (24).

დასახელება	ჰესები			თესები		აესი
	წყალ- საცა- ვიანი	სადერი - ვაციო	კაშხალ- თან მდებარე	ადგილობ- რივი ნახშირის სუსპენზიის ან აირის სათბობზე	შემოტანი- ლი ბუნებრივი აირის და მაზუთის კომბინი- რებულ სათბობზე	
გადასვლის კოეფიცი- ენტთა სახეობები, რომ- ლებიც ითვალისწინებენ: k1-მაქსიმალური სიმ- ძლავრის გამოყენების ხანგრძლივობას (სთ)	3000	4000	4000	6000	6000	6000
k2-კაპდაბანდებში ეკოლოგიურ ზარალს	0,3	-	-	0,15	0,08	-
k3-მშენებლობის ხანგრძლივობას	2,16	1,71	1,71	1,59	1,59	1,71
k4-კაპდაბანდებიდან საექსპლუატაციო დანახარჯებზე გადასვლას	0,03	0,03	0,03	0,08	0,075	0,075
k5-საექსპლუატაციო დანახარჯებში ეკოლოგიურ ზარალს	0,09	-	-	0,05	0,015	0,015
k6-საკუთარი მობზარების ენერჯიას	0,02	0,02	0,02	0,065	0,05	0,05
k7-ელექტრულ კარგებს	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12
k8-სათბობის სატრანსპორტო დანახარჯებს	-	-	-	-	0,5	0,5

გრაფთა თეორიის გამოყენებაზე დაფუძნებული დისკრეტული მათემატიკური მოდელის ავტორს თავდაპირველად იგი ჩაფიქრებული ჰქონია სოციალური, ბიოლოგიური და ეკოლოგიური ამოცანების გადასაწყვეტად [1]. ის კი ენერგეტიკული შინაარსის ამოცანების გადაწყვეტასაც კარგად მიესადაგა. ასეთ მოდელზე შესაძლებელია არა მარტო საბოლოო, არამედ გრაფის ნებისმიერ წვეროსთან დაკავშირებული საშუალო შედეგის მიღება და დაფიქსირება, რისი შესაძლებლობა სხვა ტიპის მათემატიკურ მოდელებს არ გააჩნიათ.



მოდელის მრავალი შესაძლებლობიდან ქვემოთ გაანალიზებულია ორი მათგანის გამოყენების რეალიზაციით მიღებული შედეგები. პირველი შეეხება ენერგეტიკის წყაროსათვის პრიორიტეტის მიკუთვნებას. ამ მიზნით კრიტერიუმად გამოყენებულ იქნა მოხმარებული ელექტროენერჯის ღირებულება, რომელიც $k_3 > 1$ შემთხვევისათვის იქნა მიღებული ენერჯის წყაროს მშენებლობის ხანგრძლივობის ვადის გათვალისწინებით. პრიორიტეტის დასადგენად ერთი და იმავე რაოდენობის - მლრდ კვტ. სთ - ელექტროენერჯის გამომუშავების პირობებში ერთმანეთს შედარდა 14 სახეობისა და ტიპის ენერჯის წყარო. მე-2 ცხრილში თავმოყრილია ზოგიერთი ენერჯის წყაროსათვის მოდელზე შესრულებული გაანგარიშების შედეგები, რაც მათთვის შესაბამისი პრიორიტეტის მიკუთვნების საფუძველს წარმოადგენს.

ცხრილი 2

N გრაფ- ზე	დასახელება	პესები		აესი	თესები	
		წყალ- საცა- ვიანი	სეზო- ნური		ადგილობ- რივი ნახშირის სუსპენ- ზიის ან აირის სათბობზე	შემოტა- ნილი ბუნებრი- ვი აირის და მაზუთის კომბინი- რებულ სათბობზე
17	პრიორიტეტის დასადგენი კრიტერიუმი $k_3 > 1$ შემთხვევაში (ენტი/კვტ.სთ)	5,49	2,61	4,75	7,98	8,79
6	კაპიტალური დაბანდება მათ შორის ეკოლოგიაზე (მლნ.დოლ.)	671 155	427 -	308 -	287 37.5	270 20
10 26	საექსპლუატაციო დანახარჯები (მლნ.დოლ.) მათ შორის სათბობზე, ეკოლოგიაზე ენერჯის წყაროს პრიორიტეტი	20,1 - -	12,9 - -	23,4 0,2 -	54,4 29,7 1,7	52,2 31,5 0,5
		-	I	II	III	-

ცხრილში მოთავსებული მონაცემების ანალიზი ადასტურებს ადგილობრივი ენერგეტიკული რესურსების გამოყენების უპირატესობას რესპუბლიკის გარედან შემოტანილ ბირთვულ და ორგანულ სათბობზე. ეს უპირატესობა რიცხობრივად შემდეგი თანაფარდობით გამოისახება: 100:55:30. ეს კი იმას ნიშნავს, რომ, მიუხედავად თესთან შედარებით აესის მაღალი პრიორიტეტისა, ბაზისური ელექტროენერჯის გამომუშავებაში უპირატესობა ადგილობრივ ნახშირზე მომუშავე



თესს ეძლევა და მხოლოდ მისი შესაძლებლობის ამოწურვის შემდეგ გამოყენება დასაშვებია.

მეორე მაგალითად განვიხილოთ საქართველოს ენერგეტიკის განვითარების კონცეფციით 2005 წლისათვის გათვალისწინებული 30 მლრდ. კვტ.სთ ელექტროენერჯის უზრუნველყოფის საკითხი. აღნიშნულიდან 10 მლრდ. კვტ.სთ ელექტროენერჯია მიეკუთვნება პიკურ და ნახევრადპიკურს, ხოლო დანარჩენი 20 მლრდ. კვტ.სთ ბაზისურ ელექტროენერჯიას. პირველი მათგანის წარმოება ადვილად მიიღწევა პირველი პრიორიტეტის მქონე მოქმედ. და ასაშენებლად გათვალისწინებულ საშუალო და დიდი სიმძლავრის სეზონური და წყალსაცავიანი ჰესების მიერ.

პრობლემას წარმოადგენს ბაზისური ელექტროენერჯის წარმოება, რომლის მწვავე კრიზისი რესპუბლიკაში სახეზეა. 20 მლრდ. კვტ. სთ ბაზისური ელექტროენერჯის წარმოება პირველ რიგში უნდა განხორციელდეს შიდა-ტყიბულის ადგილობრივი ნახშირის სუსპენზიაზე ან აირზე მომუშავე თესზე, მისი გამომუშავება კი შეზღუდულია 6 მლნ. ტონა ნახშირის წლიური მოპოვებით, რასაც 9 მლრდ. კვტ. სთ ელექტროენერჯის წარმოება შეესაბამება. ელექტროენერჯის ამ რაოდენობიდან 5,4 მლრდ. კვტ. სთ-ს გამომუშავებს თბილისის სრესის 9-10-11 ენერგობლოკები (იგულისხმება დანარჩენი 8 ამორტივებული ელექტრობლოკების დემონტაჟი). დანარჩენი 3,6 მლრდ. კვტ. სთ ელექტროენერჯის წარმოება მაგალითში განხილულია პირველ ვარიანტად, რომელიც განხორციელდება ან თბილისის სრესის 12-13 ენერგობლოკების გაფართოების ან ქუთაისის რეგიონში ამუშავებულ 600 მგტ. სიმძლავრის ახალი თესის ხარჯზე. პირველ შემთხვევაში გასათვალისწინებელია ნახშირის სუსპენზიის ან აირის გარდაბანამდე ტრანსპორტირების დანახარჯები, მეორე შემთხვევაში კი იგი საკირო არ არის. გარდა ამისა, ნახშირის სუსპენზიის შემთხვევაში თბილისის სრესის მოქმედი ენერგობლოკების დანადგარები საკიროებენ ერთგვარ გადაკეთებას, აირის შემთხვევაში კი არა. სამაგიეროდ, ნახშირის სუსპენზიის პირობებში თესის ტერიტორიაზე შესაძლებელია მისი მარაგის შექმნა, აირის პირობებში კი ეს შეუძლებელია. ყველა ეს საკითხი დამატებით ეკონომიკურ ანალიზს მოითხოვს.

მეორე ვარიანტად მაგალითში განხილულია ბაზაში მომუშავე წყალსაცავიანი ჰესის ორი შემთხვევა შესაბამისად 3,6 და 11 მლრდ. კვტ.სთ ელექტროენერჯის გამომუშავებითა და 600, 1800 მგტ. სიმძლავრით.

მესამე ვარიანტად მაგალითში განხილულია თესთან შედარებით მაღალი პრიორიტეტის მქონე, მაგრამ არაადგილობრივ ენერგეტიკულ რესურსზე მომუშავე აესი 1800 მგტ. სიმძლავრითა და 11 მლრდ. კვტ.სთ გამომუშავებით. ვარიანტებს შორის ყველაზე ეფექტურის განმსაზღვრელ კრიტერიუმად გამოყენებულია ენერჯის წყაროს კაპიტალდანანდების ამოგების უმცირესი ვადა.

მოდელზე შესრულებული გაანგარიშების ზოგიერთი შედეგი $k_3 > 1$ შემთხვევისათვის, რომელიც მიღებულია ელსადგურების მშენებლობის ხანგრძლივობის ვადის გაუთვალისწინებლად, თავმოყრილია მესამე ცხრილში.

ცხრილში წარმოდგენილი მონაცემების ანალიზიდან გამომდინარეობს, რომ წლიურად მოპოვებულ 6 მლნ. ნახშირით მიზანშეწონილია 5,4 მლრდ.კვტ.სთ ელექტროენერჯის წარმოება მოქმედ თბილისის სრესზე, დანარჩენი 3,6 მლრდ. კვტ.სთ-სა კი ქუთაისის რეგიონში გათვალისწინებულ ახალ თესზე. მართალია, ამ უკანასკნელს ეფექტურობის თვალსაზრისით მნიშვნელოვნად სჭარბობს ბაზ.ში მომუშავე წყალსაცავიანი ჰესი, მაგრამ თითქმის ორჯერ ნაკლები ამუშავებისათვის

საპროექტო ვადისა და 2,4-წერ ნაკლები კაპიტალის გამო ქუთაისის თვის ვარგისი უფრო მიზანშეწონილად გვეჩვენება.

ცხრილი 3

N გრაფზე	დასახელება	3,6 მლრდ. კვტ.სთ ელექტროენერჯიით უზრუნველყოფა		11 მლრდ. კვტ.სთ ელექტროენერჯიით უზრუნველყოფა		
		I ვარიანტით	მე-2 ვარიან- ტით	მე-2 ვარიან- ტით	მე-3 ვარიან- ტით	
2	სიმძლავრე (მვტ)	600	600	600	1800	1800
6	ჯამური კაპიტალის ხარჯვა (მლნ. დოლ.)	648	1035	2418	7280	3330
4	მ.შ. შიდა მნიშვნელობაზე	600	900	1860	5540	3330
5	ეკოლოგიაზე	48	135	558	1700	-
26	ჯამური საექსპლუატაციო დანახარჯები (მლნ. დოლ.)	213	191	80	238	237,6
8	მ.შ. წლიურ საექ. დანახარჯებზე	52	83	73	218	234
9	ეკოლოგიაზე	1	4	7	20	-
23	სათბობის ღირებულებაზე	107	107	-	-	2,4
24	სათბობის ტრანსპორტირებაზე	53	-	-	-	1,2
16	მოხმარებული ელექტროენერჯია (მლნ. კვტ. სთ)	2964	2964	3103	9490	9200
17	მოხმარებული ელექტროენერჯიის თვითღირებულება $k_3 > 1$ შემთხვევისათვის (ცენტ./კვტ. სთ)	7,16	6,43	2,51	2,51	2,58
18	ყოველწლიური მოგება მ ცენტად გაყიდული ელექტროენერჯიის შემთხვევაში (მლნ. დოლ.)	24,9	46,6	170	520	499
19	კაპიტალის ხარჯვის ამოგების ვადა (წელი)	26,1	21,4	7,04	14,0	6,66



11 მლრდ.კვტ.სთ ბაზისური ელექტროენერჯის გამოსამუშავებლად დაგეგმილი მთამბეჭდავი უპირატესობა გააჩნია ბაზაში მომუშავე წყალსაცავიან პესთან: მშენებლობის ხანგრძლივობის, კაპიტალური დაბანდების და მისი ამოგების ვადის თვალსაზრისით.

ამრიგად, 2005 წელს ბაზისური ელექტროენერჯით უზრუნველყოფა განხორციელდება 900 მვტ. სიმძლავრისა და 5,4 მლრდ.კვტ.სთ გამომუშავების თბილისის სრესის, 600 მვტ. სიმძლავრისა და 3,6 მლრდ.კვტ.სთ გამომუშავების ქუთაისის თესისა და 1800 მვტ. სიმძლავრისა და 11 მლრდ.კვტ.სთ გამომუშავების აესის მიერ.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

(შემოვიდა 23.03.1994)

ЭНЕРГЕТИКА

В.Кашакашвили

Математическое моделирование развития энергетики Грузии

Р е з ю м е

В республике впервые осуществлено дискретное математическое моделирование на основе использования теории ориентированных графов.

В результате расчетов, проведенных на модели такого типа, было определено приоритетное направление развития энергетики Грузии и предложено вариантное обеспечение потребного количества базисной электроэнергии на этапе 2005 года.

POWER ENGINEERING

V.Kashakashvili

Mathematics Modelling of Energetics Development in Georgia

S u m m a r y

Discrete mathematical modelling was carried out on the basis of oriented graphs theory in Georgia for the first time.

As a result of calculations done on the model of this type, priority directions of energetics development of Georgia were determined.

ლიტერატურა - ЛИТЕРАТУРА - REFERENCES

1. *Ф.С.Робертс*. Дискретные математические модели с приложениями к социальным, биологическим и экологическим задачам (Перевод с английского). М., 1986.

ა.კომაია, ა.ზერეკიძე, ჯ.ბოლაშვილი

მუდმივი დენის წევის ძრავის პარამეტრული ოპტიმიზაციისადმი მიდგომის დასაბუთება

(წარმოადგენს აკადემიკოსმა ი.გომელაურმა 7.11.1993)

ზღვრული სიმძლავრის წევის ძრავების ოპტიმიზირებული დაგეგმარების სირთულეები განისაზღვრება არა მარტო ამოცანის მრავალკრიტერიულობით, არამედ იმითაც, რომ მუდმივი დენის მანქანების ზღვრული დასაშვები სიდიდეების და სხვა ცვლადი პარამეტრების ურთიერთკავშირი ნაკლებად არის შესწავლილი.

ეს სირთულეები ფართოდ არის ცნობილი, მაგალითად წევის ელექტრული მანქანების ანალიზის და სინთეზის კიბერნეტიკულ მეთოდში [1] ელექტრონულ გამომთვლელ მანქანაზე ოპტიმალური ვარიანტის ანგარიშისას დიდი რაოდენობის რთულ და ურთიერთსაწინააღმდეგო დამოკიდებულებების ცვლად პარამეტრებს შორის ფარული კავშირების (ტერმინი „ფარული კავშირი“ ლიტერატურაში იხმარება ძირითადი ელექტრომაგნიტური დატვირთვების A და B_s მიმართ) შემოვლით შეჩვენებულია ღრმა მათემატიკური ფორმალიზაციის და ცალკეული ცვლადების მაჩვენებლების კომპლექსში აგრეგირების გზა.

აღნიშნული მეთოდის არსებით ნაკლს წარმოადგენს შემდგომში ელექტრომაგნიტური გეომეტრიის და მთლიანად მანქანის ელემენტების დეტალური დაგეგმარების აუცილებლობა, რეკომენდებული ოპტიმალური მონაცემებიდან გარდუვალი გადახრების გამოწვევით.

მათემატიკური ფორმალიზაციის და მრავალკრიტერიული თანაფარდობების სახით აგებული განზოგადებული მიზნობრივი ფუნქციის წარმოქმნის მეორე ცნობილი მეთოდი [2] ასევე საკიროებს დროის დიდ დანახარჩებს ამოცანის დეფორმალიზაციასა და შემდგომ დეტალურ დაგეგმარებაზე, ოპტიმუმიდან გარდუვალი გადახრებით.

„ფარული კავშირების“ გამორიცხვის მიზნით [2]-ში ჩატარებულია მანქანის ელექტრომაგნიტური სიმძლავრის გამოკვლევა ხაზური დატვირთვის მაქსიმუმზე სხვა პარამეტრების მუდმივობის პირობებში.

გამოკვლევამ აჩვენა, რომ არსებულ მანქანებში ხაზური დატვირთვის სიდიდე A ოპტიმალური არ არის. ზღვრული სიმძლავრის რეალურ მანქანებში სიდიდე A ოცი და მეტი პროცენტით აღემატება ოპტიმალურს.

ზღვრული დასაშვები სიდიდეების და ძირითადი სახის დაძაბულობათა კრიტერიუმების ურთიერთკავშირების, ასევე მახასიათებლების ურთიერთკავშირის დაზუსტება და მეცნიერული დასაბუთება საშუალებას იძლევა მუდმივი დენის მანქანის ოპტიმიზირებული დაგეგმარება ვაწარმოთ ელექტრონულ გამომთვლელ მანქანაზე ტრადიციული გაანგარიშების მეთოდის საფუძველზე დამუშავებული ალგორითმით, რომელშიც ღრმა მათემატიკური ფორმალიზაცია არ გამოიყენება.



აღნიშნული დასკვნების დაზუსტების მიზნით განვიხილოთ კავშირი A -სა და შორის ელექტრომაგნიტური გამოსხივების წყვილის ძრავებისათვის.

პარამეტრული ოპტიმიზაციის განხორციელებისას გამოიყენება გამოსახულებანი, რომლებშიც არსებობს დამოკიდებულება ელექტრომაგნიტურ და გეომეტრიულ ზომებს შორის.

მუდმივი დენის მანქანების ძირითად ელექტრომაგნიტურ თანაფარდობებში ამჟამად თანაბრად გამოიყენება ლუზის დენი და ხაზური დატვირთვა. ამ უკანასკნელში იგულისხმება ლუზის წრეწირის ერთეულ სიგრძეზე მოსული დენის საერთო მნიშვნელობა:

$$A = 2N_j i / t. \quad (1)$$

სადაც N_j ერთ ღრმულში გამტარების რიცხვია.

მატერიალურ გარემოს, რომელშიც მიმდინარეობს ენერჯის გარდაქმნის პროცესი, წარმოადგენს ლუზის სპილენძის გამტარი ფენის აქტიური ნაწილი. სპილენძის ეკვივალენტური ფენის სიმაღლე (ლუზის გლუვი ზედაპირის მიმართებაში) შეიძლება განისაზღვროს, როგორც სპილენძის გამტარი კვეთის შეფარდება ღრმულის ბიჭთან ან როგორც ხაზური დატვირთვის შეფარდება დენის სიმკვრივესთან

$$h_{Cu} = 2N_j S / t = A / J. \quad (2)$$

ამ გამოსახულებიდან ჩანს, რომ ხაზური დატვირთვა შეიძლება განისაზღვროს, როგორც დენის სიმკვრივისა და ლუზის გამტარი ფენის ეკვივალენტური სიმაღლის ნამრავლი. იგივე ეკვივალენტური სიმაღლე შეიძლება წარმოადგენილ იქნეს, როგორც ღრმულის შევსების კოეფიციენტისა და ღრმულის აქტიური სიმაღლის ფუნქცია, რომელიც დამოკიდებულია ინდუქციისა და სხვა დამახასიათებელი ზომების ფარდობასთან. ამისათვის გამოიყენებთ შემდეგი თანაფარდობა:

$$\frac{B_{z,3}}{B_s} = \frac{t_{1,12}}{0,95 b_{z,3}} = \frac{1,18 t}{b_{z,3}}$$

სადაც $B_{z,3}$ ინდუქციაა $b_{z,3}$ -ში, რომელიც წარმოადგენს კბილის სიგანეს ლუზის ღრმულის ძირში.

გამომდინარე გეომეტრიული განსაზღვრიდან, $b_{z,3}$ თავის მხრივ ტოლია:

$$b_{z,3} = t - 2\pi h_{Cu} / z - b_{Cu}$$

მოცემული ტოლობის ორივე ნაწილის t -ზე გაყოფით და წინა ტოლობის გამოყენებით მივიღებთ

$$\frac{b_{z,3}}{t} = 1 - \frac{\pi h_{Cu}}{p\tau} - \frac{b_{Cu}}{t} = \frac{1,18 B_s}{B_{z,3}}$$

ვიპოვოთ ღრმულის შევსების კოეფიციენტი:

$$K_{Cu} = \frac{2N_j S}{h_{Cu}^1 b_{Cu}} = \frac{h_{Cu}}{h_{Cu}^1} \cdot \frac{t}{b_{Cu}}$$

აქ $h_{Cu}^1 = h_{Cu} - \Delta h_{Cu}$

აქედან მივიღებთ $b_{Cu}^1 / t = h_{Cu} / (K_{Cu} h_{Cu}^1)$,

აღნიშნული თანაფარდობების გამოყენებით მივიღებთ:

$$1 - \frac{\pi h_{Cu}}{p\tau} - \frac{h_{Cu}}{K_{Cu} h_{Cu}^1} = \frac{1,18 B_s}{B_{z,3}}$$

მოცემული გამოსახულებიდან განვსაზღვროთ h_{Cu}

$$h_{Cu} = K_{Cu} h_{em} \left(1 - \frac{1,18 B_s}{B_{z,s}} - \frac{\pi h_{er}}{p\tau} \right). \quad (3)$$

გავერთიანოთ (1) და (2) ტოლობა

$$2N_{pi}/\tau = A = j h_{Cu} \quad (4)$$

ვადევნოთ თვალყური როგორია (4) ფორმულაში შემავალი სიდიდეების ცვლილებები სხვადასხვა შემთხვევაში. დავუშვათ, რომ სიმძლავრის და სხვა საწყისი მონაცემების მულტივობისას გადაწყდა რამდენადმე გაიზარდოს ღუზის აქტიური სიგრძე, ამ შემთხვევაში (4) ტოლობის მარცხენა ნაწილში მდგარი ცვლადები N_{pi} , i , τ და A ინარჩუნებენ თავის პირველად მნიშვნელობებს. ტოლობის მარცხენა მხარეს მდგომი სიდიდეები კი განიცდიან ცვლილებებს, რადგან ღუზის სიგრძის გაზრდა გამოიწვევს B_s ინდუქციის შემცირებას და $B_{z,s}$ ინდუქციის სიდიდის უცვლელად შენარჩუნებისათვის საჭირო გახდება ღრმულის სიგანის გაზრდა, რაც გამოიწვევს გამტარის კვეთის გაზრდას და, ე.ი. h_{Cu} სიდიდის გაზრდასაც, რაც თავის მხრივ მოითხოვს დენის სიდიდის სიმკვრივის შემცირებას. ხაზური დატვირთვის განმსაზღვრელი თანამამრავლების შემხვედრი ცვალებადობის ეს პროცესი, სხვა ყველა ცვლად სიდიდესა და მანქანის მაჩვენებლებზე მოახდენს არსებით ზეგავლენას.

ჩატარებული ანალიზი მიუთითებს იმაზე, რომ ღუზის სიგრძის გაზრდა ხაზური დატვირთვის უცვლელი პირობებში იწვევს მანქანის გაბარიტებისა და მასის გაზრდას, ე.ი. ანალიზის შედეგები არ ეთანხმებიან იმ აზრს [2], რომ ხაზური დატვირთვა A ყოველმხრივ განსაზღვრავს მანქანის გაბარიტებს, მასას და ფასს.

ზღვრული სიმძლავრის ძრავებზე მიღებულია ჩათვალონ ძრავები ზღვრულად დასაშვები კომუტაციის, წრიული ცეცხლის, გახურების და ა.შ. პირობებით.

აღნიშნული ფაქტორები ზღუდავენ თანამედროვე წვეის ძრავების ზღვრულ სიმძლავრეს და ამიტომ განეკუთვნებიან ძირითადი შეზღუდვების ჯგუფს, რომლებიც შეფასებული არის შესაბამისი კრიტერიუმებით. ტექნიკურ ლიტერატურაში აღნიშნული კრიტერიუმები წარმოდგენილია ძირითადად განკერძოებულად, ერთმანეთს შორის ურთიერთკავშირის გარეშე, რაც ქმნის უხერხულობებს ოპტიმიზაციის დროს.

პოტენციალური დაძაბულობის კრიტერიუმებია: ლამელებს შორის ნომინალური და მაქსიმალური ძაბვა, პოტენციალის გრადიენტის მაქსიმალური სიდიდე, პოტენციალის გრადიენტის და მუხის ქვეშ დენის სიმკვრივის ნამრავლი. ლიტერატურაში მოცემულია რეკომენდაციები ამ სიდიდეების შესარჩევად.

კომუტაციური დაძაბულობის კრიტერიუმებია: რეაქციის ე.მ.ძ-ის სიდიდე და კომუტაციის ($e_{r,nom}$, $e_{r,max}$) მულტივები ($C_{k,nom}$, $C_{k,max}$).

მულტივი დენის მანქანების გამოკვლევისას, რეაქციის ე.მ.ძ-ის საშუალო მნიშვნელობის განსაზღვრავად სარგებლობენ პიხელ მაიერის

$$e_r = 2 \Lambda_g \ell_e AV \quad (5)$$

და ცორნის ფორმულებით

$$e_r = 0,4 \pi \cdot 10^{-6} \cdot \frac{I}{a} \cdot \frac{\pi \cdot D_{Kn}}{60} \cdot \frac{W_s^2}{b_i} \cdot \left[4 \cdot U^1 \ell_e (\lambda_{T1} + \lambda_{KZ}) + 2 \beta_1 \lambda_{ფა} \ell_{ფა} \right]. \quad (6)$$

კომუტაციის მულტივა კი განისაზღვრება შემდეგი ფორმულით: [3]

$$C_x = \tau A \ell_e \cdot n_{z,nom} \cdot 10^{-5} \quad (7)$$



თუ (6)-დან გამოვყოფთ ღრმულის ეკვივალენტური მაგნიტური შედეგად მიღებული სიდიდეს Λ_z და ჩავატარებთ რიგ გარდაქმნებს, მივიღებთ კომპლუტაციური დაძაბულობის კრიტერიუმების დამაკავშირებელ ტოლობას [4]:

$$I_r = C_A \Lambda_z 10^4 / 1,5.$$

გახურების კრიტერიუმებია: თბური ფაქტორის სიდიდე და გადახურება ღუზის ღრმულოვან ნაწილში. პირველი კრიტერიუმში არაპირდაპირ ახასიათებს ღუზის წრედში თბურ დანაკარგებს, მეორე კი ღუზის გრაგნილის ყველაზე უფრო გახურებულ ნაწილში იზოლაციის დაბერების ტემპერატურულ პირობებს. ამ კრიტერიუმებს შორის ურთიერთკავშირის დასადგენად [4]-ში მრავალპოლუსა მულტივი დენის მანქანა განხილულია როგორც რამდენიმე ერთეული მანქანა (მოდული), რის შედეგადაც მიღებულია შემდეგი ფორმულა:

$$T_{\text{დას}} = \frac{\Theta_M - C_1 / C_2}{\rho_0 [R_{\text{ელ}}, t / \Pi_z + \theta, 89 / C_2]}$$

აქ ρ_0 სპილენძის კუთრი წინაღობაა;

t - ღუზის საკბილო დანაყოფი; Π_z - საღრმულე იზოლაციის პერიმეტრი;

$T_{\text{დას}}$ - თბური ფაქტორის დასაშვები სიდიდე;

Θ_M - ღუზის გრაგნილის და ღრმულის სპილენძის გადახურება;

$R_{\text{ელ}}$ - ღრმულის იზოლაციის თბური წინაღობა;

C_1, C_2 შუალედური კოეფიციენტებია, რომლებიც შემოტანილია ფორმულის გასამარტივებლად. [4]

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

(შემაიქა 14.1.1994)

ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

А.А.Цомаия, Д.Н.Болашвили, А.И.Зерекидзе

Обоснование подхода к параметрической оптимизации тяговых двигателей постоянного тока

Резюме

Приведены некоторые зависимости, позволяющие производить диагностику напряженного состояния МПТ. Показаны связи между критериями нагрева.

Рассмотренные возможности позволяют упростить процесс формализации при оптимизационном проектировании тяговых двигателей постоянного тока на основе традиционных методов расчета.

A. Tsomaia, J. Bolashvili, A. Zerekidze

The Basis of the Parameter Optimization of the D.C. Traction Engines

Summary

There are some dependences presented there which allow to make diagnostics of tension condition of D.C. engines.

The connection is demonstrated between the criteria of commutation tension and the criteria of heating.

Discussed possibilities allow to simplify the process of formalization under the D.C. traction engines optimization design on the base of traditional methods of calculation.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. *А.А.Курочка*. Автореф. докт. дисс., Новочеркасск, 1977.
2. *И.А.Тищенко*. Электротехника, 10, 1974, 3-6.
3. *В.Т.Касьянов*. Вестник электропромышленности, 11, 1948, 3-6.
4. *И.П.Сардинский*. В сб.: Электрические машины, машиновентильные системы, коммуникация коллекторных машин. Куйбышев, вып. 4, 1978, 131-137.

ა.აბურჯანია, ზ.ანჯაფარიძე, ლ.აბურჯანია, რ.კიკალეიშვილი
ოთხგრაგნილა ტრანსფორმატორული ბოგირები
 (წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა მ.სალუქვაძემ 14.05.1993)

ლენცის ელექტრომაგნიტური ინერციის კანონის არაცალსახა მათემატიკურ ინტერპრეტაციას ოთხგრაგნილა ტრანსფორმატორული ბოგირების სინთეზისა და ანალიზის ამოცანების გადაწყვეტის დროს [1-3] მიყვავართ ფიზიკურ აზრს მოკლებულ წონასწორობის განტოლებამდე

$$\frac{Z_1'W_1}{Z_1 + Z_1' + r_{w_1}} + \frac{Z_2'W_2}{Z_2 + Z_2' + r_{w_2}} + \frac{Z_3'W_3}{Z_3 + Z_3' + r_{w_3}} = 0. \quad (1)$$

ამ ტოლობის რეალიზაცია პრაქტიკულად შეუძლებელია, ვინაიდან ცნობილია, რომ თითოეული შესაკრების ნამდვილი ნაწილი წარმოდგენილია სათანადო აქტიური წინაღობებით, რომლებიც ჯოულ-ლენცის კანონის თანახმად დადებით რიცხვებს წარმოადგენენ. ბოგირების მუშაობის თეორიული დასაბუთების ამოცანა ლიტერატურაში დღემდე არ არის გადაწყვეტილი.

შეუსაბამობა ბოგირების და, საერთოდ, ინდუქციურად დაკავშირებული წრედების თეორიისა და პრაქტიკის შორის, ჩვენი აზრით, დაკავშირებულია ფარადეის ექსპერიმენტის მაქსველიანული ინტერპრეტაციის [4]

$$e = r_1 i_1 + L_1 \frac{di_1}{dt} + L_{12} \frac{di_2}{dt}; \quad (2)$$

$$0 = r_2 i_2 + L_2 \frac{di_2}{dt} + L_{12} \frac{di_1}{dt}$$

დოგმად მიღებასთან. მაქსველმა აქ მოგვცა ურთიერთინდუქციურობის ნიშნის განსაზღვრის ბუნდოვანი განმარტება, მიიღო იგი დადებითად, ამოხსნა სისტემა და უჩვენა, რომ ინდუქტირებული დენი უარყოფითია, ე.ი. მიმართულია მაინდუქტირებელი დენის საწინააღმდეგოდ. ლენცისა და კირხოფის კანონებს მაქსველი არ ითვალისწინებს. იგი ემყარება მექანიკაში ცნობილ პრინციპს - ზემოქმედება გამოძახილების ჯამის ტოლია. აქ თითქმის ყველაფერი რიგზეა. დალაშქრის თანახმად დენის უარყოფითი ნიშანი ასახავს მათემატიკურად ენერჯის შენახვის საყოველთაო კანონს. მაგრამ თუ გავითვალისწინებთ ელექტრომაგნიტური ველის მათემატიკური მოდელირების არსებულ პრაქტიკას, დავინახავთ, რომ არსებობს არსებითი შეუსაბამობა. ურთიერთინდუქციურობა მრავალგრაგნილა ტრანსფორმატორული ბოგირების შემთხვევაში არის დადებითი და უარყოფითი. განტოლებათა სისტემის ამოხსნა ხდება არა დენების მიმართ, არამედ უცნობი წინაღობების მიმართ წონასწორობის რეჟიმში. როდესაც დენები განტოლებათა სისტემიდან გამოირიცხებიან, სისტემა კარგავს ლენცის კანონის ასახვის უნარს და მასთან ერთად ფიზიკურ აზრსაც. დენის უარყოფითი ნიშანი (2)-ში ნიშნავს, რომ მაქსველის მიერ პირობითად მიღებული დადებითი მიმართულება არ ემთხვევა



ამპერისეულ დადებით მიმართულებას, რომელიც მან თავის დროზე აირჩიეს უკვე პირადად და შემდგომში დაკანონდა სტოქსის მარჯვენა ხაზის ათვლის სისტემით და მაქსველის ელექტრომაგნიტური ველის განტოლებათა სისტემით. აქედან გამომდინარეობს ლოგიკური დასკვნა, რომ უნდა შევცვალოთ ენერჯის შენახვის კანონის მათემატიკური ინტერპრეტაციის მაქსველისეული წესი. სახელდობრ, ელექტრომაგნიტური ინდუქციის კანონის გამომსახველ ზოგად ფორმულაში ინდუქტირებულ დენს კი არ უნდა მივანიჭოთ ენერჯის შენახვის კანონის გამომსახველი უარყოფითი ნიშანი, როგორც ეს თავის დროზე გააკეთა მაქსველმა და დღემდე იმეორებს უკლებლივ ყველა ავტორი, არამედ ურთიერთინდუქციურობას. ერთი პირველადი და რამდენიმე მეორადი გრანულიების შემთხვევაში ურთიერთინდუქციურობა L_{12} ყოველთვის უარყოფითია, ხოლო მეორად გრანულებს შორის - ყოველთვის დადებითი. რამდენიმე წყაროს შემთხვევაში დენების თანხედენი (შემხედერ) მიმართულებას შეესაბამება ურთიერთინდუქციურობის დადებითი (უარყოფითი) ნიშანი. ერთსახელა მომქერები ისეთი მომქერებია, რომელთა მიმართ დენების ერთნაირი მიმართულების დროს ურთიერთინდუქციის ნაკადი მიმართულებით ემთხვევა თვითინდუქციის ნაკადს. თუ მივიღებთ და დავაკანონებთ ასეთ ინტერპრეტაციას, მოხსნება ყველანაირი არსებითი პრობლემა ინდუქციურად დაკავშირებული წრედების თეორიაში. მაგრამ ამ დროს წამოიჭრება, როგორც ეტყობა უფრო ძნელად გადასაწყვეტი პრობლემა - ლიტერატურაში დღემდე არსებული ნებისმიერად არჩეული მათემატიკური მოდელების ენერჯის შენახვის კანონთან შესაბამისობის აღიარებისა. სწორედ აქ ვაწყდებით ობიექტურ არგუმენტებს მოკლებულ გააფთრებულ წინააღმდეგობას. ყველაფერს რომ თავი დავანებოთ, საჭირო ხდება სახელმძღვანელოების თავიდან დაწერა და მოდელირების ამოცანის ცალსახად გადაწყვეტის დაკანონება. აქ იმალება საიდუმლოება არსებული პარადოქსული გარემოებებისა, მუშამ, რომელიც ერთსა და იმავე მაგნიტურ გამტარზე ახვევს რამდენიმე კოქსას, კარგად იცის, რომ კენტი მომქერები საწყისებია, ხოლო ლუწი - ბოლოები. უმაღლესი ელექტროტექნიკური სასწავლებლის ერთ-ერთი ავტორიტეტული სახელმძღვანელო საეტორს [5] კი მიაჩნია, რომ ამ დროს ერთსახელა მომქერების დასადგენად საჭიროა ექსპერიმენტის ჩატარება და ინდუქციის კანონის გამოყენება. უფრო მეტიც, კოქსების ურთიერთინდუქციურობის ნიშნის დასადგენად ერთსახელა მომქერებს მონიშნავენ ნებისმიერად და ატარებენ ცნობილ ექსპერიმენტს. იმისდა მიხედვით, თუ საით გადაიხრება გალვანომეტრის ისარი, ამბობენ ნიშანი ან დადებითია, ან კიდევ უარყოფითი [6]. ვექტორულ დიაგრამებს ხან წაღმა ხაზავენ, ხან კიდევ უკუღმა. ყველა ავტორს თავისი ათვლის სისტემა აქვს. ბევრს არ მოსწონს ასეთი ვითარება და პერიოდულად იმართება დისკუსიები სიმპოზიუმებზე და ეურნალების ფურცლებზე. ერთ-ერთი ასეთი დისკუსიის მონაწილეთა უმრავლესობა ამტკიცებს, რომ ყველა ნებისმიერად არჩეული მოდელი კარგია, მთავარია მათგან საუკეთესო ამოვარჩიოთ და გვთავაზობენ კომპრომისულ კრიტერიუმებს [7]. ავიწყდებათ, რომ ტრანსფორმატორის ფიზიკურ მოვლენებს აღვეკატურად აღწერს ერთადერთი მათემატიკური მოდელი.

ნაშრომში ნაჩვენებია ოთხგრანული ტრანსფორმაციული ბოგირებიც სინთეზისა და ანალიზის ამოცანების გადასაწყვეტად ლენცის ელექტრომაგნიტური ინერჯის კანონის ურთიერთინდუქციურობის ნიშნით გამოსახვის აუცილებლობა.

სინთეზის ამოცანები. ოთხგრანული ტრანსფორმაციული ბოგირი, ისევე



როგორც უიტსტონის ბოგირი ამყარებს დამოკიდებულებას გასაზომ და მრავალფეროვან სიდიდეებს შორის, წონასწორობის რეჟიმში გაწონასწორება შესაძლებელია დამამაგნიტებელი ძალების ან კიდევ ძაბვების შეკრება-გამოკლებით. გრაგნილები უნდა დაეხვეოთ ერთსადაიმთხვე ტოროიდალურ მაგნიტოგამტარზე ერთი და იმავე მიმართულებით ხეივის თანაბარი განაწილებით. იმისათვის, რომ ვაწარმოოთ სათანადო შეკრება-გამოკლება, ერთსახელა მომჭერებს, ცხადია, ნებისმიერად ვერ ავირჩევთ. კენტი მომჭერები უნდა მივიღოთ საწყისებად, ხოლო ლუწი - ბოლოებად. დამამაგნიტებელი ძალების გამოკლების დროს ტრანსფორმატორის სამი გრაგნილი მიერთებულია კვების წყაროსთან. ორი მათგანის დამამაგნიტებელი ძალები იკრიბებიან და ამაგნიტებენ, ხოლო ერთი გრაგნილის დამამაგნიტებელი ძალა აკლდება პირველი ორის დამამაგნიტებელ ძალას და განამაგნიტებს მაგნიტურ გამტარს. მეოთხე გრაგნილთან მიერთებულია ნულინდიკატორი. ეტალონური წინაღობების შერჩევის შედეგად დამამაგნიტებელი და განამაგნიტებელი ძალები უტოლდებიან ერთმანეთს და მყარდება წონასწორობა. გასაზომი წინაღობის სიდიდე განისაზღვრება ეტალონური წინაღობებისა და ტრანსფორმატორის პარამეტრების საშუალებით წონასწორობის პირობიდან გამომდინარე. მეორე შემთხვევაში, როდესაც გაწონასწორება ხდება ძაბვების შედარებით, ერთი გრაგნილი უნდა მიეერთოს წყაროსთან, ხოლო დანარჩენები გასაზომ და ეტალონურ წინაღობებთან. ამასთან, სქემა უნდა შეიკრიბოს ისეთნაირად, რომ ძაბვები, რომელთაგან ერთი დამოკიდებულია გასაზომ, ხოლო ორი დანარჩენი - ეტალონურ წინაღობებზე, ერთმანეთს უნდა აკლდებოდნენ. გაღვანომეტრის ნულოვანი ჩვენება დააფიქსირებს წონასწორობას.

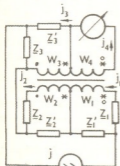
ამრიგად, ოთხგრაგნილა ტრანსფორმატორული ბოგირის წონასწორობის ზოგადი განტოლება ერთ შემთხვევაში შეიძლება გამოვსახოთ შემდეგი ტოლობით

$$K_1 i_1 + K_2 i_2 - K_3 i_3 = 0, \tag{3}$$

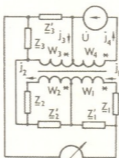
ხოლო მეორე შემთხვევაში -

$$K_1 i_1' - K_2 i_2' + K_3 i_3' = 0. \tag{4}$$

დამამაგნიტებელი ძალების გამოკლების შემთხვევაში კოეფიციენტები შესაბამისი გრაგნილების ხვიათა რიცხვებია, ხოლო ძაბვების გამოკლების შემთხვევაში სათანადო წინაღობები. დენების სიდიდეები, თავის მხრივ, განისაზღვრებიან ტრანსფორმატორის პარამეტრებითა და წინაღობების სიდიდეებით.



ნახ. 1



ნახ. 2

1 სურათზე მოცემულია ოთხგრაგნილა ტრანსფორმატორული ბოგირის რეალიზაციის ორი შესაძლო ვარიანტის სქემა (ერთ შემთხვევაში ერთსახელა მომჭერები აღნიშნულია ვარსკვლავებით, ხოლო მეორე შემთხვევაში - წრეწირებით). ეს სქემები გვაძლევს საშუალებას ვაწარმოოთ გაზომვები (3) და (4) ტოლობების გათვალისწინებით დამამაგნიტებელი ძალების შედარების გზით.



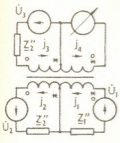
მე-2 სურათზე მოცემულია ოთხგრანხილა ტრანსფორმატორული ბოგირის რელიზაციის ორი შესაძლო ვარიანტის სქემა, რომლებიც გვაძლევენ საშუალებას ვაწარმოოთ გაზომვები (3) და (4) ფორმულების მიხედვით, ძაბვების გამოკლების საშუალებით.

ანალიზის ამოცანები. მას შემდეგ, რაც კი სინთეზის ამოცანების გადაწყვეტის შედეგად მიღებულია ოთხგრანხილა ტრანსფორმატორული ბოგირის პრინციპული სქემები (სურ. 1 და 2), ანალიზის ამოცანა გულისხმობს ცალსახა მათემატიკური მოდელის შედგენას, გასაზომი წინააღმდეგობისა და მანერტური ველის ენერჯის საანგარიშო ფორმულების გამოყვანას და ექვივალენტური ჩანაცვლების სქემების შედგენას. განვიხილოთ თითოეული მათგანი ცალ-ცალკე.

1 სურათზე მოცემული ბოგირის კვების წყაროს შიგა წინააღმდეგობით მეტია ბოგირის შესავალ წინააღმდეგობაზე. კომპლექსური წინააღმდეგობიდან ერთ-ერთი გასაზომია, ხოლო დანარჩენები წარმოდგენილია ეტალონური მაღაზიების სახით, რომელთა საშუალებით შესაძლებელია ბოგირის გაწონასწორება.

ანალიზის გამარტივების მიზნით დენის წყარო შევცვალოთ ექვივალენტური ძაბვის წყაროებით

$$\dot{U}_1 = \underline{Z}'_1 \dot{I}; \dot{U}_2 = \underline{Z}'_2 \dot{I}; \dot{U}_3 = \underline{Z}'_3 \dot{I}. \tag{5}$$



ნახ. 3

მივიღებთ მე-3 სურათზე მოცემულ სქემას. ამ სქემისათვის თუ გავითვალისწინებთ ურთიერთ-ინდუქციურობის ნიშნებს ლენცის კანონიდან გამომდინარე, ურთიერთინდუქციურობა პირველად და მეორად გრანგილებს შორის ყოველთვის უარყოფითია, ხოლო პირველად გრანგილებს შორის დენების თანხვედრილი მიმართულების დროს დადებითი და შემზღვედრი მიმართულების დროს უარყოფითი [8], ე.ი. $L_{12} > 0; L_{13} < 0; L_{14} < 0; L_{23} < 0; L_{24} > 0$ და დაუშვებთ, რომ პირველი და მეორე გრანგილების დამამაგნიტებელი ძალების გამი მეტია მესამე გრანგილის დამამაგნიტებელ ძალაზე

(ვარსკვლავიანი მომქერები), კირხოფის მეორე კანონის თანახმად შეგვიძლია შევადგინოთ შემდეგი დიფერენციალური განტოლებების სისტემა,

$$\begin{aligned} u_1 &= (r_1 + r'_1 + r_{w_1})i_1 + (L_1 + L'_1 + L_{w_1}) \frac{di_1}{dt} + L_{12} \frac{di_2}{dt} - L_{13} \frac{di_3}{dt} - L_{14} \frac{di_4}{dt}; \\ u_2 &= L_{12} \frac{di_1}{dt} + (r_2 + r'_2 + r_{w_2})i_2 + (L_2 + L'_2 + L_{w_2}) \frac{di_2}{dt} + L_{23} \frac{di_3}{dt} - L_{24} \frac{di_4}{dt}; \\ u_3 &= -L_{13} \frac{di_1}{dt} - L_{23} \frac{di_2}{dt} + (r_3 + r'_3 + r_{w_3})i_3 + (L_3 + L'_3 + L_{w_3}) \frac{di_3}{dt} + L_{34} \frac{di_4}{dt}; \\ u_4 &= -L_{14} \frac{di_1}{dt} - L_{24} \frac{di_2}{dt} + L_{34} \frac{di_3}{dt} + (r_4 + r_{w_4})i_4 + (L_4 + L_{w_4}) \frac{di_4}{dt}, \end{aligned} \tag{6}$$

სადაც u_4 არის ძაბვა გამოსავალი გრანგილის მიმქერებზე; r_v და L_v - გაღვანომეტრის წინააღმდეგობა და ინდუქციურობა.

(6) განტოლებათა სისტემა ცალსახად ასახავს ბოგირში მიმდინარე ელექტრომაგნიტურ მოვლენებს ნებისმიერ რეჟიმში. აკმაყოფილებს ველის ყველა ფიზიკურ კანონს და განიხილება როგორც ზოგადი მათემატიკური მოდელი.



(6) განტოლებათა სისტემის ამოხსნისათვის გამოვიყენოთ ამპლიტუდების მეთოდი. მივიღებთ მათემატიკურ მოდელს სიდიდეებისათვის:

$$\begin{aligned} \dot{U}_1 &= (\underline{Z}_1 + \underline{Z}'_1 + \underline{Z}_{w_1}) \dot{I}_1 + j\omega L_{12} \dot{I}_2 - j\omega L_{13} \dot{I}_3 - j\omega L_{14} \dot{I}_4; \\ \dot{U}_2 &= j\omega L_{12} \dot{I}_1 + (\underline{Z}_2 + \underline{Z}'_2 + \underline{Z}_{w_2}) \dot{I}_2 - j\omega L_{23} \dot{I}_3 - j\omega L_{24} \dot{I}_4; \\ \dot{U}_3 &= -j\omega L_{13} \dot{I}_1 - j\omega L_{23} \dot{I}_2 + (\underline{Z}_3 + \underline{Z}'_3 + \underline{Z}_{w_3}) \dot{I}_3 + j\omega L_{34} \dot{I}_4; \\ \dot{U}_4 &= -j\omega L_{14} \dot{I}_1 - j\omega L_{24} \dot{I}_2 + j\omega L_{34} \dot{I}_3 + (\underline{Z}_4 + \underline{Z}'_4 + \underline{Z}_{w_4}) \dot{I}_4. \end{aligned} \quad (7)$$

მოვხაზოთ საინგარიშო თანაფარდობა გასაზომ და ეტალონურ სიდიდეებს შორის ბოგირის წონასწორობის პირობიდან გამომდინარე. (3) ფორმულის თანახმად ბოგირი გაწონასწორებულია, თუ დატულია პირობა,

$$W_1 \dot{I}_1 + W_2 \dot{I}_2 - W_3 \dot{I}_3 = 0. \quad (8)$$

ცხადია, ამ ტოლობას თუ დავიცავთ, გალვანომეტრის ჩვენება ნულის ტოლი იქნება. ნულის ტოლი იქნება აგრეთვე მაგნიტური ველის ენერჯია.

$$W_{mag} = \frac{L_{w_1} \dot{I}_1^2}{2} + \frac{L_{w_2} \dot{I}_2^2}{2} - \frac{L_{w_3} \dot{I}_3^2}{2} + L_{12} \dot{I}_1 \dot{I}_2 - L_{13} \dot{I}_1 \dot{I}_3 - L_{23} \dot{I}_2 \dot{I}_3 = 0 \quad (9)$$

ლიტერატურაში ამ გამოსახულების ყველა წევრს დადებით ნიშანს ანიჭებენ, რაც არ არის სწორი.

გაწონასწორებული ბოგირის შემთხვევაში

$$L_{12} = L_{13} = L_{14} = L_{23} = L_{24} = L_{34} = I_4 = 0. \quad (10)$$

თუ გავითვალისწინებთ (10), (7), სისტემა მიიღებს შემდეგ სახეს,

$$\begin{aligned} \dot{U}_1 &= (\underline{Z}_1 + \underline{Z}'_1 + \underline{Z}_{w_1}) \dot{I}_1; \\ \dot{U}_2 &= (\underline{Z}_2 + \underline{Z}'_2 + \underline{Z}_{w_2}) \dot{I}_2; \\ \dot{U}_3 &= (\underline{Z}_3 + \underline{Z}'_3 + \underline{Z}_{w_3}) \dot{I}_3. \end{aligned} \quad (11)$$

(5), (8), (11) ტოლობებიდან სათანადო გარდაქმნების შედეგად მივიღებთ,

$$\frac{\underline{Z}'_1 W_1}{\underline{Z}_1 + \underline{Z}'_1 + r_{w_1}} + \frac{\underline{Z}'_2 W_2}{\underline{Z}_2 + \underline{Z}'_2 + r_{w_2}} - \frac{\underline{Z}'_3 W_3}{\underline{Z}_3 + \underline{Z}'_3 + r_{w_3}} = 0 \quad (12)$$

ამ ტოლობიდან განისაზღვრება გასაზომი წინაღობა ეტალონური წინაღობებისა და ტრანსფორმატორის პარამეტრების გათვალისწინებით. (1) ტოლობისგან განსხვავებით, იგი აკმაყოფილებს ლენცის ინერციის კანონს და ადექვატურად ასახავს წონასწორობის რეალურ პროცესს.

ბოგირის პირველადი გრაგნილის მომჭერებს თუ გადავფერთებთ ისეთნაირად, რომ დატული იქნება პირობები: $L_{12} < 0$; $L_{13} > 0$; $L_{14} < 0$; $L_{23} < 0$; L_{24} ; $L_{34} < 0$ (სურ. 1 და 3 წრეწირებიანი მომჭერებით) ბოგირის ზოგადი მათემატიკური მოდელი მიიღებს შემდეგ სახეს:

$$u_1 = (r_1 + r'_1 + r_{w_1}) i_1 + (L_1 + L'_1 + L_{w_1}) \frac{di_1}{dt} - L_{12} \frac{di_2}{dt} + L_{13} \frac{di_3}{dt} - L_{14} \frac{di_4}{dt};$$

$$\begin{aligned}
 u_2 &= -L_{12} \frac{di_1}{dt} + (r_2 + r_2' + r_{w_2}) i_2 + (L_2 + L_2' + L_{w_2}) \frac{di_2}{dt} - L_{23} \frac{di_3}{dt} + L_{24} \frac{di_4}{dt}; \\
 u_3 &= L_{13} \frac{di_1}{dt} - L_{23} \frac{di_2}{dt} + (r_3 + r_3' + r_{w_3}) i_3 + (L_3 + L_3' + L_{w_3}) \frac{di_3}{dt} - L_{34} \frac{di_4}{dt}; \\
 u_4 &= -L_{14} \frac{di_1}{dt} + L_{24} \frac{di_2}{dt} - L_{34} \frac{di_3}{dt} + (r_v + r_{w_4}) i_4 + (L_v + L_{w_4}) \frac{di_4}{dt}.
 \end{aligned}
 \tag{13}$$

შესაბამისი ალგებრული განტოლებათა სისტემა კომპლექსური სიდიდეებისათვის შეგვიძლია წარმოვადგინოთ როგორც

$$\begin{aligned}
 \dot{U}_1 &= (\underline{Z}_1 + \underline{Z}_1' + \underline{Z}_{w_1}) \dot{I}_1 - j\omega L_{12} \dot{I}_2 + j\omega L_{13} \dot{I}_3 - j\omega L_{14} \dot{I}_4; \\
 \dot{U}_2 &= -j\omega L_{12} \dot{I}_1 + (\underline{Z}_2 + \underline{Z}_2' + \underline{Z}_{w_2}) \dot{I}_2 - j\omega L_{23} \dot{I}_3 + j\omega L_{24} \dot{I}_4; \\
 \dot{U}_3 &= j\omega L_{13} \dot{I}_1 - j\omega L_{23} \dot{I}_2 + (\underline{Z}_3 + \underline{Z}_3' + \underline{Z}_{w_3}) \dot{I}_3 - j\omega L_{34} \dot{I}_4; \\
 \dot{U}_4 &= -j\omega L_{14} \dot{I}_1 + j\omega L_{24} \dot{I}_2 - j\omega L_{34} \dot{I}_3 + (\underline{Z}_v + \underline{Z}_{w_4}) \dot{I}_4.
 \end{aligned}
 \tag{14}$$

წონასწორობის პირობა ასეთი ბოგირისათვის (4) ფორმულის თანახმად გამოიხატება ტოლობით

$$W_1 \dot{I}_1 - W_2 \dot{I}_2 + W_3 \dot{I}_3 = 0.
 \tag{15}$$

(3), (14) და (15) ტოლობებიდან სათანადო გამარტივების შედეგად მივიღებთ საანგარიშო თანაფარდობებს გასაზომ და ეტალონურ სიდიდეებს შორის

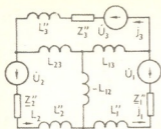
$$\frac{\underline{Z}_1 W_1}{\underline{Z}_1 + \underline{Z}_1' + r_{w_1}} - \frac{\underline{Z}_2' W_2}{\underline{Z}_2 + \underline{Z}_2' + r_{w_2}} + \frac{\underline{Z}_3' W_3}{\underline{Z}_3 + \underline{Z}_3' + r_{w_3}} = 0
 \tag{16}$$

შევადგინოთ 1-სურათზე მოცემული ბოგირის ჩანაცვლების სქემა. ამისათვის (6) განტოლებათა სისტემა წარმოვადგინოთ შემდეგი სახით,

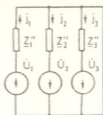
$$\begin{aligned}
 u_1 &= (r_1 + r_1' + r_{w_1}) i_1 + (L_1 + L_{w_1} + L_1 + L_{13} - L_{13} - L_{12}) \frac{di_1}{dt} + L_{12} \frac{di_2}{dt} - L_{13} \frac{di_3}{dt} - L_{14} \frac{di_4}{dt}; \\
 u_2 &= L_{12} \frac{di_1}{dt} + (r_2 + r_2' + r_{w_2}) i_2 + (L_2 + L_{w_2} + L_2 + L_{12} - L_{23} - L_{12} + L_{23}) \frac{di_2}{dt} - L_{23} \frac{di_3}{dt} - L_{14} \frac{di_4}{dt}; \\
 u_3 &= -L_{13} \frac{di_1}{dt} - L_{23} \frac{di_2}{dt} + (r_3 + r_3' + r_{w_3}) i_3 + (L_3 + L_{w_3} + L_3 - L_{13} - L_{23} + L_{13} + L_{23}) \frac{di_3}{dt} + L_{34} \frac{di_4}{dt}; \\
 u_4 &= -L_{14} \frac{di_1}{dt} - L_{24} \frac{di_2}{dt} + L_{34} \frac{di_3}{dt} + (r_v + r_{w_4}) i_4 + (L_v + L_{w_4}) \frac{di_4}{dt}.
 \end{aligned}
 \tag{17}$$

დავუშვათ, გალვანომეტრის შიგა წინაღობა უსასრულოდ დიდია და გადავიღეთ შესაბამისი ალგებრულ განტოლებათა სისტემაზე, მივიღებთ,

$$\begin{aligned}
 \dot{U}_1 &= (\underline{Z}_1 + \underline{Z}_1' + \underline{Z}_{w_1}) \dot{I}_1 + j\omega L_{12} \dot{I}_2 - j\omega L_{13} \dot{I}_3 \\
 \dot{U}_2 &= (\underline{Z}_2 + \underline{Z}_2' + \underline{Z}_{w_2}) \dot{I}_2 + j\omega L_{12} \dot{I}_1 - j\omega L_{23} \dot{I}_3; \\
 \dot{U}_3 &= (\underline{Z}_3 + \underline{Z}_3' + \underline{Z}_{w_3}) \dot{I}_3 - j\omega L_{13} \dot{I}_1 - j\omega L_{23} \dot{I}_2
 \end{aligned}
 \tag{18}$$



ნახ. 4



ნახ. 5

(18) გაწევის სისტემა შევიძინებთ გაწევის ხილვით როგორც კონტურული დენების მეთოდით შედგენილი განტოლებათა სისტემა მე-4 სურათზე მოცემული სამკონტურული სქემისათვის. ეს სქემა წარმოადგენს დამამაგნიტებელი ძალების გამოკლებზე აგებული ოთხ-

გრაგნილა ტრანსფორმატორული ბოგირის ჩანაცვლების სქემას. სქემაზე ინდუქციური კავშირები შეცვლილია გაღვანური კავშირებით. იგი არსებითად განსხვავდება უიტსტონის ბოგირის სქემისაგან.

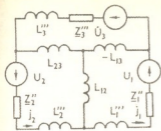
შევადგინოთ ჩანაცვლების სქემა გაწონასწორებული ბოგირისათვის. ამ შემთხვევაში (18) სისტემაში უნდა გავითვალისწინოთ პირობა $L_{12}=L_{13}=L_{23}=L_{34}=0$. მივიღებთ (11) განტოლებათა სისტემას, რომელსაც შეესაბამება მე-5 სურათზე მოცემული ჩანაცვლების სქემა.

ახლა შევადგინოთ ჩანაცვლების სქემა ბოგირისათვის, რომლის პირველი და მესამე გრაგნილების დამამაგნიტებელი ძალები იკრებიებიან, ხოლო მეორე გრაგნილის დამამაგნიტებელი ძალა აკლდება ამ ჯამს (ერთსახელა მომჭერები სურ. 1 და 3 აღნიშნულია წრეწირებით). ამისათვის (13) სისტემა წარმოვადგინოთ შემდეგი სახით.

$$\begin{aligned}
 u_1 &= (r_1 + r'_1 + r_{w_1})i_1 + (L'_1 + L_{w_1} + L_{L_1}L_{12} + L_{13} + L_{12}L_{13})\frac{di_1}{dt} - L_{12}\frac{di_2}{dt} + L_{13}\frac{di_3}{dt} - L_{14}\frac{di_4}{dt}; \\
 u_2 &= -L_{12}\frac{di_1}{dt} + (r_2 + r'_2 + r_{w_2})i_2 + (L_2 + L_{w_2} + L_2L_{12} - L_{23} + L_{12}L_{23})\frac{di_2}{dt} - L_{23}\frac{di_3}{dt} + L_{24}\frac{di_4}{dt}; \\
 u_3 &= L_{13}\frac{di_1}{dt} - L_{23}\frac{di_2}{dt} + (r_3 + r'_3 + r_{w_3})i_3 + (L_3 + L_{w_3} + L_3L_{13} - L_{23}L_{13} - L_{23})\frac{di_3}{dt} - L_{34}\frac{di_4}{dt}; \\
 u_4 &= -L_{14}\frac{di_1}{dt} + L_{24}\frac{di_2}{dt} - L_{34}\frac{di_3}{dt} + (r_4 + r_{w_4})i_4 + (L_4 + L_{w_4})\frac{di_4}{dt}.
 \end{aligned}
 \tag{19}$$

ანალოგიურად წინა შემთხვევისა (19) სისტემა შეიძლება წარმოვადგინოთ როგორც

$$\begin{aligned}
 \dot{U}_1 &= (Z_1 + Z'_1 + Z_{w_1})\dot{I}_1 - j\omega L_{12}\dot{I}_2 + j\omega L_{13}\dot{I}_3; \\
 \dot{U}_2 &= (Z_2 + Z'_2 + Z_{w_2})\dot{I}_2 - j\omega L_{12}\dot{I}_1 - j\omega L_{23}\dot{I}_3; \\
 \dot{U}_3 &= (Z_3 + Z'_3 + Z_{w_3})\dot{I}_3 + j\omega L_{13}\dot{I}_1 - j\omega L_{23}\dot{I}_2.
 \end{aligned}
 \tag{20}$$



ნახ. 6

შესაბამისი ჩანაცვლების სქემა მოცემულია მე-6 სურათზე.

განვიხილოთ ოთხგრანგილი ტრანსფორმატორული ბოგირი დაბევის გამოკლებით (სურ. 2), რომელიც მიიღება 1 სურათზე მოცემული ბოგირიდან გალვანომეტრისა და კვების წყაროს აღვიღების შედეგის შედეგად.

ლენცის კანონის თანახმად (ვარსკვლავიანი მომჭერებით) მე-2 სურათზე მოცემული ბოგირისთვის შევვიძლია დავწეროთ,

$$\begin{aligned}
 0 &= (r_1 + r'_1 + r_{w_1})i_1 + (L_1 + \dot{L}_1 + L_{w_1}) \frac{di_1}{dt} + L_{12} \frac{di_2}{dt} + L_{13} \frac{di_3}{dt} - L_{14} \frac{di_4}{dt}; \\
 0 &= L_{12} \frac{di_1}{dt} + (r_2 + r'_2 + r_{w_2})i_2 + (L_2 + \dot{L}_2 + L_{w_2}) \frac{di_2}{dt} + L_{23} \frac{di_3}{dt} - L_{24} \frac{di_4}{dt}; \\
 0 &= L_{13} \frac{di_1}{dt} + L_{23} \frac{di_2}{dt} + (r_3 + r'_3 + r_{w_3})i_3 + (L_3 + \dot{L}_3 + L_{w_3}) \frac{di_3}{dt} - L_{34} \frac{di_4}{dt}; \\
 u_4 &= -L_{14} \frac{di_1}{dt} - L_{24} \frac{di_2}{dt} - L_{34} \frac{di_3}{dt} + r_{w_4}i_4 + L_{w_4} \frac{di_4}{dt}; \\
 u &= r'_1i_1 + r'_2i_2 + r'_3i_3 + L_1 \frac{di_1}{dt} + L_2 \frac{di_2}{dt} + L_3 \frac{di_3}{dt}.
 \end{aligned} \tag{21}$$

იგივე განტოლებათა სისტემა კომპლექსურ სახეში წარმოვიდგება როგორც

$$\begin{aligned}
 0 &= (\underline{Z}_1 + \underline{Z}'_1 + \underline{Z}_{w_1})\dot{I}_1 + j\omega L_{12}\dot{I}_2 + j\omega L_{13}\dot{I}_3 - j\omega L_{14}\dot{I}_4 \\
 0 &= j\omega L_{12}\dot{I}_1 + (\underline{Z}_2 + \underline{Z}'_2 + \underline{Z}_{w_2})\dot{I}_2 + j\omega L_{23}\dot{I}_3 - j\omega L_{24}\dot{I}_4 \\
 0 &= j\omega L_{13}\dot{I}_1 + j\omega L_{23}\dot{I}_2 + (\underline{Z}_3 + \underline{Z}'_3 + \underline{Z}_{w_3})\dot{I}_3 - j\omega L_{34}\dot{I}_4; \\
 \dot{U}_4 &= -j\omega L_{14}\dot{I}_1 - j\omega L_{24}\dot{I}_2 - j\omega L_{34}\dot{I}_3 + \underline{Z}_{w_4}\dot{I}_4; \\
 \dot{U} &= \underline{Z}'_1\dot{I}_1 + \underline{Z}'_2\dot{I}_2 + \underline{Z}'_3\dot{I}_3.
 \end{aligned} \tag{22}$$

ბოგირის წონასწორობის პირობა ამ შემთხვევაში გამოიხატება ტოლობით

$$\underline{Z}'_1\dot{I}_1 + \underline{Z}'_2\dot{I}_2 + \underline{Z}'_3\dot{I}_3 = 0 \tag{23}$$

პირველ, მეორე და მესამე კონტურებში ღენები პროპორციულია შესაბამისად W_1 , W_2 , W_3 გრანგილების ხვიათა რიცხვისა. სათანადო გამარტივების შედეგად (23)-ის გათვალისწინებით მივიღებთ საანგარიშო თანაფარდობის გასაზომ და ეტალონურ სიდიდეებს შორის, რომელიც ემთხვევა (12) გამოსახულებას.

მე-2 სურათზე მოცემული ბოგირისათვის წრეწირით აღნიშნული ერთსახელა მომჭერების შემთხვევაში წონასწორობის პირობა გამოიხატება შემდეგი ტოლობით,

$$\underline{Z}'_1\dot{I}_1 - \underline{Z}'_3\dot{I}_3 + \underline{Z}'_2\dot{I}_2 = 0 \tag{24}$$

ანალოგიურად წინა შემთხვევისა მივიღებთ საანგარიშო ფორმულას, რომელიც ემთხვევა (16) გამოსახულებას. ეს იმას ნიშნავს, რომ წონასწორობის შემთხვევაში ოთხგრანგილი ტრანსფორმატორული ბოგირი შექცევადია შესავალი და გამოსავალი მომჭერების მიმართ.



დენების გამოკლების პრინციპით აგებული ოთხგრაგნილა ტრანსფორმატორული ბოგირის მაგნიტურ გამტარში მაგნიტური ნაკადი წონასწორობის რეჟიმში განსხვავდება ნულისაგან. შესაბამისად, მაგნიტური ველის ენერგია, ლენცის კანონის გათვალისწინებით იანგარიშება ფორმულით:

$$W'_{\text{მაგ}} = \frac{L_{w_4} i_4^2}{2} - \frac{L_{w_1} i_1^2}{2} - \frac{L_{w_2} i_2^2}{2} - \frac{L_{w_3} i_3^2}{2} - L_{14} i_1 i_4 - L_{24} i_2 i_4 - L_{34} i_3 i_4 + L_{12} i_1 i_2 + L_{13} i_1 i_3 + L_{23} i_2 i_3 \quad (25)$$

ამრიგად, ოთხგრაგნილა ტრანსფორმატორული ბოგირის მათემატიკურ მოდელში ლენცის ენერგიის შენახვის კანონის გამოხატვა ურთიერთინდუქციურობის სათანადო ნიშნით საშუალებას გვაძლევს ვაწარმოთ ადეკვატური ანალიზი და სინთეზი იმ ფიზიკური მოვლენებისა, რომელთაც ადგილი აქვთ ბოგირის მუშაობის სხვადასხვა რეჟიმში.

ურთიერთინდუქციურობის ნიშნის განსაზღვრის წესი მოცემულია [8]-ში.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

(შემოვიდა 14.05.1993)

ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

А.Н.Абурджания, З.О.Анджaparидзе, Л.А.Абурджания, Р.П.Кикалейшвили

Четырехобмоточные трансформаторные мосты

Резюме

Составлены математические модели, условия равновесия, расчетные формулы энергии магнитного поля и схемы замещения с учетом закона электромагнитной индукции Ленца.

ELECTROTECHNICS

A. Aburjania, Z. Anjaparidze, L. Aburjania, R. Kopaleishvili

Four-Winding Transformer Bridges

Summary

Mathematical model, balance conditions, formula for calculation of the energy of magnetic field and equivalent circuits on the basis of Lenz law of electromagnetic induction are presented.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. Трансформаторные измерительные мосты. Под ред. чл. корр. АН СССР. К.Б. Карандеева, М., 1970, 12-51, 247-249.
2. А.А.Кольцов. Электрические схемы уравнивания. М., 1978, 3-9, 87-140.
3. Электрические измерения, Под. ред. Е.Г.Шрамкова, М., 1972, 286-287.

4. *Д.К.Максвелл*. Избранные сочинения по теории электромагнитного поля, М., 1952, 270-279, 448-449.
5. Сборник задач по теории электрических цепей. Под ред. П.Н.Матханова и А.В.Данилова, М., 1980, 101-110.
6. Теоретические основы электротехники: том 1: под ред. проф. П.А.Ионкина, М., 1978, 262-266.
7. *А.В.Нетушин* и др., Электричество, **112**, 5, 1986, 43-74,
8. *А.Н.Абурджания*. Сообщения АН ГССР, **112**, 1, 1983, 129-132

И.С.Микадзе, Р.В.Какубава, Н.Ф.Чамчев

Групповое обслуживание в системах со многими работоспособными состояниями

(Представлено академиком И.Т.Кигурадзе 10.11.1993)

В СМО, состоящую из m основных и $n-m$ аналогичных резервных обслуживающих приборов, поступает поток требований с интенсивностью λ ; длина каждого требования является случайной величиной с функцией распределения $F(u)$; система одновременно обслуживает столько требований, сколько обслуживающих приборов работоспособны, но не более m ; обслуживающие приборы, как в свободном, так и в занятом состоянии, подвергаются устойчивым и самовосстанавливающимся отказам, которые обнаруживаются непрерывным аппаратным контролем, причем в свободном состоянии рабочие приборы отказывают с постоянной интенсивностью α_1 , а резервные – с интенсивностью α_2 ; соответствующие значения интенсивностей отказов в занятом состоянии могут отличаться от этих значений; в момент отказа основного прибора на его место переключается резервный, если в этот момент работоспособен хотя бы один из $n-m$ резервных; в системе имеется один орган восстановления; время восстановления является случайной величиной с показательным распределением с параметром μ ; переключающее устройство принято абсолютно надежным; требования, получив полное обслуживание, покидают систему; время ожидания и длина очереди в системе не ограничиваются.

В начале каждого цикла обслуживания СМО может находиться в одном из $i=1, n$ работоспособных состояний: работоспособны один, два и т.д. приборы. Такие же состояния возможны и в конце каждого цикла обслуживания.

Для описания СМО во время обслуживания требований введем вероятность

$$H_{ij}^{(k)}(u) = \int_0^u h_{ij}^{(k)}(v) dv,$$

где $h_{ij}^{(k)}(v)dv$ – вероятность того, что обслуживание k требований (с функцией распределения длины требования $F(u)$). Здесь $F^{(k)}(u)$ – k -кратная свертка $F(u)$ закончится СМО, находящейся в состоянии j в интервале времени $(v, v+dv)$, при условии, что в начале обслуживания система находилась в i -м работоспособном состоянии.

Обозначим

$$r_{ij}^{(k)}(u) = h_{ij}^{(k)}(u) / \overline{H_i^{(k)}}(u), \quad r_i^{(k)}(u) = h_i^{(k)}(u) / \overline{H_i^{(k)}}(u), \quad \overline{H_i^{(k)}}(u) = 1 - H_i^{(k)}(u),$$

$$H_i^{(k)}(u) = \sum_{j=1}^n H_{ij}^{(k)}(u), \quad h_i^{(k)}(u) = \left(H_i^{(k)}(u) \right)', \quad h_i^{(k)}(u) = \sum_{j=1}^n h_{ij}^{(k)}(u),$$

$$r_i^{(k)}(u) = \sum_{j=1}^n r_{ij}^{(k)}(u), \quad H_i^{(k)}(\infty) = 1, \quad i, j = \overline{1, n}.$$

Здесь везде верхний индекс k означает, что одновременно обслуживаются k требований.

Состояние системы обслуживания можно задать следующими вероятностями [1,2]: $R_i(t) = P$ { количество работоспособных приборов в момент t равно i и в системе нет требований }, $i = \overline{1, n}$; $R_o^{(k)}(t) = P$ { в момент t все n приборов неработоспособны и за время простоя поступило k требований }; $p_{il}^{(k)}(t, u) du = P$ { количество требований в момент t равно k , l ($l \leq \min(i, k, m)$) из них обслуживается в течение времени z ($u < z < u + du$), причем их обслуживание началось системой в момент времени ξ ($t - u < \xi < t - u + du$), находясь в работоспособном состоянии i }, $i = \overline{1, n}$; $k = \overline{1, \infty}$, $l = \overline{1 \div \eta_i^{(k)}}$.

Здесь

$$\eta_i^{(k)} = [k\delta(k < i) + i\delta(k \geq i)]\delta(i \leq m) + [k\delta(k < m) + m\delta(k \geq m)]\delta(i > m),$$

$$\delta(i < j) = \begin{cases} 1, & \text{если } i < j; \\ 0, & \text{если } i \geq j. \end{cases}$$

Очевидно, что $p_{il}^{(k)}(t, u) = 0$, если $l \neq \min(i, k, m)$, $p_{il}^{(k)}(t, u) = 0$, если $l > \min(i, k, m)$ и $R_o^{(0)}(t) = R_o(t)$. Вероятности нахождения системы обслуживания (СО) в состоянии обслуживания требований без учета длительности времени нахождения в этом состоянии имеют вид

$$p_{il}^{(k)}(t) = \int_0^t p_{il}^{(k)}(t, u) du.$$

Условие нормировки имеет вид

$$\sum_{i=1}^n R_i(t) + \sum_{k=0}^{\infty} R_o^{(k)}(t) + \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^{\infty} \sum_{l=1}^{\eta_i^{(k)}} p_{il}^{(k)}(t) = 1.$$

Дифференциальные рекуррентные соотношения для $R_i(t)$, $R_o^{(k)}(t)$ и $p_{il}^{(k)}(t, u)$ находятся путем рассмотрения возможных изменений состояния системы в бесконечно малом интервале времени h от t до $t+h$ с последующим переходом к пределу при $h \rightarrow 0$. Эти соотношения имеют вид:

$$R_o'(t) = -(\mu + \lambda)R_o(t) + \alpha_j R_j(t); \quad (1)$$

$$\begin{aligned}
 (R_o^{(k)}(t))' &= -(\mu + \lambda)R_o^{(k)}(t) + \lambda R_o^{(k-1)}(t), \quad k = \overline{1, \infty}; \\
 R_i^{(k)}(t) &= -[\lambda + (1 - \delta_{in})\mu + a_i]R_i^{(k)}(t) + \mu R_{i-1}^{(k)}(t) + (1 - \delta_{in})a_{i-1}R_{i-1}^{(k)}(t) + \\
 &+ \sum_{v=1}^n \sum_{\varepsilon=1}^{\eta_v} \int_0^t p_{v\varepsilon}^{(c)}(t, u) r_{vi}^{(c)}(u) du; \quad (3)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \hat{c}p_{il}^{(k)}(t, u) / \hat{c}t + \hat{c}p_{il}^{(k)}(t, u) / \hat{c}u &= -[\lambda + r_i^{(l)}(u)]p_{il}^{(k)}(t, u) + \lambda p_{il}^{(k-1)}(t, u); \quad i = \overline{1, n}; \\
 k &= \overline{1, \infty}; \quad l = 1 + \eta_i^{(k)}, \quad p_{il}^{(o)}(t, u) = 0. \quad (4)
 \end{aligned}$$

Здесь

$$\begin{aligned}
 a_i &= \delta(i < m)i\alpha_i + \delta(i \geq m)[m\alpha_i + (i-m)\alpha_i], \\
 \eta_v &= v\delta(v \leq m) + m\delta(v > m),
 \end{aligned}$$

а δ – индикаторы Кронекера.

Для граничных условий можно вывести следующие соотношения:

$$\begin{aligned}
 p_{in_i}^{(k)}(t, o) &= \sum_{v=1}^n \sum_{\varepsilon=1}^{\eta_v} \int_0^t p_{v\varepsilon}^{(k+\varepsilon)}(t, u) r_{vi}^{(c)}(u) du + \delta_{k1}\lambda R_i(t) + \delta_{i1}\mu R_o^{(k)}(t); \quad (5) \\
 i &= \overline{1, n}; \quad k = \overline{1, \infty}.
 \end{aligned}$$

Пусть в начальный момент все устройства среды обслуживания исправны и отсутствуют требования, т.е. $R_n(o) = 1$, $R_i(o) = 0$ ($i \neq n$).

С учетом того, что $p_{il}^{(k)}(t, o) = 0$, если $l \neq \min(i, k, m)$, решения уравнений (4) можно представить так:

$$\begin{aligned}
 p_{il}^{(k)}(t, u) &= \delta(l < \min(i, m))\overline{H}_i^{(l)}(u)p_{il}^{(l)}(t-u, o)e^{-\lambda u}(\lambda u)^{k-l} / (k-l)! + \\
 &+ \delta(l < m)\delta(l = i)\overline{H}_i^{(l)}(u) \sum_{c=l}^k p_{il}^{(c)}(t-u, o)e^{-\lambda u}(\lambda u)^{k-c} / (k-c)! + \\
 &+ \delta(l = m)\delta(m \leq i)\overline{H}_i^{(m)}(u) \sum_{c=m}^k p_{im}^{(c)}(t-u, o)e^{-\lambda u}(\lambda u)^{k-c} / (k-c)!; \\
 k &= \overline{1, \infty}; \quad l = 1 + \eta_i^{(k)}; \quad i = \overline{1, n}. \quad (6)
 \end{aligned}$$

Умножив обе стороны (5) на x^k ($|x| < 1$) и суммируя по k ($k = \overline{1, \infty}$), с учетом (6) получим

$$\begin{aligned}
 \sum_{k=1}^{\infty} x^k p_{in_i}^{(k)}(t, o) &= \sum_{v=1}^n \sum_{\varepsilon=1}^{\eta_v} \sum_{k=1}^{\infty} x^k \int_0^t \{\delta(\varepsilon < \min(v, m)) \cdot \\
 &\cdot \overline{H}_v^{(\varepsilon)}(u)p_{v\varepsilon}^{(\varepsilon)}(t-u, o)e^{-\lambda u}(\lambda u)^k / k! + \delta(\varepsilon < m)\delta(\varepsilon = v)\overline{H}_v^{(\varepsilon)}(u) \cdot \\
 &\cdot \sum_{c=\varepsilon}^{k+\varepsilon} p_{v\varepsilon}^{(c)}(t-u, o)e^{-\lambda u}(\lambda u)^{k+\varepsilon-c} / (k+\varepsilon-c)! + \\
 &+ \delta(\varepsilon = m)\delta(m \leq v)\overline{H}_v^{(\varepsilon)}(u) \sum_{c=\varepsilon}^{k+\varepsilon} p_{v\varepsilon}^{(c)}(t-u, o)e^{-\lambda u}(\lambda u)^{k+\varepsilon-c} / (k+\varepsilon-c)!\}.
 \end{aligned}$$

$$r_{v\epsilon}^{(\epsilon)}(u)du + \sum_{k=1}^{\infty} \delta_{kI} x^k \lambda R_i(t) + \sum_{k=1}^{\infty} \delta_{iI} x^k \mu R_o^{(k)}(t).$$

Обозначив

$$p_{v\epsilon}(x, t, u) = \sum_{k=\epsilon}^{\infty} x^k p_{v\epsilon}^{(k)}(t, u) = \bar{H}_v^{(\epsilon)}(u) \exp\{-(I-x)\lambda u\} p_{v\epsilon}(x, t-u, o);$$

$$p_{v\epsilon}(x, t, o) = \sum_{k=\epsilon}^{\infty} x^k p_{v\epsilon}^{(k)}(t, o); \quad R_o(x, t) = \sum_{k=1}^{\infty} x^k R_o^{(k)}(t),$$

и переходя в (7) к требованию Лапласа, получим

$$\begin{aligned} \bar{p}_{i\eta_i}(x, s, o) + \sum_{k=1}^{\eta_i-1} x^k \bar{p}_{i\eta_i}^{(k)}(s, o) &= \sum_{v=1}^n \sum_{\epsilon=1}^{\eta_v} \left\{ \delta(\epsilon < \min(v, m)) \cdot \right. \\ &\cdot \bar{p}_{v\epsilon}(s, o) \left[\bar{h}_{v\epsilon}^{(\epsilon)}(z) - \bar{h}_{v\epsilon}^{(\epsilon)}(s+\lambda) \right] + \delta(\epsilon < m) \delta(\epsilon = v) \cdot \\ &\left[x^{-\epsilon} \bar{p}_{v\epsilon}(x, s, o) \bar{h}_{v\epsilon}^{(\epsilon)}(z) - \bar{p}_{v\epsilon}(s, o) \bar{h}_{v\epsilon}^{(\epsilon)}(s+\lambda) \right] + \\ &\left. + \delta(\epsilon = m) \delta(\epsilon \leq v) \left[\bar{p}_{v\epsilon}(x, s, o) x^{-\epsilon} \bar{h}_{v\epsilon}^{(\epsilon)}(z) - \bar{p}_{v\epsilon}(s, o) \bar{h}_{v\epsilon}^{(\epsilon)}(s+\lambda) \right] \right\} + \\ &+ x\lambda \bar{R}_i(s) + \delta_{iI} \mu \bar{R}_o(x, s). \end{aligned} \quad (8)$$

Здесь

$$\begin{aligned} z &= s + (1-x)\lambda; \quad \bar{R}_o(x, s) = \lambda x \bar{R}_o(s) / (\mu + z); \\ \bar{R}_o(s) &= \alpha_I \bar{R}_I(s) / (s + \mu + \lambda); \quad \bar{p}_{i\eta_i}(x, s, o) = p_{i\eta_i}(x, t, o); \\ \bar{p}_{i\eta_i}^{(k)}(s, o) &= p_{i\eta_i}^{(k)}(t, o); \quad \bar{h}_{ij}^{(k)}(s) = h_{ij}^{(k)}(t); \quad \bar{R}_0^{(k)}(s) = R_0^{(k)}(t); \\ \bar{R}_o(x, s) &= R_o(x, t); \quad \bar{R}_i(s) = R_i(t). \end{aligned}$$

Аналогично, подставив в (3) значение $p_{v\epsilon}^{(\epsilon)}(t, u)$ и переходя к преобразованию Лапласа, получим

$$\begin{aligned} s \bar{R}_i(s) - \delta_{in} &= -[\lambda + (I - \delta_{in})\mu + a_i] \bar{R}_i(s) + \mu \bar{R}_{i-1}(s) + \\ &+ (I - \delta_{in}) a_{i+1} \bar{R}_{i+1}(s) + \sum_{v=1}^n \sum_{\epsilon=1}^{\eta_v} \left\{ \delta(\epsilon < \min(v, m)) \bar{p}_{v\epsilon}^{(\epsilon)}(s, o) \bar{h}_{v\epsilon}^{(\epsilon)}(s+\lambda) + \right. \\ &\left. + \delta(\epsilon < m) \delta(\epsilon = v) \bar{p}_{v\epsilon}^{(\epsilon)}(s, o) \bar{h}_{v\epsilon}^{(\epsilon)}(s+\lambda) + \delta(\epsilon = m) \delta(\epsilon \leq v) \bar{p}_{v\epsilon}^{(\epsilon)}(s, o) \bar{h}_{v\epsilon}^{(\epsilon)}(s+\lambda) \right\} \end{aligned} \quad (9)$$

Сложив (8) с (9) и после некоторого преобразования получим

$$\begin{aligned} \delta(i < m) x^{m-i} \left[x^i - \bar{h}_{ii}^{(i)}(z) \right] \bar{p}_{ii}(x, s, o) + \\ + \delta(i \geq m) \left[x^m - \bar{h}_{ii}^{(m)}(z) \right] \bar{p}_{im}(x, s, o) - \\ - \sum_{\substack{v=1 \\ v \neq i}}^{m-1} x^{m-\eta_v} \bar{h}_{v\eta_v}^{(\eta_v)}(z) \bar{p}_{v\eta_v}(x, s, o) - \sum_{\substack{v=m \\ v \neq i}}^n \bar{h}_{v\eta_v}^m(z) \bar{p}_{v\eta_v}(x, s, o) = x^m \bar{b}_i(x, s), \quad i = \bar{I}, n; \end{aligned} \quad (10)$$

Здесь

$$\begin{aligned}
 b_i(x,s) = & \delta_m^- [z + (1 - \delta_m) \mu - a_i] \bar{R}_i(s) + \mu \bar{R}_{i-1}(s) + \\
 & + (1 - \delta_m) a_{i+1} \bar{R}_{i+1}(s) + \delta_{i1} \mu \nu \lambda \alpha_i \bar{R}_1(s) + /(\mu + z)(s + \mu + \lambda) + \\
 & + \sum_{v=2}^n \sum_{\varepsilon=1}^{\eta_v-1} \bar{h}_{v\varepsilon}^{(\varepsilon)}(z) \bar{p}_{v\varepsilon}^{(\varepsilon)}(s, \sigma) - \sum_{k=1}^{\eta_i-1} x^k \bar{p}_{i\eta_i^{(k)}}(s, \sigma).
 \end{aligned}$$

Система уравнений (10) содержит n уравнений с $n + \sum_{v=2}^n (\eta_v - 1) = (n+m(2n-m+1)/2)$ неизвестными $(\bar{R}_i(s), i = \overline{1, n}; \bar{p}_{in}(x, s, \sigma), i = \overline{1, m}; \bar{p}_{im}(x, s, \sigma), i = \overline{m+1, n}; \bar{p}_{v\varepsilon}^{(\varepsilon)}(s, \sigma), v = \overline{2, n}, \varepsilon = \overline{1, \eta_v - 1})$ Ее решение относительно $p_{ij}(x, s, \sigma)$ запишем в виде

$$p_{i\eta_i}(x, s, \sigma) = \tilde{\Delta}_m(x, s) / \tilde{\Delta}_n(x, s) \quad (11)$$

Здесь $\tilde{\Delta}_n(x, s) = \Delta_n(x, s) \prod_{c=1}^m x^{m-c}$; $\tilde{\Delta}_m(x, s) = x^m \Delta_m(x, s) \prod_{c=1}^m x^{m-c}$;

$$\Delta_n(x, s) = \begin{vmatrix}
 x - \bar{h}_{11}^{(1)}(z), \dots & -\bar{h}_{m-1,1}^{(m-1)}(z), & -\bar{h}_{m1}^{(m)}(z), & -\bar{h}_{m+1,1}^{(m)}(z), & -\bar{h}_{n1}^{(m)}(z), \\
 \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\
 -\bar{h}_{1,m-1}^{(1)}(z), \dots & x^{m-1} - \bar{h}_{m-1,m-1}^{(m-1)}(z) & -\bar{h}_{m,m-1}^{(m)}(z), & -\bar{h}_{m+1,m-1}^{(m)}(z), & -\bar{h}_{n,m-1}^{(m)}(z), \\
 -\bar{h}_{1m}^{(1)}(z), \dots & -\bar{h}_{m-1,m}^{(m-1)}(z) & x^m - \bar{h}_{mm}^{(m)}(z) & -\bar{h}_{m+1,m}^{(m)}(z), & -\bar{h}_{nm}^{(m)}(z), \\
 -\bar{h}_{1,m+1}^{(1)}(z), \dots & -\bar{h}_{m-1,m+1}^{(m-1)}(z) & -\bar{h}_{m,m+1}^{(m)}(z), & x^m - \bar{h}_{m+1,m+1}^{(m)}(z) & -\bar{h}_{n,m+1}^{(m)}(z), \\
 \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\
 -\bar{h}_{1n}^{(1)}(z), \dots & -\bar{h}_{m-1,n}^{(m-1)}(z) & -\bar{h}_{mn}^{(m)}(z), & -\bar{h}_{m+1,n}^{(m)}(z), & x^m - \bar{h}_{nn}^{(m)}(z)
 \end{vmatrix}$$

$\Delta_m(x, s)$ получается из определителя $\Delta_n(x, s)$ заменой его элементов i -го столбца на $(b_1(x, s), b_2(x, s), \dots, b_n(x, s))$.

Так как искомые неизвестные являются аналитическими функциями от x при $Res > 0$ в круге $|x| \leq 1$, то нули определителя $\Delta_n(x, s)$ должны совпадать с нулями $\Delta_m(x, s)$ в этой области. Используя теоремы Руше, можно доказать, что количество нулей определителя $\Delta_n(x, s)$ в области $|x| < 1$ равно $m(2n-m+1)/2$ и все они являются простыми [2]. Если значения x , при которых $\Delta_n(x, s) = 0$, обозначим $x_k = x_k(s)$ ($z_k = z_k(s) = s + (1 - x_k)\lambda$), то очевидным станет необходимость выполнения условий

$$\Delta_m(x_k, s) = 0 \quad (i = \overline{1, n}; k = \overline{1, m(2n-m+1)/2}). \quad (12)$$

Систему уравнений (12) будем использовать для определения $m(2n-m+1)/2$ неизвестных, входящих в $b_i(x, s)$. Для этого требуется $m(2n-m+1)/2$ уравнений, однако при каждом фиксированном значении i в зависимости от значения $x_k(s)$ получаются $m(2n-m+1)/2$ уравнений. Таким образом, общее число уравнений равно $[m(2n-m+1)/2]^2$ при



$m(2n-m+1)/2$ неизвестных. Легко убедиться, что из них независимыми являются только $m(2n-m+1)/2$ уравнений, получаемых при одном фиксированном значении i . В частности, для определения неизвестных будем использовать систему уравнений, получаемых из определителя $\Delta_i(x,s)$ заменой его элементов первого столбца на $(b_1(x_k,s), b_2(x_k,s), \dots, b_n(x_k,s))$ и z на $z_k = s + (1-x_k(s))\lambda$, т.е. используем систему уравнений $\Delta_{i1}(x_k,s) = 0$. Разлагая этот определитель по первому столбцу и группируя по неизвестным, с учетом начальных условий ($R_n(0) = 1, R_i(0) = 0$ при $i \neq n$), получаем

$$\sum_{v=1}^n \left\{ \varphi_v(z_k) R_v(s) + \sum_{\varepsilon=1}^{\eta_v-1} \varphi_v^{(\varepsilon)}(z_k) p_{v\eta_v}^{(\varepsilon)}(s, 0) = a_n(z_k), \quad \bar{k} = 1, m(2n-m+1)/2. \right. \quad (13)$$

Здесь

$$\varphi_v(z_k) = a_v(z_k)[z_k + a_i + (1-\delta_m)\mu] - a_i a_{i-1}(z_k) - \mu a_{i+1}(z_k) - \delta_{i1} a_i(z_k) \mu \alpha_i(\mu + z_k);$$

$$\varphi_v^{(\varepsilon)}(z_k) = \tilde{h}_v^{(\varepsilon)}(z_k) - A_{Iv} x_k^\varepsilon; \quad A_{Iv} = (-1)^{v+1} \Delta_{nI}^{Iv}(x_k, s); \quad \tilde{h}_v^{(\varepsilon)}(z_k) = \sum_{i=1}^n h_{vi}^{(\varepsilon)}(z_k) A_{Ii};$$

$$a_m(z_k) = (-1)^{m+1}.$$

$$\begin{pmatrix} -\tilde{h}_{2I}^{(2)}(z_k), \dots, -\tilde{h}_{m-1,I}^{(m-1)}(z_k), & -\tilde{h}_{mI}^{(m)}(z_k), & -\tilde{h}_{m+1,I}^{(m)}(z_k), \dots, & -\tilde{h}_{nI}^{(m)}(z_k) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ -\tilde{h}_{2,m-1}^{(2)}(z_k), x^{m-1} - \tilde{h}_{m,m-1}^{(m-1)}(z_k), & -\tilde{h}_{m,m-1}^{(m)}(z_k), & -\tilde{h}_{m+1,m-1}^{(m)}(z_k), \dots, & -\tilde{h}_{n,m-1}^{(m)}(z_k) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ -\tilde{h}_{2,m+1}^{(2)}(z_k), \dots, & -\tilde{h}_{m-1,m+1}^{(m-1)}(z_k), & -\tilde{h}_{m,m+1}^{(m)}(z_k), x^m - \tilde{h}_{m+1,m+1}^{(m)}(z_k) & -\tilde{h}_{n,m+1}^{(m)}(z_k) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \tilde{h}_{2n}^{(2)}(z_k), \dots, & -\tilde{h}_{m-1,n}^{(m-1)}(z_k), & -\tilde{h}_{mn}^{(m)}(z_k), & -\tilde{h}_{m+1,n}^{(m)}(z_k), x^m - \tilde{h}_{nn}^{(m)}(z_k) \end{pmatrix} \quad (14)$$

$$a_{n+1}(z_k) = a_0(z_k) = 0; \quad m = \overline{1, n}$$

В результате решения системы (12), определяем неизвестные $(R_i(s), i = \overline{1, n}; p_{v\varepsilon}^{(\varepsilon)}(s, 0), v = \overline{2, n}, \varepsilon = \overline{1, \eta_v - 1})$

После того, как определены $R_i(s)$ ($i = \overline{1, n}$) и $p_{v\varepsilon}^{(\varepsilon)}(s, 0)$, ($v = \overline{2, n}; \varepsilon = \overline{1, \eta_v - 1}$), подставляя их значения, определяем $b_i(x,s)$ и, в результате решения системы (10), находим $p_{ii}(x, s, 0)$ ($i = \overline{1, m}$), $p_{im}(x, s, 0)$ ($i = \overline{m+1, n}$) и т.д.

Грузинский технический университет

(Поступило 13.01.1994)



ი.მიქაძე, რ.კაკუბავა, ნ.ჩამჩიევი

ჯგუფური მომსახურება სისტემებში მრავალი ქმედითუნარიანი
 მდგომარეობით

რეზიუმე

გამოკვლეულია ინფორმაციულ-გამოთვლითი პროცესების ორგანიზაციის
 გავრცელებული შემთხვევები რეზერვირებულ სისტემებში. მიღებულია რიგის
 სიგრძის ალბათური მახასიათებლები.

AUTOMATIC CONTROL AND
 COMPUTER ENGINEERING

I.Mikadze, R.Kakubava, N.Chamchev

Bulk Service in the Systems with Many Operating States

Summary

A queueing system where service medium is a subsystem with many operating
 states has been studied. Probabilistic characteristics of the queue length for the
 transient states are obtained.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. *И.С.Микадзе*. Кибернетика, **3**, 1989, 102-109.
2. *И.С.Микадзе*. Автоматика и телемеханика, **12**, 1987, 104-116.

ლ.კუხალეიშვილი

მდ.კოდორის აუზის მწვანე წყალმცენარეთა (Chlorophyta)

შესწავლისათვის

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა განხუციშვილმა 3.10.1994)

მდ.კოდორის აუზის ზემო წელში მდებარე წყალსატევებიდან ჩვენ გამოვავლინეთ 96 მწვანე წყალმცენარე, რომლებიც პირველად მიეკუთვნეთ მოცემული რაიონისათვის. წინამდებარე შრომაში ვიძლევიტ ზოგიერთი მათგანის სისტემატიკურ-ფლორისტულ ანალიზს, კერძოდ იმ წყალმცენარეებისას, რომლებიც გაირკვა კლასებიდან: Protococophyceae, Ulotrichophyceae, Siphonocladophyceae და Volvocophyceae.

Protococophyceae-ს კლასს თოთხმეტი სახეობა და სახეობის შიდა ტაქსონი მიეკუთვნება. ისინი Chlorococcales რიგის ექვს ოჯახში არიან თავმოყრილნი. მათ შორის სიმრავლით გამორჩეულია ოჯახი Scenedesmaceae, რომელიც აერთიანებს ექვს წარმომადგენელს გვარიდან Scenedesmus. თითო-თითო სახეობით ყველაზე მცირერიცხოვანნი აღმოჩნდნენ ოჯახები Coelastraceae (მას ამ შრომაში არ განვიხილავთ), Botryococcaceae, Radiococcaceae და Chlorellaceae. ოჯახი Selenastraceae კი აღინიშნა ორი სახეობით გვარებიდან Ankistrodesmus და Monoraphidium. პირველს მიეკუთვნება სამი, მეორეს ერთი სახეობა. ეს უკანასკნელი ახალი აღმოჩნდა საქართველოს ალგოფლორისათვის. მის შესახებ ცალკე შრომაში გვექნება საუბარი.

Chlorococcales რიგიდან გამოვლენილი წყალმცენარეები უკიდურესად შეზღუდული გავრცელებით ხასიათდებიან - ერთი ადგილსამყოფელი. მხოლოდ ორი მათგანი - Scenedesmus bijugatus და Glaucocystis nostochinearum ენახეთ ორ-ორჯერ, ამასთან, საკმაოდ უხვადაც. აგრეთვე კარგად იყვნენ განვითარებულნი Scenedesmus quadricauda, S. bijugatus var. alternans, Ankistrodesmus falcatus, A. fusiformis და Chlorella sp. (სამწუხაროდ, მისი სახეობამდე იდენტიფიკაცია ვერ მოვახერხეთ). დანარჩენები ძალიან მცირე რაოდენობით აღინიშნენ.

Protococophyceae-ს კლასს მრავალფეროვნებით სულ ოდნავ ჩამორჩება კლასი Ulotrichophyceae. იგი საკვლევ რაიონში ცამეტი სახეობითაა წარმოდგენილი, რომლებიც განაწილებულნი არიან ოთხ რიგში შემდეგნაირად: Ulotrichales - 7, Microsporales - 3, Chaetophorales - 2, Oedogoniales - ერთი სახეობა.

Ulotrichales რიგის შვიდი სახეობიდან ექვსი განეკუთვნება Ulothrix-ის გვარს ოჯახიდან Ulotrichaceae, ერთი - ოჯახს Microthamniaceae. მას პირველად ვუთითებთ საქართველოს ალგოფლორისათვის და აქ არ განვიხილავთ.

ყველაზე ფართოდ გავრცელებული და უმეტესწილად მასობრივად განვითარებული იყო Ulothrix zonata. ის ძირითადად გვხვდებოდა ქვებზე, მდინარეებსა და წყაროებში. არანაკლები რაოდენობით ვნახულობდით U.variabilis, U.tenerrima-სა და U.tenuissima-ს, თუმცა მათი გავრცელების არეალი U.zonata-სთან შედარებით გაცილებით შეზღუდული იყო. ასევე კარგი განვითარებით აღინიშნენ U.oscillarina და U.aequalis. პირველის მხოლოდ ორ ადგილსამყოფელს მივაკვლიეთ, მეორე კი ერთხელ ვნახეთ.



რაც შეეხება რიგს Microsporales, მისი სამივე სახეობა Microspora-ს გვარისაა (ოჯ. Microsporaceae). აქ აღნიშვნის ღირსია Microspora stagnorum, რომელიც შედარებით ხშირად გვხვდებოდა, მრავლად, ზოგჯერ მასობრივად განვითარებული და M. tumidula. იგი ერთხელ, მაგრამ უამრავი რაოდენობით ვნახეთ.

Chaetophorales რიგის ორი სახეობა მიეკუთვნება Chaetophoraceae-ბის ოჯახში შემავალ გვარებს Chaetophora-სა და Stigeoclonium-ს. მათი თითო ადგილსამყოფელი აღინიშნა. მნიშვნელოვანი განვითარებით გამოირჩეოდა Chaetophora elegans.

რიგი Oedogoniales წარმოდგენილია გვართ Oedogonium, რომელიც მთელ საკვლევ ტერიტორიაზე ძალიან ფართოდაა გავრცელებული. მისი სტერილური ძაფები გვხვდებოდა ყველანაირ წყალსატევებში, ზოგჯერ დიდი რაოდენობით.

კლასიდან Siphonocladophyceae სამი სახეობა გამოვლინდა. ერთი მიეკუთვნება Vaucheriales რიგს, ორი კი Cladophorales რიგის გვარებს Cladophora-სა და Rhizoclonium-ს ოჯახიდან Cladophoraceae. ისინი თითოეულ შეგვხვდნენ. მათგან მარტო Cladophora glomerata იყო კარგად განვითარებული.

კლასი Volvocophyceae აღინიშნა სახეობით - Pandorina morum, რომლის ერთეული ეგზემპლარები ვნახეთ მხოლოდ ერთხელ.

ქვემოთ მოცემულ სიაში წყალმცენარეების სახეობები და გვარები რიგებში ანბანის მიხედვითაა დალაგებული.

რიგი VOLVOCALES. Pandorina morum (Müll.) Bory - კლდეებზე, რომლებიც სველდება წყლით, სოფ. ჩხალასთან.

რიგი CHLOROCOCCALES. Ankistrodesmus falcatus (Corda) Ralfs - ლოდების ჩაღრმავებებში ჩამდგარ წყალში, მდ. ყლიჩის (აჭაფარა) მარცხენა ნაპირზე N 2 მინერალურ წყაროსთან, „სამხრეთის თავშესაფრის“ მიდამოებში.

A. fusiformis Corda ex Korschik. - იქვე.

A. pseudomirabilis Korschik. - ძაფნაირ ლურჯმწვანეებთან ერთად კლდეების ჩაღრმავებებში, რომლებიც სველდებიან ჩანჩქერის წყლით, ქლუხორის უღელტეხილისაკენ მიმავალ გზაზე „სამხრეთის თავშესაფრის“ მიდამოებში.

Chlorella sp. - მწვანე ძაფნაირ წყალმცენარეებს შორის, ხის მორზე, რომელიც სველდება ხეწკვერას ტბის წყლით.

Dictyosphaerium pulchellum Wood. - გუბეში ხეწკვერას ტბასთან.

Glaucozystis nostochinearum Itzigs. - მწვანე ძაფნაირ წყალმცენარეებს შორის, ხის მორზე, რომელიც სველდება ხეწკვერას ტბის წყლით; ძაფნაირ ლურჯმწვანე წყალმცენარეებთან ერთად კლდეების ჩაღრმავებებში, რომლებშიც ჩამდგარია ჩანჩქერის წყალი, ქლუხორის უღელტეხილისაკენ მიმავალ გზაზე „სამხრეთის თავშესაფრის“ მიდამოებში.

Scenedesmus acuminatus (Lagerh.) Chod. - საქონლისაგან დაბინძურებულ გუბეში, „სამხრეთის თავშესაფრიდან“ ქლუხორის უღელტეხილისაკენ მიმავალ გზაზე.

S. bijugatus (Turp.) Kütz. - იქვე და მწვანე ძაფნაირ წყალმცენარეებს შორის, ხის მორზე, რომელიც სველდება ხეწკვერას ტბის წყლით.

S. bijugatus var. alternans (Reinsch) Hansg. - საქონლისაგან დაბინძურებულ გუბეში „სამხრეთის თავშესაფრიდან“ ქლუხორის უღელტეხილისაკენ მიმავალ გზაზე.

S. obliquus (Turp.) Kütz. var. alternans Christjuk - მწვანე ძაფნაირ წყალმცენარეთა შორის, ხის მორზე, რომელიც სველდება ხეწკვერას ტბის წყლით.



S. quadricauda (Turp.) Bréb. var. *quadricauda* - საქონლისაგან დაბინძურებულ გუბებში „სამხრეთის თავშესაფრიდან“ ქლუხორის უღელტეხილისაკენ მიმავალ გზაზე.

S. quadricauda var. *setosus* Kirchn. - ლოდების ჩაღრმავებებში ჩამდგარ წყალში მდ. ყლიჩის (აჰაფარა) მარცხენა ნაპირთან, N 2 მინერალურ წყაროსთან „სამხრეთის თავშესაფრის“ მიდამოებში.

რიგი ULOTRICHALES. *Ulothrix aequalis* Kütz. - ქვებზე მდ. გენწვივის ნაპირებზე, სოფ. გენწვიშში.

U. oscillarina Kütz. - ნესტიან კლდეებზე და გუბებში, შერეულ ფოთლოვან ტყეში, მდ. ხეწკვერას ხეობაში.

U. tenerrima Kütz. - ქვებზე მდ. გენწვივის ნაპირებზე სოფ. გენწვიშში; ძალიან თხელ, ოდნავ გამდინარე წყლებში, ფსკერზე, სოფ. პტიშში და აჰარაში; გუბებში, მდ. ყლიჩის (აჰაფარა) მარჯვენა ნაპირზე მინერალურ წყაროსთან, „სამხრეთის თავშესაფრის“ მიდამოებში.

U. tenuissima Kütz. - ხეწკვერას ტბაში ჩავარდნილ ხის ტანზე; ქვებზე ნაკადულში (მდ. კოდორის ერთვის მარჯვენა მხარე) სოფ. გენწვიშში და მდ. პტიშის ნაპირებზე, ხიდთან, სოფ. პტიშში.

U. variabilis Kütz. - ქვებზე; მდ. პტიშის ფშაში, სოფ. პტიშში და ნაკადულში, ქლუხორის უღელტეხილთან; კლდეებზე, რომლებიც გამუდმებით სველდება წყლით, იქვე.

U. zonata (Web. et Mohr.) Kütz. - ნესტიან ნიადაგზე, ქვებზე, ლოდებზე, მდინარეთა ფეხებში, წყაროში, ნაკადულსა და ღელეში, მდინარეების: პტიშში, ჩხალთა, გენწვიში, კოდორი, ყლიჩი (აჰაფარა), მდ. ხეწკვერას უსახელო შენაკადის ნაპირებზე; სოფ. პტიშში, ჩხალთაში, გენწვიშში, აჰარას მიდამოებში, „სამხრეთის თავშესაფართან“; გუბებში, ნახარის უღელტეხილთან.

რიგი MICROSPORALES. *Microspora quadrata* Hazen - მინერალური წყაროსაგან (N 1) შექმნილ გუბებში, მდ. კოდორის მარჯვენა ნაპირზე „სამხრეთის თავშესაფართან“.

M. stagnorum (Kütz) Lagerheim - რკინის მილზე წყაროში, იქვე და ქვებზე N 2 მინერალურ წყაროსა და მისგან შექმნილ გუბებში მდ. ყლიჩის (აჰაფარა) მარცხენა ნაპირზე „სამხრეთის თავშესაფრის“ მიდამოებში.

M. tumidula Hazen - ოდნავ გამდინარე წყალში მდ. ყლიჩის (აჰაფარა) მარცხენა ნაპირთან „სამხრეთის თავშესაფრის“ მიდამოებში.

რიგი CLADOPHORALES. *Cladophora glomerata* (L.) Kütz. - ქვებზე, ღელეში, სოფ. აჰარაში.

Rhizoclonium hieroglyphicum (Ag.) Kütz. - იქვე.

რიგი CHAETOPHORALES. *Chaetophora elegans* (Roth) Ag. - ხეწკვერას ტბაში ჩავარდნილ ხის ტანზე.

Stigeoclonium sp. - მდ. პტიშის ფშაში, ფსკერზე, სოფ. პტიშში.

რიგი VAUCHERIALES. *Vaucheria* sp. - ნესტიან ნიადაგზე და გუბებში, შერეულ ფოთლოვან ტყეში მდ. ხეწკვერას ხეობაში.

რიგი OEDOGONIALES. *Oedogonium* sp. - იქვე და ხეწკვერას ტბაში ჩავარდნილ ხის ტანზე; ქვებზე მდ. პტიშის ფშაში, სოფ. პტიშში; წყაროში მდ. კოდორის მარჯვენა ნაპირზე, სოფ. გენწვიშში; ქვებზე ოდნავ გამდინარე წყალში შოსეს პირას და ღელეში სოფ. აჰარაში; კლდეებზე, რომლებიც სველდებიან ჩანჩქერის წყლით, „სამხრეთის თავშესაფრიდან“ ქლუხორის უღელტეხილისაკენ მიმავალი გზის პირას; ქვებზე, ნაკადულებსა და გუბებში ყინვარებთან, ქლუხორის და ნახარის უღელტეხილებთან;



მდ.ნაბარის ნაპირებზე (ყინვართან), ძლიერ წყალმარჩხ, პატარა ტბაში ულელტეხილთან.

საქართველოს მეცნიერებათა აკადემია
ნ.კეცხოველის სახ. ბოტანიკის ინსტიტუტი

(შემოვიდა 3.II.1994)

БОТАНИКА

Л.К.Кухалеишвили

К изучению зеленых водорослей (Chlorophyta) бассейна р. Кодори

Резюме

Из водоемов, расположенных в верхнем течении бассейна р.Кодори, нами обнаружено 96 видовых и внутривидовых таксона зеленых (Chlorophyta) водорослей (для данной территории указываются впервые). В предлагаемой работе рассмотрены некоторые из них, а именно представители классов Protococrophyceae, Ulotrichophyceae, Siphonocladophyceae и Volvocophyceae, объединяющие соответственно четырнадцать, тринадцать, три и один вид.

В водоемах изучаемой территории самыми распространенными и хорошо, часто массово, развивающимися были *Ulothrix zonata* и стерильные нити представителей рода *Oedogonium*.

Среди рассмотренных в статье зеленых водорослей три оказались новыми для альгофлоры Грузии. Они в данной работе не приводятся.

Многие виды развивались массово, но были очень ограничены в своем распространении, имели одно, два или три местонахождения. Это *Chaetophora elegans*, *Cladophora glomerata*, *Microspora tumidula*, *M.stagnorum*, *Ulothrix variabilis*, *U.osillarina*, *U.tenerrima*, *U.aequalis*, *Scenedesmus quadricauda*, *Glaucocystis nostochinearum*.

BOTANY

L.Kukhaleishvili

To Study Green Algae (*Chlorophyta*) of the River Kodori

Summary

We found 96 species and interspecies taxons of green algae (*Chlorophyta*) from the reservoirs situated on the upper flowing of the Kodori (The given territory is indicated for the first time). Some of them are in the given article, particularly, representatives of the classes: *Protococrophyceae*, *Ulotrichophyceae*, *Siphonocladophyceae*, and *Volvocophyceae* involving fourteen, thirteen, three and one species respectively.

The reservoirs of the investigated territory, most distributed, well and often mass developed were *Ulothrix zonata* and sterilized fibres of the genera *Oedogonium* representatives.

In this article, among considered green algae, three of them appeared to be new for the algae flora of Georgia. They are not considered in the given article.

Many of species were developed on a mass, but they were very limited in distribution. They had one, two or three places. They are: *Chaetophora elegans*, *Cladophora glomerata*, *Microspora tumidula*, *M.stagnorum*, *Ulothrix variabilis*, *U.oscillarina*, *U.tenerrima*, *U.aequalis*, *Scenedesmus quadricauda*, *Glaucocystis nostochinearum*.

ნ.ღვინიაიძე

ვიტამინების შემცველობის სეზონური დინამიკა ბარდას ზოგიერთი ჯიშის ფოთოლსა და თესლში

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა განხუცარიშვილმა 10.01.1995)

ჩვენი რესპუბლიკა მდიდარია ბარდას როგორც ადგილობრივად გამოყვანილი, ისე ინტროდუცირებული ჯიშებით, რომლებიც ბიოქიმიური და ფიზიოლოგიური თვალსაზრისით ჯერ კიდევ არ არის ჯეროვნად გამოკვლეული. აქედან გამომდინარე, ჩვენი მიზანი იყო შეგვესწავლა დასავლეთ საქართველოში გავრცელებული ბარდას ზოგიერთი ჯიშის ფოთოლსა და თესლში ვიტამინების შემცველობა და დაგვედგინა მათი რაოდენობრივი შემცველობის დინამიკა მცენარის განვითარების ფაზების მიხედვით.

ვიტამინებისადმი ეს დიდი ინტერესი განაპირობა თვით ვიტამინების დიდმა ბიოლოგიურმა აქტივობამ, მისმა უდიდესმა მნიშვნელობამ ადამიანის, ცხოველებისა და მცენარის სიცოცხლეში [1-4].

საკვლევად შევარჩიეთ დასავლეთ საქართველოში გავრცელებული ბარდას 3 ჯიშ: „პრევოსხოდნი“, წყალწითელა, საიუბილეო და შევისწავლეთ მათ ფოთლებსა და თესლში თიამინის (ვიტამინი B₁), რიბოფლავინის (ვიტამინი B₂), ფოლიუმის მჟავას (ვიტამინი B₉), ასკორბინის მჟავასა (ვიტამინი C) და ტოკოფეროლის (ვიტამინი E) რაოდენობრივი შემცველობა სეზონურ დინამიკაში მცენარის განვითარების ფაზების მიხედვით.

საანალიზო ნიმუშებს ვიღებდით ი.ლომოურის სახელობის მიწათმოქმედების სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტის წყალტუბოს მებოსტნეობის სასელექციო-საცდელი სადგურის ექსპერიმენტულ ბაზაზე.

საკვლევ მცენარეებში ვიტამინების შემცველობა ისაზღვრებოდა ფოთლებში: ყვავილობის დასაწყის ფაზაში, სრული ყვავილობის, თესლის გამონასკვისა და თესლის ტექნიკური სიმწიფის ფაზაში, ხოლო თესლებში - თესლის გამონასკვის, თესლის ტექნიკური სიმწიფისა და სრული სიმწიფის ფაზაში. შედეგები წარმოდგენილია 1 და 2 ცხრილებში.

მონაცემებიდან ჩანს, რომ თიამინი ყვავილობის დასაწყის ფაზაში ბარდას ფოთლებში საკმაო რაოდენობითა და ყველა საცდელ მცენარეთა ფოთლებში მერყეობს 0,09-0,16 მგ%-მდე. აღნიშნულ ფაზაში ჯიშებს შორის განსხვავება ამ ვიტამინის შემცველობის მხრივ საკმაოდ თვალსაჩინოა, ყველაზე მეტია იგი საიუბილეოს ფოთლებში, ყველაზე მცირე „პრევოსხოდნიში“. შემდგომში თიამინის რაოდენობა ფოთლებში იმატებს და მაქსიმუმს აღწევს სრული ყვავილობის ფაზაში 0,15-დან 0,19 მგ %-მდე ჯიშების მიხედვით. განვითარების ამ ფაზაში ყველაზე მეტია იგი წყალწითელას ფოთლებში და ყველაზე მცირე „პრევოსხოდნიში“ -0,19-0,15 მგ % შესაბამისად. შემდგომ ფაზებში თიამინის შემცველობა თანდათან კლებულობს და სხვა ფაზებთან შედარებით ყველაზე ცოტაა ტექნიკური სიმწიფის ფაზაში, 0,05 მგ%



თითოეულ ჯიშში. მაგრამ სხვადასხვა ფაზებს შორის მისი მატების ან შემცველობის ინტენსივობა ყველა ჯიშში ერთნაირი არ არის. მაგალითად, ყვავილობის დასაწყის ფაზასთან შედარებით, სრული ყვავილობის ფაზაში „პრევოსტონის“ ფოთლებში თიამინის რაოდენობა მომატებულია 0,06 მგ %-ით, ხოლო საიუბილეოში ასეთი სხვაობა ამ ორ ფაზას შორის გაცილებით მცირეა და 0,01 მგ %-ს შეადგენს.

რიზოფლავეინი ბარდას ფოთლებში ყვავილობის დასაწყის ფაზაში საკმაოდ დიდი რაოდენობითაა. ამ ფაზაში ჯიშებს შორის რიზოფლავეინის შემცველობის მხრივ თვალსაჩინო განსხვავებაა. ყველაზე მეტი რაოდენობით იგი წყალწითელაშია - 0,36 მგ %. სრული ყვავილობის ფაზაში რიზოფლავეინის შემცველობა მაქსიმუმს აღწევს და 0,44-დან 0,49 მგ %-ის ფარგლებში მერყევობს.

ერთსა და იმავე ფაზაში ბარდას სხვადასხვა ჯიშები რიზოფლავეინის შემცველობის მხრივ ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან. ასევე განსხვავებულია მათი შემცველობის ცვალებადობა სხვადასხვა ფაზაში. მაგალითად, ყვავილობის დასაწყის ფაზასთან შედარებით წყალწითელაში იგი მომატებულია 0,13 მგ %-ით, ხოლო „პრევოსტონისა“ და საიუბილეოში 0,09 მგ %-ით.

თესლის გამონასკვის ფაზაში რიზოფლავეინის რაოდენობა საგრძობლად მცირდება - 0,27-0,39 მგ %, ხოლო ტექნიკური სიმწიფის ფაზაში, გამონასკვის ფაზასთან შედარებით კვლავ მატულობს და შეადგენს 0,37-0,43 მგ %-ს ჯიშების მიხედვით.

ფოლიუმის მქავეს ინტენსიური ბიოსინთეზი ბარდას აღმოცენებისთანავე იწყება და მაქსიმალურ რაოდენობას ყვავილობის დასაწყის ფაზაში აღწევს - 0,32-0,48 მგ %. ჯიშებს შორის განსხვავება ამ ვიტამინის შემცველობის მიხედვით საკმაოდ შესაჩინვეია. იგი ყველაზე მეტი რაოდენობითაა წყალწითელას ფოთლებში - 0,48 მგ %, ხოლო ყველაზე მცირე - „პრევოსტონში“ - 0,32 მგ %. ე.ი. ფოლიუმის მქავეს რაოდენობა ჯიშების მიხედვით საკმაოდ დიდ საზღვრებში იცვლება. მაგალითად, წყალწითელასა და „პრევოსტონის“ შორის განსხვავება 0,16 მგ %-ია.

შემდეგ ფაზებში ფოლიუმის მქავეს რაოდენობა თანდათან კლებულობს და ყველაზე ცოტაა თესლის ტექნიკური სიმწიფის ფაზაში - 0,14-0,25 მგ % ჯიშების მიხედვით.

ასკორბინის მქავეს ბარდას ყველა საკვლევი ჯიშში გაცილებით დიდი რაოდენობით შეიცავს, ვიდრე სხვა ვიტამინებს. მისი ინტენსიური ბიოსინთეზი მცენარის განვითარების საწყის ფაზაშივე იწყება და მაქსიმუმს სრული ყვავილობის ფაზაში აღწევს - 282,0-299,8 მგ %. მომდევნო ფაზებში იგი თანდათანობით მცირდება და სხვა ფაზებთან შედარებით ყველაზე ცოტაა თესლის ტექნიკური სიმწიფის ფაზაში - 206,7-227,3 მგ %.

ტოკოფეროლს ბარდას ფოთლებში, რაოდენობრივი შემცველობით, ასკორბინის მქავეს შემდეგ მეორე ადგილი უჭირავს. მისი რაოდენობრივი შემცველობის დინამიკა ფოლიუმის მქავესა და ასკორბინის მქავეს მსგავს სურათს იძლევა. მისი ინტენსიური ბიოსინთეზი, აღნიშნული მქავეების მსგავსად მცენარის აღმოცენებისთანავე იწყება და მაქსიმუმს სრული ყვავილობის ფაზაში აღწევს - 28,2-32,9 მგ %, ხოლო შემდეგ მისი რაოდენობრივი შემცველობის პიკი თანდათან დაბლა იწევს და თესლის ტექნიკური სიმწიფის ფაზაში 16,3-24,9 მგ %-ის ფარგლებში მერყევობს - ჯიშების მიხედვით.

როგორც 2 ცხრილიდან ჩანს, თიამინის დაგროვება თესლში მისი გამონასკვის ფაზაში იწყება - 0,04-0,09 მგ % და მაქსიმუმს თესლის ტექნიკური სიმწიფის ფაზაში აღწევს - 0,42 მგ %. თიამინის ეს რაოდენობა სრული სიმწიფის ფაზაშიც თითქმის შენარჩუნებულია - 0,40-0,42 მგ %.



რიზოფლავინის შემცველობის დინამიკა ასეთია: თესლის გამონასკვის ფაზაში აღწევს მაქსიმუმს $-0,12-0,27$ მგ%. ტექნიკური სიმწიფის ფაზაში აღწევს მაქსიმუმს $-0,20-0,28$ მგ%, ხოლო სრული სიმწიფის ფაზაში კვლავ მცირდება $-0,09-0,11$ მგ%. ყველაზე დიდი რაოდენობით მას შეიცავს წყალწითელას თესლი $-0,28$ მგ%.

ფოლიუმის მჟავას, ბარდას ყველა ჯიშის თესლები უფრო მეტი რაოდენობით შეიცავს, ვიდრე ფოთლები. განსაკუთრებით ეს კარგად ჩანს თესლის ტექნიკური სიმწიფისა და სრული სიმწიფის ფაზებში. ფოლიუმის მჟავას საერთო შემცველობის სურათი დინამიკაში ყველა ჯიშისათვის ერთნაირია. მისი შემცველობის პიკი თესლის ტექნიკური სიმწიფის ფაზას ემთხვევა $-0,68-0,77$ მგ%. ამ ფაზაში ყველაზე მეტი რაოდენობით მას ჯიში წყალწითელა $-0,77$ მგ%-ს შეიცავს, ხოლო ყველაზე მცირე რაოდენობით „პრევოსხოდნი“ $-0,68$ მგ%.

ასკორბინის მჟავათი ბარდას ყველა ჯიშის თესლები ისევე მდიდარია, როგორც ფოთლები. მაგრამ ფოთლებთან შედარებით მისი რაოდენობა შემცირებულია. ასკორბინის მჟავას შემცველობის დინამიკა ზემოთ განხილულ ვიტამინებთან შედარებით განსხვავებულია: მისი შემცველობის პიკი ყველა ჯიშში თესლის გამონასკვის ფაზას ემთხვევა $-118,4 - 118,9$ მგ%. შემდეგ მისი რაოდენობა თანდათან იკლებს და თესლის სრული სიმწიფის ფაზაში საგრძნობლად შემცირებული $-54,5-88,2$ მგ%.

ტოკოფეროლით ბარდას თესლები ისევე მდიდარია, როგორც ფოთლები და უმრავლეს შემთხვევაში აჭარბებს კიდევ ფოთლებში მის რაოდენობას. მისი ბიოსინთეზი თესლში გამონასკვის ფაზაშივე იწყება და მაქსიმუმს თესლის ტექნიკურ სიმწიფეში აღწევს. გამონაკლისს მხოლოდ ჯიში საიუბილეო წარმოადგენს, რომელშიც ტოკოფეროლის შემცველობა თესლის გამონასკვის ფაზაში ქარბობს სხვა ფაზებს და შეადგენს $25,4$ მგ%-ს. ყველაზე დიდი რაოდენობით ეს ვიტამინი წარმოდგენილია თესლის ტექნიკური სიმწიფის ფაზაში წყალწითელაში და შეადგენს $41,5$ მგ%-ს.

ამრიგად, ბარდას სხვადასხვა ჯიშის ფოთლებსა და თესლში ვიტამინების შემცველობაზე ჩატარებული ექსპერიმენტების შედეგების შეჭერებისა და ერთ მთლიანობაში განხილვისას აშკარად ჩანს, რომ დასავლეთ საქართველოში კულტივირებული ბარდას ის ჯიშები, რომლებიც ჩვენ გამოვიკვლიეთ, საკმაოდ მდიდარია ვიტამინებით. მათი როგორც ფოთლები, ასევე თესლები შეიცავენ B_1 , B_2 , B_9 , C და E ვიტამინებს. აქედან გამომდინარე, შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ ჩვენ მიერ გამოკვლეული ბარდას ჯიშები განეკუთვნებიან პოლივიტამინურ მცენარეებს, რომლებიც თამამად შეიძლება იქნეს გამოყენებული ზემოთ ხსენებული ვიტამინებით აღამინებისა და ცხოველთა უზრუნველსაყოფად და როგორც ნედლეული, ამ ვიტამინების პრეპარატული სახით მისაღებად.

საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის
ნ.კეცხოველის სახ. ბოტანიკის ინსტიტუტი

(შემოვიდა 27.1.1995)



Н.Г.ГВИНИАНИДЗЕ

Сезонная динамика содержания витаминов в листьях и семенах некоторых сортов гороха

Резюме

Изучено количественное содержание витаминов в листьях и семенах некоторых сортов гороха, распространенных в Западной Грузии (по фазам развития). Установлено, что исследованные нами сорта гороха - Превосходный, Цкалцитела и Юбилейный, богаты витаминами B₁, B₂, B₉, C и E и относятся к поливитаминным растениям.

PLANT PHYSIOLOGY

N.Gvinianidze

The Season Dynamics of the Vitamin Content in Leaves and Seeds of Some Varieties of Pea Plant

Summary

The amount of vitamins in leaves and seeds of some kinds of pea plant distributed in West Georgia are investigated according to different periods of vegetation. It has been established that the investigated varieties of pea plants ("Prevoskhodni", Tskaltsitela, Ubleini) are rich in B₁, B₂, B₉, C and E vitamins and they are believed to be polyvitamin plants.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. თ. კეზელი. ვიტამინოვანი მცენარეების მნიშვნელობა ჯანმრთელობისათვის, თბილისი, 1954.
2. С.С.Рысс. Витамины, т.8. М., 1963.
3. Э.Г.Бостоганашвили. Автореф. канд. дисс. Тбилиси, 1979.
4. И.С.Спиридонова. Аскорбиновая кислота в растениях. Свердловск, 1968.

Н.Ж.Зарнадзе

Микроклональное размножение актинидии

(Представлено членом-корреспондентом Академии Д.И.Джохадзе 10.11.1993)

Возможность экспериментальной регуляции процессов микроразмножения *in vitro* обеспечивает стабильное и массовое получение тех элитных экземпляров, которые характеризуются важными селекционно и сельскохозяйственно ценными признаками (морозостойкость, урожайность, устойчивость к засолению, гербицидам, патогенам и т.д.). Несмотря на достигнутые в последние годы успехи в работе с разными растениями [1-7], микроклональное размножение древесных видов остается все же сложной проблемой [8,9].



Рис.1. Побеги, формирующиеся из апикальной почки актинидии, и развитие каллуса в основании побега на среде $B_3 + 5 \mu M$ БАП: а) *A.deliciosa*; б) *A.chinensis*

Целью работы явилось изучение возможности клонального микроразмножения двух видов актинидии – *Actinidia deliciosa* и *A.chinensis*.

Актинидия является двудомным, многолетним растением, представляющим собой лиану с вьющимся древесным стеблем. Плоды содержат аскорбиновую кислоту и другие ценные биологически активные вещества.



Рис.2. Развитие адвентивных побегов в основании микрочеренка *A.chinensis*

побеги со спящими почками и вегетирующие побеги, полученные в контролируемых условиях [10]. На следующем этапе, собственно микроразмножения, в качестве эксплантатов использовали верхушечные почки пробирочных асептических растений.

Основной средой для микроразмножения служила модифицированная среда Гамборга В₅ [11]. В зависимости от вариантов опыта в среду добавляли разные концентрации регуляторов роста: 6-бензиламинопурина (БАП), зеатин (Ze) и α -нафтилуксусную кислоту (НУК). Пассирование на свежую питательную среду проводили через каждые 25-30 суток. Культивировали эксплантаты на непрерывном свете (освещенность 3 люкс) при температуре $27 \pm 1^\circ\text{C}$.

Результаты проведенного эксперимента показали высокую интенсивность стеблевого морфогенеза обоюго вида растений. Пролиферация побегов в культуре зависела от концентрации и соотношения фитогормонов в среде. Использование различных концентраций и комбинаций гормонов позволило выделить два пути микроразмножения актинидии: микрочеренкование и образование адвентивных побегов.

При низком содержании цитокининов ($5 \mu\text{M}$) происходило апикальное доминирование основного побега. Формирующиеся побеги характеризовались мощным, хорошо развитым стеблем (рис.1 а,б),

Разработка метода клонального микроразмножения актинидии важна и для гарантированного получения клонов мужских и женских растений. Такие виды семейства Actinidia, как *A.arguta* и *A.kolomieta*, уже культивируются и размножаются *in vitro*. Размножение сеянцами растений актинидий *in vitro* и *in vivo* нецелесообразно, поскольку в ювенильной фазе развития морфологически невозможно отличить мужские и женские растения до цветения, наступающего, как правило, на шестой-седьмой год.

Исходным материалом служили мужские и женские растения двух видов актинидии – *A.chinensis* и *A.deliciosa*. На первом этапе микроразмножения исходным материалом для введения в культуру *in vitro* служили одревесневшие



средняя длина их составляла 74,2 – 90,4 мм, а число междоузлий – 12,4 (таблица). На побегах отмечалось формирование пазушных почек, а в базальной части – активное развитие боковых побегов из пазух листьев. Деление побега на однопочковые микрочеренки длиной 8 – 10 мм позволило использовать их в качестве вторичных эксплантатов для следующего цикла микроразмножения. Пазушные почки микрочеренков были способны к росту и через 2 – 3 недели образовывали побеги на такой же среде. В базальной части таких побегов происходило образование неморфогенного каллуса опухолевого типа. Иногда наблюдалось спонтанное укоренение побегов.

Т а б л и ц а

Эффективность клонирования актинидии при использовании различных фитогормонов и некоторые характеристики полученных *in vitro* побегов

Фитогормоны (mM)			Пол	Средняя длина побега, мм	Среднее число междоузлий	Среднее число адвентивных побегов
БАП	Zc	НУ К				
5		-	м	90,4*/82,1**	12,4*/10,2**	3,5*/2,2**
			ж	83,2/77,0	8,4/7,5	2,8/2,0
15		-	м	30,2/27,4	4,1/3,1	17,5/16,0
			ж	25,6/26,3	3,0/2,5	14,1/15,2
15		3	м	15,7/12,8	2,9/2,0	23,5/23,0
			ж	11,4/10,1	1,9/1,7	21,1/20,0
	5	-	м	80,0/75,6	10,0/9,2	2,9/3,0
			ж	74,2/78,5	7,1/8,6	2,1/1,9
	15	-	м	19,8/20,4	2,9/3,0	16,1/13,9
			ж	17,6/15,3	2,3/1,8	12,9/10,4
	15	3	м	10,5/9,2	2,0/1,9	19,1/16,9
			ж	10,1/8,7	1,9/1,6	17,2/17,0

Примечание: * *A.chinesis*

** *A.delicióza*

Как видно из таблицы, повышение концентрации цитокининов (15 μM) в среде обеспечивало адвентивное побегообразование, интенсивность которого зависела от природы используемых цитокининов, от вида и генотипа растений.

Цитокинины в концентрации 15 μM вызывали заметное замедление ростовых процессов основного побега, отмечали образование у основания побега небольшого каллуса с морфогенетическими бугорками, из которых впоследствии развивались побеги (рис.2). Формирующиеся побеги имели укороченные междоузлия и узкие листья, они создавали вид пучков миниатюрных побегов. При пассировании таких побегов на свежей питательной среде развивались либо апикально доминирующие побеги, либо формирующиеся адвентивные побеги у основания, однозначно зависящие от соответствующих концентраций цитокининов в среде.

Лучшие результаты были получены при использовании в качестве цитокинина БАП. Средняя длина побегов, количество междоузлий и образование адвентивных побегов были значительно выше на средах,

содержащих БАП, чем на средах с Ze. Однако надо отметить, что зеатин не менее эффективен для индукции побегов *in vitro*, а морфогенетические закономерности, касающиеся поведения побегов в культуре, при использовании обоих цитокининов были сходными.

Повышение уровня цитокининов в среде до 25 – 30 μM приводило к заметному замедлению ростовых процессов, адвентивное побегообразование сопровождалось образованием побегов с утолщенными стеблями и уродливыми листьями, пассирование таких побегов на средах с низким содержанием БАП с целью нормализации морфологии в большинстве случаев оказалось безуспешным.

Реализация адвентивных побегов в культуре в определенной степени стимулировалась при сочетании ауксинов (НУК 3 μM) и цитокининов. НУК способствовала ускорению индукции у основания побега каллуса с морфогенетическими узлами, и, соответственно, количество адвентивных побегов в конце пассажа было более высоким, чем на средах, полученных с БАП или с Ze.

Как видно из таблицы, пролиферация побегов зависела не только от применяемых фитогормонов, но от вида и пола растений. Образование адвентивных побегов, длина и число междоузлий на побег были более высокими у *A. chinensis* по сравнению с *A. deliciosa*. Сравнение женских и мужских эксплантатов актинидии показало, что мужские особи обладали повышенной скоростью роста и индукция адвентивных побегов у них была гораздо выше, чем у женских.

Побеги высотой 25 – 40 мм переносили на среду для укоренения, содержащую ИМК в концентрации 4 μM . Используемая среда обеспечила 90-100%-ное укоренение побегов обоих видов актинидии, зависимость процесса укоренения от вида и генотипа не наблюдалась. Укорененные растения-регенеранты переносили в нестерильные условия. Акклиматизацию проводили в теплице.

Таким образом, в результате проведенных экспериментов разработана система для микроразмножения актинидии в культуре *in vitro*, которая может быть использована для массового размножения посадочного материала как женских, так и мужских растений.

Научно-производственное объединение
по чаю, субтропическим культурам и
чайной промышленности
Озургети – Анасеули

(Поступило 13.12.1993)

ბენეტიკა ღა სელემცია

ნ.ზარნაძე

აქტინიდიის მცენარის კლონალური გამრავლება

რეზიუმე

შემუშავებულია კლონალური მიკროგამრავლების სისტემა აქტინიდიის მცენარისათვის.



ნაჩვენებია ზრდის სტიმულატორების სხვადასხვა კონცენტრაციითა და კომბინაციებით გამრავლების სხვადასხვა სისტემაზე. ციტოკინინების დაბალი კონცენტრაცია იწვევდა მთავარი ყლორტის აპიკალურ დომინირებას, ხოლო მაღალი კი - აპიკალური დომინირების მოხსნას და ადვენტურ კვირტწარმოქმნას. ციტოკინინების და აუქსინების კომბინაცია საკვებ არეში იწვევდა ამ პროცესის სტიმულაციას.

შესწავლილია მიკროგამრავლების დამოკიდებულება სახეობასა და გენოტიპზე. ყლორტების დაფესვიანება წარმოებს 4 μ M ინდოლილ ზეთოვანი მკვას შემცველ საკვებ არეზე.

მიკროგამრავლების შემუშავებული სისტემა საშუალებას იძლევა როგორც მდედრი, ისე მამრი აქტინიდიის მცენარის სარგავი მასალის მასიური მიღებისა.

GENETICS AND SELECTION

N.Zarnadze

Actinidia Plants Clonal Micropropagation

Summary

We had elaborated two kinds of Actinidia plant's clonal micropropagation system, that will be used to get females and males massive Actinidia plant's Saplings.

It was possible to have two systems of propagation by using different concentrations and combinations.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. *И.К.Захарова*. Науч. тр. Моск. лесотехн. ин-та, **188**, 1987, 72-75.
2. *L.Skrzypczak, M.Wesotowska, B.Thlem*. Acta. Soc. Bot.pol., **57**, 4, 1988, 423-430.
3. *Д.М.Глоба, В.А.Спутницкий*. Охрана, изучение и обогащ. растит. мира, **16**, 1989, 66-70.
4. *H.Lange, S.Tennant, P.Botha, C.Klain, G.Wichols*. Veld and Flora, **75**, 2, 1989, 60-61.
5. *С.А.Сафразбекян, Н.В.Катаева, Э.А.Миляева*. Физиол. раст., **37**, 1, 1990, 169-176.
6. *Ursula Viola, D.Friz*. Garten bauwissenschaft, **56**, 1, 1991, 21-25.
7. *A.Sugimito, I.Jamaguchi, M.Matsuoka, H.Wakagata, S.Kato, H.Wakano*. Teor. Agr. Res. Genet. Wewslett, **2**, 1, 1991, 5.
8. *Т.П.Бутова, А.Л.Скробова*. Физ.раст., **35**, 5, 1988, 1023-1031.
9. *Э.И.Свириденко, В.М.Бурдасов, О.П.Дудченко*. В кн.: Биология культивируемых клеток и биотехнология растений. М., 1991, 221-223.
10. *Н.Ж.Зарнадзе*. Субтропические культуры, **6**, 1991, 124-127.
11. *O.L.Gamborg, D.E.Eveleigh*. Can. J. Biochem., **46**, 5, 1968, 417-421.

თ.ბერიაშვილი

^{14}C და ^{13}C -გლუკოზის გარდაქმნა ყურძნის მარცვალში

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა თ. ბერიამ 31.05.1993)

მცენარეებში გლუკოზის გარდაქმნის გზების გასარკვევად ყველაზე მოხერხებულ მეთოდს წარმოადგენს ^{14}C და ^{13}C -გლუკოზის გარდაქმნის პროცესში გამოყოფილი $^{14}\text{CO}_2$ -ის პროცენტული გამოსავლიანობის თანაფარდობის განსაზღვრა. როდესაც გლუკოზი გარდაიქმნება გლიკოლიზური გზით, მისი პირველი და მეექვსე ნახშირბადი CO_2 -ის სახით ერთდროულად და თანაბარი რაოდენობით გამოიყოფა და C_6/C_1 თანაფარდობა 1-ის ტოლია. თუ გლუკოზი მხოლოდ პენტოზოფოსფატური გზით გარდაიქმნება, C_6/C_1 თანაფარდობა 0-ის ტოლია. როდესაც გლუკოზი ერთდროულად ორივე გზით გარდაიქმნება, C_6/C_1 თანაფარდობის მნიშვნელობით შეიძლება ვიმსჯელოთ, უპირატესად, რომელი გზით ხდება გარდაქმნა, თუმცა უნდა აღინიშნოს, რომ ეს მეთოდი, ზოგიერთი ნაკლოვანების გამო, ზუსტად ვერ განსაზღვრავს, გლუკოზის რა რაოდენობა გარდაიქმნება ერთი, ან მეორე გზით [1,2].

^{14}C -გლუკოზი და ^{13}C -გლუკოზი (ერთნაირი ხვედრითი რადიოაქტივობით - $25 \mu\text{Ci}$ თითოეულ ცდაში), შეტანილ იქნა უშუალოდ ყურძნის მარცვლებში (ჯიში რქაწითელი), ღერუქაზე მიმაგრების ადგილიდან, ისრიშობისას და სიმწიფის დასაწყისში. ცდები ჩატარდა სიბნელეში, $27-28^\circ\text{C}$ ტემპერატურაზე, რომელთა ხანგრძლივობა უდრიდა 1 და 4 საათს. გამოყოფილი $^{14}\text{CO}_2$ იბოკებოდა 20%-იანი KOH -ით და მისი რადიოაქტივობა ისაზღვრებოდა $\text{Ba}^{14}\text{CO}_3$ -ის ფორმით. ცდების დამთავრების შემდეგ მასალის ფიქსაცია ხდებოდა მადულარი, ხოლო ექსტრაქცია - 80%-იანი ეთანოლით. ნივთიერებათა ფრაქციების გამოყოფა და მათი ინდივიდუალური კომპონენტების იდენტიფიცირება ხდებოდა ქრომატოგრაფიული და რადიოავტოგრაფიული მეთოდებით [3-5]. რადიოაქტივობა განისაზღვრა სცინტილაციურ სპექტრომეტრ SL-30-ზე.

ექსპერიმენტების შედეგებმა გვიჩვენეს, რომ გლუკოზის პირველი და მეექვსე ნახშირბადი სხვადასხვა ნივთიერებათა წარმოქმნაში განსხვავებული ინტენსივობით მონაწილეობს (ცხრ.1). გამოყოფილი $^{14}\text{CO}_2$ -ის პროცენტული რაოდენობის მიხედვით C_6/C_1 თანაფარდობა შემდეგ მნიშვნელობებს იღებს:

1. ისრიშობის პერიოდ

1- საათიანი ექსპოზიცია $\text{C}_6/\text{C}_1 = 0,5$

4-საათიანი ექსპოზიცია $\text{C}_6/\text{C}_1 = 0,6$

2. სიმწიფის დასაწყისი

1- საათიანი ექსპოზიცია $\text{C}_6/\text{C}_1 = 0,7$

4-საათიანი ექსპოზიცია $\text{C}_6/\text{C}_1 = 0,8$



^{14}C -გლუკოზის და ^{14}C -გლუკოზის რადიოაქტიური ნახშირბადის განაწილება
 ყურძნის მარცვლის ნივთიერებათა ფრაქციებში

ექსპერი- მენტის ჩატარების დრო	^{14}C -ის წყარო	ცდის ხანგრძლი- ვობა, სთ.	1გ ნედლი მასალის რადიოაქ- ტივობა 10^3 იმპ/წთ	გამოყო- ფილი CO_2 -ის რადიოაქ- ტივობა %	% -ით შაქრების, ორგანული მჟავების და ამინომჟავების ჩამოშორებული რადიოაქტივობიდან		
					შაქრები	ორგანუ- ლი მჟავები	ამინო- მჟავე- ბი
ისრიმობის პერიოდი	^{14}C - გლუ- კოზა	1	2200	1,4	93,3	4,4	2,3
		4	2400	2,6	88,0	2,9	9,1
	^{14}C - გლუ- კოზა	1	2300	0,7	93,2	5,8	1,0
		4	2200	1,6	95,5	3,1	1,4
სიმწიფის დასაწყისი	^{14}C - გლუ- კოზა	1	2300	1,6	98,0	0,3	1,7
		4	2000	2,4	94,5	1,0	4,5
	^{14}C - გლუ- კოზა	1	2100	1,1	97,5	0,3	2,2
		4	2000	1,9	95,8	0,4	3,8

მიღებული შედეგები გვიჩვენებენ, რომ ყურძენში გლუკოზის გარდაქმნა ხორცი-
 ელდება როგორც გლიკოლიზური, ისე პენტოზოფოსფატური გზით, უპირატესად
 გლიკოლიზური გზით. პენტოზოფოსფატური გზით გლუკოზის გარდაქმნა ისრიმობის
 პერიოდში უფრო აქტიურად ხდება, ვიდრე სიმწიფის დასაწყისში. ფერმენტი
 გლუკოზო- α -ფოსფატდეჰიდროგენაზა, რომელიც აკატალიზებს ფოსფოგლუკონ-
 მჟავას ლაქტონის წარმოქმნას, მკვებე ყურძენში უფრო აქტიურია, ვიდრე დამწიფე-
 ბის შემდგომ ფაზებში [6].

ისრიმობის პერიოდში, 1-საათიანი ექსპოზიციის დროს, ვაშლის მჟავაში
 გლუკოზის მეექვსე ნახშირბადი უფრო აქტიურად აღმოჩნდა ჩართული, ვიდრე
 პირველი. ღვინის მჟავას წარმოქმნაში კი, პირიქით, გლუკოზის პირველი ნახშირბადი
 უფრო აქტიურად მონაწილეობს, ვიდრე მეექვსე. მათ გარდა, ორგანულ მჟავებს
 შორის ნიშანდებული იყო შემდეგი მჟავები (ცხრილი 2):



^{14}C -გლუკოზის და $^{6^{14}}\text{C}$ -გლუკოზის რადიოაქტიური ნახშირბადის განაწილება ყურძნის მარცვლის ორგანულ მჟავებში (%-ით ორგანული მჟავების საერთო რადიოაქტივობიდან), ისრაიმობის პერიოდი

ნივთიერება	^{14}C - გლუკოზა		$^{6^{14}}\text{C}$ - გლუკოზა	
	1 საათი	4 საათი	1 საათი	4 საათი
ვაშლის მჟავა	36,7	67,2	75,5	57,1
ქარვის მჟავა	3,4	8,1	6,3	22,2
ფუმარის მჟავა	40,8	1,0	2,1	2,4
ლიმონის მჟავა	6,8	7,1	3,2	2,9
ღვინის მჟავა	5,1	8,3	კვალი	2,4
გლიკოლის მჟავა	კვალი	2,7	12,7	10,9
სხვა				
ორგანული მჟავები	7,2	5,6	0,2	2,1

ორგანული მჟავების თვისობრივი შედგენილობა იმაზე მიუთითებს, რომ ყურძენში მათი წარმოქმნა დი- და ტრი-კარბონმჟავათა ციკლის გარდა სხვა გზითაც უნდა ხორციელდებოდეს. ჩვენ მიერ აღრე ჩატარებული ექსპერიმენტებით [7] ნაჩვენებია ყურძენში ზოგიერთი ორგანული მჟავას წარმოქმნის გზები.

მიღებული შედეგები შესაძლებლობას გვაძლევს ვივარაუდოთ, რომ მაღალი რადიოაქტივობის ვაშლის მჟავა ^{14}C -გლუკოზიდან უნდა მიიღებოდეს მისი გარდაქმნის პროცესში წარმოქმნილი პიროყურძნის მჟავას β -კარბოქსილირებით.

საქართველოს მეცნიერებათა აკადემია
 ს.დურმიშიძის სახ. მცენარეთა ბიოქიმიის ინსტიტუტი
 (შემოვიდა 03.06.1993)

БИОХИМИЯ

Т.В.Бериашвили

Преобразование ^{14}C -глюкозы и $^{6^{14}}\text{C}$ -глюкозы в ягодах винограда

Резюме

Показано, что глюкоза в ягодах винограда превращается как гликолитическим, так и пентозофосфатным путем. Первый и шестой углеродные атомы глюкозы в образовании различных веществ участвуют с различной интенсивностью.

T. Beriashvili

Conversion of 1^{14}C -Glucose 6^{14}C -Glucose in Grape Vine Berries

Summary

It has been shown that glucose is converted in grape vine berries by glycolytic and pentosophosphate ways. The first and the sixth carbons of glucose are involved in the formation of different substances with different intensity.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. *Д. Дэвис, Д. Джованелли, Т. Рис.* Биохимия растений. М., 1966.
2. *К. Даффус, Дж. Даффус.* Углеводный обмен растений. М., 1987.
3. *Р. Я. Школьник, Н. Г. Доман, В. Н. Костылев.* Биохимия, **26**, 4, 1961.
4. *Ж. В. Успенская, В. Л. Кретович.* Методика количественной бумажной хроматографии сахаров, органических кислот и аминокислот у растений. М.-Л., 1962.
5. *С. Аронов.* Изотопные методы в биохимии. М., 1959.
6. *J. S. Hawker.* Phytochemistry, **8**, 1, 1969.
7. *Т. В. Бериашвили.* Автореф. канд. дисс. Тбилиси, 1974.

ნ.მიქიაშვილი, რ.გოგუაძე, მ.ჭიპაშვილი, ნ.ალექსიძე (საქ.მეცნ.აკადემიის აკადემიკოსი)

თეთრი ვირთაგვას თავის ტვინში ამონიაკის მეტაბოლიზმის თავისებურება აგრესიის დროს

ცხოველის აგრესიული მდგომარეობის დროს თავის ტვინში მიმდინარე ბიოქიმიური გარდაქმნების შესწავლა წარმოადგენს თანამედროვე ნეიროქიმიის ერთ-ერთ აქტუალურ ამოცანას.

აგრესია, რომელიც გვევლინება, როგორც მრავალი ფსიქიკური და ემოციური მოშლილობის ფენომენი, იწვევს ორგანიზმის სრულ გამოფიტვას, რაც ხშირად პათოლოგიურ პროცესებში გადაიზრდება.

აგრესიის შესწავლის მიზნით მოწოდებულია რამდენიმე მოდელური სისტემა, რომელთა შორის აღსანიშნავია „ვირთაგვა-მკვლელის“ მოდელი. ეს უკანასკნელი გამოიხატება ცხოველის სტრეს-ფაქტორებით ან ფარმაკოლოგიური ზემოქმედების პირობებში წარმოქმნილი ემოციური დაძაბულობის ჩამოყალიბებაში [1].

ცნობილია, რომ აგრესიის დროს ორგანიზმში მიმდინარეობს მთელი რიგი ბიოქიმიური ცვლილებები, კერძოდ, სისხლში მატულობს გლუკოკორტიკალური ჰორმონებისა და კატექოლამინების დონე, აღინიშნება იმუნოლოგიური პროცესების დარღვევა. ყველა ეს პროცესი წარმოადგენს ცენტრალური ნერვული მექანიზმებით, რომლებიც თავის მხრივ განაპირობებენ ორგანიზმისა და უჯრედების დონეზე გარკვეულ ცვლილებებს [2].

ცნობილია, რომ აგრესიაში მონაწილეობს თავის ტვინის სხვადასხვა სტრუქტურული წარმონაქმნი და ნეირომედიატორული სისტემები, რომელთა შორის წამყვანი როლი ნორადრენერგულ, ქოლინერგულ და სეროტონინერგულ სისტემებს მიეკუთვნება [1,3].

აღრე ჩვენ მიერ შესწავლილი იყო პილოკარპინით გამოწვეული აგრესიის დროს ვირთაგვას თავის ტვინის სხვადასხვა უბნებში ბიოგენური ამინების განაწილება [4], სადაც პარალელურად გამოიკვეთა არსებითი ცვლილებებები ამონიაკის განაწილებაშიც. აღნიშნულიდან გამომდინარე, ჩვენ მიზნად დავისახეთ დაგვეზუსტებინა ამონიაკის როლი და მისი რაოდენობრივი განაწილება პილოკარპინით გამოწვეული აგრესიის დროს, კერძოდ, შესწავლეთ ვირთაგვას თავის ტვინში ამონიაკის რაოდენობრივი განაწილება და მისი როლი აგრესიის ფორმირებაში.

ცდის ობიექტად გამოვიყენეთ „ვისტარის“ ხაზის 100-120 გ წონის მამრი თეთრი ვირთაგვები. პილოკარპინი შეგვყავდა ინტრაპერიტონიალურად 12,5 მგ/კგ დოზით. „ვირთაგვა-მკვლელის“ მიღებას ვაწარმოებთ პლოტნიკის მეთოდით [5].

ბუნებრივ აგრესიას ვიწვევდით ცხოველის მექანიკური გაღიზიანებით. ამონიაკს ვსაზღვრავდით სილაკოვას მიერ მოდიფიცირებული [6] იზოთერმული დისტილაციის მეთოდით, გლუტამინს – რიხტერის და დაუსონის მიხედვით [7]; ცილის ამიდური ჭგუფების რაოდენობაზე ვმსჯელობდით 1 N HCl-ში ცილის 2-საათიანი ჰიდროლიზის შემდეგ განთავისუფლებული ამონიაკის მიხედვით.



პილოკარპინის ფონზე ცხოველთა ქცევითი რეაქციები ჩვენ მიერ აღტყვევებული შესწავლილი დინამიკაში [4], რაც მრუდის სახითაა წარმოდგენილი 1 სურათზე და სწორედ მასზე დაყრდნობით კრიტიკულ ფაზებში შევისწავლეთ ამონიაკის რაოდენობრივი ცვლილებები, გლუტამინის და ცილის ამილური ჯგუფების რაოდენობრივი განაწილება თავის ტვინის სხვადასხვა უბნებში.



სურ.1. 1. ბუნებრივი აგრესია
2. პილოკარპინით გამოწვეული აგრესია

როგორც 1 სურათიდან ჩანს, ბუნებრივი აგრესია ადრე ვლინდება ვიდრე პილოკარპინის ზემოქმედებისას, რაც დაახლოებით 1,5-2 საათს შეადგენს. ცნობილია, რომ ნერვულ ქსოვილში ამონიაკის პოტენციური წყარო არის გლუტამინი, ცილის ამილური ჯგუფები და ნუკლეოტიდები, რომლებიც ერთმანეთთან დინამიკურ ურთიერთობაშია.

ფიზიოლოგიური მდგომარეობიდან გამომდინარე, ზემოთ ჩამოთვლილი ფუნქციური ნაერთები თავის ტვინში გვევლინებიან არა მარტო ამონიაკის წყაროდ, არამედ ამ იონების ამცილებლებად. ცდების პირველ სერიაში შესწავლილი იყო თავისუფალი ამონიაკის დინამიკა ნორმაში, ხოლო ცდების მეორე სერიაში – იგივე პროცესი აგრესიის ფონზე (ცხრილი).

ც ხ რ ი ლ ი

თავისუფალი ამონიაკის, გლუტამინის და ცილის ამილური ჯგუფების შემცველობა თეთრი ვირთაგვას თავის ტვინში ნორმაში და აგრესიის დროს მკგ/გ ქსოვილზე/

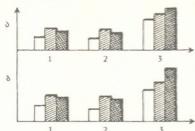
(M±m)

	თავის ტვინის უბნები	N-NH ₃	გლუტამინის ამილური N	ცილის ამილური N
	თავის ტვინი	22±0.01	15±0.49	45±1.23
ნორ- მა	მარჯვენა ჰემისფერო	10±0.03	9.2±±0.25	22±1.42
	მარცხენა ჰემისფერო	9±0.14	7.5±0.3	21±1.14
პილო- კარპი- ნული	მარჯვენა ჰემისფერო	17±0.82	12±0.82	25±0.97
	მარცხენა ჰემისფერო	11±0.81	10±1.0	23±0.71
აგრე- სია		p<0.01	p<0.01	p<0.05

როგორც ცხრილიდან ჩანს, აგრესიული მდგომარეობის ფორმირებისას იცვლება როგორც ამონიაკის, ისე ცილის ამილური ჯგუფებისა და გლუტამინის რაოდენობრივი განაწილება. ნორმაში თავის ტვინის ამილური აზოტის ყველა მაჩვენებელი თითქმის ორჯერ უარობს ჰემისფეროების იმავე მაჩვენებლებს, ხოლო მარცხენა და მარჯვენა ნახევარსფეროებს შორის სტატისტიკურად სარწმუნო გადახრები პრაქტიკულად არ აღინიშნება.

პილოკარპინის ფონზე ეს მაჩვენებლები არსებითად იცვლება, თუ ნორმაში ამონიაკის რაოდენობა 10 მკგ/გ-ს შეადგენს, პილოკარპინით დამუშავების შემდეგ ცხოველის ორსაათიანი ექსპოზიციისას ეს რაოდენობა თავის ტვინის მარჯვენა ჰემისფეროში 73%-ით მატულობს, ხოლო მარცხენაში – 18,5%-ით (იხ. სურ. 2)

პარალელურად აღინიშნება ცილის სუმა რული ფრაქციის ამიდური აზოტის მატება 12% -ით, გლუტამინისა 32% -ით.

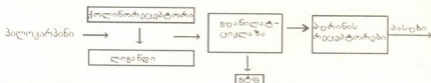


სურ. 2. თავისუფალი ამონიაკის, გლუტამინის და ცილის ამიდური ჯგუფების შემცველობა თეთრი ვირთაგვის თავის ტვინის მარჯვენა და მარცხენა ჰემისფეროებში მკ/გ ჰსოვალზე

- - ნორმა
- ▨ - ბუნებრივი აგრესია
- ▩ - პილოკარპინით გამოწვეული აგრესია
- 1 - N-NH₃
- 2 - Gl-CONH₂
- 3 - ცილის ამიდური N
- ა-მარცხენა ჰემისფერო
- ბ-მარჯვენა ჰემისფერო

აკის პროდუქტში აგრესიის დროს, რაოდენობის და შესაბამისად ც-გმფ-ის პროდუქტის შემცირებას.

ამგვარად, მიღებული შედეგებიდან გამომდინარე, პილოკარპინი გვევლინება როგორც პირველადი გარეგანი სიგნალი, რომლის ზემოქმედება ვლინდება სამიზნე უჯრედზე, საპასუხოდ წარმოიქმნება სპეციალური მოლეკულები, რომელთა მოქმედებით, უპირველეს ყოვლისა, ძლიერდება პირველადი სიგნალები და შესაბამისად იცვლება უჯრედის მეტაბოლიზმი ცხოველის ფიზიოლოგიური მდგომარეობის მიხედვით. პილოკარპინის ზემოქმედების ფონზე მოლეკულური გარდაქმნების თანამიმდევრობა შეიძლება წარმოვიდგინოთ შემდეგი სახით:



საყურადღებო შედეგები იყო მიღებული ცხოველის დამუშავებისას პილოკარპინის მაღალი დოზებით. კერძოდ, ცხოველში შეყვანილი პილოკარპინის დოზის მომატებით 15-დან 25 მგ/კგ-მდე აგრესიული მდგომარეობა ფერხდება და ვითარდება დეპრესია. უნდა ვივარაუდოთ, რომ აგრესიის დამუხრუჭების პროცესი უკავშირდება რეცეპტორების დესენსიტიზაციას, რაც განპირობებულია M-ქოლინორეცეპტორებთან შეუღლებული Ca-ის არხების დახურვით [8].

პრეფორმირებული ამონიაკის რაოდენობრივი ცვლილების ანალიზი საშუალებას იძლევა ვივარაუდოთ, რომ აგრესიის ფონზე ამონიაკის მთლიანად აცილება ხდება არა მხოლოდ გლუტამინისა და ცილის ამიდური ჯგუფებით, არამედ ნუკლეოტიდებითაც, რომელთა წილი თავისუფალი ამონიაკის საერთო რაოდენობის 29%-ს შეადგენს.

ლიტერატურიდან ცნობილია, რომ M-ქოლინორეცეპტორების აქტივობა რეგულირდება აგონისტების და ანტაგონისტების ზემოქმედებით, რომელთა შორის წამყვანი როლი ენიჭება ციკლურ გუანოზილნუკლეოტიდს (ც-გმფ).

ქოლინორეცეპტორების გააქტივებისას საგრძნობლად მატულობს უჯრედში ც-გმფ-ის რაოდენობა [8]. პილოკარპინის და M-ქოლინორეცეპტორის ურთიერთქმედებიდან და უკუაქვშირის პრინციპებიდან გამომდინარე, დასაშვებია ნუკლეოტიდების დეზამინირების რეაქციის ჩართვა ამონიაკ თავის მხრივ გამოიწვევს გტფ-ის



დებრესიული მდგომარეობის დროს შეინიშნება ამილური ჭგუფების დაპროდუქციის შემცირება. მიღებული შედეგებით კიდევ ერთხელ დასტურდება აზრი ამონიუმის იონებსა და ცხოველის ფიზიოლოგიურ მდგომარეობას შორის მჭიდრო ფუნქციური კავშირის არსებობის შესახებ.

მიღებული შედეგებიდან გამომდინარე შეიძლება დავასკვნათ, რომ პილოკარპინის მოქმედება გავლენას ახდენს აზოტშემცველი ნივთიერების, კერძოდ, ამონიაკის და ამილური ჭგუფების რაოდენობრივ განაწილებაზე. ასეთი ძვრები განსაკუთრებით მკვეთრად გამოვლინდა თეთრი ვირთაგვების თავის ტვინის მარჯვენა ჰემისფეროში. თავისუფალი ამონიაკის რაოდენობრივი მატება არ კომპენსირდება გლუტამინისა და ცილის სუმარული ფრაქციების ამილური ჭგუფების ზრდით. აღნიშნულიდან გამომდინარეობს, რომ ცხოველებში ფარმაკოლოგიური აგრესიის განვითარებისას ამონიაკის პროდუქციაში აქტიურად უნდა მონაწილეობდნენ ნუკლეოტიდებიც. აგრესიის პროცესში კი ამონიუმის იონები გვევლინებიან როგორც მოდულატორები [8] და მათი საპასუხო რეაქციები პურინის რეცეპტორებით უნდა ხორციელდებოდეს. ცდების შემდგომ სერიებში შესასწავლი იქნება ნუკლეოტიდების როლი ამონიაკის პროდუქციაში ცხოველთა აგრესიის სხვადასხვა მოდელურ სისტემებში.

ივ.ჭავჭავაძის სახელობის თბილისის
სახელმწიფო უნივერსიტეტი

(შემოვიდა 16.1.1995)

БИОХИМИЯ

Н.Микиашвили, Р.Гоговадзе, М.Чипашвили, Н.Алексидзе

Особенности метаболизма аммиака при агрессии в головном мозгу белых крыс

Резюме

Предпринята попытка уточнить роль ионов аммония в механизме агрессии животных. В опытах на „крысах-убийцах“ установлено, что прирост свободного аммиака не компенсируется увеличением амидных групп глутамина и суммарной фракции белков. Предполагается, что при развитии агрессии у животных в процесс аммиакообразования вовлекаются нуклеотиды. Ионы аммония играют в данном процессе роль модулятора на уровне пуриновых рецепторов.

BIOCHEMISTRY

N.Mikiashvili, R.Gogvadze, M.Chipashvili, N.Aleksidze

The Peculiarities of Ammonia Metabolism in White Rats Brain under the Aggression

Summary

An attempt to make more precise the role of ammonium ions in the mechanism of animals aggression has been illustrated.

Experiments carried out on "rat-killers" have established, that the increase in free ammonia has not been compensated by the increase in glutamine amid groups and in total protein fractions.



The nucleotides are supposed to be involved in the process of ammonia formation under the progress of aggression in animals.

In this process the ammonium ions play the role of modulator at the level of purine receptors.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. ნ.ალექსიძე. ნეიროქიმიის საფუძვლები 2, 1993, 434.
2. Е.А.Корнеева, Э.К.Шхинек. Успехи физиол. наук, 20, 3, 1989.
3. А.В.Вальдман, М.М.Козловская, О.С.Медведев. Фармакологическая регуляция эмоционального стресса. М., 1979.
4. Н.А.Микиашвили, Р.П.Белецкая, Т.Г.Гаришвили, Д.Г.Костава. Сообщ. АН СССР, 138, 1, 1990.
5. R.Plotnik et al. J.Compar. and Physiol. Psychol., 86, 1976, 1074-82.
6. А.И.Силакова, Г.П. Труш, А.Являкова. Вопросы мед. химии, 8, 1962, 538.
7. D.Richter, R.M.Dawson. J.Biol. Chem, 176, 1948, 1199.
8. П.В.Сергеев, Н.А.Шимаповский. Рецепторы физиологически активных веществ М., 1987.

კ.კახნიაშვილი, თ.ჩიღვინაძე

ზოგიერთი პესტიციდის გავლენა მცენარეული პეპტიდების ბიოსინთეზზე

(წარმოადგენს აკადემიკოსმა გ.კვეციანიძემ 2.11.1993)

წინა გამოკვლევებში [1-4] ჩვენ მიერ ნაჩვენებია იყო, რომ პესტიციდების მეტაბოლიზმის ერთ-ერთ ძირითად გზას მცენარეებში წარმოადგენს მათი კონიუგაცია უჯრედის დაბალმოლეკულურ პეპტიდებთან.

იმის დასადგენად, პესტიციდები ან მათი გარდაქმნის პროდუქტები კონიუგირებენ უჯრედში არსებულ პეპტიდებთან თუ მცენარეების ქსენობიოტიკებთან ინკუბირების შემდეგ სინთეზირებულ პეპტიდებთან, დღის წესრიგში დღგა, შეგვესწავლა ფენოქსიმარმეავას (ფმმ), 2,4-დიქლორფენოქსიმარმეავას (2,4-დ), ატრაზინის, სიმაზინის და კარბარილის გავლენა პეპტიდების ბიოსინთეზზე.

ცდები ჩატარებულ იქნა სიმინდისა და ბარდას 10-12-დღიან ნაზარდებზე. საკვლევი მცენარეების გამოკვება ხდებოდა შესასწავლი პესტიციდების წყალხსნარებით ან სუსპენზიებით. ექსპოზიციის დამთავრების შემდეგ საკვლევი ქსენობიოტიკებით დამუშავებული და საკონტროლო მცენარეების ფესვებიდან გამოყოფილ იქნა თავისუფალი პეპტიდების ფრაქცია და განსაზღვრულ იქნა რაოდენობრივად [5].

დადგენილ იქნა, რომ მცენარეთა ნაზარდებში პესტიციდების შეყვანა იწვევს დაბალმოლეკულური პეპტიდების დაგროვებას (ცხრ.1). როგორც 1 ცხრილში წარმოდგენილი მონაცემებიდან ჩანს, დაბალმოლეკულური პეპტიდების ბიოსინთეზი ორივე საკვლევი მცენარეში იზრდება, თუმცა სტიმულირების ხარისხი განსხვავებულია. პეპტიდების რაოდენობა მატულობს ფმმ-ს, 2,4-დ-ს, ატრაზინისა და სიმაზინის გავლენით. კარბანილით დამუშავებულ ბარდაში პეპტიდების რაოდენობა კონტროლის დონეზეა, ხოლო სიმინდში – კონტროლზე ნაკლები (ცხრ.1). სავარაუდოა, რომ პეპტიდების დაგროვების სტიმულაციის ხარისხი დამოკიდებულია ბევრ ფაქტორზე, მაგრამ ერთი ნათელია, რომ პეპტიდების რაოდენობის გაზრდა წარმოადგენს მცენარის საპასუხო რეაქციას უჯრედში უცხო ნაერთის – პესტიციდის ტოქსიკური მოლეკულის მოხვედრაზე.

ცნობილია, რომ ზოგიერთ შემთხვევაში, პეპტიდებთან კონიუგატები წარმოდგენილია როგორც *in vivo*, ასევე *in vitro*-ც, ე.ი. არაფერმენტულად. ასეთი რეაქციის მაგალითია გლუტათიონის კონიუგაცია ტრიაზინულ ჰერბიციდებთან [6,7].

საკვლევი პესტიციდების პეპტიდებთან კონიუგატების წარმოქმნის მექანიზმის დასადგენად ცდები ჩატარებულ იქნა ბარდას ნაზარდებზე. მცენარის ფესვებიდან გამოყოფილ იქნა პეპტიდური ფრაქცია, გასუფთავებულ იქნა ამინომჟავებისაგან და ინკუბირებულ იქნა ^{14}C 2,4-დ-თან, ატრაზინსა და კარბარილთან (კონცენტრაცია 10^{-4} მოლი). ამ პირობებში პეპტიდური კონიუგატების წარმოქმნის შესაძლებლობის დასადგენად, ინკუბაციის (3 სთ) შემდეგ, ჩატარებულ იქნა სარეაქციო ნარევის

ანალიზი. ანალიზის შედეგებმა გვიჩვენა, რომ ამ პირობებში, საკვლევი პესტიციდების კონიუგატები პეპტიდებთან არ წარმოიქმნება.

ცხრილი 1

პესტიციდების გავლენა მცენარეულ ქსოვილებში დაბალმოლეკულური პეპტიდების შემცველობაზე (მიწოდება ფესვებიდან ფძმ-ისა და 2,4-დ-ს კონცენტრაცია 50 მგ/ლ, სიმბაზინის და ატრაზინის - 30 მგ/ლ, კარბარილის 0,02%-იანი ხსნაში; ექსპოზიცია 48 სთ, $t=20-25^{\circ}\text{C}$)

პესტიციდი	მცენარე	ცდის* ვარიანტი	პეპტიდების სპილენძის კომპლექსების ჩამური ფრაქციის ოპტიკური სიმკვრივე
ფენოქსი-მარმეა	სიმინდი	ს	$3,3 \cdot 10^{-2} \pm 0,6 \cdot 10^{-2}$
		პ	$4,6 \cdot 10^{-2} \pm 0,8 \cdot 10^{-2}$
	ბარდა	ს	$4,2 \cdot 10^{-2} \pm 0,7 \cdot 10^{-2}$
		პ	$5,8 \cdot 10^{-2} \pm 0,9 \cdot 10^{-2}$
2,4-დ	სიმინდი	ს	$3,5 \cdot 10^{-2} \pm 0,7 \cdot 10^{-2}$
		პ	$4,4 \cdot 10^{-2} \pm 0,8 \cdot 10^{-2}$
	ბარდა	ს	$4,4 \cdot 10^{-2} \pm 0,9 \cdot 10^{-2}$
		პ	$5,5 \cdot 10^{-2} \pm 1,1 \cdot 10^{-2}$
ატრაზინი	სიმინდი	ს	$3,4 \cdot 10^{-2} \pm 0,9 \cdot 10^{-2}$
		პ	$3,3 \cdot 10^{-2} \pm 0,8 \cdot 10^{-2}$
	ბარდა	ს	$4,4 \cdot 10^{-2} \pm 0,9 \cdot 10^{-2}$
		პ	$5,6 \cdot 10^{-2} \pm 0,3 \cdot 10^{-2}$
სიმბაზინი	სიმინდი	ს	$3,2 \cdot 10^{-2} \pm 0,4 \cdot 10^{-2}$
		პ	$4,0 \cdot 10^{-2} \pm 0,6 \cdot 10^{-2}$
	ბარდა	ს	$4,5 \cdot 10^{-2} \pm 0,4 \cdot 10^{-2}$
		პ	$5,4 \cdot 10^{-2} \pm 0,5 \cdot 10^{-2}$
კარბარილი	სიმინდი	ს	$3,6 \cdot 10^{-2} \pm 0,7 \cdot 10^{-2}$
		პ	$3,4 \cdot 10^{-2} \pm 0,7 \cdot 10^{-2}$
	ბარდა	ს	$4,5 \cdot 10^{-2} \pm 0,9 \cdot 10^{-2}$
		პ	$5,4 \cdot 10^{-2} \pm 0,8 \cdot 10^{-2}$

* ს - პესტიციდით დაუმუშავებული

პ - პესტიციდით დაუმუშავებული

შემდგომში შესწავლილ იქნა საკვლევი პესტიციდების პეპტიდებთან კონიუგატების წარმოქმნის შესაძლებლობა ჩამური ცილოვანი პრეპარატის თანაობისას. ცდებში პეპტიდურ ფრაქციასა და ნიშანდებულ პესტიციდებთან ერთად შეტანილ იქნა ბარდას ფესვებიდან გამოყოფილი ჩამური ცილა.

ანალიზის შედეგებმა გვიჩვენა, რომ ამ პირობებში (ჩამური ცილის თანაობა) პესტიციდების ^{14}C -ს ნაწილი წარმოქმნის კონიუგატებს პეპტიდებთან, ნაწილი ერთვება ბიოპოლიმერებში და პესტიციდის განსაზღვრული ნაწილი რჩება უცვლელად (ცხრ. 2).

საკვლევი პესტიციდების პეპტიდებთან კონიუგაციაში მონაწილე ფერმენტების ბუნების გამოვლენის მიზნით, გამოყენებულ იქნა სელექტიური ინჰიბიტორების მეთოდი. შესწავლილ იქნა ინჰიბიტორების - ნატრიუმის პარაქლორომერკურიბენზოატის, α , α -

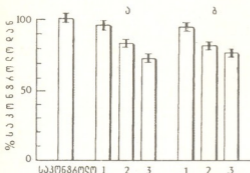


დიპირიდილის და N -ნატრიუმის დიეთილდითიოკარბამატის გავლენა 2,4-ატრაზინის პეპტიდური კონიუგატების წარმოქმნის პროცესზე, ბარდას ფესვებიდან გამოყოფილ ჯამურ ფერმენტულ პრეპარატში.

ცხრილი 2

2,4-დ, ატრაზინისა და კარბარილის რადიოაქტიული ნახშირბადის განაწილება ფრაქციებში *in vitro* რეაქციისას (ხვ. რადიოაქტიულობა: 2,4-დ - $111 \cdot 10^7$ ბეკერელი/გ, ატრაზინი - $52,2 \cdot 10^7$ ბეკერელი/გ, კარბარილი - $18,5 \cdot 10^7$ ბეკერელი/გ, კონცენტრაცია 10^{-4} მოლი 1გ ცილაზე, ექსპოზიცია 3 სთ, $t=25-26^{\circ}\text{C}$)

პესტიციდი	ჯამური რადიოაქტიულობა 10^3 იმპ/წთ 1გ ცილაზე	% ჯამური რადიოაქტიუობიდან		
		პეპტიდური კონიუგატები	ბიოპოლიმერების ფრაქცია	უცვლელი პესტიციდი
2,4-დ	130,9	23,1	14,2	62,7
ატრაზინი	119,4	17,3	10,4	72,3
კარბარილი	27,3	15,4	16,4	68,2



სურ. 1. ნატრიუმის ქლორმერკურბენზოატის (1), ნატრიუმის დიეთილდითიოკარბამატის (2) და α, α -დიპირიდილის (3) გავლენა ^{14}C -2,4-დ (ა) და ^{14}C -ატრაზინის (ბ) კონიუგირების პროცესზე დაბალმოლეკულურ პეპტიდებთან (ინჰიბიტორების კონცენტრაცია 10^{-4} მოლი, რადიოაქტიუობა 2,4-დ - $111 \cdot 10^7$ ბეკერელი გრამი ატრაზინი - $59,2 \cdot 10^7$ ბეკერელი/გრამი; კონცენტრაცია - 2,4-დ - 50 მგ/ლ, ატრაზინი - 30 მგ/ლ; ექსპოზიცია 3 სთ, $t=25-26^{\circ}\text{C}$)

შედგენი გვაძლევს საშუალებას ვივარაუდოთ, რომ ფერმენტი, რომელიც აკატალიზებს შესასწავლი პესტიციდების ბიოტრანსფორმაციის განსაზღვრულ სტადიებს (რის შემდეგაც წარმოებს პეპტიდებთან კონიუგაცია), წარმოადგენს მეტალოფერმენტს და აქტიურ ცენტრში შეიცავს სპილენძის ატომებს.

ექსპერიმენტებმა α, α -დიპირიდილის გამოყენებით გვიჩვენა, რომ ეს ინჰიბიტორი (10^{-4} მოლი) ასევე თრგუნავს შესასწავლი პესტიციდების პეპტიდური კონიუგატების სინთეზს (სურ 1). α, α -დიპირიდილის მოქმედების მექანიზმი მდგომარეობს იმაში, რომ ის აბლოკირებს რკინის ატომებს, რის შედეგადაც ითრგუნება რკინაშემცველი ფერმენტების მოქმედება.

სელექტურ ინჰიბიტორად ნატრიუმის პარა-ქლორმერკურბენზოატის (კონცენტრაცია 10^{-4} მოლი) გამოყენებით ჩატარებულმა ცდებმა გვიჩვენა, რომ ეს ინჰიბიტორი არსებით გავლენას ვერ ახდენს პესტიციდ-პეპტიდების კონიუგატების წარმოქმნაზე (სურ 1). ნატრიუმის დიეთილდითიოკარბამატის გამოყენებით შეიმჩნევა პესტიციდ-პეპტიდის კონიუგატების წარმოქმნის ნაწილობრივი ინჰიბირება. როგორც ცნობილია, ნატრიუმის დიეთილდითიოკარბამატის ინჰიბიტორული აქტიუობა დაფუძნებულია მის უნარზე დაუკავშირდეს სპილენძის ატომებს ცილის მოლეკულაში. მიღებული

კვლევის შედეგად გამოვლენილია მცენარეული პეპტიდების ფუნქციონირებაში მონაწილეობა მიიღონ უკრედში შედრეული ქსენობიოტიკის უნებელყოფაში, რაც გამოიხატება საკვლევი პესტიციდების ფუნქციონალური ჯგუფების ბლოკირებაში. მცენარეული უკრედის საბასუხო რეაქცია ვლინდება პეპტიდების ბიოსინთეზის სტიმულაციით.

მიღებული შედეგების საფუძველზე შეიძლება ვივარაუდოთ, რომ ფერმენტები, რომლებიც აკატალიზებენ საკვლევი პესტიციდების ბიოტრანსფორმაციისა და შემდგომი კონიუგაციის პროცესებს, წარმოდგენენ მეტალოფერმენტებს და აქტიურ ცენტრში გააჩნიათ სპილენძისა და რკინის ატომები. თუმცა პესტიციდების ცალკეული წარმომადგენლის ჟანგვითი რეაქციები და შემდგომი კონიუგაცია საკმაოდ რთული ქიმიური გარდაქმნების მომცველია. სავარაუდოა, რომ ისინი მოიცავს სტადიების თანმიმდევრობას აგრეთვე სხვა ფერმენტების მონაწილეობით.

საქართველოს მეცნიერებათა აკადემია
ს.ღურშიშვილის სახ. მცენარეთა ბიოქიმიის ინსტიტუტი

(შემოვიდა 18.11.1993)

БИОХИМИЯ

Х.А.Какхниашвили, Т.Д.Чигвинадзе

Влияние пестицидов на биосинтез растительных пептидов

Резюме

Изучено влияние пестицидов – феноксиуксусной кислоты, 2,4-дихлорфеноксиуксусной кислоты, атразина, симазина и карбарила на биосинтез пептидов растений. Показано, что введение пестицидов в проростки растений вызывает накопление низкомолекулярных пептидов.

Выявлена функция растительных пептидов принимать участие в обезвреживании ксенобиотиков, что проявляется в блокировании функциональных групп пестицидов. Ответная реакция растительной клетки проявляется стимуляцией биосинтеза пептидов.

Сделано предположение, что ферменты, катализирующие процессы биотрансформации и конъюгации с пептидами, являются металлоферментами и содержат в активном центре атомы меди и железа.

BIOCHEMISTRY

Kh. Kakhniashvili, T. Chigvinadze

The Influence of Pesticide on the Biosynthesis of Plant Peptides

Summary

The influence of pesticide - phenoxyacetic acid, 2,4-dichlorophenoxyacetic acid, atrazine, symazine and carbaril on the plant peptide biosynthesis has been studied. It was shown, that pesticide injection in plant shoots causes the accumulation of low molecular peptides.



The function of plant peptides has been detected to participate in rendering harmless of xenobiotics, that is detected in bioxation of pesticide functional group. Active response of plant cell is detected by stimulation of peptide biosynthesis.

It was supposed that enzymes catalysing biotransformation and conjugation processes with peptides are metalloenzymes and contain cooper and iron atoms in active centre.

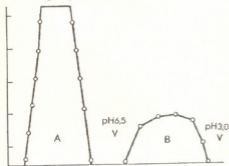
წიგნობები-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. *С.В.Дурмишидзе, Т.В.Девдариани, Х.А.Кахниашвили, О.А. Буадзе.* Биотрансформация ксенобиотиков в растениях. Тбилиси, 1988;
2. *К.Н.Бежанишвили, Х.А.Кахниашвили.* Сообщения АН ГССР, **104**, 2, 1981.
3. *С.В. Дурмишидзе, Д.Ш.Угрехелидзе, Р.А.Хубутია, К.Н.Бежанишвили, Х.А.Кахниашвили.* ДАН СССР, **262**, 2, 1982.
4. *Ch.Kakhniashvili, G.Kvesitadze.* Fresenius Envir. Bull. 2, 1993.
5. *Т.А.Телегина, Т.Е.Павловская.* В сб.: Методы современной биохимии. М., 1975.
6. *R.H.Shimabukuro, D.S.Frear, H.R.Swanson, W.C.Walsch.* Plant Physiol., **47**, 1 1971.
7. *R.H.Shimabukuro.* Herbicide Metabolism by Glutathione Conjugation in Plants. The 3-rd Intern. Sympos. on Chemical and Toxicological Aspects of Environmental Quality. Tokyo, Japan, 1979.

მ.ჩაიუა, მ.ბალავაძე, თ.გარიშვილი,
ნ.ალექსიძე (საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი)

ვირთაგვას თავის ტვინის ლექტინური აქტივობის pH 3 ცილოვანი ფრაქციის დახასიათება

ლექტინები მულტივალენტური, ნახშირწყლების სპეციფიკურად დაკავშირების უნარის მქონე, არაიმუნური ცილებია, რომლებიც ძირითადად შეიცნობიან როგორც პემაგლუტინინები [1]. ისინი გამოყოფილია ვირუსებიდან, ბაქტერიებიდან, მცენარეებიდან, ასევე უხერხემლო და ხერხემლიანი ცხოველების სხვადასხვა ქსოვილიდან, უჯრედული და სუბუჯრედული წარმონაქმნებიდან [2]. ლექტინების უნიკალური თვისებებიდან გამომდინარე, უკანასკნელ ხანებში ფართოდ გაიშალა მუშაობა ცხოველთა თავის ტვინიდან ლექტინების გამოყოფის და მათი შესწავლის მიზნით [2,3].



სურ.1. ვირთაგვას თავის ტვინის დიდი ნახევარსფეროების ქერქის ლექტინური აქტივობის მქონე pH3(40) ცილოვანი ფრაქციის აფინური ქრომატოგრაფია ტრის-აკრილ-N-აცეტილ-D-გლუკოზამინის სეფტზე. ისრით ნაჩვენებია სპეციფიკურად დაკავშირებული ცილოვანი ფრაქციების ელუციის დაწყება და დამთავრება საელუციო ხსნარის შესაბამისი pH-ით. A დაუკავშირებელი ცილის ფრაქციაა, B - დაკავშირებული ცილის ფრაქცია

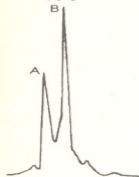
ადრე ჩატარებული გამოკვლევებით ჩვენ მიერ ნაჩვენებ იყო ვირთაგვას თავის ტვინის დიდი ნახევარსფეროების ქერქში ლექტინური აქტივობის მქონე pH3 და pH3(40) ცილოვანი ფრაქციის თანაპოვნეობა. გაირკვა, რომ ლექტინის მსგავსი ცილა pH3(40) N-აცეტილ-D-გლუკოზამინისაღმია სპეციფიკური [4], რამაც აფინური ქრომატოგრაფიით მისი შემდგომი გასუფთავების საშუალება მოგვცა.

საცდელ ობიექტად ვიყენებდით ორივე სქესის 100-120 გ მასის მქონე თეთრ ვირთაგვებს. პემაგლუტინაციურ აქტივობას და ტიტრს ვამოწმებდით ბოცერის თრიფსინიზებულ ერთროციტებზე [2]. ცილის კონცენტრაციას ვსაზღვრავდით ლოურის და სხვ. მეთოდით [5]. ლექტინური აქტივობის pH3 და pH3(40) ცილოვანი ფრაქციებს ვიღებდით მეთოდით [4,6], რომელიც ადრე იყო ჩვენ მიერ შემოთავაზებული.

აფინურ ქრომატოგრაფიას ვატარებდით 2 მლ მოცულობის მქონე ტრის-აკრილზე იმობილიზებულ N-აცეტილ-D-გლუკოზამინის სეფტზე. როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, pH3 და pH3(40) ცილოვანი ფრაქციები სწორედ N-აცეტილ-D-გლუკოზამინისაღმია სპეციფიკური.



სვეტზე დაგვირგნოდა ლექტინური აქტივობის pH3(40) ცილოვანი ფრაქციების მოცულობით 1,2 მლ. ვაყვინებდით 4°C-ზე 24 სთ-ის განმავლობაში. დაუყოვრებელი ცილოვანი ფრაქციების ელუციას ვახდენდით 0,9% NaCl-ის ხსნარზე დამზადებული K⁺-ფოსფატის ბუფერით (pH7,4), ხოლო სვეტზე იმობილიზებული ლექტინური აქტივობის მქონე ცილოვანი ფრაქციების ელუციას - 0,25M გლიცინ-HCl-ით (pH3,0). ელუციის სიჩქარე იყო 0,2 მლ/წთ, ელუატის ფრაქციებს ვაგრძობდით 2 მლ-ის მოცულობით (სურ. 1).



სურ.2. ვირთაგვას თავის ტვინის დიდი ჰემისფეროების ქერქის ლექტინური აქტივობის მქონე ცილოვანი ფრაქციის ქრომატოგრაფია, მიღებული გელ-ფილტრაციულ სვეტზე PROTEIN PAK 125

ელუატიდან გლიცინ-HCl-ის მოცილების მიზნით ვახდენდით დიალიზს 4°C-ზე 24 სთ-ის განმავლობაში აგლუტინაციის ბუფერის (40mM K⁺-ფოსფატის ბუფერი დამზადებული 0,9%-იან NaCl-ის ხსნარზე) მიმართ. რექრომატოგრაფიას ვატარებდით გელ-ფილტრაციულ სვეტზე PROTEIN PAK 125(Waters, აშშ). ელუციას ვაწარმოებდით K⁺-ის ფოსფატის ბუფერით (ელუციის სიჩქარე იყო 1 მლ/წთ), დეტექტირებას - 280 ნმ ტალღაზე. კალიბრირების მიზნით სტანდარტებად ვიყენებდით თირეოგლობულინს (669000), ფერიტინს (440000), კატალაზას (232000), ლაქტატდეჰიდროგენაზას (110000) და ხარის შრატის ალბუმინს (67000). როგორც 2 სურათიდან ჩანს, ტრის-აკრილ-N-აცეტილ-D-გლუკოზამინის სვეტზე იმობილიზებულია ცილის 2, A და B ფრაქცია, რომელთა მოლეკულური მასები შესაბამისად 58 000 და 36 000 დალტონია.

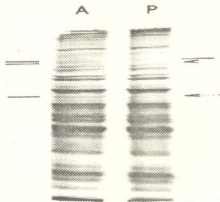
ტრის-აკრილ-N-აცეტილ-D-გლუკოზამინის სვეტიდან 0,25M გლიცინ-HCl-ით(pH3,0) ელუირებული ცილოვანი ფრაქციების სპეციფიკურ ჰემაგლუტინაციურ აქტივობას ვსაზღვრავდით განტოლებით SA=T/C, სადაც T⁻¹ განზაგების შებრუნებული მნიშვნელობაა, ხოლო C-ცილის კონცენტრაცია მგ/მლ-ებში. ამავე განტოლებით ჩვენ მიერ განსაზღვრულ იქნა pH3 და pH3(40) ლექტინური აქტივობის მქონე ცილოვანი ფრაქციების სპეციფიკური აქტივობა [4,6]. მიღებული შედეგები წარმოდგენილია ცხრილში.

ც ხ რ ი ლ ი

ვირთაგვას თავის ტვინის დიდი ჰემისფეროების ქერქის ლექტინური აქტივობის მქონე ცილოვანი ფრაქციების გასუფთავების ხარისხი

ნიმუში	ცილა მგ/მლ	სპეციფიკური აქტივობა	გასუფთავება
pH3 ცილოვანი ფრაქცია	1,5	21,3	-
ამონიუმის სულფატის 40%-იანი ხსნარით გაჭერების შედეგად გამოლექილი pH3 (40) ცილოვანი ფრაქცია	1,7	78,2	4
ტრის-აკრილ N -აცეტილ-D-გლუკოზამინით გასუფთავების შემდეგ	0,84	762	36

თუ ლექტინების სპეციფიკური აქტივობის მიხედვით ვიმსჯელებთ, ტრის-აქტილი N-აცეტილ-D-გლუკოზამინის სეფტიდან ელუირებული ცილა pH3 და pH3(40) ცილოვან ფრაქციებთან შედარებით გასუფთავებულ იქნა, შესაბამისად 4-ჯერ და 36-ჯერ.



სურ.3. ვირთაგვას თავის ტვინის დიდი ჰემისფეროების ქერქიდან ექსტრაგირებული ლექტინური აქტივობის მქონე pH3 ცილოვანი ფრაქციის ელექტროფორეგრაფა ბოცვრის თრიფსინიზებული ერთთროციტების დამატების გარეშე (A), ბოცვრის თრიფსინიზებული ერთთროციტებით დამუშავების შემდეგ (B). ისრით ნაჩვენებია ბოცვრის თრიფსინიზებულ ერთთროციტებთან დაკავშირებული ცილოვანი ფრაქციები, რომელთა თანაობა თრიფსინიზებული ერთთროციტებით დამუშავების შემდეგ არ აღინიშნება.

ცდების შემდგომ სერიაში pH3 ცილოვან ექსტრაქტში ჰემაგლუტინაციური აქტივობის მქონე ცილოვანი ფრაქციების გამოვლენის მიზნით ექსტრაქტს წინასწარ ვამუშავებდით ბოცვრის თრიფსინიზებული ერთთროციტებით, რაც ელექტროფორეზით ცილების წამყური ექსტრაქტიდან ლექტინური აქტივობის მქონე ცილოვანი ფრაქციების გამოვარდნის დადგენის საშუალებას გვაძლევდა. ელექტროფორეზს ვატარებდით 10%-იანი აკრილამიდის (pH8,8) გელში ვერტიკალურ ფირფიტებზე 0,4%-იანი SDS-ის თანაობისას [7]. გელს ვვებავდით 30 წთ-ის განმავლობაში მეთანოლის, ძმარმჟავასა და წყლის ნარევეზე (5:1:5) დამზადებული 0,25%-იანი კუმას G-250-ით და ვრეცხავდით 7%-იანი ძმარმჟავასა და 5%-იანი მეთანოლის ხსნარში. პარალელურად ვატარებდით ლექტინური აქტივობის pH3 ცილოვანი ფრაქციის (ერთთროციტების დამატების გარეშე) და ერთთროციტებიდან აგლუტინაციის ბუფერით ექსტრაგირებული ფრაქციების ელექტროფორეზს. მიღებული შედეგები წარმოდგენილია ელექტროფორეგრამების სახით 3 სურათზე.

როგორც სურათიდან ჩანს, pH3 ცილოვანი ფრაქციის თრიფსინიზებული ერთთროციტებით დამუშავების შემდეგ ელექტროფორეგრამაზე, A-თან შედარებით მოხდა ორი ცილოვანი ფრაქციის ამოვარდნა, რაც ისრებით არის მითითებული. ეს მიუთითებს pH3 ცილოვან ექსტრაქტში ორი ცილოვანი ფრაქციის თანაპონიერებაზე, რომელთაც ახასიათებთ ჰემაგლუტინაციური აქტივობა, რაც ერთთროციტების სათანადო რეკვებრებთან დაკავშირების გზით რეალიზდება.

ამგვარად, ვირთაგვას თავის ტვინის დიდი ჰემისფეროების ქერქის pH3 ექსტრაქტიდან გამოყოფილია ჰემაგლუტინაციური აქტივობის მქონე ორი ცილოვანი ფრაქცია, რაც დადასტურებულ იქნა მაღალი წნევის ქრომატოგრაფიული და ელექტროფორეზის მეთოდით. აღნიშნული ცილოვანი ფრაქციების ფიზიკურ-ქიმიური თვისებების და ფუნქციის შესწავლა ჩვენი კვლევის შემდგომი ამოცანაა.

ივ.ჩაუახიშვილის სახელობის თბილისის
სახელმწიფო უნივერსიტეტი

(შემოიღა 6.9.1993)



М.В.Чачуа, М.В.Балавадзе, Т.Г.Гаришвили, Н.Г.Алексидзе

Характеристика белковой фракции рН 3 с лектиновой активностью головного мозга крыс

Резюме

Аффинной хроматографией на колонке иммобилизованного N-ацетил-D-глюкозамина была очищена белковая фракция рН 3 с лектиновой активностью. После рефракционирования на колонке PROTEIN PAK 125 были выявлены две белковые фракции с молекулярными массами 58 кД и 36 кД соответственно.

BIOCHEMISTRY

M.Chachua, M.Balavadze, T.Garishvili, N.Aleksidze

Characterization of the Protein Fraction pH 3 with Lectin Activity from Rat Brain

Summary

Protein fraction pH 3 with lectin activity was purified by affinity chromatography on immobilized N-acetyl-D-glucosamine column. After refractionation on the column PROTEIN PAK 125 was revealed 2 protein fractions with molecular weights 58kD and 36kD respectively.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. M.Caron, R.Joubert, D.Bladier. *BB Acta*, v.925, 1987, 290-296.
2. М.Д.Луцик, Е.Н.Панасюк, А.Д.Луцик. Лектины. Львов, 1981.
3. Н.П.Королев. Функции лектинов в клетке. М., 1984.
4. მ.ჩაჩუა, მ.ბალავაძე, ნ.ალექსიძე. საქ. მეცნ. აკადემიის მოამბე, **149**, 1, 1994.
5. O.H.Lowry et al. *J.Biol. Chem.*, **193**, 1951, 265-268.
6. М.Чачуа, М.Балавадзе, Р.Ахалкаци, Н.Алексидзе. Сообщ. АН Грузии, **145**, 2, 1992, 418-421.
7. U.K.Laemmli. *Nature*, **227**, 1970, 680-685.

გ.წიკლაური

ლიმონ დიოსკურიას ნაყოფის ქერქის C-გლიკოზიდები

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ნ.ნუცუბიძემ 8.07.1993)

ვაგრძელებდით რა ლიმონ დიოსკურიას ნაყოფის ქერქის ფლავონოიდური ნაერთების კომპლექსის გამოკვლევას [1], ქრომატოგრაფიული მეთოდების გამოყენებით გამწვანალი მასალის სპირტული ექსტრაქტიდან გამოვყავით ფლავონოიდური ბუნების მქონე ხუთი ნივთიერება.

ლიმონი დიოსკურია მიღებულია ქართული ლიმონისა და ტრიფოლიატის ჰიბრიდიზაციით, ხასიათდება მალსეკოსადმი რეზისტენტულობით, ყინვაგამძლეობითა და მაღალი სამეურნეო თვისებებით [2]. ვინაიდან ციტრუსოვანთა ნაყოფების სამეურნეო თვისებები ბევრად არის დამოკიდებული ფლავონოიდურ ნაერთთა თვისობრივ შემადგენლობაზე, ხოლო დიოსკურია ამ მიმართულებით ჯერ არ იყო შესწავლილი, შესრულებულ სამუშაოს აქვს როგორც პრაქტიკული, ისე თეორიული მნიშვნელობა.

ლიმონ დიოსკურიას ნაყოფის ქერქი მოვაცილეთ რბილობს, გავაწრეთ ოთახის ტემპერატურაზე და 500 გ მწვანალ მასალას გავუყეთეთ ექსტრაქცია 80%-იანი მეთანოლით. ექსტრაქტები გავფილტრეთ, გავაერთიანეთ და გადავდენეთ ვაკუუმის ქვეშ სპირტის მოცილებაში. წყლიანი ნარჩენიდან ფლავონოიდური ნაერთები გამოვწვლილეთ ეთილაცეტატითა და ბუთანოლით. მიღებული ექსტრაქტები კვლავ დაეაკონცენტრირეთ (ცალ-ცალკე) ვაკუუმის ქვეშ.

ბუთანოლიანი ექსტრაქტიდან ინდივიდუალური ნაერთების მისაღებად გამოვიყენეთ პოლიამიდის ქრომატოგრაფიული სვეტი: ელუენტი-მეთანოლი-წყალი (1:1), ხოლო ეთილაცეტატიანი ექსტრაქტის დასაყოფად სილიკაგელის სვეტი: გამხსნელი-ბენზოლი-მეთანოლი (5-25%). ელუციის პროცესში ელუატები შევავაროვეთ 30-30 მლ მოცულობით და მათი ქიმიური შემადგენლობა შევისწავლეთ ქაღალდის ქრომატოგრაფიით 15%-იან ძმარმჟავაში. ერთნაირი ქიმიური შემადგენლობის ელუატები გავაერთიანეთ და ავავაროვეთ სრულ სიმწვანეში. ბუთანოლიანი ექსტრაქტიდან მივიღეთ ორი სუფთა ნაერთი (I-II), ხოლო ეთილაცეტატიანი ექსტრაქტიდან ორი ფრაქცია - ფლავანონებისა და ფლავონების. ფლავონების ფრაქციის რექრომატოგრაფირება ჩავატარეთ ცელულოზის სვეტზე. ელუენტად გამოვიყენეთ 30%-იანი ძმარმჟავა. ელუატების ანალიზისა და აწრობის შედეგად მივიღეთ სამი სუფთა ნივთიერება (III-V).

მიღებული ნაერთების (I-V) სრული იდენტიფიკაციისათვის გამოვიყენეთ ფლავონოიდური ნაერთების კვლევის თანამედროვე ფიზიკურ-ქიმიური მეთოდები (უ.ი. და პმრ-სპექტროსკოპია, მჟავე ჰიდროლიზი და მიღებული პროდუქტების ქრომატოგრაფიული ანალიზი სტანდარტული ნაერთების გამოყენებით).

ნივთიერება I მოყვითალო ფერის ფხვნილია. ლღობის ტემპერატურა - 192-195°C. ნივთიერების მეთანოლიანი სპირტსნარის უ.ი. სპექტრმა კომპლექსური მონაცემი და



მაიონიზებული რეაგენტების გამოყენებით გვიჩვენა, რომ თავისუფალი ჰიდროქსილური ჯგუფები განლაგებულია 5,7,4¹-პოზიციებში [3], (ცხრილი 1). ჰიდროლიზის დროს [4] შაქრის მოხლეჩვა არ ხდება. ჰიდროლიზატში აღმოვაჩინეთ მხოლოდ ყავის მჟავა და შუალედური პროდუქტი. ამასთან, ნაერთი არ განიცდიდა იზომერიზაციას, რაც C-დი-გლიკოზიდებისათვის დამახასიათებელია [5]. კილიანის მეთოდით [6] ჰიდროლიზის შედეგად მივიღეთ D-გლუკოზა და აგლიკონი-აპიგენინი (ცხრილი 2). კმრ-სპექტრში არ შეინიშნებოდა H-6 და H-8 პროტონთა სიგნალები, რაც ამ პოზიციებში შაქრის ნაშთის არსებობაზე მიუთითებდა [3]. მიღებული მონაცემების ანალიზის საფუძველზე დადგინდა, რომ საკვლევი ნვითიერება წარმოადგენდა აპიგენინ-6,8-დი-C-გლუკოზიდს, სადაც გლუკოზის ერთ-ერთი მოლეკულის OH ჯგუფთან დაკავშირებულია ყავის მჟავა.

ნვითიერება II წარმოადგენდა მოყვითალო ფერის ფხვნილს, ლღვებოდა 198-200°C-ზე. უ.ი. სპექტრში დიაგნოსტიკური რეაგენტების გამოყენებით აღმოვაჩინეთ 5,7,4¹-თავისუფალი ჰიდროქსილის ჯგუფები [3], (ცხრილი 1).

ც ხ რ ი ლ ი 1

ნერთების უ.ი. სპექტრები

ნვითიერებები	მეთანოლი	NaOAl	AlCl ₃	AlCl ₃ /HCl	NaOMe
ნვითიერება I	275,340	284,325 365	282,300 360,390	282,300 360,390	284,320 386
ნვითიერება II	275,335	283,370	282,308 350,390	282,308 350,390	284,390
ნვითიერება III	272,338	280,386	280,300 350,385	280,300 350,385	282,390
ნვითიერება IV	270,338	280,380	278,308 350,390	278,308 350,390	280,395
ნვითიერება V	256,272 345	282,365	280,300 358,390	280,300 356,390	282,320 390

ნვითიერება ხასიათდებოდა მჟავასადმი მდგრადობით. ჩვეულებრივ ჰიდროლიზის დროს ჰიდროლიზი ბოლომდე არ მოხდა. ჰიდროლიზატში აღმოჩნდა D-გლუკოზა და იზომერი, რომლის Rf 15%-იან ძმარმჟავაში შეესაბამებოდა იზოვიტექსინის (აპიგენინ-6-C-გლუკოზიდი) Rf-ს. მიღებული იზომერის კილიანის მეთოდით ჰიდროლიზის შედეგად მივიღეთ D-გლუკოზა და აგლიკონი აპიგენინი (ცხრილი 2).

კმრ-სპექტრი იძლეოდა H-2¹, H-6¹ (7,85 მ.წ), H-3¹, H-5¹ (6,95 მ.წ), H-6(6,3 მ.წ) პროტონთა სიგნალებს და არ შეინიშნებოდა H-8 პროტონის სიგნალი (6,5 მ.წ), რაც იმაზე მიუთითებდა, რომ შაქრის ნაშთი ჩანაცვლებული იყო C-8 მდგომარეობაში [3]. მიღებული მონაცემების შეჭერების შედეგად გაირკვა, რომ საკვლევი ნვითიერება წარმოადგენდა აპიგენინ-8-C-გლუკოზიდს, რომელშიც გლუკოზის ერთ-ერთი OH ჯგუფთან დაკავშირებული იყო გლუკოზის კიდევ ერთი მოლეკულა. ასეთ შემთხვევაში მეორე გლუკოზა ჩვეულებრივ მიერთებულია 2¹¹-0-მდგომარეობაში. აქედან გამომდინარე, ნაერთი წარმოადგენდა 2¹¹-0-გლუკოზილივიტექსინს.

III და IV ნვითიერებების უ.ი. სპექტრები აღწერილი ნერთების სპექტრების იდენტური იყო. ორივე ნაერთი იჩენდა მჟავასადმი მდგრადობას და ჰიდროლიზის



პროცესში მხოლოდ იზომერიზირდებოდა. სპექტრული ანალიზის, იზომერიზაციის და კილიანის მეთოდით ჰიდროლიზის შედეგად მიღებული მონაცემების საფუძველზე გაირკვა, რომ III ნივთიერება წარმოადგენდა იზოვიტექსინს (აპიგენინ-6-C-გლუკოზიდს), ხოლო IV ნივთიერება – ვიტექსინს (აპიგენინ-8-C-გლუკოზიდს).

ცხრილი 2

ნაერთების ქრომატოგრაფიული მაჩვენებლები

ნივთიერებები	Rf- სიდიდეები				შეფერვა	
	1	2	3	4	უ.ი.+AlCl ₃	ანილინ-ფტალატი
ნივთიერება I	0,23 0,90	0,52	0,83	0,31	ყვითელი	ყავისფერი
ნივთიერება II	0,30 0,90	0,58	0,83	0,31	"-	"-
ნივთიერება III	0,63 0,90	0,47	0,83	0,31	"-	"-
ნივთიერება IV	0,48 0,90	0,31	0,83	0,31	"-	"-
ნივთიერება V	0,42 0,86	0,22	0,80	0,31	"-	"-

1. ბუთანოლი-ძმარმჟავა-წყალი (4:1:5)
2. 15% -იანი ძმარმჟავა
3. ძმარმჟავა-მარილმჟავა-წყალი (30:3:10)
4. ბუთანოლი-პირიდინი-წყალი (6:4:3)

V ნივთიერების უ.ი. სპექტრის მრუდის ფორმა განსხვავდებოდა განხილული ნაერთების სპექტრების მრუდისაგან და შეესაბამებოდა ქრიზოგერიოლისა (ლუტეოლინ-3¹-მეთოქსიფლავონი) და დიოსმეტინის (ლუტეოლინ-4¹-მეთოქსიფლავონი) სპექტრებს [3]. (ცხრილი 1), მეავათი დამუშავებისას იძლეოდა ორ იზომერს ტოლი რაოდენობით, რაც ვიტექსინისა და საპონარეტინის ტიპის C-მონოგლიკოზიდებისათვის არის დამახასიათებელი [7]. კილიანის მეთოდით ჰიდროლიზის შედეგად წარმოიქმნებოდა D-გლუკოზა და აგლიკონი-ქრიზოგერიოლის იდენტური: ნატრიუმის მეთილატის დამატებისას უ.ი. სპექტრის პირველ ზოლში ხდებოდა ბათოქრომული გადაადგილება ($\Delta=140$ ნმ), რაც 4¹-მდგომარეობაში თავისუფალი ჰიდროქსილის არსებობაზე მიუთითებდა. აქედან გამომდინარე, ნაერთი უნდა ყოფილიყო ქრიზოგერიოლის C-გლუკოზიდი. საწყისი ნივთიერებისა და წარმოქმნილი იზომერის ქრომატოგრაფიული მახასიათებლების შედარებით ლიტერატურულ მონაცემებთან [8] V ნივთიერება იდენტიფიცირებულია როგორც ქრიზოგერიოლ-8-C-გლუკოზიდი, ხოლო წარმოქმნილი იზომერი - როგორც ქრიზოგერიოლ-6-C-გლუკოზიდი.

ამგვარად, ჩვენ მიერ გამოყოფილი ნაერთები შესაბამისად იდენტიფიცირებულია, როგორც აპიგენინ-6,8-დი-C-გლუკოზიდი (აცილირებული), 2¹¹-0-გლუკოზიდი-ვიტექსინი, იზოვიტექსინი, ვიტექსინი და ქრიზოგერიოლ-8-C-გლუკოზიდი.

საქართველოს მეცნიერებათა აკადემია
მცენარეთა ბიოქიმიის ინსტიტუტი

(შემოვიდა 8.09.1993)

Г.Ч.Циклаური

C-гликозиды кожуры плодов лимона Диоскурия

Резюме

Из метанольного экстракта кожуры плодов лимона Диоскурия выделены пять веществ флавоноидной природы, идентифицированные как апигенин-6,8-ди-С-гликозид (ацилированный), 2-глюкозилвитексин, изовитексин, витексин и хризозеариол-8-С-глюкозид.

BIOCHEMISTRY

G.Tsiklauri

C-Glycosides of Lemon sp. "Dioscuria" Fruit Peels

Summary

Five flavonoids have been isolated from methanol extract of lemon sp. "Dioscuria" fruit peels. They were identified as apigenin-6,8-Di-C-glucoside (acilation), 2-O-glucosilvitexin, isovitexin and chrisoeriol-8-C-glucoside.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. Г.Ч.Циклаური, А.Г.Шалашвили, Н.Р.Раквиашвили, В.Г.Цицишвили. Известия АН Грузии, сер. хим., 17, 1, 1991, 31.
2. Ф.Д.Мамфория, Н.И.Каркашадзе, Ш.М.Сургуладзе. Лимон Диоскурия. Сухуми, 1983, 15 с.
3. T.J.Mabry, K.R.Markham, M.V.Thomos. The Systematic Identification of Flavonoids. Berlin, 1970, 41, 253.
4. V.V.Chandler, K.A.Harper. Austr. J.Chem., 14. 1961, 586.
5. M.A.Dubois, A.Zoll et al. Planta Med., 46, 1, 1982, 56.
6. Л.И.Бородин, В.И.Литвиненко, Н.В.Куришная. ХПС, I, 1970, 19.
7. Л.И.Богусловская, С.И.Демяненко, Джамали Хасан Салам, В.А.Соболева. ХПС, 6, 1983, 783.
8. В.А.Бандюкова, В.А.Югин. ХПС, I, 1981, 5.

З.А.Якобашвили, Е.Д.Бадаева, Е.В.Метаковский

О спонтанных мутациях в гиадине TRITICUM MACHA DEK. ET MEN.

(Представлено академиком Т.Г.Беридзе 25.07.1993)

В последнее время в исследованиях разных видов пшеницы все чаще применяются белковые биохимические маркеры. Среди них особое место из-за высокой полиморфности занимает спирторастворимый запасной белок зерна пшеницы – гиадин. Установлено, что синтез гиадина контролируется у пшеницы полицистронными гиадинкодирующими локусами, локализованными на коротких плечах хромосом 1 и 6 гомеологических групп. Каждый отдельный локус кодирует синтез нескольких компонентов электрофоретического (ЭФ) спектра гиадина, которые наследуются сцепленно и в сумме образуют блок компонентов гиадина. Блок компонентов наследуется как кодоминантный менделирующий признак. По каждому гиадинкодирующему локусу выявлены серии аллельных вариантов блоков, различающихся по количеству, ЭФ подвижности и интенсивности контролируемых компонентов гиадина. Составлены каталоги аллельных вариантов блоков мягких (*T.aestivum*) и твердых (*T.Durum*) пшениц [1].

Исходя из современного знания полиморфизма и наследования запасных белков злаков, можно предположить, что соответствующие гены должны быть склонны к нейтральным мутациям. По нашим данным, спонтанные наследуемые изменения ЭФ спектра гиадина *T.aestivum* (сорт Саратовская 29) происходят с частотой около 2×10^{-4} на спектр на поколение, или 10^{-5} на компонент (т.е. на ген) на поколение [2]. Секвенирование клонированных гиадинокодирующих генов выявило множество нуклеотидных замен, делеции и инсерции, которые возникли мутациями в течение эволюции [3,4].

Целью настоящей работы было проведение ЭФ анализа разных образцов пшеницы маха (*T.macha*) для выявления спонтанных мутаций в гиадинкодирующих локусах. Также был проведен цитогенетический анализ (метод дифференциального С-окрашивания хромосом) в гибридной комбинации *T.macha* × *T.aestivum*.

ЭФ анализ гиадина проведен у 5000 индивидуальных зерен всех разновидностей пшеницы маха. Этот материал любезно был предоставлен сотрудниками кафедры селекции и генетики аграрного университета Грузии, Мцхетской селекционной станции и заслуженным педагогом Грузии В.Немсадзе из с.Меквена Цхалтубского р-на.

Одномерный электрофорез гиадина проводился по стандартной методике Бушука и Зильмана [5] с небольшими модификациями.



Экстракцию глиадина из муки, полученной от размола одного зерна, осуществляли при 40°C в течение 40 мин 70%-м этанолом. После центрифугирования (10 мин при 4000 об/мин) к супернатанту добавляли краску (80%-й раствор сахарозы в алюминиево-лактатном буфере, pH 3,1, подкрашенный метиленовым зеленым). ЭФ проводили в вертикальных пластинах (3×140×140) 8%-го полиакриламидного геля в электродном алюминиево-лактатном буфере (pH 3,1) 3 ч при напряжении 550В и температуре, не превышающей 25°C. Пластины геля фиксировали в 10%-м растворе ТХУ в течение ночи. Промытые водой гели фотографировали в проходящем рассеянном свете фотоаппаратом „Зенит II” на пленку „Микрат 300”.

Дифференциальное С-окрашивание хромосом проводили по стандартной методике [6]. Семена проращивали в термостате при 26°C. Проростки с корешками 0,5–1,5 см длиной помещали в 0,2%-й раствор колхицина на 2–2,5 ч, затем в воду со льдом на 1 ч. Материал фиксировали 45%-й уксусной кислотой 4 ч при 2–4°C, кислоту отмывали холодной дистиллированной водой 6×10 мин. После насыщения в 0,2 N HCl 15 мин при 2–4°C проводили гидролиз 0,2 N HCl

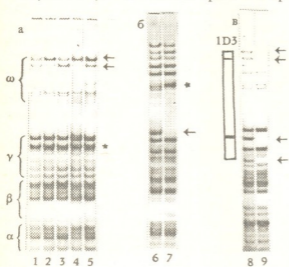


Рис.1 а,б,в. Электрофореграммы глиадина растений *T.macha* var. *subletschumicum* (а), *T.macha* var. *palaeocolchicum* (б) и *T.macha* var. *palaeoimereticum* (в). Дорожки 1,6,8 – типичные нормальные спектры; дор. 2-5, 7, 9 – измененные спектры по сравнению с нормальными

Окраску проводили раствором Гимза на трис-НCl буфере pH 6,8 в течение 10–15 мин. Готовые препараты заключали в энтелон. Хромосомы идентифицировали на основании сходства рисунков распределения гетерохроматина с гомеологичными группами мягкой пшеницы.

5 мин при 60°C. Гидролиз останавливали ледяной водой. Кончики корешков мацерировали в водном растворе целлюлозы 14 ч при 26°C. Давленные препараты готовили из суспензии клеток в 45%-й уксусной кислоте, покровные стекла снимали после замораживания на сухом льду. Препараты сушили в вакууме (10⁻¹ мм рт.ст.), затем помещали в насыщенный раствор Ва(ОН)₂ на 6 мин, промывали 1N HCl 15 с, затем проточной водой и высушивали. После этого препараты переносили в раствор 2×SSC при 60°C на 1 ч, промывали проточной водой 15 мин и сушили.



Рис. 2 а,б. Электрофореграммы гиадина *T.macha* var. *palaeoimereticum* с различиями третьего типа. Дор. 1,3,5 – спектр нормального зерна; дор. 2,4 – спектр мутантного зерна. Стрелками указаны четыре компонента, входящие в блок гиадина, кодируемые локусом Gli 1A

кодируются локусом хромосомы 1D и входят в один блок [7]. В этот же блок входят и другие компоненты (один из них, находящийся в γ -зоне спектра, обозначен звездочкой), которые, как видно из рис.1а, не меняют интенсивность. Таким образом, одни компоненты блока меняют интенсивность, а другие – нет. Можно предположить, что это явление связано с регуляцией активности отдельных гиадинкодирующих генов.

Во-вторых, в некоторых растениях обнаруживается потеря одного или более компонентов (но не полного блока) по сравнению с нормальным спектром (рис.1б). Например, в одном из 75 проанализированных растений *T.macha* var. *palaeocolchicum* выявлена потеря интенсивного компонента в γ -зоне (рис.1б, дор.7, указан стрелкой), который кодируется локусом хромосомы 1B. В этом же спектре отмечается усиление интенсивности одного из компонентов в ω -зоне спектра (обозначен звездочкой).

В-третьих, в некоторых случаях обнаружена потеря сразу целых блоков гиадина. Например, в ЭФ спектре одного из 117 проанализированных растений *T.macha* var. *palaeoimereticum* исчезли сразу 4 компонента спектра, т.е. целый блок (GLD 1D3), кодируемый локусом хромосомы 1D (рис.1в, дор.9).

В исследованном материале, типичные маха были обнаружены некоторые различия ЭФ спектров между растениями одного коллекционного образца, которые нельзя объяснить тем, что в данных спектрах присутствуют разные известные аллельные варианты блоков компонентов. Такие различия можно подразделить на три типа.

Во-первых, это изменение интенсивности окрашивания одного или более компонентов спектра. На рисунке 1 а представлены электрофореграммы растений *T.macha* var. *subletschicum*. Видно, что спектры различаются между собой по интенсивности одного из двух (сравни дорожки 2,3,4) или обоих (дор. 1,5) медленно-подвижных компонентов ω -зоны спектра (эти компоненты указаны стрелками). Спектр на дор.4 почти совсем лишен одного из этих компонентов. У маха, как и у мягкой пшеницы, оба эти компонента

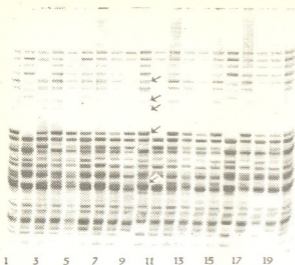


Рис.3. ЭФ спектры глиадина гибридных зерен F_2 от скрещивания *T.macha* var. *ericjanae* (с мутантной *Gli* IV) \times *T.aestivum* – сорт Безостая I. Дор. 9 – Безостая I (отцовская форма); дор. 10 – *T.macha* var. *ericjanae* (материнская форма, спектр нормального зерна); дор. 2,11,16 – гомозиготы по мутации (отсутствие в спектре компонентов, контролируемых основным глиадинкодирующим локусом хромосомы IV); дор. 3,6,7,8,14,18,19,20 – гетерозиготы по мутации (компоненты, контролируемые основным локусом хромосомы IV Безостой I, присутствуют в 1-2 дозах, а компоненты блока *GLD* IBI6 пшеницы маха отсутствуют).

ющий чуть большую ЭФ подвижность, чем исчезнувший мажорный компонент блока *GLD* (рис.2, дор. 1,3,5), кодируется другим глиадинкодирующим локусом. В нормальном спектре мажорный компонент блока *GLD* IAI9 и данный компонент в γ -зоне накладываются друг на друга.

Можно предположить, что изменения в ЭФ спектрах второго и третьего типа (потеря части или полного блока) являются следствием спонтанных мутаций в глиадинкодирующих локусах (вероятно, частичных и полных делений этих локусов). Растения с измененным и нормальным спектром морфологически не различались. Очевидно, данные мутации не отражаются на морфологических признаках растений. Измененные спектры обнаруживаются у единичных растений и не встречаются в других проанализированных образцах маха.

При анализе зерен F_2 от скрещивания *T.macha* var. *ericjanae* \times *T.aestivum* – сорт Безостая I нами были обнаружены колосья, которые содержали гибридные зерна с отсутствием в спектре блока *T.macha* var. *ericjanae* *GLD* IBI6 (рис.3, компоненты, входящие в этот блок, указаны стрелками на дор.10). Было исследовано 61 зерно F_2 из этих колосьев.

На рис.2 (дор. 2,4) представлены электрофореграммы одного из 119 проанализированных растений *T.macha* var. *palaeoimereticum*, у которого исчезли все компоненты (указаны верхними 3 стрелками, дор. 2), принадлежащие блоку *GLD* IAI9. Кроме того, исчез один компонент в β -зоне спектра (указан самой нижней стрелкой). По-видимому, ген, кодирующий синтез этого компонента, входит в тот же генный кластер, локализованный в хромосоме IA. В γ -зоне этого мутантного образца примерно на месте исчезнувшего мажорного компонента виден компонент слабой интенсивности. Вероятнее всего, данный компонент (рис.2 дор.4, указан стрелкой), имеющий

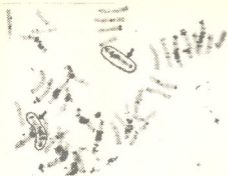


Рис.4. Метафазная пластинка гибрида *T.macha* var. *ericjanae* × *T.aestivum* – сорт Безостая I. Две гомологичные хромосомы 1В обведены черточкой и стрелками указаны приблизительные местоположения гиадинкодирующих локусов на коротких плечах этих хромосом. Не выявлена потеря какой-либо части этих хромосом.

мутацию, имеют сниженную жизнеспособность к оплодотворению. Интересно, что в этой выборке число зерен F_2 с блоками компонентов, кодируемых хромосомами 1А и 1D, соответствует соотношению 1:2:1.

Таблица

Число зерен F_2 , имеющих различные блоки компонентов гиадина в скрещивании *T.macha* var. *ericjanae* (с мутантным локусом 1В хромосомы) × *T.aestivum* – сорт Безостая I

Хромосома	Блок маха	Гетерозигота	Блок Без. 1	χ^2 (d.f.=2) для расщепления 1:2:1	P
1А	17	34	10	2,41	P>0,20
1В	8	25	28	15,11	P<0,001
1D	20	23	18	3,82	P>0,10

М.М. Копусь и др. в гибридной комбинации от скрещивания озимых мягких пшениц обнаружили одно уникальное зерно (из проанализированных 500 зерен), которое, по мнению авторов, имело нуль-аллель по двум локусам (Gld 1В и Gld 1D). Следует отметить, что вырастить растения из данного зерна не удалось [8].

Д.Лафиандра и др. также обнаружили исчезновение в ЭФ спектре гиадина компонентов и их групп у некоторых образцов *T.aestivum* и *T.durum* [9]. Предполагают, что это явление не связано с потерей хромосом или их части, где расположены соответствующие локусы. По их мнению, отсутствие блока гиадина (нуль аллель) является

Среди них 8 оказались гомозиготными по потере блока GLD 1В16, а 25 – гетерозиготными по этому признаку (таблица). По-видимому, гамета *T.macha* (материнская), участвовавшая в оплодотворении, несла мутацию, проявляющуюся в отсутствии экспрессии компонентов блока GLD 1В16. Дифференциальное С-окрашивание хромосом из проростков зерен F_2 , гетерозиготных по этой мутации, показало, что отсутствие в ЭФ спектре блока GLD 1В16 не является следствием потери хромосомы 1В или ее короткого плеча, где находится соответствующий гиадинкодирующий локус (рис.4).

Из таблицы видно, что число гомозигот и гетерозигот с мутацией занижено по сравнению с предполагаемым соотношением 1:2:1. Возможно, гаметы, несущие



результатом регуляторной мутации или делеции (полностью или частично) кластера генов глиадина.

В наших ранних исследованиях были обнаружены потери групп компонентов, изменение ЭФ подвижности одного компонента или появление одного нового компонента в ЭФ спектрах глиадина *T.aestivum* [2], *T.boeoticum* и *T.monococcum* [10]. Надо отметить, что мы, как правило, у пшеницы маха обнаруживали такого типа мутации в гомозиготном состоянии, хотя у мягкой пшеницы такие мутации встречались и в гетерозиготе (не опубликовано). Не исключается, что обнаружение некоторых мутаций в гетерозиготе может быть затруднено из-за сложности анализируемых спектров. Гомозиготные растения, несомненно, появляются в результате генетического расщепления гетерозигот. Следовательно, такого типа мутации достаточно стабильны и могут сохраняться в течение ряда поколений.

Аграрная академия Грузии
Михетская селекционная
станция

Российская академия наук
Институт молекулярной
биологии
им.В.А.Энгельгардта

Экспериментальный
институт зерновых культур.
Милан, Италия

(Поступило 13.09.1993)

გეორგიის

ზ.აკობაშვილი, ე.ბადაევა, ე.მეტაკოვსკი

TRITICUM MACHA DEK. ET MEN.-ს გლიადინში სპონტანური მუტაციების შესახებ

რეზიუმე

ელექტროფორეზული (ეფ) ანალიზების საშუალებით ზორბალ მახას სხვადასხვა ნიმუშებში გამოვლენილია გლიადინის მაკოდირებული ლოკუსების სამი სახის სპონტანური მუტაციები. პირველ შემთხვევაში ადგილი აქვს ეფ სპექტრის ზოგიერთი კომპონენტის ინტენსივობის ცვლილებას ნორმასთან შედარებით. მეორე შემთხვევაში შეინიშნება ერთი ან რამდენიმე კომპონენტის (მაგრამ არა მთლიანი კომპონენტების ბლოკის) დაკარგვა. მესამე, გამოვლენილია მთლიანი კომპონენტთა ბლოკების დაკარგვა ეფ სპექტრში ნორმალურთან შედარებით. ციტოგენეტიკური ანალიზის საშუალებით, რომელიც ჩატარდა დიფერენციალური C-შედგენის მეთოდით, ვერ გამოვლინდა შესაბამის ქრომოსომებში რაიმე სტრუქტურული დარღვევები. გამოითქვა მოსაზრება, რომ აღნიშნული მუტაციები გამოწვეულია ცალკეული გლიადინის მაკოდირებელი გენების რეგულაციის ცვლილებით და გლიადინის მაკოდირებელი ლოკუსების სრული ან ნაწილობრივი დელეციებით. ასეთი მუტაციები საკმაოდ სტაბილურია და ინახება მრავალი თაობის განმავლობაში.

Z.Iakobashvili, E.Badaeva, E.Metakovsky

The Spontaneous Mutations of Gliadin Triticum Macha Dek. et Men.

Summary

Three types of spontaneous mutations of gliadin-coding loci are detected by electrophoretic (EP) analysis in different samples of T.macha. In the first case some of components intensity of EP spectrum is changed in comparison with the norme. In the second case, one or more components (but not a whole block of components) are disappeared. In the third case the lost of the whole block of components of EP spectrum is detected. With the help of C-banding technique structural changes were not revealed in corresponding chromosomes. In our opinion such mutations are caused by the different activities in regulation of some gliadin-coding genes and by the whole or partial deletions of gliadin-coding loci. Such mutations are quite stable and are kept during the generations.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. А.А.Созинов. Полиморфизм белков и его значение в генетике и селекции. 1985.
2. E.V.Metakovsky, A.A.Sorinov. Proc. III Int. Workshop on Gluten Proteins. Budapest, 1987.
3. M.Kreis, P.R.Shewry, J.Forde, B.J.Mifflin. Oxford Surveys of Plant Molec. and Cell Biol., 2, 1985.
4. M.Sumner-Smith, J.A.Rafalski, T.Sugiyama, M.Stoll, D.Söll. Nucl. Acid Res., 13, 11, 1985.
5. W.Bushuk, R.R.Zillman. Canad. J. Plant Sci., 58, 2, 1978.
6. Н.С.Бадаев, Е.Д.Бадаева, Н.Л.Большева и др. Докл. АН СССР, 273, 4, 1983.
7. E.V.Metakovsky, Z.A.Iakobashvili. Genome, 33, 5, 1990.
8. М.М.Копусь, Т.П.Перерва, Н.И.Мокрушина. В сб.: Селекция и семеноводство зерновых культур. Саратов, 1986.
9. D.Lafiandra, G.Colaprico, D.Kasarda, E.Porceddu. Theor. Appl. Genet., 74, 5, 1987.
10. С.К.Бабоев, А.А.Филатенко, З.А.Якобашвили, Е.В.Метаковский. Генетика, 26, 12, 1990.



А.П.Даушвили, В.И.Элисашвили

Смешанное культивирование базидиомицетов – продуцентов ферментов и микобактерий – продуцентов каротиноидов

(Представлено академиком Г.И.Квеситадзе 20.02.1995)

Среди микроорганизмов, осуществляющих прямую конверсию растительного сырья, ведущая роль принадлежит высшим базидиальным грибам, которые, благодаря секреции широкого спектра внеклеточных гидролитических и окислительных ферментов и высокой проникающей способности мицелия в субстрат, разлагают все биополимеры растительной биомассы, включая лигнин, и поэтому могут быть использованы для получения кормового и пищевого белка, а также биологически активных соединений [1-5]. Целью настоящей работы было изучить возможность получения растительно-белковой биомассы, обогащенной каротиноидами, и комплекса лигноцеллюлолитических ферментов путем микробной конверсии цитрусового жома (ЦЖ) смешанной культурой микроорганизмов.

В работе использовали дереворазрушающие базидиомицеты - *Cerrena unicolor* 062 и *Panus tigrinus* 0789 (съедобный гриб) - активные продуценты лакказы, Mn-зависимой пероксидазы, целлюлазы и ксиланазы, а также *Mycobacterium rubrum* 44 - активный продуцент каротиноидов и витаминов группы В [6,7]. Посевной материал базидиомицетов выращивали в течение 5 суток на качалке, совершающей 200 об/мин, в колбах на 750 мл, содержащих 100 мл среды следующего состава (г/л): глюкоза - 10,0; NH_4NO_3 - 2,0; KH_2PO_4 - 0,8; Na_2HPO_4 - 0,4; $\text{MgSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$ - 0,5; $\text{ZnSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$ - 0,001; $\text{FeSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$ - 0,0005; $\text{CaCl}_2 \times 2\text{H}_2\text{O}$ - 0,06; дрожжевой экстракт - 2,0; pH среды 5,8-6,0 (среда N1). Посевной материал *M. rubrum* 44 выращивали в тех же условиях на оптимизированной среде следующего состава (г/л): глюкоза - 55,0; мочевины - 1,4; $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \times 12\text{H}_2\text{O}$ - 0,4; KH_2PO_4 - 0,3; $\text{MgSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$ - 1,0; FeCl_3 - 0,001; тиамин - 0,005, pH - 6,0 (среда N2) [8]. Культивирование проводили в течение 6 суток при температуре 27° на качалке, совершающей 200 об/мин. Содержание протеина в биомассах определяли по методу Кьельдаля с использованием реактива Несслера и коэффициента 6,25. Для определения протеина биомассу предварительно обрабатывали 0,5% трихлоруксусной кислотой в течение 15 мин на кипящей водяной бане для отделения небелкового азота, центрифугировали, промывали 96% спиртом и высушивали [9]. Содержание каротиноидов в ферментированных биомассах определяли описанным ранее методом [10].

Лакказную активность определяли по окислению синингаллазина [11]. За единицу активности лакказы принимали количество фермента, окисляющего 1 мкмоль субстрата за 1 мин реакции при комнатной температуре. Карбоксиметилцеллюлазную (КМЦазную) и ксиланазную активности определяли стандартным динитросалициловым методом ИУРАС [12]. За единицу целлюлазной или ксиланазной активности принимали количество ферментов, катализирующих образование из карбоксиметилцеллюлозы за 1 мин реакции при температуре 50°.

Таблица 1

Накопление сырого протеина и каротиноидов при смешанном культивировании базидиомицетов и микобактерий

Вариант опыта	Биомасса, г/л	Протеин, %	Каротиноиды, мг/г мг/л	
Среда N 1				
<i>M.rubrum</i> 44 (A)	32±0.1	16±0.8	0.9	26
<i>C.unicolor</i> 062 (B)	25±0.5	23±1.3	0	0
<i>P.tigrinus</i> 0789 (C)	25±0.2	35±0.8	0	0
A+B	29±0.2	28±1.7	1.1	32
A+C	29±0.2	37±0.4	1.0	28
Среда N 2				
<i>M.rubrum</i> 44 (A)	32±0.5	21±2.2	2.1	69
<i>C.unicolor</i> 062 (B)	20±0.2	21±0.3	0	0
<i>P.tigrinus</i> 0789 (C)	25±0.1	30±0.2	0	0
A+B	29±0.6	30±0.8	1.2	31
A+C	32±0.1	32±0.2	1.0	33

Представленные в таблице 1 данные свидетельствуют о том, что содержание биомассы при культивировании *M. rubrum* 44 на обеих средах с ЦЖ достигает 32 г/л, но концентрация протеина и каротиноидов в РББ выше во время роста бактерий на среде N2, адаптированной для этого организма. Напротив, базидиальные грибы лучше растут и накапливают протеин на среде N1, адаптированной для их культивирования. Выход РББ в этом случае не превышает 25 г/л, что можно объяснить активным разложением и метаболизмом лигноцеллюлазного комплекса ЦЖ. Однако совместное культивирование базидиомицетов с *M. rubrum* 44 обеспечивает значительный прирост выхода биомассы и протеина на обеих средах.



При этом концентрация каротиноидов в РББ достигала 1,001,2 мг/г биомассы и оказалась даже выше, чем в варианте с *M. rubrum* 44, выращенной на среде N1.

Таблица 2

Продукция лигноцеллюлолитических ферментов при смешанном культивировании базидиомицетов и микобактерий

Вариант опыта	Целлюлаза, ед/мл	Ксиланаза, ед/мл	Лакказы, ед/мл
Среда N 1			
<i>M.rubrum</i> 44 (A)	0	0	0
<i>C.unicolor</i> 062 (B)	1.7±0.08	3.6±0.06	31.9±2.5
<i>P.tigrinus</i> 0789 (C)	0.4±0.05	1.0±0.04	3.1±0.13
A+B	1.8±0.17	3.9±0.09	25.3±1.74
A+C	1.3±0.07	1.8±0.07	3.9±0.49
Среда N 2			
<i>M.rubrum</i> 44 (A)	0	0	0
<i>C.unicolor</i> 062 (B)	1.6±0.07	6.0±0.09	10.4±0.08
<i>P.tigrinus</i> 0789 (C)	0.5±0.03	0.8±0.03	2.1±0.06
A+B	2.5±0.07	3.1±0.12	2.6±0.08
A+C	0.1±0.02	0.5±0.09	0.1±0.04

Что касается продукции лигноцеллюлолитических ферментов, то, как и следовало ожидать, в культуре *M. rubrum* 44 их активность не была обнаружена (таблица 2). Из двух испытанных базидиомицетов *C. unicolor* 062 была лучшим продуцентом всех трех исследованных ферментов при культивировании гриба на обеих средах. При этом лакказная активность *C. unicolor* 062 оказалась выше в результате культивирования гриба на среде N1, а ксиланазная - на среде N2.

Совместное выращивание этого базидиомицета с *M. rubrum* 44, по существу, не влияет на лигноцеллюлолитическую активность культуры во время их роста на среде, адаптированной для культивирования базидиальных грибов. Однако, ксиланазная активность снижалась в 2 раза, а лакказная активность в 4 раза в результате совместного культивирования этой пары организмов на среде N2, при заметном увеличении целлюлазной активности. Совместное культивирование другой пары - *M. rubrum* 44 с *P. tigrinus* 0789 - на этой же среде N2 приводило к резкому снижению всех ферментативных активностей

культуры. В то же время, культивирование *P. tigrinus* микобактериями на среде N1, адаптированной для базидиомицетов, значительно усиливало продукцию всех исследованных лигноцеллюлолитических ферментов.

Академия наук Грузии
 Институт биохимии растений
 им. С.В.Дурмишвидзе

(Поступило 22.2 1995)

მიკრობიოლოგია და ვირუსოლოგია

ლ.დაუშვილი, ვ.ელისაშვილი

ფერმენტების პროდუცენტი ბაზიდიომიცეტებისა და
 კაროტინოიდების პროდუცენტი მიკობაქტერიების შერეული
 კულტივირება

რ ე ზ ი უ მ ე

ნაჩვენებია პროტეინითა და კაროტინოიდებით გამდიდრებული ბიომასისა და ცელულაზის, ქსილანაზის და ლაკაზის პრეპარატების მიღების შესაძლებლობა ციტრუსის გამონაწურის კონვერსიისას ლიგნოცელულაზური ფერმენტების პროდუცენტი ბაზიდიომიცეტების - *Cerrena unicolor* 062-ისა და *Panus tigrinus* 0789-ის ერთობლივი კულტივირების შედეგად კაროტინოიდების პროდუცენტ *Mycobacterium rubrum* 44-თან. ბიომასებში პროტეინისა და კაროტინოიდების შემცველობა და შერეული კულტურის ფერმენტული აქტივობა დამოკიდებულია არის შემადგენლობასა პროდუცენტების კომბინაციაზე.

MYCROBIOLOGY AND VIROLOGY

L.Daushvili, V.Elisashvili

Combined Cultivation of Basidiomycetes - Producers of Enzymes and Mycobacteria - Producer of Carotenoids

Summary

As a result of combined cultivation of *Cerrena unicolor* 062 and *Panus tigrinus* 0789 - producers of lignocellulolytic enzymes - with *Mycobacterium rubrum* 44 - producer of carotenoids - the possibility of receiving by conversion of citrus juice production wastes of enriched by protein and carotenoids biomass, as well as cellulase, xylanase and laccase preparations. The content of protein and carotenoids in biomasses, as well as enzymatic activity of combined culture depends on the composition of medium and combination of producers.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. G.Kvesitadze, L.Kvachadze, V.Elisashvili, E.Kachlishvili. Bioconversion of Plant Raw Materials by Microorganisms. Espoo, 1988, 131.
2. A.J.Hatakka, O.K.Mohammadi, T.K.Lundell. Food Biotechnol., 3, 1989, 45.
3. Н.В.Белова. Растительные ресурсы, 27, 1991, 8.



4. *В.И.Элисашвили*. Прикл. биохимия и микробиол., 29, 1993а.
5. *В.И.Элисашвили*. Микробиология, 62, 1993б, 480.
6. *Г.Я.Дараселия, Л.П.Даушвили, И.О.Прангишвили*. Сообщ. АН Грузии, 100, 1980, 701.
7. *Г.Я.Дараселия, Л.П.Даушвили*. Авт.свид. N 1071636, 1983.
8. *Л.П.Даушвили, В.И.Элисашвили*. Сообщ. АН Грузии, 139, 1990, 589.
9. *Н.Г.Термхитарова, А.В.Шульга*. Прикл. биохимия и микробиол., 10, 1974, 928.
10. *Г.Я.Дараселия, Л.П.Даушвили*. Прикл. биохимия и микробиол., 18, 1982, 191.
11. *A.Leonowicz, K.Grzywnowicz*. Enzyme Microbiol. Technol., 3, 1981, 55.
12. *T.Ghose*. Pure Appl. Chem., 59, 1987, 257.



УДК 616.13/14-092.9:612.13.08

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

Н.К.Бохуа, К.А.Маркошвили, М.Г.Хундадзе

Центральная гемодинамика при функционировании различных сосудистых шунтов

(Представлено членом-корреспондентом Академии Н.И.Татишвили 25.12.1993)

В практической деятельности ряда клинических дисциплин (ангиология, гепатология и др.) применяются различные виды шунтов. К таковым относятся артерио-артериальные (подкрыльцово-бедренные, подкрыльцово-двубедренные и т.д.), применяемые при реваскуляризации нижних конечностей, артерио-портальные (аорто-портальный шунт, сплено-портальный анастомоз), предназначенные для артериализации печени при ее циррозе [1-4].

Настоящая работа посвящена исследованию гемодинамических механизмов функционирования этих сравнительно редко выполняемых шунтов.

В 70 острых опытах на беспородных собаках в качестве артерио-артериальных шунтов были использованы разработанные нами модели перетока крови из подкрыльцовой („донорской“) артерии в бедренные („реципиентные“) артерии в обход предварительно obturированной (баллон-катетером) брюшной аорты в виде одностороннего подкрыльцово-бедренного и подкрыльцово-двубедренного шунтов.

В другой группе экспериментов в качестве артерио-портальных шунтов в 63 экспериментах были использованы разработанные нами модели аорто-портальных шунтов, а в 15 опытах - сплено-портальные анастомозы (анастомоз селезеночной артерии с воротной веной). Предварительно формировали прямой портокавальный анастомоз, для чего воротную вену пересекали проксимальнее от места впадения желудочно-двенадцатиперстной вены.

В качестве шунтов служили синтетические протезы и биологические сосудистые трансплантаты (из пупочных вен новорожденных или преотеолитически обработанных бычьих сонных артерий).

Центральная и регионарная гемодинамика оценивалась до и при функционировании шунтов с помощью электромагнитной флоуметрии и электроманометрии.

Исследовались сдвиги следующих гемодинамических параметров: ударный объем сердца (УО), минутный объем сердца (МО), левожелудочковое давление (ЛЖД), правопредсердное давление (ППД), артериальное давление (АД) систолическое, диастолическое, среднее, объемная скорость кровотока (ОСК), средняя скорость кровотока (СК), общее сосудистое сопротивление (ОСС), периферическое (регионарное) сосудистое сопротивление (ПС, РСС).

При оценке гемодинамических особенностей подкрыльцово-бедренных шунтов особенно показательными оказались эксперименты



в которых выполнялись пробы с пережатием и включением в кровоток одной из ветвей ПДБШ.

Так, включение в кровоток предварительно пережатой ветви подкрыльцово-двубедренного шунта (т.е. перевод одностороннего подкрыльцово-бедренного шунта в подкрыльцово-двубедренный) сопровождалось ростом ОСК и СК в шунте на $91,4 \pm 3,0\%$ и $30,5 \pm 3,4\%$ ($p < 0,001$), что было связано со снижением периферического сопротивления в его стволе на $51,6 \pm 1,1\%$ ($p < 0,001$).

Эти данные оказались в полном соответствии с результатами изучения гемодинамики в „донорских“ подкрыльцовых артериях (проксимальнее анастомоза с шунтом), которые показали, что степень роста величин кровотока и снижения периферического сопротивления в них практически в 2 раза более выражены при подкрыльцово-двубедренном шунтировании, чем при одностороннем подкрыльцово-бедренном.

Однако остается безответным вопрос: за счет чего обеспечивается столь значительное увеличение кровотока в „донорской“ артерии – за счет повышения производительности сердца или вследствие регионарной перестройки гемодинамики?

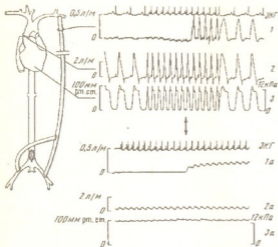


Рис.1. Запись флоуграмм шунта (ОСК-1, СК-1а), восходящей аорты (УО-2, СК-2а) и левожелудочкового давления (пульсовое-3, систолическое-3а) до и после включения в кровоток ПДБШ (отмечено стрелкой)

ной флоуметрии нами выявлено во всех экспериментах снижение параметров кровотока в магистралах, смежных с „донорской“ подкрыльцовой артерией.

Так, уже при начале функционирования левостороннего одностороннего подкрыльцово-бедренного шунта отмечено статистически достоверное снижение величин ОСК в нисходящей

Результаты проведенных экспериментов с одновременной регистрацией флоуграммы восходящей аорты, шунта и давления в левом желудочке выявили стабильность параметров центральной гемодинамики при включении в кровоток и функционировании подкрыльцово-бедренных шунтов (рис.1)

Таким образом, была исключена роль производительности сердца в обеспечении „донорской“ артерии повышенным объемом кровотока.

В то же время с помощью электромагнитной

аорте на $5,1 \pm 0,9\%$ ($p < 0,001$), безымянной артерии на $6,9 \pm 1,1\%$ ($p < 0,01$), левой сонной артерии на $5,3 \pm 0,6\%$ ($p < 0,01$) и правой позвоночной артерии на $2,2 \pm 0,1$ ($p < 0,01$). Сравнительно с односторонним подкрыльцово-бедренным шунтом, включение в кровоток подкрыльцово-двубедренного шунта в среднем удваивало степень снижения ОСК в указанных артериях.

Таким образом, как показали настоящие исследования, увеличение кровотока в „донорской“ артерии (проксимальнее анастомоза с шунтом) и обеспечение шунта необходимой гемодинамической нагрузкой происходит не за счет включения центральных механизмов кровообращения, а вследствие регионарной перестройки гемодинамики в виде „заимствования“ крови из смежных с „донорской“ артерией магистралей: ветвей дуги аорты, „донорской“ подкрыльцовой артерии дистальнее анастомоза с шунтом, нисходящей аорты и др.

Исследование показало, что включение в кровоток и дальнейшее функционирование аорто-портальных шунтов с малым дебитом практически не вызывало изменений параметров центральной гемодинамики.

В группе опытов с шунтами умеренного дебита выявлены заметные сдвиги в параметрах центральной гемодинамики.

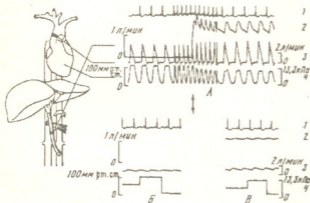


Рис.2. Влияние на центральную гемодинамику включения в кровоток (указано стрелкой) аортопортального шунта с большим дебитом. 1 – ЭКГ, 2 – ОСК в шунте, 3 – УО, 4 – ЛЖД; А – пульсовые кривые. Усредненные кривые до (Б) и после (В) включения шунта в кровоток

максимального левожелудочкового давления (ЛЖД) и восходящей аорте (ДВА) на $12,5 \pm 3\%$, а также общего сосудистого сопротивления (ОСС) на $29,9 \pm 1,2\%$ ($p < 0,001$).

В группе экспериментов с большим дебитом аорто-портальных шунтов включение их в кровоток влекло за собой резкие сдвиги в

Так, включение и дальнейшее функционирование такого шунта повлекло за собой существенное увеличение производительности сердца, исключительно за счет роста ударного объема (УО), без учащения частоты сердечных сокращений. Это выразилось, соответственно, и увеличением минутного объема сердца (МО) на $26,3 \pm 3,7\%$ ($p < 0,001$) от исходного уровня. Вместе с этим отмечено снижение максимального левожелудочкового давления (ЛЖД) и среднего давления в восходящей аорте (ДВА) на $12,5 \pm 3\%$, а также общего сосудистого сопротивления (ОСС) на $29,9 \pm 1,2\%$ ($p < 0,001$).



параметрах центральной гемодинамики (рис.2), которые отражают значительный прирост производительности сердца, опять-таки исключительно за счет увеличения УО. Так, УО и, соответственно, МО возрастали на $50,4 \pm 1,9\%$ ($p < 0,001$).

Рост УО сопровождался уменьшением ЛЖД и ДВА на $17,5 \pm 1,0\%$ ($p < 0,001$), а ОСС - на $54,3 \pm 1,6\%$ сравнительно с исходными величинами.

Подобная реакция показателей центральной гемодинамики на „выход“ из сердца характерна для крупных артерио-венозных фистул.

Вместе с тем, электроманометрия правопредсердного давления (ППД) не выявила каких-либо достоверных сдвигов даже при включении и функционировании аорто-портальных шунтов с большим дебитом.

Это косвенно указывает на большой резерв емкого портального русла и печеночной паренхимы в депонировании и демпфировании шунтируемого из аорты пульсирующего потока крови.

Не менее показательными явились результаты исследования регионарной гемодинамики в брюшной аорте, являющейся „донорским“ сосудом для шунта. Включение в кровоток аорто-портального шунта с малым дебитом влекло за собой увеличение объемной скорости кровотока (ОСК) по брюшной аорте проксимальнее отхождения шунта от аорты до $35,1 \pm 1,5$ мл/мин.кг. В то же время, дистальнее шунта ОСК по брюшной аорте составляла уже $21,9 \pm 1,4$ мл/мин.кг, т.е. кровоснабжение таза и задних конечностей животного уменьшалось на $19,2 \pm 1,9\%$ ($p < 0,001$). В данной группе опытов феномен „заимствования“ проявился, как механизм обеспечения аорто-портального шунта необходимым кровотоком ($13,6 \pm 1,4$ мл/мин.кг). В то же время увеличение кровотока по брюшной аорте проксимальнее анастомоза аорты с шунтом объясняется феноменом „сифонирования“ потока крови из аорты в артериализированное портальное русло печени с несравнимо более низким периферическим сопротивлением, чем в артериальном русле таза и задних конечностей животного.

В группе экспериментов с большим дебитом аорто-портального шунта, в которой отмечается еще больший прирост УО и МО сердца, феномен „заимствования“ кровотока в брюшной аорте дистальнее отхождения шунта от аорты был сравнительно более выражен, чем в группах малого и умеренного дебита аорто-портальных шунтов.

Так, если исходной величиной ОСК в брюшной аорте в этой группе экспериментов была $26,1 \pm 0,7$ мл/мин. кг, то после начала функционирования аорто-портального шунта этот показатель проксимальнее отходящего шунта достигал самой большой величины по сравнению с двумя вышеуказанными группами опытов - $72,0 \pm 1,8$ мл/мин.кг. Тем не менее, ОСК в брюшной аорте дистальнее отхождения шунта составляла лишь $19,2 \pm 1,1$ мл/мин.кг, основная же часть увеличенного кровотока ($52,9 \pm 2,3$ мл/мин.кг) „сифонировалась“ через шунт в портальное русло печени.

В данной группе опытов прирост ОСК в брюшной аорте (проксимальнее отхождения шунта от брюшной аорты) наблюдается за счет увеличения ударного (УО) и минутного (МО) объемов сердца. Распределение же этого увеличенного кровотока в брюшной аорте в области соустья с шунтом осуществлялось за счет указанного феномена „заимствования“.

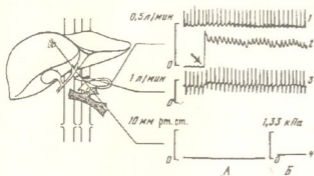


Рис.3. Кривые кровотока и давления при включении (отмечено стрелкой) сплено-портального анастомоза (А) и через 5 мин (Б) его функционирования. 1 – ЭКГ, 2 – ОСК по анастомозу, 3 – ОСК по брюшной аорте, 4 – давление в печеночной вене

Исследования гемодинамических параметров при сплено-портальном анастомозировании показали в подавляющем большинстве опытов, а именно, когда ОСК по анастомозу была в пределах исходного суммарного печеночного кровотока, заметное увеличение ОСК в брюшной аорте проксимальнее чревного ствола (рис. 3).

Вместе с тем, параметры центральной гемодинамики (УО, МО, ЛЖД) не претерпевали каких-либо изменений как при включении сплено-портального анастомоза, так и при последующих этапах его функционирования. Последнее объясняется тем, что малый диаметр селезеночной артерии при относительно большой ее длине создает существенное сопротивление кровотоку из донорского артериального русла в портальное.

Полученные данные позволяют сделать вывод о том, что обеспечение воротного русла печени через сплено-портальный анастомоз происходит за счет регионарного гемодинамического механизма, а именно, посредством феномена „заимствования“ крови на уровне чревного ствола.

Республиканский центр ангиологии
МЗ Грузии

(Поступило 29.12.1993)



ნ. ბოხუა, კ. მარკოიშვილი, მ. ხუნდაძე

ცენტრალური ჰემოდინამიკა სხვადასხვა სისხლძარღვოვანი შუნტების ფუნქციონირების დროს

რეზიუმე

ექსპერიმენტებში დადგენილ იქნა, რომ არტერიო-არტერიალური შუნტები არ იწვევენ რაიმე ცვლილებებს ცენტრალურ ჰემოდინამიკაში. მათი ფუნქციონირება მთლიანად დამოკიდებულია „სესხების“ ჰემოდინამიკურ ფენომენზე. ამავე დროს დადგენილ იქნა, რომ არტერიო-პორტალური შუნტების ფუნქციონირება დაკავშირებულია მნიშვნელოვან ძვრებთან როგორც ცენტრალურ, ასევე რეგიონალურ ჰემოდინამიკაში.

EXPERIMENTAL MEDICINE

N. Bokhua, K. Markoishvili, M. Khundadze

Central Hemodynamics in Functioning of Various Vascular Bypasses

Summary

In experiments it was found that the arterio-arterial bypasses did not produce any changes in central hemodynamics. Functioning of the arterio-arterial bypasses is available only by regional hemodynamical mechanism - "borrowing" phenomenon. On the other hand, it was found that functioning of the arterio-portal bypasses is related to significant shifts in central and regional hemodynamics.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. В.А. Леменив, А.Н. Токин, В.Г. Бабовников и др. Вопросы экспериментальной и клинической хирургии. Тбилиси, 1977, 410-414.
2. Э.Ф. Малюгин, Е.Ф. Левицкий. Вопросы экспериментальной и клинической хирургии печени и поджелудочной железы. М., 1970, 101-106.
3. A. Broome, J.T. Christenson, B. Ekrof. Surgery, **88**, 5, 1980, 673-676.
4. U. Matzander. Chirurg., **45**, 5, 1974, 226-231.



А.В.Гвердцители, Н.Е.Эбаноидзе

Размышления о психолингвистическом факторе догадки

(Представлено членом-корреспондентом Академии Р.В.Гордезиани 12.12.1995)

Возникновение языка, пути его развития и возможности влияния на духовное совершенствование личности, а также многие другие, не менее интересные, проблемы общей и прикладной лингвистики волнуют не одно поколение ученых. На подступах к их решению затрачена колоссальная энергия творческой интуиции, научного прогнозирования и скрупулезных изысканий, порой уводящих исследователя в глубокое прошлое, которое, по подсчетам некоторых антропологов, расценивается в 12 миллионов лет [1, с.24]. Десять из них [1, с.24] определяют палеонтологический возраст австралопитека, или южной обезьяны, которую можно признать за *Homo habilis* [1, с.16], т.е. человека умелого, создателя первых каменных орудий труда [1, с.16, 24].

Существует гипотеза, что человек возник тогда, когда обезьяна сумела зафиксировать в своем сознании долговременный план производимых ею действий и когда возникла необходимость в языке как инструменте отражения мышления и мира чувств и переживаний индивидуума в процессе его контактирования с окружающей средой. Считается признанным, что способность живого существа к планированию зародилась в глубинных недрах Природы и незаметно эволюционировала до тех пор, пока не возник «новый и уникальный механизм» [1, с.24], который позволил осуществить долговременное планирование принципиально иным, чем у животных, и в высшей степени эффективным способом. Психологи экспериментально проверили и подтвердили, что это планирование является результативным, если отпечатывается в клеточках мозга с помощью «системы дифференцированных знаков, соответствующих дифференцированным понятиям» [1, с.47], иначе говоря, с помощью языка.

Ученые полагают, что переход от обезьяны к человеку осуществился под действием двух процессов: «с одной стороны, – крайне медленное и постепенное развитие способности предвидеть события будущего – и, с другой стороны, – относительно быстрое революционное становление языка как символического способа «записи» намерений и планов» [1, с.25] индивидуума, т.е. реализации процесса мышления.

В развитии нового подвида живых существ, выделившегося затем в самостоятельный вид *Homo sapiens*, определенную роль, по нашему



мнению, должен был сыграть фактор догадки, проявляющийся избирательно, т.е. у тех представителей австралопитека, бо́льшие которых характеризовались более высоким развитием и бо́льшей степенью восприимчивости к воздействию среды. Эти индивидуумы, уловив, по воле случая, результативность какого-либо действия, повторяли его и тем самым закрепляли в своем сознании. Таким образом, подтверждалась неизбежность желаемого исхода действия и намечался сначала интуитивно, затем сознательно план его осуществления. Фактор догадки действовал здесь без промаха, а инстинкт самосохранения и сохранения рода закреплял эту случайную по времени возникновения и месту проявления, но закономерно подготовленную всем развитием жизни на Земле „удачу“ австралопитека в клеточках его мозга в виде отраженных образов действительности, которые под воздействием „удач“ подобного рода должны были преобразоваться в наметки примитивной, но все же системы дифференцированных знаков, запечатленных в сознании обезьяночеловека в момент, когда он попытался изготовить первое орудие труда и когда план его инстинктивных действий, свойственных животному, сменился планом осознанных действий, свойственных человеку.

Фактор догадки - это важный фактор развития духовного мира пра­человека, унаследованный им от своего предка - австралопитека. Этот фактор оказал определенное влияние на развитие *Homo habilis* - человека умелого, способствовал становлению *Homo erectus* - человека прямоходящего и его дальнейшему переходу к *Homo sapiens* - человеку разумному. Сфера действия догадки или счастливого озарения значительно обширнее, чем это может показаться на первый взгляд. Она охватывает всю сознательную жизнь человека от первого и до его последнего вдоха, но ее проявление не носит яркого и определенно выраженного характера, т.к. догадка - счастливое озарение - принадлежит миру подсознания, раскрывается исключительно в сфере проявления интуиции, когда кажущаяся нечаянность принятия индивидуумом правильного выбора или решения отражает закономерную результативность его действия, продиктованного не только требованием объективной реальности, но и заложенными в интеллекте человека потенциальными возможностями, которые тем сильнее развиваются и приобретают высокую эффективность своего проявления, чем полнее насыщаются клеточки мозга индивидуума информацией временной протяженности. Эта информация накапливалась и углублялась вместе с развитием человеческого сообщества, расширением его познаний, обогащением опытом, которые закреплялись в сознании людей, передавались из поколения в поколение с помощью символических знаков, позднее вылившихся в устную и письменную речь.

Фактор догадки, способствующий развитию речи и мышления древнего человека, не утратил своей актуальности и в наши дни. Первое приобщение ребенка к акту речетворчества проходит под знаком функционирования двух факторов: догадки и подражания. Причем на начальном этапе речетворчества младенца первый фактор

уступает второму пальму первенства. Ребенок, у которого к концу второго года жизни развиваются лобные области корки мозга, ответственные за восприятие и репродукцию речи [1, с.6], слышит из уст родителей изо дня в день названия предметов, его окружающих, и повторяет их в искаженном виде. Зафиксированные в речи младенца искажения и, главным образом, упрощения слов объясняются, с одной стороны, неразвитостью его речевого аппарата, который еще будет совершенствоваться по мере взросления ребенка, и, с другой стороны, сложностью восприятия для его пробуждающегося сознания, – а это пробуждение начинается с первых вдоха и выдоха – того мира, который окружает его и постоянно расширяется в его сознании. Ребенок воспринимает речевые формы от своих родителей, те получили их от своих. Этот процесс уходит в глубину веков к тому самому австралопитеку, который уже не ребенком, а взрослым перешел „поведенческий рубикон“ [1, с.24], подаривший ему мысль и речь. Таким образом, он идет по ступенькам познания все выше и выше к человеку сегодняшнего дня. В этом эволюционном развитии важную роль сыграл именно „поведенческий“, а не „мозговой рубикон“, когда обезьяна „приобрела свойственное человеку поведение“, т.е. „его способность планировать свою деятельность вперед в соответствии с заранее поставленной целью“ [1, с.24].

Овладение иностранным языком в юношеском и зрелом возрасте предвосхищает какие-то моменты процесса приобщения человека к родной речи в младенческие годы. Оно протекает с некоторыми отклонениями от неизменного для каждого индивидуума интегрального процесса развития речи, мышления, познания окружающего мира, того самого процесса, который определяет общий ход интеллектуального становления ребенка, а затем и взрослого человека как личности.

Процесс приобщения к родной речи начинается у ребенка с подражания звуковым сигналам, продуцируемым субъектом постоянного контактирования с младенцем, в основном, выступающим в лице матери. Отражение и фиксация этих сигналов в мозгу ребенка происходит на таком уровне сознания, который близок к *tabula easa*. Характер восприятия сигналов исключительно слуховой. В таких условиях приоритет приобретает фактор подражания, фактор же догадки в подавляющем большинстве случаев стоит на нуле, хотя не исключена возможность и его проявления. Он может и должен проявиться, когда звуковой сигнал пройдет через сознание ребенка, оставит в нем определенный след в виде символического отпечатка с действительности и будет репродуцирован уже не ради механического сброса накопившейся в организме ребенка энергии, а сознательно и не без внутренней потребности действия быстро развивающейся психики.

Акт проявления догадки в младенческом возрасте вызван не внутренней потребностью ребенка самоопределиться и утвердиться в еще неведанном ему мире, а навязывается ему взрослым, который, пользуясь подражательными способностями маленького существа, заставляет его повторять слова до тех пор, пока не сработает вторая



сигнальная система в сознании младенца, что положит начало закреплению у ребенка навыков правильной речи. Функционирующая в таких условиях догадка является наведенной извне, так как она еще не исходит из внутренней потребности индивидуума реагировать на внешние раздражители не спонтанно, а свободно, осознанно. Наведенная догадка навязывается индивидууму посторонней, внешней силой, тогда как догадка, проявляющаяся при изучении взрослым иностранного языка – назовем ее самостоятельной догадкой – стимулируется определенной целью, намеченной самим обучающимся, и проявляется под контролем его сознания. Необходимым условием действия фактора догадки является тот банк внутренней информации, который возникает в клеточках мозга индивидуума под воздействием окружающей его среды и постоянно находится в динамике, расширяясь, углубляясь, а может быть, и сужаясь. Этим банком определяется сознание человека на разных этапах его жизни – детства, отрочества, зрелости.

При изучении иностранного языка в юношеском или зрелом возрасте банк внутренней информации создает для фактора догадки «поле» более эффективного действия и весь процесс познания характеризуется большим охватом языкового материала и соответственно высоким коэффициентом полезного действия. При этом легкость восприятия и усвоения обучающимся нового материала определяется активностью действия фактора догадки. Поэтому можно утверждать, что нет не способных к языкам людей, а есть индивидуумы с генетически замедленным сознанием и мышлением, у которых ответная реакция на внешние раздражители несколько заторможена и, следовательно, слабо функционирует фактор догадки, действие которого не активизируется всей совокупностью сменяющихся друг друга жизненных ситуаций, воздействующих на становление психики и развитие мышления человека.

В духовной жизни личности самостоятельная догадка, связанная с интуицией, является своего рода психостимулятором. В процессе обучения народной речи этот психостимулятор способствует перевесу сознательно и прочно сформировавшегося правильного говорения над механическим – путем зазубривания – усвоенными нормами речевой практики. Психостимулятор – догадка оживляет учебный процесс, обостряет внимание, понимание, восприятие и память обучающегося и, в конечном счете, способствует большей результативности функционирования в речевой практике человека навыков правильной речи.

Тбилисский гос. университет
им. И.А.Джавахишвили

ლ. გვერდსიტელი, ნ. ებანოიძე

მოსაზრებანი მიხვედრილობის ფსიქოლინგვისტურ ფაქტორთა შესახებ

რ ე ზ ი უ მ ე

მიხვედრილობა ძველი ადამიანის სულიერი სამყაროს განვითარების მნიშვნელოვანი ფაქტორია, რომელიც მან თავის წინაპარ ავსტრალიოპითეკისაგან მიიღო. ამ ფაქტორმა ხელი შეუწყო მისი მეტყველებისა და აზროვნების განვითარებას და დღესაც არ კარგავს თავის აქტუალობას. მიხვედრილობა შეიძლება იყოს თავსმოხვეული და დამოუკიდებელი.

დამოუკიდებელი მიხვედრილობა წარმოადგენს თავისებურ ფსიქოსტიმულიატორს, რომელიც მოწაფეში აცოცხლებს შესწავლის პროცესს, ამახვილებს ყურადღებას, გაგებას, აღქმას და დამახსოვრებას და საბოლოო ჯამში ყოველივე ეს განაპირობებს ადამიანის სწორი მეტყველების ჩვევის გამომუშავების მეტ შედეგიანობას.

LINGUISTICS

L.Gverdtsiteli, N.Ebanoidze

Thoughts of the Psycholinguistical Guess Factor

S u m m a r y

Guess factor is one of the most important factors of the people's spiritual world. They inherited it from their ancestors australopitaks.

Guess factor favoured the development of speech and thought. It may be selfdependent and inductive.

Selfdependent "guess" is a kind of psychostimulant which makes study process alive, helps to develop attention and memory.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. *Е.Н.Панов*. Знаки. Символы. Языки. Издание 2-е, дополненное, М., 1983.

გ.ლორია

კავთურას ხეობა ელინისტურ ხანაში

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ო.ჭაფარიძემ 21.03.1994)

მდინარე კავთურა სათავეს იღებს თრიალეთის ქედის ჩრდ. ფერდობებიდან და უერთდება მდ.მტკვარს. ამ ხეობის ბუნება ლამაზი, ტყიანი და ხეხილიანია. აქ არის როგორც ზამთრის, ასევე საზაფხულო საძოვრები. ხეობაში მიწათმოქმედებისათვის ხელსაყრელი პირობებია. აქვე გადის გზა, რომელიც ერთმანეთს აკავშირებს შიდა ქართლს და თრიალეთს. სწორედ ამ ფაქტორებმა განაპირობა ასეთი პატარა ხეობის ინტენსიური ათვისება უძველესი დროიდან. მაგრამ ამჟამად ყურადღებას მხოლოდ ელინისტური ხანის ძეგლებზე შევაჩერებ.

სოფ. ქვემო ხანდაკის მისასვლელთან, მინდორში, მდ.კავთურას მარცხენა ნაპირზე მიკვლეულია სამაროვანი, სადაც დადასტურებულია ორმოსამარხები. გამოვლენილია შავი და წითელკეციანი კერამიკა, ძირითადად სუფრის ქურქული, რომელთა მიხედვითაც სამაროვანი თარიღდება ელინისტური და გვიანდელი ანტიკური ხანით.

ოქროშიწებში, სოფ.კავთისხევის ჩრდილოეთით მდებარეობს ნამოსახლარი, სადაც ფიქსირდება ძვ.წ. III - ახ.წ. V-VIII სს. კულტურული ფენები, ამ პერიოდისათვის დამახასიათებელი კერამიკით ([1], N 148, 171). იქვე ახლოს, ჭიშკანთ ვენახებიდან მდ.კავთურამდე ძვ.წ. III - ახ.წ. V-VI სს-ის მეორე ნამოსახლარია. გამოვლენილია მოხატული პირყელიანი და ბრტყელობრბაკოიანი რელიეფურ სარტყელიანი ქვევრი ([1], N 49, 171).

მდ.კავთურას მარცხენა ნაპირზე, სოფ. ჩოჩეთიდან ჩრდ. აღმოსავლეთით, რამდენიმე პერიოდის კულტურულფენიანი ნასოფლარ-ნადაბურია. ყველაზე კარგად შემონახულია ძვ.წ. III ს-ის ბანურსახურავიანი ოროთახიანი სახლი, ნაგები რიყის ქვით თიხის ხსნარზე და ალიზით. დიდი ოთახის მარჯვენა კუთხეში პურის საცხობი ღუმელია, ოთახის მარცხენა კედელთან ოთხკუთხა კერაა გამართული. მეორე ოთახი სამეურნეო დანიშნულებისა ჩანს ([1], 171).

ელინისტური ხანის კავთურას ხეობის ყველაზე მნიშვნელოვანი ძეგლი - სატაძრო კომპლექსი ციხიაგორაზე მდებარეობს, სოფ.კავთისხევის განაპირას, მდ.კავთურას მარცხენა ნაპირზე. აქ გათხრილია ძვ.წ. IV-III სს-ის სატაძრო კომპლექსი, რომელიც შეიცავს ცეცხლის ტაძარს, მარანს, ბეღელს, წისქვილს, სათონესა და საცხობრებელ შენობებს ([1], N 147, 169-171). კომპლექსს იცავს ალიზით ნაგები კოშკებიანი გალავანი, რომელიც კონტაფორსებითაა გამაგრებული.

ყველაზე მთავარი კომპონენტია ტაძარი. იგი თავის მხრივ საკუთარი გალავნითაა შემოზღუდული და შედგება სამი სათავისაგან. ტაძარიცა და გალავანიც ნაგებია ნატეხი ქვით უღულაბოდ და ალიზის აგურებით. ტაძრის ეზოში დგას ქვით ნაგები საკურთხეველი, მის აღმოსავლეთ მხარეს კი სამსხვერპლოა. ტაძრის მთავარ დარბაზს ჩრდილოეთიდან გრძელი სათავსო აკრავს, რომელიც თავის დროზე ორსართულიანი ყოფილა. აქ აღმოჩნდა თეთრი კირქვის აქემენიდური სტილის კაპიტელი, რომელიც ორი ერთმანეთთან ზურგმუკეული ნახევარხარის გამოსახულებას წარმოადგენს. გყიფიანის აზრით, ეს ხარები აქემენიდურთან შედარებით მშვიდი გამომეტყველები-საა და გამოირჩევა მომრგვალებული ფორმებით, რაც მისი აზრით, ელინიზმის გავ-

ლენაზე მეტყველებს და ძვ.წ. III ს-ის დასაწყისზე ადრეული არ უნდა იყოს (ძვ.წ. 199-200). ტაძრის გალავნის აღმოსავლეთ კედელზე ალიზით ნაგები ბეღელია მიდგმული, რომელიც ოცამდე ტონა ხორბალს იტევს. სამეურნეო ნაგებობებიდან გვხვდება აგრეთვე მარანი, წისქვილი და სათონე.

მარანი ტაძრის დასავლეთით მდებარეობს, იგი საერთო ალიზის გალავანზეა მიშენებული, გადახურვა ხანური აქვს, იატაკი - თიხატყეპნილი. მარანში 48 ქვევრი (რომლებიც დაახლოებით 28 ტონა ღვინოს იტევს), საწნახელი და თადარია, აქვეა კედლებთან მიშენებული სამი საკურთხეველი. ტაძრის კომპლექსში შედის დიდი საფქვავეი ოთახი - „წისქვილი“ ოცდაათამდე ხელსაფქვავეთ, რომელიც დასავლეთიდან ეკვრის მარანს. წისქვილის კედელზე მიდგმულია ოთახი, რომელიც, ჩანს, მისი მცველის საცხოვრებელი უნდა ყოფილიყო ([1], N 147^b, 170).

წისქვილის სამხრეთით კრამიტით გადახურული სათონეა სათონეა 5 თონით. ტაძარსა და მარანს შორის კიდევ ერთი ალიზის სამოთახიანი საცხოვრებელი ნაგებობაა. განათხარ მასალაში მოიპოვება როგორც სამეურნეო, ისე სუფრის წითლადგამომწვარი და წითლად შეღებილ-მოხატული თიხის ქურქლის ფრაგმენტები, რომელიც ძვ.წ. IV-III სს-ით თარიღდება.

ციხიაგორას სატაძრო კომპლექსი ძვ.წ. III ს-ის შუა ხანებში ხანძარს გაუნადგურებია, რის შემდეგაც მის ნანგრევებზე გაცილებით მცირე მასშტაბის ცხოვრება განახლებულა.

ელინისტური ხანის მეორე დიდი ნამოსახლარი მიკვლეულია სოფ.თელათგორთან, ამოზიდული გორის წინ გაშლილ ვაკეზე ([3], 40-45). აქ დასტურდება ძვ.წ. III-II სს-ის ნატეხი ქვით ნაგები სახლების ნაშთები, ძირითადად ერთოთახიანი, ღია დერეფნით, რომელთაც თიხატყეპნილი იატაკი და კრამიტის გადახურვა აქვთ. დიდი რაოდენობით გვხვდება წითლად მოხატული ქვევრები და წითლად შეღებილ-მოხატული ქურქული.

თელათგორის ნასახლარი, სავარაუდოდ ნაქალაქარი, საკმაოდ მასშტაბური ჩანს. იგი გამართულია გვიანდელი ბრინჯაოს - ადრინდელი რკინის ხანის სამაროვანზე, რომლის თანადროული ნასახლარიც მინდორში ამოზიდულ საფუზრების გორაზე უნდა ყოფილიყო. შემდეგ, ელინისტურ ხანაში მოსახლეობას ქვევით ჩამოუწევია და ქალაქური ტიპის დასახლება დაუარსებია, რის საფუძველსაც გამთხრელს რ.კვიტაშვილს აძლევს სახლების ერთმანეთთან ახლოს დგომა, იქვე სამაროვანზე დასაფლავების წესთა სიკრულე და შენობების კრამიტით გადახურვა ([2], 44-45).

სოფ.გომისჯვართან, კავთურას მარჯვენა ნაპირზე ზედაპირულად მოიპოვება ელინისტური ხანის თიხის ქურქლის ფრაგმენტები. აქვეა წითლად შეღებილი ბრტყელი და ღარიანი კრამიტის ნატეხებიც.

ელინისტური ხანის ვრცელი სამაროვანი მიკვლეულია ადგილ დაქრილებში, მდ.კავთურას მარცხენა ნაპირზე, სადაც ქვევრსამარხები დასტურდება. ხშირ შემთხვევაში ეს ქვევრები ნახმარია. ინვენტარიდან გვხვდება სუფრის ქურქული და სამკაული. სამაროვანი თარიღდება ძვ.წ. IV-III სს-ით ([4], 28-40). როგორც გ.კვიციანიშვილი ვარაუდობს, სამარხების იდენტურობა „დამარხულთა ერთგვაროვან სოციალურ მდგომარეობაზე მიუთითებს“ ([1], N 147^b, 171) და ამ ქვევრებში დაკრძალული უნდა ყოფილიყვნენ პროფესიონალი მეღვინეები, რადგან ქვევრსამარხები სხვა ტიპის სამარხთაგან ცალკეა გამოყოფილი. ჩანს, ამ პერიოდისათვის მეღვინეობა-მეღვინეობა სოფლის მეურნეობის პრივილეგირებული დარგი უნდა ყოფილიყო და ამ დროს ქვევრსამარხებში დამარხულთ საკუთარი მიწები და ვენახებიც უნდა ჰქონოდათ ([5], 144-145).



ასევე დიდი, მრავალფენიანი სამაროვანია მიკვლეული დაქრილები და სამხრეთით, საყარაულო სერზე. ელინისტური ხანის (ძვ.წ. III-I სს.) ორმოსამხრეთი ინვენტარი მწირია. გვხვდება შავად და ვარდისფრად გამომწვარი ღოჭები, ფიალები, ხელალები და სხვ. სამკაულთაგან - ბრინჯაოს, რკინის, ვერცხლის და ოქროს საყურე რგოლები, სამაჯურები და სხვ. ([1], 171). ყველაზე გამორჩეულია ძვ.წ. III ს-ის დასაწყისის ორმოსამარბი, რომელშიც სამასზე მეტი ოქროსა და ვერცხლის ნივთია. სამარხეული მასალა საფუძველს იძლევა დავასკვნათ, რომ ამ სამარხში ციხიავორას ტაძრის მსახურია დაქრძალული ([1], N 147^b, 171). როგორც ჩონჩხის შემორჩენილი ფრაგმენტის შესწავლიდან ირკვევა, ეს კულტმსახური ქალი უნდა ყოფილიყო (ამის შესახებ გ.ჩინჯიხაშვილის სტატია იხეველდება „მაცნე“ არქეოლოგიურ ნაკვეთში, N 1).

ასეთია საერთო სურათი კავთურას ხეობისა ელინისტურ ხანაში. შეინიშნება ერთი რამ, ბრინჯაოს ხანის ძეგლები ძირითადად გორებზეა გამართული, მოგვიანებით კი, დაახლ. ძვ.წ. VI ს-დან შეიმჩნევა მოსახლეობის ნაწილის ვაკე ადგილზე გადასახლება, რაც უპირველეს ყოვლისა მოსახლეობის რიცხვის ზრდით იყო გამოწვეული. ამასთან, წინა ანტიკურ ხანაში გორა ადამიანთა საცხოვრებელთან ერთად მათ სალოცავსაც წარმოადგენს და იქ ცხოვრებით ადამიანი, ჩანს, ღვთაებებთან სიახლოვეს ესწრაფვის, მაგრამ შემდეგში, როცა მოსახლეობა საკმაოდ გამრავლდა, დადგა საკითხი მცხოვრებთა ნაწილის ბარში გადასახლებისა. ამ დროისათვის (ადრინდელი ანტიკური ხანა) ქონებრივი დიფერენციაცია და უფლებრივი უთანასწორობა მეტად შორს არის წასული და წინაპართა სამოსახლო გორაზე რჩება მხოლოდ პრივილეგირებული ნაწილი, ანუ ელიტა, ხოლო დანარჩენები ტოვებენ მას და იქვე ახლოს ვაკეზე აარსებენ დაბის ტიპის საცხოვრისს. ცხადია, ამ პროცესის განვითარება თანდათან, ძალდატანების გარეშე უნდა მომხდარიყო, გორა უკვე ჩვეულებრივი საცხოვრებელი კი აღარაა, არამედ - წმინდა ადგილი. „ამ დროისათვის ბორცვი საცხოვრისი აღარაა, ჩანს, იგი საბოლოოდ დაავდო ადამიანმა და გორა საერთოდ ციხედ, საერთო სალოცავ ხატად იქცა“ ([6], 51). გორასა და ბარის მოსახლეობას შორის რომ არავითარი განხეთქილება არ უნდა ყოფილიყო, იქიდანაც ჩანს, რომ გადმოსახლებულთა სალოცავად კვლავ ძველი საცხოვრისი და ღვთაება თუ ღვთაებები დარჩენილა და ახალმოსახლენი წინაპართა მიწაზე დარჩენილი ელიტის დამცველებად გვევლინებიან, რადგან ისინი მის ირგვლივ ქმნიან ხელოვნურ ბარიერს, რომელიც მტრად მოსულთ გორას განადგურებისას წინ ელობება და იცავს დანგრევისა და დაზიანებისაგან. კიდევ მეტი, გარკვეული დროის შემდეგ სწორედ ბარის ეს მოსახლეობა გადააქცევს გორას საერთო სალოცავად. მოგვიანებით კი ხეობის ერთ-ერთი ასეთი ბორცვი არა მარტო ახლომდებარე სოფლის, არამედ მთელი ხევის რელიგიურ ცენტრად იქცევა. ეს ნათლად ჩანს ციხიავორას მაგალითზე.

ანტიკური ხანის კავთურას ხეობის ძეგლები ძირითადად მდინარის შუა წელშია თავმოყრილი. ეს ის ადგილია, რომელიც თითქმის თანაბრად დაშორებული როგორც სახანუ-სათვისი მინდვრებისაგან, ისე საბაღე და საძოვრებისაგანაც. აქ ადამიანთა მჭიდროდ დასახლება, აღბათ, იმითაა განპირობებული, რომ ადვილად იყო როგორც მიწათმოქმედების, ისე მესაქონლეობის განვითარება-გაძლიერება. დღესაც კი იმავე ადგილებშია მოსახლეობის დიდი ნაწილი თავმოყრილი, თუმცა უნდა აღინიშნოს, რომ ეს ხეობა ბოლომდე არაა შესწავლილი და გამორიცხული არაა მის ზედა თუ ქვედა ნაწილში ასეთივე მჭიდრო დასახლართა არსებობა.

ელინისტური ხანის კავთურას ხეობა დაწინაურებული ჩანს პოლიტიკურ-ეკონომიკური თვალსაზრისით. აქ ვხვდებით რელიგიურ ცენტრსაც (ციხიავორა) და საბაზრო ეკონომიკურ ცენტრსაც (თელათგორი). ციხიავორა რომ ხეობის



რელიგიური ცენტრია, ამას ადასტურებს ტაძრის უზარმაზარი ტეგენტოების სათავსოები. ცხადია, ასეთი სათავსოების შქონე ტაძარს ერთი და ორი სოფელი ვერ არჩენდა, იგი მთელი ხეობის საკუთრება უნდა ყოფილიყო. მით უმეტეს, თუ ელინისტური აღმოსავლეთის საგადასახადო ნორმებს გავიხსენებთ (როგორც ცნობილია, საიჯარო ბეგარა საშუალოდ მოსავლის ერთ მეოთხედს ან ერთ მეექვსედს შეადგენდა), კიდევ უფრო მეტად დავრწმუნდებით, რომ ციხიაგორა მთელი კავთურას ხეობის საკულტო ცენტრს უნდა ყოფილიყო.

რაც შეეხება საბაზრო-ეკონომიკურ ცენტრს, იგი სოფ. თელათგორთან მდებარეობდა, სადაც ელინისტურ ხანაში ქალაქური ტიპის საკმაოდ დიდი დასახლება არსებობდა, რომლის განვითარებასაც დიდად შეუწყო ხელი იმ სავაჭრო გზასთან მდებარეობამ, რომელიც მცხეთიდან დასავლეთისაკენ მიემართებოდა ([3], 44-45).

ამრიგად, კავთურას ხეობის მეურნეობისათვის ხელსაყრელმა პირობებმა და გეოგრაფიულმა მდებარეობამ განაპირობა მისი ათვისება უძველესი დროიდანვე, რომელიც ანტიკურ ხანაში ერთ დიდ ადმინისტრაციულ ერთეულს წარმოადგენდა, ხოლო ელინისტური ხანიდან სოფ.თელათგორთან საფუძველი ეყრება ქალაქურ დასახლებას, რასაც ხელს უწყობდა ის სახმელეთო სავაჭრო გზა, რომელიც მცხეთიდან დასავლეთისაკენ მიემართებოდა და გაივლიდა ძეგვს, აქლემის ყელს, თელათგორს და ხანდაკ-ხოვლეს გავლით გორისკენ მიემართებოდა.

საქართველოს მეცნიერებათა აკადემია
არქეოლოგიური კვლევის ცენტრი

(შემოვიდა 29.03.1994)

АРХЕОЛОГИЯ

Г.В.Лория

Ущелье р.Кавтуры в эллинистическую эпоху

Резюме

Статья посвящена описанию эллинистических жилищи Шида-Картли (ущелье р.Кавтуры). Особое внимание обращено на миграцию горного населения в равнины.

ARCHAEOLOGY

G.Loria

The Kavtura Canyon in the Hellenistic Period

Summary

The present article describes archaeological excavations in the Kavtura Canyon. The attention is mainly paid to the Hellenistic settlements and the migration of people from mountains to valleys.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. საქართველოს ისტორიისა და კულტურის ძეგლთა აღწერილობა, V რეგიონი. თბილისი, 1990.
2. გ.ყიფიანი. კაპიტელები. თბილისი, 1987.
3. რ.კვიციანი. ძეგლის მეგობარი, N 1, თბილისი, 1990.
4. კავთისხევის არქეოლოგიური ძეგლები. თბილისი, 1980.
5. ივ.ჯავახიშვილის სახ. ისტორიის, არქეოლოგიისა და ეთნოგრაფიის ინსტიტუტის შრომები, ტ. IV, ნაკ. II, თბილისი, 1959.
6. გ.კვიციანი. ძეგლის მეგობარი, N 46, თბილისი, 1977.

საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის პრეზიდიუმი
ულოცავს

დაბადების მე-80 წლისთავს აკადემიკოს

გიორგი ციციშვილს,

დაბადების 75-ე წლისთავს აკადემიკოსებს

**ლემონიდე გაბუნias,
მალხაზ ჯაალიშვილს,
თეიმურაზ ლოლაძეს,
ცოტნე მირცხულავას და
ვლადიმერ ჭაჭვანიძეს,**

აკადემიის წევრ-კორესპონდენტებს

მზია ანდრონიკაშვილს და ლევან ჯაფარიძეს,

დაბადების 70-ე წლისთავს აკადემიის წევრ-კორესპონდენტებს

**გრიგოლ თუშანიშვილს,
ბურამ შენგელაიას და
ნაფი ჯუსოიტს,**

დაბადების მე-60 წლისთავს აკადემიის წევრ-კორესპონდენტებს

ნუბუარ ალექსიძეს და ვახტანგ შამილაძეს

90 69/24

INDEX 76181

