

524

1994

ISSN—0132—1447



საქართველოს
მეცნიერებათა აკადემიის

მოაზება

СООБЩЕНИЯ

АКАДЕМИИ НАУК
ГРУЗИИ

BULLETIN

OF THE GEORGIAN ACADEMY
OF SCIENCES

150

№ 2

1994

საქართველოს
მეცნიერებათა აკადემიის

მთაბეა

СООБЩЕНИЯ

АКАДЕМИИ НАУК
ГРУЗИИ

BULLETIN

OF THE GEORGIAN ACADEMY
OF SCIENCES

ტომი 150 TOM

№ 2

1994

თბილისი * ТБИЛИСИ * TBILISI

ქურნალი დაარსებულია 1940 წელს
Журнал основан в 1940 году



საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის სამეცნიერო ქურნალი "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. გველესიანი, ვ. გომელაური, რ. გორდენიანი (მთავარი რედაქტორის
მოადგილე), მ. ზაალიშვილი, გ. კვესიტაძე, ი. კილურაძე (მთავარი რედაქტორის მოადგილე),
თ. კობალიაშვილი, ჯ. ლომინაძე, რ. მეტრეველი, დ. მუსხელიშვილი (მთავარი რედაქტორის
მოადგილე), თ. ონიანი, მ. სალუქვაძე (მთავარი რედაქტორის მოადგილე), თ. ურუშაძე,
გ. ციციშვილი, გ. ჭოლოშვილი

Главный редактор - академик А. Н. Тавхелидзе

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Т. Г. Андрикошвили, Т. Г. Беридзе (заместитель главного редактора),
Т. В. Гамкрелидзе, Э. П. Гамкрелидзе, Г. Г. Гвелесиани, В. И. Гомелаури, Р. Б. Гордезиани
(заместитель главного редактора), М. М. Заалишвили, Г. И. Квеситадзе, И. Т. Кигურაძე
(заместитель главного редактора), Т. И. Копалеишвили, Д. Г. Ломинадзе,
Р. В. Метрели, Д. Л. Мухелишвили (заместитель главного редактора), Т. Н. Ониანი,
М. Е. Салукваძე (заместитель главного редактора), Т. Ф. Урушадзе, Г. Ш. Цицишвили,
Г. С. Чогошвили

პასუხისმგებელი მდივანი ა. იაკობაშვილი

Ответственный секретарь А. Б. Якобашвили

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 "Мециереба",
380060, Тбилиси, ул. Д. Гамрекели 19, тел. 37-22-97.

გადაეცა წარმოებას 29.03.1995. ხელმოწერილია დასაბეჭდად 12.10.1995. ფორმატი 70x97 1/16.

აწყობილია კომპიუტერზე. ოფსეტური ბეჭდვა. პირობითი ნაბ. თ. 12. სააღრიცხვო-

საგამომცემლო თაბახი 12. ტირაჟი 600. შეკვ. N 500. ფასი სახელშეკრულებო.

Сдано в набор 29.03.1995. Подписано к печати 12.10.1995 Формат 70x97 1/16.

Набрано на компьютере. Печать офсетная. Усл. печ. л. 12. Уч.-изд. л. 12.

Тираж 600. Зак. N 500. Цена договорная.

საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის "მოამბე", 1994

© Сообщения АН Грузии, 1994

შ ი ნ ა ა რ ს ი

მათემატიკა

*ქ.იაფარი. ჩაკეტილი ფორმით რეგრესიული ამოცანების ამოხსნის ერთი მეთოდის შესახებ უტოლობებით შეზღუდვის პირობებში 207

*დ.გულუა. ბაზისური ფუნქციების აგების ერთი მეთოდის შესახებ 217

*უ.გოგინავა. ფურიე-უოლში-პელის მწკრივების კრებადობის შესახებ 219

*გ.ლევსვერიძე. ინტეგრალთა ბადეების მიმართ დიფერენცირებისა და სხვადასხვა მიმართულებით ძლიერად დიფერენცირების დამოკიდებულების შესახებ 222

მათემატიკური ფიზიკა

15509

*თ.ბურკულაძე (საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი). ელასტოთერმოდინამიკის განზოგადებული თეორიის დინამიკის სამგანზომილებიანი საკონტაქტო ამოცანების შესახებ. 228

ღრმეპაღობის თეორია

ლ.დობორჯინიძე. ღრეკადობის არაწრფივი თეორიის სასაზღვრო ამოცანების ერთი კლასის შესახებ 229

კიბერნეტიკა

ნ.შერგელაშვილი. სამედიცინო ცოდნის კონცეპტუალური წარმოდგენა ექსპერტულ სისტემაში 233

*ქ.ფანჩიძე. „არამკაფიო“ მეთოდი კლასიფიკაციის ამოცანებისათვის 240

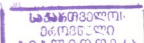
*ა.გაბელაია. წრფივი ავტონომიური სისტემების სტაბილიზაცია არასრული ინფორმაციის შემთხვევაში CSTAB მეთოდის გამოყენებით 246

ფიზიკა

*ზ.მელიქიშვილი, ე.ტებლიცი. ატომების არაწრფივი ფოტონიზაციის თეორიისათვის 252

*ა.გერასიმოვი, დ.ქიმერიძე. იონების ემისიის ათერმული მექანიზმი 256

* ვარსკვლავით აღნიშნული სათაური ეკუთვნის წერილის რეზიუმეს.



ანალიზური ძიება

- ზ. სვანიძე, გ. ცინცაძე (საქ. მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი).
 ნატრიუმის ციტრატის გავლენა კადმიუმის სორბციის ხარისხზე წყლებში 258

ფიზიკური ძიება

- ლ. წიკლაური, ი. დადეშიძე, გ. ცაგარეი შვილი. თიხა-ასკანეს სუსპენზიების და მათზე მომზადებული ქაეცის ზეთის შემცველი მალამოების რეოლოგიური თვისებები 262
- თ. სიხარულიძე. ყურძნის ჭიში რქაწითელის ფერის დადგენა 266
- გ. ბაგრატი შვილი, შ. კაცია შვილი, დ. მოგილიანსკი, ი. ნახუცრი შვილი, დ. ჭიშია შვილი. გერმანიუმის ნიტრიდის რენტგენოგრაფიული გამოკვლევა 272
- *კამიზხანა შვილი, ე. გლაზირინი, თ. ანდრონიკა შვილი (საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი). ქრომატოგრაფიული მონაცემების შეკრებისა და დამუშავების ახალი სისტემა 2. მონაცემების დამუშავება (I ნაწილი) 278
- *თ. ანდრონიკა შვილი (საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი), კამიზხანა შვილი, ე. გლაზირინი. ქრომატოგრაფიული მონაცემების შეკრებისა და დამუშავების ახალი სისტემა 2. მონაცემების დამუშავება (II ნაწილი) 284

კეტროლოგია

- *ნ. თათრი შვილი, გ. ზარიძე (საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი). დედამიწის ენდოგენური გეოსინკლინური ფორმაციები (ასოციაციები) (მოძრავი სარტყლების, ანუ გეოსინკლინური ენდოგენური ფორმაციები) 293

მანქანათმშენობა

- *ა. ბეთანელი. საფრენი აპარატების დაპროექტების საპროცედურო მოდელის შესახებ 300

ბიომიმია

- *ა. დვალა შვილი, ა. თვალჭრელიძე. As, Au და Sb განაწილება ლუბუმის ოქრო-დარი შხანის საბადოს კომპლექსურ მადნებში 304

საშენიანლო მებანიკა

- *ს.გელხვიძე. შენობა-ნაგებობების სეისმომდებლობაზე მოქმედი ფაქტორების შესახებ 312

მეტალურბია

- ნ.ვაშაიძე. ზოლის დაკიმულობის გავლენა ლითონის დეფორმაციისა და ძალოვან პარამეტრებზე 314

ბოტანიკა

- მ.ქიქერიძე. *Atriplex cana* C.A.Mey. (Chenopodiaceae) შიდა ქართლში 319

მცენარეთა ფიზიოლოგია

- გ.ბადრიძე, მ.დოლიძე, შ.ქანიშვილი. სიმაღლის ფაქტორის გავლენა ზოგიერთი ბალახოვანი მცენარის ფოტოსინთეზის ინტენსივობაზე 322

აღამინისა და ცხოველთა ფიზიოლოგია

- *ა.კეზელი, მ.ხომერიკი. სიბაცის კონსტანტობა კატებში 330

ბიოქიმია

- დ.ჩუბინიძე, ვ.ჩუბინიძე, ლ.ბერაძე. ეგზოგენურ ნივთიერებათა (ბენზოლი, ტოლუოლი, ფენოლი) გავლენა ვარდისებურ გერანში ეთერზეთის დაგროვებაზე 331

- ვ.ჩუბინიძე, ნ.კეკელიძე. ეთერზეთების შემცველობა განსხვავებულ პირობებში მოზარდი ნაძვისა და ფიჭვის წიწვებში 335

ენტომოლოგია

- შ.სიქინავა, ლ.ზერეციძე. პალიარქტიკის „maculipennis“-ის კომპლექსის სახე-აბათა რეპროდუქციული ურთიერთობისა და ზოგიერთი მათგანის სახელწოდებისათვის 339

ზოოლოგია

- *პ. საგდიევა. გამაზური ტყიპის *Haemogamasus Nidi* Mich. ცვალებადობის შესწავლისათვის სამხრეთ საქართველოში 344

- რ. ჟორდანიას. ამერიკის შვერთებულ შტატების ჩრდილო-დასავლეთის ზამთრის ორნითოფაუნის შესწავლისათვის 347



- ვ.თევზაძე, ჯ.ბენიაშვილი. **HELICOBACTERIA PYLORIS**-ის მნიშვნელობა
 მამულების კუჭის ექსპერიმენტული კიბოს განვითარებაში
 354
- რ.ხომერიკი. საყოფაცხოვრებო მაგნიტური ველებით და ეთილნიტროზო-
 შარდოვანათი ინდუცირებული ტრანსპლაცენტური სიმსივნეების
 ბიოლოგიური და მორფოლოგიური თავისებურებანი
 357
- *ო.ლულუშაური (საქართველოს მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი), მ.მოდავსკი,
 მ.ზიმლიცი, ვ.გლინი, პ.ხუჩინაუტერი. ავადმყოფობის ისტორიის
 წარმართვის ავტომატიზებული სისტემა მენჯ-ბარძაყის სახსრის
 ენდოპროთეზირებაზე მომუშავე განყოფილებებისათვის
 364

პალეობიოლოგია

- *ე.ყვავაძე, ლ.რუხაძე, გ.ბუკრევეა. აფხაზეთის მცენარეული საფარის
 განაწილების ზოგადი ხასიათი პოლოცენში ჰავის სითბოსა და
 ნესტიანობასთან დაკავშირებით (ზღვის სანაპიროსა და შელფის
 ნალექების პალეობიოლოგიური მონაცემებით)
 374

ენათმეცნიერება

- კ.წერეთელი. საქართველოს ტერიტორიაზე ნაპოვნი უძველესი არამეული
 წარწერა
 375

СОДЕРЖАНИЕ

МАТЕМАТИКА

- *К.Япар. Об одном методе решения в замкнутой форме
регрессионных задач с ограничениями в виде неравенств 207
- Д.В.Гулау. Об одном способе построения базисных функций 214
- У.К.Гогинава. О сходимости рядов Фурье-Уолша-Пэли 218
- Г.Л.Лепсверидзе. О взаимоотношении дифференцируемости
интегралов относительно сетей с сильной
дифференцируемостью по разным направлениям 220

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА

- *Т.В.Бурчуладзе (академик АН Грузии). О динамических
трехмерных контактных задачах обобщенной теории
эластотермодиффузии 228

ТЕОРИЯ УПРУГОСТИ

- *А.Г.Доборджинидзе. Об одном классе граничных задач
нелинейной теории упругости 232

КИБЕРНЕТИКА

- *Н.А.Шергелашвили. Концептуальное представление медицинских
знаний в экспертной системе 236
- К.М.Панчвидзе. Нечеткий подход в задачах принятия решений 237
- А.Г.Габелая. Стабилизация линейных автономных систем с неполной
информацией методом CSTAB 242

ФИЗИКА

- *З.Г.Меликишвили, Э.Ш.Теплицкий. К теории нелинейной
фотоионизации атомов 252
- А.Б.Герасимов, Д.А.Кимеридзе. Атермический механизм эмиссии
ионов 253

АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- *З.С.Сванидзе, Г.В.Цинцадзе (член-кор. АН Грузии). Влияние цитрата
натрия на степень сорбции кадмия в водах 261

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- *А.К. Циклаური, И.А.Дадешидзе, Г.В.Цагареишвили. Реологическое
исследование суспензии и мази с облепиховым маслом на
основе Тиха-аскане 264
- *Т.Г.Сихарулидзе. Установление цвета винограда сорта Ркацители 270
- *Г.Д.Багратишвили, М.Р.Кациашвили, Д.Н.Могилянский,
И.Г.Нахуцишвили, Д.А.Джишиашвили. Рентгено-
графическое исследование нитрида германия 274

* Заглавие, помеченное звездочкой, относится к резюме статьи.

- К.Д.Амирханашвили, Е.М.Глазырин, Т.Г.Андроникашвили (акад.АН Грузии). Новая система сбора и обработки хроматографических данных. 2. Обработка данных (часть 1) 275
- Т.Г.Андроникашвили (академик.АН Грузии.), К.Д.Амирханашвили, Е.М.Глазырин. Новая система сбора и обработки хроматографических данных 2.Обработка данных (часть 2) 280

ПЕТРОЛОГИЯ

- Н.Ф.Татришвили, Г.М.Заридзе (член-корреспондент АН Грузии). Эндеогенные геосинклинальные формации (ассоциации) Земли (эндогенные формации складчатых поясов) 285

МАШИНОВЕДЕНИЕ

- А.И.Бетанели. О процедурной модели проектирования летательных аппаратов 297

ГЕОХИМИЯ

- А.Г.Двалишвили, А.Г.Твалчрелидзе. Распределение As, Au и Sb в комплексных рудах Лухумского золото-мышьякового месторождения 302

СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА

- С.П.Гелхвидзе. О факторах, влияющих на сейсмостойкость зданий и сооружений 306

МЕТАЛЛУРГИЯ

- *Н.А.Вашакидзе. Влияние натяжения полосы на деформацию металла и силовые параметры 318

БОТАНИКА

- *М.К.Кимеридзе. *Atriplex cana* С.А.Мей. (Chenopodiaceae) в Шида-Картли 321

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

- *Г.Ш.Бадридзе, М.Ш.Долидзе, Ш.Ш.Чанишвили. Влияние высотного фактора на интенсивность фотосинтеза некоторых травянистых растений 324

ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

- *А.Р.Кезели, М.С.Хомерики. Константность светлоты у кошек 330

БИОХИМИЯ

- *Д.В.Чубинидзе, В.В.Чубинидзе, Л.В.Берадзе. Влияние экзогенных веществ (бензол, толуол, фенол) на накопление эфирного масла в розовой герани 333
- *В.В.Чубинидзе, Н.А.Кекелидзе. Содержание эфирных масел в хвоях сосны и ели, произрастающих в различных условиях среды 337

ЭНТОМОЛОГИЯ

- *Ш.Г.Сичинава, А.Г.Зерекидзе. О репродуктивных взаимоотношениях видов комплекса „maculipennis“ Палеарктики и названиях некоторых из них 341

ЗООЛОГИЯ

- *П.Д.Сагдиева. К изучению изменчивости гамазового клеща *Haemogamasus nidi* Mich. в Южной Грузии 346
- *Р.Г.Жордания. К изучению зимней орнитофауны северо-запада США 352

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

- *В.Б.Тевзадзе, Д.Ш.Бениашвили. Значение *HELICOBACTERIA PYLORIS* в развитии экспериментального рака желудка у обезьян 357
- *Р.В.Хомерики. Биологические и морфологические особенности трансплацентарных опухолей, индуцированных бытовыми магнитными полями и этилнитрозомочевинной 361
- *О.Гудушаури (академик АН Грузии), М.Молдавский, М.Зимлицкий, В.Глин, П.Хучинаутер. Автоматизированная система ведения истории болезни для отделений, занимающихся эндопротезированием тазобедренного сустава 365

ПАЛЕОБИОЛОГИЯ

- Э.В.Квавадзе, А.П.Рухадзе, Г.Ф.Букреева. Общие черты распределения растительного покрова Абхазии в связи с тепло- и влагообеспеченностью климата в голоцене (по палинологическим данным отложений приморской низменности и шельфа) 366

ЯЗЫКОЗНАНИЕ

- *К.Г.Церетели (Академик). Старейшая арамейская надпись, найденная в Грузии 379

CONTENTS

MATHEMATICS

- Cemil Yapar. A Method for the Closed Form Solutions of the Linear Regression Problems with Inequality Restrictions 205
- *D.Gulua. About One Method of Construction of the Basis Functions 217
- *Y. Goginava. On the Convergence of Fourier-Walsh-Palley Series 219
- *G. Lepsveridze. On the Relation between the Differentiability of Integrals with Respect to the Nets and Strong Differentiability in Various Directions 222

MATHEMATICAL PHYSICS

- T.Burchuladze (Academician of Georgian Academy of Sciences). On Dynamic Three-Dimensional Contact Problems of Generalized Theory of Elastothermodiffusion 223

THEORY OF ELASTICITY

- *L.Doborjginidze. On One Class of Boundary Problems of the Non-Linear Theory of Elasticity 232

CYBERNETICS

- *N.Shergelashvili. A Conceptual Representation of Knowledge in the Medical Expert System 236
- *K.Panchvidze. A Fuzzy Method for Decision Classification 241
- *A.Gabelaya. Stabilization of linear autonomous systems with incomplete information by CSTAB method 246

PHYSICS

- Z.Melikishvili, E.Teplitsky. On the Theory of Nonlinear Photoionization of Atoms 247
- *A. Gerasimov, D. Kimeridze. Athermic Mechanism of Ion Emission 256

ANALYTICAL CHEMISTRY

- *Z.Svanidse, G.Tsintsadze. The Effect of Natrium Citrates on Sorbtion Quality of Cadmium in Waters 261

PHYSICAL CHEMISTRY

- *L.Tsiklauri, I.Dadeshidze, G.Tsagareishvili. The Rheological Studies of Tich-Ascane Suspension and Ointments with Sea-Buckthorn Oil on Its Basis 265
- *T.G.Sikharulidze. Colour Determination for "Rkatsiteli" Grade Grape 270
- *G.Bagrashvili, M.Katsiashvili, D.Mogilianski, I. Nakhutsrishvili, D. Jishiashvili. X-Ray Graphical Investigation of Germanium Nitride 274
- *K.Amirkhanashvili, E.Glazerini, T.Andronikashvili (Academician of Georgian Academy of Science). New System of Chromatographic Data Collection and Processing 2. Data Processing (Part 1) 279

* A title marked with an asterisk refers to the summary.

- *T. Andronikashvili, K. Amirkhanashvili, E. Glazirin. New System of the Chromatographic Data Collection and Processing 2. Data Processing (Part 2) 284

PETROLOGY

- *N. Tatrishvili, G. Zaridze (Corresponding member of the Georgian Acad. Sci.). Endogenic and Geosyncline Formations (Formations of Movable Belts) 295

MACHINE BUILDING SCIENCE

- *A. Betaneli. About Procedure Model of Aircrafts Design 300

GEOCHEMISTRY

- *A. Dvalishvili, A. Tvalchrelidze. Distribution of As, Au and Sb in Complex Ores of the Lukhumi Gold-Arsenic Deposit 305

STRUCTURAL MECHANICS

- *S. P. Gelkhvidze. On the Factors Influencing Seismic Stability of Buildings and Structures with Account of Recent Severe Earthquakes. 313

METALLURGY

- *N. Vashakidze. The Influence of Strip Tension on Metal Deformation and Force Parameters 318

BOTANY

- *M. Kimeridze. *Atriplex cana* C.A. Mey. in Shida Kartli 321

PLANT PHYSIOLOGY

- *G. Badridze, M. Dolidze, Sh. Chanishvili. The Influence of Altitude on Photosynthetic Intensity of Some Herbasceous Plants 325

HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY

- A. Kezeli, M. Homeriki. Lightness Constancy in Cats 327

BIOCHEMISTRY

- *D. Chubinidze, V. Chubinidze, L. Beradze. The Influence of Exogenic Substances (Benzol, Toluol, Phenol) on the Accumulation of Essential Oils in Rose Geranium) 333

- *V. Chubinidze, N. Kekelidze. The Composition of Essential Oils in the Needles of Pine and Elm Trees Grown in Different Environmental Conditions 338

ENTOMOLOGY

- *Sh. Sichinava, L. Zerekidze. On Reproductive Interrelation of the Species of Palearctic „*Maculipennis*“ Complex and Some of their Names 341

ZOOLOGY

- P. Sagdieva. Studies on the Variability of Gamasid Mite *Haemogamasus Nidi* Mich. in South Georgia 343

*R. Zhordania.. For Research of Winter Ornithofauna of North-West of the USA

EXPERIMENTAL MEDICINE

- *V. Tevzadze, D. Beniashvili. The Role of *HELICOBACTERIA PYLORIS* in the Development of Experimental Gastric Cancer in Monkeys 357
- *R. Khomeriki. Biological and Morphological Properties of Transplacental Tumors Induced with Household Magnetic Fields and with Ethylnitrosourea 361
- O. Gudushauri (Academician), M. Moldavski, M. Zimitski, V. Glien, P. Hutschenreuther. Computerized System of Case History for the Departments Carrying out Endoprosthesis of Hip Joint 363

PALAEOBIOLOGY

- *E. Kvavadze, L. Rukhadze, G. Bukreeva. General Characteristics of Vegetation Distribution in Abkhazia in Connection with Heat- and Water Supply of the Climate in the Holocene (from the Palynological Data on the Deposits of the Coastal Lowland and Shelf). 373

Cemil Yapar

A Method for the Closed Form Solutions of the Linear Regression Problems with Inequality Restrictions

(Presented by corr. member of the Academy N.Vakhania 10.11.1994)

1. INTRODUCTION

In many of the usual regression problems, we deal with estimation of the parameters vector in the linear model

$$Y = XB + \varepsilon$$

where Y is an $n \times 1$ observation vector of random variables, X is an $n \times p$ matrix, of rank $p \leq n$, of known constants, B is a $p \times 1$ vector of unknown but estimable parameters, ε is an $n \times 1$ vector of unobservable errors with zero expectation and variance matrix $\sigma^2 I_n$ and I_n denotes an $n \times n$ identity matrix.

When no restrictions are imposed on the parameters B , the best linear unbiased estimator of B is a vector which minimizes

$$(Y - XB)'(Y - XB).$$

This estimator is given by

$$\hat{B} = (X'X)^{-1} X'Y.$$

In this study an alternative method is given to get the solutions in the closed form for the situation where the parameters of the regression models have inequality restrictions $A'B \geq P$ where A' is a $3 \times p$ matrix of known constants, B is a $p \times 1$ vector of estimable coefficients, and P is a 3×1 vector of known constants.

2. THE PROBLEM OF REGRESSION WITH INEQUALITY RESTRICTION

The regression problem with inequality appear in the following form

$$\min (Y - XB)'(Y - XB) \text{ subject to } A'B \geq P$$

or

$$\min (Y'Y - 2B'X'Y + B'X'XB) \text{ subject to } A'B \geq P$$

where the aim function is convex since it is a sum of a convex function and a linear function. If we apply the Kuhn-Tucker conditions ([1]), we see that the problem mentioned above has a solution vector B^* if and only if a vector $\lambda^* \geq 0$ exists such that

$$\frac{\partial Q}{\partial \lambda} \leq 0 \text{ or } P - A'B^* \leq 0,$$

$$\frac{\partial Q}{\partial B} = 0 \text{ or } X'XB^* - X'Y - A'\lambda^* = 0 \quad (2.1)$$

and

$$\lambda^* \frac{\partial Q}{\partial \lambda} = 0 \text{ or } \lambda^* (P - A'B^*) = 0, \quad (2.2)$$

where

$$Q(B, \lambda) = \frac{1}{2} B'X'XB - B'X'Y + \lambda'(P - A'B).$$



From the equation (2.1) $B^* = \tilde{B}$, the constrained least squares estimator is obtained as follows

$$\tilde{B} = \hat{B} + (X'X)^{-1} A \lambda^*, \quad (2.3)$$

where $\hat{B} = (X'X)^{-1} X'Y$ is the least squares estimator of B . If the estimator \hat{B} satisfies the inequality $A'\hat{B} \geq P$ then it is sufficient that $\lambda^* = 0$. In that case $\tilde{B} = \hat{B}$. However, if at least one of the restrictions is not satisfied, then it is necessary to have a vector $\lambda^* \geq 0$ satisfying the Kuhn-Tucker Conditions (2.2). In this case, the possibilities can be listed as follows:

Case 1: All three restrictions are violated i.e.,

$$A_1'\hat{B} < P_1 \quad \text{or} \quad P_1 - A_1'\hat{B} > 0,$$

$$A_2'\hat{B} < P_2 \quad \text{or} \quad P_2 - A_2'\hat{B} > 0$$

and

$$A_3'\hat{B} < P_3 \quad \text{or} \quad P_3 - A_3'\hat{B} > 0 \quad (\text{say } P_i - A_i'\hat{B} = r_i).$$

where A_i' is i th row of the matrix A_i' and P_i 's are real numbers for $i=1,2,3$.

Case 2: Only the first restriction is violated i.e.,

$$A_1'\hat{B} < P_1 \quad \text{or} \quad P_1 - A_1'\hat{B} > 0,$$

$$A_2'\hat{B} \geq P_2 \quad \text{or} \quad P_2 - A_2'\hat{B} \leq 0$$

and

$$A_3'\hat{B} \geq P_3 \quad \text{or} \quad P_3 - A_3'\hat{B} \leq 0.$$

Case 3: Only the second restriction is violated i.e.,

$$A_1'\hat{B} \geq P_1 \quad \text{or} \quad P_1 - A_1'\hat{B} \leq 0,$$

$$A_2'\hat{B} < P_2 \quad \text{or} \quad P_2 - A_2'\hat{B} > 0$$

and

$$A_3'\hat{B} \geq P_3 \quad \text{or} \quad P_3 - A_3'\hat{B} \leq 0.$$

Case 4: Only the third restriction is violated i.e.,

$$A_1'\hat{B} \geq P_1 \quad \text{or} \quad P_1 - A_1'\hat{B} \leq 0,$$

$$A_2'\hat{B} \geq P_2 \quad \text{or} \quad P_2 - A_2'\hat{B} \leq 0$$

and

$$A_3'\hat{B} < P_3 \quad \text{or} \quad P_3 - A_3'\hat{B} > 0.$$

Case 5: The first and the second restrictions are violated i.e.,

$$A_1'\hat{B} < P_1 \quad \text{or} \quad P_1 - A_1'\hat{B} > 0,$$

$$A_2'\hat{B} < P_2 \quad \text{or} \quad P_2 - A_2'\hat{B} > 0$$

and

$$A_3'\hat{B} \geq P_3 \quad \text{or} \quad P_3 - A_3'\hat{B} \leq 0.$$

Case 6: The second and the third restrictions are violated i.e.,

$$A_1'\hat{B} \geq P_1 \quad \text{or} \quad P_1 - A_1'\hat{B} \leq 0,$$

$$A_2'\hat{B} < P_2 \quad \text{or} \quad P_2 - A_2'\hat{B} > 0$$

and

$$A_3'\hat{B} < P_3 \quad \text{or} \quad P_3 - A_3'\hat{B} > 0.$$

Case 7: The first and third restrictions are violated, i.e.,

$$A_1' \hat{B} < P_1 \quad \text{or} \quad P_1 - A_1' \hat{B} > 0,$$

$$A_2' \hat{B} \geq P_2 \quad \text{or} \quad P_2 - A_2' \hat{B} \leq 0$$

and

$$A_3' \hat{B} < P_3 \quad \text{or} \quad P_3 - A_3' \hat{B} > 0.$$

Now, having the adequate adjusting terms in each of these cases for the estimator \hat{B} , we shall obtain the inequality constrained least squares estimator (ICLSE) B^* by making sure B^* is on the boundary, i.e., $A'B^* = P$ or in the appropriate restricted region, i.e. $A'B^* > P$.

From equation (2.3), it follows that

$$A'B^* = A'\hat{B} + A'(X'X)^{-1}A\lambda^* \geq P,$$

where $A'(X'X)^{-1}A = M$, say, is a positive definite matrix, hence M^{-1} exists.

Thus, the conditions satisfying the solution and the Inequality Constrained Least Squares Estimators (ICLSE) have been presented in Appendix A, where $|M_{ij}|$ denotes the minor of the element m_{ij} of the matrix M .

Karadeniz Technical University,
Trabzon, Turkey

(Received on 10.11.1994)

მათემატიკა

ქ. იაფარი

ჩაკეტილი ფორმით რეგრესიული ამოცანების ამოხსნის ერთი
მეთოდის შესახებ უტოლობებით შეზღუდვის პირობებში

რ ე ზ ი უ შ ე

შეიღობ კუნ-ტაკერის პირობების გამოყენებით მიღებულია ჩაკეტილი ფორმა
რეგრესიული ამოცანების ამოხსნის უტოლობებით შეზღუდვის პირობებში.

МАТЕМАТИКА

К. Япар

Об одном методе решения в замкнутой форме
регрессионных задач с ограничениями в виде
неравенств

Р е з ю м е

Получена замкнутая форма решения регрессионных задач с
ограничениями в виде неравенств только с помощью условий Куна-
Такера.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. H.W.Kuhn, A.W.Tucker. Nonlinear Programming. Second Berkeley Symposium Proceedings on Mathematical Statistics and Probability. Berkeley, California: University of California Press, 1951.

CASE 1

CONDITIONS

$$m_{12} > 0, m_{13} > 0, \frac{m_{12}}{m_{11}} > \frac{r_2}{r_1} \text{ and } \frac{m_{12}}{m_{11}} > \frac{r_1}{r_2}$$

$$m_{12} > 0, m_{23} > 0, \frac{m_{12}}{m_{22}} > \frac{r_1}{r_2} \text{ and } \frac{m_{23}}{m_{22}} > \frac{r_2}{r_1}$$

$$m_{13} > 0, m_{23} > 0, \frac{m_{12}}{m_{33}} > \frac{r_1}{r_2} \text{ and } \frac{m_{23}}{m_{33}} > \frac{r_2}{r_1}$$

$$m_{12} < 0, m_{13} > 0, m_{23} > 0 \text{ and } \frac{r_2}{r_1} \cdot \frac{|M_{23}|}{|M_{33}|} - \frac{r_1}{r_2} \cdot \frac{|M_{13}|}{|M_{33}|} \geq 1$$

$$m_{12} < 0, m_{13} > 0, m_{23} < 0 \text{ and}$$

$$m_{12} > 0, m_{13} > 0, m_{23} < 0, \frac{m_{12}}{m_{22}} < \frac{r_1}{r_2}, \frac{m_{12}}{m_{11}} < \frac{r_2}{r_1} \text{ and } \frac{r_2}{r_1} \cdot \frac{|M_{23}|}{|M_{33}|} - \frac{r_1}{r_2} \cdot \frac{|M_{13}|}{|M_{33}|} \geq 1$$

$$m_{12} > 0, m_{13} < 0, m_{23} > 0 \text{ and}$$

$$m_{13} < 0, m_{12} > 0, m_{23} < 0 \text{ and } \frac{r_1}{r_2} \cdot \frac{|M_{12}|}{|M_{22}|} + \frac{r_2}{r_1} \cdot \frac{|M_{23}|}{|M_{22}|} \geq 1$$

$$m_{13} < 0, m_{12} < 0, m_{23} > 0 \text{ and}$$

$$m_{13} > 0, m_{12} < 0, m_{23} > 0, \frac{m_{12}}{m_{33}} < \frac{r_1}{r_2}, \frac{m_{12}}{m_{11}} < \frac{r_2}{r_1} \text{ and } \frac{r_1}{r_2} \cdot \frac{|M_{12}|}{|M_{22}|} + \frac{r_2}{r_1} \cdot \frac{|M_{23}|}{|M_{22}|} \geq 1$$

$$m_{13} > 0, m_{12} > 0, m_{23} < 0 \text{ and}$$

ICLSE'S CORRESPONDING TO THE CONDITIONS

$$B^* = \hat{B} + (X'X)^{-1} A_1 \left(\frac{1}{m_{11}} \right) (P_1 - A_1' \hat{B})$$

$$B^* = \hat{B} + (X'X)^{-1} A_2 \left(\frac{1}{m_{22}} \right) (P_2 - A_2' \hat{B})$$

$$B^* = \hat{B} + (X'X)^{-1} A_3 \left(\frac{1}{m_{33}} \right) (P_3 - A_3' \hat{B})$$

$$B^* = \hat{B} + (X'X)^{-1} (A_1; A_2) M_{33}^{-1} \begin{bmatrix} r_1 \\ r_2 \end{bmatrix}$$

$$B^* = \hat{B} + (X'X)^{-1} (A_1; A_2) M_{33}^{-1} \begin{bmatrix} r_1 \\ r_2 \end{bmatrix}$$

$$B^* = \hat{B} + (X'X)^{-1} (A_1; A_2) M_{22}^{-1} \begin{bmatrix} r_1 \\ r_2 \end{bmatrix}$$

$$B^* = \hat{B} + (X'X)^{-1} (A_1; A_2) M_{22}^{-1} \begin{bmatrix} r_1 \\ r_2 \end{bmatrix}$$

20531

$$m_{22} < 0, m_{12} > 0, m_{11} > 0, \text{ and } \frac{r_2}{r_1} \cdot \frac{|M_{12}|}{|M_{11}|} - r_2 \cdot \frac{|M_{12}|}{|M_{11}|} \geq 1$$

$$m_{22} < 0, m_{12} > 0, m_{11} < 0 \text{ and}$$

$$m_{12} > 0, m_{22} > 0, m_{11} > 0, \frac{m_{22}}{m_{11}} < \frac{r_2}{r_1} \text{ and } \frac{m_{22}}{m_{11}} < \frac{r_2}{r_1}$$

$$m_{12} > 0, m_{22} > 0, m_{11} < 0 \text{ and}$$

$$|M_{11}|r_1 - |M_{12}|r_2 + |M_{13}|r_3 > 0, -|M_{12}|r_1 + |M_{22}|r_2 - |M_{23}|r_3 > 0 \text{ and } |M_{13}|r_1 - |M_{23}|r_2 + |M_{33}|r_3 > 0$$

$$B^* = \hat{B} + (X'X)^{-1}(A_2; A_3)M_{11}^{-1} \begin{bmatrix} r_1 \\ r_2 \\ r_3 \end{bmatrix}$$

.

.

.

$$B^* = \hat{B} + (X'X)^{-1}M^{-1} \begin{bmatrix} r_1 \\ r_2 \\ r_3 \end{bmatrix}$$

CASE 2

CONDITIONS

ICLE'S CORRESPONDING TO THE CONDITIONS

$$\frac{m_{12}}{m_{11}} \geq \frac{r_2}{r_1}; \frac{m_{12}}{m_{11}} \geq \frac{r_2}{r_1}$$

$$1 > \frac{m_{12}}{m_{22}} \cdot \frac{r_2}{r_1}; \frac{r_2}{r_1} > \frac{m_{12}}{m_{11}} \text{ and } r_2 \cdot \frac{|M_{22}|}{|M_{11}|} - r_1 \cdot \frac{|M_{12}|}{|M_{11}|} \geq r_2$$

$$1 > \frac{m_{12}}{m_{33}} \cdot \frac{r_2}{r_1}; \frac{r_2}{r_1} > \frac{m_{12}}{m_{11}} \text{ and } r_1 \cdot \frac{|M_{12}|}{|M_{22}|} + r_3 \cdot \frac{|M_{22}|}{|M_{22}|} \geq r_2$$

$$r_2 > \frac{m_{22}}{m_{33}} \cdot r_3; \frac{m_{22}}{m_{22}} r_2 < r_3 \text{ and } r_2 \cdot \frac{|M_{12}|}{|M_{11}|} - r_3 \cdot \frac{|M_{12}|}{|M_{11}|} \geq r_2$$

$$B^* = \hat{B} + (X'X)^{-1}A_1 \left(\frac{1}{m_{11}} \right) (P_1 - A_1; \hat{B})$$

$$B^* = \hat{B} + (X'X)^{-1}(A_1; A_2)M_{22}^{-1} \begin{bmatrix} r_1 \\ r_2 \end{bmatrix}$$

$$B^* = \hat{B} + (X'X)^{-1}(A_1; A_2)M_{22}^{-1} \begin{bmatrix} r_1 \\ r_2 \\ r_3 \end{bmatrix}$$

$$B^* = \hat{B} + (X'X)^{-1}(A_2; A_1)M_{11}^{-1} \begin{bmatrix} r_2 \\ r_3 \end{bmatrix}$$

$$|M_{11}|r_1 - |M_{12}|r_2 + |M_{13}|r_3 > 0, -|M_{12}|r_1 + |M_{22}|r_2 - |M_{23}|r_3 > 0, |M_{11}|r_1 - |M_{22}|r_2 + |M_{33}|r_3 > 0$$

$$B^* = \hat{B} + (X^*X)^{-1} (A_1; A_2; A_3) M^{-1} \begin{bmatrix} r_1 \\ r_2 \\ r_3 \end{bmatrix}$$

CASE 3

CONDITIONS

$$\frac{m_{12}}{m_{22}} \geq \frac{r_1}{r_2}, \frac{m_{21}}{m_{22}} \geq \frac{r_1}{r_2}$$

$$I > \frac{m_{12}}{m_{11}} \cdot \frac{r_1}{r_2}, \frac{r_1}{r_2} > \frac{m_{12}}{m_{22}} \text{ and } r_2 \cdot \frac{|M_{22}|}{|M_{33}|} - r_1 \cdot \frac{|M_{12}|}{|M_{33}|} \geq r_3$$

$$r_1 > \frac{m_{12}}{m_{33}} \cdot r_3; r_3 > \frac{m_{12}}{m_{11}} r_1 \text{ and } \frac{r_1}{r_2} \cdot \frac{|M_{12}|}{|M_{22}|} + \frac{r_2}{r_2} \cdot \frac{|M_{23}|}{|M_{22}|} \geq I$$

$$I > \frac{m_{21}}{m_{33}} \cdot \frac{r_1}{r_2}; \frac{r_1}{r_2} > \frac{m_{21}}{m_{22}} \text{ and } r_2 \cdot \frac{|M_{12}|}{|M_{11}|} - r_3 \cdot \frac{|M_{13}|}{|M_{11}|} \geq r_1$$

$$|M_{11}|r_1 - |M_{12}|r_2 + |M_{13}|r_3 > 0, -|M_{12}|r_1 + |M_{22}|r_2 - |M_{23}|r_3 > 0, |M_{11}|r_1 - |M_{22}|r_2 + |M_{33}|r_3 > 0$$

ICLE'S CORRESPONDING TO THE CONDITIONS

$$B^* = \hat{B} + (X^*X)^{-1} A_2 \left(\frac{I}{m_{22}} \right) (P_2 - A_2 \hat{B})$$

$$B^* = \hat{B} + (X^*X)^{-1} (A_1; A_2) M_{22}^{-1} \begin{bmatrix} r_1 \\ r_2 \end{bmatrix}$$

$$B^* = \hat{B} + (X^*X)^{-1} (A_1; A_2) M_{22}^{-1} \begin{bmatrix} r_1 \\ r_2 \end{bmatrix}$$

$$B^* = \hat{B} + (X^*X)^{-1} (A_2; A_3) M_{11}^{-1} \begin{bmatrix} r_2 \\ r_3 \end{bmatrix}$$

$$B^* = \hat{B} + (X^*X)^{-1} (A_1; A_2; A_3) M^{-1} \begin{bmatrix} r_1 \\ r_2 \\ r_3 \end{bmatrix}$$

CASE 4

CONDITIONS

$$\frac{m_{12}}{m_{11}} > \frac{r_1}{r_2}; \quad \frac{m_{22}}{m_{21}} > \frac{r_2}{r_1}$$

$$r_1 > \frac{m_{12}}{m_{22}} r_2; \quad r_2 > \frac{m_{12}}{m_{11}} r_1 \quad \text{and} \quad \frac{r_2}{r_1} \cdot \frac{|M_{22}|}{|M_{11}|} - \frac{r_1}{r_2} \cdot \frac{|M_{12}|}{|M_{11}|} \geq 1$$

$$\frac{r_1}{r_2} > \frac{m_{12}}{m_{22}}; \quad 1 > \frac{m_{12}}{m_{11}} \cdot \frac{r_1}{r_2} \quad \text{and} \quad r_1 \cdot \frac{|M_{12}|}{|M_{22}|} + r_2 \cdot \frac{|M_{22}|}{|M_{22}|} \geq r_2$$

$$1 > \frac{m_{22}}{m_{22}} \cdot \frac{r_2}{r_1}; \quad \frac{r_2}{r_1} > \frac{m_{22}}{m_{11}} \quad \text{and} \quad r_2 \cdot \frac{|M_{12}|}{|M_{11}|} - r_1 \cdot \frac{|M_{12}|}{|M_{11}|} \geq 1$$

$$|M_{11}|r_1 - |M_{12}|r_2 + |M_{11}|r_2 > 0, \quad -|M_{12}|r_1 + |M_{22}|r_2 - |M_{22}|r_2 > 0, \quad |M_{11}|r_1 - |M_{22}|r_2 + |M_{22}|r_2 > 0$$

ICLE'S CORRESPONDING TO
THE CONDITIONS

$$B^* = \hat{B} + (X'X)^{-1} A_3 \left(\frac{1}{m_{33}} \right) (P_3 - A_3' \hat{B})$$

$$B^* = \hat{B} + (X'X)^{-1} (A_1; A_2) M_{22}^{-1} \begin{bmatrix} r_1 \\ r_2 \end{bmatrix}$$

$$B^* = \hat{B} + (X'X)^{-1} (A_1; A_2) M_{22}^{-1} \begin{bmatrix} r_1 \\ r_2 \end{bmatrix}$$

$$B^* = \hat{B} + (X'X)^{-1} (A_2; A_3) M_{11}^{-1} \begin{bmatrix} r_1 \\ r_2 \end{bmatrix}$$

$$B^* = \hat{B} + (X'X)^{-1} (A_1; A_2; A_3) M^{-1} \begin{bmatrix} r_1 \\ r_2 \\ r_3 \end{bmatrix}$$

CASE 5

CONDITIONS

$$\frac{m_{12}}{m_{11}} \geq \frac{r_{2-1}}{r_1} \quad \text{and} \quad \frac{m_{12}}{m_{11}} \geq \frac{r_2}{r_1}$$

ICLE'S CORRESPONDING TO
THE CONDITIONS

$$B^* = \hat{B} + (X'X)^{-1} A_i \left(\frac{1}{m_{ii}} \right) (P_i - A_i' \hat{B}),$$

$$i=1,2$$

$$\frac{r_1}{r_2} \geq \frac{m_{12}}{m_{22}}, \quad \frac{r_2}{r_1} \geq \frac{m_{12}}{m_{11}} \quad \text{and} \quad r_2 \cdot \frac{|M_{22}|}{|M_{33}|} - r_1 \cdot \frac{|M_{12}|}{|M_{11}|} \geq r_3$$

$$1 > \frac{m_{12}}{m_{11}} \cdot \frac{r_2}{r_1}, \quad \frac{r_2}{r_1} > \frac{m_{12}}{m_{12}} \quad \text{and} \quad \frac{r_1}{r_2} \cdot \frac{|M_{12}|}{|M_{22}|} + \frac{r_2}{r_1} \cdot \frac{|M_{22}|}{|M_{22}|} \geq 1$$

$$1 > \frac{m_{12}}{m_{11}} \cdot \frac{r_2}{r_1}, \quad \frac{r_1}{r_2} > \frac{m_{21}}{m_{22}} \quad \text{and} \quad \frac{r_2}{r_1} \cdot \frac{|M_{12}|}{|M_{11}|} - \frac{r_1}{r_2} \cdot \frac{|M_{12}|}{|M_{11}|} \geq 1$$

$$|M_{11}|r_1 - |M_{12}|r_2 + |M_{11}|r_3 > 0, \quad -|M_{12}|r_1 + |M_{22}|r_2 - |M_{12}|r_3 > 0 \quad \text{and} \quad |M_{11}|r_1 - |M_{22}|r_2 + |M_{11}|r_3 > 0$$

$$B^* = \hat{B} + (X^T X)^{-1} (A_1; A_2) M_{33}^{-1} \begin{bmatrix} r_1 \\ r_2 \end{bmatrix}$$

$$B^* = \hat{B} + (X^T X)^{-1} (A_1; A_3) M_{22}^{-1} \begin{bmatrix} r_1 \\ r_3 \end{bmatrix}$$

$$B^* = \hat{B} + (X^T X)^{-1} (A_2; A_3) M_{11}^{-1} \begin{bmatrix} r_2 \\ r_3 \end{bmatrix}$$

$$B^* = \hat{B} + (X^T X)^{-1} A M^{-1} \begin{bmatrix} r_1 \\ r_2 \\ r_3 \end{bmatrix}$$

CASE 6

CONDITIONS

$$\frac{m_{i-1,i}}{m_{ii}} \geq \frac{r_{i-1}}{r_i} \quad \text{and} \quad \frac{m_{i+1,i}}{m_{ii}} \geq \frac{r_{i+1}}{r_i}$$

$$\frac{r_1}{r_2} > \frac{m_{12}}{m_{22}}, \quad 1 > \frac{m_{12}}{m_{11}} \cdot \frac{r_1}{r_2} \quad \text{and} \quad \frac{r_2}{r_3} \cdot \frac{|M_{22}|}{|M_{33}|} - \frac{r_1}{r_3} \cdot \frac{|M_{12}|}{|M_{11}|} \geq 1$$

$$\frac{r_1}{r_2} > \frac{m_{12}}{m_{22}}, \quad 1 > \frac{m_{12}}{m_{11}} \cdot \frac{r_1}{r_2} \quad \text{and} \quad \frac{r_1}{r_2} \cdot \frac{|M_{12}|}{|M_{22}|} + \frac{r_2}{r_1} \cdot \frac{|M_{22}|}{|M_{22}|} \geq 1$$

$$\frac{r_2}{r_3} > \frac{m_{22}}{m_{33}}, \quad \frac{r_2}{r_3} > \frac{m_{21}}{m_{22}} \quad \text{and} \quad r_2 \cdot \frac{|M_{12}|}{|M_{11}|} - r_3 \cdot \frac{|M_{12}|}{|M_{11}|} \geq r_1$$

ICLS'S CORRESPONDING TO THE CONDITIONS

$$B^* = \hat{B} + (X^T X)^{-1} A_i \left(\frac{1}{m_{ii}} \right) (r_i - A_i^T \hat{B})$$

$i=2,3$

$$B^* = \hat{B} + (X^T X)^{-1} (A_1; A_2) M_{33}^{-1} \begin{bmatrix} r_1 \\ r_2 \end{bmatrix}$$

$$B^* = \hat{B} + (X^T X)^{-1} (A_1; A_3) M_{22}^{-1} \begin{bmatrix} r_1 \\ r_3 \end{bmatrix}$$

$$B^* = \hat{B} + (X^T X)^{-1} (A_2; A_3) M_{11}^{-1} \begin{bmatrix} r_2 \\ r_3 \end{bmatrix}$$

$$|M_{11}|r_1 - |M_{12}|r_2 + |M_{13}|r_3 > 0, -|M_{12}|r_1 + |M_{22}|r_2 - |M_{23}|r_3 > 0, |M_{13}|r_1 - |M_{23}|r_2 + |M_{33}|r_3 > 0$$

$$B^* = \hat{B} + (X^*X)^{-1}(A_1; A_2; A_3)M^{-1} \begin{bmatrix} r_1 \\ r_2 \\ r_3 \end{bmatrix}$$

CASE 7

CONDITIONS

$$\frac{m_{12}}{m_{11}} \geq \frac{r_2}{r_1} \quad \text{and} \quad \frac{m_{11}}{m_{11}} \geq \frac{r_1}{r_1}$$

$$\frac{m_{21}}{m_{22}} \geq \frac{r_2}{r_2} \quad \text{and} \quad \frac{m_{11}}{m_{22}} \geq \frac{r_1}{r_2}$$

$$1 > \frac{m_{12}}{m_{22}} \cdot \frac{r_2}{r_1}; \quad \frac{r_2}{r_1} > \frac{m_{12}}{m_{11}} \quad \text{and} \quad \frac{r_2}{r_3} \cdot \frac{|M_{22}|}{|M_{23}|} - \frac{r_1}{r_3} \cdot \frac{|M_{12}|}{|M_{13}|} \geq 1$$

$$\frac{r_1}{r_2} > \frac{m_{12}}{m_{22}}, \quad \frac{r_1}{r_1} > \frac{m_{11}}{m_{11}} \quad \text{and} \quad r_1 \cdot \frac{|M_{12}|}{|M_{22}|} + r_2 \cdot \frac{|M_{22}|}{|M_{22}|} \geq r_2$$

$$\frac{r_2}{r_3} > \frac{m_{21}}{m_{22}}; \quad 1 > \frac{m_{21}}{m_{22}} \cdot \frac{r_2}{r_3} \quad \text{and} \quad \frac{r_2}{r_1} \cdot \frac{|M_{12}|}{|M_{11}|} - \frac{r_2}{r_1} \cdot \frac{|M_{13}|}{|M_{11}|} \geq 1$$

$$|M_{11}|r_1 - |M_{12}|r_2 + |M_{13}|r_3 > 0, -|M_{12}|r_1 + |M_{22}|r_2 - |M_{23}|r_3 > 0, |M_{13}|r_1 - |M_{23}|r_2 + |M_{33}|r_3 > 0$$

ICLE'S CORRESPONDING TO THE CONDITIONS

$$B^* = \hat{B} + (X^*X)^{-1}A_1 \left(\frac{1}{m_{11}} \right) (P_1 - A_1' \hat{B})$$

$$B^* = \hat{B} + (X^*X)^{-1}A_2 \left(\frac{1}{m_{22}} \right) (P_2 - A_2' \hat{B})$$

$$B^* = \hat{B} + (X^*X)^{-1}(A_1; A_2)M_{12}^{-1} \begin{bmatrix} r_1 \\ r_2 \end{bmatrix}$$

$$B^* = \hat{B} + (X^*X)^{-1}(A_1; A_2)M_{22}^{-1} \begin{bmatrix} r_1 \\ r_2 \end{bmatrix}$$

$$B^* = \hat{B} + (X^*X)^{-1}(A_2; A_3)M_{11}^{-1} \begin{bmatrix} r_2 \\ r_3 \end{bmatrix}$$

$$B^* = \hat{B} + (X^*X)^{-1}AM^{-1} \begin{bmatrix} r_1 \\ r_2 \\ r_3 \end{bmatrix}$$



Д.В.Гулуа

Об одном способе построения базисных функций

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т.Г.Гегелиа 6.10.1992)

В работе разработан метод „повторной аппроксимации“, заключающийся в следующем. Допустим, что некоторые базисные функции $\bar{\varphi}_i(x)$, $i=\overline{1, N}$ аппроксимируют $U(x)$ с точностью $O(h^p)$ на (a, b) . При этом обычно имеем

$$U(x) - \sum_{i=1}^N \alpha_i \bar{\varphi}_i = R(h, U^{(\bar{p})}), \tag{1}$$

где $R(h, U^{(\bar{p})})$ - линейная по h и $U^{(\bar{p})}$, $\|R\|=O(h^p)$. Если теперь представить

$$\frac{d^{\bar{p}} U(x)}{dx^{\bar{p}}} = \sum_{i=1}^N U^{(\bar{p})}(x_i) \bar{\psi}_i(x) + h^{p_1} R_1, \tag{2}$$

а $U^{(\bar{p})}$ в виде разностной аппроксимации

$$U^{(\bar{p})} = \sum_{i=1}^N k_i \alpha_i + h^{p_2} R_2, \tag{3}$$

подставив (3) в (2) и результат в (1), затем сгруппировав функции при α_i , можем получить представление

$$U(x) = \sum_{i=1}^N \alpha_i \bar{\phi}_i + h^q R,$$

где $q > p$. Таким образом, получаем новые базисные функции $\bar{\phi}_i(x)$, обладающие лучшими аппроксимирующими свойствами, чем исходные базисные функции $\bar{\varphi}_i(x)$ (или $\bar{\psi}_i(x)$).

Ниже в работе по вышеописанной методологии строятся специальные базисные функции, обладающие определенной степенью аппроксимации. Отметим, что идея построения базисных функций методом „повторной аппроксимации“ была описана в [1] применительно к конкретной задаче.

Построение базисных функций и их аппроксимационные свойства в одномерном случае.

1.1 Рассмотрим простой случай:

$$\bar{\varphi}_i = \bar{\psi}_i = p_i, U'(\xi_i) = (U(\xi_i) - U(\xi_i - h)) / h + O(h),$$

где
$$p_i(x) = \begin{cases} 1, & x \in (x_{i-1}, x_i) \\ 0, & x \notin (x_{i-1}, x_i). \end{cases}$$

Получим известные кусочно-линейные функции (домики)

$$\{\varphi_i(x)\}_{i=0}^N.$$

Таким образом,

$$U(x) = \sum_{i=0}^N U(x_i) \varphi_i(x) + O(h^2).$$

Получили известное утверждение [2]:

Если $U(x) \in W_{\infty}^2(a, b)$, то существует $\{\alpha_i\}_{i=0}^N$ такая, что справедлива

оценка

$$\left\| U(x) - \sum_{i=0}^N \alpha_i \varphi_i(x) \right\|_{L_{\infty}(a, b)} \leq ch^2.$$

1.2. Рассматривая случай

$$\varphi_i = \psi_i = \varphi, \quad U''(\xi_i) = (U''(\xi_i - h) - 2U(\xi_i) + U(\xi_i + h))/h^2 + O(h^2),$$

получаем базисные функции $\Phi_i(x) = \varphi_i(x) + h^2 \bar{W}_i(x)$, где

$$\bar{W}_i(x) = \begin{cases} W_{i-1}^{(2)}(x), & x \in (x_{i-2}, x_{i-1}), \\ -2W_i^{(2)}(x) + W_i^{(1)}(x), & x \in (x_{i-1}, x_i), \\ -2W_{i+1}^{(1)}(x) + W_{i+1}^{(2)}(x), & x \in (x_i, x_{i+1}), \\ W_{i+2}^{(1)}(x), & x \in (x_{i+1}, x_{i+2}), \\ 0, & \text{иначе} \end{cases}$$

$$W_i^{(1)}(x) = (h^2(x-x_{i-1}) + (x_i-x)^3 - h^3)/6h^3, \quad W_i^{(2)}(x) = ((x-x_{i-1})((x-x_{i-1})^2 - h^2))/6h^3 \quad \text{при}$$

$x \in (x_{i-1}, x_i)$, $W_0^{(2)} = W_1^{(1)} = W_N^{(2)} = W_{N+1}^{(1)} = 0$, для которых имеем

$$U(x) = \sum_{i=1}^{N-1} U(x_i) \Phi_i(x) + O(h^4).$$

Отметим, что функции $\Phi_i(x)$ линейно независимы и $\Phi_i(x) = \{1 \text{ при } i=j; 0 \text{ при } i \neq j\}$, т.е. $\Phi_i(x)$ обладает свойством, удобным при практическом применении.

1.3. Если рассмотреть

$$\bar{\varphi}_i = \bar{\psi}_i = \Phi_i, \quad U''(\xi_i) = (-U_{i+2} + 16U_{i+1} - 30U_i + 16U_{i-1} - U_{i-2})/12h^2 + O(h^4),$$

то получим базисные функции $X_i(x)$, обладающие повышенным порядком аппроксимации. Для $X_i(x)$ справедливо предложение:

Если $U(x) \in W_{\infty}^{\sigma}(a, b)$, $U''(a) = U''(b) = 0$, то существует линейная

комбинация $U_N(x) = \sum_{i=1}^{N-1} \alpha_i X_i(x)$, что

$$\|U(x) - U_N(x)\|_{L_{\infty}(a, b)} \leq ch^{\sigma} \|U(x)\|_{W_{\infty}^{\sigma}(a, b)}.$$

Отметим также, что функции $X_i(x)$ линейно независимы и $X_i(x) = 0$ при $i \neq j$ и $X_i(x_j) = 1$. Таким образом, коэффициенты α_i в разложении



$U_N(x) = \sum_{i=1}^{N-1} \alpha_i X_i(x)$ представляют собой значения приближенного решения в узлах сетки.

2. Построение базисных функций и теорема аппроксимации в многомерном случае.

Рассмотрим вопрос получения базисных функций в многомерном случае на примере R^2 . В случае R^n ($n > 2$) рассуждения и результаты будут аналогичны. В случае двух переменных базисные функции можно строить как $Q_{ij}(x,y) = \bar{\Phi}_i(x) \bar{\Phi}_j(y)$, где $\bar{\Phi}_i(x)$ и $\bar{\Phi}_j(y)$ - базисные функции в случае R^1 . Аппроксимирующие свойства $Q_{ij}(x,y)$ даются в следующей теореме.

Теорема. Пусть функции $\bar{\Phi}_i(x)$ и $\bar{\Phi}_j(y)$ - ограниченные базисные функции с конечным носителем диаметра порядка h , обладающие следующими аппроксимирующими свойствами:

$$\left\| U(x) - \sum_{i=0}^N U(x_i) \bar{\Phi}_i(x) \right\|_{L_\infty(a,b)} \leq ch^k \|U\|_{W_\infty^{k,\lambda}(a,b)},$$

$$\left\| U(y) - \sum_{j=0}^N U(y_j) \bar{\Phi}_j(y) \right\|_{L_\infty(c,d)} \leq ch^k \|U\|_{W_\infty^{k,\lambda}(c,d)}.$$

Тогда для любой функции $U(x,y) \in W_\infty^{k,k}$ существуют $\{\alpha_{ij}\}_{i,j=1}^N$ такие, что выполнено неравенство

$$\left\| U(x,y) - \sum_{i=0}^N \sum_{j=0}^N \alpha_{ij} \bar{\Phi}_i(x) \bar{\Phi}_j(y) \right\|_{L_\infty(\Omega)} \leq c_0 h^k \left(\|U\|_{W_\infty^{k,\lambda}(a,b)} + \|U\|_{W_\infty^{k,\lambda}(c,d)} \right), \text{ где } c_0$$

- постоянная, не зависящая от h .

Заметим, что построение многомерных базисных функций можно производить аналогично описанному выше методу "повторной аппроксимации", хотя в этом случае построение достаточно трудоемкое.

Итак, в данной работе показано, как можно, подбирая разные исходные функции и разные аппроксимации производных, получать новые базисные функции, дающие более высокий порядок аппроксимации.

Грузинский технический университет

(Поступило 9.10.1992)

დ. გულუა

ბაზისური ფუნქციების აგების ერთი მეთოდის შესახებ

რეზიუმე

ნაშრომში დამუშავებულია ბაზისური ფუნქციების აგების ახალი მეთოდი. ამ მეთოდის გამოყენებით აგებულია სპეციალური ბაზისური ფუნქციები, რომელთათვისაც მიღებულია აპროქსიმაციის ცდომილების შეფასებები.

MATHEMATICS

D. Gulua

About One Method of Construction of the Basis Functions

Summary

The new method of construction of basis functions is studied in this article. By means of this method special basis functions, for which we have the estimations of approximation of error are constructed.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. *В.И.Агошков, Д.В.Гулуа.* Алгоритм возмущений для реализации конечномерных аппроксимаций задач М., 1990. Препринт 253.
2. *Г.И.Марчук, В.И.Агошков.* Введение в проекционно-сеточные методы. М., 1981.



У.К.Гогинава

О сходимости рядов Фурье-Уолша-Пэли

(Представлено членом-корреспондентом Академии А.В.Жижинашвили 5.11.1992)

В настоящей статье приведены признаки равномерной и поточечной сходимости рядов Фурье-Уолша-Пэли. Хорошо известно, что понятие вариации функции впервые было введено Жорданом при исследовании вопроса о сходимости рядов Фурье. Обобщение этого понятия дано в работах Винера [1], Юнга [2], Чантурия [3], Кита и Ионеда [4], Шембари и Шрама [5].

Введем некоторые определения и обозначения (см. [3,5]).

Пусть

$$V_p[n^\alpha] = \{f \in M[0,1]: v_p(n, f) = O(n^\alpha)\},$$

где $M[0,1]$ - класс ограниченных функций на отрезке $[0,1]$,

$$v_p(n, f) = \sup_{\Pi_n} \left\{ \sum_{k=1}^n |f(x_k) - f(x_{k-1})|^p \right\}^{\frac{1}{p}},$$

а Π_n обозначает произвольную систему n попарно непересекающихся интервалов.

При $\alpha=0$ введенный класс совпадает с классом Винера [1], а при $p=1$ - с классом Чантурия [3].

Пусть f -ограничения периодическая на $(-\infty, \infty)$ функция с периодом 1 и

$$\Delta: \dots t_{-1} < t_0 < t_1 < \dots,$$

где $t_{k+m} = t_{k+1}$ для любых $k = 0, \pm 1, \pm 2, \dots, m = 1, 2, \dots$

Введем обозначение

$$BV(p(n)\uparrow p) = \{f \in M[0,1]: V(f, p(n)\uparrow p) < \infty, 1 \leq p \leq \infty,$$

где

$$V(f, p(n)\uparrow p) = \sup_{n \geq 1} \sup \left\{ \left(\sum_{k=1}^m |f(t_k) - f(t_{k-1})|^{p(n)} \right)^{\frac{1}{p(n)}} : \rho(\Delta) \geq \frac{2}{2^n} \right\},$$

$$\rho(\Delta) = \inf_k |t_k - t_{k-1}|.$$

Класс $BV(p(n)\uparrow p)$ впервые рассматривался в работе [4].

При $p(n)=p$ класс $BV(p(n)\uparrow p)$ совпадает с классом Винера [1].

Нами установлены следующие утверждения:

Теорема 1. Пусть $f \in V_p[n^\alpha]$, $1 \leq p < \infty$, $0 \leq \alpha < \frac{1}{p}$. Тогда ряд Фурье-Уолша-

Пэли сходится во всех точках непрерывности функции f и в остальных точках расходится.

Для $\alpha=0$ этот результат известен (см. [7]).

Заметим также, что при $\alpha = \frac{1}{p}$ существует непрерывная функция, ряд Фурье-Уолша-Пэли которой расходится в точке.

Теорема 2. Пусть f - функция из класса $BV(p(n) \uparrow p)$. Если $p(2n) \leq cp(n)$, где c - положительная константа, и

$$\omega\left(f, \frac{1}{n}\right) = o\left(\frac{1}{p([\log n]) \log p([\log n])}\right) \quad (n \rightarrow \infty),$$

то ряд Фурье-Уолша-Пэли функции f равномерно сходится на $[0, 1]$.

Для тригонометрической системы подобный результат установлен в работе [6].

Тбилисский государственный
университет
им. И.А.Джавахишвили

(Поступило 6.11.1992)

მათემატიკა

უ. გოგინავა

ფურიე-უოლში-პელის მწკრივების კრებადობის შესახებ

რეზიუმე

გამოკვლეულია ფურიე-უოლში-პელის მწკრივების თანაბარი და წერტილოვანი კრებადობა.

MATHEMATICS

Y. Goginava

On the Convergence of Fourier-Walsh-Palley Series

S u m m a r y

Uniform and pointwise convergence of Fourier-Walsh-Palley series is studied.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. N.Wiener. Mass.Y.Math., 3,1924.
2. L.Young. Acta Math., 67, 1936.
3. З.А.Чантурия. ДАН СССР, 214, 1, 1974.
4. H.Kita, K. Ionedo. Acta Math., 56, 1990.
5. P.Shembar, M. S. Schamm. Colloq.Math., v. LX/LXI, 1990.
6. H.Kita. Acta Math., 49, 1987.
7. Ionedo. Acta Math., 49, 1987.



Г.А.Лепсверидзе

О взаимоотношении дифференцируемости интегралов относительно сетей с сильной дифференцируемостью по разным направлениям

(Представлено академиком А.В.Жижишвили 19.10.1994)

Пусть $B = \{ \cup B(x) : x \in \mathbb{R}^n \}$ - некоторый дифференциальный базис в \mathbb{R}^n ($n \geq 2$) ([1], с.43). Если $f \in L_{loc}(\mathbb{R}^n)$, $x \in \mathbb{R}^n$, то через $\overline{D}_B(f)(x)$ и $\underline{D}_B(f)(x)$ соответственно обозначим верхнюю и нижнюю производную интеграла \int_V в точке x относительно базиса B ([1], с.64).

Если $\overline{D}_B(f)(x) = \underline{D}_B(f)(x)$, то это число обозначим через $D_B(f)(x)$ и будем говорить, что базис B дифференцирует \int_V , если соотношение $D_B(f)(x) = f(x)$ выполнено почти для всех $x \in \mathbb{R}^n$.

Через J обозначим дифференциальный базис, образованный всеми n -мерными открытыми интервалами - прямоугольниками, стороны которых параллельны осям координат. Если $f \in L_{loc}(\mathbb{R}^n)$ и \int_V дифференцируем относительно J на множестве G , то будем говорить, что \int_V сильно дифференцируем на G .

Через J_0 обозначим дифференциальный базис, для которого $J_0(x)$, $x \in \mathbb{R}^n$ состоит из всех n -мерных интервалов $R_i R_x$, которые представимы в виде: существуют такие натуральные числа K_i, m_i , ($i \leq K_i \leq 2^{m_i}$) $i=1, 2, \dots, n$, что

$$R = \prod_{i=1}^n \left(\frac{K_i - 1}{2^{m_i}}, \frac{K_i}{2^{m_i}} \right).$$

Отметим, что прямоугольная сходимость кратного ряда Фурье-Хаара интегрируемой функции f , тесно связана с дифференцируемостью интеграла \int_V относительно базиса J_0 [2].

Пусть γ ортогональный базис в \mathbb{R}^n . Множество таких базисов обозначим через $\Gamma(\mathbb{R}^n)$. Элементы $\Gamma(\mathbb{R}^n)$ будем называть направлениями. Стандартное направление в \mathbb{R}^n обозначим символом γ^0 .

Если $\gamma \in \Gamma(\mathbb{R}^n)$, то через J^γ будем обозначать дифференциальный базис в \mathbb{R}^n , который состоит из всех n -мерных прямоугольников, стороны которых параллельны векторам из γ .

Пусть $f \in L_{loc}(\mathbb{R}^n)$. Ниже будем рассматривать следующую максимальную функцию Харди-Литлвада

$$M_{J_\theta}(f)(x) = \sup_{\substack{R \in J_\theta \\ x \in R}} \frac{1}{|R|} \left| \int_R f(y) dy \right|, \quad x \in \mathbb{R}^n.$$

Ясно, что если $f \in L_{loc}(\mathbb{R}^n)$ и $\int f$ сильно дифференцируем в некоторой точке, то $\int f$ дифференцируем относительно J_θ в той же точке. Полученные в работе [3] результаты дают ответ на следующий вопрос: что можно сказать о сильной дифференцируемости $\int f$, если известно, что $\int f$ дифференцируем относительно J_θ . В частности, показано (см. теорему 1 [3]), что если $f \geq 0$, $f \in L(\mathbb{R}^n)$ и $\int f$ дифференцируем относительно J_θ на некотором множестве, то $\int f$ сильно дифференцируем почти всюду на том же множестве. С другой стороны, показано (см. теорему 2 [3]), что для произвольных функций базисы J и J_θ ведут себя не одинаково. Более того, в работе [4] доказана следующая

ТЕОРЕМА 1. Пусть $\Phi(t)$ измеримая по Борелю функция на $(0, \infty)$ и $\Phi(t) = \overline{O}^+(\log t)^{n-1}$, $t \rightarrow \infty$. Существует функция $f \in L\Phi(L)(\mathbb{R}^n)$, для которой выполнены следующие условия:

- 1) $D_{J_\theta}(f)(x) = f(x)$ П.В.

Более того,

$$M_{J_\theta}(f) \in L\Phi(L)([0, 1]^n);$$

- 2) $\overline{D}_J(f)(x) = +\infty$ П.В. $x \in [0, 1]^n$.

В настоящей статье получен результат, который представляет собой усиление теоремы 1. Оно показывает, что для некоторых функций не только J , но все $J', \gamma \in \Gamma(\mathbb{R}^n)$ одновременно ведут себя хуже, чем J_θ . Точнее, справедлива следующая

ТЕОРЕМА 2. Пусть $\Phi(t)$ измеримая по Борелю функция на $(0, \infty)$ и $\Phi(t) = \overline{O}^+(\log t)^{n-1}$, $t \rightarrow \infty$. Существует функция $f \in L\Phi(L)(\mathbb{R}^n)$, для которой выполнены следующие условия:

- 1) $D_{J_\theta}(f)(x) = f(x)$ П.В.

Более того,

$$M_{J_\theta}(f) \in L\Phi(L)([0, 1]^n);$$

- 2) для каждого направления $\gamma \in \Gamma(\mathbb{R}^n)$

$$\overline{D}_{J'}(f)(x) = +\infty \quad \text{П.В. } x \in [0, 1]^n.$$

Заметим, что последняя теорема не является следствием теоремы 1. Действительно, в работе [5] построена такая суммируемая на $(0, 1)^2$ функция f , для которой $\int f$ сильно не дифференцируем почти всюду на

$(0,1)^2$, но дифференцируем сильно по всем остальным направлениям (то есть, дифференцируем относительно J^γ , $\gamma \in \Gamma(\mathbb{R}^n) \setminus \gamma$).

Тбилисский государственный
университет им. И.А.Джавახишвили

(Поступило 27.10.1994)

მათემატიკა

გ.ლ.ლესვერიძე

ინტეგრალთა ბადეების მიმართ დიფერენცირებისა და
სხვადასხვა მიმართულებით ძლიერად დიფერენცირების
დამოკიდებულების შესახებ

რ ე ზ ი უ მ ე

ნაჩვენებია, რომ ნებისმიერ ინტეგრალურ კლასში, რომელიც უფრო ფართოა ვიდრე $L(\log^+ L)^{n-1}(\mathbb{R}^n)$, არსებობს ისეთი f ფუნქცია, რომ $\int f$ დიფერენცირებადია ბადეების მიმართ თითქმის ყველგან, მაგრამ არ არის ძლიერად დიფერენცირებადი თითქმის ყველგან $[0,1]^n$ -ზე არც ერთი მიმართულებით.

MATHEMATICS

G. Lepsveridze.

On the Relation between the Differentiability of Integrals with Respect to the Nets and Strong Differentiability in Various Directions

S u m m a r y

It is shown that in any class of functions which is wider than $L(\log^+ L)^{n-1}(\mathbb{R}^n)$ there exists a function f , for which $\int f$ is differentiable almost everywhere with respect to the nets, but is not strong differentiable on $[0,1]^n$ in any direction.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. М.Гусман. Дифференцирование интегралов в \mathbb{R}^n . М., 1978.
2. В.А.Скворцов. Матем. заметки, 4, 1, 1968, 33-40.
3. Т.Ш.Зерекидзе. Тр.Тбил. матем. ин-та, 76, 1985.
4. Т.Ш.Зерекидзе. Тр.Тбил. матем. ин-та, 86, 1987.
5. G.L.Lepsveridze. Georg. Math.J. (to appear).

T.Burchuladze (Academician of Georgian Academy of Sciences)

On Dynamic Three-Dimensional Contact Problems of Generalized Theory of Elastothermodiffusion

In the present paper the system of partial differential equations of Green-Lindsay [1] generalised theory of elastothermodiffusion is considered. The initial boundary value problems in piecewise homogeneous media with different boundary and contact conditions are investigated. Mathematical substantiation of the Riesz-Fisher-Kupradze's method (the method of discrete singularities) is given and approximate solutions are constructed.

Let us consider a three-dimensional isotropic elastic medium in which thermodiffusion process takes place. Strained state is described by the displacement vector $v(x,t)=(v_1,v_2,v_3)^T = \|v_k\|_{3 \times 1}$, temperature variation $v_4(x,t)$ and by the "chemical potential" $v_5(x,t)$ of the medium, where $x=(x_1, x_2, x_3)$ is a point of the Euclidean space R^3 and t is a time.

The object of our investigation is a system [1,2,3]

$$L \left(\frac{\partial}{\partial x}, \frac{\partial}{\partial t} \right) V(x,t) = H(x,t) \quad (1)$$

where $V=(v_1, \dots, v_5)^T = (v, v_4, v_5)^T = \|v_k\|_{5 \times 1}$ is an unknown vector,

$$LV = \| (LV)_k \|_{5 \times 1},$$

$$(LV)_k = \begin{cases} \mu \Delta v_k + (\lambda + \mu) \frac{\partial}{\partial x_k} \operatorname{div} v - \rho \frac{\partial^2 v}{\partial t^2} - \sum_{l=1}^2 \gamma_l (1 + \tau^l \frac{\partial}{\partial t}) \frac{\partial v_{k+1}}{\partial x_k}, & k=1,2,3, \\ \delta_{k-3} \Delta v_k - a_{k-3} \left(1 + \tau^0 \frac{\partial}{\partial t} \right) \frac{\partial v_k}{\partial t} - \\ \quad - \gamma_{k-3} \frac{\partial}{\partial t} \operatorname{div} v - a_{12} \left(1 + \tau^0 \frac{\partial}{\partial t} \right) \frac{\partial v_{9-k}}{\partial t}, & k=4,5 \end{cases}$$

$H(x,t)=(X, X_4, X_5)^T = (X_1, \dots, X_5)^T = \|X_k\|_{5 \times 1}$ is a given vector function. Elastic, heat, diffusion and relaxation constants T^0, T^l satisfy natural restrictions [3].

$$\gamma_k > 0, \mu > 0, 3\lambda + 2\mu > 0, \rho > 0, a_k > 0, \delta_k > 0, k=1,2,$$

$$a_1 a_2 - a_{12}^2 > 0, \tau^l \geq \tau^0 > 0.$$

In particular, the classical case is realized for $T^l = T^0 = 0$.

Main differential operators of this theory have the form

$$P_{\tau,(k)} \left(\frac{\partial}{\partial x}, \frac{\partial}{\partial t}, n(x) \right) V(x,t) = \left(T \left(\frac{\partial}{\partial x}, n(x) \right) v(x,t) - \right. \\ \left. -n(x) \sum_{l=1}^2 \gamma_l \left(I + \tau^1 \frac{\partial}{\partial t} \right) v_{3+l}, -(\delta_{1k} + \delta_{2k}) v_4 + (\delta_{3k} + \delta_{0k}) \delta_1 \frac{\partial v_4}{\partial n}, \right. \\ \left. -(\delta_{1k} + \delta_{3k}) v_5 + (\delta_{2k} + \delta_{0k}) \delta_2 \frac{\partial v_5}{\partial n} \right)^T,$$

$$Q_{(k)} \left(\frac{\partial}{\partial x}, n(x) \right) V(x,t) =$$

$$\left(v, (\delta_{1k} + \delta_{2k}) \delta_1 \frac{\partial v_4}{\partial n} + (\delta_{3k} + \delta_{0k}) v_4, (\delta_{1k} + \delta_{3k}) \delta_2 \frac{\partial v_5}{\partial n} + (\delta_{2k} + \delta_{0k}) v_5 \right)^T,$$

$$k=0,3$$

where

$$T \left(\frac{\partial}{\partial x}, n(x) \right) = \mu \delta_{jk} \frac{\partial}{\partial n} + \lambda n_j \frac{\partial}{\partial x_k} + \mu n_k \frac{\partial}{\partial x_j} \quad 3 \times 3$$

is a matrix differential operator of elastic stresses in the classical theory [3,4],

$n(x) = (n_1, n_2, n_3)$ is a unit vector, δ_{jk} is a Kroneker symbol, $\tilde{P}_{\tau,(k)}$ is an operator conjugate to $P_{\tau,(k)}$ and the sign T denotes transposition.

Let S be a compact closed surface of the class $\Lambda_2(\alpha)$, $\alpha > 0$ [3,4]; let ${}_1\mathcal{D}_k$, $k=0,7$, be nonintersecting domains inside S with Liapounoff's boundaries ${}_1S_k$ respectively, $({}_1\mathcal{D}_k \cap {}_1\mathcal{D}_m = \emptyset, k \neq m)$, and let ${}_2\mathcal{D}_k$, $k=0,7$ be nonintersecting finite domains outside S with Liapounoff's boundary surfaces ${}_2S_k$ respectively; let ${}_1\mathcal{D}$ be a domain with the boundary $\bigcup_{k=0}^7 S_k$ and ${}_2\mathcal{D}$ be an infinite domain bounded by surfaces $\bigcup_{k=0}^7 S_k$

Consider an infinite domain ${}_1\mathcal{D} \cup S \cup {}_2\mathcal{D} \equiv \mathbb{R}^3 \bigcup_{j=1k=0}^2 \bigcup_j {}_j\mathcal{D}_k$, S being a contacting surface.

Let ${}_1\mathcal{D}$ and ${}_2\mathcal{D}$ be the two different homogeneous isotropic physical elastic media. Elastothermodiffusion constants for the medium \mathcal{D} will be denoted by the left subscripts ${}_j\lambda, {}_j\mu, \dots, {}_j\tau^1, {}_j\tau^0$, while differential operators by ${}_jL, {}_jP_{\tau,(k)}, \dots, j=1,2$.

Problem A'. In an infinite cylinder

$$\Omega_{\infty}^{1,2} \equiv \{(x,t): x \in {}_1\mathcal{D} \cup {}_2\mathcal{D}, t \in]0, \infty[\}$$

determine a regular vector $V = (v, v_4, v_5, \dots)^T: \Omega_{\infty}^{1,2} \rightarrow R^5$ of the class $C^1(\Omega_{\infty}^{1,2}) \cap C^2(\Omega_{\infty}^{1,2})$ form the following conditions:

$$\forall (x,t) \in \Omega_{\infty}^{1,2}: {}_j L \left(\frac{\partial}{\partial x}, \frac{\partial}{\partial t} \right) V(x,t) = {}_j H(x,t), x \in {}_j\mathcal{D}, j=1,2,$$

$$\forall x \in {}_j\mathcal{D}: \lim_{t \rightarrow +0} V(x,t) = {}_j\varphi^{(0)}(x), \lim_{t \rightarrow +0} \frac{\partial V(x,t)}{\partial t} = {}_j\varphi^{(1)}(x), j=1,2,$$

$$\begin{aligned} \forall y \in S, t \geq 0: \quad & \lim_{\substack{\mathcal{D} \ni x \rightarrow y \in S \\ \mathcal{D} \ni \alpha \rightarrow y \in S}} {}_1 Q_{(k_0)} \left(\frac{\partial}{\partial x}, n(y) \right) V(x, t) - \\ & - \lim_{\substack{\mathcal{D} \ni x \rightarrow y \in S \\ \mathcal{D} \ni \alpha \rightarrow y \in S}} {}_2 Q_{(k_0)} \left(\frac{\partial}{\partial x}, n(y) \right) V(x, t) = f(y, t), \\ & \lim_{\substack{\mathcal{D} \ni x \rightarrow y \in S \\ \mathcal{D} \ni \alpha \rightarrow y \in S}} {}_1 P_{\tau, (k_0)} \left(\frac{\partial}{\partial x}, \frac{\partial}{\partial t}, n(y) \right) V(x, t) - \\ & - \lim_{\substack{\mathcal{D} \ni x \rightarrow y \in S \\ \mathcal{D} \ni \alpha \rightarrow y \in S}} {}_2 P_{\tau, (k_0)} \left(\frac{\partial}{\partial x}, \frac{\partial}{\partial t}, n(y) \right) V(x, t) = F(y, t), \end{aligned} \quad (2)$$

$$\forall y \in_j S_k, t \geq 0: \quad \lim_{\substack{j \mathcal{D} \ni x \rightarrow y \in_j S_k \\ j \mathcal{D} \ni \alpha \rightarrow y \in_j S_k}} {}_j Q_{(k)} V(x, t) = f_{(k)}(y, t), \quad k = \overline{0, 3}, \quad j = 1, 2,$$

$$\forall y \in_j S_k, t \geq 0: \quad \lim_{\substack{j \mathcal{D} \ni x \rightarrow y \in_j S_k \\ j \mathcal{D} \ni \alpha \rightarrow y \in_j S_k}} {}_j P_{\tau, (k)} V(x, t) = F_{(k)}(y, t), \quad k = \overline{4, 7}, \quad j = 1, 2.$$

Here $k_0 = \overline{0, 7}$ is a fixed number.

Using formally the Laplace transform

$$\hat{V}(x, \zeta) = \int_0^{\infty} e^{-\zeta t} V(x, t) dt, \quad \zeta = \sigma + iq, \quad \sigma > \sigma_0^*,$$

where σ_0^* is a definite constant, Problem A' is reduced to the corresponding elliptic Problem $\hat{A}(\zeta)$ with a complex parameter ζ for the representation $\hat{V}(x, \zeta)$.

Problem $\hat{A}(\zeta)$. Define the vector

$$\hat{V} = (\hat{v}, \hat{v}_4, \hat{v}_5)^T, \quad \forall \zeta \in \Pi_{\sigma_0^*} = \{\zeta: \operatorname{Re} z > \sigma_0^*\}, \quad \hat{V} \in C^1(\overline{1} \mathcal{D} \cup_2 \overline{\mathcal{D}}) \cap C^2(\overline{1} \mathcal{D} \cup_2 \mathcal{D}),$$

regular in ${}_j \mathcal{D} \cup_2 \mathcal{D}$ from the following conditions

$$\forall (x, t) \in \mathcal{D}: \quad {}_j L \left(\frac{\partial}{\partial x}, \zeta \right) \hat{V}(x, t) = {}_j \tilde{H}(x, \zeta), \quad j = 1, 2, \quad (3)$$

$$\forall y \in S: \quad [{}_1 Q_{(k_0)} \hat{V}(y, \zeta)]^+ - [{}_2 Q_{(k_0)} \hat{V}(y, \zeta)]^- = \hat{f}(y, \zeta),$$

$$\left[{}_1 P_{\tau, (k_0)} \left(\frac{\partial}{\partial y}, \zeta, n \right) \hat{V}(y, \zeta) \right]^+ - \left[{}_2 P_{\tau, (k_0)} \left(\frac{\partial}{\partial y}, \zeta, n \right) \hat{V}(y, \zeta) \right]^- = \hat{F}(y, \zeta), \quad (4)$$

$$\forall y \in_j S_k: \quad [{}_j Q_{(k)} \hat{V}(y, \zeta)]^+ = {}_j \hat{f}_{(k)}(y, \zeta), \quad k = \overline{0, 3}, \quad j = 1, 2 \quad (5)$$

$$\forall y \in_j S_k: \quad [{}_j P_{\tau, (k)} \hat{V}(y, \zeta)]^+ = {}_j \hat{F}_{(k)}(y, \zeta), \quad k = \overline{4, 7}, \quad j = 1, 2 \quad (6)$$

Let ${}_j G_{\tau}(x, y, \zeta, \mathbb{R}^3) = {}_j \Phi_{\tau}(x, y, \zeta) - {}_j \mathcal{G}_{\tau}(x, y, \zeta, \mathbb{R}^3)$ be the Green's tensor (5x5 matrix) of the differential operator ${}_j L \left(\frac{\partial}{\partial x}, \zeta \right)$ for an infinitive homogeneous domain ${}_j \mathbb{R}^3 = \mathbb{R}^3 \setminus \bigcup_{k=0}^7 {}_j \overline{\mathcal{D}}_k$

with mixed boundary conditions (5) and (6) on $\bigcup_{k=0}^7 {}_j S_k$, respectively. Here ${}_j \Phi_{\tau}$ is a



singular matrix of fundamental solutions of the operator $\mathcal{L}\left(\frac{\partial}{\partial x}, \zeta\right)$ which is

constructed explicitly in elementary functions [3] and g_τ is a regular matrix $j=1,2$.

For the regular solution $\hat{V}(x, \zeta)$ of Problem $\hat{A}(\zeta)$, taking contact and boundary conditions into account, we have the representation

$$2 \chi_{, \mathcal{D}}(x) \hat{V}(x, \zeta) = (-1)^{j+1} \int \int_j Q_{(k_0)j} G_\tau^T(x, z, \zeta, j \mathbf{R}^3) \Big]^T \left[{}_1 P_{\tau, (k_0)} \left(\frac{\partial}{\partial x}, \zeta, n \right) \hat{V} \right]^+ d_2 S +$$

$$+ (-1)^j \int \int_S \left[{}_j \tilde{P}_{\tau, (k_0)j} G_\tau^T \right]^T \left[{}_j Q_{(k_0)j} \hat{V} \right]^+ d_2 S + (-1)^{j+1} {}_j \theta(x, \zeta), \quad (7)$$

$$x \in {}_j R^3 \setminus S, \quad j=1,2,$$

where $\chi_{, \mathcal{D}}(x)$ is a characteristic function of the domain \mathcal{D} and ${}_j \theta$ are known vector functions. We can easily see that if the vectors $\left[{}_j Q_{(k_0)j} \hat{V} \right]^+$ and $\left[{}_1 P_{\tau, (k_0)} \hat{V} \right]^+$ are found from (7) for $j=1, x \in {}_2 \mathcal{D}$ and $j=2, x \in {}_1 \mathcal{D}$, then substituting these values in (7) for $j=1, x \in {}_1 \mathcal{D}$ and $j=2, x \in {}_2 \mathcal{D}$ we can construct the solution of Problem $\hat{A}(\zeta)$.

Denote

$${}_j \Psi(x, z, \zeta) = \left[{}_j \tilde{P}_{\tau, (k_0)j} G_\tau^T(x, z, \zeta) \right]^T_{3 \times 5}, \quad \left[-{}_j Q_{(k_0)j} G_\tau^T \right]^T_{3 \times 10} \quad (8)$$

$\psi(x, \zeta) = \psi_k \quad 10 \times 1 = \left(\left[{}_1 Q_{(k_0)} \hat{V} \right]^+, \left[{}_1 P_{\tau, (k_0)} \hat{V} \right]^+ \right)^T$. According to (7) we shall have

$$\forall x \in {}_j \mathcal{D}: \int_S {}_j \Psi(x, z, \zeta) \psi(z, \zeta) d_2 S = {}_j \theta(x), \quad j=1,2 \quad (S \equiv {}_j \mathcal{D}). \quad (9)$$

Let ${}_1 \tilde{S}$ be a closed surface lying strictly completely inside ${}_1 \mathcal{D}$ and overlapping the surface $\bigcup_{k=0}^7 {}_1 S_k$; let ${}_2 \tilde{S}$ be a closed surface lying strictly completely inside ${}_2 \mathcal{D}$ and

overlapping the surface S and let $\left\{ {}_j x^k \right\}_{k=1}^{\infty}, j=1,2$ be countable set of points dense everywhere on ${}_j \tilde{S}$. The rows of the matrix ${}_j \Psi$ regarded as ten-component vectors

(columns) we denote by ${}_j \Psi^1, {}_j \Psi^2, \dots, {}_j \Psi^5$ and consider an infinite countable set of vectors

$$\Psi^k(z) \equiv a_k \Psi^{l_k}({}_0 x^{q_k}, z, \zeta), \quad k=1, \infty, \quad (10)$$

where

$$a_k = k - 2 \begin{bmatrix} k-1 \\ 2 \end{bmatrix}, \quad b_k = 2 \begin{bmatrix} k+1 \\ 2 \end{bmatrix} - k + 1,$$

$$l_k = \begin{bmatrix} k+1 \\ 2 \end{bmatrix} - 5 \begin{bmatrix} k+1 \\ 2 \end{bmatrix} - 1, \quad q_k = \begin{bmatrix} k+1 \\ 2 \end{bmatrix} + 4;$$

[k] is the greatest entire part of the number k.

Theorem. The set (10) in linearly independent and complete in a vector Hilbert space $L_2(S)$; i.e. it forms a basis in that space.

For the proof of this theorem see [3,5]. By (9) we have

$$(\psi, \bar{\psi}^k) = \int_S [\bar{\psi}^k]^T \psi \alpha dS = \alpha_k \theta_{l_k}(b_k, x^{q_k}), \quad k = \overline{1, \infty}. \quad (11)$$

If we determine the coefficients α_k from the solvable algebraic system

$$\sum_{k=1}^N \alpha_k (\bar{\psi}^k, \bar{\psi}^l) = (\psi, \bar{\psi}^l), \quad l = \overline{1, N}$$

then according to the property of the space $L_2(S)$ we shall have

$$\lim_{N \rightarrow \infty} \left\| \psi(z) - \sum_{k=1}^N \alpha_k \bar{\psi}^k(z) \right\|_{L_2(S)} = 0 \quad (12)$$

Denote:

$$\begin{aligned} \psi &= \sum_{k=1}^N \alpha_k \bar{\psi}^k(z), \quad \left({}_N Q_{(k_0)} \hat{V} \right)^+ = \sum_{k=1}^N \alpha_k (\bar{\psi}_1^k, \dots, \bar{\psi}_5^k)^T, \\ & \left({}_N P_{\tau, (k_0)} \hat{V} \right)^+ = \sum_{k=1}^N \alpha_k (\bar{\psi}_6^k, \dots, \bar{\psi}_{10}^k)^T. \end{aligned}$$

Substituting in (7) the obtained values of unknown vectors for $j=1, x \in \mathcal{D}$ and $j=2, x \in \mathcal{D}$ and denoting the result of substitution by ${}_N \hat{V}(x, \zeta)$, we shall finally have

$$\hat{V}(x, \zeta) = \lim_{N \rightarrow \infty} {}_N \hat{V}(x, \zeta), \quad x \in \bar{\mathcal{D}}, \quad (13)$$

where tending to the limit is uniform (by the metric of the space C); $\bar{\mathcal{D}} \Subset {}_1 \mathcal{D} \cup {}_2 \mathcal{D}$ is a strictly inner subdomain and \hat{V} is the exact solution of the problem.

As for the convergence by the metric L_2 we can easily see that the relation

$$\lim_{N \rightarrow \infty} \left\| \hat{V}(x, \zeta) - {}_N \hat{V}(x, \zeta) \right\|_{L_2({}_1 \mathcal{D} \cup {}_2 \mathcal{D})} = 0 \quad (14)$$

is valid.

It is clear from the above that the approximate solution of Problem A_i can be constructed by means of ${}_N \hat{V}(x, \zeta)$ using the inverse Laplace transform. As for the Green's tensor ${}_j G_\tau(x, y, \zeta, R^3)$, in a general case, repeating the above arguments in more simple situations, its approximate expression can be constructed explicitly by a finite number of quadratures. It has the form

$${}_j g_\tau^{(s)}(N)(x, x^0) = \sum_{k=1}^N \sum_{m=1}^k {}_j b_k^{(s)}(x^0) {}_j a_{km} {}_j \Phi_\tau^{P_m}(x - {}_j \tilde{x}^k, \zeta),$$

$x, x^0 \in {}_j R^3, j=1, 2, s=\overline{1, 5}$ ${}_j b_k, {}_j a_{km}$ are completely determined coefficients,

$p_m = m - 5 \left[\frac{m-1}{5} \right], {}_j \tilde{x}^k \in \bigcup_{l=0}^7 {}_j \mathcal{D}_l, {}_j g_\tau, s = \overline{1, 5}$, are vector-columns of the matrix g_τ .



თ.ბურჭულაძე (საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი)

ელასტოთერმოდინამიკის განზოგადებული თეორიის დინამიკის სამგანზომილებიანი საკონტაქტო ამოცანების შესახებ

რეზიუმე

განხილულია ელასტოთერმოდინამიკის გრინ-ლინდსეის განზოგადებული ბმული თეორიის კერძოწარმოებულის დიფერენციალურ განტოლებათა სისტემა შედგენილი ხუთი მე-2 რიგის სკალარული განტოლებისაგან. გამოკვლეულია საწყის-სასაზღვრო ამოცანები უზნობრივ ერთგვაროვანი შედგენილი არისათვის სხვადასხვა სასაზღვრო და საკონტაქტო პირობებით. მოცემულია მათემატიკური დასაბუთება რის-ფიშერ-კუპრადის მეთოდისა და აგებულია მიახლოებითი ამონახსნები.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА

Т.В.Бурчуладзе (академик АН Грузии)

О динамических трехмерных контактных задачах обобщенной теории эластотермодиффузии

Резюме

Рассматривается система из пяти скалярных дифференциальных уравнений в частных производных второго порядка обобщенной сопряженной теории эластотермодиффузии Грина-Линдсея. Исследованы начально-краевые задачи в кусочнооднородных составных средах с различными смешанными краевыми и контактными условиями. Дано математическое обоснование метода Рисса-Фишера-Купрадзе и построены приближенные решения.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. *A.E.Green, K.A.Lindsay*. Thermoelasticity. *J.Elasticity*, 2 (1972), 1-7.
2. *T.Burchuladze*. Green's Formulas in Generalized Elastothermodiffusion and their Applications (Russian) *Trudy Tbil.Math. Inst. Georgian Acad.Sci.* 90 (1988) 25-33.
3. *T.Burchuladze, T.Gegelia*. Development of the Potential Method in the Theory of Elasticity. (Russian) *Tbilisi, "Metsniereba"* 1985, 226.
4. *V.Kupradze, T.Burchuladze*. Dynamic Problems of Elasticity and Thermoelasticity (Russian), *Sovrem. Problemi Matematiki*, vol.7 (Itogi Nauki i Tekhniki), Moscow 1975.
5. *T.Burchuladze*. Approximate Solutions of Boundary Value Problems of Thermodiffusion of Deformable Elastic Solid Bodies (Russian), *Trans. Tbil. Math. Inst. Georgian Acad. Sci.* vol. XXI 1982 19-30.

ლ. ლობორჯინიძე

ღრეკადობის არაწრფივი თეორიის სასაზღვრო ამოცანების ერთი კლასის შესახებ

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა თ. ბურჭულაძემ 17. 03. 1993)

ნაშრომში განხილულია ღრეკადობის არაწრფივი თეორიის ძირითადი სასაზღვრო ამოცანების ჩამოყალიბების ალგორითმი იზოტროპული და ერთგვაროვანი ღრეკადი ნახევარსიბრტყისათვის, როცა ეს უკანასკნელი გეომეტრიულ ბმას ემორჩილება და უკუმშ მასალას წარმოადგენს [1].

1. განსახილველი არაწრფივი მასალის შესაბამისი ღრეკადი პოტენციალი შემდეგი სახით წარმოგვიდგება [2].

$$W = \mu \left[(\lambda_1 + \lambda_2)^2 + \lambda_3^2 - 3 \right]. \quad (1)$$

სადაც $\lambda_i = I + \delta_i$ ($i = 1, 2, 3$), ხოლო δ_i მთავარი ფარდობითი წაგრძელებებია, μ კი ძვრის ჩვეულებრივი მოდულია. მასალის უკუმშობის პირობა

$$I = \lambda_1 \lambda_2 \lambda_3 = 1 \quad (2)$$

ტოლობის შესრულებას გულისხმობს, რაც დეფორმირებულ სხეულში ნებისმიერად აღებული ელემენტარული მოცულობის ინვარიანტობას ნიშნავს.

ქვემოთ განიხილება ბრტყელი დეფორმაციის შემთხვევა, როცა [3]

$$x_1^* = x_1^*(x_1, x_2), \quad x_2^* = x_2^*(x_1, x_2), \quad x_3^* = \lambda x_3 \quad (\lambda \equiv \lambda_3),$$

სადაც x_i და x_i^* ($i = 1, 2, 3$) მატერიალური წერტილის დეკარტის კოორდინატებია დეფორმაციამდე და მის შემდეგ, შესაბამისად.

მცირე დეფორმაციების შემთხვევაში (1) პოტენციალი ღრეკადობის კლასიკური თეორიის შესაბამის პოტენციალში გადადის და ამ თეორიის სათანადო ამოცანის ამონახსნის მიღებას უზრუნველყოფს.

ვიგულისხმობთ ახლა, რომ განსახილველი S^* ფიზიკური არე წარმოადგენს $z = x + iy$ კომპლექსური ცვლადის სიბრტყის ქვედა $\text{Im}z < 0$ ნახევარსიბრტყეს, რომლის $L = \{x: -\infty < x < \infty\}$ საზღვარზე დადებითი მიმართულებით მოძრაობისას S^* არე მარჯვნივ რჩება. $\text{Im}z > 0$ არე S^* -ით აღვნიშნოთ.

[2] სტატიამო მოცემულია ამ მასალისათვის ღრეკადი ელემენტების ველის კომპლექსური წარმოდგენა განსახილველ არეში ორი ანალიზური $\varphi(z)$ და $\psi(z)$ ფუნქციების საშუალებით [4]:

$$X_x + Y_y = 4\mu\varphi'(z)\overline{\varphi'(z)} - 2\mu\lambda^2, \quad X_x - Y_y + 2iX_x = 4\mu\varphi'(z)\overline{\psi'(z)}, \quad (3)$$

$$U + iV = \varphi(z) + \overline{\psi(z)} - z \quad (4)$$

საწყის მდგომარეობაში მასალა წინასწარ დაძაბულია განაწილების შემდეგი კანონით:

$$X_y = 0, \quad Y_x = X_x = \mu(2 - \lambda^2) \quad (5)$$



შემდეგში ჩვენ ვიგულისხმებთ, რომ $\lambda=1$, ე.ი. განვიხილავთ გრძელი ცილინდრული სხეულის ბრტყელ დეფორმაციას, როცა ცილინდრის ფუძეების გადაადგილება მსახველის მიმართულებით არ ხდება;

გარდა ამისა, მივიღოთ, რომ უსასრულობაში, გარდა წინასწარი დაძაბულობით აღძრული ძალებისა, სხვა გარე ძალები არ მოქმედებენ, ხოლო არის საზღვრის რაიმე სასრულ მონაკვეთზე ჩვენ მიერ მოდებული (არაწინასწარი დაძაბულობის) ძალების ნაკრები ვექტორი სასრული ზღვრისაკენ მიისწრაფოდეს, როცა ამ მონაკვეთის მარცხენა და მარჯვენა ბოლოები უსასრულოდ შორდებიან კოორდინატთა სისტემის სათავეს სხვადასხვა მიმართულებით (მასალის წინასწარი დაძაბულობის გამო (5)-ის თანახმად, მის L საზღვარზე აღძრული ძალების ნაკრები ვექტორი, ცხადია, სასრული ვერ იქნება მითითებული მისწრაფებისას).

მაშინ, საკმარისად დიდი $|z|$ -თვის ადგილი ექნებათ წარმოდგენებს

$$\varphi(z) = \frac{X+iY}{2\pi\mu} \ln z + z + O(1) + const, \quad \psi(z) = \frac{X-iY}{2\pi\mu} \ln z + O(1) + const, \quad (6)$$

სადაც (X, Y) არის L საზღვარზე გარედან მოდებული (არაწინასწარი დაძაბულობის) ძალების ნაკრები ვექტორის კომპონენტები.

ცხადია, $\varphi'(z) \neq \overline{\psi'(z)}$, რაც (5) პირობის შედეგს წარმოადგენს.

ამ შენიშვნის შემდეგ შემოვიყვანოთ $\chi'(z) = \varphi'(z) - \overline{\psi'(z)}$ ფორმულით S^+ არეში ანალიზური $\chi'(z)$ ფუნქცია, რომელსაც ნული არა აქვს განსახილველ არეში.

მაშინ (3) და (4)-დან ვღებულობთ

$$Y_y + \mu - iX_y = 2\mu\varphi'(z)\chi'(z), \quad U+iV = \varphi'(z) + \overline{\varphi'(z)} - \chi'(z) - 1 \quad (7)$$

გარდავჭმნათ ეს ფორმულები. ამ მიზნით მოვახდინოთ S^+ ზედა ნახევარსიბრტყეში $\varphi'(z)$ ფუნქციის განსაზღვრა ტოლობით

$$\varphi'(z) = \frac{1}{\overline{\chi'(z)}} = \frac{1}{\chi'(z)} \quad (\text{სადაც } z \in S^+), \quad (8)$$

აქედან

$$\chi'(z) = \frac{1}{\overline{\varphi'(z)}} \quad \text{და} \quad \overline{\chi'(z)} = \frac{1}{\varphi'(z)}, \quad \text{როცა } z \in S^+. \quad (9)$$

მაშინ (3) ტოლობები მიიღებენ შემდეგ სახეს:

$$X_x + Y_y = 4\mu\varphi'(z)\overline{\varphi'(z)} - 2\mu, \quad X_x - Y_y + 2iX_y = 4\mu\varphi'(z) \left[\overline{\varphi'(z)} - \frac{1}{\varphi'(z)} \right]. \quad (10)$$

ამ ტოლობათა შედარებიდან და (7)-დან მივიღებთ:

$$\frac{(Y_y + \mu - iX_y)}{2\mu} = \varphi'(z) / \overline{\varphi'(z)}, \quad U+iV = \varphi'(z) + \overline{\varphi'(z)} - 1 / \overline{\varphi'(z)} - 1 \quad (11)$$

ამრიგად, მივიღეთ დრეკადი ელემენტების ველის კომპლექსური წარმოდგენა ერთი $\varphi'(z)$ ფუნქციის საშუალებით, რომელიც ანალიზურია როგორც ქვედა, ასევე ზედა ნახევარსიბრტყეში.

შემოვიყვანოთ ახალი უბან-უბან პოლომორფული $\Omega(z)$ ფუნქცია ტოლობით

$$\Omega(z) = \ln \varphi'(z), \quad (12)$$

მაშინ (11)-დან გვექნება

$$\Omega(z) - \overline{\Omega(z)} = F(z), \quad \text{სადაც } F(z) = \ln \frac{Y_y + \mu - iX_y}{2\mu}, \quad (13)$$

$$\exp[\Omega(z)] + \exp[\overline{\Omega(z)}] - \exp[-\Omega(\bar{z})] = I + U' + iV', \quad (14)$$

სადაც $\Omega(z)$ არის უბან-უბან ჰოლომორფული ფუნქცია $z = x + iy$ სიბრტყეზე. საკმარისად დიდი $|z|$ -თვის ამ ფუნქციას ექნება შემდეგი ასიმპტოტიკა

$$\Omega(z) = \frac{X + iY}{2\pi z} + o\left(\frac{1}{z}\right). \quad (15)$$

ახლა უკვე შესაძლებელია ძირითადი სასაზღვრო ამოცანების შესაბამისი ტოლობების შედგენა. კერძოდ, განვიხილოთ პირველი ძირითადი ამოცანა, როცა არის L საზღვარზე მოცემულია გარე ძალების ნორმალური $Y_y^- = N(t)$ და მხები $X_y^- = T(t)$ მდგენელები. ეს ფუნქციები აკმაყოფილებენ პელდერის პირობას L -ზე უსასრულოდ დაშორებული წერტილის ჩათვლით და ნულისაკენ მიისწრაფიან, როცა $t \rightarrow \infty$.

მაშინ (13)-დან მივიღებთ

$$\Omega^+(t) - \Omega^-(t) = -F^-(t), \quad L\text{-ზე} \quad (16)$$

მეორე ძირითადი ამოცანის შემთხვევაში, არის საზღვარზე მოცემულია $U^- = g_1(t)$ და $V^- = g_2(t)$ გადაადგილებები, სადაც $g_1'(t)$ და $g_2'(t)$ ფუნქციები იმავე პირობას აკმაყოფილებენ L -ზე, რასაც $N(t)$ და $T(t)$ წინა ამოცანაში. (14)-ის ძალით გვექნება

$$\exp[\Omega^-(t)] + \exp[\overline{\Omega^-(t)}] - \exp[-\Omega^+(t)] = I + U' + iV', \quad L\text{-ზე} \quad (17)$$

ძირითადი შერეული სასაზღვრო ამოცანის შემთხვევაში L საზღვრის ერთ ნაწილზე მოცემული იქნება (16) პირობა, მეორეზე კი (17).

საკონტაქტო ამოცანების შემთხვევაში კი შესაძლებელია ამ პირობების კომბინირება L -ის რაიმე ნაწილზე.

(15)-ის გათვალისწინებით პირველი ძირითადი სასაზღვრო ამოცანის ამოხსნა ასე წარმოგვიდგება

$$\Omega(z) = \frac{1}{2\pi i} \int_L \frac{F^-(t) dt}{t-z}, \quad \text{სადაც} \quad F^-(t) = \ln \frac{2\mu}{Y_y + \mu - iX_y}. \quad (18)$$

მეორე ძირითადი სასაზღვრო ამოცანის პირობა კი არაწრფივია $\Omega(z)$ ფუნქციის მიმართ და ამდენად მისი ზუსტი (ზოგადი) ამონახსნის პოვნა ცხადი სახით შეუძლებელია. იგივე ითქმის საკონტაქტო ამოცანების შესახებაც.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

(შემოვიდა 18.03.1993)



Л. Г. Доборджинидзе

Об одном классе граничных задач нелинейной теории упругости

Резюме

В работе рассмотрена эффективная постановка основных граничных задач нелинейной теории упругости для изотропной, однородной и несжимаемой полуплоскости. Дается комплексное представление основных соотношений через одну кусочно-аналитическую функцию.

THEORY OF ELASTICITY

L. Dborjginidze

On One Class of Boundary Problems of the Non-Linear Theory of Elasticity

Summary

The effective setting of the basic boundary problems for the isotropic homogeneous unstretched half-plane is considered. The complex representation of basic relations through one piece-wise analytic function is given.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. *А. И. Лурье*. Нелинейная теория упругости. М., 1980.
2. *Л. Г. Доборджинидзе*. Труды ТГУ, 307, 28, 1992, 34-61.
3. *К. Ф. Чегных, З. Н. Литвиненкова*. Теория больших упругих деформаций. Л., 1988.
4. *Н. И. Мусхелишвили*. Некоторые основные задачи математической теории упругости. М., 1966.

ნ. შერგელაშვილი

სამედიცინო ცოდნის კონცეპტუალური წარმოდგენა ექსპერტულ სისტემაში

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ვ. ჭავჭავაძემ 12.04.1993)

უქანასწავლელ წლებში ხელოვნურ ინტელექტთან დაკავშირებულ გამოკვლევათა საფუძველზე დაიწყო სამედიცინო დიაგნოსტიკური ექსპერტული სისტემების ინტენსიური შემუშავება. მათი ფუნქციონირება მოითხოვს სამედიცინო ცოდნის ბაზის შექმნას.

ცოდნის ბაზაში, მიუხედავად მისი რეალიზაციის ფორმისა, აუცილებელია იმ ნოზოლოგიურ ფორმათა აღწერები, რომელთა დიფერენცირებას აპირებს დიაგნოსტიკური სისტემა. ამასთან დაკავშირებით მიზანშეწონილია პათოლოგიური პროცესების აღწერები გამოვსახოთ გამოთვლადი ცნებების – კონცეპტების ფორმით.

ექსპერტულ სისტემაში აბსტრაქტული ცოდნის კონცეპტუალური წარმოდგენის უზრუნველსაყოფად გამოყენებულ უნდა იქნეს აღწერითი და განმასხვავებელი კონცეპტების ფორმირების პროგრამების კომპლექსი. აღნიშნული პროგრამების კომპლექსი გამოიყენება ნებისმიერ სფეროში, სადაც წამოიჭრება ობიექტთა კლასების ფორმულურ-ლოგიკური განსაზღვრის ამოცანა.

ცოდნის კონცეპტუალური წარმოდგენის წანამძღვრები შექმნა ე. ჰანტის გამოკვლევებმა, რომლებმაც მისცეს საწყისი მიმართულებას, რომელსაც ეწოდება „ცნების ფორმირების მოდელირება გამოთვლით მანქანაზე“ [1]. კონცეპტი, რომელიც შემუშავებულია ე. ჰანტის მიერ შემოთავაზებულ ფორმალოზმის საფუძველზე, არის ე.წ. განმასხვავებელი. მისი შემუშავებისას განიხილება როგორც განსახილველი, ისე ალტერნატიული კლასის ობიექტები.

განმასხვავებელ კონცეპტებს შეიძლება დავუპირისპიროთ აღწერითი კონცეპტები, რომელთა იდეა პირველად წამოაყენა ვ. ჭავჭავაძემ [2]. აღწერითი კონცეპტი წარმოადგენს ობიექტთა კლასის ფორმულურ-ლოგიკურ განსაზღვრას.

ობიექტთა კლასების მკაფიო და კომპაქტური განსაზღვრის შესაძლებლობა საშუალებას გვაძლევს გადავწყვიტოთ ცოდნის გამოსახვის, დაგროვების და კორექტირების ამოცანა, რომელსაც უნდა ფლობდეს დიაგნოსტიკური ექსპერტული სისტემა.

აღწერითი და განმასხვავებელი კონცეპტები მიღებულ იქნა დეპრესიის ორი ფორმისათვის – ნევროზული და ინვოლუციური. მასალა აღებულია მ. ასათიანის სახელობის ფსიქიატრიის ინსტიტუტში. შესწავლილ იქნა 150 ავადმყოფის ისტორია, რომლებიც მკურნალობდნენ და გამოკვლევულ იქნენ აღნიშნული ინსტიტუტის სტაციონარში.

აღწერითი კონცეპტი ალბათურია. მისი ფორმირება ითვალისწინებს გამოუმუშავებელი ცნების იერარქიულ სტრუქტურას, რომელშიც გათვალისწინებულია ნიშან-თვისებათა სიხშირული შეფასებები [3]. კონცეპტი შედგება რამდენიმე საფეხურისაგან: I საფეხურის კონცეპტში ფიგურირებენ შეხვედრის უდიდესი სიხშირის მქონე ნიშან-თვისებები (75%-ზე მეტი), II საფეხურზე



– უფრო ნაკლები სიხშირის მქონე ნიშან-თვისებები (50%-დან 75%-მდე) ცნების ფორმირების პროცედურა ავლენს ობიექტთა კლასისათვის დამახასიათებელ მდგომარეობის ფუნქციითაა ჩგუფს.

მასალის დამუშავების შედეგების ანალიზმა გვიჩვენა, რომ 1 საფეხურის 1 დონის კონცეპტს ნევროზული დეპრესიისათვის აქვს შემდეგი სახე:

$\Psi_{12}(1)$	$\Psi_{28}(2)$	$\Psi_{33}(2)$	–	–	✓
$\Psi_{12}(2)$	$\Psi_{28}(2)$	–	$\Psi_{48}(2)$	–	✓
$\Psi_{12}(1)$	$\Psi_{28}(1)$	$\Psi_{33}(2)$	$\Psi_{48}(1)$	$\Psi_{69}(1)$	✓
–	$\Psi_{28}(2)$	$\Psi_{33}(2)$	$\Psi_{48}(2)$	–	✓
$\Psi_{12}(1)$	$\Psi_{28}(2)$	$\Psi_{33}(2)$	$\Psi_{48}(2)$	–	✓
$\Psi_{12}(2)$	$\Psi_{28}(1)$	–	$\Psi_{48}(2)$	$\Psi_{69}(2)$	✓
–	–	$\Psi_{33}(2)$	$\Psi_{48}(2)$	$\Psi_{69}(2)$	✓
$\Psi_{12}(2)$	$\Psi_{28}(2)$	–	–	$\Psi_{69}(2)$,

სადაც $\Psi(j)$ ობიექტთა კლასისათვის დამახასიათებელი მდგომარეობის ფუნქციაა $i=1, \dots, 76$; $j=1, 2$. კონცეპტში ფიგურირებენ შემდეგი ნიშან-თვისებები:

1. ფსიქოტრავმული სიტუაცია (12)
2. გუნება-განწყობის დაქვეითება (28)
3. შფოთვის შეგრძნება (33)
4. საერთო სისუსტე (48)
5. უძილობა (69)

ფრჩხილებში მითითებულია ნიშან-თვისებების რიგითი ნომერი საერთო სიაში. ცნების 1 დონეზე ფიგურირებს ნიშან-თვისებების მნიშვნელობები 1 და 2. მდგომარეობა (2) მიუთითებს იმაზე, რომ ნიშან-თვისებებისათვის დამახასიათებელია პათოლოგიის მნიშვნელობები, მდგომარეობა (1) კი – პათოლოგიის არარსებობას.

ყველა ზემოთ აღნიშნული შენიშვნა რჩება ძალაში ინვოლუციური დეპრესიის შემთხვევაშიც. მისი აღწერითი კონცეპტი 1 საფეხურზე შეიცავს შემდეგ ნიშან-თვისებებს:

1. კონტაქტის დაქვეითება გარ შემომყოფებთან და ექიმებთან (25)
2. გუნება-განწყობილების დაქვეითება (28)
3. სახის მწუხარე გამოშეტყველება (36)
4. უძილობა (69)
5. ღამის ძილით დაუკმაყოფილებლობა (71)

ინვოლუციური დეპრესიის 1 საფეხურის 1 დონის კონცეპტს აქვს შემდეგი სახე:

$\Psi_{25}(2)$	$\Psi_{28}(2)$	$\Psi_{36}(2)$	–	–	✓
–	$\Psi_{28}(2)$	$\Psi_{36}(2)$	–	$\Psi_{71}(1)$	✓
$\Psi_{25}(2)$	–	$\Psi_{36}(1)$	$\Psi_{69}(2)$	$\Psi_{71}(2)$	✓
–	$\Psi_{28}(2)$	–	$\Psi_{69}(2)$	$\Psi_{71}(2)$	✓

მეორე დონის კონცეპტს შესაბამემა ობიექტთა კლასის უფრო ზუსტი აღწერა. ყოველი შემდეგი დონე აზუსტებს წინას. ცნების წარმოდგენის ასეთი ზერხის მიზანშეწონილობა განპირობებულია იმით, რომ აპრიორულად პათოლოგიური პროცესის აღწერის საჭირო სისუსტე ცნობილი არ არის და დიფერენციაციის დროს ყოველთვის არ წამოიჭრება კონცეპტის მაღალი დონეების გამოყენების საჭიროება.



მოც. ავადმყოფის ამა თუ იმ ნოზოლოგიურ ერთეულთან მიკუთვნების შემოწმება ხდება აღწერითი კონცეპტის საფუძველზე. ცნების საფეხურებისა და დონეების თანმიმდევრული გამოყენება ამცირებს შესაძლო დასაშვებ დაავადებათა რიცხვს. თუ აღწერითი კონცეპტები არ გამოირჩევიან ალტერნატიულ დიაგნოზს, მაშინ მიემართავთ განმასხვავებელ კონცეპტებს, რომლებიც შეესაბამებოდა რთულად დიფერენცირებად პათოლოგიებს.

აუცილებელია აღინიშნოს, რომ განმასხვავებელი კონცეპტების გამოყენება აღწერითი კონცეპტების წინასწარ გამოყენების გარეშე არ არის მიზანშეწონილი. იგი გამოიყენება მხოლოდ იმ შემთხვევაში, როცა არის საფუძველი იმისა, რომ მოცემული შემთხვევა მიეკუთვნოს დაავადების ორივე ფორმას [3].

დიფერენციაციის შედეგების შესაბამისად სისტემა იძლევა შემდგომი მოქმედების და ტაქტიკის შერჩევის რეკომენდაციებს. დიაგნოსტიკურ ექსპერტულ სისტემას აქვს საშუალება ცოდნის ბაზის არასაკმარისი შევსების პირობებში იფუნქციონიროს, როცა არ შეიცავს რომელიღაც აღწერით ან განმასხვავებელ კონცეპტს, მათ ზოგიერთ საფეხურსა და დონეს. ამასთანავე, ყოველ კონკრეტულ შემთხვევაში აღინიშნება ამა თუ იმ ინფორმაციის ნაკლებობა, რაც სისტემის შემდგომი შევსებისა და სრულყოფის შესაძლებლობას იძლევა.

მორე მხრივ, სისტემას შეუძლია ფუნქციონირება იმ შემთხვევაშიც, როცა ობიექტის შესახებ გვაქვს არასაკმარისი ინფორმაცია.

ალგორითმი, რომელიც საშუალებას გვაძლევს მივიღოთ განმასხვავებელი კონცეპტები, გამოყენებულ იქნა ავადმყოფთა იმავე ჯგუფისათვის. კონცეპტების დიდი მოცულობის გამო მოვიყვანთ მხოლოდ მათ ფრაგმენტებს.

განმასხვავებელი კონცეპტის ფრაგმენტი ნევროზული დეპრესიისათვის ასეთია:

$$\begin{aligned} & \Psi_{11}(1) \Psi_{35}(1) \Psi_{62}(1) \Psi_{20}(1) \vee \\ & \Psi_{11}(1) \Psi_{35}(1) \Psi_{62}(1) \Psi_{20}(1) \Psi_{65}(1) \Psi_{21}(1) \vee \\ & \Psi_{11}(1) \Psi_{35}(1) \Psi_{62}(1) \Psi_{20}(1) \Psi_{65}(1) \Psi_{21}(1) \vee \end{aligned}$$

...

განმასხვავებელი კონცეპტის ფრაგმენტი ინვოლუციური დეპრესიისათვის -

$$\Psi_{11}(1) \vee \Psi_{11}(1) \Psi_{35}(1) \vee \Psi_{11}(1) \Psi_{35}(1) \Psi_{62}(1) \Psi_{20}(1)$$

...

აღნიშნული კონცეპტების ეფექტურობა შემოწმებულ იქნა არსებულ კლინიკურ მასალაზე. მიღებულ იქნა ასეთი შედეგები: ნევროზული დეპრესიის 90 შემთხვევიდან I დონეზე ამოცნობილ იქნა 24 ობიექტი, II დონეზე 64, III დონეზე 72. ინვოლუციური დეპრესიის 60 შემთხვევიდან I დონეზე ამოცნობილ იქნა 28, II დონეზე 52 და III დონეზე 55 ობიექტი. არის განუზღვრელობის შემთხვევები. ამ საკითხის გადაჭრა შეიძლება კონცეპტის მაღალი საფეხურების გამოყენებით. უკიდურეს შემთხვევაში მიემართავთ განმასხვავებელ კონცეპტს.

II საფეხურის კონცეპტების გამოყენებით შემცირდა განუზღვრელობის დონე, რომელიც გვქონდა I საფეხურზე. II საფეხურის I დონეზე ამოცნობილია ნევროზული დეპრესიის 71, II დონეზე 6 და III დონეზე 1 შემთხვევა, სულ 78 90-დან, ე.ი. დიფერენცირება მოხდა შემთხვევათა 86%-ში. ინვოლუციური დეპრესიის შემთხვევაში განუზღვრელობა მთლიანად მოიხსნა II საფეხურზე.



ჩატარებული გამოკვლევების საფუძველზე შეიძლება გავაკეთოთ შემდეგი დასკვნები:

1. თუმცა ნევროზულ და ინვოლუციურ დეპრესიებს ხშირად ახასიათებთ მსგავსი კლინიკური სურათი, პრინციპულად შესაძლებელია მათი დიფერენციაცია, ერთმანეთისაგან იმ სიმპტომატიკის საფუძველზე, რომელიც გამოყენებულ იქნა თითოეული შემთხვევის დასახასიათებლად.

2. აღწერით და განმასხვავებელი ცნების ფორმირების პროცედურების გამოყენება საშუალებას გვაძლევს შევქმნათ საწყისი ბაზა სამედიცინო დიაგნოსტიკური ექსპერტიზული სისტემისათვის, რომლის სრულყოფამ და განვითარებამ მომავალში უნდა მოიცვას დეპრესიის სხვა ფორმებიც.

ივ.ჭავჭავაძის სახელობის თბილისის
სახელმწიფო უნივერსიტეტი

(შემოვიღა 13.04.1993)

КИБЕРНЕТИКА

Н.А.Шергелашвили

Концептуальное представление медицинских знаний в экспертной системе

Резюме

Рассматривается вопрос программного обеспечения медицинской экспертной системы для концептуального представления знаний.

CYBERNETICS

N.Shergelashvili

A Conceptual Representation of Knowledge in the Medical Expert System

Summary

The problem of the software of the Expert system for conceptual representation of medical knowledge is discussed.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. Э.Хант, Дж.Марин, Ф.Стоун. Моделирование процесса формирования понятий на вычислительной машине. М., 1970.
2. В.В.Чавчавадзе, А.В.Корнеева. Сообщения АН ГССР, 65, №3, 1972.
3. А.В.Корнеева. Труды Ин-та кибернетики АН ГССР, т. I, Тбилиси, 1977.

К.М.Панчвидзе

Нечеткий подход в задачах принятия решений

(Представлено академиком В.В.Чавчанидзе 5.05.1993)

Проблема принятия решений в плохо или вовсе неформализуемых задачах является важнейшей в сфере исследований искусственного интеллекта. Один из возможных способов решения этой проблемы можно найти в теории нечетких множеств с использованием нечеткой логики.

В настоящей статье исследуется метод, основанный на анализе нечеткой дискриминации и связности. Его можно интерпретировать как альтернативу метода логического вывода вероятностей Байеса. Информационные знания в обоих случаях представлены в виде числовых таблиц, но рассмотренный здесь метод избегает существенных трудностей, возникающих в вероятностном подходе, и ограничений, подразумевающихся в расчетах. Кроме того, по возможности учитываются семантическое взаимодействие и внутренние связи между концептами, скрытые от статистических наблюдений. Не нарушая общности, можно говорить о таблице частотного распределения F между множествами признаков $\{S\}$ и гипотез $\{H\}$, имея в виду причинно-следственное взаимоотношение, где элементы таблицы f_{ij} принимают значения из интервала $[0,1]$ и несут в себе статистическую, эмпирическую, экспертную или вероятностную смысловую нагрузку, указывая, насколько признак S_i обуславливает гипотезу H_j .

Дальше, на основе исходной таблицы постулируем две последующие: $\{P_{ij}\}$ – положительной и $\{n_{ij}\}$ – отрицательной дискриминации, которые будем вычислять по формулам:

$$p_{ij} = \sum_{\substack{k \in D \\ k \neq j}} \{X_{\text{Large-ratio}}(f_{ij} / f_{ik})\} / (C_H - 1),$$

$$n_{ij} = \sum_{\substack{k \in D \\ k \neq j}} \{X_{\text{Large-ratio}}(f_{ik} / f_{ij})\} / (C_H - 1).$$

Здесь величины p_{ij} и $n_{ij} \in [0,1]$, C_H обозначает кардинальное число множества гипотез. $X_{\text{Large-ratio}}$ – характеристическая функция принадлежности к нечеткому множеству $\{\text{Large-ratio}\}$, которая отображает положительные действительные числа в интервал $[0,1]$ и является монотонно возрастающей. В качестве аргумента взята пропорция (f_{ik}/f_{ij}) , которую можно интерпретировать как относительный вес гипотез j и k соответственно в i -м признаке.



საქართველოს
აкадеმიის
ლოგო

Эвристическое толкование мер положительной (p_{ij}) и отрицательной (n_{ij}) дискриминаций можно сформулировать так: p_{ij} представляет уверенность, что признак i более показателен для гипотезы j , чем для других гипотез, а n_{ij} - насколько признак i показателен для негипотезы j .

Для частной ситуации с множеством наблюдаемых признаков $\{S\}$ рассматриваем модифицированные таблицы $\{p_{ij}'\}$ и $\{n_{ij}'\}$, которые получаем из $\{p_{ij}\}$ и $\{n_{ij}\}$ отбором соответствующих множеству $\{S\}$ рядов и заполняем остальные нулями. Результат можно получить в виде распределения по гипотезам $\{\delta_j\}$ следующим образом:

$$\delta_j = \frac{1}{2} \left\{ X_{Large}(\pi_j) + X_{Small}(v_j) \right\},$$

где C_S - кардинальное число множества S , $\pi_j = \left\{ \sum_i p_{ij} \right\} / C_S$,

$v_j = \left\{ \sum_i n_{ij} \right\} / C_S$, а нечеткие множества Large и Small характеризуются

функциями принадлежности: $X: [0,1] \rightarrow [0,1]$, при этом X_{Large} монотонно возрастающая, а X_{Small} - монотонно убывающая функция.

Гипотезу j с максимальной величиной в $\{\delta_j\}$ можно интерпретировать как наиболее вероятный исход, а значение максимальной величины вместе с мерами размытости может быть использовано для оценки неопределенности в заключении.

Чтобы избежать „зашумленного“ решения, резонно рассматривать дискриминационный подход вкупе с анализом связности. Приведенная здесь формулировка основана на теории Эткина.

Будем говорить о матрице инцидентности $R = \{r_{ij}\}$, устанавливающей соотношения „активности“ между множеством ситуаций $\{E\}$ и множеством признаков $\{S\}$. Значения элементов этой матрицы r_{ij} обозначают, активизирован ли i -й признак в j -й ситуации: да, если $r_{ij} = 1$, и нет, если $r_{ij} = 0$ (при четкой постановке проблемы).

Рассматривая ряды и столбцы матрицы инцидентности как n векторы (\vec{a}, \vec{b}) , связность между двумя векторами, т.е. между ситуациями или признаками, можно определить их скалярным произведением, а матрицы связности C_E и C_S , в свою очередь, вычислить по формулам $C_E = R^T R - \Omega$, $C_S = R R^T - \Omega$, где R - транспонированная матрица инцидентности, а Ω - матрица с единичными элементами. Заметим, что обе матрицы, C_E и C_S , симметричны, при этом возможное появление отрицательных элементов можно интерпретировать как абсолютную независимость соответственных концептов.

Интерес представляет также выявление цепных связей между векторами, которые можно определить из матриц C_E и C_S , просматривая соответствующие элементы на данном уровне связности. Распределения при этом можно задать в виде таблиц с уровнями связности в одной графе и с наборами множеств ситуаций или признаков, связанных на этом уровне, в другой.

Таким образом, с помощью анализа связности можно построить образец показательных для данной гипотезы признаков.

Несмотря на явную привлекательность, эта теория не дает исчерпывающей информации для классификации решения. Для дальнейшей модификации уточним некоторые моменты.

Во-первых, в системах классификации решений, как правило, рассматриваются эвристические данные как за, так и против каждой гипотезы. Таким образом, здесь, как и в дискриминационном анализе, естественно ввести меры положительной и отрицательной связности. Первая позволит делать анализ групп признаков, характерных для данной ситуации, а вторая будет применяться в дополнении матрицы инцидентности $X_C(i,j) = 1 - X_A(i,j)$ и установит группы нехарактерных для этой ситуации признаков.

Во-вторых, элементы матрицы инцидентности, как степени совместимости между признаками и ситуациями, могут принимать значения из интервала $[0,1]$. Тогда признаки со значениями 0 или 1 можно рассматривать как безусловные данные, в противном случае подразумевается, что признаки будут активизироваться только при соблюдении частных условий и не могут точно определять ситуации.

Кроме этого, желательно оперировать такой симметричной мерой связности, которая бы выдавала единичный результат для эквивалентных и нулевое значение для абсолютно несовместимых ситуаций или признаков.

Мера связности „С“ между двумя векторами по теории Эткина имеет вид $C = \sum a_i b_j - 1$. Из вышесказанного можно определить новую меру

связности, например, по формуле $C = \{\sum(a_i \wedge b_i)\} / \{\sum(a_i \vee b_i)\}$, где \vee - это максимум, а \wedge -минимум между a_i и b_i , которая будет давать более информативные результаты, не находящие отражения в алгебре Эткина.

Проблему выбора новой меры связности можно решить по-разному в каждом конкретном случае, исходя из особенностей исследуемой задачи.

Определив симметричную матрицу связности с помощью новой меры, можно установить степени связности между различными рядами и столбцами исходной матрицы инцидентности по теории Эткина, учитывая, что областью значений уровней связностей необходимо выбрать интервал $[0,1]$.

Здесь может возникнуть проблема технического характера при большой размерности матрицы связности, но она устранима, если игнорировать признаки с дискриминационными мерами ниже определенного порогового значения.

Характерная картина признаков суть нечеткое понятие, поскольку нет точного критерия для его выбора. Ясно только, что группа должна быть достаточно большой и хорошо связанной. Самый простой и эффективный подход может выглядеть так: проходя вверх по таблице, выбираем такую группу, чтобы на каждом уровне она оказалась наибольшим подмножеством предшествующей и содержала, по крайней мере, два элемента.

Так, для каждой гипотезы получаем множества упорядоченных пар из таблиц положительной и отрицательной связности в отдельности:



$P = \{(X_i, C_i)\}$ и $N = \{(Y_i, d_i)\}$, где X_i, Y_i – множества признаков на i -м уровне связности, а c_i, d_i – соответствующие величины связности и распределения (P_1, P_2, \dots, P_n) и (N_1, N_2, \dots, N_n) .

Для каждой конкретной ситуации с характерной картиной признаков $\{S\}$ можно получить распределение неопределенности по гипотезам $H = (H_1, \dots, H_n) = \{H_k, k = 1, \dots, n\}$:

$$H_k = \left\{ X_{Large} \left[\frac{\left\{ \sum_i c_i p(X_i | \{S\}) \right\}}{\left\{ \sum_i C_i \right\}} \right] + X_{Small} \left[\frac{\left\{ \sum_i d_i p(Y_i | \{S\}) \right\}}{\left\{ \sum_i d_i \right\}} \right] \right\} / 2,$$

где $p(X_i | \{S\})$ обозначает относительную долю признаков из X_i , представленных в $\{S\}$, а Large и Small – нечеткие множества, определенные в интервале $[0, 1]$.

Рассмотренный здесь механизм можно использовать для построения базы знаний, что является предварительным этапом для разработки системы-советчика. Но полноценная и совершенная экспертная система должна дополнительно позволять расширение и пополнение базы знаний по мере накопления эмпирических данных и опыта специалистов. Кроме того, она должна уметь по запросу обосновывать и объяснять принимаемые решения на разных уровнях по ходу действий. Следующий шаг к усовершенствованию – это обеспечение нормального и приемлемого диалогового режима между компьютером и пользователем, включая в себя возможность для человека общаться с компьютером на естественном языке.

Здесь не будет обсуждаться область применения рассмотренной модели. Отметим только, что она весьма обширна. Особенно эффективно этот механизм будет действовать при решении задач диагностического характера.

Академия наук Грузии
Институт систем управления

(Поступило 18.05.1993)

კიბეჩაძე

ქ.უანჩვიძე

არამკაფიო მეთოდი კლასიფიკაციის ამოცანებისათვის

რეზიუმე

არამკაფიო სიმრავლეთა თეორიის ზოგად ტერმინებში ჩამოყალიბებულია გადაწყვეტილების მხარდამჭერი მეთოდი დისკრიმინაციისა და ბმულობის ანალიზზე დაყრდნობით. ამ მეთოდის საფუძველზე შეიძლება მონაცემთა ცხრილური წარმოდგენისაგან აიგოს ცოდნის ბაზა, როგორც ექსპერტული სისტემის შექმნის წინაპირობა. მეთოდი გამოიყენება აგრეთვე არამკაფიო, არასრულ თუ ნაწილობრივ არათავსებად მონაცემთა დასამუშავებლად.

K.Panchvidze

A Fuzzy Method for Decision Classification

Summary

One of the fuzzy methods using discrimination and connectivity analyses is discussed in general terms of systems' Theory. It can be used for constructing the knowledge base from a data table, as well as for decision classification tasks with inconsistent, uncertain or incomplete data.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. *Л.А.Заде*. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений. М., 1976.
2. *А.Кофман*. Введение в теорию нечетких множеств. М., 1982.
3. *В.В.Пилсворث, J.F. Baldwin*. Fuzzy Sets and Systems, Vol. 23, n. 1, 1987.
4. *R.H.Atkin* Mathematical Structure in Human Affairs. Crane, Russak and Co. New York, 1974.



А.Г.Габелая

Стабилизация линейных автономных систем с неполной информацией методом CSTAB

(Представлено академиком В.К.Чигвадзе 15.05.1993)

Рассмотрим задачу стабилизации линейных автономных систем с неполной информацией (см. [1]):

$$\begin{aligned} \dot{x} &= Ax + Bu, \\ y &= Hx. \end{aligned} \quad (1)$$

Здесь $x \in R^n$, $u \in R^m$, $y \in R^l$, ($m < n$, $l < n$)- соответственно вектора состояния, управления и наблюдения системы; A , B , H - постоянные матрицы соответствующих размерностей в классе линейных управлений по выходу

$$u = Cy = CHx, \quad (2)$$

где C - постоянная матрица.

При этом, естественно, предполагается, что матрица не является гурвицевой [2]. Кроме того, будем считать, что выполняется следующее необходимое условие стабилизируемости [3]:

$$\begin{cases} \text{rank}(A - sE_n, B) = n, \\ \forall s, \text{Re } s \geq 0 \\ \text{rank}(A^T - sE_n, H^T) = n, \\ \forall s, \text{Re } s \geq 0 \end{cases} \quad (3)$$

где E_n - единичная $n \times n$ матрица.

В силу этого условия система с полной информацией

$$\dot{x} = Ax + Bu \quad (4)$$

стабилизуема в классе управлений вида

$$u = Fx.$$

Построим семейство матриц обратных связей, зависящих от скалярного параметра

$$\beta > \max_{1 \leq j \leq n} |\text{Re } \lambda_j(A)| + 0,001, \quad (5)$$

стабилизирующих систему (4) методом CSTAB [4,5].

Получим

$$F(\beta) = -B^T z_{os}(\beta), \quad (6)$$

где

$$z_{os}(\beta) = \begin{cases} Z^{-1}(\beta), & \text{если } |Z(\beta)| \neq 0, \\ Z^+(\beta), & \text{если } |Z(\beta)| = 0. \end{cases} \quad (7)$$

Здесь $Z^l(\beta)$ и $Z^r(\beta)$ - обратная и псевдообратная матрицы $Z(\beta)$ соответственно, а матрица $Z(\beta)$ представляет собой решение матричного уравнения Ляпунова

$$\begin{aligned} \tilde{A}(\beta)Z + Z\tilde{A}^T(\beta) &= -2BB^T, \\ (\tilde{A}(\beta) &= -(A + \beta E_n)). \end{aligned} \quad (8)$$

Если, наконец, удастся найти $\beta_0 > \max_{1 \leq j \leq n} |\operatorname{Re} \lambda_j(A)| + 0,001$ такое, что матричное уравнение

$$CH = -B^T Z_{os}(\beta_0) \quad (9)$$

будет иметь решение относительно C , то исходная система [1] окажется стабилизируемой и найденная из (9) C будет искомой матрицей стабилизирующей линейной обратной связи по выходу.

Со своей стороны, для разрешимости матричного уравнения (9) необходимо и достаточно выполнение условия [6]

$$\operatorname{rank} \begin{pmatrix} B^T Z_{os}(\beta_0) \\ H \end{pmatrix} = 1. \quad (10)$$

Таким образом, существование $\beta_0 > \max_{1 \leq j \leq n} |\operatorname{Re} \lambda_j(A)| + 0,001$, для которой удовлетворяется условие (10), является условием стабилизируемости системы (1) в классе управлений вида (2) (т.е. посредством линейной обратной связи по выходу).

Проиллюстрируем вышеизложенное на простом примере.

Пример 1.

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -2 \end{pmatrix}; \quad B = \bar{b} = \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \end{pmatrix}; \quad H = h^T = (11 \quad -8),$$

$$(\lambda_1(A) = 1; \quad \lambda_2(A) = -2).$$

Для этой системы условие (5) примет вид

$$\beta > 2,001. \quad (11)$$

Кроме того,

$$A = -(A + \beta E_2) = \begin{pmatrix} -(1 + \beta) & 0 \\ 0 & 2 - \beta \end{pmatrix},$$

$$BB^T = \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 1 \end{pmatrix}.$$

Решение соответствующего уравнения Ляпунова вида (8)

$$Z(\beta) = \begin{pmatrix} \frac{1}{2} & \frac{2}{\beta - 2} \\ \frac{1 + \beta}{2} & \frac{2\beta - 1}{\beta - 2} \end{pmatrix}$$

для всех значений β , удовлетворяющих условию (11), оказывается симметричной, положительно определенной матрицей. При этом

$$Z^{-1}(\beta) = \frac{(1+\beta)(\beta-2)(2\beta-1)^2}{9} \cdot \begin{pmatrix} \frac{1}{\beta-2} & \frac{2}{2\beta-1} \\ \frac{2\beta-1}{2} & \frac{1}{1+\beta} \end{pmatrix}; \quad \beta > 2,001. \quad (12)$$

Таким образом, имеем

$$Z_{os}(\beta) = Z^{-1}(\beta),$$

где $Z^{-1}(\beta)$ определяется согласно (12).

Наконец, уравнение (9) в данном случае будет иметь вид

$$c(11 \ -8) = -(1 \ 1) \cdot \frac{(1+\beta)(\beta-2)(2\beta-1)^2}{9} \cdot \begin{pmatrix} \frac{1}{\beta-2} & -\frac{2}{2\beta-1} \\ -\frac{2\beta-1}{2} & \frac{1}{1+\beta} \end{pmatrix},$$

откуда находим

$$c \cdot (11 \ -8) = -\frac{(1+\beta)(\beta-2)(2\beta-1)}{3} \cdot \left(\frac{1}{\beta-2} - \frac{1}{1+\beta} \right). \quad (13)$$

Данное уравнение имеет решение относительно (скалярного) c лишь в случае $\beta_0 = 10$. Так как β_0 удовлетворяет условию (11), система оказывается стабилизируемой, и из (13) находим коэффициент стабилизирующей линейной обратной связи $c = -\frac{19}{3}$. Матрица замкнутой системы при этом будет иметь вид

$$A + c\bar{b}\bar{h}^T = \begin{pmatrix} -\frac{206}{3} & \frac{152}{3} \\ \frac{3}{209} & \frac{3}{146} \end{pmatrix}.$$

Собственными значениями этой матрицы (т.е. замкнутой системы) являются числа $s_{1,2} = -10 \pm 9,3808i$.

К сожалению, как показывает следующий пример, существование $\beta_0 > \max_{1 \leq j \leq n} |\operatorname{Re} \lambda_j(A)| + 0,001$, удовлетворяющей (10), является лишь достаточным (но не необходимым) условием стабилизируемости системы (1). Следовательно, изложенный способ стабилизации не является универсальным (пригодным для любой стабилизируемой системы вида (1)).

Пример 2.

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -3 \end{pmatrix}; \quad B = \bar{b} = \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \end{pmatrix}; \quad H = \bar{h}^T = (1 \ 1),$$

$$(\lambda_1(A) = 1; \quad \lambda_2(A) = -3).$$

В этом случае условие (5) дает

$$\beta > 3,001.$$

А решение уравнения Ляпунова вида (8)

$$Z(\beta) = \begin{pmatrix} \frac{1}{1+\beta} & \frac{1}{\beta-1} \\ \frac{1}{\beta-1} & \frac{1}{\beta-3} \end{pmatrix}.$$

При этом

$$Z^{-1}(\beta) = \frac{(1+\beta)(\beta-3)(\beta-1)^2}{4} \cdot \begin{pmatrix} \frac{1}{\beta-3} & \frac{2}{1-\beta} \\ \frac{2}{1-\beta} & \frac{1}{1+\beta} \end{pmatrix}; \quad \beta > 3,001$$

А уравнение (9) приобретает вид

$$c \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 1 \end{pmatrix} = - \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 1 \end{pmatrix} \cdot \frac{(1+\beta)(\beta-3)(\beta-1)^2}{4} \cdot \begin{pmatrix} \frac{1}{\beta-3} & -\frac{2}{1-\beta} \\ \frac{1}{1-\beta} & \frac{1}{1+\beta} \end{pmatrix},$$

откуда имеем

$$c \cdot \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 1 \end{pmatrix} = - \frac{(1+\beta)(\beta-3)(\beta-1)}{2} \cdot \begin{pmatrix} \frac{1}{\beta-3} & -\frac{1}{1+\beta} \\ \frac{1}{\beta-3} & -\frac{1}{1+\beta} \end{pmatrix}.$$

Это уравнение не имеет решения относительно c ни при каком $\beta > 3,001$. Тем не менее система оказывается стабилизируемой в классе управлений вида (2).

Замечание 1. Так как изложенный способ не всегда дает решение (для стабилизируемой системы!), может иметь смысл применение изложенной процедуры (наряду с исходной) к двойственной системе

$$\begin{aligned} \dot{x} &= A^T x + H^T u, \\ y &= B^T x. \end{aligned}$$

(Конечно в случае, если предпринятая попытка стабилизации оказалась неудачной!).

При этом вместо (8) получим уравнение Ляпунова вида

$$A^T(\beta)Z + ZA(\beta) = -HH^T,$$

а вместо уравнения (9) - уравнение

$$BC = -Z_{os}(\beta_0) \cdot H^T,$$

условие разрешимости которого имеет вид

$$\text{rank}(Z_{os}(\beta_0) \cdot H^T, B) = m.$$

Однако, как можно убедиться на примере 2, даже это дополнение не делает изложенный способ стабилизации универсальным. (Хотя рассмотрение двойственной задачи и дает в данном случае совершенно другие замыкания исходной системы!).

Замечание 2. Рассмотрение двойственной задачи стабилизации вместо исходной имеет смысл и в случае, когда исходная система, не будучи полностью управляемой, является полностью наблюдаемой. В



этом случае изучение двойственной задачи позволяет обойти трудности, связанные с нахождением псевдообратной матрицы. (Решение матричного уравнения Ляпунова двойственной задачи в таком случае, в отличие от исходной, оказывается невырожденным).

Грузинский технический университет

(Поступило 27.05.1993)

კიბერნეტიკა

ა.გაბელაია

წრფივი ავტონომიური სისტემების სტაბილიზაცია არასრული ინფორმაციის შემთხვევაში CSTAB მეთოდის გამოყენებით

რეზიუმე

შესწავლილია სტაბილიზაციის ცნობილი მეთოდის, CSTAB-ის გამოყენების შესაძლებლობანი არასრული ინფორმაციის შემთხვევაში. ნაჩვენებია, რომ ეს მეთოდი, ამ შემთხვევაში, სტაბილიზებადობის საკმარის (მაგრამ არა აუცილებელ) პირობას იძლევა.

CYBERNETICS

A.Gabelaya

Stabilization of Linear Autonomous Systems with Incomplete Information by CSTAB Method

Summary

This article deals with the disquisition of the possibilities of the well-known CSTAB method application in the case of incomplete information.

It is clearly demonstrated that in this case the method gives only sufficient (but not necessary) stability conditions.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. *Е.И.Гальперин, Е.И.Дергачева.* Автоматика и телемеханика, 8, 1968.
2. *Ф.Р.Гантмахер.* Теория матриц. М., 1967.
3. *А.Г.Габелая, В.И.Иваненко, О.Н.Одарич.* В сб.: Адаптивные системы автоматического управления. Киев, 1974.
4. *Е.А.Armstrong.* ORACLS: A Design System for Linear Multivariable Control. Marcel, Dekker, New York, Bazel, 1980.
5. *В.Н.Афанасьев, В.Б.Колмановский, В.Р.Носов.* Математическая теория конструирования систем управления. М., 1989.
6. *В.Porter.* Int. J. Control, 25, 3, 1977.

Z. Melikishvili, E. Tepitsky

On the Theory of Nonlinear Photoionization of Atoms

(Presented by T. Sanadze Corr. Member of the Academy 1.04.1993)

At present a lot of investigations are dedicated to the theoretical analyses of experiments on multiphoton ionization of atoms. The problem is considered both from the semiclassical point of view and from the field-theory view (see for example [1,2,3] etc.). The lack of small parameter is acknowledged by a lot of authors so it is necessary to take into account exactly the Coulomb field $U(r)$ as well as the external field with the Coulomb-gauge interaction ($\hbar = c = 1$ from now on)

$$H_A = -\frac{e}{m} \vec{A} \cdot \vec{p} + \frac{e^2}{2m} A^2 \quad (1)$$

However, practically, the calculations are always carried out on the basis of Perturbation theory and yielding from it interpretation of corresponding transitions, though some exact results of Volkov solution type (so called "Keldysh ansatz" [4]) are used. The main problem, mentioned above is the exit beyond the frames of the perturbation theory.

In present work an attempt is made to describe the phenomenon of photoionization without the usage of the perturbation theory to the Coulomb and external fields on the example of hydrogen-like atom, which allows to make the calculations more observable. It will be shown that the complex atom structure does not reveal on the photoelectrons spectrum structure (at least in the case of one electron photoionization), which, therefore is unique both for complex and for the simple atoms. In the present article the atom structure is reflected on the probability magnitudes of each peak in photoelectron spektrum through the distribution of charge density in atoms, expressed through their form factors. One more circumstance which we take into consideration is that the atoms are not necessarily in their ground state (which is usually accepted in hitherto mentioned works), but in the process of preparation or interaction with the front part of laser pulse, so they can be observed in excited states, which are described by probabilities W_{nlm} . In the latter case these probabilities also depend upon the external field, which can be considered phenomenologically.

The below mentioned approach is directly used in case of multiple-harmonic generation, if higher levels of discrete spectrum of the atom in the external field are viewed as a final state, but because of a number of technical peculiarities of calculations this process will be examined separately.

Our aim is the calculation of nonlinear photoionization probabilities averaged according to the pulse duration

$$\frac{dW}{dq_f d\Omega_f} \approx \int_0^{t_f} \sum_{nlm} |\langle f | in \rangle|^2 dt \quad (2)$$



where $|in\rangle$ represents the initial state $|nlm\rangle$ not perturbed by the external field and summing is carried out.

$$|in\rangle = |nlm\rangle \otimes |E(t)\rangle = f_{nlm}(0) \Psi_{nlm}(\vec{r}) \exp(-i\omega_{nlm}t) \otimes \vec{E} \sin(\omega t - \vec{k}\vec{r}) \quad (3)$$

It is suggested here that external field switches in when $t=0$, and for the simplicity we'll confine to the linear polarized radiation with vector-potential

$$\vec{A}(\vec{r}, t) = \vec{A}_0 \cos(\omega t - \vec{k}\vec{r}) = \left(\frac{\mathcal{E}_0 \vec{E}}{\omega}\right) \cos(\omega t - \vec{k}\vec{r}) \quad (4)$$

In formula(3) $f_{nlm}(0)$ - these are weights of corresponding levels before the beginning of the photoionization process. $|f_{nlm}(0)\rangle^2 = w_{nlm}$, and $|nlm\rangle$ is the exact solution of Schrödinger equation

$$\left[\frac{p^2}{2m} + U(r) \right] |nlm\rangle_0 = \omega_{nlm} |nlm\rangle_0 \quad (5)$$

where

$$|nlm\rangle = |nlm\rangle_0 \cdot \exp(-i\omega_{nlm}t).$$

The exact solutions of (5) are well-known not only for discretion but also for continuous spectrum [5]. We shall consider the final state $|f\rangle$ as a solution of total Schrödinger equation

$$i \frac{\partial |f\rangle}{\partial t} = \left[\frac{p^2}{2m} + U(r) + H_A \right] |f\rangle \quad (6)$$

Here the field is viewed as classical and this is justified at high intensities. That is why the term "multiphoton process" must be understood as the presense of harmonics $n\omega$ of falling radiation frequency ω in the energetic spectrum of photoelectrons. For the final state of ionization process we'll understand the system: an electron in Coulomb field of ion affected by laser radiation. In this case the asymptotic approximation of exact solution of (6) for large $r > a_0$ (a_0 is a radius of the first Bohr orbit) is used, that's why the dependence \vec{A} from \vec{r} is considered but the contribution of ponderomotive force, caused by the space inhomogeneity of laser pulse is not considered here (it can be suggested in the magnitude of photoelectron energy \mathcal{E}_q), that's why we'll confine to the case when

$$\vec{\nabla} \vec{A}(\vec{r}, t) = \vec{k} \cdot \vec{A}_0 \sin(\omega t - \vec{k} \cdot \vec{r}) \quad (7)$$

The first part of our final state definition corresponds to the electron-ion scattering, but not to the electron in continuous spectrum, that's why we take the whole orthonormal set [5] as basic functions

$$|f\rangle_q = \left(\frac{2|\lambda|\pi}{v(e^{\lambda \cdot 2\pi} - 1)} \right)^{\frac{1}{2}} \cdot e^{iqz} \cdot \Phi(r-z) \quad (8)$$

where q is the electron momentum, $\lambda = \pm Ze^2 m/q = Ze^2/v$, v is the electron velocity in the ion rest system, and Φ is expressed by degenerated hypergeometric function

$$\Phi(\xi) = \left(\frac{m}{q}\right)^{\frac{1}{2}} \Gamma(l+i\lambda) e^{-\frac{\pi\lambda}{2}} F(-i\lambda, l, iq).$$

We can find the solution of the equation (6) for continuous spectrum of the electron in the ion field in the form of

$$|f\rangle = \int d\vec{q} (C_{\vec{q}}(t) - e^{-i\epsilon_q t}) \cdot |f\rangle_q \cdot e^{i\vec{k}\vec{r}} + \int d\vec{q} e^{-i\epsilon_q t} \cdot |f\rangle_q. \quad (9)$$

Here the evolution operator is presented by the scattering operator $C \rightarrow S = I + T$ and without external field $|q\rangle$ state is characterized by the energy ϵ_q . In the presence of time-dependent external field the notion of quasi-energy has its meaning only, that's why in the first term of (9) at $C_q(t)$ factor $\exp(-i\epsilon_q t)$ is absent. The second term in this superposition corresponds to the absence of the interaction with the external field. From (9) for $C_q(t)$ we receive the following equation

$$i \frac{\partial C_q}{\partial t} = \left(\frac{k^2}{2m} + \frac{kq}{m} \right) C_q - \frac{e}{m} A \cdot (k+q) C_q + \frac{e^2}{2m} A^2 C_q \quad (10)$$

(for high harmonics $\vec{k} \cdot \vec{q} \approx 0$, as $\vec{k} \perp \vec{q}$) by which the asymptotic of the solution (8) was used for large r

$$\Psi^+(r, \theta) = C \frac{e^{\pi\lambda/2}}{\Gamma(l+i\lambda)} \cdot \left\{ \left[1 - \frac{\lambda^2}{2iqr \cdot \sin^2 \theta/2} \right] \times \right. \\ \left. \times \exp[iqz + i\lambda \cdot \ln q(r-z)] + \frac{T(\theta)}{r} \exp(ikr - i\lambda \ln 2kr) \right\} \quad (11)$$

where Ψ^+ is an outgoing wave, C - the above mentioned normalizing constant, where the first term in this sum represents a distorted by Coulomb field plane wave and the second term describes a spherical wave with $T(\theta)$ scattering amplitude and θ scattering angle.

The solution of the equation (10) can be easily found

$$C_q(t) = \exp \left\{ -i \left(\frac{k^2}{2m} + \frac{kq}{m} \right) t + i \frac{e}{m} (k+q) \int_0^t A dt - i \frac{e^2}{2m} \int_0^t A^2 dt \right\} \quad (12)$$

where q is the z component of photoelectron momentum. In (10) the approximation of the plane wave for photoelectron is factually used. If we take into consideration more exact expression (11), in which the influence of Coulomb field is seen, then in (10) we must make substitution

$$q \rightarrow \vec{q} = q - \lambda \left(\frac{1}{r-z} \right)_{qq'} - \frac{\lambda^2 q}{2i \sin \theta/2} \left(\frac{1}{r} \right)_{qq'} + \dots$$

where

$$\left(\frac{1}{r} \right)_{qq'} = \int \Psi_q^* \frac{1}{r} \Psi_{q'} d^3 r$$



Using the above written expressions of initial and final states for the transition amplitude from $|nlm\rangle$ state into some $|q\rangle$ state, we receive the following expression

$$\langle q|nlm\rangle = \frac{i\varepsilon_0}{2} \cdot f_{nlm}(0) \cdot \left\{ \exp\left[i\left(\frac{k^2}{2m} + \frac{kq}{m} \right) t - \nu_{kq} \cdot \sin\omega t + \mu \sin 2\omega t \right] - \exp(i\varepsilon_q t) \right\} \cdot \exp(-i\varepsilon_{nlm} t) \left[e^{-i\alpha t} \cdot F_{nlm}^q(k) - e^{i\alpha t} \cdot F_{nlm}^q(-k) \right] \quad (13)$$

where

$$\nu_{kq} = \frac{e\varepsilon_0}{m\omega^2} (\bar{k} + \bar{q}) \bar{\varepsilon}, \quad \mu = \frac{e^2 \varepsilon_0^2}{4m\omega^3} \quad (14)$$

and

$$F_{nlm}^q(\bar{k}) = \int \Psi_q^* e^{i\bar{k}\bar{r}} \cdot \Psi_{nlm} d\bar{r} \quad (15)$$

is an atomic form factor. For some values of n, l, m the apparent expression of this form factor is given in [6].

The differential probability of photoionization process according to (2) assumes the form

$$\frac{dW}{dq d\Omega} = \sum_{nlm} \int_0^{\Delta t} |\langle q|nlm\rangle|^2 dt \rho(q) \quad (16)$$

where Δt - is the duration of laser pulse, $\rho(q)$ - is the density of final states. Using the condition

$$F_{nlm}^q(\bar{k}) = F_{nlm}^{*q}(-k) = |F_{nlm}^q(k)|^2$$

and introducing the notations

$$\sum_{nlm} |f_{nlm}(0)|^2 \cdot |F_{nlm}^q(k)|^2 = f_q(k) \quad (17)$$

we got, that the transition probability includes the following processes

$$dW = dW_0 + dW_s + dW_{s+2} + dW_{s-2}$$

where the first term doesn't invest in the photoionization process, and index S - means the presence of harmonics (two last terms correspond to the photons absorption and emission by photoelectrons). Using the above solutions we find

$$\frac{dW}{dq d\Omega} = \frac{1}{2} |\varepsilon_0|^2 f_q(k) \sum_s I_s(V_{kq}, -\mu) \times \frac{\sin\left[\left(\varepsilon_q - \frac{k^2}{2m} - \frac{kq}{m} - s\omega \right) \Delta t \right]}{\varepsilon_q - \frac{k^2}{2m} - \frac{kq}{m} - s\omega} \cdot \rho(q) \quad (18)$$

Here the well-known expression is used [7]

$$\exp(-i\nu \cdot \sin\omega t + i\mu \cdot \sin 2\omega t) = \sum_{s=-\infty}^{\infty} I_s(\nu, -\mu) \cdot e^{is\omega t} \quad (19)$$

where

$$I_s(\nu, \mu) = \sum_{p=-\infty}^{\infty} I_{s-2p}(\nu) \cdot I_p(\mu)$$

and I_s is the Bessel function.

For the plane wave Δt must be substituted by t and when $t \rightarrow \infty$ we get the usual δ function with the conservation law

$$\varepsilon_q = \frac{k^2}{2m} + \frac{kq}{m} + s\omega \quad (20)$$

This formula lacks energy levels ω_{nim} , from which photoionization takes place (the energy of free photoelectron ε_q can be caunted from photoionization potential, when $q=0$) that's why the photoelectrons spectrum is universal for arbitrary atom. The experiment proves it and all regularities of nonlinear photoionization are similar not only to the hydrogen atom but also to the noble gases [8]. One more consequence of formula (18) is the absense of sharp peaks in the photoelectron spectrum that is characteristic of the δ -function case. The bigger is Δt the narrower are the peaks, which is also in accordance with the experiment [8].

The probability dependance upon the intensity of the external field $I \sim |\varepsilon_0|^2$ is defined by Bessel functions and the coefficients before them. For the case of weak fields formula (18) is close to the results received in [7] and results in power dependance $(dw/dq \propto \Omega)$ from external field intensity $\sim (I_0/4)^{n_0/2}$. When there are high intensities Bessel function asymptotic is found in [7] and results in more slow growth of photoionization probabilities. From these results it is seen, that the photoionization probability is the increasing function of the external field intensity, though the velocity of the increase at high intensities reduces, and doesn't depend on harmonic number. The most essential difference of our work from the other ones is that in formula (18) there is one more factor, which can depend upon the field intensity - these are level poulation probabilities and atom form factors. Form factor for transition from ground state in a continuous spectra is shown in [6]: $F_{100}^q(k) \sim I^{-2}$.

Thus the atom structure and its dependance upon the external field add factors, decreasing with the intensity increase to the photoionization probability formula. The form factor decrease with the radiation intensity increase means that at such regime the great role in photoionization will play the ground state, which increases the ionization threshold and results in photoelectron spectrum envelope shift to the high number harmonics. Besides the product of decreasing and increasing functions results in maximum appearance of photoelectron spectrum envelope and dependance of its state upon the harmonic number S . However the qualitative comparison of this calculations with the experimental results requires more detailed structure analyses of formula (18), not only with the consideration of ground but also of higher levels too.

Tbilisi State University,

(received on 27.04.1993)

ზ.მელიქიშვილი, ე.ტეპლიცკი

ატომების არაწრფივი ფოტოიონიზაციის თეორიისათვის

რ ე ზ ი უ მ ე

შეშფოთების თეორიის გამოყენების გარეშე განხილულია ლაზერული გამოსხივების იმპულსისა და წყალბადისებრი ატომის ურთიერთქმედების პროცესი. ნაჩვენებია, რომ გამოსხივების სიხშირის ჯერადი ენერგიების მქონე ელექტრონების წარმოქმნის ალბათობები ფოტოელექტრონების ენერგეტიკულ სპექტრში დამოკიდებულია შესაბამის ატომურ ფორმფაქტორებზე.

ФИЗИКА

З.Г.Меликишвили, Э.Ш.Теплицкий

К теории нелинейной фотоионизации атомов

Р е з ю м е

Рассматривается процесс взаимодействия импульса лазерного излучения с водородоподобным атомом без использования теории возмущений как по кулоновскому, так и по величине внешнего поля. Показано, что вероятность появления каждой гармоники в энергетическом спектре фотоэлектронов зависит от соответствующих атомных формфакторов.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. N.B.Delone, V.P. Krainov. Atoms in Strong Light Fields (Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 1985).
2. H.R.Reiss. Phys. Rev. A 42 (1990) 1476.
3. L.R.Davidovich. Proc. of 5-th Inter. Conf. on Multiphoton Processes (Paris, 1990).
4. L.V.Keldysh. Sov. Phys.-JETP 20 (1965) 1307.
5. A.S.Davidov. Quantum Mechanics (Nauka Publishers, Moscow, 1963).
6. S.Mrowczynski, Phys. Rev. A 33(1986) 1549.
7. H.R. Reiss, Phys. Rev. A 22 (1980) 1786.
8. N.B. Delone, M.V. Fedorov. Progr. Quant. Electr. 13 (1989)267.

А.Б.Герасимов, Д.А.Кимеридзе

Атермический механизм эмиссии ионов

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т.И.Санадзе 8.04.1993)

В данной работе предлагается механизм эмиссии ионов, основанный на концепции, что любая перемена местоположения атома в конденсированной среде связана с изменением квантового состояния его электронов, участвующих в химической связи [1]. В случае ковалентных кристаллов изменение квантового состояния связывающих электронов достигается переходом электрона из валентной зоны в зону проводимости, т.е. из связывающего в антисвязывающее состояние, в результате чего появляются две антисвязывающие квазичастицы: свободный электрон и дырка.

Мы полагаем, что в процессе эмиссии ионов решающую роль играют наличие антисвязывающих квазичастиц и их концентрация. При этом не имеет значения, каким способом образуются антисвязывающие квазичастицы (теплом, светом, инъекцией и т.д.). Вследствие хаотического движения по кристаллу свободных электронов и дырок около данного атома может оказаться разное число антисвязывающих и связывающих квазичастиц. Согласно [1], вероятность прихода к антисвязывающих квазичастиц к данному атому дается выражением $(2n_i/N_A)^k$, где $n_i = n_e = n_h$ - концентрация электронов и дырок соответственно, N_A - концентрация атомов, k - количество антисвязывающих частиц, необходимое для того, чтобы атом покинул узел, определяемое числом связей с соседними атомами. Наличие у данного атома одинакового числа связывающих и антисвязывающих квазичастиц означает, что атом уже не осуществляет связи с другими атомами. Если такой атом будет находиться на поверхности, то он может покинуть ее, т.е. эмитировать, зарядовое же состояние будет зависеть от того, какая комбинация антисвязывающих квазичастиц (электронов и дырок) будет у данного атома.

Рассмотрим некоторые экспериментальные данные.

В [2] исследовалась эмиссия многозарядных ионов из сверхчистого кремния *p*-типа, облучаемого неодимовым лазером. Увеличение мощности способствовало образованию ионов с более высокими значениями максимальной кратности заряда Z_{\max} и более интенсивной эмиссии заряженных частиц. Было установлено, что переход с $h\nu = 1,15$ эВ на $h\nu = 2,3$ эВ при идентичных экспериментальных условиях ведет к уменьшению Z_{\max} ионов, т.е. облучение лазером с большей энергией фотонов вызывает меньший эффект, в то время как более энергичные фотоны должны были бы с большей вероятностью образовывать ионы с



большей кратностью заряда. Этот противоречивый факт можно объяснить согласно нашей концепции, если допустить, что зарядовое состояние иона определяется появлением около данного атома определенного количества антисвязывающих квазичастиц. Вероятность появления около данного атома большего числа антисвязывающих квазичастиц возрастает с увеличением концентрации последних. Так как плотность мощности излучения одинакова, то число фотонов для излучения с $h\nu = 1,15$ эВ будет больше, чем для излучения с $h\nu = 2,3$ эВ. В данном случае каждый фотон с энергией $h\nu = 1,15$ и $2,3$ эВ будет образовывать одинаковое число антисвязывающих квазичастиц, поскольку в этой спектральной области квантовый выход постоянен [6]. Поэтому при облучении с $h\nu = 1,15$ эВ будет образовываться больше антисвязывающих квазичастиц, чем при облучении с $h\nu = 2,3$ эВ. Наличие достаточно высокой концентрации антисвязывающих частиц увеличивает вероятность того, что у данного атома будет находиться большее число антисвязывающих частиц и зарядовое состояние эмитируемых ионов будет больше. Таким образом, становится понятным, почему переход с $h\nu = 1,15$ эВ на $h\nu = 2,3$ эВ при идентичных экспериментальных условиях ведет к уменьшению Z_{\max} эмитируемых ионов.

В [3] Si^{0*} облучался лазером с $h\nu = 2,3$ эВ, $\tau = 7$ нс, плотность энергии менялась от 0,5 до 10 Дж/см². Наблюдались возбужденные состояния Si^{0*}, Si^{1*}, Si^{2+*}, средние скорости (кинетические энергии) которых составляли: $1,3 \cdot 10^6$ см/с (25 эВ); $2,7 \cdot 10^6$ см/с (107 эВ) и $4,4 \cdot 10^6$ см/с (283 эВ) соответственно. Эти скорости не зависели от плотности энергии облучения до тех пор, пока она не становилась больше 10 Дж/см². Эти ионы уходят с поверхности в течение ~100 нс. Авторы считают, что они ускоряются облаком фотоэмитированных электронов, что эти элементы уходят с поверхности как Si⁺, Si²⁺ и Si³⁺. Независимость скорости ионов от потока излучения указывает на нетермический характер процесса. Они вынуждены допустить, что облако фотоэмитированных электронов находится достаточно далеко от поверхности и очень долго (~100 нс), чтобы только после прохождения этого времени сообщить тяжелым ионам достаточную кинетическую энергию, что маловероятно. Кроме того, как указывалось выше, авторы [2] показали, что увеличение энергии кванта выше порога перехода в зону проводимости (со связывающих на антисвязывающие орбитали) не влияет на эмиссию ионов, тогда как облако фотоэмитированных электронов должно быть удалено дальше от поверхности, что дало бы большую разность времен пролета для ионов и они приобрели бы большую энергию. Единственным доказательством авторов является пропорциональность средней скорости ионов их заряду. Но все это можно объяснить, если, опять же, принять во внимание изменение числа связывающих электронов около атома, который эмитируется. Как уже отмечалось выше, в зависимости от соотношения электронов и дырок, в числе квазичастиц, необходимых для эмиссии данного атома, его зарядовое состояние может быть разным. Чем больше одноименный заряд эмитируемого атома и соседних атомов,

тем больше сила отталкивания между ними. Энергия кулоновского взаимодействия переходит в кинетическую энергию $q^2/r_0 = Mv^2/2$, где M — масса ионов, v — их скорость, r_0 — расстояние между атомами, q — заряд иона. Чем больше заряд иона, тем его скорость должна быть выше. Если допустить, что в расплавленном Si поверхностный атом имеет четыре нижних соседа, то следующие комбинации зарядовых состояний обеспечат наблюдаемые средние энергии.

Т а б л и ц а

Соседние атомы		Заряд эмитируемых атомов, e	Энергия отталкивания, эВ	Средняя кинетич. энергия ионов (экс.), эВ
Число	Заряд e			
4	1	1	24	25
4	2	2	97	107
4	3	3	220	283
4	3	4*	293	

* При трехкратной ионизации соседних атомов более вероятна четырехкратная ионизация эмитируемого атома

Скорость ионов не зависит от потока облучения, так как увеличение потока приводит только к увеличению вероятности эмиссии, т.е. числа эмитируемых частиц, а механизм их ускорения будет тот же самый. Легко объясняется, с этой точки зрения, и запаздывание эмиссии на 100 нс с момента лазерного воздействия, что связано с временем образования флуктуации нужного числа антисвязывающих квазичастиц, необходимых для данного зарядового состояния.

В [4,5] различные органические вещества облучались эксимерным лазером с $h\nu = 6,4$ эВ, $\tau = 14$ нс, мощность менялась от 10 мдж/см² до 1 дж/см². При таком режиме на поверхности материала, оставшегося после удаления части материала облучением, не было обнаружено никакого повреждения, хотя такие материалы разрушаются при температурах ~100°C. Если облучение проводится в аналогичных режимах, но с $h\nu < 6,4$ эВ, на поверхности оставшегося материала образуются увядания и рубцы. Авторы считают, что температура более чем 100°C достигается более низким $h\nu$, но не с помощью облучения 6,4 эВ. Химики описывают такой эффект воздействия фотонов как непосредственный разрыв тех связей, которые связывают мономеры в этих полимерах. Установлено, что фотоны с $h\nu = 6,4$ эВ в основном поглощаются оптически, а фотоны с более низким $h\nu$ — нет. Их энергия в основном переходит в тепло, которое и создает дефекты и повреждения.

С нашей точки зрения, это происходит следующим образом. Излучение лазера поглощается в слое определенной толщины, и в нем фотоны переводят электроны из связывающего в антисвязывающее состояние. Когда число связывающих и антисвязывающих квазичастиц



становится равным около данного мономера, связь исчезает и мономер удаляется. В оставшемся слое не должны наблюдаться повреждения. Это произойдет при определенной энергии фотонов. Если энергия фотонов будет другая (пусть даже меньше), то они не будут переводить электроны со связывающих орбиталей на антисвязывающие, а их энергия будет переходить в тепло и создаст разного рода дефекты. Поэтому при облучении лазером с меньшим $h\nu$ создается большое количество повреждений.

Тбилисский государственный
университет им.И.А.Джавахишвили

(Поступило 18.05.1993)

ფიზიკა

ა.გერასიმოვი, დ.კიმერიძე

იონების ემისიის ათერმული მექანიზმი

რეზიუმე

განიხილება იონების ემისიის მექანიზმი, რომელიც ვერდნობა შემდეგ ძირითად კონცეფციას: კონდენსირებულ სისტემებში ატომის ნებისმიერი გადაადგილებისათვის საჭიროა ბმაში მონაწილე ელექტრონების კვანტური მდგომარეობის შეცვლა.

ატომის ბმის ენერგია დამოკიდებულია ამ ატომთან მყოფი დამაკავშირებელი და ანტიდამაკავშირებელი ნაწილაკების თანაფარდობაზე. როცა მათი რიცხვი ტოლია, ატომი არ აწარმოებს ბმას მეზობელ ატომებთან. როცა ასეთი ატომი ზედაპირზეა, ის შეიძლება ემიტირებულ იქნეს. ასეთი სიტუაცია მეტად ალბათურია, რაც მეტია ანტიდამაკავშირებელი ნაწილაკების რიცხვი. ემიტირებული ატომების მუხტი განისაზღვრება მოსული ანტიდამაკავშირებელი ნაწილაკების (ელექტრონებისა და ზერელების) კომბინაციით.

იონების ემისიის პროცესში გადამწყვეტი მნიშვნელობა აქვს ანტიდამაკავშირებელი ნაწილაკების კონცენტრაციას, რომლის შექმნა შეიძლება განხორციელდეს სხვადასხვა გზით (სინათლით, სითბოთი, ინტეგრირით და ა.შ.).

PHYSICS

A. Gerasimov, D. Kimeridze

Athermic Mechanism of Ion Emission

Summary

A mechanism of ion emission has been suggested which is based on the concept that any change in atom location in a condensed medium is related to a change in the quantum state of the electrons, participating in the chemical bond.

The energy bond of an atom depends on the ratio between binding and antibinding particles of the given atom. In case the number of these particles is equal, the atom has no bond with its neighbouring atoms. If such an atom is on the surface, it can leave it, i.e. emit. The more is the number of antibonding particles, the more probable is this state. The charge of the emitted atoms is determined by the combination of antibonding

particles (electrons and holes).

In the emission process the antibonding particle concentration is of critical importance, no matter how they are formed (by light, heat, injection, etc.).

ՎՈՒՅԵՆՆԵՐ-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

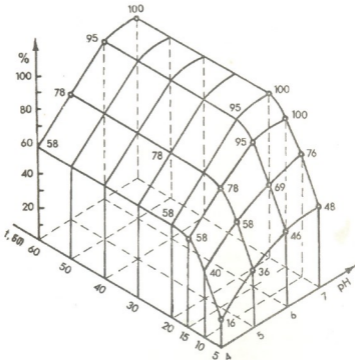
1. *И.Г.Гвердцители, А.Б.Герасимов, М.Г.Пхакадзе, А.А.Церцвадзе.* Сообщения АН ГССР, **115**, 3, 1984, 513.
2. *М.Р.Бедилов, Х.Б.Бейсембаева, М.С.Сабитов.* Тез. докл. XX Всесоюзн. конф. по эмиссионной электронике, т.2. Киев, 1987, 46.
3. *M.Hanabusa, S.Moriyama, H.Kikuchi.* Thin Solid Films, **107**, 1983, 227.
4. *R.Srinivasan, V.Mayne-Banton.* Applied Physics Letters, **41**, 1982, 576.
5. *R.Srinivasan, W.J.Leigh.* J. Amer. Chem. Soc., **104**, 1982, 6784.
6. *В.С.Вавилов.* Действие излучения на полупроводники. М., 1969, 75.



ზ. სვანიძე, გ. ცინცაძე (საქმეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი)

ნატრიუმის ციტრატის გავლენა კალციუმის სორბციის ხარისხზე წყლებში

კალციუმი ტყვიასა და ვერცხლისწყალთან ერთად განეკუთვნება გარემოს ერთ-ერთ საბიფათო გამაჟღერებელს [1]. მისი საშუალო შემცველობა ნიადაგებში შეადგენს $5 \cdot 10^{-5}\%$ [2,3], მდინარის წყლებში ცვალებადობს 0,01-დან 40-50 მკგ/ლ კონცენტრაციის დიაპაზონში [4]. მიწისქვეშა წყლებში კალციუმის კონცენტრაცია ცვალებადობს 0,15-დან 0,7 მკგ/ლ-მდე და შეიძლება შესამჩნევად მაღალი იყოს სულფიდური საბადოების რაიონში, 5,0-დან 2000 მკგ/ლ-მდე [5]. კალციუმის ანომალიურად გაზრდილი შედგენილობა შეიძლება ნიშანი იყოს თუთიის სულფიდური საბადოსი [3,5]. კალციუმის მაღალი შემცველობა, რომელიც შეიმჩნევა წყლებში (განსაკუთრებით მადნის დამუშავების ადგილებში), შეიძლება გახდეს ისეთი სერიოზული დაავადების მიზეზი, როგორცაა „იტაი-იტაი“ (ძვლების სიმეფის მკვეთრი ზრდა. აღმოჩენილია იაპონიაში) [3].

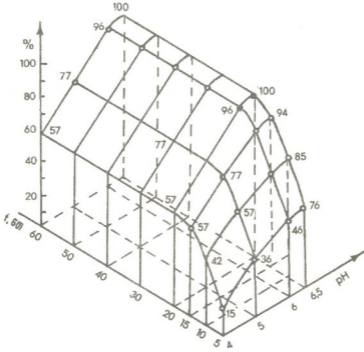


სურ.1. კალციუმის მდგრადობა მოდელურ ხსნარებში დროის მიხედვით

თავისი მოქმედებით ადამიანისა და ცხოველების ორგანიზმზე, კადმიუმში მიეკუთვნება კუმულაციური მოქმედების ძლიერ მომწამვლელ ნივთიერებას, ის ძალზე ტოქსიკურია აგრეთვე წყლის მიკროორგანიზმებისათვის: ამუხრუჭებს თვითგაწმენდის პროცესებს წყალსაცავებში და მკვეთრად აკვეითებს ჩამდინარე წყლების ბიოლოგიური გაწმენდის ეფექტს [6]. კადმიუმის მაღალი ტოქსიკურობის გამო მისი შემცველობა საწარმოო-სასმელ და კულტურულ-საყოფაცხოვრებო მომსახურების წყლებში მკაცრად ნორმირებულია, საკმაოდ დაბალი კონცენტრაციის დონეზე, რაც შეადგენს 1 მკგ/ლ [7].

კადმიუმის ტოქსიკური თვისებებიდან გამომდინარე, აუცილებელ ფაქტორს წარმოადგენს მისი კონცენტრაციის განსაზღვრა ბუნებრივ წყლებში. ვინაიდან ამ ელემენტის შემცველობა აღნიშნულ წყლებში ძალიან დაბალია, ამიტომ საჭირო ხდება წინასწარი კონცენტრირება, რაც ჩვენს შემთხვევაში განხორციელებულია სორბციული მეთოდით ხელატწარმომქმნელი ბოქვოვანი სორბენტის ПОЛИОРГС VIIИИ-ის გამოყენებით [8].

უნდა აღინიშნოს, რომ ექსპერიმენტის ჩვენებით) კადმიუმში წყლებში არამდგრადია. ჩვენ მიზნად დავისახეთ წყლებში კადმიუმის მდგრადობის ოპტიმალური პირობების შერჩევა. ექსპერიმენტი ჩატარებულ იქნა მოდელურ ხსნარებში, რომელიც დამზადებულია ბუნებრივი მინერალური წყლის „ბორჯომის“ ტიპზე. კადმიუმში pH-6,5-7,5 მნიშვნელობის დროს არსებობს იონურ ფორმაში Cd²⁺ [9-11].



სურ. 2. კადმიუმის სორბციის ხარისხის დამოკიდებულება ნატრიუმის ციტრატის კონცენტრაციაზე.



ექსპერიმენტმა ნათლად დაგვანახა წყლებში კადმიუმის არამდგრადი მდგრადობის რაც შეიძლება აიხსნას მიწისქვეშა წყლებში რკინის (II) შემცველობით, რომელიც ჰაერთან კონტაქტის დროს იყვანება რკინა (III)-მდე, ხოლო ამ უკანასკნელის ჰიდროქსიდი გამოიყოფა ხსნარიდან $\text{pH}=6,5-7,5$ მნიშვნელობის დროს და თან დალექავს Cd^{2+} -ს.

კადმიუმის მდგრადობის შესანარჩუნებლად ხსნარებში გამოყენებულ იქნა ნატრიუმის ციტრატი, რომელიც ელემენტს ანიჭებს მდგრადობას 15-20 დღის განმავლობაში (სურ.1). მონაცემები კადმიუმის მდგრადობის შესახებ დროში ნატრიუმის ციტრატის თანხლებით განპირობებულია კადმიუმის კომპლექს-წარმოქმნით ციტრატ-იონთან. აღნიშნულიდან გამომდინარე, ნატრიუმის ციტრატის თანხლებისას ხსნარი მდგრადია. კადმიუმის სორბციის ხარისხი დამოკიდებულია ნატრიუმის ციტრატის კონცენტრაციაზე (სურ.2). პრაქტიკულად კადმიუმის სრული კონცენტრირება ხდება ნატრიუმის ციტრატის $7 \cdot 10^{-4}$ მ თანხლებისას. ნატრიუმის ციტრატის უფრო მაღალი კონცენტრაციისას ადგილი აქვს, ზოგჯერ, კადმიუმის გამოყოფის შემცირებას. უნდა ვიგულისხმოთ, რომ ეს ციტრატ-იონების მაკონკურირებელი მოქმედების შედეგია.

კადმიუმის განსაზღვრის შედეგები ნატრიუმის ციტრატის თანხლებისას მოდელურ ხსნარებში, მოყვანილია ცხრილში.

ცხრილი 1

კადმიუმის კონცენტრაციის განსაზღვრა მოდელურ ხსნარებში ნატრიუმის ციტრატის თანხლებისას და მის გარეშე

N	კადმიუმის კონცენტრაცია მგ/ლ			
	ხსნარის მომზადების-თანვე, მგ/ლ	ხსნარის მომზადებიდან 10 დღის შემდეგ, მგ/ლ	ხსნარის მომზადებიდან 20 დღის შემდეგ, მგ/ლ	20 დღის შემდეგ ნატრიუმის ციტრატით, მგ/ლ
1.	0,6	0,4	0,1	0,6
2.	0,8	0,5	0,2	0,8
3.	0,4	0,2	-	0,4
4.	0,2	0,1	-	0,2
5.	1	0,8	0,01	1
6.	0,5	0,2	0,1	0,5

მიღებული შედეგები გვაძლევს უფლებას გამოვიყენოთ ნატრიუმის ციტრატი კადმიუმის მდგრადობის შესანარჩუნებლად მისი განსაზღვრისას ბუნებრივ წყლებში, რადგან ექსპერიმენტმა ნათლად დაგვანახა მისი უპირატესობა, რაც გამოიხატება კადმიუმის დანაკარგის გამორიცხვით წყლების ანალიზისას.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

(შემოვიდა 4.05.1993)

Z.Svanidse, G.Tsintsadze

The Effect of Natrium Citrates on Sorbtion Quality of Cadmium in Waters

Summary

The optimal conditions of Cadmium's stability in waters with the use of Na Citrate have been established.

АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

З.С.Сванидзе, Г.В.Цинцадзе (член-корр. АН Грузии)

Влияние цитрата натрия на степень сорбции кадмия в водах

Резюме

Установлены оптимальные условия устойчивости кадмия в водах с применением цитрата натрия.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. R.E. Munn. Global Environmental Monitoring System Scorb. Toronto. 1973. Rep. 3. 21-31.
2. Р.Р.Брукс. Загрязнение микроэлементами. Химия окружающей среды. Под ред. Дж. Бокриса. М., 1983.
3. Р.Д.Риверс., Р.Р. Брукс. Анализ геологических материалов на следы элементов. М., 1983.
4. Foratner V. Cadmium. The Handbook of Environmental Chem: Ed. by Hutsinger. vol. 3. Part A. Antliropogenic Compounds. Berlin; Heidelberg; New York. Springer-Verlag. 1980. 59-107.
5. Г.А.Голева. Гидрогеохимические поиски открытого оруденения. М., 1983, 106-107.
6. Florence T.M., Betly G.E. Talanta, 23 3, 1976. 179-186.
7. М.Т.Дмитрев, Н.И.Кузнина, Н.А.Пинигина. Справочник. Санитарно-химический анализ загрязняющих веществ в окружающей среде. М., 1982.
8. Г.В.Мясоедова, Н.И.Щербинина, З.С.Сванидзе, Г.М.Варшал, Б.Ф.Мясоедов. Ж. анал. хим., 41., 3., 1986, 477-480.
9. П.Н.Линник, Б.И.Набиванец. Формы миграции металлов в пресных поверхностных водах. Л., 1986.
10. В.А.Назаренко., В.П.Антонович., Е.М.Невеская. Гидролиз ионов металлов в разбавленных растворах. М. 1979, 40-47.
11. Baes C.F., Mester R.E. The Hydrolysis of Cations. New York. London; Sydney, Toronto. John Willey Sons. 1976. 295-301.

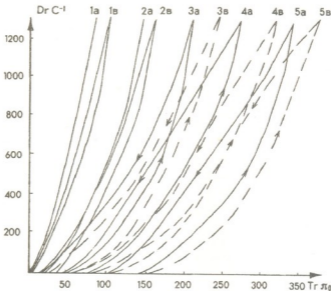
ლ.წიკლაური, ი.დადეშვიძე, გ.ცაგარეიშვილი

თიხა-ასკანეს სუსპენზიების და მათზე მომზადებული ქაჯვის ზეთის შემცველი მალამოების რეოლოგიური თვისებები

(წარმოადგინა აკად.წევრ-კორესპონდენტმა ე.ჭემურტელიძემ 3.02.93)

სამკურნალო მალამოების სტრუქტურულ-მექანიკური თვისებების შესწავლას დიდი მნიშვნელობა ენიჭება, რადგან მათზეა დამოკიდებული ფუძიდან მოკმედი ნივთიერებების გამონთავისუფლება, ორგანიზმის ქსოვილებამდე მიღწევის სიჩქარე და მალამოების სტაბილურობა [1,2].

შესწავლილ იქნა ასკანკოლისა და მის ფუძეზე მომზადებული მალამოების რეოლოგიური თვისებები.

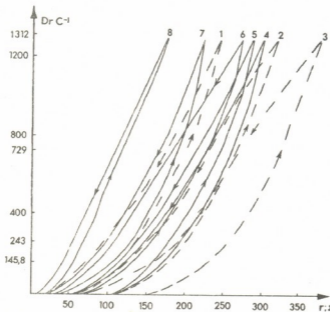


სურ.1. თიხა-ასკანეს სუსპენზიების და ქაჯვის მალამოს რეოგრაფები

- 1- 7%-იანი თიხა-ასკანეს სუსპენზია
- 2- 8%-იანი თიხა-ასკანეს სუსპენზია
- 3-9%-იანი თიხა-ასკანეს სუსპენზია
- 4-10%-იანი თიხა-ასკანეს სუსპენზია
- 5-11%-იანი თიხა-ასკანეს სუსპენზია
- a-5%-იანი ქაჯვის მალამო 10%-თიხა-ასკანეს შემცველობით
- b-0

გამოკვლევები ჩატარდა კოაქსიალური ცილინდრების მქონე როტაციულ ვისკოზიმეტრზე „რეოტესტი“-2.

ოპტიმალური კონსისტენტური პარამეტრების მატარებელი ფუძის შესარჩევად შესწავლილ იქნა 7, 8, 9, 10 და 11%-იანი თიხა-ასკანეს სუსპენზიები. გამოკვლევებმა აჩვენეს, რომ თიხა-ასკანეს პროცენტული შემცველობის ზრდასთან ერთად სუსპენზიის რეოლოგიური მახასიათებლებიც იზრდება. 7 და 8%-იან სუსპენზიებში ტიქსოტროპული თვისებები ნაკლებად, 9%-იანში კარგად, ხოლო 10%-იანში მკვეთრად არის გამოხატული, რაც ვლინდება ერთსა და იმავე სიჩქარეზე (Dr) ათვლილი გადახრის წინააღმდეგობისა (τ_r) და პლასტიკური სიბლანტის (η)



სურ. 2. თიხა-ასკანეს სუსპენზიების და ქაცვის მალამოების რეოგრაფები

- 1-9%-იანი თიხა-ასკანეს სუსპენზია
- 2-10%-იანი თიხა-ასკანეს სუსპენზია
- 3-11%-იანი თიხა-ასკანეს სუსპენზია
- 4-1%-იანი ქაცვის მალამო 10%-იანი თიხა-ასკანეს შემცველობით
- 5-3%-იანი ქაცვის მალამო 10% თიხა-ასკანეს შემცველობით
- 6-5%-იანი ქაცვის მალამო 10%-თიხა-ასკანეს შემცველობით
- 7-8%-იანი ქაცვის მალამო 10%-თიხა-ასკანეს შემცველობით
- 8-10%-იანი ქაცვის მალამო 10% თიხა-ასკანეს შემცველობით

აღმავალი და დაღმავალი მრუდების მნიშვნელობების განსხვავებაში, რომლებიც ქმნიან „ჰისტერეზისის მარყუჟს“. ეს კი მიუთითებს სისტემაში სტრუქტურის არსებობაზე. 11%-იანი სუსპენზია ხასიათდება აღმავალი და დაღმავალი მრუდების მნიშვნელობების საგრძნობი სხვაობით, იძლევა „ჰისტერეზისის მარყუჟის“ ძალიან დიდ ფართობს და იმის მაჩვენებელია, რომ სისტემაში სტრუქტურის აღდგენა მისი დარღვევის შემდეგ გაძნელებულია.

მიღებული შედეგების გათვალისწინებით ჩვენ მიერ შერჩეულ იქნა 10%-იანი თიხა-ასკანეს სუსპენზია, როგორც ოპტიმალური რეოლოგიური თვისებების მატარებელი.



რეოლოგიურ პარამეტრებზე მოქმედი ნოვითერებების გავლენის შესწავლილ იქნა თიხა-ასკანეს ფუძეზე მომზადებული 5%-იანი ქააცვის ზეთის შემცველი მალამოების სტრუქტურულ-მექანიკური თვისებები (თიხა-ასკანეს შემცველობა შესაბამისად 7, 8, 10 და 11%). გამოკვლევებმა აჩვენეს, რომ ქააცვის ზეთის შეტანით სისტემათა რეოლოგიური პარამეტრები მცირდება. 7 და 8%-იანი თიხა-ასკანეს შემცველ მალამოებს არ აქვთ ტიქსოტროპული თვისებები, ხოლო 9, 10 და 11%-იანი თიხა-ასკანეს შემცველ მალამოებს აქვთ. მათ შორის ჩვენ მიერ შერჩეულ იქნა 10%-იანი თიხა-ასკანეს შემცველ ფუძეზე მომზადებული მალამო, კარგად გამოხატული ტიქსოტროპული თვისებებისა და "ჰისტერეზისის მარყუჟის" ზომიერი ფართობის გამო (სურ.1).

აღნიშნულ ფუძეზე მომზადებულ მალამოებში ქააცვის ზეთის ოპტიმალური კონცენტრაციის შესარჩევად (რეოლოგიური პარამეტრების გათვალისწინებით) შესწავლილ იქნა 1, 3, 5, 8 და 10%-იანი ქააცვის მალამოები (სურ.2).

როგორც გამოკვლევებმა აჩვენეს, მალამოების სტრუქტურულ-მექანიკური პარამეტრები ქააცვის ზეთის კონცენტრაციის ზრდასთან ერთად მცირდება. მიღებული შედეგების მიხედვით 1, 3 და 5%-იანი მალამოები ხასიათდება სისტემაში უფრო სტაბილური სტრუქტურის არსებობით.

შესწავლილ იქნა 1, 3 და 5%-იანი მალამოების ბიოლოგიური აქტივობა. დადგინდა, რომ ქააცვის ზეთის ოპტიმალური კონცენტრაცია მალამოში არის 5%.

ზემოთ აღნიშნულის გათვალისწინებით ჩვენ მიერ შერჩეულ იქნა 5%-იანი მალამო კარგად გამოხატული ტიქსოტროპული თვისებებისა და ბიოლოგიური აქტივობის გამო.

საქ.მეცნიერებათა აკადემია
ი.ჭუთათელაძის სახ. ფარმაცოქიის
ინსტიტუტი

(შემოვიდა 19.02.1993)

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

А.К.Циклаური, И.А.Дадешидзе, Г.В.Цагареишвили

Реологическое исследование суспензии и мази с облепиховым маслом на основе Тиха-аскане

Резюме

Установлено, что при увеличении концентрации Тиха-аскане в мазевой основе увеличиваются структурно-механические параметры. С учетом полученных результатов в качестве основы для мазей выбрана оптимальная концентрация водной суспензии Тиха-аскане (10%).

При изучении структурно-реологических свойств облепиховой мази на указанной основе обнаружено, что оптимальными реологическими свойствами обладают мази с содержанием 3-5% облепихового масла.

L.Tsiklauri, I.Dadeshidze, G.Tsagareishvili

The Rheological Studies of Ticha-Ascane Suspension and Ointments with Sea-Buckthorn Oil on Its Basis

Summary

It has been established that when the concentration of Ticha-ascane increases in the ointment basis, the structural-mechanical properties also increase. Considering the obtained results watersuspensions Ticha-ascane possessing optimal rheological characteristics have been chosen as a basis for ointments. While investigating structural-rheological properties of sea-buckthorn ointment on the mentioned basis, it has been established that the ointments with 3-5% sea-buckthorn oil content possess the optimal rheological properties.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. *Г.В.Цагарейшвили, Г.С.Башура.* Консистентные свойства мягких лекарственных средств и методы их изменения. Тбилиси. 1969.
2. *А.А.Аркуша.* Автореферат канд.дисс. Харьков, 1982.



თ. სიხარულიძე

ყურძნის ჯიში რქაწითელის ფერის დადგენა

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა გ. ცინცაძემ 22.12.1993)

რქაწითელი, ყურძნის თეთრი ჯიში შესწავლილი იქნა სმმსკი-ს თელავის საცდელი სადგურის ვენახის საკოლექციო ნაკვეთებზე. ყურძნის ფერზე დაკვირვება ჩავატარეთ ბუნებრივ გარემო პირობებში, მზის არეში, თარიღი 11.IX.1986 წ. რქაწითელის ფერი ქარვისფერია, ღია ფერის მოწითალო წინწყლებით. ფერთა ატლასის მიხედვით დადგენილი იქნა ყველაზე კარგი მისაღები ფერი კარტა 4.6 10/4 და კარტა 4.7 4/4 → 4.7 2/4. კარტა 4.6 10/4-ის შემთხვევაში ფერის კოორდინატები $X=45,9$, $Y=45,6$, $Z=8,9$, ფეროვნების კოორდინატები $x=0,457$, $y=0,454$, ფერი $\lambda=578-579$ ნმ, გამჭვირვალობა $Pe=84$ (80-85), სიკაშკაშე $Y=45,6$. კარტა 4.7 4/4 შემთხვევაში $X=48,6$, $Y=50,0$, $Z=9,5$, $x=0,451$, $y=0,460$, $\lambda=577-578$ ნმ, $Pe=84$, $Y=50,0$. კარტა 4.7 2/4 $X=42,5$, $Y=42,2$, $Z=5,2$, $x=0,473$, $y=0,469$, $\lambda=579$ ნმ, $Pe=90$, $Y=42,2$.

რქაწითელი სოფელი ველისციხიდან, გურჯაანის რ-ნი. ფერზე დაკვირვება ჩავატარეთ ნორმალური განათების პირობებში, მზის არეში, ქალაქ თელავში. ყურძნის ღია მომწვანო ფერი გადადის ღია ქარვისფერში. დადგენილ იქნა ფერთა კარტები. ყურძნის მტევნის ფერი კარტა 4.6 14/4 $X=55,4$, $Y=57,4$, $Z=24,8$, $x=0,403$, $y=0,417$, $\lambda=576-577$ ნმ, $Pe=65$, $Y=57,4$. ყურძნის მტევნის ერთი მარცვლის ფერი კარტა 4.6 12/4 $X=46,8$, $Y=47,7$, $Z=14,1$, $x=0,431$, $y=0,440$, $\lambda=577-578$ ნმ, $Pe=76$, $Y=47,7$. ყურძნის მტევნის მეორე მარცვლის ფერი კარტა 4.6 16/4 $X=49,8$, $Y=52,1$, $Z=26,6$, $x=0,388$, $y=0,405$, $\lambda=575-576$ ნმ, $Pe=56$ 57, $Y=52,1$. ყურძნის მტევნის მესამე მარცვლის ფერი კარტა 4.6 6/4 $X=42,4$, $Y=41,0$, $Z=9,4$, $x=0,457$, $y=0,442$, $\lambda=580$ ნმ, $Pe=82$, $Y=41,0$. ყურძნის ამ მტევნიდან ყუნწის მარცვლების ფერი კარტა 5.0 6/4 $X=47,5$, $Y=54,9$, $Z=17,6$, $x=0,396$, $y=0,457$, $\lambda=571$ ნმ, $Pe=73$, $Y=54,9$ და კარტა 4.9 6/4 $X=47,1$ $Y=54,0$, $Z=16,1$, $x=0,402$, $y=0,461$, $\lambda=571-572$ ნმ, $Pe=76$, $Y=54,0$. შემდეგ კარტა 4.6 14/4 → 12/4 → 10/4 ფერის ეს კოორდინატები განიხილება ერთად, თანმიმდევრობით. კარტა 4.6 14/4 $X=55,4$, $Y=57,4$, $Z=24,8$, $x=0,403$, $y=0,417$, $\lambda=576-577$ ნმ, $Pe=64$, $Y=57,4$. კარტა 4.6 12/4 $X=46,8$, $Y=47,7$, $Z=14,1$, $x=0,431$, $y=0,440$, $\lambda=577$ ნმ, $Pe=76$, $Y=47,7$. კარტა 4.6 10/4 $X=45,9$, $Y=45,6$, $Z=8,9$ $x=0,457$, $y=0,454$, $\lambda=578-579$ ნმ, $Pe=83$ 84, (80-85) $Y=45,6$. ფერზე დაკვირვება ჩატარებული იქნა თელავში 15.IX.1986 წ.

რქაწითელი სოფ. შილდიდან, ყვარლის რაიონი. ენისელის მელვინეობის მიკრორაიონი.

ყურძნის მტევნის ფერი მთლიანობაში კარტა 4.9 4/4 $X=49,8$, $Y=55,3$, $Z=12,1$, $x=0,425$, $y=0,472$, $\lambda=573-574$ ნმ, $Pe=82$, $Y=55,3$ და კარტა 4.9 4/6 $X=44,8$, $Y=50,9$, $Z=9,2$, $x=0,427$, $y=0,485$ $\lambda=572-573$ ნმ, $Pe=85$, $Y=50,9$, მონაცემები განიხილება ერთად. კარტა 5.0 6/4 $X=47,5$, $Y=54,9$. $Z=17,6$, $x=0,396$, $y=0,457$, $\lambda=570-571$ ნმ,



Pe=72, Y=54,9 და კარტა 5.0 4/4 X=50,4, Y=58,0, Z=14,7, x=0,409, y=0,471, λ=572 ნმ, Pe=79, Y=58,0 მონაცემები განიხილება ერთად. კარტა 5.7 12/4 X=43,8, Y=52,5, Z=27,1, x=0,355, y=0,425, λ=567 ნმ, Pe=56, Y=52,5 ფერის კარტა 4.9 10/4 X=59,0, Y=66,3, Z=38,1, x=0,361, y=0,406, λ=570 ნმ, Pe=52, Y=66,3.

ყურძნის მტევნის ერთი მარცვლის ფერი კარტა 4.6 6/4 X=42,4, Y=41,0, Z=9,4, x=0,457, y=0,442, λ=580 ნმ, Pe=81, 82, Y=41,0. ამავე მტევნის მეორე მარცვლის ფერი კარტა 5.0 4/4 + 18/2 კარტა 5.0 4/4 X=50,4, Y=58,0, Z=14,7, x=0,409, y=0,471, λ=571-572 ნმ, Pe=78, Y=58,0. კარტა 5.0 18/2 X=77,4, Y=83,0, Z=67,3 x=0,340, y=0,364, λ=572-571 ნმ, Pe=32, Y=83,0. მესამე მარცვლის ფერი კარტა 4.6 10/4 X=45,9, Y=45,6, Z=8,9, x=0,457, y=0,454 λ=578-579 ნმ, Pe=83, Y=45,6. ყურძენი მოოქროსფერია.

ფერზე დაკვირვება წარმოებდა მზის არეში, შუადღის მზე. აღვნიშნავთ ფერის ტონებს რქაწითელზე - კარტა 5.0 4/4 და კარტა 5.0 8/2 → 6/2 → 4/2. კარტა 5.0 4/4 X=50,4, Y=58,0 Z=14,7, x=0,409, y=0,471, λ=572 ნმ, 571-572 ნმ, Pe=78, Y=58,0. კარტა 5.0 8/2 X=70,6, Y=78,7, Z=19,0, x=0,419, y=0,468, λ=573 ნმ, Pe=79, Y=78,7, კარტა 5.0 6/2 X=70,4, Y=78,0, Z=16,1, x=0,428, y=0,474, λ=573-574 ნმ, Pe=82, 83, Y=78,0 კარტა 5.0 4/2 X=68,1, Y=74,2, Z=11,2, x=0,444, y=0,483, λ=574-575 ნმ, Pe=88, Y=74,2. ფერზე დაკვირვება ჩავატარე ქ.თელავში 15.IX.1986 წ. რქაწითელი სოფ. კონდოლიდან, თელავის რ-ნი, კურდღელაურის მელვინეობის მიკრორაიონი. მტევანი პირველი, ქარვისფერი „დაშაქრული“ მარცვლები. ყურძნის ფერი განიხილება მთლიანობაში კარტა 4.6 16/4 ↔ 14/4 ↔ 10/4 ↔ 8/4 ↔ 6/4 ↔ 4/4 ↔ 2/4 თანმიმდევრობით. განათება ნორმალური, ფონი - თეთრი ზედაპირი

- კარტა 4.6 16/4 X=49,8, Y=52,1, Z=26,6
x=0,388, y=0,405, λ=575-576 ნმ, Pe=57, Y=52,1.
- კარტა 4.6 14/4 X=55,4, Y=57,4, Z=24,8,
x=0,403, y=0,417, λ=576-577 ნმ 577 ნმ Pe=65 64, Y=57,4.
- კარტა 4.6 10/4 X=45,9, Y=45,6, Z=8,9,
x=0,457, y=0,454, λ= 578-579 ნმ, Pe=83 84, Y=45,6.
- კარტა 4.6 8/4 X=46,2, Y=44,8, Z=7,5,
x=0,469, y=0,455, λ=579-580 ნმ, Pe=85, Y=44,8.
- კარტა 4.6 6/4 X=42,4, Y=41,0, Z=9,4,
x=0,457. y=0,442, λ=580 ნმ, Pe=82, Y=41,0.
- კარტა 4.6 4/4 X=42,9, Y=40,3, Z=7,0.
x=0,476. y=0,447, λ=581 ნმ, Pe=85, Y=40,3.
- კარტა 4.6 2/4 X=37,3, Y=34,5, Z=5,5,
x=0,482, y=0,447, λ=581-582 ნმ, Pe=86, Y=34,5.

ფერზე დაკვირვება ვაწარმოეთ თელავში 15.IX.1986 წ.
რქაწითელი მტევანი მეორე, სოფ. კონდოლიდან, თელავის რ-ნი, კურდღელაურის მელვინეობის მიკრორაიონი. განათება ნორმალური, ფონი - თეთრი ზედაპირი. ყურძენი ქარვისფერია. ყურძნის ფერი განიხილება მთლიანობაში. დაცული უნდა იქნეს ფერის კოორდინატების თანმიმდევრობა კარტა 4.6 16/4 → 14/4 → 12/4 → 10/4 → 8/4 → 6/4 → 4/4 → 2/4 → 12/6 → 10/6 → 8/6 → 6/6 → 4/6 → 8/8 ფერის კოორდინატი 4.6 8/8 ამ შემთხვევაში საეარაუდოა, დასაშვებია ?!

კარტა 4.6 16/4 X=49,8, Y=52,1, Z=26,6,

$x=0,388, y=0,405, \lambda=575-576$ მმ, $Pe=57, Y=52,1$.

კარტა 4.6 14/4 $X=55,4, Y=57,4, Z=24,8$,

$x=0,403, y=0,417, \lambda=576-577$ მმ, $Pe=64, Y=57,4$,

კარტა 4.6 12/4 $X=46,8, Y=47,7, Z=14,1$,

$x=0,431, y=0,440, \lambda=577$ მმ, $Pe=77,76 Y=47,7$.

კარტა 4.6. 10/4 $X=45,9, Y=45,6, Z=8,9$

$x=0,457, y=0,454, \lambda=578-579$ მმ, $Pe=83,84, Y=45,6$.

კარტა 4.6 8/4 $X=46,2, Y=44,8, Z=7,5$,

$x=0,469, y=0,455, \lambda=579$ მმ, $Pe=86, Y=44,8$.

კარტა 4.6 6/4 $X=42,4, Y=41,0, Z=9,4$,

$x=0,457, y=0,442, \lambda=580$ მმ, $Pe=82, Y=41,0$.

კარტა 4.6 4/4 $X=42,9, Y=40,3, Z=7,0$,

$x=0,476, y=0,447, \lambda=581$ მმ, $Pe=85, Y=40,3$.

კარტა 4.6 2/4 $X=37,2, Y=34,5, Z=5,5$,

$x=0,482, y=0,447, \lambda=580$ მმ, 581 მმ 580-581 მმ, $Pe=87, Y=34,5$,

კარტა 4.6 12/6 $X=39,8, Y=40,9, Z=12,5$,

$x=0,427, y=0,439, \lambda=577$ მმ 576-577 მმ, $Pe=74, Y=40,9$.

კარტა 4.6 10/6 $X=39,6, Y=39,9, Z=9,0$,

$x=0,448, y=0,451, \lambda=577-578$ მმ, $Pe=81, Y=39,9$.

კარტა 4.6 8/6 $X=34,6, Y=34,6, Z=7,6$

$x=0,451, y=0,451, \lambda=578$ მმ, $Pe=82, Y=34,6$,

კარტა 4.6 6/6 $X=36,8, Y=36,3, Z=9,4$,

$x=0,446, y=0,440, \lambda=578$ მმ, 579 მმ, $Pe=78, Y=36,3$.

კარტა 4.6. 4/6 $X=33,4, Y=32,7, Z=7,5$,

$x=0,454, y=0,445, \lambda=579$ მმ, $Pe=82, Y=32,7$.

კარტა 4.6 8/8 $X=33,2, Y=33,9, Z=8,8$,

$x=0,437, y=0,446, \lambda=577$ მმ, $Pe=77, Y=33,9$.

მტევნის მარცვლებს შორის ფერი, განათება თანაბარი. დადგენილ იქნა კარტა 4.7

12/2 $X=80,0, Y=82,9, Z=61,2, x=0,357, y=0,370, \lambda=575$ მმ 576 მმ, $Pe=38, Y=82,9$, და

კარტა 4.6 16/2 $X=74,7, Y=76,4, Z=40,4, x=0,390, y=0,399, \lambda=577$ მმ, $Pe=54, Y=76,4$.

დადგენილ იქნა ყურძნის მტევნის ფერი მზის არეში, მცხუნვარე შუაღლის მზე

კარტა 4.3 6/6 $X=38,8, Y=36,0, Z=12,5, x=0,444, y=0,413, \lambda=581-582$ მმ, $Pe=71,72,$

$Y=36,0$, ამ შემთხვევაში ყურძნის ფერი, ფერის კარტებთან შედარებით ოდნავ უფრო

გამჭვირვალეა და ბრწყინავს. ქ.თელავი 15.IX.1986 წ. რქაწითელი ქინძმარაულის

მევენახეობის საბჭოთა მეურნეობის ვენახის ნაკვეთიდან. ფერზე დაკვირვება ჩავატარე

თვით მეურნეობის ვენახში. განათება ბუნებრივ გარემოში, მზის არეში 17.IX.1986 წ.

დადგენილ იქნა კარტა 4.6 16/4 $X=49,8, Y=52,1, Z=26,6, x=0,388, y=0,405, \lambda=575-576$

მმ, $Pe=56,57, Y=52,1$. კარტა 4.6 14/4 $X=55,4, Y=57,4, Z=24,8, x=0,403, y=0,417,$

$\lambda=576-577$ მმ, $Pe=64, Y=57,4$.

რქაწითელი მტევანი პირველი ყვარლის მევენახეობის საბჭოთა მეურნეობის

ვენახის ნაკვეთიდან. ყვარლის მეღვინეობის მიკრორაიონი. განათება ნორმალურზე

დაბალი, დადგენილ იქნა კარტა 4.6 12/4 $X=46,8, Y=47,7, Z=14,1, x=0,431, y=0,440,$

$\lambda=577$ მმ, $Pe=76, Y=47,7$. კარტა 4.6 14/4 $X=55,4, Y=57,4, Z=24,8, x=0,403, y=0,417,$

$\lambda=576$ მმ, $Pe=64, Y=57,4$, ყურძნის ფერი უფრო გამჭვირვალეა. მზის არეში



დაღგენილი იქნა ფერი. კარტა 4.6 10/4 → 8/4 → 6/4 → 10/6 თანმიმდევრობა დაცული უნდა იქნეს. კარტა 4.6 10/4 X=45,9, Y=45,6, Z=8,9, x=0,457, y=0,454, λ=578 ნმ, Pe=84, Y=45,6, კარტა 4.6 8/4 X=46,2, Y=44,8, Z=7,5, x=0,469, y=0,455, λ=579 ნმ 579-580 ნმ, Pe=86, Y=44,8, კარტა 4.6 6/4 X=42,4, Y=41,0, Z=9,4, x=0,457, y=0,442, λ=580 ნმ, Pe=82, Y=41,0, კარტა 4.6 10/6 X=39,6, Y=39,9 Z=9,0, x=0,448, y=0,451, λ=577-578 ნმ, Pe=81 82, Y=39,9 ფერზე დაკვირვება ჩატარებული იქნა ყვარლის მვეენახეობის საბჰოთა მფურნეობის ვენახის ნაკვეთებზე 17.IX.1986 წ. დღის პირველ ნახევარში...

რქაწითელი მტევანი მეორე, ყვარლის მვეენახეობის საბჰოთა მფურნეობის ვენახის ნაკვეთებიდან. ყვარლის მელვინეობის მიკრორაიონი. ფერზე დაკვირვება მოვახდინეთ ბუნებრივ გარემოში, ნორმალური განათების პირობებში 17.IX.1986 წ. ყურძენი ქარვისფერი მოოქროსფეროა. კარტა 4.6 8/2 → 6/2 → 4/2 → 8/4 → 6/4 → 4/4 თანმიმდევრობა დაცული იქნეს. კარტა 4.6 8/2 X=64,0, Y=60,4, Z=-0,1, x=0,476, y=0,449, λ=581 ნმ, Pe=86, Y=60,4, კარტა 4.6 6/2 X=59,6, Y=54,3, Z=7,8, x=0,490, y=0,446, λ=582 ნმ, Pe=88, Y=54,3, კარტა 4.6 4/2 X=56,9, Y=50,8, Z=8,0, x=0,491, y=0,439, λ=583 ნმ, Pe=86, Y=50,8, კარტა 4.6 8/4 X=46,2, Y=44,8, Z=7,5, x=0,469, y=0,455, λ=579-580 ნმ, Pe=86, Y=44,8.

კარტა 4.6 6/4 X=42,4, Y=41,0, Z=9,4, x=0,457, y=0,442, λ=580 ნმ, Pe=82, Y=41,0, კარტა 4.6 4/4 X=42,9, Y=40,3, Z=7,0, x=0,476, y=0,447, λ=581 ნმ, Pe=86, Y=40,3,

რქაწითელი სოფ. კურდღელაურიდან, თელავის რ-ნი, კურდღელაურის მელვინეობის მიკრორაიონი. ფერზე დაკვირვება ჩავატარეთ ქ.თელავში 19.IX.1986 წ. ბუნებრივ გარემოში, ნორმალური განათების პირობებში, ფონი - თეთრი ზედაპირი. კარტა 4.9 6/4 X=47,1, Y=54,0, Z=16,1, x=0,402, y=0,461, λ=572 ნმ 571-572 ნმ, Pe=75, Y=54,0. რქაწითელის [1-4] ფერი დაღგენილი იქნა დ.ი. მენდლევების სახელობის საკავშირო მეტროლოგიის სამეცნიერო კვლევითი ინსტიტუტის ფერთა ატლასის АЦ-1000 НИИ Метрологии им. Д.И.Менделеева საშუალებით [5,6]. ყურძნის ფერი დაღგინდა საერთაშორისო კოლორიმეტრიული სისტემის XYZ მიხედვით, წყარო - C (6500°K).

რქაწითელის ფერის დიაპაზონები ადგილმდებარეობის მიხედვით შეადგენს λ=577-579 ნმ λ=571-580 ნმ λ=567-580 ნმ λ=575-582 ნმ λ=575-582 ნმ λ=575-577 ნმ λ=576-580 ნმ λ=579-583 ნმ λ=571-572 ნმ. რქაწითელისათვის ფერის გავრცელების დიაპაზონი ნახევრადელიფსოიდურ პირამიდულ ზოლში შეადგენს λ 567-583 ნმ დიდი კავკასიონი. რქაწითელის ფერის გამჭვირვალობა სხვადასხვა ტემპერატურის გამოსხივებათა აბსოლუტურად შავი სხეულის მიმართ, შედარებითი წყარო C 6500°K პირობებში შეადგენს Pe=30-40 50-60 60-70 80-90 Pe=30-40 50-90. Y სიკაშკაშე საერთაშორისო კოლორიმეტრიულ სისტემაში XYZ ეთანადრება XYZ სივრცობრივ სისტემაში Y-ს და ფერთა გაზომვის ცდების თანმიმდევრობით Y=45,6, Y=50,0, Y=42,2, Y=57,4, Y=47,7, Y=52,1, Y=41,0, Y=54,9, Y=54,0, Y=57,4 Y=47,7, Y=45,6, Y=55,3, Y=50,9, Y=54,9, Y=58,0, Y=52,5, Y=66,3, Y=41,0, Y=58,0, Y=83,0, Y=45,6, Y=58,0, Y=78,7, Y=78,0, Y=74,2, Y=52,1, Y=57,4, Y=45,6, Y=44,8, Y=41,0, Y=40,3, Y=34,5, Y=52,1, Y=57,4, Y=47,7, Y=45,6, Y=44,8, Y=41,0, Y=40,3, Y=34,5, Y=40,9, Y=39,9, Y=34,6, Y=36,3, Y=32,7, Y=33,9, Y=82,9, Y=76,4, Y=36,0, Y=52,1, Y=57,4, Y=47,7, Y=57,4, Y=45,6, Y=44,8, Y=41,0, Y=39,9, Y=60,4, Y=54,3, Y=50,8, Y=44,8, Y=41,0, Y=40,3, Y=54,0 ყურძნის ჭიში რქაწითელისათვის დამახასიათებელია



ყვითელი, ყვითელ-მწვანე ზოლი | ყვითელი ზოლი, ყვითელი, ყვითელ-მწვანე ზოლი | ყვითელი ზოლის ფერი, ჭარბობს ყვითელი ფერი. ყურძნის ჭიში რქაწითელის ფერის დადგენისას აღმოჩენილია პიგმენტები:

პიგმენტი ყვითელი 5K

პიგმენტი კადმი ყვითელი საშუალო პიგმენტი კადმი ლიმონი

პიგმენტი ყვითელი სხივნათელი მტკიცე „3“

პიგმენტი მარგანცევაია ცისფერი და კადმი ლიმონი 1:1

პიგმენტი ოქრო ყვითელი მტკიცე

საქართველოს მეზღვების,
მევენახეობის და მეღვინეობის
სამეცნიერო კვლევითი ინსტიტუტი

სამეცნიერო-საწარმოო გაერთიანება
დი.მენდელეევის სახელობის მეტროლოგიის
საკავშირო სამეცნიერო კვლევითი ინსტიტუტი
სანკტ-პეტერბურგი

(შემოვიდა 23.12.1993)

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Т.Г.Сихарулидзе

Установление цвета винограда сорта Ркацители

Резюме

Согласно международной колориметрической системе XYZ, в винодельческих микрорайонах Кахети (Восточная Грузия) – Курдгелаурском, Энисельском, Кварельском, Гурджаанском – был установлен цвет винограда сорта Ркацители. Были открыты пигменты: пигмент желтый 5K, пигмент кадмий желтый средний, пигмент кадмий лимонный, пигмент желтый светопрочный "3", пигмент марганцевый голубой и кадмий лимонный 1:1, пигмент золотисто-желтый прочный.

PHYSICAL CHEMISTRY

T.G.Sikharulidze

Colour Determination for "Rkatsiteli" Grade Grape

Summary

The colour of "Rkatsiteli" grade grape was determined by using International Colorimetric System XYZ in various regions of East Georgia-Kakheti, in wine-making microdistricts: Kurdgelauri, Eniseli, Kvareli, Gurdzhaani. The following pigments were observed: - yellow pigment 5 K, medium cadmium yellow pigment, cadmium lemon pigment, lightfast yellow pigment "3", 1:1 manganese blue and cadmium lemon mixed pigment, golden-yellow fast pigment.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. *С.В.Дурмишидзе*. Дубильные вещества и антоцианы виноградной лозы и вина. М., 1955.
2. *ნ.კეცხოველი, მ.რამიშვილი, დ.ტაბიძე*, საქართველოს ამპელოგრაფია. თბილისი, 1960.



3. *Г.И.Беридзе.* Технология и энохимическая характеристика Грузии. Тбилиси, 1956.
4. *Н.Н.Простосердов.* Изучение винограда для определения его использования (увология). М., 1963.
5. *М.М.Гуревич.* Цвет и ее измерение. М.А., 1950.
6. *Е.И.Юстова.* Измер. техн. № 6. 1974.

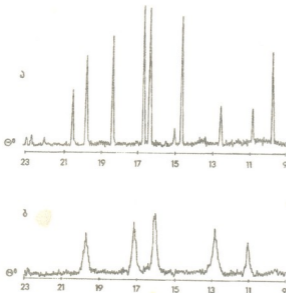


გ.ბაგრატიშვილი, მ.კაციაშვილი, დ.მოგილიანსკი, ი.ნახუცრიშვილი, დ.ჭიშიაშვილი

გერმანიუმის ნიტრიდის რენტგენოგრაფიული გამოკვლევა

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა თ.ანდრონიკაშვილმა 20.05.1993)

გერმანიუმის ნიტრიდის (Ge_3N_4) კრისტალური სტრუქტურა სხვადასხვა დროს საკმაოდ ბევრ ნაშრომში იყო გამოკვლეული, მაგრამ ნიტრიდის ორი პოლიმორფული მოდიფიკაციის (α და β) არსებობის დადგენამდე ამ ნაშრომთა მონაცემები Ge_3N_4 -ის



სურ.1. გერმანიუმის ნიტრიდის (ა) α და (ბ) β -მოდიფიკაციების რენტგენოგრამები. სპექტრი (ა) გადაღებულია ფხვნილზე, სპექტრი (ბ) - უშუალოდ ნიმუშის ზედაპირიდან მისი ბრუნვის გარეშე.

კვლით. ორივე ფაზისათვის დადგენილ იქნა ჰექსაგონალური სინგონია. უნდა აღინიშნოს, რომ [2]-ის მონაცემთაგან განსხვავებული შედეგები მიღებულ იქნა აღნიშნული სამუშაოს შემდგომ შესრულებულ რიგ შრომებშიც. მაგალითად, გერმანიუმის ნიტრიდისათვის (მიღებულისა ამიაკის ურთიერთქმედებით როგორც ელემენტურ გერმანიუმთან¹,

ელემენტარული უჯრედის როგორც სინგონიის, ასევე პარამეტრების შესახებ არსებითად განსხვავდებოდა ერთმანეთისაგან [1]. ეს წინააღმდეგობები, როგორც ჩანს, განპირობებული იყო გამოსაკვლევნი ნაერთის აღნიშნულ მოდიფიკაციითა განსხვავებული ფარდობითი შემცველობის მქონე ნარევიების სახით არსებობით, რაც თავის მხრივ დაშოკიდებულია ნიტრიდის სინთეზის პირობებზე. Ge_3N_4 -ს იღებდნენ ამიაკის ნაკადში ელემენტური გერმანიუმის ან მისი დიოქსიდის გახურებით $750^{\circ}C$ -ზე [2]. ამასთან, პირველ შემთხვევაში მიიღებოდა $\alpha-Ge_3N_4$ β -ფაზის მცირე რაოდენობასთან ერთად, ხოლო მეორეში კი $\beta-Ge_3N_4$ α -ფაზის ელემენტარული უჯრედის

¹ გერმანიუმის ნიტრიდის ნიმუშების რენტგენოგრამებს ვილებდით დიფრაქტომეტრზე HZG-4A CuK_{α} გამოსხივებით.

ასევე მის დიოქსიდთან) [3] მითითებულ იქნა ელემენტარული უჯრედის ჰექსაგონალური სინგონია.

ცხრილი 1



№	$2\theta^\circ$	$d, \text{Å}$	$1/I_0, \%$	hkl
1	12,60	7,020	30	100
2	19,87	4,469	65	101
3	21,63	4,109	30	110
4	25,03	3,557	30	200
5	29,24	3,054	95	201
6	30,04	2,975	12	002
7	32,63	2,774	100	102
8	33,33	2,688	100	210
9	36,67	2,451	80	211
10	37,95	2,371	15	300
11	39,51	2,281	70	202
12	40,98	2,202	70	301
13	44,10	2,053	15	220
14	45,48	1,994	20	212
15	46,03	1,972	20	310
16	47,65	1,908	20	103
17	48,63	1,872	35	311
18	52,91	1,730	20	203

$a = 8,206 \pm 0,005 \text{ Å}$

$c = 5,938 \pm 0,004 \text{ Å}$

ცხრილი 2



№	$2\theta^\circ$	$d, \text{Å}$	$1/I_0, \%$	hkl
1	12,66	6,98	30	100
2	22,05	4,026	50	110
3	25,60	3,486	70	200
4	31,70	2,819	100	101
5	34,00	2,633	85	210
6	39,00	2,307	65	201
7	45,00	2,012	10	220
8	46,92	1,934	10	310
9	49,05	1,855	50	301
10	54,45	1,683	10	221
11	56,20	1,635	10	311
12	57,55	1,599	10	320

$a = 8,052 \pm 0,004 \text{ Å}$

$c = 3,078 \pm 0,003 \text{ Å}$

წინამდებარე ნაშრომში შევეცადეთ დაგვეზუსტებინა გერმანიუმის ნიტრიდის და α - და β -მოდულირების კრისტალური სტრუქტურები. ნიტრიდს ვიღებდით ელემენტური გერმანიუმის ურთიერთქმედებით ამიაკთან $750\text{-}850^\circ\text{C}$ ტემპერატურულ უბანში. ამასთან, შემჩნეულ იქნა ამიაკის ტენიანობის გავლენა რეაქციის პროდუქტის ფაზურ შემადგენლობაზე. კერძოდ, მშრალ ამიაკში მიიღებოდა გერმანიუმის ნიტრიდის β -მოდულირება, ხოლო ტენიანში კი α -მოდულირება.

α - და $\beta\text{-Ge}_3\text{N}_4$ -ის რენტგენული სპექტრები ნაჩვენებია 1 სურათზე, ხოლო ცხრილებში მოყვანილია მიღებული ექსპერიმენტული მონაცემების დამუშავების შედეგები ელემენტარული უჯრედის ჰექსაგონალური სინგონიის ბაზაზე. მიღებული შედეგები კარგ თანხვედნაშია α - და $\beta\text{-Ge}_3\text{N}_4$ -ის ელემენტარული უჯრედის [2]-ში დადგენილ პარამეტრებთან. ყოველივე ამის გათვალისწინებით კი შესაძლებელია ლიტერატურაში არსებული მონაცემების განხილვა გერმანიუმის ნიტრიდის კრისტალურ მოდულირებად დაყოფის თვალსაზრისით.

მაგალითად, როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული [3]-ში Ge_3N_4 -თვის დადგენილ იქნა კრისტალური მესრის რომბოედრული სინგონია ელემენტარული უჯრედის პარამეტრებით $l=8,567\text{Å}$; $a=107^\circ54'$, ანუ ფსევდოჰექსაგონალურ სისტემაში $a=13,850\pm 0,002$; $c=9,224\pm 0,003 \text{ Å}$ (სივრცითი ჯგუფი R_3). მათი ტრანსფორმაცია P 6

3/m სივრცითი ჯგუფის ელემენტარული უჯრედის ბაზაზე გადაღვეს $a' = \frac{a}{\sqrt{3}}$, $b' = \frac{b}{\sqrt{3}}$, $c' = \frac{c}{3}$ 3,073 Å. ე.ი. მიღებული ნიტრიდი [3] ფაქტიურად წარმოადგენდა β -Ge₃N₄-ს. ანალოგიური მიდგომა შესაძლებელია აგრეთვე სხვა ნაწარმთა შედეგების მიმართაც, რომლებშიც არ განიხილებოდა გერმანიუმის ნიტრიდის α და β მოდიფიკაციებზე დაყოფის საკითხი.

საქართველოს მეცნიერებათა აკადემია
კიბერნეტიკის ინსტიტუტი

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

(შემოვიდა 27.05.1993)

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Г.Д.Багратишвили, М.Р.Кациашвили, Д.Н.Могилянский, И.Г.Нахуциришвили,
Д.А.Джишиашвили

Рентгенографическое исследование нитрида германия

Р е з ю м е

Рассчитаны параметры элементарной ячейки α - и β -модификаций нитрида германия на базе гексагональной сингонии.

PHYSICAL CHEMISTRY

G.Bagratiashvili, M.Katsiashvili, D.Mogilianski, I.Nakhutsrishvili, D.Jishiashvili

X-ray graphical investigation of germanium nitride

S u m m a r y

Parametres of the elementary cells of α - and β -modifications of the germanium nitride on the basis of hexagonal sungony have been calculated.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. Г.В.Самсонов. Нитриды. Киев, 1969.
2. S.Ruddlesden, P.Popper. Acta Cryst., v.11, 1958, 465
3. М.Д.Лютая, Г.В.Самсонов, О.Т.Хорпьяков. Журн. неорг. химии, т. IX, вып. 7, 1964, 1529.

К.Д.Амирханашвили, Е.М.Глазырин, Т.Г.Андроникашвили (акад.АН Грузии)

Новая система сбора и обработки хроматографических данных.

2. Обработка данных (часть 1)

В работе, при продолжении систематических исследований в области автоматизации хроматографического эксперимента, представлено описание программы SUPERCHROM, предназначенной для обработки хроматографических данных, полученных с помощью автоматизированной системы, о чем сообщалось в [1].

Программа SUPERCHROM состоит из множества программ и подпрограмм, которые объединены в общую систему и независимы друг от друга.

Данная система в ПЭВМ создает совершенную возможность оператору извлечь из экспериментальных данных полную информацию об эксперименте. Она очень удобна и упрощена для работы в диалоговом режиме.

Часть программы посвящена получению традиционной информации о хроматографическом процессе (время удерживания, геометрические характеристики пика) разделения смеси. А часть программы – получению качественно новой информации, о возможности которой раньше сообщалось только в литературе [2].

Упрощенная блок-схема программы SUPERCHROM приведена на рис.1. Ниже приведем краткое описание этой программы:

После запуска программы оператор загружает нужный файл и ждет несколько секунд результата. За это время в компьютере цифровой сигнал преобразуется в аналоговый и восстанавливается экспериментальная хроматограмма. Дальше он обрабатывается при проведении следующих операций:

- сглаживание хроматограмм;
- коррекция дрейфа нулевой линии;
- удаление шумов;
- удаление ложных пиков;
- разделение перекрывающихся пиков;
- маркировка и нахождение максимумов пика;
- расчет площади пика;
- определение высоты пика;
- определение процентного соотношения площади пиков;
- определение типа пика (базовый или небазовый);

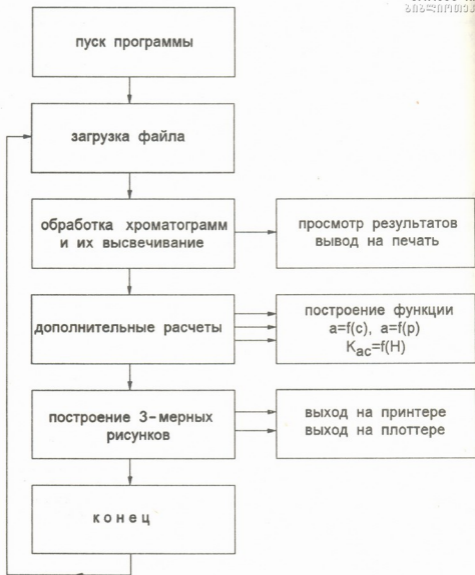


Рис. 1. Блок-схема программы SUPERCHROM

После этой процедуры рассчитываются некоторые классические параметры пиков - коэффициент асимметрии, ширина пика, индекс Ковача, число теоретических тарелок [2] и на экране дисплея высвечивается обработанная хроматограмма (рис.2). Здесь у оператора открывается возможность просмотреть обработанные результаты и в случае удовлетворения выводить их в виде протокола на печатающее устройство.

высвечивается обработанная хроматограмма (рис.2). Здесь у оператора открывается возможность просмотреть обработанные результаты и в случае удовлетворения выводить их в виде протокола на печатающее устройство.

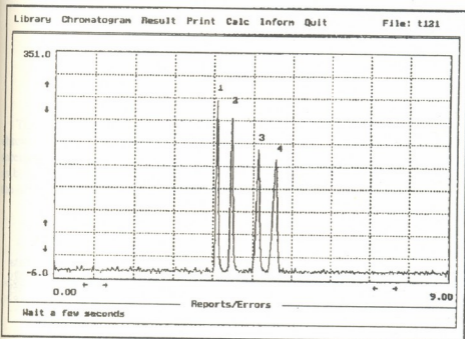


Рис. 2. Обработанная хроматограмма бензола (1), толуола (2), о-ксилола (3) и п-ксилола (4)

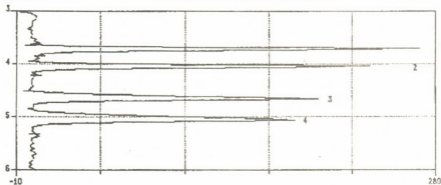
В качестве примера см. рис. 3.

В случае неудовлетворительных результатов оператору дается возможность просмотреть отдельные участки хроматограммы и установить причину неполадок.



SuperChrom System V4.0
 Time : 19:35:41 Date : 01/07/95
 File : t121

Phase of column : LPC-1
 Length of column,m : 28.65
 Diameter of column,mm : 0.2
 Thickness of film : 0.25µm
 Temperature of column : 240.0
 Temperature of injector : 240.0
 Temperature of detector : 240.0
 Linear velocity : 17.7
 Frequency discretization : 20
 Time of non-sorption gas : 160
 Elapsed time : 600.0
 Date : 09/09/91
 Mixture : benzene+toluene+o-,p-xylene



N	Time	Area	Height	% Area	% Height	Type	Asymmet.	Width	Index	Plate
1	3.67	972.1	270.0	22.493	30.366	B-B	1.372	3.3	0	370
2	4.64	1018.8	250.1	24.452	28.137	B-B	0.953	3.4	0	392
3	4.64	1092.8	193.0	28.386	21.706	B-B	0.530	4.8	0	321
4	8.06	1239.3	175.9	28.675	19.791	B	0.055	6.4	0	263

რის. 3. Вид протокола, выводимого на печатающее устройство: (1) - бензол, (2) - толуол, (3) - о-ксилол и (4) - п-ксилол

Вышеуказанные рисунки полностью дают информацию для изучения газохроматографического разделения любой смеси и проведения в том числе количественных расчетов. Что касается дополнительных расчетов и получения неординарной информации из хроматограмм, в связи с ограничением объема статьи, изложим их при продолжении работы.

Институт физической и органической химии им. П.Г.Меликишвили АН Грузии

Поступило 17.04.1995

შიზიპური მიხიძე

კამიჩხანაშვილი, ე.გლაზირინი,
 თ.ანდრონიკაშვილი (საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი)

ქრომატოგრაფიული მონაცემების შეკრებისა და დამუშავების
 ახალი სისტემა 2.მონაცემების დამუშავება (I ნაწილი)

რეზიუმე

ნაშრომში განხილულია ქრომატოგრაფიული მონაცემების დამუშავებისათვის შექმნილი უნივერსალური პროგრამის SUPERCHROM-ის აღწერა. გაკეთებულია ძირითადი მიღებული გათვლილი ინფორმაციების ანალიზი. აღნიშნული პროგრამა



წარმატებით შეიძლება გამოყენებულ იქნეს როგორც ქრომატოგრაფისტების მიერ ასევე ქიმიკოს-ანალიტიკოსების მიერ აირადქრომატოგრაფიული მეთოდის დახმარებით რაოდენობრივი ანალიზის ჩასატარებლად.

PHYSICAL CHEMISTRY

K. Amirkhanashvili, E. Glazirini, T. Andronikashvili

New System of Chromatographic Data Collection and Processing

2. Data Processing (I Part)

Summary

The description of universal program SUPERCHROM created for the purpose of chromatographic data processing is discussed in this work. The analyses of the main received informational data are already done. This program could be used successfully as by Chromatographers so Chemist-Analytcs to perform quantitative analysis with the help of Airy-Chromathographic methods.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. *К.Д.Амирханашвили, Е.М.Глазырин.* Сообщ. АН Грузии, **142**, 3, 1991.
2. Экспериментальные методы в адсорбции и молекулярной хроматографии. МГУ, 1990.
3. *К.Д.Амирханашвили, Е.М.Глазырин.* Извест. АН Груз. Серия хим., **18**, 4, 1992.

Т.Г.Андроникашвили (академик АН Грузии),
К.Д.Амирханашвили, Е.М.Глазырин

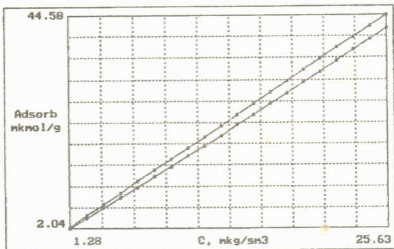
Новая система сбора и обработки хроматографических данных 2.Обработка данных (часть 2)

Как уже сообщалось [1], нами создана универсальная программа SUPERCHROM для сбора и обработки газохроматографических данных. В указанной работе была описана часть программы, в настоящей статье приводится материал о дополнительных расчетах с помощью программы SUPERCHROM.

Эти расчеты посвящены получению термодинамических характеристик сорбционного процесса, который происходит внутри капиллярной (или насадочной) колонки. Возможности получения такой информации до сих пор были описаны только в литературе [2,3].

С этой целью в программе SUPERCHROM имеется специальный блок под названием CALC, где, по желанию оператора, возможно проводить следующие расчеты:

- построение изотермы адсорбции (a) от концентрации (C);
- построение изотермы адсорбции (a) от давления (P);



- построение функции коэффициента асимметрии K_{as} от высоты колонки (Н).

Для построения изотерм $a = f(C)$ и $a = f(P)$ необходимо дополнительно ввести данные о молекулярном весе сорбата, массе адсорбента, количестве концентрации вводимой пробы и объемной скорости газоносителя.

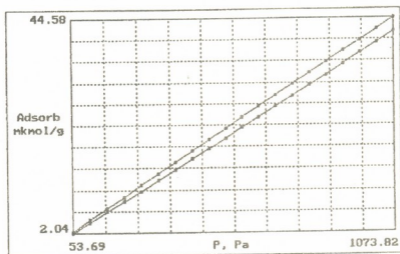


Рис.2. Изотерма адсорбции $a=f(P)$ для бензола

На рис.1,2 приведены в качестве примера такие изотермы для бензола, хроматографируемого на жидкокристаллической фазе. Оценка таких картин хроматографисту дает возможность получить уникальную информацию о самом процессе хроматографирования внутри колонки.

Что касается построения функции $K_{as}=f(H)$, она предложена нами впервые. Эта функция служит для получения дополнительной информации о сорбционном процессе хроматографического разделения и дает исследователю возможность установить взаимосвязь между формой пика компонента и процесса сорбции в колонке.

На рис.3 приведена такая функция для бензола, хроматографированного на жидкокристаллической капиллярной колонке.

Особый интерес среди хроматографистов вызывает изучение влияния разных факторов эксперимента на степень разделения.

Для решения такой задачи необходима запись и построение экспериментальных хроматограмм в единой „системе сбора данных“, что возможно с помощью нашей программы SUPERCHROM.

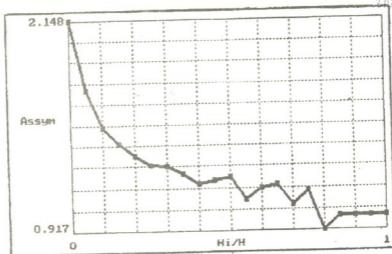


Рис.3. Функция $K_{as} = f(H)$ для бензола

Выбрав нужные хроматограммы, оператор записывает название этих файлов в специальном окне подпрограммы "3D BOARD", и ПЭВМ через определенное время высвечивает на экране дисплея 3-мерную картину

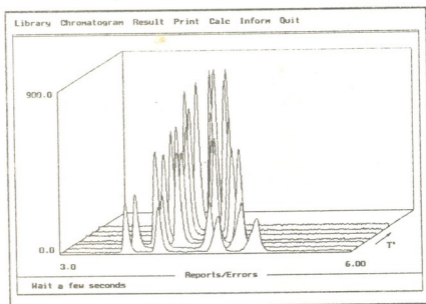


Рис.4. Динамическая картина влияния температуры хроматографического разделения бензола, толуола, о-ксилола и п-ксилола в интервале $120^{\circ} - 180^{\circ}\text{C}$

хроматограмм. Масштаб таких картин возможно менять по желанию оператора. Если результаты удовлетворяют исследователя, их можно выводить на печатающее устройство или на графопостроитель в разном масштабе и цветах изображения.

На рис.4 приводится выводимая на печатающее устройство динамическая картина влияния температуры на степень разделения для бензола и его производных на жидкокristаллическом капилляре.

Таким образом, нами предложена универсальная программа SUPERCHROM для обработки хроматографических данных. Эту программу успешно могут использовать как химики-аналитики для рутинных анализов, так и хроматографисты, работающие в области газовой хроматографии.

Институт физической и органической химии им.П.Г.Меликишвили АН Грузии

Поступило 17.04.1995

შეზიგბური ჰიშიბი

თ.ანდრონიკაშვილი (საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი),
კ.ამირხანაშვილი, ე.გლაზირინი.

ქრომატოგრაფიული მონაცემების შეკრებისა
და დამუშავების ახალი სისტემა
2. მონაცემების დამუშავება (II ნაწილი)

რეზიუმე

სტატია წარმოადგენს ავტორების მიერ შექმნილი პროგრამის ციკლის გაგრძელებას. ნაშრომში აღწერილია პროგრამა SUPERCHROM-ის გამოყენებით თერმოდინამიკური მახასიათებლებისა და სხვა ფუნქციების აგების მეთოდები. აგრეთვე ქრომატოგრაფიული პროცესების დინამიკური დაკვირვების შესაძლებლობები.

PHYSICAL CHEMISTRY

T. Andronikashvili, K. Amirkhanashvili, E. Glazirin

New System of the Chromatographic Data Collection
and Processing
2. Data Processing (Part 2)

Summary

The article is the continuation of the cycle of works created by authors. The methods of construction of thermodynamic characteristics and other functions and facilities of dynamic observation on chromatographic processes through SUPERCHROM Program are described.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. *К.Д.Амиранашвили, Е.М.Глазырин.* Тез. докл. IX Всесоюзн. конф. „Химическая информатика“, 11-15 янв. 1992. ч.1.Черноголовка, 1992.
2. Экспериментальные методы в адсорбции и молекулярной хроматографии. Под ред. Ю.С.Никитина и Р.С.Петровой. М., 1990.
3. *А.В.Кислев, Д.П.Пошкус, Я.И.Яшин.* Молекулярные основы адсорбционной хроматографии. М., 1986.

Н.Ф.Татришвили, Г.М.Заридзе (член-корреспондент АН Грузии)

Эндогенные геосинклинальные формации (ассоциации) Земли

(Эндогенные формации складчатых поясов)

Авторы историю становления нашей планеты объединяют в три мегаэтапа. Коротко остановимся на процессах эндогенного пороодообразования в пределах первых двух мегаэтапов.

I. Протогеологический; предкатархей-катархей-ранний архей (3500 млн лет и более древний).

II. Протоплатформенно-протогеосинклинальный; архей (кенорский диастрофазм) – нижний протерозой (3500–2000 млн лет).

III. Платформенно-геосинклинальный; поздний протерозой-фанерозой (2000 млн лет и более поздний). Нижний возрастной рубеж последнего мегаэтапа приблизительно отвечает началу формирования древних платформ.

I. При сопоставлении информации, полученной по исследованиям космических аппаратов „Венера 13“ и „Венера 14“, нам представляется, что в протогеологическое время верхняя тонкая оболочка Земли и ее атмосфера все еще имели довольно высокую температуру. Начало протогеологического (протогеодинамического) развития (лунная стадия) нашей планеты мы связываем со временем, когда началось постепенно нарастающее выплавление из верхней части мантии небольших порций исходной базальтовой магмы. Мы допускаем, что на рассматриваемом мегаэтапе происходил глобальный мафитовый вулканизм и наложенный контактовый метаморфизм (пиромегаморфизм). Поднимающиеся из верхней части мантии растворы (сквозьмагматические) вызвали метасоматическое преобразование пород первичной тонкой коры (протокры) соответственно глубинным ее залежаниям (региональный метаморфизм). С поздним развитием данного мегаэтапа связано образование „серых гранитов“ Амитсог и Акилиа в Северо-Западной Гренландии (3850–3800 млн лет), на восточном побережье п-ова Лабрадор в Канаде и в США (штат Миннесота), по петрохимическим особенностям отвечающих контрастным и известковощелочным вулканическим сериям. Для них характерно повышенное содержание Al_2O_3 , CaO, Na_2O , элементов группы железа, стронция, легких редкометаллических элементов и пониженное содержание K_2O , урана, рубидия, бария, радиогенного свинца. По имеющимся данным на верхнем возрастном рубеже этого мегаэтапа образовались чарнокит-мигматитовые формации Гренландии и Антарктиды, эндербиты



Восточной Антарктиды, гнейсы и амфиболиты Беломорья и др. Следует упомянуть, что возраст наиболее древних пород офиолитовой ассоциации определен пределами 3500 млн лет. В пределах 3750–3500 млн лет произошел саамский диастрофизм – первый тектонический процесс, выявленный на Земле.

II. Протоплатформенно-протогеосинклинальный мегаэтап (промежуток времени до 3500–2000 млн лет) приблизительно соответствует нуклеарной истории развития Земли. На этом мегаэтапе (поздний архей) на многих территориях нашей планеты происходило интенсивное наращивание континентальной коры вдоль ранее возникших относительно жестких участков (ядер древних континентов), образованных, по нашему представлению, в результате аллохимического метаморфизма и метасоматической гранитизации.

Протоплатформенное развитие в различных местах началось в разное время. На приазовской части современного Украинского щита – 3500 млн лет, на Канадском щите – 3400–3100 млн лет назад и др. На Кольском п-ове с началом установления протоплатформенного режима связано образование мончегорского стратиморфного интрузива, сложенного пироксенидами, перидотитами и норитами. Другие известные крупные расслоения-интрузивы, какими являются Бушвельд, Стиллуотер, Садбери, Великая Дайка и др., сформировались также на протоплатформах. Из формаций, образованных в протоплатформенном этапе, отмечаются следующие: габбро-анортозитовая, метабазит-метаультрабазитовая, протоплатобазальтовая (прототрапповая) – Кодауро-Удоканская зона, впадина Кимберлии, мегаандезит-мегабазальтовая, гранитоидная и др.

Протогеосинклинали, как известно, отличаются от геосинклиналей формами складок и отсутствием внутригеосинклинальных поднятий, фациальной неустойчивостью осадков и др. Многие геологи к протогеосинклинальным образованиям относят обширные зеленокаменные пояса, возраст метаморфизма которых 3000–2800 млн лет (Свазиленд, Канада, Алдан, Кольский п-ов). В их базальных конгломератах найдены гальки древнейших плагиогранитов. Зеленокаменные пояса отличаются от геосинклинальных зеленокаменных образований (ассоциаций) отсутствием спрединга и, стало быть, коллозий и островных дуг, которые, возможно, не фиксируются в связи со слабым (зачаточным) их проявлением. В зеленокаменных поясах не проявились: высокотемпературный региональный метаморфизм, гранитоидный плутонизм, регрессивный метаморфизм и метасоматизм, что нам представляется вполне закономерным.

Для протогеосинклинального этапа нами выделяется более двадцати обобщенных эндогенных формаций: кристаллосланцевая, зеленокаменная, толеитбазальт-коматиитовая, мафит-ультрамафитовая, входящая в состав офиолитовой ассоциации, эвлизит-кварцитовая, железорудно-гнейсовая, гондитовая (Индия, Узбекистан, Бодайбо), габбро-

плагиигранитовая, чарнокит-мигматитовая, гранитоидная, сиенитовая др.

III. В платформенном подэтапе платформенно-геосинклинального мегаэтапа выделяются следующие эндогенные формации (ассоциации): платформенные предрифтовые – ранняя стадия магматической активности платформ (эффузивные), платформенные предрифтовые (интрузивные), эпиплатформенные (эффузивные), эпиплатформенные (интрузивные), эпиорогенные (эффузивные), эпиорогенные (интрузивные), межконтинентальные (эффузивные), межконтинентальные (интрузивные), океанические (эффузивные), океанические (интрузивные).

Рассмотрим относительно более подробно геосинклинальные (складчатые) формации.

В геосинклинальном подэтапе платформенно-геосинклинального мегаэтапа выделяются следующие эндогенные формации (ассоциации) горных пород: 1) раннесобственногеосинклинальные (эффузивные, островодужные), 2) позднесобственногеосинклинальные (постэффузивные, поствулканические, 3) эмбриональноорогенные), раннеорогенные (ранняя стадия конвергенции плит, возникновение определенных геодинамических обстановок в активной континентальной окраине, коллизии), 4) зрелоорогенные (поздняя стадия конвергенции плит), 5) завершающеорогенная (завершающая стадия конвергенции плит, послеорогенные).

Классификация геологических объектов, равно как и объектов других естественных наук, по мере накопления свежей информации подвергается переработке и усовершенствованию. В настоящее время классификационных схем горных пород магматических и метаморфических (эндогенных) формаций несколько, примерно столько, сколько авторов, интересующихся формациями пород эндогенного происхождения. Однако, как нами неоднократно отмечалось, изначальная (базисная) формационная классификация должна быть геологической, поскольку геология прежде всего является исторической наукой. Исходя из этого положения, в основу предложенной нами классификации эндогенных (магматических, метаморфических, метасоматических, полигенетических, т.е. претерпевших наложенные процессы, рудных) формаций положен геологический принцип.

Как известно, геосинклинали зарождались начиная с рифея. В них устанавливаются некоторые черты, унаследованные от протогеосинклиналей, что, в частности, выражается в характере магматизма. Позднепротерозойские магматические образования по составу сходны со среднепротерозойскими, что устанавливается на примере магматизма Присаянья [1]. Здесь на собственногеосинклинальной стадии образовались исходные породы спилит-кератофировой формации габбро-диабазы, ультрамафиты и седиментогены, превратившиеся в джеспилиты, кварциты, кристаллические сланцы, доломиты (замещенные магнезитом), а на инверсионной стадии



возникли конкордатные тела плагиигранитов. Позднее сформировались граниты.

Для геосинклинального этапа характерно становление мафитовых, ультрамафитовых и др. расслоенных плутонитов: Лысогорский и Усинский (мафитовые), Инч, Белхелви, Мауд, Котахский, Кизирский (сиенит-габбровая формация).

Эволюция эндогенного пороодообразования в подвижных поясах в общих чертах сходная, хотя каждый отдельный подвижный пояс выявляет свои собственные особенности.

Вулканогенные геосинклинали обычно закладываются на океанической коре. В результате начатого в 1949 г. и дальнейшего изучения Дзирульского, Храмского и Локского выступов кристаллических пород Закавказского срединного массива, кристаллических пород зоны Главного хребта Большого Кавказа [2-5] и других областей, а также анализа литературного материала нам удалось прийти к заключению, что все древние складчатые (эвгеосинклинальные) образования развивались в океанических бассейнах на базальтовом (океаническом) субстрате [3]. Это положение благодаря последующим исследованиям других геологов получило признание. Наличие океанической коры в современных геосинклиналах в то время было установлено геофизическим путем в океанах – Тихом и Атлантическом (Карибское море, район южной Антильской дуги и Атлантическое побережье Северной Америки). Наличие такого субстрата в геосинклинальных (складчатых) поясах геологами допускалось, однако их описание не существовало. К породам, составляющим древний океанический субстрат в палеозое Кавказского геосинклинального пояса, мы отнесли амфиболиты и амфиболовые кристаллические сланцы, подстилающие (с учетом геологической структуры) плагиигранито-гнейсы, граниты и др., имеющие секующее положение.

Еще одним подтверждением робко высказанного нами тогда (примерно 40 лет назад) положения является следующая фраза: „Для всех складчатых поясов общим остается то, что все они возникли на месте океанических бассейнов различного типа за счет сближения и последующего столкновения континентов“ [6].

Небезынтересно отметить, что в ту пору, когда мобилизм „окончательно“ был сдан в архив, все эндогенные процессы (вулканизм, плутонизм, метаморфизм) рассматривались нами с мобилистических позиций [7, с.326].

В Средиземноморском подвижном поясе после замыкания в конце олигоцена поздних геосинклиналей происходит поднятие; более интенсивно оно осуществляется в конце миоцена; образуются межгорные впадины и краевые прогибы, в которых накапливаются молассы, проявляется вулканизм. Начиная с юры до нижнего мела развивается малокавказская геосинкинали, в которой изливаются андезитбальтовые лавы. В позднем мелу – палеогене формируется наложенная Аджаро-Триалетская складчатая зона с вулканизмом



пестрого состава, сопровождающаяся малыми интрузиями сиенит-диоритов и щелочных габброидов.

Орогенный вулканизм в Средиземноморском поясе (тетисе) имеет главным образом кремнекислый характер. Андезит-дацит-риолитовые формации установлены в следующих областях: Иранской, Афгано-Белуджистанской, Центрально-Анатолийской, Эгейской, Паннонской, Карпато-Динардинской, Альпийской, Тосканской, Липарской, Сардино-Пантеллерийской и Северо-Атласской. Подчиненную роль играют андезит-базальтовые формации. Они известны в Эльбрусской, Армянского нагорья, Иранской, Афгано-Белуджистанской, Восточно-Сицилийской, Центрально-Тирренской и Альборанской вулканических областях. Плутониты развиты в ограниченном объеме.

Последовательности проявления эндогенных процессов в молодых и более ранних подвижных поясах (островных дугах) в общем аналогичны. Их сопоставление позволяет составить более полную схему развития этих процессов. В Алеутской островной дуге выделяются три магматические формации [8]: базальт-плагиориолитовая (28–34 млн лет), базальт-трахиолеритовая (21–27 млн лет) и диорит-гранитоидная (8,5–12,5 млн лет). Химический состав первых двух формаций указывает на изменение магмы во времени в продолжение 28–34 млн лет от основного состава к более кремнекислому. Образование диорит-гранитоидной формации (гранодиориты, тоналиты, кварцевые диориты) произошло в конце магматической активности с учетом наложенных послемагматических процессов (поздняя стадия конвергенции плит). Если разрыв в возрасте между первой и второй вулканическими формациями выражается пределами 4–7 млн лет, то такой разрыв между первой и третьей (конечной) интрузивной формацией составляет 19,6–21,5 млн лет.

Вулканы первой формации сложены лавами, пирокластолитами и субвулканическими телами; в них четко выявляются наложенные (вторичные) процессы, в том числе натриевый метасоматоз. Плагиоклаз вкрапленников частично либо полностью альбитизирован, порой он окаймлен кали-натриевым полевым шпатом, указывающим на проявление калиметасоматоза, следующего за натриевым метасоматозом, как это наблюдается во всех аналогичных случаях. Вторая формация представлена лавовыми потоками и покровами, реже силлами и дайками трахибазальтов и др., а также мелкими телами субщелочных габбро- и тешенитов. Породы этой формации подвергнуты поствулканическим процессам – пустоты в лавах и промежутки между минералами выполнены анальцимом. Изменение химического состава происходит от близкого среднеконтинентального до среднещелочного габброида и тешенита, причем содержание K_2O постепенно возрастает до 3% в трахиолеритах и тешенитах с появлением кали-натриевого полевого шпата. Авторы эту формацию относят к непрерывно-дифференцированному типу. Однако из описания не ясна роль интенсивной анальцимизации в становлении

субщелочного габбро- и тешенита, а также появление в этих породах кали-натриевого полевого шпата.

На Большом Кавказе, представляющем собой сегмент Средиземноморского пояса, в конце ордовка в силу эпигенетическая, т.н. скифская плита подвергалась раздроблению и заложилась герцинская звгеосинклиналь.

Эндогенное породообразование на Большом Кавказе совершалось непрерывно-прерывисто. Происходило формирование метаморфитов в различных ТР условиях, осуществлялись процессы вулканизма, плутонизма, метасоматизма и рудной минерализации.

Предполагается, что в среднем палеозое образовалась наклонная к югу зона Бенъофа (сверхглубокий разлом), которая, видимо, располагалась под областью метаморфизма умеренных и высоких давлений. Эволюция процессов магматизма и метаморфизма в палеозое Большого Кавказа происходила в следующей последовательности: в бретонскую фазу герцинского цикла имел место доплагиогранодиоритовый метаморфизм низкого давления. Он осуществлялся в условиях зеленосланцевой и эпидотамфиболитовой фаций. Породы этого раннего метаморфизма наблюдаются в виде уцелевших от наложенных процессов небольших останцев и ксенолитов, содержащихся в поздних плагиогранитах и гранитоидах [4,5,9]. В судетскую фазу происходит высокотемпературный региональный метаморфизм низкого давления в условиях амфиболитовой, реже гранулитовой фации. Этот метаморфизм, видимо, имел место на конвергирующих краях литосферных плит под островными дугами. Почти одновременно с этим процессом формируются анатектические гранитоиды и происходит региональный метасоматический процесс и регрессивный метаморфизм высокотемпературных кристаллосланцев.

В связи с астурийской фазой в тектонической зоне Главного хребта произошло поднятие структуры, а в зоне Передового хребта образовался грабен-синклинорий, в котором отложились континентальные осадки (угленосные, красноцветные, молассовые) и возникли стратиморфные эффузивы андезитового и дацитового состава и их туфы. Все эти породы позднее претерпели зеленокаменное преобразование.

Расположенная севернее Главного хребта Лабино-Малкинская зона (Черкасско-минераловодческая геосинклиналь) образовалась в астурийскую фазу герцинского цикла. В эту фазу внедряются завершающеорогенные (позднеорогенные) граниты, известные под названием северных, или красных гранитов.

Таким образом, в палеозое Большого Кавказа устанавливается следующая последовательность процессов эндогенного породообразования:

1. метаморфизм низкого давления в условиях зеленосланцевой и эпидот-амфиболитовой фации; бретонская фаза;
2. формирование плагиогранитов;



3. высокотемпературный региональный метаморфизм низкого давления в условиях амфиболитовой, реже гранулитовой фации;
4. формирование анатектических и метасоматических гранитоидов; регрессивный метаморфизм кристаллических сланцев;
5. заложение грабен-синклинория, образование в континентальных осадках стратиморфинных эффузивов андезитового и дацитового состава, туфов и вулканокластов; зона Передового хребта;
6. зеленокаменные преобразования предыдущих вулканогенов;
7. формирование завершающеорогенных, так называемых северных (красных, розовых) гранитов; Лабино-Малкинская зона.

Следовательно, в развитии палеозойской геосинклинали до ее полного завершения образовались три различных гранитоида и три различные исходные породы подверглись метаморфизму. В продолжение этого времени произошли региональный метасоматизм и регрессивный метаморфизм. В палеозое Большого Кавказа зафиксированы несколько фаз эффузивной деятельности и габброидного плутонизма.

Эндегенные процессы, протекавшие в орогенную стадию, геосинклинали Северно-Восточной Австралии близки с Кавказской палеозойской геосинклиналью. Здесь складчатость произошла в конце девона — нижнем карбоне. В замкнувшемся подвижном поясе образовались континентальные красноцветные осадки и дугообразно расположенные посторогенные вулканы (риодациты, риолиты, базальты и др.), ингимбиты, приуроченные к кальдерным опусканиям, окаймленные кольцевыми дайками гранитов [10].

Другим примером классической закономерности развития геосинклинального магматизма может служить изученная нами в 1944 г. эвгеосинклиналь Гагра-Джавской тектонической зоны на территории Грузии. Последовательность эндогенного породообразования в средней юре имеет общегеологическое значение, так как породы всех стадий развития геологически датированы [2-4, 7, 11, 12]. В 1944 г. нами была разработана первая схема последовательного стадийного становления эндогенных пород (эффузивных и интрузивных) для подвижных поясов на примере Кавказа. Она, несмотря на неоднократное повторное изучение многими исследователями, сохранила свой первоначальный вид [11].

Близкое с Гагра-Джавской зоной геосинклинальное развитие наблюдается в Охотско-Чукотской вулканической области, в которой, как известно, установлено три этапа вулканизма и плутонизма [13]. Первый из них — раннемеловой. В это время на собственно-геосинклинальной стадии изливались главным образом андезиты с подчиненной ролью риолитов (риолит-андезитовая формация); на раннеорогенной (соскладчатой) стадии происходило внедрение интрузивов со следующей последовательностью: габбро-диориты бескварцевые и кварцевые, гранодиориты (преобладают), плагиограниты, граниты (габбро-плагиогранит-гранодиоритовая формация).



Эти интрузивы внедряются в вулканогенно-осадочную толщу нижнего мела и перекрываются сеноман-туронскими осадками с базальным конгломератом, содержащим их гальки. На втором этапе (в позднем мелу) образуются андезит-дацит-риолитовая и гранитпорфировая формации. На третьем этапе изливаются базальты (базальтовая формация).

Е.К.Мархинин [14] в неогене Большой Курильской гряды детально описывает различные плутониты и вулканы (лавы, туфы, пирокластиты, туфо-терригенные образования). Наше внимание привлек факт проявления вулканизма с мгновенной, в геологическом понимании, остановкой орогенного процесса, что совершенно четко фиксируется несогласными залеганиями вулканических тел поздних импульсов на более ранних образованиях.

Для гранитоидов, представляющих собой важное звено в развитии тектоно-магматического цикла, разработано несколько схем их формирования. Ю.А.Кузнецов и А.Л.Яншин [15] выделяют четыре типа гранитоидов: 1. позднеорогенные или сининверсионные; 2. пасторогенные или постинверсионные, иначе окологеосинклинальные, т.е. образованные не в пределах геосинклиналей, вступающих в орогенную стадию развития, а рядом в соседних, уже давно консолидированных структурах; 3. внегеосинклинальные (сводово-блоковые, сводово-разломные, разломно-блоковые), известные под следующими названиями: „телеорогенные“, либо „телегеосинклинальные“, „магматизм зон активизации“, „магматизм поздних и конечных этапов развития подвижных зон“; 4. синтетектонические или синорогенные, распространенные в древнем докембрии и редко в более поздних складчатых структурах типа зон смятия и представленные инъекционными гнейсами и гнейсо-гранитами.

В 1970 г. [2, с.159-267] были выделены следующие геолого-структурные типы гранитоидов, которые в уточненном виде нам представляются следующим образом: 1. раннеорогенные (раннесоскладчатые); 2. зрелоорогенные (позднесоскладчатые), включая и сиенитовые плутониты; 3. телепозднеорогенные, сформированные за пределами геосинклинали, в ее бортах (в жесткой структуре); 4. завершающеорогенные (посторогенные); 5. краторогенные.

Классификация эндогенных геологических формаций Земли приводится в книге Г.М.Заридзе [16].

Наши исследования показали, что в подвижных поясах широким развитием пользуются гранитоидные интрузии, сформированные в стадии складчатости геосинклиналей, а на Большом Кавказе, Охотском поясе и др. существуют два или даже три возрастных типа гранитоидов: раннеорогенные (соскладчатые), зрелоорогенные (позднеорогенные) и завершающеорогенные (послеорогенные). Это не исключает наличия гранитоидов, синхронных с вулканическими образованиями, составляющими вулкано-плутонические формации.



В отличие от геосинклинального вулканизма (инициальный вулканизм), проявляющегося в стадии собственногеосинклинального процесса, вулканизм, происшедший в стадии оформившейся горно-складчатой структуры, принято связывать с орогенезисом (орогенный вулканизм). Наши исследования показали, что орогенный вулканизм связан с паузами в процессе сжатия, т.е. с кратковременным (мгновенным в геологическом понимании) растяжением в преобладающем процессе сжатия [2,4]. Например, в палеозое Большого Кавказа позднеорогенный вулканизм связан с временем образования грабенсинклинария и накоплением континентальных морских осадков. То же можно сказать о позднеорогенных вулканитах Северо-Восточной Австралии, о верхнеюрском, верхнемеловом и плиоценовом щелочном вулканизме Южного склона Большого Кавказа, имевшем место соответственно в лагунных и континентальных морских бассейнах, о кимериджском андезитовом орогенном вулканизме Арауканского пояса (Анды), связанном с накоплением грубообломочных континентальных серий Тордиальо и Рио-Дамас, о кайнозойском орогенном вулканизме Средиземноморского пояса в Евразии в целом, тесно ассоциирующем с молассами. Наглядным примером рассматриваемого положения может служить и дислоцированная Цалкская базальтовая толща акчагыль-ского возраста в Юго-Восточной Грузии, образованная в условиях обширного озера [2]. Здесь определено видно, что вулканическая активность совершенно прекращается с началом процесса складчатости и возобновляется во время ее затухания. Ясное несогласное залегание некоторых неогенных формаций Большой Курильской гряды говорит о том, что вулканические извержения происходили во время перерыва импульсов складчатых деформаций и прекращались при их возобновлении.

Геологический институт
им. А. Джанелидзе
Академия наук Грузии

(Поступило 29.12.1994)

პეტროლოგია

ნ.თათრიაშვილი, გ.ზარიძე (საქართველოს მეცნ. აკად. წევრ-კორესპონდენტი)

დედამიწის ენდოგენური გეოსინკლინური ფორმაციები (ასოციაციები)
(მოძრავი სარტყლების, ანუ გეოსინკლინური ენდოგენური
ფორმაციები)
რ ე ზ ი უ მ ე

ჩვენი პლანეტის ყველა ენდოგენური ქანებისათვის საკუთარ და ლიტერატურულ ფაქტიურ მასალებზე დაყრდნობით ავტორების მიერ დამუშავებულია სისტემატიკა (კლასიფიკაცია) ენდოგენური ქანების ფორმაციების კანონზომიერი წარმოშობა-განვითარების შესახებ დედამიწის მთელი გეოლოგიური ისტორიის განმავლობაში.



დედამიწის განვითარების ისტორიას ავტორები პირობითად სამ მეტამორფიკულ ჰყოფენ:

I. პროტოგეოლოგიური, კატარქეულის წინა – კატარქეული ადრეარქეული (3500 მილ. წელი და წინა გეოლოგიური დრო).

II. პროტობაქნურ-პროტოგეოსინკლინური. არქეული (კენოზული დიასტროფიზმი) – ქვედაპროტეოზოული (3500-2000 მილ. წელი).

III. ბაქნურ (III₁) – გეოსინკლინური (III₂), ანუ ნაოქა სისტემების, რომლის ქვედა ასაკობრივი საზღვარი დაახლოებით უპასუხებს დედამიწაზე უძველესი ბაქნების წარმოშობას.

ქვემოთ მოცემულია გეოსინკლინური, ანუ ნაოქა სისტემების (III₂) ენდოგენური ქანების ფორმაციების (ასოციაციების) თანამიმდევრული წარმოშობის განზოგადებული სქემა :

I. ადრესაკუთრივეგეოსინკლინურ ქანთა ასოციაციები – წყალქვეშავეულკანური :

1. (ტუტე) მაფიტ-ულტრამაფიტური,

2. ბაზალტური, ანდეზიბაზალტური, დაციტ-ანდეზიტური (პიროკლასტური),

3. ტუტე (სუბტუტე) ბაზალტური, ტლანქნატეხური კონტინენტური მასალით (რიფტისმაგვარი სტრუქტურებისთვის ნაოქასტრუქტურების შიგნით).

II. გვიანსაკუთრივეგეოსინკლინურ ქანთა ასოციაციები – პოსტწყალქვეშავეულკანური, ემბრიონალუროროგენული :

1. ბაზალტურ-ვეულკანოგენური-ქვიშაქვა(-გრაუკაქურ)-თიხაფიქლური (ასპიდურფიქლური),

2. ბაზალტურ-ვეულკანოგენურ-მწვანექვაური-ტუფბრეჭიული, დანალექ-პელიტური.

(ბაზალტური ვულკანოგენების გარდაქმნის პროდუქტი I₂)

III. ადრეოროგენულ ქანთა ასოციაციები. ფილების კონვერგენციის ადრე სტადია; სათანადო გეოდინამიკური პირობების წარმოშობა აქტიურ კონტინენტურ კიდეზე, კოლიზია :

1. ლავონიტ-გლავკოფანური ფიქლები ; კუნძულთა კიდური რკალეებისათვის და კიდური კონტინენტური ფილებისათვის,

2. მაფიტური პროგრესიულ-რეგიონალურ-მეტამორფული, ანუ მაფიტური (ფუძე შემადგენლობის) მეტამორფიტები; I₂ და II₂ ქანების გარდაქმნის (მეტამორფიზმის) პროდუქტი. კუნძულთა რკალეების შიდა სარტყლებისათვის,

3. სიალური პროგრესიულ-რეგიონალურ-მეტამორფული,

4. მაფიტური და ულტრამაფიტური; ალპინოტიპური,

5. სიენიტ-გაბროული, დიორიტული და კვარციან-დიორიტული, დიორიტ-მონცონიტური (სუბტუტე), სიენიტური და ტუტე სიენიტური,

6. პლაგიოგრანიტული, ტონალიტური, გრანოდიორიტული, მცირე ტუტე-გრანიტული, გაბრო-დიორიტ-პლაგიოგრანიტული, გაბრო-გრანიტ-პლაგიოგრანიტ-გრანიტული,

7. გრანიტული, ლეიკოგრანიტული (ნორმალური ტუტე რიგი).

IV. მოწიფულოროგენული (Зреლოорогенные) ქანთა ასოციაციები; ფილების კონვერგენციის გვიანი სტადია :

1. რეგრესიულ-რეგიონალურ-მეტამორფული; (III₂ მეტამორფიტების გარდაქმნის პროდუქტი).

2. გაბრო(-დიორიტ)-გრანიტული; გრანიტული და გრანოდიორიტული, სუბტუტე ორმინდვრის შპატიანი გრანიტული,



3. ტრაქიანდებიზალტური და ტრაქიანდებიტური (სუბტუტე).

V. დამამთავრებელოროგენულ (Завершающеоорогенные) ქანთა ასოციაციები; ფილების კონვერგენციის დამამთავრებელი სტადია :

1. ლატიტები და კვარციანი ლატიტები; დაციტები, პლაგიორიოლიტები, მცირეტუტე რიოლიტები, რიოდაციტები და რიოლიტები; ტუტე ტრაქიტები, პანტელერიტები და კომენლიტები,

2. ტუტემინდვრისშპატიანი სიენიტები, კვარციანი სიენიტები, ტუტე კვარციანი სიენიტები და ტუტე ფუჟე ქანები (მაფიტები),

3. სუბტუტე და ტუტე გრანიტები,

4. დიბაზ-პიკრიტები (პიპაბისური); ტექტონიკური აქტივიზაციის ზონები,

5. გრანიტოიდები, სიენიტები და ტუტე სიენიტები.

PETROLOGY

N. Tatrishvili, G. Zaridze (Corresponding member of the Georgian Acad.Sci.)

Endogenic and Geosyncline Formations
(Formations of Movable Belts)

Summary

On the basis of existing literary and factual material (including their own data) the authors have systematized the origin and development of formations of all the endogenic rocks during the whole geologic history of the Earth.

The history of development of the Earth have been divided into three mega-stages:

I. Protogeologic. Pre-Catarean-Catarean-Pre-Archean (3.500 Ma and Pre-geologic period).

II. Protoplatform-protogeosyncline. Archean (Cenorian diastrophism) - lower proterozoic (3500-2000 Ma).

III. Platform-geosyncline the lower age boundary of which nearly answers the formation of ancient platforms.

Within the limits of the megastages the authors distinguish the following geosyncline types of endogenic formations in the movable belts:

- 1) Early-proper-geosyncline (volcanic, arch-island).
- 2) Late-proper-geosyncline (postvolcanic, embriional volcanogenic, earlier stage of plate convergence)
- 3) Mature-orogenic (recent stage of plate convergence).
- 4) Final organic (the last stage of plate convergence).

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. Г.Я. Абрамовиц, П.Н. Шамес. В кн.: Проблемы докембрийского магматизма. Л., 1974, 65-70.



2. *Г.М. Заридзе.* Эндогенные формации орогенных областей. М., 1970, 307.
3. *Г.М. Заридзе.* В кн.: Проблемы строения земной коры и верхней мантии. М., 1970, 185-189.
4. *Г.М. Заридзе.* Изв. АН СССР, сер. геол., 2, 1980, 29-37.
5. *Г.М. Заридзе.* Петрография. М., 1988, 480.
6. *О.А. Богатиков, Л.П. Зоненшайн, В.И. Коваленко.* 27-й МГК. Петрология, секц.С.09. Докл. сов. геол. 9, 1984, 3-14.
7. *Г.М. Заридзе.* Закономерности развития магматизма в Грузии и связанные с ним рудопроявления. Тбилиси, 1947, 389с.
8. *А.М. Борсук, А.А. Цветов, И.В. Чернышев, Д.С. Журавлев.* 27-й МГК. Петрология, секц.С.09. Докл. сов. геол., 9, 1984, 32-41.
9. *Г.М. Заридзе, Д.М. Шенгелия.* Геотектоника, 4, 1978, 64-69.
10. *И.В. Лучинский.* Древние вулканические области южных материков в фанерозое. Новосибирск, 1978, 294 с.
11. *Г.М. Заридзе.* Сообщ. АН ГССР, 5, 2, 1944, 147-154.
12. *Г.М. Заридзе.* Сов. геол., 5, 1962, 33-46.
13. *Е.К. Устиев.* Изв. АН СССР, сер. геол., 12, 1963, 3-31.
14. *Е.К. Мархишви.* Роль вулканизма в формировании земной коры (на примере Курильской островной дуги). М., 1967, 253.
15. *Ю.А. Кузнецов, А.Л. Яншин.* Проблемы связи тектоники и магматизма. М., 1968, 65-72.
16. *Г.М. Заридзе.* Внимание: метатоматоз. Тбилиси, 1992, 187 с.

УДК 621.01

МАШИНОВЕДЕНИЕ

А.И.Бетанели

О процедурной модели проектирования летательных аппаратов

(Представлено академиком М.В. Хвингия 14.06.1993)

Процедурная модель является логической схемой последовательности действий, оптимально организующей процесс проектирования машин [1].

В статье изложена попытка разработки процедурной модели проектирования летательных аппаратов (ЛА), общей для разных принципов полета (рис.1). В техническом задании (ТЗ) отмечается, если для данного ЛА не обязательны какие-либо стадии и процедуры. Принципы подготовки тактико-технических требований (ТТТ) к самолетам [2] можно распространять на все ЛА с учетом специфики. Так, например, для ракетно-космических комплексов (РКК) должны быть учтены требования космического права [3]. Модель отражает характерную для ЛА итерационность и разработана впервые.

Рынок (Р) определяет потребность (П) проектирования конкурентоспособного ЛА. Требования рынка накапливаются в банке данных потребностей (БДП) (показатели эффективности воздушного транспорта, военные доктрины, космические программы, экологические ограничения и др.). Прогноз ситуаций действий (ПСД) ЛА дает возможность формулировки цели проектирования (Ц). Далее определяются основные показатели (ОП) ЛА (принцип полета, надежность, безопасность, живучесть).

Принцип полета можно выбрать по числу Маха M и высоте H слоя атмосферы, в котором намечается полет. В тропосфере возможны полеты с дозвуковыми ($M < 1$), трансзвуковыми ($M = 1$), сверхзвуковыми ($M > 1$) скоростями. Соответственно возможны ЛА, основанные на: аэростатическом, аэродинамическом, реактивном (с воздушно-реактивным двигателем) принципах полета. Полет гиперзвукового ракетного ЛА ($M = 4-9$) в стратосфере основан на реактивном принципе. Воздушно-космические ракетные самолеты ($M > 20$) должны выводить полезную нагрузку на космическую орбиту на высоте 150-500 км. При этом принцип полета реактивный. Полет космических ЛА основан на баллистическом принципе, а на начальном и конечном участках включается ракетный двигатель и реализуется реактивный принцип. Количественные показатели надежности самолетов (безотказность, ремонтпригодность, долговечность, сохраняемость) [4] могут быть использованы для любых ЛА, возможно, при некоторых изменениях.

Следует различать безопасность полетов ЛА и безопасность ЛА, которая зависит только от особенностей его конструкции. Перспективным направлением является аварийное спасение: экипажа

многообразного космического ЛА при помощи отделяемой части ЛА, экипажа и пассажиров сверхзвукового административного самолета и гиперзвукового ЛА при помощи интегрально вписанной в конструкцию ЛА отделяемой части в виде автономного аварийного посадочного ЛА [5,6,7,8]. Меры повышения живучести самолетов [4], в основном, применимы для всех ЛА. На этом, в общем случае, стадии ТТТ и ТЗ завершаются, хотя итерационность процесса проектирования не исключает возможные коррективы.

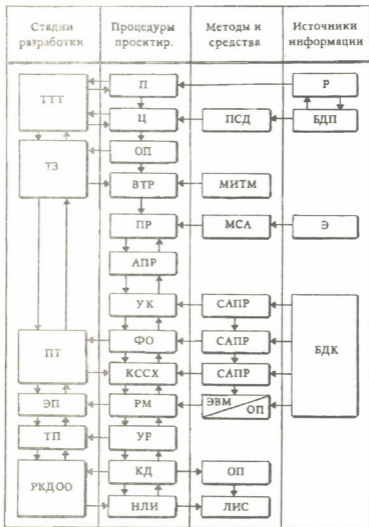


Рис.1. Процедурная модель проектирования летательных аппаратов

На стадии технического предложения (ПТ) осуществляется предварительное формирование концепции ЛА и поиск вариантов технических решений (ВТР) при помощи методов интенсификации творческого мышления (МИТМ), с объединением материаловедческих, конструкторских, технологических задач, использованием принципов бионики [1]. Далее, методом сравнительного анализа (МСА), учитывая опыт эксплуатации ЛА (Э) принимается решение (ПР) о выборе одного-двух вариантов. После анализа принятого решения (АПР) уточняется концепция ЛА, и при помощи системы автоматизированного проектирования (САПР) осуществляется компоновка (УК). Далее, посредством САПР формируется облик (ФО) [9] ЛА (структура, архитектура, размеры). Составляется аванпроект. На этом стадия ПТ завершается.

На стадии эскизного проекта (ЭП), при помощи САПР, выбирается конструктивно-силовая схема (КССХ) [9]. Далее уточняются компоновка и центровка, разрабатываются чертежи агрегатов и узлов. Производятся расчеты: аэродинамический, массовый, баллистический, динамический, надежности, строится макет в макетной мастерской опытного производства (ОП) для пространственной увязки элементов ЛА. Стадия ЭП завершается защитой проекта, внесением в него по результатам защиты необходимых исправлений, утверждением. На стадиях ПТ и ЭП используется банк данных конструкторский (БДК).

На стадии технического проекта (ТП) уточняются: компоновочная схема, расчеты, конструкции агрегатов и узлов. Разрабатывается конструкторская документация испытательного оборудования (УР).

На стадии разработки рабочей документации на опытные образцы (РКДОО) оформляется конструкторская документация (КД) для изготовления и испытания опытных

образцов ЛА. Документация передается в ОП для изготовления опытных образцов ЛА и оборудования для наземных испытаний. На завершающем этапе этой стадии проводятся наземные и летные испытания (НЛИ) на летно-испытательной

станции (ЛИС). Если принимается решение о запуске в серию данного ЛА, то осуществляется стадия разработки рабочей конструкторской документации серийного производства.

Как известно, САПР – человеко-машинная система, в которой человек решает творческие задачи, а ЭВМ освобождает его от рутинной работы. По данным психологии, творческое мышление имеет четыре фазы [1]. На рис. 2 дана гипотетическая блок-схема творческого мышления, которая, возможно, будет полезна для искусственного интеллекта.

Резюмируя вышеизложенное, можно отметить следующее.

Резюмируя вышеизложенное, можно отметить следующее.

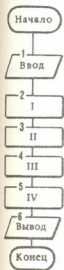


Рис. 2. Гипотетическая блок-схема творческого мышления: I - всестороннее ознакомление с проблемой; II - созревание направляющей идеи; III - идея решения; IV - развитие идеи, ее окончательное оформление и проверка.



Разработана процедурная модель человека-машинных операций при проектировании ЛА, общая для принципов полета в атмосфере и космическом пространстве (аэростатического, аэродинамического, реактивного, баллистического). Предложена гипотетическая блок-схема творческого мышления.

Грузинский технический университет

(Поступило 30.06.1993)

მანქანათმშენობლა

ა. ბეთანელი

საფრენი აპარატების დაპროექტების საპროცედურო მოდელის
შესახებ

რ ე ზ ი უ მ ე

დამუშავებულია საფრენი აპარატების დაპროექტების საპროცედურო მოდელი ფრენის სხვადასხვა პრინციპებისათვის.

MACHINE BUILDING SCIENCE

A. Betaneli

About Procedure Model of Aircrafts Design

Summary

Procedure model of aircrafts design for different principles of flight has been developed.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. *А.И.Бетанели*. О первой и третьей задачах методологии проектирования машин. Тбилиси, ГТУ, 1993. Депонирована в Техинформе 07.05.93, № 843-Г93.
2. *С.М.Егер и др.* Проектирование самолетов. М., 1983.
3. *Н.И.Паничкин и др.* Конструкция и проектирование космических летательных аппаратов. М., 1986.
4. *Л.Л.Ащелиович*. Надежность, безопасность и живучесть самолета. М., 1985.
5. *В.К.Безвербий, Д.Г.Метревели*. Устройство для аварийного спасения экипажа многоразового космического летательного аппарата. АС СССР №1724517 с приоритетом от 09.02.90.
6. *Д.Г.Метревели*. Определение основных проектных параметров системы приземления спасаемой части орбитального корабля. М., 1991. Депонирована в ГОСНИИГА, № 963-ГА91.
7. *Д.Г.Метревели, Н.В.Пхаладзе*. Концепция сверхзвукового административного самолета с системой аварийного спасения экипажа и



пассажиров. Тбилиси, ГТУ. Депонирована в Техинформе 17.09.92, № 803-Г92.

Д.Г.Метрели, Н.В.Пхаладзе. Концепция гиперзвукового летательного аппарата с системой аварийного спасения экипажа и пассажиров. Тбилиси, ГТУ. Депонирована в Техинформе 09.02.93, № 828-Г93.

С.М.Егер и др. Основы автоматизированного проектирования самолетов. М., 1986.

А.Г.Двалишвили, А.Г.Твалчрелидзе

Распределение As, Au и Sb в комплексных рудах Лухумского золото-мышьякового месторождения

(Представлено академиком И.П.Гамкрелидзе 28.05.1993)

Изучение современных геотермальных систем [1], а также металлогенические исследования [2] показывают, что в гидротермальных системах перенос золота осуществляется, как правило, совместно с сурьмой и, главное, с мышьяком, а их частичное разделение происходит непосредственно в момент рудоотложения [3]. Поэтому проблема соотношения золота, мышьяка, сурьмы и других редких металлов на золото-мышьяковых месторождениях мира - один из кардинальных вопросов не только экономической геологии, но и теории рудообразования. В этом отношении Лухумское месторождение в Горной Раче, расположенное в пределах Местия-Тианетской структурно-металлогенической зоны и изученное геологическими [4], геохимическими [5,6] и термобарическими [7] методами, представляет собой эталонный объект для исследования соотношения мышьяковых, сурьмяных и золотых руд.

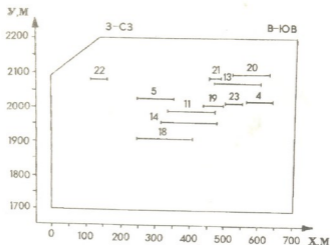


Рис. 1. Расположение штольневых горизонтов в продольном вертикальном сечении Лухумского месторождения

Исследования проводились на основе обобщения результатов долготелетнего опробывания рудных тел месторождения методом компьютерного моделирования (на персональной ЭВМ IBM/PC-286)

пространственной изменчивости промышленных показателей месторождения [8]. Суть метода заключается в предварительной взвешенной фильтрации (крейгинге) данных опробования, что позволяет, во-первых, оградиться от случайных погрешностей химического анализа, а во-вторых, получать закономерные пространственно выдержанные соотношения, не зависящие от системы и сети опробования.

На рис.1 в продольном сечении месторождения показано расположение подземных горных выработок, данные опробования которых использованы в последующих обобщениях. На рис.2 приведены изоконцентраты (в условных единицах) мышьяка (а), сурьмы (б) и золота (в) в том же сечении месторождения. Отчетливо видно, что если концентрация мышьяка постепенно уменьшается от запад-северо-западного фланга к восток-юго-восточному и вниз по разрезу, то содержание сурьмы своего максимума достигает в центральной части, а золото преимущественно аккумулируется на восток-юго-восточной периферии участка месторождения.

На рис. 3 показано соотношение различных оруденелых зон месторождения с главными тектоническими структурами. Легко можно заметить, что комплексные золото-сурьмяно-мышьяковые руды образовались путем пространственного совмещения рассматриваемых трех типов оруденелых зон и ассоциируют с узлом сопряжения главной рудоносной структуры с системой субпараллельных рудораспределющих сбросов.

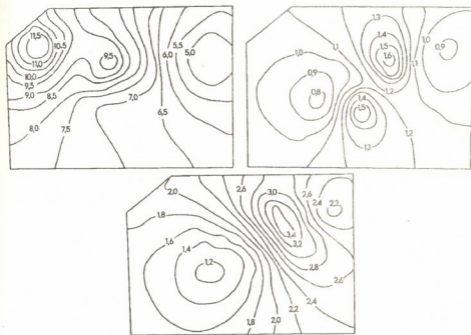


Рис. 2. Изоконцентраты (в условных единицах) мышьяка (а), сурьмы (б) и золота (в) в продольном вертикальном сечении Лухумского месторождения



Висячий фланг рудоносного разлома оккупирован богатой реальгар-аурипигментовой (мышьяковой) минерализацией. Лежащий же бок этой структуры и висячий фланг рудораспределяющих сбросов несут золото-арсенопиритовые руды на фоне убогой реальгар-аурипигментовой минерализации.

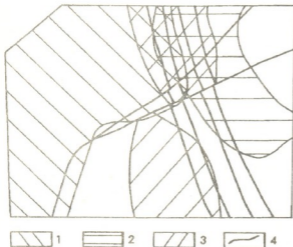


Рис. 3. Соотношение типов руд и главных разрывных нарушений в продольном вертикальном сечении Лухумского месторождения: 1 - 3 - рудные зоны: 1 - мышьяковая (реальгар-аурипигментовая), 2 - золотоносная (арсенопиритовая), 3 - сурьмяная (антимонитовая), 4 - разрывные нарушения

ческую интерпретацию золото-мышьякового орудинения на Лухумском месторождении, но, главное, произвести его промышленную переоценку, однако, это тема наших последующих публикаций.

Академия наук Грузии
Геологический институт им.
А.И.Джанелидзе

(Поступило 31.05.1993)

გეოლოგია

ა.დვალიშვილი, ა.თვალჩრელიძე

As, Au და Sb განაწილება ლუხუმის ოქრო-დარიშხანის
საბადოს კომპლექსურ მადნებში

რეზიუმე

განხილულია ლუხუმის საბადოს სივრცობრივი მოდელი კომპიუტერული მოდელირების საფუძველზე. დადგენილია ოქროს, სტიბიუმისა და დარიშხანის სივრცობრივი განაწილების კანონზომიერებანი. დამტკიცებულია, რომ დარიშხანის

მადნები ილექება წარმომქმნელი სტრუქტურის კიდულ, ხოლო ოქროს მადნები წოლილ გვერდებში.

GEOCHEMISTRY

A.Dvalishvili, A.Tvalchrelidze

Distribution of As, Au and Sb in Complex Ores of the Lukhumi Gold-Arsenic Deposit

Summary

The spatial model of the Lukhumi deposit is considered. Due to the computer modelling the regularities of As, Sb and Au spatial distribution are estimated. It has been proved that As ores were deposited in the hanging side of the ore-bearing fault structure, whereas the gold mineralization is concentrated in the lying side.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. *Б.Д.Вайсберг, П.Р.Л.Браун, Т.М.Стюард.* Геохимия гидротермальных рудных месторождений. М., 1982, 578-609.
2. *М.Б.Бородаевская, А.Г.Волчков, Д.И.Горожевский, Н.К.Курбанов, Е.П.Ширай.* В кн: Рудообразующие процессы и системы. М., 1989, 134-143.
3. *Х.Л.Барис.* В кн: Геохимия гидротермальных рудных месторождений. М., 1982, 328-369.
4. *Б.А.Алибегашвили.* Сообщения АН ГССР, 55, 3, 1969, 597-600.
5. *З.Я.Церцвадзе, Д.В.Аревадзе, М.И.Кучер.* В кн: Геохимия процессов миграции рудных элементов. М., 1977, 139-156.
6. *А.Г.Жабин.* Докл.АН СССР, 288, 1, 1986, 193-197.
7. *И.Д.Долидзе.* Сообщения АН ГССР, 70, 3, 1973, 649-652.
8. *А.Г.Твалчрелидзе, В.И.Щеглов.* Зап. Всесоюз. мин. о-ва, 119, 2, 1990, 21-34.



УДК 624.042.7+699.841

СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА

С.П.Гелхვიძე

О факторах, влияющих на сейсмостойкость зданий и сооружений

(Представлено академиком А.А.Дзидзигури 27.10.1994)

Известно, что землетрясения, в большей или меньшей мере, отличаются друг от друга, и то, что бывает достаточным для сейсмозащиты при одном землетрясении, может оказаться недостаточным при другом. Тем не менее, имеется много общих правил, определяющих требования к сейсмозащите и подтвержденных всеми без исключения землетрясениями. К ним, прежде всего, следует отнести требования высокого качества выполнения строительных работ по возведению зданий и сооружений, которыми определяются в значительной мере и так называемые конструктивные требования действующих СНиП [1].

Нормы на строительство в сейсмических районах отражают уровень развития теории и практики, опыта проектирования, строительства и эксплуатации зданий и сооружений. В них, в большинстве случаев, приводятся основные данные о сейсмическом районировании и способы назначения расчетной сейсмической площадки строительства, положения об объемно-планировочных и конструктивных принципах обеспечения сейсмостойкости зданий, нормированные требования к установлению напряженно-деформированного состояния конструкций и сооружений в целом.

Из всех факторов, принимающих участие в сейсмостойкости зданий и сооружений, можно было бы выделить сейсмические нагрузки, непосредственно зависящие от динамических свойств проектируемого здания в целом и физико-механических характеристик его частей и элементов, использованных строительных материалов, в конечном счете определяющих уровень и степень антисейсмических мероприятий.

К заметному изменению сейсмических реакций сооружений может привести разновременный подход сейсмических волн к фундаментным опираниям здания, что возможно при определенных соотношениях его размеров в плане к длинам сейсмических волн [2]. Количественные результаты проявления землетрясений могут изменяться при учете высших форм колебаний, при изменении конструктивной схемы здания и других факторов.

Важное значение в связи с вышеуказанным приобретает необходимость комплексного решения проблем сейсмостойкости, включая принятие реальных расчетных значений ускорений оснований, сейсмических реакций и несущей способности конструкций с учетом других особенностей, характеризующих реальные условия работы сооружения.



В то же время известно, что расчет сооружений как упругих систем часто приводит к экономически неоправданным или практически неосуществимым инженерным решениям.

Современные методы расчета зданий и сооружений на сейсмические воздействия основываются на нескольких подходах, требующих как полноты начальной сейсмологической информации, так и учета физических факторов, с условием обеспечения надежности в работе при землетрясениях.

Распространение сейсмических волн под зданием зависит от их вида, плотности пород основания, которые они пробегают, типа фундаментов и других факторов, наряду с протяженностью зданий в плане, значимость которой обусловлена в значительной мере появлениями дополнительных напряжений, возникающих в фундаментах и возрастающих с увеличением длины здания, т.к. различные части основания получают, в этом случае, различные горизонтальные и вертикальные ускорения. Расчет сооружений большой протяженности в плане, при соизмеримости длин зданий и сейсмических волн, обязывает к принятию предпосылок, позволяющих учитывать особенности действия бегущих волн [2].

На период собственных колебаний здания существенное влияние оказывает учет таких факторов, как податливость основания, размеры и конфигурация здания в плане, деформативность дисков перекрытия и др.

Заслуживающим внимания оказывается и тот факт, что, согласно результатам инженерно-сейсмометрических наблюдений, периоды колебаний 5-9-этажных каркасных зданий после многократных воздействий средней интенсивности увеличиваются до 20% по сравнению с периодами до землетрясения [2]. Последнее - свидетельство того, что сейсмические воздействия оказывают влияние на изменение жесткости здания (осадка фундамента, появление микро- и макротрещин) и, соответственно, на период его колебаний.

Пропуская еще множество факторов, влияющих на сейсмостойкость зданий и сооружений, и обходя многие уроки прошлого из истории землетрясений, обрушивающихся на многочисленные населенные пункты, отметим лишь некоторые характерные причины разрушения зданий при Ленинканском землетрясении, установленные во время экспертизы Комиссией по проверке качества проектирования и строительства жилых и общественных зданий массовых серий в Северной Армении, которая была образована в декабре 1988 года распоряжением Совета Министров СССР.

Отмечается недостаточная сейсмостойкость наиболее распространенных в этом регионе 5-этажных каменных зданий, со стенами комплексной кладки системы "Мидис" из вулканического туфа с монолитным железобетонным каркасом, построенных по проектам Армгоспроекта (серии 1А-450 и 1А-451). Многие из этих домов, расположенных рядом с разрушенными, не получили серьезных повреждений благодаря более благоприятным местным грунтовым условиям, отличающимся большей пестротой сейсмических свойств (от первой до третьей категории). Однако в ряде случаев недостаточная сейсмостойкость была углублена неудовлетворительной конструктивной



схемой зданий, недостаточным армированием конструктивных элементов и узлов, отсутствием антисейсмических швов, связи антисейсмических поясов с кладкой, наличием ошибок в возведении кладки. Допущены уменьшение глубины опирания ж/б конструкций на стены, несоблюдение принципа симметричного и равномерного распределения жесткостей в плане зданий, разнородность конструкций стен в пределах этажа (туфовые камни, бетонные блоки, железобетонные рамы) и другие отступления от требований норм.

Например, недостатками проекта здания Центрального универмага, разработанного Армянским филиалом Гипроторга в каркасно-панельных конструкциях серии ИИС-04, были следующие: здание имело несимметричное распределение масс и жесткостей, не была обеспечена анкеровка рабочей арматуры ригелей поперечного направления, в колоннах отмечено недостаточное содержание поперечной арматуры (хомутов), неудачно решен стык колонн - без опирания бетона на бетон. Кроме того, в проекте предусмотрены различные марки бетона в несущих конструкциях: продольный ригель - из бетона М200, поперечный ригель - М300, а стыки колонн - М400, что допускает возможность ошибки при производстве работ и трудно поддается контролю[3].

В ходе обследования жилых и общественных зданий выявлены серьезные нарушения к требованиям проектов, строительных норм и правил, неудовлетворительное выполнение антисейсмических мероприятий, что привело к значительному уменьшению прочности многих конструкций и резкому снижению сопротивляемости зданий сейсмическим нагрузкам, к существенному увеличению степени повреждения зданий, вплоть до полного обрушения.

Причины катастрофических разрушений каркасно-панельных зданий серии 111 и повреждений в каменных зданиях обусловлены тем, что плиты перекрытий были уложены без обеспечения надежного соединения с ригелями, при помощи анкеров и монолитного бетона, что нарушало одно из главных условий создания пространственной устойчивости системы. Положение усугублялось недостаточной (всего 3-4 см) глубиной опирания плит перекрытий на ригели.

Основной причиной сильной деформации и повреждений 16-этажного жилого дома в г.Ленинакане, возведенного методом подъема перекрытий, явилось разрушение монолитного ж/б ядра на первом и втором этажах, где бетон имел низкую прочность из-за плохого уплотнения и было значительно уменьшено армирование[3].

Результаты анализа норм проектирования и последствий землетрясений в нашей республике и за рубежом показали, что превышение интенсивности землетрясения на 1 балл, по сравнению с расчетной, не должно приводить к массовому обрушению правильно запроектированных и построенных без дефектов зданий.

Относительно более высокую сейсмостойкость имеют, по сравнению с каркасными домами, имеющими несущие колонны небольшого прямоугольного сечения в плане, крупноблочные и панельные здания, которые имеют вертикальные несущие элементы, составного развитого сечения, что обуславливает существенно меньшую величину возникающих в них максимальных усилий при одинаковых

сейсмических воздействий. Последствия Спитакского землетрясения лишний раз подтвердили преимущества этих зданий [3].

По существующим типам зданий (типы А, Б, В...) и степени классификации их повреждений при землетрясениях выявляется и определяется важность отдельных элементов для каждого отдельного типа. При рассмотрении сейсмостойкости этих зданий автор отдает предпочтение вопросу о значимости их конструктивных схем, с учетом размерностей и конфигураций, величины силы, направления и скорости распространения сейсмического воздействия и другого множества факторов, приведенных им и описанных выше.



Рис. 1. Карта пострадавших районов Рача-Имеретинского землетрясения

По последствиям известного Рача-Имеретинского землетрясения, наиболее ощутимого и разрушительного в Грузии за последние годы, происшедшего 29 апреля 1991 года и охватившего в значительной мере Онский, Амбролаурский, Сачхерский, Чиатурский и Ткибульский районы Республики, выявлена картина значительных разрушений и повреждений зданий, полностью не ликвидированная

и по сегодняшний день по причине известных сложностей, с которыми Республике пришлось столкнуться за прошедшие, нелегкие годы (рис. 1).

Это землетрясение оставило широкий спектр повреждений зданий и сооружений различного назначения, от тяжелых и значительных, требующих капитального ремонта, где в ряде отдельных случаев отмечены и человеческие жертвы, до отнесенных к категории легких повреждений. Причинами сильных разрушений зданий во многих случаях явилось отсутствие антисейсмических поясов и других связующих элементов, низкая сопротивляемость каменной кладки (на глиняном или известковом растворах) сейсмическим воздействиям и плохие грунтовые условия (рис. 2). К указанным причинам часто добавлялись и те кардинальные перемены, претерпеваемые жителями зданий, которые хотя и улучшали коммунально-эксплуатационные условия домов (например, выемка дополнительных массивов грунта под зданием с целью устройства погребов, пристройка лоджий, прорубка в несущих стенах зданий дополнительных оконных и дверных проемов, отдельные случаи нарушения целостности антисейсмических поясов и др.), но, с другой стороны, вели к резкому падению несущей способности основной системы остова зданий и к значительному уменьшению их сейсмостойкости.



Рис.2. Здания, пострадавшие от землетрясений

В пострадавших от землетрясения городах и населенных пунктах можно выделить 4 основных типа зданий:

– одно-двухэтажные дома (условно тип А) индивидуального пользования, с несущими стенами из рванного, тесанного, туфового и известкового камней с деревянными перекрытиями;

– трех- и пятиэтажные дома (условно тип Б) со стенами из кирпичной кладки с использованием в них, в отдельных случаях, природных тесанных камней и современных строительных блоков. Как правило, в этих домах междуэтажные перекрытия выполнялись из сборных железобетонных круглопустотных плит;

– современные сборные железобетонные каркасно-панельные многоэтажные здания (условно тип В);

– встречаются также изредка деревянные, в основном одноэтажные, здания индивидуальной постройки с использованием соединительных врубок по узлам (условно тип С), которые, надо отметить, проявили себя с лучшей стороны и наиболее эффективно противостояли землетрясению.

В поврежденных зданиях указанного типа (кроме типа С) наиболее распространено раскрытие трещин, разных по своим геометрическим показателям (длины, ширины раскрытия и глубины), по направлениям развития - горизонтальных - в местах сопряжения стен и перекрытия, а также вертикальных и наклонных - в областях оконных и дверных проемов.

По степени повреждений здания классифицированы по малым, средним и тяжелым повреждениям. Малые повреждения - волосяные трещины и частичное падение маленьких кусков штукатурки; средние

повреждения - трещины средней величины в стенах зданий, а также в дымовых трубах, с их частичными разрушениями, падение черепицы, тяжелые повреждения - с глубокими сквозными трещинами в стенах, обрушения дымовых труб, в отдельных случаях полное разрушение связи между отдельными элементами и частями зданий.

С целью оценки сейсмостойкости разрушившихся и поврежденных зданий определены их периоды и формы колебаний, а также величины пришедшихся на них сейсмических сил. Полученные результаты расчетов и определенные на их основании напряжения в элементах зданий приводят к мысли о том, что основными причинами разрушений и серьезных повреждений зданий, наряду с относительно низким качеством строительства и некоторых дефектов, искусственно вызванных жильцами зданий, являются колебания их в резонансной и околорезонансной зоне, по которым периоды свободных колебаний этих зданий по основному тону близки к периодам преобладающих колебаний грунта и их отношения $T_{зд}/T_{гр}$ находятся в пределах 0.7 - 1.3 [4].

Сопоставляя итоги и уроки вышерассмотренных двух наиболее ощутимых землетрясений, можно выявить много общего по части ошибок, прослеживающихся в обоих случаях, при строительстве зданий и сооружений, в особенности в поселковых районах. По итогам этих двух землетрясений можно со значительной точностью утверждать, что больших жертв удалось избежать в случае Рача-Имеретинского землетрясения лишь по той причине, что оно было значительно меньшей интенсивности, чем Спитакское.

Опыт землетрясений показывает лишний раз, что для повышения сейсмостойкости зданий и сооружений необходимо, в первую очередь, продолжать дальнейшие исследования с целью совершенствования методов расчета, инженерных решений и проектирования строительных конструкций, возводимых в сейсмических районах.

В зарубежных странах, например, где достаточно часто происходят сильные землетрясения, предпочтение отдают монолитным конструктивным решениям, в частности, при применении рамных каркасов широко используются стальные каркасные системы. Указанное способствует значительному повышению надежности таких конструкций по сейсмостойкости. Повышению сейсмостойкости способствует, естественно, высокое качество проектирования и строительного производства.

В условиях нашей Республики при строительстве в сейсмических регионах предпочтение должно отдаваться монолитным решениям каркаса, будь то рамным, рамно-связевым, с ядрами жесткости и т.д. Вышеуказанное позволит широко использовать в качестве заполнения каркасов легкодоступные, недорогостоящие местные строительные материалы, благодаря чему будут созданы эффективные конструктивные сейсмостойкие системы с целью удешевления стоимости строительства и уменьшения сроков возведения зданий и сооружений.

Думается также, что на данном этапе социально-экономического развития Республики следует воздерживаться от массового проектирования и строительства жилых домов и общественных зданий повышенной этажности в городах и поселениях, расположенных в



районах повышенной сейсмичности. Отдельные исключения можно допускать в случаях, если это строительство оправдано градостроительными требованиями и соответствующими технико-экономическими обоснованиями, с разрешения правительственных структур и Госстроя Рустублики.

И в заключение, в ожидании выхода в свет новых, всеобъемлющих, отвечающих всем современным требованиям нормативных документов по сейсмостойкому строительству, учитывающих конкретные условия проектирования и строительства в нашей Республике, наряду с вышеприведенными соображениями, необходимо придерживаться положений существующих норм по сейсмостойкому строительству [1], что позволит избежать грубых ошибок при проектировании и строительстве зданий и сооружений в сейсмических регионах Республики.

Академия наук Грузии
Институт строительной механики и
сейсмостойкости им.К.С.Завриева

(Поступило 07.11.1994)

სამშენებლო მეცნიერება

ს. გელხვიძე

შენობა-ნაგებობების სეისმომდეგობაზე მოქმედი ფაქტორების შესახებ

რ ე ზ ი უ მ ე

განხილულია შენობა-ნაგებობების სეისმომდეგობაზე მოქმედი ფაქტორების მნიშვნელობები კავკასიაში ბოლო დროს მომხდარი მიწისძვრების გათვალისწინებით. აღინიშნება საკითხისადმი კომპლექსური მიდგომის აუცილებლობა, სადაც მხედველობაში მიიღება იმ მრავალი და რთული ფაქტორების გათვალისწინება, რომლებიც მიწისძვრებისას იჩენენ თავს და დიდ გავლენას ახდენენ შენობა-ნაგებობების მუშაობაზე. ამასთან, დიდი მნიშვნელობა ენიჭება საწყისი სეისმოლოგიური ინფორმაციის სისრულეს. განხილულია ზოგიერთი დამახასიათებელი მიზეზი, რომლებმაც გამოიწვიეს მრავალი შენობა-ნაგებობების ნგრევა-დაზიანება, ცნობილი სპიტაკის და რაჭა-იმერეთის მიწისძვრების მაგალითებზე. სხვა შემთავაზებულ ღონისძიებებთან ერთად მიჩნეულია აუცილებლად არსებული ნორმების ძირითადი პუნქტების შესრულება, სხვადასხვა შენობა-ნაგებობების პროექტირებისას და მათი მშენებლობისას სეისმურად აქტიურ რეგიონებში. შესრულებულია აგრეთვე შედარებითი ანალიზი აღწერილი მიწისძვრებისაგან დანგრეული და დაზიანებული შენობა-ნაგებობების გამომწვევი მიზეზებისა და შეცდომებისა, რომლებიც აღინიშნა მათი პროექტირებისას და მშენებლობისას.



S.P.Gelkhvidze

On the Factors Influencing Seismic Stability of Buildings and Structures with Account of Recent Severe Earthquakes.

Summary

The work deals with the significance of factors influencing seismic stability of buildings and structures with account of the severe earthquakes that occurred recently in the Caucasus. It has been noted the necessity of (a) a complex approach to the problem and (b) taking into account many factors occurring during earthquakes and greatly affecting the work of buildings and structures. Alongside, great significance is attached to the completeness of the initial seismic information. Some characteristic causes of destruction and damage of buildings are considered after studying well-known Spitak and Racha-Imereti earthquakes. Along with other proposed measures it is necessary to keep in mind the basic points of the established Norms while designing and building in seismically active regions.

There has been carried out a comparative analysis of human mistakes (while designing and building) and causes of destruction and damage of buildings and structures during these earthquakes.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. СНиП II-7-81. Строительство в сейсмических районах. М., 1982, 49.
2. *М.А.Марджанишвили*. Методика учета пространственной работы и протяженности современных зданий при расчете их на сейсмические воздействия. М., 1976, 110.
3. *Э.А.Сехниашвили, М.А.Марджанишвили, С.П.Гелхвидзе, Н.Н.Немсадзе, Н.Н.Жарницкая*. Предварительные результаты обследования последствий землетрясения в Северной Армении 7 декабря 1988 г. Краткий доклад. Тбилиси, 1989, 40.
4. *В.Н.Ашцаури, С.П.Гелхвидзе, М.И.Заалишвили*. Предложения по новым конструктивно-планировочным решениям сейсмостойких зданий и сооружений. ГрузНИИНТИ. Деп. N 916-94, 11.02.94, N 167, 17.



ნ. ვაშაკიძე

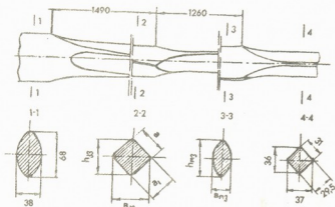
ზოლის დაჭიმულობის გავლენა ლითონის დეფორმაციასა და ძალოვან პარამეტრებზე

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ი. ჯორდანიამ 25.03.1993)

ზოლის დეფორმაციის კვლევა ჩატარდა თერთმეტგალიანი ნახევრადუწყვეტი წვრილსორტული დგანი 320-ის შავი და სუფთა უწყვეტი ჭგუფების გალების კალიბრებში გლინვისას.

დასაწყისში ლითონის ფორმაცვლილების გამოკვლევა ჩატარდა შავი ჭგუფის სამი უწყვეტი გალის გლინების კალიბრთა სისტემაში 28 მმ დიამეტრის მრგვალი ფოლადის გლინვისას. შავი უწყვეტი ჭგუფის მომიჯნავე გალებს შორის ნაგლინის გადაყირავება ხორციელდებოდა სრიალის გადაყირავებელი მიმმართველების მეშვეობით.

კვლევის დროს გლინვის პროცესში შავი უწყვეტი ჭგუფის მთავარი ელემენტრამძრავის გამორთვით ხდებოდა დგანის მყისი გაჩერება, გლინვაუქმარი დეფორმირებული ნაგლინის ამოღება და მის მთელ სიგრძეზე ოვალური და კვადრატული განივი კვეთების ზომების დადგენა (სურ.1).



სურ.1. ნახევრადუწყვეტი წვრილსორტული დგანის შავი ჭგუფის სამ უწყვეტ გალში მიღებული გლინვაუქმარი ზოლის ოვალური და კვადრატული განივი კვეთების ზომები.

შავ უწყვეტ ჭგუფიდან მიღებული გლინვაუქმარი ლითონის კვადრატული განივი კვეთის მონაკვეთზე კვადრატის ზომები იცვლებოდა შემდეგ ზღვრებში: კვადრატის გვერდები $a_1 = 41,0 \div 42,0$ მმ; $a_2 = 39,0 \div 39,3$ მმ; კვადრატის დიაგონალები - $h_{33} = 49,5 \div 50,0$ მმ; $b_{33} = 53,0 \div 53,3$ მმ. ოვალური განივი კვეთის მონაკვეთზე ოვალის ზომები იცვლებოდა შემდეგ ზღვრებში, $b_{32} = 28,4 \div 28,5$ მმ; $h_{32} = 51,2 \div 52,5$ მმ.

უწყვეტ გალებს შორის ლითონის განივი კვეთის ექსპერიმენტული მონაცემების საფუძველზე დადგინდა დაკალიბრების მულტიპლა შემდეგი ფორმულით:

$$C = FV(I + S),$$

სადაც F არის ზოლის განივი კვეთის ფართი გალიდან გამოსვლის შემდეგ; V - ზოლის სიჩქარე ზოლის გალიდან გამოსვლის მომენტში; S - წინსწრება.

ბი- ლის №	გლინვის ჩვევები	მომდევ- ნი გალის ზრუნთა ჩიქები M_{12} ბრჭთ	კინემა- ტიკური დაქი- მუ- ლობა E %	ხოლის განე- კეთის ფართი F_{30}^2	ვერტიკა- ლური დიამე- ტრი d_y მმ	ჰორი- ზონ- ტალური დი- ამეტრი d_x მმ	წინსწრება უკანა დაქიმუ- ლობის მრგვალ კალიბრში S %	საკონტაქტო წნევის შემცირება $P_{სკვ}$ %		გლინვის მომენტის ცვალებადობა $M_{გ}$ %	
								წინა დაქიმუ- ლობის ოვალურ კალიბრში	უკანა დაქიმუ- ლობის წრფულ კალიბრში	ვარდნი წინა დაქიმუ- ლობის ოვალურ კალიბრში	ზრდი უკანა დაქიმუ- ლობის მრგვალ კალიბრში
1.	ზარცვეთი	393	--	265	18,05	18,0	6,15	--	--	--	--
2.	წელ-ოვანი დაქიმუ- ლობით	410	0	265	18,05	18,0	6,15	--	--	--	--
3.	დაქიმუ- ლობით	415	1,2	262	18,03	17,85	5,75	2,0	3,5	16,5	3,0
4.	"...."	425	3,7	254	18,00	17,60	4,75	5,0	7,5	32,5	15,0
5.	"...."	435	6,1	245	17,95	17,30	4,15	7,5	12,5	42,5	27,7
6.	"...."	455	11,0	233	17,85	16,25	2,75	12,5	18,5	52,5	80,0
7.	"...."	465	13,4	224	17,80	16,75	2,25	13,5	23,5	--	--



ზოლის მდგომარეობის კვლევა ჩატარდა აგრეთვე ოვალი-წრე კვლიბრთა სისტემაში 18 მმ დიამეტრის მრგვალი ფოლადის ნახევრადუწყვეტი წრფის სორტული დგანის სუფთა უწყვეტ გალებში გლინვისას. თავისუფალი გლინვის რეჟიმიდან უწყვეტი გლინვის პროცესის გადახრის საზომს, ანუ უწყვეტი გლინვის ჩქაროსნული რეჟიმის გაუთანხმობის საზომს წარმოადგენდა გლინვის სვლის მიმართულებით მომდევნო გალში ლითონის შესვლის შესაძლო V_{i+1} სიჩქარის ფარდობა წინა გალიდან ზოლის გამოსვლის V_i სიჩქარესთან, ე.ი. $\epsilon = V_{i+1}/V_i$. კვლევის დროს გლინვის სიჩქარე მომდევნო გალში იყო მეტი, ვიდრე წინა გალიდან ზოლის გამოსვლის სიჩქარე, ე.ი. $\epsilon > 1$.

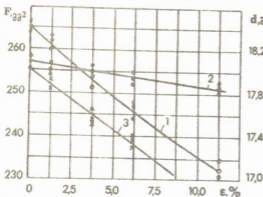
ზოლის დაჭიმულობის ძირითად საზომს წარმოადგენდა კინემატიკური დაჭიმულობა [1]:

$$\epsilon = \frac{\Delta n_{i+1}}{n_{i+1}} \cdot 100\%$$

სადაც n_{i+1} არის მომდევნო გალის გლინების ბრუნთა რიცხვი თავისუფალი რეჟიმისას; Δn_{i+1} - გლინების ბრუნთა რიცხვის ნაზრდი იმავე გალში.

წინა გალის გლინების ბრუნთა რიცხვი პრაქტიკულად მუდმივი რჩებოდა, $n_{11} = 322$ ბრ/წთ.

ზოლის დაჭიმულობის გავლენის კვლევა უწყვეტი გლინვის პროცესის პარამეტრებზე ჩატარდა მე-11 და მე-12 გატარებებში (ცხრილი) არსებული მეთოდით [2-4].

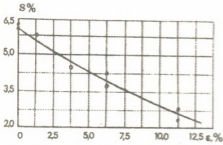


სურ. 2. მომიჯნავე სუფთა უწყვეტი გალების გლინების წრფილი სიჩქარის გაუ-თანხმობის გავლენა 18 მმ დიამეტრის მრგვალი ფოლადის განივი კვეთის ფართსა და ზომებზე: 1 - განივი კვეთის ფართის ცვალებადობა; 2 - ვერტიკალური დიამეტრის ცვალებადობა; 3 - ჰორიზონტალური დიამეტრის ცვალებადობა

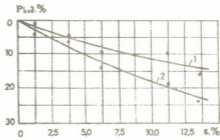
ჩატარებულმა კვლევამ დაგვანახა, რომ გლინების წრფილი სიჩქარის გაუთანხმობა და შესაბამისად დაჭიმულობის ზრდა იწვევს ნაგლინის განივიკვეთის შემცირებას (სურ.2). კერძოდ, დგან 320-ზე 18 მმ დიამეტრის მრგვალი ფოლადის გლინვისას მომიჯნავე გლინების ბრუნთა რიცხვის გაუთანხმობა 1,2 % იწვევს ნაგლინის განივიკვეთის შემცირებას 1,1 %-ით, ხოლო 3,7 %-ით გაუთანხმობისას განივიკვეთი მცირდება 4,1 %-ით. ამრიგად, მცირე კვეთის სორტული პროფილების უწყვეტი გლინვისას შესაძლებელია განივიკვეთის შემცირება არა მარტო უშუალო გლინვით, არამედ მომიჯნავე გალებს შორის ზოლის დაჭიმულობით.

თავ. ამ შემთხვევაში, ე.ი. დაჭიმულობით გლინვისას, ზოლის გამოჭიმვის დეფორმაციაზე დახარჯული მუშაობა ნაკლებია თავისუფალ გლინვასთან

შედარებით. შესაბამისად წვრილსორტულ და მავთულსაგლინავ დგანებზე 12% ზღვრებში ზოლის დაქიმულობის ავტომატური რეგულირებით შესაძლებელი გახდება ზუსტი გეომეტრიული პროფილის მიღება უმცირესი ენერგეტიკული დანახარჯებით.

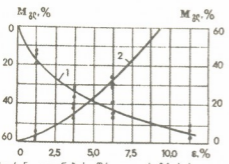


სურ.3. ზოლის უკანა დაქიმულობის გავლენა წინსწრებაზე ოვალური ზოლის მრგვალ კალიბრში გლინვისას (Ø 18 მმ მრგვალი ფოლადის გლინვა).



სურ.4. მომიჯნავე სუფთა უწყვეტი გალების გლინების წრიული სიჩქარის გაუთანხმოების გავლენა საშუალო საკონტაქტო წნევაზე Ø 18 მმ მრგვალი ფოლადის გლინვისას: 1 - მრგვალი ზოლის ოვალურ კალიბრში წინა დაქიმულობით გლინვისას; 2 - ოვალური ზოლის მრგვალ კალიბრში უკანა დაქიმულობით გლინვისას.

ზოლის დაქიმულობა მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს წინსწრებაზე (სურ.3) და საკონტაქტო წნევაზე (სურ.4). უკანა დაქიმულობის ზრდასთან ერთად წინსწრება მცირდება. უკანა დაქიმულობის დროს ადგილი აქვს საშუალო საკონტაქტო წნევის ინტენსიურ შემცირებას წინა დაქიმულობით გლინვისასთან შედარებით.



სურ.5. გლინების წრიული სიჩქარის გაუთანხმოების გავლენა გლინვის მომენტზე 18 მმ დიამეტრის მრგვალი ფოლადის გლინვისას: 1 - მრგვალი ზოლის ოვალურ კალიბრში წინა დაქიმულობით გლინვისას; 2 - ოვალური ზოლის მრგვალ კალიბრში უკანა დაქიმულობით გლინვისას.

ამასთან დადგინდა, რომ ზოლის დაქიმულობით გლინვისას ლითონის გლინებზე მოქმედი მთლიანი წნევის ძალის შემცირება ძირითადად ხდება საშუალო საკონტაქტო წნევის შემცირების ხარჯზე და უმნიშვნელოდ საკონტაქტო ფართის შემცირებით.

ზოლის უკანა დაქიმულობა მეტ გავლენას ახდენს გლინვის მომენტზე, ვიდრე იმავე სიდიდის წინა დაქიმულობა (სურ.5). წინა დაქიმულობა ეხმარება მთავარ ამძრავს, ხოლო უკანა დაქიმულობის დროს მთავარ ამძრავს უხდება როგორც ლითონის დეფორმაციის გადალახვა, აგრეთვე უკანა დაქიმულობით გამოწვეული წინააღმდეგობისა.

გლინვის ახალი ტექნოლოგიის და გლინების დაკალიბრების დამუშავებისას, ლითონის დეფორმაციისა და ძალოვანი პარამეტრების ცოდნა უზრუნველყოფს გლინვის პროცესის ოპტიმალური რეჟიმების სწორ შერჩევას.

საქართველოს მეცნიერებათა აკადემია
 ფ.თავაძის სახელობის მეტალურგიის
 ინსტიტუტი

(შემოვიდა 25.03.1993)

МЕТАЛЛУРГИЯ

Н.А.Вашакидзе

Влияние натяжения полосы на деформацию металла и силовые параметры

Резюме

В непрерывных клетях полунепрерывного мелкосортного стана исследовано влияние натяжения полосы на формоизменение металла, опережение, давление и момент прокатки. Показано, что при автоматическом регулировании натяжения в пределах 1-3% в чистовых непрерывных клетях мелкосортных и проволочных станов будет обеспечено получение профиля с точными размерами и наименьшими энергетическими затратами.

METALLURGY

N. Vashakidze

The Influence of Strip Tension on Metal Deformation and Force Parameters

Summary

The influence of strip tension on forming forward creep, pressure and moment of rolling in continuous stands of semi-continuous small-section mill was studied. It is shown that bars with exact sizes can be made with minimal power consumption by automatic control of tension in 1-3 % limit in finishing stands of smallsection and rod mill.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. А.П.Чекмарев, Г.П.Борисенко. Обработка металлов давлением. М., 1962 (ДМетИ, Сб. № 48), 108-120.
2. Бурьянов, Е.С.Рокотян, А.Е.Гуревич. Расчет мощности двигателей главных приводов прокатных станов. М., 1962.
3. Е.С.Рокотян, С.Е.Рокотян. Энергосиловые параметры обжимных и листовых станов. М., 1968.
4. Прокатное производство. Справочник. Том. I. М., 1962.

მ. ქიმერიძე

Atriplex cana C.A.Mey. (Chenopodiaceae) შიდა ქართლში

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა გ.ნახუცრიშვილმა 10.05.1993)

შიდა ქართლის ქსეროფილური ფიტოლანდშაფტების ფლორის შესწავლისას აღმოჩენილ იქნა კავკასიის ფლორის უიშვიათესი სახეობა *Atriplex cana* C.A.Mey., რომელიც შესატყვისი საპერბარიუმო მასალის საფუძველზე, არსებითად პირველად მოგვყავს შიდა ქართლის ტერიტორიისათვის - შიდა ქართლი, კასპის რაიონი, კვერნაქის ქედის სამხრეთი კალთა, კოწახურას ხევი, 600 მ ზღვის დონიდან. ჩრდილოეთის ექსპოზიცია. მლაშობის მცენარეულობა. 10.11.1991, მ.ქიმერიძე.

აუცილებელია აღინიშნოს, რომ ეს სახეობა საქართველოსთვის მოხსენებული აქვს მ.საბოკიას [1] შირაქის პლატოს ბედლენდების მცენარეული კომპლექსისათვის. ამასთანავე, საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის ბოტანიკის ინსტიტუტის პერბარიუმში დაცულია ზემოხსენებული სახეობის ერთადერთი საპერბარიუმო ნიმუში - *Atriplex cana* C.A.Mey. ვაშლოვანი (Заповедник Вост. Грузия). На холмах, почва солончаковая. Novitas pro ditione. 5.X.1958. М.Ф.Сахокиа, И.Е.Сохадзе (იტალიურად აღნიშნულია, რომ ეს ტაქსონი ამ რეგიონისათვის ახალია). დასახელებული ტაქსონი შეტანილი არ არის „საქართველოს მცენარეების სარკვევში“, რომელიც გამოცემულია 1969 წელს; ხოლო „საქართველოს ფლორის“ მეორე გამოცემის III ტომში [2] (1975 წ.) ავტორს - ო.კაპელერს აღნიშნული სახეობა საქართველოსათვის (შირაქის ველი, ვაშლოვანის ნაკრძალი) პირველად მოჰყავს ზემოხსენებული საპერბარიუმო ნიმუშის საფუძველზე.

Atriplex cana C.A.Mey.-ს ჩვენ მიერ შეგროვებული საპერბარიუმო ნიმუშები ინახება საქართველოს სახელმწიფო მუზეუმის (TGM), საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის ბოტანიკის ინსტიტუტის (TBI) და თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის პერბარიუმებში.

ჩვენ მიერ აღნიშნული ადგილსამყოფელი წარმოადგენს *A.canu* C.A.Mey.-ს გავრცელების ერთ-ერთ დასავლეთ მიჯნას და მისი ძირითადი არეალისაგან დაცილებულია დიდი მანძილით.

მცენარეულობის ძირითად კომპონენტებს, რომელთა შორის იზრდება ზემოაღნიშნული სახეობა *A.canu* C.A.Mey., წარმოადგენენ სახეობები: *Nitraria schoberi* L., *Kochia prostrata* (L.) Schrad., *Ceratoides papposa* Botsch. et Ikonn.; *Amberboa glauca* (Willd.) Grossh., *Sosnowskya amblyolepis* (Ledeb.) A.Takht. და *Puccinellia bulbosa* (Grossh.) აქ *A.canu* C.A.Mey.-ს პოპულაცია წარმოდგენილია სხვადასხვა ასაკობრივი ჯგუფებით, რომელთაგან ყველაზე ხნიერი ინდივიდები არსებითად ნამდვილი ბუჩქების შთაბეჭდილებას ტოვებს. იგი ტიპიური ქსეროპალიფიტია. მისი ფოთლები და ერთწლიანი ყლორტები ვერცხლისფრად და შებუსეცილი თავისებური ქერქლისებური ბეწვებით, რაც ზღუდავს აორთქლებას და მცენარის გადახურების შესაძლებლობას. სასიცოცხლო ციკლს ნორმალურად ასრულებს ექსტრემალურ გარემოში, ჰაერისა და ნიადაგის ფიზიკური თუ



ფიზიოლოგიური სიმშრალის პირობებში. არეალის ძირითად ნაწილში - უდაბნოში მის ფორმაციას ლანდშაფტური მნიშვნელობა აქვს საკმაოდ დიდი ფართობზე [3].



რუკა . *Atriplex cana* C.A.Mey. -ს არეალი კავკასიაში

A.can C.A.Mey. ჩრდილოეთურანული სახეობაა, მაგრამ იზოლირებულად გავრცელებულია ჩინეთისა და მონღოლეთის ჯუნგარიის პროვინციაში - ძირითადი არეალის აღმოსავლეთით, ხოლო ჩრდილოეთით - ყაზახისტანის სტეპურ ოლქში. მისი იზოლირებული გავრცელების უკიდურესი დასავლეთი მიჯნა სამხრეთ ყირიმშია. კავკასიაში იგი გვხვდება აზერბაიჯანსა (ბოირუბ-ენჩი X ჯიგატი) [4-6] და საქართველოში - ვაშლოვანსა და შიდა ქართლში, კასპის რაიონის მიდამოებში (რუკა).

Atriplex cana C.A.Mey. ხასიათდება დიზუნქციური არეალით. ამ მხრივ მას დიდი მნიშვნელობა აქვს საქართველოს ფლორისა და მცენარეულობის ფორმირების ისტორიის შეცნობისათვის.

ივ.ჭავჭავაძის სახელობის თბილისის
სახელმწიფო უნივერსიტეტი

(შემოვიდა 17.05.1993)

М.К.Кимеридзе

Atriplex cana C.A.Mey. (Chenopodiaceae) в Шида-Картли

Резюме

При изучении флоры ксерофильных фитоландшафтов Шида-Картли автор статьи собрал новый для флоры Шида-Картли вид *Atriplex cana* C.A. Mey. Он был собран в Шида-Картли, в Каспском р-не, на южных склонах Квернакского хребта, в ущелье Коцахура, на локальных солончаках.

Отмеченное местонахождение представляет собой один из западных рубежей распространения *Atriplex cana* C.A.Mey. и оторвано от основного ареала этого вида большим расстоянием.

BOTANY

M. Kimeridze

Atriplex cana C.A.Mey. in Shida Kartli

Summary

During the study of xerophilous phytolandscapes' flora of Shida Kartli the author of this article gathered new species of *Atriplex cana* C.A.Mey. for flora of Shida Kartli. It was gathered in Shida Kartli, in neighbourhood of Kaspi, on the Southern slopes of the Kvernaki ridge, in ravine Kotsakhura, on local solonchaks.

The noted location is one of the western borders of *Atriplex cana* C.A.Mey. spread and it is cut from the basic area of this species by a long distance.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. М.Ф.Сахокна . В кн.: Ботанические экскурсии по Грузии. Тбилиси, 1958, 7-30.
2. თ.კაპელური. გვარი *Atriplex* L. საქართველოს ფლორა. მე-2 გამოცემა. III, თბილისი, 1975, 182-191.
3. Е.М. Лавренко, Н.И.Никольская. Ботан. ж., 48, 12, 1963, 1741-1761.
4. А.А.Гроссгейм. Флора Кавказа. 2-е изд. т. III. Баку, 1945.
5. М.М.Ильин. В кн.: Флора СССР. Т. VI. М.Л., 1936, 77-107.
6. И.И.Карягин. В кн.: Флора Азербайджана, т. III. Баку, 1952, 199-205.

გ.ბაღრიძე, მ.დოლიძე, შ.ჭანიჭიანი

სიმაღლის ფაქტორის გავლენა ზოგიერთი ბალახოვანი მცენარის ფოტოსინთეზის ინტენსივობაზე

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ნ.ნუცუბიძემ 6.05.1993)

ფოტოსინთეზი წამყვანი სასიცოცხლო პროცესია მცენარეთა სამყაროში. ამდენად, მისი ეკოლოგიური თვალსაზრისით შესწავლა დღეისათვის მცენარეთა ყურადღების ცენტრშია. ეკოლოგიურ-ფიზიოლოგიური გამოკვლევებით ვიღებთ ინფორმაციას სხვადასხვა მცენარეთა როლის შესახებ ეკოსისტემებში მიმდინარე მატერიალურ-ენერგეტიკულ პროცესებში. ვიგებთ, თუ როგორ ფუნქციონირებს ესა თუ ის ეკოსისტემა სხვადასხვა ბიომებში, როგორ რეგულირდება მათი მუშაობა, როგორ ხდება ბიომასის დაგროვება [1].

სიმაღლის ფაქტორის გავლენა მცენარის ფოტოსინთეზურ აქტივობაზე შესწავლილია რიგი მცენარეების მიერ [2-8], მაგრამ ზოგ ავტორს მიაჩნია, რომ საკითხი მთის მცენარეთა მაღალი ფოტოსინთეზური აქტივობის შესახებ, ბარის მცენარეებთან შედარებით ჯერ კიდევ არ არის გარკვეული საბოლოოდ. საამისოდ არ არსებობს საკმარისი შედარებითი მონაცემები. ასევე არ არის დადგენილი „ისწავლეს“ თუ არა მაღალმთიანეთის მცენარეებმა დაბალი კონცენტრაციის ნახშირორჟანგის გამოყენება [9]. მართლაც, ზემოხსენებულ მცენარეთა ცდების შედეგები საპირისპიროა და საკითხს საკამათოს ხდის. აღნიშნული ავტორები სხვადასხვა მაღალმთიან რეგიონებში ატარებდნენ ცდებს, სადაც კლიმატური პირობები მეტბაკლებად განსხვავებული იყო, ამდენად, შედეგებიც ერთნაირი ვერ იქნებოდა. ნასიროვმა საკუთარი გამოკვლევებისა და ლიტერატურული მონაცემების საფუძველზე დაასკვნა, რომ ნოტიო და ზომიერად ნოტიო ჰავის პირობებში მცენარეებს დაბალი ფოტოსინთეზური აქტივობა ახასიათებთ, რაც მისი აზრით, ფერმენტული პროცესების შენელებით, ტემპერატურის და ნახშირორჟანგის უკმარისობით აიხსნება [6]. ცენტრალურ ალპებში ჩატარებული დაკვირვებით მაღალმთიანეთის მცენარეებთან შედარებით [9], რის საფუძველზეც ავტორები ასკვნიან, რომ სიმაღლის მატებასთან ერთად ნახშირორჟანგის გამოყენების ეფექტურობა იზრდება.

ყოველივე ზემოაღნიშნულის საფუძველზე, ინტერესს უნდა იმსახურებდეს ჩვენ მიერ ჩატარებული დაკვირვებები ზოგიერთი ბალახოვანი მცენარის ფოტოსინთეზურ აქტივობაზე, მკვეთრად განსხვავებულ გარემოპირობებში (შირაქი - მშრალი ველი, ყაზბეგი - სუბალპები). შირაქის ზეგანის (500-600 მ ზ.დ.) ჰავა კონტინენტური ჰავის ნიშნებით ხასიათდება. ზამთარი აქ ზომიერად ცივია (0-14°). ზაფხულის ყველაზე ცხელი პერიოდის (ივლისი-აგვისტო) საშუალო ტემპერატურაა 25°C (აბსოლუტური მაქს. 40°C). ატმოსფერული ნალექები მკვეთრად განსაზღვრულია (400-500 მმ). ზოგჯერ მთელ სეზონზე ნალექები არ მოდის [10]. ცენტრალური კავკასიონის მაღალმთიანეთი (სუბალპები 1800-2500 მ ზ.დ.) ზომიერად ნოტიო კლიმატით ხასიათდება, ცივი ზამთრითა და გრილი ზაფხულით. ნალექების საშუალო წლიური



რაოდენობა 700-800 მმ. მათი მაქსიმუმი ზაფხულის თვეებზე მოდის, ყველაზე თბილი თვეების საშუალო ტემპერატურაა (ივლისი-აგვისტო) 14-18°C (მაქს. +30°C) [11].

ჩვენ მიერ შესწავლილია ორივე პუნქტში მოზარდი 7 სახეობის ბალახოვანი მცენარის ფოტოსინთეზური აქტივობა, წივანა - *Festuca valesiaca*, ვაციწვერა - *Stipa capillata*, ტიმოთელა - *Phleum phleoides*, სათითურა - *Dactylis glomerata* (Poaceae), ენდრონიკა - *Galium verum* (Rubiaceae), აბზინდა - *Artemisia Sosnowskyi* (ყაზბეგი), *A. hanseni* (შირაქი). ფოტოსინთეზური აქტივობა განისაზღვრებოდა რადიომეტრული მეთოდით [12]. კამერაში ნახშირორჟანგის საერთო კონცენტრაცია 0,06%-ს შეადგენდა, ¹⁴CO₂-ის აქტივობა - 300 მკ/კლ. მოწყვეტილი ფოთლის ექსპონირება კამერაში ხდებოდა 10, 30, 60 წმ განმავლობაში, რაც ხანმოკლე ექსპოზიციების დროს ¹⁴CO₂-ის შეთვისების დინამიკის დადგენის საშუალებას იძლევა.

ფოთლების 10 წმ-იანი ფოტოსინთეზური აქტივობის განხილვისას შეიმჩნევა შემდეგი: შირაქში მოზარდ არამარცვლოვან სახეობებს მარცვლოვნებთან შედარებით, მკვეთრად გამოხატული ფოტოსინთეზური აქტივობა ახასიათებთ. ექსპოზიციის მატებასთან ერთად (30 წმ.), ნახშირბადის ასიმილაციის ინტენსივობა იზრდება (გამონაკლისია ვაციწვერა). ამასთან, ფოტოსინთეზის ინტენსივობის მკვეთრად გამოხატული სხვაობა მარცვლოვნებსა და არამარცვლოვნებს შორის შენარჩუნებულია. მომდევნო 60 წმ-იან ექსპოზიციაში ტიმოთელასა და ვაციწვერას ფოტოსინთეზური აქტივობა თითქმის იმავე დონეზე რჩება, ხოლო წივანასა და სათითურაში - მკვეთრად შემცირებულია. არამარცვლოვნებში ფოტოსინთეზის ინტენსივობა მკვეთრად იმატებს (ცხრ. 1). ექსპოზიციის გაზრდასთან ერთად ფოტოსინთეზური აქტივობის კლება წივანასა და სათითურაში, შესაძლებელია, განპირობებული იქნას იმით, რომ ფოთლები ცდის პროცესში წყლის ხელოვნური დეფიციტის პირობებში მოხვდა, რამაც გამოიწვია ფოთლის საპასუხო რეაქცია - დაიხურა ბაგეები და შენედა ფოტოსინთეზი. ვიზუალურად ეს ფოთლების დახვევით გამოიხატა, რაც აღნიშნული მარცვლოვნებისთვის არახელსაყრელ პირობებშია დამახასიათებელი. წყლის დეფიციტისადმი განსხვავებული რეაქცია შესწავლილ მცენარეებში, შესაძლებელია, მათი განსხვავებული წყლის რეგიმითა გამოწვეული. წივანა და სათითურა პილროსტატიკური მცენარეების მსგავსად იქცევიან, ხოლო დანარჩენები - პილროლაბილური მცენარეების მსგავსად [13].

ცხრილი 1

შირაქში მოზარდ მცენარეთა ფოტოსინთეზის ინტენსივობა (იმპ.წთ. 10⁻³. გ⁻¹ მშრალი წონა)

მც.	10 წმ.	30 წმ.	60 წმ.
ტიმოთელა	14,2	35,5	49,6
წივანა	34,4	113,7	19,8
ვაციწვერა	44,7	37,2	42,1
სათითურა	64,5	102,0	22,3
ენდრონიკა	95,5	267,1	497,4
აბზინდა	202,5	289,7	369,7

საინტერესოდ იქცევა ვაციწვერა - მას თითქმის უცვლელი ფოტოსინთეზური აქტივობა ახასიათებს, რაც არახელსაყრელი პირობებისადმი მის კარგ შეგუებაზე მეტყველებს.

ყაზბეგში მოზარდ მცენარეებში 10 წმ-იანი ექსპოზიციის განხილვისას ფოტოსინთეზურ აქტივობაში მკვეთრი განსხვავება მარცვლოვნებსა და არამარცვლოვნებს შორის, როგორც ეს შირაქში აღინიშნა, არ შეიმჩნევა, თუმცა



ცხრილი 2
 ყაზბეგში მოზარდ მცენარეთა
 ფოტოსინთეზის ინტენსივობა
 (იმპ./წთ. 10^{-3} . გ⁻¹ მწრალი წონა)

მც.	10 წმ.	30 წმ.	60 წმ.
ტიმოთელა	325,8	663,8	117,5
წივანა	224,0	346,6	280,6
ვაციწვერა	178,5	346,6	260,6
სათითურა	301,5	582,3	233,3
ენდრონიკა	494,9	615,0	259,7
აბზინდა	235,6	864,8	254,9

წყლის ხელოვნურ დეფიციტს, რომელშიც, როგორც აღვნიშნეთ ცდის დროს ხვდება მცენარე, ერთნაირად - ფოტოსინთეზური აქტივობის დაქვეითებით უპასუხეს, რაც იმაზე მეტყველებს, რომ ყაზბეგში მოზარდი მცენარეები წყლის დეფიციტს ნაკლებადაა შეგუებული. ამიტომ ჰიდროლოგიური და ჰიდროსტატიკური მკვეთრი სურათი შირაქის მცენარეებისაგან განსხვავებით აქ არ ვლინდება და მცენარეთა რეაქციაც წყლის ხელოვნურ დეფიციტზე ერთნაირია.

ამ ორი ადგილსამყოფელის მცენარეთა ფოტოსინთეზური აქტივობების ერთმანეთთან შედარებისას აშკარაა, რომ ყაზბეგში მოზარდ მცენარეებს მაღალინტენსიური ფოტოსინთეზი ახასიათებთ, რაც განსაკუთრებით გამოიკვეთება მარცვლოვნების ფოტოსინთეზური ინტენსივობების შედარებისას. თუ შირაქში მოზარდი მცენარეები (აბზინდა, ენდრონიკა) იკეცვიან როგორც ჰიდროლოგიური, ყაზბეგში მოზარდ ინდივიდებზე ამას ვერ ვიტყვით. შირაქში მოზარდ სხვადასხვა ჯგუფის (მარცვლოვნები, ორლებნიანი ქსეროფიტები) მცენარეებში მკვეთრადაა გამოკვეთილი ფოტოსინთეზური აპარატის არიდული პირობებისადმი შეგუება.

საქართველოს მეცნიერებათა აკადემია
 ბოტანიკის ინსტიტუტი

(შეზღვევა 14.05.93)

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

Г.Ш.Бадридзе, М.Ш.Долидзе, Ш.Ш.Чанишвили

Влияние высотного фактора на интенсивность фотосинтеза некоторых травянистых растений

Резюме

С целью изучения влияния высотного фактора на фотосинтетическую активность были исследованы 7 видов растений в двух различных местностях (Шираки — сухая равнина, 500-600 м н.у.м., Казбеги — субальпы, 1800-2500 м н.у.м.): *Festuca valesiaca*, *Stipa capillata*, *Dactylis*



glomerata, Phleum phleoides (Poacea), Galium verum (Rubiaceae), Artemisia hanseniana (შირაკი), A. Sosnowskiy (კაზბეგი). Интенсивность фотосинтеза определяли радиометрическим методом. Общая концентрация CO_2 в камере составляла 0,06%, активность $^{14}\text{CO}_2$ - 300 мк к/л. Срезанные листья экспонировались в камере в течение 10, 30, 60 сек для определения усвоения $^{14}\text{CO}_2$ в динамике.

Установлено, что растения, произрастающие в гумидных условиях Казбеги, выделяются более высокой фотосинтетической активностью. Четкая картина гидролабильности (Artemisia, Galium) и гидростабильности (остальные виды) растений в условиях Шираки нивелируется в Казбеги. В условиях Шираки приспособленность фотосинтетического аппарата к возможному дефициту воды выражена более четко.

PLANT PHYSIOLOGY

G.Badridze, M.Dolidze. Sh.Chanishvili

The Influence of Altitude on Photosynthetic Intensity of Some Herbasceous Plants

Summary

For studing the influence of altitude on the photosynthetic activity 7 species of herbasceous plants from different inhabitations (Kasbegi - subalps 1800-2500 m. Shiraki-arid field 500-600 m.) were investigated. Festuca valesiaca, Stipa capillata, Dactylis glomerata, Phleum phleoides, (Poacea), Galium verum (Rubiaceae), Artmenisia hanseniana (Shiraki), A. Sosnowskiy (Kasbegi) Compositae. The photosynthetic intensity was studied radiometrically, exposing cut leaves in chamber with CO_2 concentration 0,06% and $^{14}\text{CO}_2$ activity 300 mc.C./l. during 10, 30 and 60 sec. to follow the $^{14}\text{CO}_2$ involvement in dynamic.

It is determined, that the photosynthetic intensity of plants from humid conditions of Kasbegi is higher. The clear picture of hydrolability and hydrostability of plants in Shiraki is lost in Kasbegi. Response of photosynthetic apparatus to possible water deficiency in arid conditions of Shiraki is seen clearer.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. *О.В.Заленский*. Экологический аспект изучения фотосинтеза. Тимирязевские чтения. М., 1977.
2. *G.Bonnier*. ANN. Sci. Nat. (Bot.), 20, 1895.
3. *E. Cartellieri*. Math.-Naturwiss. 149, 1940.
4. *О.В.Заленский*. Изв. Тадж. фил. АН СССР, 8, 1944.
5. *Т.А.Глаголева. Л.А.Филишова*. Пробл. бот., 7, 1965.
6. *Ю.С.Насыров*. Автореферат докт. дисс. Душанбе, 1966.
7. *W. Larcher*. Ber. Dtsch. bot. Ges., 96, 1983.
8. *Ch. Korner*. Ecologia. 53, 1982.
9. *Х.Кёрнер*. Экология высокогорий. Тбилиси, 1988.
10. *М.Ф.Сахокия, М.Г.Сохадзе*. Биоэкология и фитоценология. Тбилиси, 1965.



11. *Г.Ш.Нахуцришвили*. Экология высокогорий. Тбилиси, 1988.
12. *В.Л.Вознесенский, О.А.Семихатова, О.В.Заленский*. Методы исследования фотосинтеза и дыхания растений. Л., 1965.
13. *В.Лархер*. Экология растений. М., 1978.

A.Kezeli and Homeriki

Lightness Constancy in Cats

(Presented by W.Mosidze Corr.member of the Academy 12.03.1993)

One of the main tasks that can be solved by visual system is the maintenance of constancy of main characteristics of the objects. The maintenance of lightness constancy is among them. The physiological mechanisms of the lightness constancy serve for correct discrimination of the lightness of the object under alternating illumination conditions. This ability must be typical for all highly organized visual systems.

Most of the experimental findings on the problem are obtained in psychophysical experiments in humans [1-4], while the knowledge about the visual system of animals is rather poor. It might be linked with the fact that the animal experiments require more complex methodical approach and have proved to be yielding to the interpretation with difficulty. However, answers to most of these questions on functioning of physiological mechanisms that provide lightness constancy could only be found in the experiments on animals.

In this regard the cat's visual system seems to be most interesting since constant perception of lightness of the objects must be of particular importance for this night predator beast because of its way of life. The ability of cat's visual system to accomplish the colour constancy was shown in our previous experiments [5].

The experiments on 2 adult male domestic cats were carried out everyday, except Saturday and Sunday. On the experimental days the cats received their daily share of meat in the experimental chamber.

The experiments were carried out in a chamber with a starting box, partitioned from the remaining part by means of a raisable door. At a distance of 100 cm from this door, on the opposite side of the chamber, in its lower left and right corners, there were two feeders. Above each feeder there was a rectangular transparent door made of organic glass. The stimuli were placed behind the transparent doors. The walls of the chamber were painted white.

The stimuli were uniformly coloured mat-finish papers with previously fixed spectral characteristics. Two groups of stimuli "green" and "lilac" were used. The stimuli of each group, despite their lightness, kept almost the same position in the colour space of cat.

The incandescent lamps of 100 watt capacity were used as light source. Four illuminating versions were employed:

1. A diffuse illumination (80 lux) spread in the whole chamber.

2. An illumination of the chamber was changed so that the corner where the lighter stimulus was presented was darkened and the corner with the darker stimulus was illuminated. The 10 lux difference between the brightness was preserved.



3. The illumination spread in the whole chamber; in addition, the light was directed only onto the stimuli. The lighter stimulus was illuminated less than the darker one. The difference being 10 lux.

The stimuli and the conditions of illumination were thus chosen that the difference in brightness of presented dark and light stimuli always was 10 lux.

In the present behavioral experiments conditioned motor-alimentary method was used. The procedures for training and testing already trained cats consisted of the following: two stimuli were simultaneously presented to the cat: a reinforced dark stimulus and a differentiated light stimulus. The triggering signal was opening of the door of the starting box. The cat was supposed to rush to the feeder above which a dark stimulus was presented, and having opened the door of the feeder by pressing with a paw or a muzzle, to gain an access to the piece of meat. To exclude the possibility of smell differentiation, the meat was placed in both feeders. If the wrong door was chosen, it would not open, and the cat would be driven into the starting box without a reinforcement. The cats were presented with stimuli approximately 20 times per day. The interval between the starts was 1 min. The places of the stimuli were changed in a certain sequence, by which the possibility of the development of simple strategy, a type of preference for one side or sequential change of the direction, was ruled out.

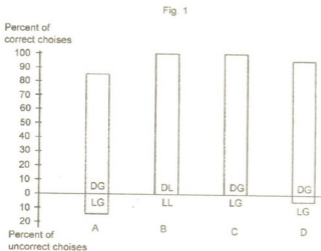


Fig.1. The differentiation of the stimuli according to their lightness. A – dark vs light green stimuli, B – dark vs light lilac stimuli, differentiated under the initial illumination with an incandescent lamp. C – dark vs light green stimuli, differentiated in condition with changed illumination. D – dark vs light green stimuli, again differentiated under the initial illumination.

In the first series of experiments, when the whole chamber was illuminated by a 80 lux diffuse light, the cats were trained to choose a darker stimulus between the two, simultaneously presented, green stimuli. After attaining the statistically significant level of differentiation (75% of correct choices), the green stimuli were substituted with light and dark lilac ones. The animals were found to shift easily from the old stimuli and to begin choosing the darker ones (Fig. 1 A,B,D).

In the second series of experiments, in order to achieve the reduction of the light reflection we have alternated the illuminating light in different corners of the chamber. By darkening the corner, where the lighter stimuli were presented, we achieved such a condition where

the reflection of the lighter stimuli was 10 lux less than that of the darker ones. However, the animals kept choosing the stimulus which was previously darker rather than that reflecting now less light (Fig. 1 B).

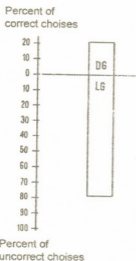


Fig.2 The differentiation of the stimuli according to their lightness in conditions when only the stimuli were illuminated. The darker stimulus was 10 units brighter than the previous light one (brightness difference between dark and light stimuli was 10 units initially).

In the third series of experiments the illumination of the stimuli themselves was changed, while the total illumination of the chamber remained the same. As in the second series of experiments the illumination of the stimuli was in such a way chosen that now the lighter stimulus reflected 10 lux less light than the darker one. Despite the preserved difference, the animals began choosing the stimulus reflecting less light rather than the darker one (Fig.2).

As one can observe from the first series of experiments, the cats have demonstrated an easy pattern of acquisition of differentiated responses to the stimuli and the ability to distinguish them by lightness only. These findings clearly indicate that this very index must play a significant role in the visual system of the cat. The fact that the changing of the colour of the stimuli has not resulted in any differentiation disturbances, enables us to ascertain that between the two main characteristics of the object, i.e., lightness and colour, the

preference is given to the former. The fact that the cats can distinguish objects only by their colour was reported in our previous works.

The significance of the data obtained in the second series of experiments considered by us to be very important, lies in the fact that the information on the conditions of total illumination proved to be enough to be processed by the cat's visual system; therefore the animal was able to distinguish relative lightness of the surface, not depending on the actual reflection of the light by surface itself. And on the contrary, when only the stimuli were illuminated (the third series) the information on a common source was absent; thus the cat's visual system had to orient according to the actual reflection of the surface (radiation). It can be therefore assumed that the visual system of the cat, irrespective of the illumination conditions created by the neutral light sources, is able to distinguish relative lightness of the object constantly.



A.P.Кезели, M.C.Хомерики

Константность светлоты у кошек

Резюме

Исследована способность зрительной системы кошек различать объекты по светлоте их поверхностей в условиях меняющегося освещения. С помощью пищевой условнорефлекторной методики было показано, что кошки могут дифференцировать стимулы по их относительной светлоте при наличии информации об условиях освещения. Если такая информация отсутствует, животное начинает допускать ошибки, что указывает на способность зрительной системы кошки осуществлять „константность“ светлоты.

ადამიანისა და ცხოველთა ფიზიოლოგია

ა.კეზელი, მ.ხომერიკი

სიბაცის კონსტანტობა კატებში

რეზიუმე

შესწავლილია კატის მხედველობის სისტემის უნარი სხვადასხვა განათებულობის პირობებში მოახდინოს ობიექტთა გარჩევა მათი ზედაპირების სიბაცის მიხედვით. კვებითი პირობითრეფლექსური ქცევის მეთოდის გამოყენებით ნაჩვენებია, რომ კატებს შესწევთ უნარი, გაარჩიონ სტიმულები მათი შეფარდებითი სიბაცის მიხედვით იმ შემთხვევაში, როდესაც არსებობს ინფორმაცია განათების პირობების შესახებ. თუ ასეთი ინფორმაცია არ არსებობს, ცხოველი იწყებს შეცდომების დაშვებას, რაც მიუთითებს იმაზე, რომ კატის მხედველობის სისტემას გააჩნია ე.წ. „სიბაცის კონსტანტობის“ განხორციელების უნარი.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. C.v.Campenhausen. Die Sinne des Menschen. Einführung in die Psychophysik der Wahrnehmung. Bd I u II Stuttgart: Thieme, 1981.
2. C.v.Campenhausen. Naturwissenschaften, 73, 1986, 674.
3. C.v.Campenhausen. MNU, 42/3, (15.4.1989), 143-152.
4. A.Kezeli, V.Maximov, M.Homeriki, K.Anjaparidze, N.Tshvediani. Perception, 20, 1, 1991, 63-138.
5. A.P.Кезели, M.C.Хомерики. Сообщения АН Грузии, 142, 2, 1991, 369-371.

დ.ჩუბინიძე, ვ.ჩუბინიძე, ლ.ბერაძე

ეგზოგენურ ნივთიერებათა (ბენზოლი, ტოლუოლი, ფენოლი) გავლენა ვარდისებურ გერანში ეთერზეთის დაგროვებაზე

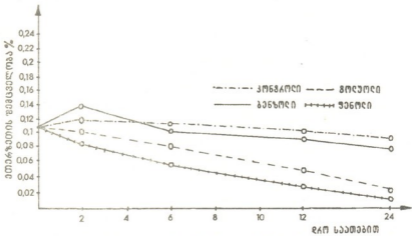
(წარმოადგინა აკადემიკოსმა გ.ვესიტაძემ 11.02.1993)

ჩვენ მიერ აღრე გამოქვეყნებულ სტატიაში [1] წარმოდგენილი იყო მასალები გლუკოზის, გლუტამინის მჟავასა და ლიმონის მჟავას გავლენის შესახებ ვარდისებურ გერანში ეთერზეთის დაგროვებაზე, სადაც ხაზგასმით იყო ნათქვამი ამგვარ გამოკვლევათა თეორიული და პრაქტიკული მნიშვნელობის შესახებ, რომ იგი საშუალებას იძლევა დავადგინოთ არა მხოლოდ ეგზოგენურ ნივთიერებათა გავლენა მცენარეში ეთერზეთის რაოდენობრივ შემცველობაზე, არამედ თვალი ვადევნოთ მცენარეში ეთერზეთების ბიოსინთეზის პროცესს საერთოდ. წინამდებარე სამუშაო ზემოაღნიშნულ გამოკვლევათა გაგრძელებად შეიძლება მივიჩნიოთ. საკვლევ მცენარეს ამჟერადაც ვარდისებური გერანი - *Pelargonium roseum* Ait. წარმოადგენდა, ხოლო ეგზოგენურ ნივთიერებებად შევარჩიეთ ბენზოლი, ტოლუოლი და ფენოლი. ცდები ტარდებოდა სინათლეზე და სიბნელეში. ყველა შემთხვევაში ცდის ყველა დანარჩენი პირობები (ტემპერატურული რეჟიმი, განათების ინტენსივობა, ცდის ექსპოზიცია და ა.შ.) იყო ერთნაირი, რაც საშუალებას იძლევა, ერთმანეთს შევადაროთ მიღებული შედეგები და დავადგინოთ ეგზოგენურ ნივთიერებათა ქემოპარიტი გავლენა მცენარეში ეთერზეთების დაგროვების დინამიკაზე.

ზემოაღნიშნულ სტატიაში [1] დეტალურადაა აღწერილი ექსპერიმენტთა ჩატარების პირობები და მათი მსვლელობა. ამის გამო, ამჟერად მათი დეტალური აღწერა ზედმეტად მიგვაჩნია და დავკმაყოფილდებით ცდების პირობების მხოლოდ ჩამოთვლით, კერძოდ: თითოეულ ცდაში გამოიყენებოდა სამი თვის ასაკის მცენარის 5-5 ეგზემპლარი. ცდები მიმდინარეობდა სტერილურ პირობებში და, როგორც უკვე აღვნიშნეთ, სინათლეზე და სიბნელეში. ეგზოგენურ ნივთიერებათა კონცენტრაცია თითოეულ ცდაში იყო 1000 მგ/ლიტრ საკვებ ხსნარზე. გარემოს ტემპერატურა მერყეობდა 25-28°C-ის ფარგლებში. ცდის ექსპოზიცია იყო 2, 6, 12 და 24-საათიანი. განათების ინტენსივობა საშუალოდ აღწევდა 4000 ლუქსს. საცდელი მცენარის მწვანე მასა ცდის ვარიანტებისდა მიხედვით მერყეობდა 0,7-1,0 კილოგრამის ფარგლებში. მცენარიდან ეთერზეთის გამოსაყოფად გამოყენებული იყო ჰიდროდისტილაციის მეთოდი. წყლიანი ექსტრაქტებიდან ეთერზეთის გამოსაწვლილად გამოიყენებოდა გოგირდის ეთერი. გამოსაწვლილი ხსნარი გოგირდის ეთერის მოცილების მიზნით იხდებოდა, შრებოდა Na_2SO_4 -ით და იფილტრებოდა. რის შემდეგ ვწონილით და ესაზღვრავდით ეთერზეთის გამოსავლიანობას %-ბით საანალიზო მასალის ნედლეულზე გადაანგარიშებით. ექსპერიმენტის შედეგები წარმოდგენილია სურათზე, რომელშიც მოცემულია ეგზოგენურ ნივთიერებათა გავლენით მცენარეში ეთერზეთის დაგროვების ცვალებადობის კომპლექსური დანახათება. ამას გარდა, აქვე



წარმოდგენილია საკონტროლო ცდების შედეგები, რაც მათი ურთიერთშედარებასა და შედეგებსა დასაბუთებს.



გრაფიკული გამოსახულებიდან აშკარად ჩანს, რომ უკვე 2-საათიანი ექსპოზიციისას ტოლუოლისა და ფენოლის მოქმედებით მცენარეში ეთერზეთის შემცველობა შემცირებულია, რაც მასზე მიგვანიშნებს, რომ ეს ნივთიერებები მცენარეში შეღწევისთანავე ინიჰიბირებენ იმ მექანიზმებს, კერძოდ იმ ფერმენტულ სისტემებს, რომლებიც განაპირობებენ ეთერზეთების ბიოსინთეზს მცენარეში. აქედან გამომდინარე, ბუნებრივია, რომ 6, 12 და 24 - საათიანი ექსპოზიციისას ეთერზეთის რაოდენობა მცენარეში მინიმუმამდეა დასული, რაც კარგად ჩანს სურათზე.

შედარებით განსხვავებულ სურათს იძლევიან ის მცენარეები, რომლებსაც ბენზოლი მიეწოდათ. კერძოდ: პირველი ორი საათის განმავლობაში მცენარეში ეთერზეთის გარკვეულ მატებას აქვს ადგილი. იგი აპარბებს საკონტროლო ვარიანტს და აღწევს 0,14%-მდე მაშინ, როდესაც ამავე 2-საათიანი ექსპოზიციის პირობებში ეთერზეთის შემცველობა საკონტროლო ვარიანტში 0,11%-მდეა. შემდგომში, ბენზოლი, ექსპოზიციის მატების პარალელურად იწვევს მცენარეში ეთერზეთის შემცველობის თანდათანობით შემცირებას და 24-საათიანი ექსპოზიციისას დაახლოებით 0,07%-მდე დადის. როგორც ვხედავთ, ბენზოლის მცირე დოზები მცენარეში შეღწევისთანავე იწვევს ეთერზეთის ბიოსინთეზის გაძლიერებას, ხოლო, ხანგრძლივი ექსპოზიციისას მცენარეში ეთერზეთის დაგროვების ინტენსივობა მცირდება. მაგრამ ეთერზეთის დაგროვების კლება არა იმე მკვეთრად და სწრაფად, როგორც ტოლუოლისა და ფენოლის გავლენით, არამედ თანდათანობით, ხანგრძლივი დროის ინტერვალში. ვფიქრობთ, ეს ფაქტი შეიძლება აიხსნას იმით, რომ ბენზოლი, როგორც ქიმიურად ინერტული, ჰიდროფობული ნივთიერება, მცენარეში შეღწევისას მაინჰიბირებლად უშუალოდ არ უნდა მოქმედებდეს ფერმენტულ სისტემებზე. როგორც ჩანს, მცენარეში იგი განიცდის ბიოლოგიურ ჟანგვით გარდაქმნებს, რომლის დროს მიღებული შუალედური პროდუქტები იწვევენ სხვადასხვა ფერმენტული სისტემების ინიჰიბირებას და მათ შორის ეთერზეთების ბიოსინთეზის წარმმართველი ფერმენტებისაც.

რაც შეეხება ტოლუოლისა და ფენოლის სწრაფ მაინჰიბირებელ გავლენას, ამ მოვლენის ახსნას გვიადვილებს ლიტერატურულ მასალებზე დაყრდნობა, სადაც ნათქვამია, რომ მცენარეში ბენზოლის ჟანგვითი გარდაქმნის ერთ-ერთი პროდუქტი

სწორედ ფენოლია და რომ ფენოლისა და ტოლუოლის მცირე დოზებები აინჰიბირებს მცენარეში მიმდინარე მრავალი ფერმენტული სისტემის მოქმედებას [2].

სიბნელის პირობებში ჩატარებულმა ცდებმა აჩვენა, რომ გამოყენებული ეგზოგენური ნივთიერებების გავლენის საერთო სურათი მცენარეში ეთერზეთის დაგროვებაზე სინათლის ვარიანტის თითქმის იდენტურია მხოლოდ იმ განსხვავებით, რომ ამ შემთხვევაში ეთერზეთის შემცველობა მცენარეში გაცილებით სწრაფად და მკვეთრად ეცემა, ვიდრე სინათლის პირობებში. ვფიქრობთ, ამ შემთხვევაში გარკვეულ როლს უნდა ასრულებდეს სინათლისა და სიბნელის პირობებში მცენარეში მიმდინარე ფოტოსინთეზისა და სუნთქვის პროცესების ინტენსივობათა ურთიერთანაფარდობის ცვალებადობა, რაც გარკვეულწილად მოქმედებს მცენარეში ეთერზეთის დაგროვებაზე [3].

საკონტროლო ვარიანტებში ეთერზეთის შემცველობა მთელი 24 საათის განმავლობაში, შეიძლება ითქვას, უცვლელი რჩება.

საქართველოს მეცნიერებათა აკადემია
აკად. ს.დურმიშიძის სახელობის მცენარეთა
ბიოქიმიის ინსტიტუტი.

(შემოვიდა 19.02.1993)

БИОХИМИЯ

Д.В.Чубинидзе, В.В.Чубинидзе, Л.В.Берадзе

Влияние экзогенных веществ (бензол, толуол, фенол) на накопление эфирного масла в розовой герани

Резюме

Исследовано влияние бензола, толуола и фенола на биосинтез эфирного масла в розовой герани. Опыты проводились в стерильных условиях в темноте и на свету.

Показано, что вышеупомянутые экзогенные вещества ингибируют процесс биосинтеза эфирного масла в растении, но механизм их действия различается.

Высказано мнение об окислительном превращении бензола в растительном организме и ингибирующем действии его промежуточных продуктов на биосинтез эфирного масла.

BIOCHEMISTRY

D.Chubinidze, V.Chubinidze, L.Beradze

The Influence of Exogenic Substances (Benzol, Toluol, Phenol) on the Accumulation of Essential Oils in Rose Geranium

Summary

The influence of benzol, toluol and phenol on the biosynthesis of essential oils in rose geranium has been investigated. The tests have been carried out in sterile conditions in darkness and light.

It has been stated that the above mentioned exogenic substances inhibit biosynthesis of essential oils in the plant, but the mechanism of their action differs.



The oxidative conversion of benzol in the plant organism and inhibitive action of its intermediate products on essential oil biosynthesis has been proposed.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. *В.В.Чубинидзе, Л.В.Берадзе.* Субтропические культуры, **204**, 4, 1986.
2. *Д.Ш.Угрехелидзе.* Метаболизм экзогенных алкалов и ароматических углеводов в растениях. Тбилиси, 1976.
3. *ვ. ჩუბინიძე.* საჭ. მეცნ. აკადემიის მოამბე, **119**, 2, 1985.

ვ.ჩუბინიძე, ნ.კვეციანი

ეთერზეთების შემცველობა განსხვავებულ პირობებში მოზარდი ნაძვისა და ფიჭვის წიწვებში

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ნ.ნუცუბიძემ 9.02.1993)

ატმოსფეროში მიმდინარე რთულ პროცესებში მონაწილე ბიოგენურ ნივთიერებებს შორის ეთერზეთებს და მის შემადგენელ კომპონენტებს განსაკუთრებული ადგილი უჭირავს. შესაძლოა, ისინი ისევე ჩართული აღმოჩნდნენ ატმოსფეროში მიმდინარე ფოტოქიმიურ თუ სხვა რეაქციებში და მათგან აირების წარმოქმნაში, როგორც სხვა აბიოგენური გამაქუქუქიანებლები [1,2]. აქედან გამომდინარე, მცენარეში ეთერზეთების წარმოქმნის პირობების ძიება მნიშვნელოვნად გვესახება.

ჩვენი კვლევის მიზანი იყო დაგვედგინა განსხვავებულ გარემო პირობებში მოზარდი ერთი და იმავე სახეობის ნაძვისა და ფიჭვის წიწვებში ეთერზეთების რაოდენობრივი შემცველობა და მისი ცვალებადობა სავეგეტაციო სეზონის სხვადასხვა ვადებში.

საკვლევ ობიექტად შევარჩიეთ ნაძვი - (*Picea orientalis* L.) და ფიჭვი - (*Pinus sylvestris* L.). საანალიზო მასალას ვიღებდით ერთსა და იმავე ვადებში ბათუმის ბოტანიკურ ბაღში, თბილისის ბოტანიკურ ბაღში და აბასთუმნის ასტროფიზიკური ობსერვატორიის ტერიტორიაზე (ყანობილის მთა), რომლებიც ზღვის დონიდან შესაბამისად 40,450 და 1700 მეტრ სიმაღლეზე მდებარეობენ. ამ ადგილმდებარეობათა შერჩევა დაკავშირებული იყო, ერთი მხრივ, მცენარეთა გადაადგილების ვერტიკალურ ზონალობასთან და, საერთოდ, ერთმანეთისაგან განსხვავებულ ბუნებრივ-კლიმატურ პირობებთან. ხოლო, მეორე მხრივ, გარემოს მენტალურ გამაქუქუქიანებასთან, რომელთა შორის აბასთუმანი ყველაზე სუფთა და მაღალი ზონაა, ბათუმში - შედარებით სუფთა და დაბალი ზონა, ხოლო თბილისი - შედარებით ქუჩიანი და საშუალო ზონა. გამოკვლევები ჩატარდა სავეგეტაციო სეზონის სამ ვადაში ნიმუშების აღების ადგილზე - თბილისში, აბასთუმანსა და ბათუმში. საანალიზო მასალას ვიღებდით დილის 10-დან 11 საათამდე მცენარის ვარჯის შუა ზონიდან, სამხრეთის მხრიდან. მცენარეული ნედლეულიდან ეთერზეთის გამოხდას ვაწარმოებდით ჰიდროდისტილაციის მეთოდით [3,4], რაც პრაქტიკულად შემდეგნაირად სრულდებოდა: 500 გ საანალიზო მასალას ვათავსებდით მრგვალიძირიან კოლბაში, ვამატებდით საანალიზო მასალასთან შედარებით 5-6-ჯერ მეტი მოცულობის წყალს, ვამაგრებდით მაცივარს, რომლის ბოლოში ვუყენებდით წვლით ავსილ სპეციილურ ზეთის დამკერს და კოლბას ვაცხელებდით ზეთის აბაზანაზე 130°C ტემპერატურამდე. გამოხდის სიჩქარე შეადგენდა დაახლოებით 60 წვეთ კონდენსატს წუთში. გამოხდა მიმდინარეობდა 5 საათის განმავლობაში ეთერზეთის დინების სრულ შეწყვეტამდე. დისტილატს ვაყოვნებდით და შემდეგ ვაცლიდით ზეთის ფენას. დისტილატში შერეული ზეთის ექსტრაქციას ვახდენდით პენტანით. საბოლოოდ ვანგარიშობდით ზეთის საერთო რაოდენობას. ცდები



ტარდებოდა ხუთჯერადი განმეორებით, საიდანაც იანგარიშებოდა მაჩვენებლები. საბოლოო შედეგები წარმოდგენილია ცხრილში.

ცხრილში მოყვანილი მასალებიდან ჩანს, რომ აგვისტოს პირველ დეკადაში ბათუმის, თბილისისა და აბასთუმნის ტერიტორიაზე მოზარდი ნაძვის წიწვებში ეთერზეთების შემცველობა საერთოდ მცირეა. მათი რაოდენობები იმდენად უმნიშვნელოდ განსხვავდება ერთმანეთისაგან, რომ იგი შეიძლება ანალიზის ცდომილების ფარგლებში მოთავსდეს და ამის გამო შეიძლება ითქვას, რომ პრაქტიკულად თანაბარია. ამ პერიოდში არ იგრძნობა არც ვერტიკალური ზონალობისა და არც სხვა რაიმე ბუნებრივი ფაქტორების გავლენა მცენარეში ზეთის დაგროვებაზე. სექტემბრის მეორე დეკადაში წიწვებში ზეთის შემცველობა ყველა მათგანში მომატებულია. განსაკუთრებით მკვეთრ სურათს ამ მხრივ აბასთუმნის ნიმუშები იძლევა, სადაც ზეთის შემცველობა ორჯერ და უფრო მეტადაა გაზრდილი. ამ პერიოდისათვის აბასთუმნის პირობებში მოზარდი ნაძვის წიწვებში თითქმის ორჯერ მეტი ეთერზეთი გროვდება, ვიდრე ბათუმის პირობებში მოზარდისა. ამ შემთხვევაში ნათლად იკვეთება მცენარეში ეთერზეთის ბიოსინთეზისა და მის დაგროვებაზე გარემოს საარსებო პირობების გავლენა. ოქტომბრის მეორე დეკადაში ზეთის შემცველობა ყველა მათგანში კლებულობს. თუმცა მისი რაოდენობა აბასთუმნის ნიმუშებში მაინც კარბობს დანარჩენ ორს. ზეთის რაოდენობრივი შემცველობის მიხედვით მეორე შედეგი აჩვენა თბილისის, ხოლო ბოლო - ბათუმის ნიმუშებმა.

ც ხ რ ი ღ ი

ეთერზეთების შემცველობა თბილისში, ბათუმსა და აბასთუმანში მოზარდი ნაძვისა და ფიჭვის წიწვებში ვეგეტაციის სხვადასხვა ვადაში

საანალიზო მასალა	ანალიზის ჩატარების თარიღი	საანალიზო მასალის რაოდენობა	ანალიზის ჩატარების ადგილი გ-ბით	ეთერზეთის საერთო შემცველობა მლ-ბით	ეთერზეთის შემცველობა % - ბით
ნაძვი	8.08-12.08	500	ბათუმი	0,24	0,048
			თბილისი	0,27	0,054
			აბასთუმანი	0,25	0,050
	10.09-14.09	"-"	ბათუმი	0,28	0,60
			თბილისი	0,40	0,080
			აბასთუმანი	0,65	0,110
	10.10-14.10	"-"	ბათუმი	0,25	0,050
			თბილისი	0,35	0,070
			აბასთუმანი	0,40	0,080
ფიჭვი	8.08-12.08	"-"	ბათუმი	0,50	0,100
			თბილისი	0,09	0,018
			აბასთუმანი	0,22	0,044
	10.09-14.09	"-"	ბათუმი	0,60	0,120
			თბილისი	0,25	0,050
			აბასთუმანი	0,44	0,088
	10.10-14.10	"-"	ბათუმი	0,45	0,090
			თბილისი	0,20	0,040
			აბასთუმანი	0,38	0,076



რაც შეეხება ფიჭვის, ეთერზეთის ბიოსინთეზის საერთო სურათი ნაძვის მსგავსაა. ამ შემთხვევაშიც აგვისტოს თვეში წიწვებში ეთერზეთის შემცველობა მცირე სექტემბერში იმატებს, ხოლო ოქტომბერში კვლავ მცირდება. მიუხედავად ამისა, ფიჭვი ნაძვისაგან მაინც განსხვავებულ სურათს იძლევა. კერძოდ, თუ ნაძვის შემთხვევაში ეთერზეთების რაოდენობრივი შემცველობით პირველ ადგილზეა აბასთუმანში მოზარდი ნაძვები, ხოლო უკანასკნელზე ბათუმში მოზარდი, ფიჭვის შემთხვევაში პირველი ადგილი უჭირავს ბათუმში მოზარდ ფიჭვებს, ხოლო უკანასკნელი - თბილისში მოზარდებს. აქედან ნათლად იკვეთება აზრი, რომ გარემო პირობების გავლენა ნაძვისა და ფიჭვის წიწვებში ეთერზეთის ბიოსინთეზსა და მის დაგროვებაზე ერთნაირი არ უნდა იყოს. აქვე უნდა აღინიშნოს ისიც, რომ თუ ნაძვის შემთხვევაში, ანალიზის პირველ ვადაში, სხვადასხვა რეგიონში აღებული ნიმუშები ეთერზეთის შემცველობის მხრივ თითქმის არ განსხვავდებიან, ფიჭვის შემთხვევაში ბათუმში აღებულ ნიმუშებში ეთერზეთის შემცველობა პირველ ვადაშივე ქარბობს აბასთუმანის ნიმუშებს ორჯერ, ხოლო თბილისში მოზარდი ფიჭვებიდან აღებულ ნიმუშებს - ხუთჯერ. ანალიზის ჩატარების მეორე ვადაში სამივე რეგიონის ფიჭვის წიწვებში ზეთის რაოდენობა საერთოდ მომატებულია, მაგრამ გეოგრაფიული მდებარეობის მიხედვით წიწვებში ეთერზეთის რაოდენობრივი შემცველობის თანმიმდევრობა უცვლელი რჩება. საგულისხმოა, რომ ფიჭვებს შორის ყველაზე მეტი ეთერზეთის შემცველობით გამოირჩევა ბათუმში მოზარდი ფიჭვის წიწვები, ხოლო ნაძვებს შორის ყველაზე ნაკლები შემცველობით კვლავ ბათუმის პირობებში მოზარდი ნაძვის წიწვები.

ყოველივე ზემოთქმულიდან გამომდინარე ცხადია, რომ განსხვავებულ გარემო პირობებში მოზარდი ერთი და იმავე სახეობის ნაძვი ან ფიჭვი განსხვავებული რაოდენობით ეთერზეთს აგროვებს, რაც ნათლად მიგვანიშნებს, რომ გარემო პირობები გარკვეულად მოქმედებს მცენარეში ეთერზეთის ბიოსინთეზსა და მის დაგროვებაზე. აქვე შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ წიწვოვან მცენარეთა სხვადასხვა წარმომადგენლები წიწვებში ეთერზეთის დაგროვების თვალსაზრისით, და სავარაუდოა, რომ არა მხოლოდ ამ თვალსაზრისით, განსხვავებულად რეაგირებენ ერთნაირ საარსებო გარემო პირობებზე.

საქართველოს მეცნიერებათა აკადემია
ს.დურმიშიძის სახელობის მცენარეთა ბიოქიმიის
ინსტიტუტი

(შემოვიდა 1.03.93)

БИОХИМИЯ

В.В.Чубинидзе, Н.А.Кекелидзе

Содержание эфирных масел в хвоях сосны и ели, произрастающих в различных условиях среды

Резюме

В разные сроки вегетации проведены сравнительные анализы содержания эфирных масел в хвоях сосны и ели, произрастающих в различных условиях внешней среды - 40, 450 и 1700 м над уровнем моря.

Установлено, что в различных условиях произрастания интенсивность биосинтеза и накопления эфирных масел в хвоях у одних и тех же видов сосны и ели различная, но и одинаковые условия среды по - разному влияют на накопление эфирного масла в хвоях у сосны и ели.

V. Chubinidze, N. Kekelidze

The Composition of Essential Oils in the Needles of Pine and Elm Trees Grown in Different Environmental Conditions

Summary

Comparative analyses of the essential oil composition in the needles of pine and elm trees, grown in different environmental conditions - 40, 450 and 1700 m above sea level, have been carried out for different stages of their vegetation.

It has been stated that in different conditions of growing the intensity of biosynthesis of essential oils and their accumulation in the needles of pine and elm trees differ. The same environmental conditions also influence the accumulation of the essential oils in pine and elm tree needles differently.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. *М.Мак-Ивен, Л.Филлипс.* Химия атмосферы. М., 1978.
2. *Г.М.Илькун.* Газоустойчивость растений. Киев, 1971.
3. *М.И.Горяев, И.Плива.* Методы исследования эфирных масел. Алма-Ата, 1962.
4. *Г.Я.Демьянов, В.И.Нилов, В.В. Вильямс.* Эфирные масла, их состав и анализ. М.-Л., 1933.

შ.სიკინავა, ლ.ზერეკიძე

პალეარქტიკის „*maculipennis*“-ის კომპლექსის სახეობათა რეპროდუქციული ურთიერთობისა და ზოგიერთი მათგანის სახელწოდებისათვის

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ბ.ფურაშვილმა 20.04.1993)

დღეისათვის პალარქტიკულ ზოოგეოგრაფიულ ზონაში მალარიის ძირითადი გადამტანის - „*maculipennis*“-ის კომპლექსიდან გავრცელებულია 13, ხოლო პალეარქტიკულ ზონაში კი 9 სახეობა. მაგრამ კომპლექსში შემაჯავალი ამ უკანასკნელი ზონის ცალკეულ ფორმათა სისტემატიკური მდგომარეობის გარშემო არ არის მკვლევართა ერთიანი შეხედულება [1-11]. აღნიშნული კომპლექსის სახეობათა მადიფანსტირებელი მორფოლოგიური განსხვავება ემყარება ძირითადად მათი კვერცხების დორსალური მხარის ეგზოქორიონის სპეციფიკურ სტრუქტურას [1,7,9]. მაგრამ მათი ტაქსონომიური სტატუსის დადგენისათვის მორფოლოგიურთან ერთად სადღეისოდ აუცილებელს წარმოადგენს ციტოგენეტიკური გამოკვლევების (ექსპერიმენტული ჰიბრიდიზაცია, ქრომოსომების დამახასიათებელი სტრუქტურა და სხვ.) შედეგები [3,4,12-17]. ასე მაგალითად, ჰიბრიდიზაციის შედეგად „*maculipennis*“-ის კომპლექსის ცალკეულ ფორმათა შორის რეპროდუქციული იზოლაცია, ანუ ციტოლაზმური შეუთავსებლობა წარმოადგენს კრიტერიუმს მათი სახეობრივი სტატუსის განსაზღვრისათვის. მოცემული კომპლექსის ფორმათა რეცეპროკული შეჭვარების შედეგად მიღებულია სტერილური, ანუ უსიცოცხლო თაობები, რომლებიც შეესატყვისებიან სახეობათა შორისულ ჰიბრიდებს. ამავ დროს ჰიბრიდები ხასიათდებიან პოპოლოგიური ქრომოსომების მეტად სუსტი სომატური კონიუგაციით, მაშინ როდესაც მშობლიური ფორმების კარიოტიპებში კონიუგაცია ყოველთვის მკიდროა [3,4,12-17]. მაშასადამე, აღნიშნული კომპლექსის ფორმათა ტაქსონომიური სტატუსისა და მათი სახელწოდების განსაზღვრისათვის აუცილებელია მორფოლოგიურ ნიშნებთან ერთად ციტოგენეტიკური გამოკვლევების ანალიზი. ქვემოთ მოყვანილია როგორც ლიტერატურული მონაცემები, ისე ჩვენ მიერ მიღებული შედეგები „*maculipennis*“-ის ფორმათა ჰიბრიდიზაციის გარშემო:

atroparvus X *labranchiae* - ჰიბრიდული თაობა F₁ სიცოცხლისუნარიანია, მათი დედლები ფერტილურია, მამლები - სტერილური; F₁-ის დედლებს შეუძლიათ შებრუნებითი შეჭვარება *atroparvus*-ის მამლებთან, რის შედეგადაც წარმოიშობა ფერტილური დედლები და 20-70 % ფერტილური მამლები [1,13,14].

atroparvus X *maculipennis* - F₁-ის მატლები კარგად ვითარდებიან, მათი იმაგო სიცოცხლისუნარიანია, მაგრამ თითქმის ყველა სტერილურია; F₁-ის დედლების 96%-ს საკვერცხეები განუვითარებელი აქვს, ხოლო მამლები მოკლებულია სპერმატოზოიდს, F₁-ის ზოგიერთ დედალს შეუძლია შექცევითი შეჭვარება *atroparvus*-ის მამლებთან, მაგრამ საკვერცხეების განვითარებას ადგილი არა აქვს [3,4].



atroparvus X subalpinus - F_1 -ის თაობა სიცოცხლისუნარიანია, დედლებს 30% საკვერცხეები განუვითარებელი აქვს, მამლები ყველა სტერილურია; F_1 -ის დედლების შესაძლო შეჯვარება **atroparvus**-ის მამლებთან იძლევა სიცოცხლისუნარიან შთამომავლობას, მაგრამ მიღებული მამლები სტერილურია, დედლების 50% კი ფერტილური [3,4].

atroparvus X messeae - F_1 -ის თაობათა განვითარება ჩვეულებრივ გრძელდება IV ხნოვანების მატლამდე, იშვიათად კი ქუპრამდე; არც ერთ შემთხვევაში იმაგო არ ყოფილა მიღებული [12,13].

atroparvus X sacharovi - F_1 -ის მატლები ილუპებიან ჩვეულებრივ, განვითარების III-IV სტადიაში, ხოლო ზოგ შემთხვევაში, როცა იჩეკება იმაგო, მამლების სათესლეები ატროფირებულია [3,4].

labranchiae X maculipennis - F_1 -ის მატლების დიდი ნაწილი ილუპება და მხოლოდ 20% ვითარდება იმაგომდე, მაგრამ დედლები და მამლები ყველა სტერილურია [3,4].

labranchiae X subalpinus - F_1 -ის მატლები თითქმის ილუპება, გამოჩეკილი ერთეული დედლები და მამლები სტერილურია [3,4].

labranchiae X messeae - F_1 -ის მატლების მცირე ნაწილი აღწევს IV სტადიამდე, მაგრამ დაქუპრებას ადგილი არა აქვს [3,4].

maculipennis X subalpinus - F_1 -ის მატლების უმრავლესობა ილუპება და მხოლოდ 25% ვითარდება იმაგომდე, მაგრამ მამლების სათესლეები ატროფირებულია, ხოლო დედლები კი ნორმალური [3,4].

maculipennis X messeae - F_1 -ის თითქმის ყველა მატლი ილუპება განვითარების სხვადასხვა სტადიაში. იშვიათ შემთხვევაში იჩეკება სიცოცხლისუნარიანი იმაგო, მაგრამ მამლები ყველა სტერილურია [3,4].

subalpinus X messeae - F_1 -ის კვერცხების დაახლოებით 60% ვითარდება იმაგომდე, მაგრამ მამლების სათესლეები ატროფირებულია, ხოლო დედლების საკვერცხეები კი ნორმალური და ამ უკანასკნელთ შესწევთ შექცევითი შეჯვარების უნარი [13].

maculipennis X sacharovi - F_1 -ის დედლების დაახლოებით 50%-ის საკვერცხეები განუვითარებელია, მამლები კი სტერილური.

subalpinus X sacharovi - შეჯვარების შედეგები თითქმის წინამავალი შემთხვევის ანალოგიურია.

melanoon X sacharovi - F_1 -ის მატლების დაახლოებით 60% ილუპება განვითარების სხვადასხვა სტადიაზე, გამოჩეკილი მამლები სტერილურია; დედლების 70% კი უნაყოფო.

როგორც ჰიბრიდიზაციის ლიტერატურული მონაცემებიდან, ისე ჩვენი ცდების შედეგებიდან ჩანს, „**maculipennis**“-ის ჭგუფის ცალკეული ფორმები ხასიათდებიან რებროდუქციული იზოლაციით. ლაბორატორიული პირობების მხოლოდ ზოგიერთ შემთხვევაში (**atroparvus X labranchiae**; **atroparvus X subalpinus**; **subalpinus X messeae**) ადგილი აქვს F_1 -ის დედლების უკუქცევით შეჯვარებას მშობლიურ ფორმებთან. მაგრამ თითქმის წარმოუდგენელია მსგავსი მოვლენების მიმდინარეობა ბუნებაში, რადგან ამ შემთხვევაში მიღებული თაობებიც სტერილურია და მათი მშობლიური ფორმების უმრავლესობა გავრცელების მხრივ არასიმპატურული. აქედან გამომდინარე, „**maculipennis**“-ის აღნიშნულ ფორმებს ჩვენ განვიხილავთ როგორც რებროდუქციულად იზოლირებულ სახეობებს და მიზანშეწონილად მიგვაჩნია, მათ



შორის საქართველოშიც გავრცელებულათვის მორფოლოგიურ ან ეკოლოგიურ თავისებურებათა გათვალისწინებით, სახელწოდების შერჩევა.

როგორც უცხო ავტორთა [1,2,7], ისე ჩვენი [5,6,17] გამოკვლევებით დადასტურებულია, რომ *An. melanoon*-ის ძირითადი მორფოლოგიური ნიშანი კვერცხების ეგზოქორიონის შავი შეფერილობაა, *An. subalpinus*-ის კი კვერცხების ჭრელი ფერი. რაც შეეხება *An. sacharovi*-ს, მისი იმაგოსწინა ფაზების განვითარება, კომპლექსში შემავალი ზოგიერთი სხვა სახეობის წყლის ფაზების მსგავსად, დამოკიდებულია მარილიანობის გადიდებული შემცველობის წყალსატევებთან. ამ მონაცემებიდან გამომდინარე, მიზანშეწონილად მიგვაჩნია *An. melanoon*-ს ეწოდოს მალარიის შეკვერცხებიანი კოლო, *An. subalpinus*-ს - მალარიის ჭრელკვერცხებიანი კოლო, *An. sacharovi*-ს კი - ფავრის პალეოფილური მალარიის კოლო. რაც შეეხება *An. maculipennis*-ს, ის ცნობილია როგორც მალარიის ჩვეულებრივი კოლო.

საქართველოს ჯანმრთელობის დაცვის
სამინისტრო
სეირისაღამის სახ. სამედიცინო
პარაზიტოლოგიისა და ტროპიკული მედიცინის
ინსტიტუტი

(შემოვიდა 18.05.1993)

ЭНТОМОЛОГИЯ

Ш.Г.Сичинава, А.Г.Зерекидзе

О репродуктивных взаимоотношениях видов
комплекса „maculipennis“ Палеарктики и названиях
некоторых из них

Р е з ю м е

В результате исследований зарубежных авторов и наших опытов в Палеарктике известно репродуктивно изолированных друг от друга 9 видов комаров комплекса „maculipennis“. Из них в Грузии встречаются 4 вида: *An. maculipennis*, *An. melanoon*, *An. subalpinus* и *An. sacharovi*. На основании основных морфологических и экологических особенностей мы считаем целесообразным *An. melanoon* назвать черноязычным малярийным комаром, *An. subalpinus* - пестроязычным малярийным комаром, а *An. sacharovi* - галофильным малярийным комаром Фавра. Что касается *An. maculipennis*, он известен как обыкновенный малярийный комар.

ENTOMOLOGY

Sh.Sichinava, L.Zerekidze

On Reproductive Intercelation of the Species of Paleoarctic
„Maculipennis“ Complex and Some of their Names

S u m m a r y

As a result of investigations of foreign authors and our experiments in Paleoarctic 9 species of mosquito „maculipennis“ complex are known at present. They are reproductively isolated from each other. There are 4 species of them in Georgia: *An.*



maculipennis, *An. melanoon*, *An. subalpinus* and *An. sacharovi*. On the basis of morphological and ecological peculiarities *An. melanoon* is called the malarial mosquito with black eggs, *An. subalpinus* is called the malarial mosquito with motley eggs and *An. sacharovi* is called the galophilic malarial mosquito of Favre. As to *An. maculipennis*, it is known as the ordinary mosquito.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. В.Н. Беклемишев. Экология малярийного комара. М., 1944.
2. А.В.Гуцевич, А.С. Мончадский, А.А.Штакельберг. Фауна СССР. Насекомые двукрылые. Комары. Л., 1970.
3. В.Н.Стегний. Автореф. канд. дисс. Л., 1976.
4. В.Н.Стегний. Зоол. журнал, 59, 10, 1980.
5. Ш.Г.Сичинава. Сообщения АН ГССР, 123, 2, 1986.
6. Ш.Г.Сичинава. Автореф. докт. дисс. М., 1989.
7. L.W.Hackett, A. Missiroli. Riv. malariol., 14, 1, 1935.
8. M.Bates. Ann. Entomol. Soc. Amer., 33, 1940.
9. J.A.Rioux. Encycl. Entomol., Paris, 35, 1958.
10. K.L. Knight, A. Stone. A Catalogue of The Mosquitoes of The World. Washington, 6, 1977.
11. G.V.White. Mosquito Systemat., 10, № 1, 1978.
12. Л.В.Рейнгард, А.Г.Толчиев. Мед. паразитол. и паразитар. болезни., 24, 1955.
13. J.B.Kitzmilller, G. Frizzi, R. Baker. Genet. Insect of Disease, 1967.
14. G.Frizzi, L. De Korli. Ital. Sympos. Genet., 2, 1954.
15. M.Coluzzi. Entomol. Soc. Amer., 7, 1, 1970.
16. В.Н.Стегний, Ш.Г.Сичинава, Н.Г.Сипович. Зоол. журнал, 54, 2, 1984.
17. Ш.Г.Сичинава. Известия АН ГССР. Сер. биол., 2, 1979.



P. Sagdieva

Studies on the Variability of Gamasid Mite *Haemogamasus Nidi* Mich. in South Georgia

(Presented by I. Eliava, Corr. member of the Academy 30.06.1992)

Presenting considerable morphological and biological diversity gamasid mites are a suitable object for the study of variability of parasitic mites. Orthotrichous and neotrichous setation are known to be the main morphological types of gamasid mites.

The purpose of the present paper is to characterize the variability of neotrichous gamasid mites using *Haemogamasus nidi* Mich. as a model. The preliminary results of our study [1], as well as the results on the study on variability of other neotrichous species, *Eulaelaps stabularis* (Koch) [2] have been already published.

Little is known of the variability of mites from the genus *Haemogamasus*. I.I. Bogdanov [3] reported the sizes of mites and peculiarities of setation in *Hg. ambulans* (Thor.) in West Siberia. We failed to find the data on variability of *Hg. nidi* in the available literature.

Hg. nidi is the most abundant among the gamasid mites in the nests of a common vole (*Microtus arvalis* Pall.) in Adjara [4] and the Javakheti Uplands, South Georgia [5].

The mites were collected in July 1988 in the environs of Ninotsminda (Bogdanovka), South Georgia from the common voles and in their nests. 190 specimens were available for our study, 145 females and 45 males. These mites were examined morphologically. In order to reveal the distribution of body length the dorsal shield length of 105 females was measured. 30 females and 30 males were measured in detail (table). The methods of examinations and statistical analyses were given in our previous publications [6, 7]. The nomenclature of setae follows N.G. Bregetova [8].

The morphological examination of mites has shown that the sternal shield is the most variable in the shape among female shields. Its posterior concave margin may be formed as a right symmetrical arch or irregular arch; sometimes the posterior margin may be denticulate or slightly wavy. Rarely the concavity in posterior margin of the shield is not well marked.

In the males the caudal part of the holovenral shield proved to be most variable in the shape. It may be formed as a drawn rounded triangle or an elongated triangle having relatively rounded outlines. Rarely the drawing of the shield caudal part is manifested poorly. Sometimes there is a small concavity before the caudal drawn part of the shield.

The dorsal shield length in the females ranges from 818 to 969 microns. The distribution of dorsal shield length in the females is symmetrical (Figure), and the specimens came into a modal class having dorsal shield length from 885 to 918 microns.



In *Hg.nidi* the number of character tending itself to a measuring was very limited: 10 in the females and 8 in males (table).

The females are considerably larger than the males; the largest males have just the same size as the smallest females. Among the measuring characters of the females the length of dorsal shield is the least variable, and the length of sternal shield is the most variable; it may be due to the mentioned peculiarities in the outline of the shield. In the males the least variable character is the dorsal shield length (table).

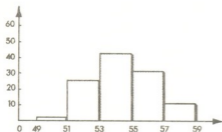


Figure. Distribution of the dorsal shield length in *Haemogamasus nidi* females from South Georgia. Along the axis of abscissae: the variational classes (in the points of ocular micrometer); along the axis of ordinates: the number of specimens in the classes.

A tendency was revealed to the higher variability of setae as compared with the same of shields in both males and females but that tendency was more distinct in the males. The similar tendency has been found in other gamasid mites having been studied, *Laelaps pavlovskyi* Zachv. [10], *L. agilis* Koch [6], *L. pitymydis lange* [7] and *E. stabularis* [2]. Some exceeding of setae variability above the variability of shields has been revealed also in tick *Ixodes persulcatus* Schulze [11].

Our data show that the males of species studied of gamasid mites are more variable than the females [6, 10 and our unpublished data] whereas remarkable differences have not been found between the variability of females and males in

Hg.nidi. The variability of *Hg. nidi* (using coefficient of variation) are lower than variability of other neotrichous species studied, *E.stabularis* [2].

Considering the variability of neotrichous species of *Eulaelaps* and *Haemogamasus* genera and also the markedly orthotrichous species from the genus *Laelaps* (without bearing in mind a male polymorphism) the neotrichous species show more distinct variations in the shape of shields.

Institute of Zoology, Georgian Acad.Sci.

(Received on 14.07.1992)

ზოოლოგია

პ. საგდიავა

გამაზური ტკიპის *Haemogamasus Nidi* Mich. ცვალებადობის შესწავლისათვის სამხრეთ საქართველოში

რ ე ზ ი უ მ ე

მორფოლოგიურად და მორფომეტრიკულად გამოკვლეულია ჭავჭავეთის ზეგანზე 1988 წლის ივლისის თვეში მოპოვებული ტკიპის *Hg. nidi*-ს მთელი სერია (145 მდედრი და 45 მამრი). გამოკვლეულ იქნა, რომ გამაზიდების ამ სახეობის მდედრებში ფორმის მიხედვით ყველაზე უფრო ცვალებადია სტერნალური ფარი, ხოლო მამრებში - მუცლის ფარის კაუდალური ნაწილი.

Table

Measurements and Variability of HAEMOGAMASUS NIDI in the South Georgia

Females				Males				
Characters	μm	$\frac{V_{\text{max}}}{V_{\text{min}}}$	CV	Characters	μm	$\frac{V_{\text{max}}}{V_{\text{min}}}$	CV	
Greatest length dorsal shield	907.7	1.14	3.2	Greatest length dorsal shield	779.3	1.08	2.85	
Greatest width dorsal shield	542.7	1.19	5.6	Greatest width dorsal shield	433.2	1.19	4.5	
Median length sternal shield	111.8	1.60	9.8	Greatest length holovertral shield	628.5	1.17	4.0	
Median length genito-ventral shield	446.3	1.16	5.3	Greatest width holovertral shield	345.1	1.28	5.4	
Greatest width genito-ventral shield	223.5	1.25	7.2	Length spermatodactyl	46.2	1.30	8.5	
Greatest length anal shield	107.3	1.32	7.4	Length setae	73.5	1.42	9.6	
Length setae	79.4	1.35	8.8					St ₂
	99.2	1.23	5.8					St ₃
	103.5	1.28	5.5	Mst	73.3	1.55	11.3	
	65.7	1.31	8.9					

Notes: μm means micrometers; $\frac{V_{\text{max}}}{V_{\text{min}}}$ - ratio of maximal to minimal value of characters [9]; CV - coefficient of variation.

მდებრების განაწილება სხეულის ზომის (ზურგის ფარის სიგრძე) მიხედვით სიმეტრიულია (სურ.). მდებრებში ყველაზე უფრო ცვალებად ნიშანთვისებად (ვარიაციის კოეფიციენტის მიხედვით) გვევლინება სტერნალური ფარის სიგრძე, მაშინ როდესაც, როგორც მდებრებისათვის, ისე მამრებისათვის ზურგის ფარის სიგრძე ნაკლებ ცვალებადია (ცხრ.).

როგორც ჩვენ მიერ აღრე შესწავლილი გამაზიდების სხვა სახეობებისათვის, ასევე Hg. nidi-ს ჯაგრების მეტრიკული ნიშანთვისებების ცვალებადობა ფარების ასეთივე ნიშანთვისებების ცვალებადობას აღემატება. ამასთან ერთად, სხვა სახეობებისაგან განსხვავებით (გვ. Laclaps, Eulaclaps), რომელთა მამრებიც მდებრებთან შედარებით უფრო განიცდიან ცვალებადობას, Hg. nidi-სათვის არ არის გამოვლენილი ასეთი შესამჩნევი განსხვავებები ცვალებადობებს შორის მდებრ და მამრ ინდივიდებში.

ЗООЛОГИЯ

П.Д.Сагдиева

К изучению изменчивости гамазового клеща *Haemogamasus nidi* Mich. в Южной Грузии

Резюме

Морфологически и морфометрически исследована серия клещей Hg. nidi (145 самок и 45 самцов), собранных в июле 1988 г. на Джавахетском нагорье. Выявлено, что у самок этого вида гамазид наиболее изменчив по форме стернальный щит, а у самцов - каудальная часть брюшного щита. Распределение самок по размерам тела (длине спинного щита) симметричное (рис.1). Наиболее изменчивым размером признаком щитов у самок (по коэффициенту вариации) оказалась длина стернального щита, наименее же изменчива у самок и самцов длина спинного щита (табл.). Как и у других ранее изученных нами видов гамазид, у Hg. nidi изменчивость размерных признаков щетинок превышает таковую щитов, однако, в отличие от других видов (представителей родов Laclaps и Eulaclaps), у которых самцы изменчивее самок, у Hg. nidi не выявлено заметных различий в уровне изменчивости самок и самцов.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. П.Д.Сагдиева, К.В.Брегвадзе. Материалы X Всесоюз. совещ. по почвенной зоологии, Новосибирск, 1991.
2. P.Sagdieva, K.Bregvadze, Bull. of the Acad. of Sci. of the GSSR, 139, 2, 1990.
3. И.И.Богданов. В кн.: Паразитические насекомые и клещи Сибири, Новосибирск, 1980.
4. А.В.Соловьева. Тр. Армянской противочумной станции, № 2, 1963.
5. П.Д.Сагдиева и др. Сообщ. АН Грузии, 141, 3, 1991.
6. П.Д.Сагдиева, Л.М.Ткаченко. Сообщ. АН Грузии, 131 2, 1988.
7. П.Д.Сагдиева. Сообщ. АН Грузии, 136, 1, 1989.
8. Н.Г.Брегетова. Гамазовые клещи (Gamasoidea), Л., 1956.
9. Р.Л.Берг. Применение матем. методов в биологии, № 3, Л., 1964.
10. П.Д.Сагдиева. Автореф. канд. дисс. М., 1984.
11. Н.А.Филиппова. В кн.: Таежный клещ, Л., 1985.

რ. ჟორდანიას

ამერიკის შეერთებული შტატების ჩრდილო-დასავლეთის ზამთრის ორნითოფაუნის შესწავლისათვის

ექლენება ამერიკელ მეცნიერსა და
ქველმოქმედს ბატონ ჯორჯ სოროსს

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ი.ელიაშვილმა 20.10.1993)

ქართველი მკითხველისათვის ნაკლებად ხელმისაწვდომია ლიტერატურა ამერიკის კონტინენტის ფაუნაზე, ხოლო საკუთარ ენაზე მას თითქმის არაფერი არ გააჩნია; ამიტომაც, ვფიქრობ, რომ ფრამენტული მონაცემებიც კი - ცხოველთა სხვადასხვა ჯგუფის შესახებ - საინტერესო უნდა იყოს. სწორედ უკანასკნელთა რიცხვს მიეკუთვნება წინამდებარე ნაშრომიც.

1992 წლის იანვრის თვის განმავლობაში ვიზყოფებოდი ამერიკის შეერთებული შტატების ვაშინგტონისა და აიდახოს შტატებში, სადაც შევძელი რამდენიმე საინტერესო დაკვირვების ჩატარება; დაკვირვებებს ვაწარმოებდი მარშრუტული წესით, რაშიც დამეხმარა ვახტანგ ჟორდანიას, კარინ დიქსონი და ჯერი კაგელე. ფრინველების იდენტიფიცირებაში - სავსე პირობებში - დამეხმარა ჩემი მდიდარი გამოცდილება, ხოლო ადგილობრივი ფორმების გარკვევაში კი ჩინებული სავსე სარკვევები და მონოგრაფია [1-7], რომლებიც მაჩუქეს კიმ ჟორდანიამ, პოლ კენედიმ და ერიკ ნიუმენმა. ყველა ხსენებულ პირს მადლობას მოვახსენებ.

ფრინველებს ვაკვირდებოდი ქსპოკენის მიდამოებში, ქსიატლის მიდამოებში და შემდეგი მარშრუტების დროს:

სპოკენი-, ტბა კორეგ-ლაიკი-, კორდელენი-, ძველი მისია კატალდოში-, სილვერ მოუნტანი-, კურორტი კელოგი-, როქ მოუნტანის ნაციონალური პარკი და უკან;

სპოკენი-, ტბა სპრინგ-ლეიკი-, რიცვილი-, ვარდენი-, ტბა მოზეს-ლეიკი-, ჯორჯი-, მდ. კოლამბია-რივერი-, ჰიტტი-ტასი-, იაკიმა-, ელენსბურგი-, რაზლინი-, ისჩაინი-, მდ.იაკიმა-, ტბა ლეიკ-ქეჩე-, სნო-ჟუამას ქედი-, ერიქსონების აგარაკი-, ტბა სემენიქ-ლეიკი-, ესაქუა-, ბელვიუ-, ტბა ვაშინგტონ-ლეიკი-, სიატლი (წყნარი ოკეანის სიატლის უბე) და უკან;

სპოკენი-, ბერ-ლეიკი-, დიამონდ-ლეიკი-, ნიუპორტი-, მდ.პანდარე-რივერი-, ტბა პრისტ-რივერი და უკან.

ჩემ მიერ აღრიცხული ფრინველები მიეკუთვნება 11 რიგს; ესენია:

რიგი - ღორიხვასაირნი - GAVIIFORMES

წითელგულა (წითელიჩაბვა) ღორიხვა - *Gavia stellata* *
ეს ფრინველი რეგისტრირებულია ჩემ მიერ ტბა ლეიკ-ქეჩეზე.



შავგულა (შაეჩიჩაბვა) ღორიხვა - *Gavia arctica* *
 ამ ფრინველის მცირერიცხოვანი გუნდები აღრიცხულია ტბებზე კორეგ-ლეიკი და
 ლეიკ-ქეჩე.

პოლარული ღორიხვა - *Gavia immer*
 იაკიმასა და რაზლინს შორის მდებარე ტბორებზე აღვრიცხე ამ ფრინველის
 რამდენიმე ცალი.

რიგი - კოკონასნაირნი - PODICIPEDIFORMES

რუხლოყება კოკონა - *Podiceps grisigena* @
 რეგისტრირებულია წყნარი ოკეანის სიატლის ყურეში (3-4 ც.).

რიგი - ლაკლაკისნაირნი - CICONIIFORMES

დიდი ლურჯი ყანა - *Ardea herodias*
 რეგისტრირებულია ტბა პრისტ-რივერზე, ბრინკმაიერების აგარაკთან ახლოს.

ღამის ყანა - *Nycticorax nycticorax* @
 აღრიცხულია ტბებზე - ლეიკ-ქეჩე და პრისტ-რივერი (თითო ცალი).

ამერიკული ყარაულა (წყლის ბულა) - *Botaurus lentiginosus*
 შენიშნულია ჩემ მიერ იაკიმასა და რაზლინს შორის მდებარე ტბორებზე.

რიგი - ღერღეტისნაირნი - ANSERIFORMES

თეთრი ღერღეტი - *Chen (Anser) caerulescens*
 აღრიცხულია ამ მომთაბარე ფრინველის დიდი გუნდი - ქ.სიალის მიდამოებში, ტბა
 ვაშინგტონ-ლეიკზე.

კანადური ღერღეტი - *Branta canadensis*
 რეგისტრირებულია მოზრდილი გუნდების სახით ტბებზე: კორეგ-ლეიკი, სპრინგ-
 ლეიკი და მოზეს-ლეიკი, ხოლო ტბა პრისტ-რივერზე დიდხანს ვადევნებდი
 თვალყურს ორ წყვილს - ბრინკმაიერების აგარაკიდან, რომელიც ტბისპირასაა
 აგებული.

თეთრშუბლა იხვი - *Anas penelope* @
 რეგისტრირებულია ტბა სემენიე-ლეიკზე და იაკიმასა და რაზლინს შორის მდებარე
 ხელოვნურ ტბორებზე.

რუხი იხვი - *Anas strepera* @
 გუნდების სახით აღირიცხა ტბებზე კორეგ-ლეიკი და კორდელენი.

გარეული იხვი - *Anas platyrhynchos* @
 შენიშნულია მხოლოდ ტბა მოზეს-ლეიკზე - პატარა გუნდის სახით, ნაპირთან ახლოს.

სტენია-იხვინჯა - *Anas crecca* *

ამ ფრინველის გუნდი რეგისტრირებულია ჩემ მიერ ტბა კორეგ-ლეიკზე.

ფართოცხვირა (განეინისკარტა) იხვი - *Anas clypeata* *

შენიშნულია ტბა სპრინგ-ლეიკზე და ხელოვნურ ტბორებზე იაკიმასა და რაზლინს შორის.

ისლანდიური ამაყა - *Bucephala islandica*

მცირერიცხოვანი გუნდების სახით რეგისტრირებულია ტბებზე ლეიკ-ქეჩე და ვაშინგტონ-ლეიკი.

დიდი ბატასინი - *Mergus merganser* *

შენიშნულია სხვა წყალმცურავი ფრინველების გუნდთან ერთად კორეგ-ლეიკსა და კორდელენზე.

გრძელისკარტა ბატასინი - *Mergus sarrator* *

თითო-ოროლა ცალი აღირიცხა იაკიმასა და რაზლინს შორის მდებარე ტბორებზე.

რიგი - შავარდნისაირნი - FALCONIFORMES

შავარდენი - *Falco peregrinus* @

ამ იშვიათი ფრინველის ერთი ცალი აღვრიცხე სიატლთან ახლოს - ერიქსონების აგარაკთან გადასახვევის მიდამოებში.

ალალი - *Falco columbarius* *

რეგისტრირებულია კელოგის მიდამოებსა და სნო-ქუამას I გადასასვლელის ახლოს - თითო ცალი.

ქორი - *Accipiter gentilis* @

ერთადერთი ცალი აღვრიცხე ტყისპირას მდ.იაკიმას გადაღმა.

თეთრთავა არწივი (თეთრთავა ფსოვი) *Haliaeetus leucocephalus*

ამ დიდებული ფრინველის 3 ეგზემპლარი აღვრიცხე ტბების კორეგ-ლეიკისა და კორდელენის მიდამოებში, მათ შორის ორი - ბუდეზე, გარდა ამისა, თითო-ოროლა რეგისტრირებულია იაკიმასა და რაზლინს შორის მდებარე ტბორების მიდამოებში.

მთის არწივი - *Aquila chrysaetus* @

ამ ფრინველების სამი ცალი (წყვილი და წლევეანდულა) რეგისტრირებულია სნო-ქუამას ქედზე.

შაკი - *Pandion haliaetus* @

ერთადერთი ცალი აღვრიცხე ტბორებზე იაკიმასა და რაზლინს შორის მაშინ, როცა დამახასიათებლად ნადირობდა თევზზე.

რიგი - ქათმისნაირნი - GALLIFORMES

კოლხური ხოხობი - *Phasianus colchicus* @
 პატარა გუნდების (4-5 ცალი) გვხვდება მდ.სპოკენის ნაპირზე.

რიგი - წეროსნაირნი - GRUIFORMES

ამერიკული მელოტა - *Fulica americana*
 ამ ფრინველის 5 ეგზემპლარი შევნიშნე წყნარი ოკეანის სიატლის ყურეში.

რიგი - მეჭვავისნაირნი - CHARADRIIFORMES

ვერცხლისფერი თოლია - *Larus argentatus* @
 მრავლადაა ქ.სიატლის მიდამოებში, წყნარი ოკეანის ნაპირებზე.

ვეყანი თოლია - *Larus canus* *
 აღრიცხულია იქვე, სადაც ვერცხლისფერი თოლია.

რუხ-მომწვანო-ფრთება თოლია - *Larus glauca*
 ამ ფრინველის რამდენიმე ეგზემპლარი აღრიცხულია ჩემ მიერ სიატლის ყურის ნაპირებზე.

დასავლური თოლია - *Larus occidentalis*
 ორი ეგზემპლარი ამ ფრინველისა რეგისტრირებულია ქ.სიატლის მიდამოებში წყნარი ოკეანის სიატლის ყურის ნაპირებზე.

ბონაპარტესელი თოლია - *Larus philadelphia*
 ამ ფრინველის 3 ეგზემპლარი იყო ვერცხლისფერი თოლიების გუნდთან ერთად.

რიგი - მტრედისნაირნი - COLUMBIFORMES

შინაური მტრედი - *Columba livia (domestica)* @
 ბევრია სპოკენსა და ნიუპორტში, სიატლში უფრო ნაკლებია, მაგრამ იქაც არის.

რიგი - კოდალასნაირნი - PICIFORMES

ბუროძლიანი ხეკოდა - *Dendrocopos (Picoides) villosus*
 ამ ფრინველის ერთადერთი ეგზემპლარი რეგისტრირებულია ტბა პრისტ-რივერის მიდამოებში - ტყისპირას.

რიგი - ბელურასნაირნი - PASSERIFORMES

რუხი ღაქო - *Lanius excubitor* *
 ამ ფრინველის 3 ეგზემპლარი აღრიცხულია ჩემ მიერ რიცილის მიდამოებში.

მედულუკე - *Bombycilla garrulus* *

მედულუკეების გუნდი შევნიშნე კატალდოს ძველი მისიის მიდამოებში.

ნომადი (წითელგულა) შაშვი - *Turdus migratorius*

ამ შაშვის პატარა გუნდები ხშირად შემხვედრია ქ.სპოკენში, ბუჩქნარზე.

ჩრდილოური წიწკანა - *Parus atricapillus*

აღრიცხულია ქ.სპოკენის მიდამოებში, სადაც ჩვეულებრივი ფორმაა.

შავთავა ცოცია - *Sitta canadensis* @

მხოლოდ ერთხელ შევხვდი ამ ფრინველს, აიდახოს შტატში, ტყეში - ტბა პრისტ-რივერისაკენ მიმავალ გზაზე.

ჩვეულებრივი მგლინავა - *Certhia familiaris* @

რამდენჯერმე ვნახე ქ.სპოკენის შემოგარენსა და თვით ქალაქის განაპირა უბნებში.

შავწარბა ზონოტრიხია - *Zonotrichia atricapilla*

აღრიცხულია ჩემ მიერ ქ.სპოკენში, ეზოებში.

ამერიკული ნარჩიტა - *Carduelis tristis*

რეგისტრირებულია ქ.სპოკენის მიდამოებში, სადაც პატარა გუნდების სახით მომთაბარეობს.

ნაძვის ქივქავი - *Spinus (Carduelis) pinus*

აღრიცხულია ჩემ მიერ აიდახოს შტატში, რამდენიმე ადგილას, ტყისპირებში.

წითელი კოჭობა - *Carpodacus purpureus*

რამდენჯერმე ვაკვირდებოდი ამ ფრინველს ქ.სპოკენის მიდამოებში.

სახლის ბელურა - *Passer domesticus* @

ამ ფრინველის პატარა გუნდები ხშირად ნომადობენ ქალაქებში - სპოკენსა და ნიუპორტში.

ლურჯთავა ქანგისფერი ტრუპიალი - *Euphagus cyanocephalus*

ამ ფრინველის რამდენიმე ცალი აღვრიცხე გზაზე ბელვიუდან - სიატლამდე.

ჩვეულებრივი შროშანი (შოშია) - *Sturnus vulgaris* @

ამ ფრინველის მრავალრიცხოვანი გუნდები ვნახე ჭორჭისა და ნიუპორტის მიდამოებში.

საზოგადოებრივი ყვავი - *Corvus brachyrhynchos*

ამ ფრინველის 6-7 ცალი აღვრიცხე ქ.ნიუპორტის მიდამოებში.

კაქკაქი - *Pica pica* @

კაქკაქები რეგისტრირებულია ჩემ მიერ სპოკენიდან ტბა სპრინგ-ლეიკამდე მდებარე ტერიტორიაზე, რამდენჯერმე ვნახე 2-3 ცალი.

სტელერისეული ჩხიკვი - *Cyanicitta stelleri*

ამ ფრინველის ორი ეგზემპლარი რეგისტრირებულია ჩემ მიერ აიდახოს შტატში - ნიუპორტიდან ტბა პრისტ-რივერამდე მდებარე გზაზე, ტყისპირებში.

ამრიგად, ერთი თვის მანძილზე, ამერიკის შეერთებული შტატების ჩრდილო-დასავლეთში, ორი შტატის - ვაშინგტონისა და აიდახოს ტერიტორიაზე ზამთარში, იანვრის თვეში, მე შევძელი 48 სახის ფრინველის რეგისტრაცია, რომლებიც მიეკუთვნება 11 რიგს. აქედან 27 სახის ფრინველი საქართველოშიც შეიძლება გვხვდებოდეს, ხოლო 21 - დამახასიათებელია მხოლოდ ამერიკის კონტინენტისათვის ან ჰოლარქტიკისათვის, მაგრამ ჩვენში მოიპოვება მსგავსი სახეები.

* - ნიშნით აღნიშნული მაქვს ის სახეები, რომლებიც საქართველოში მხოლოდ მიმოფრენისას ან შემოფრენისას გვხვდება, ხოლო @ - ნიშნით კი ის სახეები, რომლებიც საქართველოში ბინადრობენ ან ბუდობენ.

ივანე ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის
სახელმწიფო უნივერსიტეტი

(შემოვიღა 18.11.1993)

ЗООЛОГИЯ

Р.Г.Жордания

К изучению зимней орнитофауны северо-запада США

Резюме

Посвящается известному американскому
ученому и благотворителю **Джоржу Соросу**

Статья представляет собой итог личных наблюдений автора, проведенных маршрутным методом в январе 1992 года - в штатах Вашингтон и Айдахо (США). Зарегистрировано 48 видов птиц, принадлежащих к 11 отрядам. * знаком отмечены виды, встречающиеся в Грузии только во время пролетов или залетов, а @ знаком - виды, которые в Грузии оседлые или гнездящиеся; всего таких 27 видов, остальные же (21 вид) - характерны только для Американского континента или для Голарктики.

R. Zhordania.

For Research of Winter Ornithofauna of North-West of the USA

Summary

Dedicated to American scientist and philanthropist Dr. **George Soros**

This work represents the results of observation that was fulfilled according to the route rule by the author in January 1992 in Washington and Idaho states of the USA. During this time he registered the birds of 48 species of 11 orders. The number of species of birds flying transiently or towards the territory of Georgia and species living and nesting there is 27. As to the other 21 species, they are characteristic of American continent and Holarctic at all.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. Audubon's Bird of America. Popular edition. The Macmillan Company. New York, 1950.
2. *Florance Merrian Bailey*. Handbook of Birds of the Western United States. Houghton Mifflin Company. Boston and New York, 1920.
3. Birds of America. Inc. Garden City, New York, 1936.
4. *Stanley G. Jewett et al.* Birds of Washington State. Univ. of Washington Press, Seattle, 1953.
5. *Chandler S. Robbins, Bertel Bruun and Herbert S. Zum.* A guide to field identification birds of North America. Golden Press, New York, 1966.
6. *Miklos D.F. Udvardy.* The Audubon Society Field Guide to North American Birds. New York, 1984.
7. *Herbert S. Zim, Ira N. Gabrielson.* Birds. A Guide to the Most familiar American Birds. A Golden Nature Guide. Simon and Schuster. New York, 1956.



შპს 616.33-002.44-022.7.579.835

მეცნიერებათა აკადემიის ბიულეტენი

ვ.თევზაძე, ჯ.ბენიშვილი

HELICOBACTERIA PYLORIS-ის მნიშვნელობა მაიმუნების კუჭის ექსპერიმენტული კიბოს განვითარებაში

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა თ. იოსელიანმა 20.07 1992)

დღეისათვის დადგენილია კუჭში კანცეროგენული ნიტროზოშენაერთების სინთეზის შესაძლებლობა ნიტრიტების ამინებთან ურთიერთქმედების შედეგად (Sander et al [1]). ამინები ჩვეულებრივ საკვანო რაოდენობითაა საკვებში, ნიტრიტები შეიძლება დამატებულ იქნეს საკვებ პროდუქტებზე (ხშირად კონსერვანტების სახით), ან წარმოქმნან ნიტრიტებიდან მათი აღდგენის შედეგად ზოგიერთი ბაქტერიის გავლენით.

არსებობს შეხედულება, რომ ერთ-ერთი ბაქტერია, რომელიც აღადგენს ნიტრატებს ნიტრიტებად, არის *Helicobacteria pyloris* [1].

Helicobacteria pyloris აღმოჩენილ იქნა ავადმყოფებში კუჭის მალაღლიფერენციურული ადენოკარცინომის დროს, როგორც სიმსივნის ქსოვილში, ასევე მის მეზობლად ლორწოვან გარსში, სადაც გამოხატული იყო მწვავე გასტრიტის სურათი [2]. შეიძლება *Helicobacteria pyloris* თამაშობდეს გარკვეულ როლს კუჭის კიბოს პათოგენეზში, განსაკუთრებით, ახალგაზრდა ავადმყოფებს შორის [3].

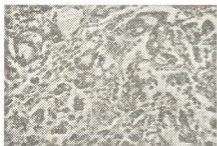
ჩვენ მიზნად დავისახეთ შეგვესწავლა კანცეროგენების წინამორბედებიდან ენდოგენური წარმოქმნის შესაძლებლობა მაიმუნებში და *Helicobacteria pyloris*-ის როლი ამ პროცესში, ამისათვის კის მაიმუნებში წინასწარ შესწავლილ იქნა *Helicobacteria pyloris*-ის არსებობა ურჯახის ტესტის გამოყენებით [4]. კუჭის კიბოს მისაღებად გამოიყენებოდა გასტროტროპული კანცეროგენი - N-ეთილ-N-ნიტრო-ნიტროზოგუანიდინი (ენნგ), რომელსაც, როგორც ცნობილია [5,6], შეუძლია მაიმუნებში კუჭის ავთვისებიანი სიმსივნის წარმოქმნა.

ცდები ჩატარებულ იქნა *N. caca fascicularis*-ის ჯიშის 12 მაიმუნზე (მამალი - 11, დედალი - 1), რომლებიც იმ კოფებოდნენ საქართველოს ონკოლოგიის სამეცნიერო ცენტრის ვივარიუმის ჩვეულ პირობებში დიეტაზე. ცხოველები დაყავიით სამ ჯგუფად: I ჯგუფში იყო 7 ცხოველი, რომელთაც წინასწარი გამოკვლევით *Helicobacteria pyloris* არ აღმოაჩნდათ და რომლებიც კვირაში ორჯერ პერორალურად ღებულობდნენ ენნგ-ს 2%-იან სუსპენზიას მზეს ემზიარას ზეთში, დოზით 50 მგ/კგ მასაზე. II ჯგუფში ავიყვანეთ სამი მაიმუნი, ჰათ დადგენილი ჰქონდათ *Helicobacteria pyloris*-ის არსებობა და მათგან ორი ღებულობდა ენნგ-ს წყალხსნარს. III ჯგუფში იყო ორი მაიმუნი, ორივეს აღმოაჩნდა *Helicobacteria pyloris*, მათგან ერთი ღებულობდა ენნგ-ს, ხოლო დანარჩენ ორს (II-III ჯგუფებიდან) პერორალურად საკვებთან ერთად ეძლეოდა ყოველდღიურად De-Nol (ინდოეთი) - ერთი ტაბლეტი 5 მგ/კგ, ბისმუტის პრეპარატი, რომელსაც გააჩნია ანტიპელიოზაქტერიული მოქმედება.

გასტრობლასტომოგენეზის დინამიკაში შესასწავლად მაიმუნებს კვირაში ერთხელ უტარდებოდათ საყლაპავის და კუჭის ენდოსკოპია "Olimpul" BP-JTR. ფიბროგასტროსკოპის მეშვეობით ვიღებდით კუჭის ლორწოვანის რამდენიმე ნაჭერს



პილოროს ანტრალური ნაწილიდან. ნაჭრებს ვათავსებდით ნეიტრალურ ფორმალინის 10%-იან ხსნარში და ვაყალიბებდით ცელოიდში. ანათლებს ვლგებდით ჰემატოქსილინით და ეოზინით (სურ.ა). ცდის ბოლოს, 120 კვირის შემდეგ, შევისწავლეთ ურეაზას ტესტი იმ მაიმუნებში, რომელთაც დადგენილი ჰქონდათ *Helicobacteria pyloris*-ის არსებობა, კრისტენსენის ნიადაგის გამოყენებით 3 და 24 საათის შემდეგ.



სურ. მაიმუნი 9: ა. HELICOBACTERIA PYROLIS კუჭის ლორწოვანში ბ. კუჭის ადენოკარცინომა. შეღებვა ჰემატოქსილინ-ეოზინით. გადიდება 300.

ჩატარებული ცდები მოწმობენ, რომ ენგ-ს ხანგრძლივ შეყვანას შეუძლია განახორციელოს მაიმუნებში კუჭის კიბოს ინდუქცია. მიღებული სიმსივნეები თავისი ბიოლოგიური მონაცემებით, მიმდინარეობითა და კლინიკური გამოვლინებით ძალიან ახლოსაა ადამიანის შესაბამის პათოლოგიასთან. კუჭის კიბოს წარმოქმნამდე რამდენიმე თვით ადრე ცხოველებს აღინიშნებოდათ წონაში დაკლება, რაც განპირობებული იყო იმით, რომ ისინი ხშირად უარს ამბობდნენ საკვების მიღებაზე. პერიოდულად აღინიშნებოდა გულისრევა და პირღებინებაც. სექციაზე კუჭის პილორული ნაწილი იყო მეტად გამკვრივებული, უპირატესად ლორწოვანის ხარჯზე და იკავებდა ფართობს 3 - 2 სმ, ხოლო განაკვეთზე ჰქონდა მორუხო-თეთრი ფერი. მიკროსკოპულად სიმსივნეები შედგებოდა ატიპური, პოლიმორფული უჯრედებისაგან, გადიდებული, ჰიპერქრომული ბირთვებით და ბაზოფილური ციტოპლაზმით. მიტოზები გახშირებული იყო (სურ.ბ). სიმსივნეები ჩაზრდილი იყო კუჭის კედლის ყველა ნაწილში, მათ შორის სეროზულ გარსშიც. მეტასტაზები სხვა ორგანოებში არ აღინიშნებოდა. I ჯგუფის მაიმუნებში ერთ შემთხვევაში 120 კვირის შემდეგ განვითარდა სიმსივნე, რომლის მიკროსკოპულად შესწავლის შემდეგ დაისვა დაბალდიფერენცირებული ადენოკარცინომის დიაგნოზი. II ჯგუფის სამი მაიმუნიდან ორ შემთხვევაში სიმსივნის წარმოქმნა აღინიშნა 100 კვირის შემდეგ. მიკროსკოპულად დადგინდა ადენოკარცინომა. მესამე მაიმუნის კუჭის ლორწოვანში აღინიშნებოდა გამოხატული ჰიპერპლაზია. ურეაზას ტესტი სამივე შემთხვევაში იყო დადებითი 24 საათის შემდეგ. III ჯგუფის ცხოველებში სიმსივნე არ განვითარდა. ურეაზული აქტივობა ორივე შემთხვევაში იყო უარყოფითი, როგორც 3, ასევე 24 საათის შემდეგ (ცხრილი). აღსანიშნავია II ჯგუფის მაიმუნებში კიბოს განვითარების ლატენტიური პერიოდის შემცირება და მორფოლოგიური შესწავლისას სიმსივნის სიმწიფის ხარისხის შეცვლა, რაც შეიძლება გამოწვეული იყოს ენგ-ს და *Helicobacteria pyloris*-ის ერთდროული ცალ-ცალკე მოქმედებით მათი სინერგიზმით. ამავე ჯგუფში აღსანიშნავია კუჭის ლორწოვანის ჰიპერპლაზია



გასტროტროპული კანცეროგენის გამოყენების გარეშე. III ჯგუფში De-Nol მიღების შემდეგ გამოვლინდა მისი სრული ანტიპელიკობაქტერიული მოქმედება.

ცხრილი

მამოდიფიცირებელი ფაქტორების მნიშვნელობა მაიმუნის კუჭის კიბოს განვითარებაში

საცდელი ჯგუფები და მაიმუნების ნუმერაცია	სქესი	მამოდიფიცირე- ბელი ფაქტორები	ურეაზული აქტივობა		ლატენტური პერიოდი სიმსივნის წარმოქმნი- სათვის	სიმსივნის მორფო- ლოგიური შენება
			3 სთ	24 სთ		
I სერია						
1	მამალი	ენნგ	-	-	-	-
2	დედალი	ენნგ	-	-	-	-
3	მამალი	ენნგ	-	-	-	-
4	მამალი	ენნგ	-	-	-	-
5	მამალი	ენნგ	-	-	-	-
6	მამალი	ენნგ	-	-	-	-
7	მამალი	ენნგ	-	-	120 კვირა	ადენოკარ- ცინომა
II სერია						
8	მამალი	ენნგ+Helicobac- teria pyloris	+	+	100 კვირა	დაბალდიფე- რენცირე- ბული ადენოკარ- ცინომა
9	მამალი	ენნგ+Helicobac- teria pyloris	+	+	100 კვირა	დაბალდიფე- რენცირე- ბული ადენოკარ- ცინომა
10	მამალი	ენნგ+Helicobac- teria pyloris	+	+	-	-
III სერია						
11	მამალი	ენნგ+Helicobac- teria pyloris +De- Nol	+	-	-	-
12	მამალი	ენნგ+Helicobac- teria pyloris +De- Nol	-	-	-	-

ამ მოვლენამ, უნდა ვივარაუდოთ, რომ დაარღვია კანცეროგენის ენდოგენური სინთეზი, რამაც გამოიწვია ენნგ-ს ბლასტომოგენური ეფექტის ინგიბირება. ყოველივე ზემოთ აღნიშნული გვაფიქრებინებს, რომ გასტროტროპული კანცეროგენის ენნგ-ს მოქმედების რეალიზაციაში გარდა კანცეროგენის უშუალო მოქმედებისა,

გარკვეული მნიშვნელობა აქვს სხვა ფაქტორებსაც, რომელთა შორის *Helicobacter pylori*-ს შეუძლია გარკვეული ადგილი დაიკიროს. ჩატარებულმა ცდებმა ერთხელ კიდევ დაგვარწმუნა რომ ენჯ-თი ინდუცირებული მაიმუნების კუჭის კიბო წარმოადგენს ისეთ ოპტიმალურ ექსპერიმენტულ მოდელს, რომელზეც მეტად მოხერხებულია ადამიანის კუჭის ავთვისებიანი სიმსივნეების პათოლოგიის მთელი რიგი საკითხების შესწავლა.

საქართველოს რესპუბლიკის ჯანდაცვის და
სოცულრუნველყოფის სამინისტროს
ონკოლოგიის სამეცნიერო ცენტრი

(შემოვიდა 23.07.1992)

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

В.Б.Тевзадзе, Д.Ш.Бениашвили

Значение *HELICOBACTERIA PYLORIS* в развитии экспериментального рака желудка у обезьян

Резюме

В опытах использовались 12 обезьян породы *Macaca fascicularis*. Животные были разделены на 3 группы. I группе давали гастротропный канцероген этил-N-нитро-нитрозогуанидин (ЭННГ). Во II группе при наличии *Helicobacter pylori* двое из трех получали ЭННГ. В III группе при наличии *Helicobacter pylori*, кроме ЭННГ, обезьянам давали антигеликобактерийный препарат De-Nol. В I и II группах наблюдались опухоли желудка, при этом у животных I группы сократился средний латентный период развития рака. В III группе опухоли желудка не были обнаружены и наблюдалась уреазонегативность.

EXPERIMENTAL MEDICINE

V.Tevzadze, D.Beniashvili

The Role of *HELICOBACTERIA PYLORIS* in the Development of Experimental Gastric Cancer in Monkeys

Summary

Experiments were performed in 12 *Macaca fascicularis* monkeys which were divided into 3 groups. In group 1 animals were given gastrotropic carcinogen ethilnitronitrosoguanidine (ENNG); in group 2, with *HELICOBACTERIA PYLORIS* present, two animals of three received ENNG, in group 3 (with *HELICOBACTERIA PYLORIS* present), antihelicobacterial drug De-Nol was given besides ENNG. In groups 1 and 2 gastric tumors were observed, with animals of group 2 showing a reduction in the mean latent period of gastric cancer development. In group 3 no cases of gastric cancer were detected and urease-negative results were observed.



ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. *Ф.К.Джиоев, Г.Б.Плисс.* Практические и научные основы профилактики канцерогенных воздействий. Л., 1984.
2. *S.Mazen et al.* J.Egypt. Med.Assoc. **72**, 55, 1989, 459-465.
3. *R.Loffeld et al.* Histopathology, **17**, 6, 1990, 537-541.
4. *თ.კერესელიძე და სხვ.* საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის შრომებე, **143** 2, 1992.
5. *H.Ohgaki.* J.Nat.Cancer Inst., **77**, 1986, 179-186.
6. *Z.Azentirway.* Jpn. J. Cancer Res., **81**, 1990, 6-9.



რ. ხომერიკი

საყოფაცხოვრებო მაგნიტური ველებით და ეთილნიტროზოშარდოვანათი ინდუცირებული ტრანსპლაცენტური სიმსივნეების ბიოლოგიური და მორფოლოგიური თავისებურებანი

(წარმოადგინა მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა, თ.დგანოსიძემ 4.05.1993)

ეპიდემოლოგიური მონაცემებით [1-3] ამ ბოლო დროს აღინიშნება ბავშვებში ავთვისებიანი სიმსივნეებისა და ლეიკოზების გაზრდა საყოფაცხოვრებო დანადგარებში გამოყენებული ელექტრომაგნიტური ველების ზემოქმედების შედეგად.

ჩვენი გამოკვლევების მიზანს წარმოადგენდა საყოფაცხოვრებო მაგნიტური ველებით და ეთილნიტროზოშარდოვანათი (ენშ) შთამომავლობაში ინდუცირებული სიმსივნეების ბიოლოგიური და მორფოლოგიური თავისებურებების შესწავლა.

ექსპერიმენტში გამოყენებული იყო 50 ჰერცის სიხშირის, 160 ა/მ დაძაბულობის ცვლადი მაგნიტური ველი (ცმვ) და 300 ა/მ დაძაბულობის მუდმივი მაგნიტური ველი (მმვ), რომელთა პარამეტრები ადეკვატურია საყოფაცხოვრებო დანადგარებში გამოყენებული მაგნიტური ველების პარამეტრებისა.

ექსპერიმენტისთვის ავიყვანეთ 122 მაკე თეთრი უჯიშო ვირთაგვა, რომლებიც დაყოფილი იყვნენ შემდეგ ჯგუფებად, 1. ცმვ - 20 ვირთაგვა; 2. მმვ - 20; 3. ენშ +ცმვ - 25; 4. ენშ+მმვ - 25; 5. კონტროლი - 32 ვირთაგვა.

ექსპერიმენტმა გვიჩვენა, რომ ვირთაგვების პლაცენტა არ წარმოადგენს ბარიერს ცმვ-სა და მმვ-სათვის. როგორც ცხრილიდან ჩანს, მაკეობის ბოლო მესამედში ცმვ და მმვ-ს ზემოქმედება და ენშ-ს შეყვანა ღოზით 80 მგ/კგ, განაპირობებს შთამომავლობაში უპირატესად ნეიროგენური და ნეფროგენური სიმსივნეების ინდუცირებას. ყველაზე ხშირად სიმსივნეები ცხოველებს განუვითარდათ პერიფერიულ ნერვულ სისტემაში (130 შემთხვევა). ლოკალიზაციის მიხედვით ისინი განაწილდნენ შემდეგნაირად, მარცხენა საჯდომი ნერვი - 40, მარჯვენა საჯდომი ნერვი - 20, კისრის მარცხენა წნული - 12, კისრის მარჯვენა წნული - 26, გავა-წელის წნული - 19, სამწვერა ნერვის გასერის კვანძი - 13.

ყველაზე ხშირად პერიფერიული ნერვული სისტემის წარმონაქმნებიდან ცხოველებს აღენიშნებოდათ კეთილთვისებიანი სიმსივნეები, რომელთა რაოდენობა შეადგენდა - 100 (77 %), ისინი უფრო ადრე და მეტი რაოდენობით უჩნდებოდათ III და IV ჯგუფის ვირთაგვებს, სხვა ჯგუფებთან და კონტროლთან შედარებით.

განსაკუთრებით უნდა აღინიშნოს, რომ ცმვ და მმვ-ს შეუძლიათ შთამომავლობაში სიმსივნეების წარმოქმნა კანცეროგენის შეყვანის გარეშეც (განსაკუთრებით I ჯგუფში).

უმეტეს შემთხვევაში სიმსივნეების ზომა იყო 3-7 სმ. ისინი დაკავშირებული იყვნენ პერიფერიულ ნერვებთან, ჰქონდათ მკვეთრად გამოხატული საზღვრები, ოვალური,



ხანდახან თითისტარას მსგავსი ფორმა, რბილი - ელასტიკური კონსისტენცია. განაკვეთზე სიმსივნეები იყო ბოჭკოვანი, ბრწყინვალე, თეთრი ან რუხი ფერის ყვითელი კუნძულებით. სიმსივნეების ფერი და კონსისტენცია ხშირად იცვლებოდა დისტროფიული ცვლილებების და სისხლჩაქცევების გამო. სიმსივნის ცენტრში ხშირად აღინიშნებოდა ნეკროზული უბნები და კისტოზური ღრუები.

ჩატარებული ცდები მოწმობენ, რომ საყოფაცხოვრებო მაგნიტური ველები მოქმედებენ მიღებული სიმსივნეების მორფოლოგიურ სპექტრზედაც. ასე მაგალითად, III და IV ჯგუფის ვირთაგვებს უფრო ხშირად აღენიშნებოდათ ავთვისებიანი წარმონაქმნების (ნეიროგენური სარკომები და სიმპათოზლასტომები) განვითარება ვიდრე I, II და V ჯგუფის ცხოველებს, სადაც ჭარბობდა კეთილთვისებიანი სიმსივნეები - ნეირინომები.

ცხრილი
ნეიროგენული სიმსივნეების განაწილება მათი ლოკალიზაციისა და მორფოლოგიური სტრუქტურის მიხედვით

მორფოლოგიური შენება	კეთილთვისებიანი სიმსივნეები										ავთვისებიანი სიმსივნეები										სულ
	ფასციკულარული ნეირინომა					რეტიკულარული ნეირინომა					ნეიროგენული სარკომა					სიმპათოზლასტომა					
	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	
მარცხენა საჯდ. ნერვი	-	-	-	2	1	-	1	17	11	3	-	-	3	-	2	-	-	-	-	-	40
მარჯვენა საჯდ. ნერვი	1	-	1	-	1	1	-	5	7	1	-	-	2	-	1	-	-	-	-	-	20
მარცხენა კისრ. წნული	-	-	-	-	2	1	-	-	1	2	-	-	2	1	1	-	-	1	1	-	12
მარჯვენა კისრ. წნული	1	-	9	7	2	-	-	1	-	1	-	-	1	1	2	-	-	1	-	-	26
გაფა-წელის წნული	1	-	-	-	1	-	-	2	2	2	-	-	2	3	1	-	-	3	2	-	19
სამწვ. ნერვ. გასერის კვძ.	1	1	-	1	3	1	1	1	1	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13
სულ	4	1	10	10	10	3	2	26	22	12	-	-	10	5	7	-	-	5	3	-	130
	35					65					22					8					

ჰისტოგენეზის მიხედვით ყველაზე ხშირად დაისვა ნერვის გარსიდან წარმონაქმნილი სიმსივნის (100 შემთხვევა), შედარებით იშვიათად სიმპათიკური ნერვული სისტემის წარმონაქმნის დიაგნოზი (8 ცხოველი). 100 ნეირონომიდან 65 ჰქონდა რეტიკულარული, ხოლო 35 - ფასციკულარული ნეირონომის მიკროშენება, ამ სიმსივნეთათვის დამახასიათებელი სტრუქტურებით („ვეროკაის სხეულაკებით“). 22 შემთხვევაში დიაგნოსტირებულ იქნა ნეიროგენური სარკომა. ფასციკულარული ნეირინომები შედგებოდა წაგრძელებული უჯრედების კონებისაგან, რომელთაც გააჩნდათ ჩხირისმაგვარი ბირთვები და ქმნიდნენ კონცენტრულ ფიგურებს. იშვიათად გვხვდებოდა მესერისმაგვარი სტრუქტურები. რეტიკულარულ ნეირინომებში არ აღინიშნებოდა ფასციკულარული ნეირინომებისათვის დამახასიათებელი ბოჭკოებისა და უჯრედების კონებად განლაგება და არცერთ შემთხვევაში არ შეგვხვდებოდა მესერისმაგვარი სტრუქტურები. 22 ვირთაგავს დაუდგინდა სხვადასხვა ხარისხის



სიმწიფის ნეიროგენური სარკომის დიაგნოზი. სიმსივნეების სიმწიფის ხარისხის შემცირებისას აღინიშნებოდა უჭრედშუა სუბსტანციის შემაერთქსოვილოვანი და ანგიოფიბროზული ბოჭკოების რაოდენობის შემცირება. სამაგიეროდ იზრდებოდა უჭრედების რაოდენობა, ისინი ღებულობდნენ პოლიმორფული, თითისტარასმაგვარი, პოლიგონალური, გიგანტური და მრავალბირთვოვანი უჭრედების ფორმას. სიმპათობლასტომები შედგებოდა წვრილი მრგვალი უჭრედებისაგან, რომლებსაც გააჩნდათ ისეთი დიდი ბირთვი, რომელიც თითქმის მთლიანად ავსებდა მთელს უჭრედს.

ამრიგად, საყოფაცხოვრებო დანადგარებში გამოყენებული დაბალი სიხშირის მაგნიტური ველის ტრანსპლაცენტური ზემოქმედების შედეგად ვირთაგვების შთამომავლობაში მიიღება ისეთი სიმსივნეები, რომლებიც თავისი თავისებურებებით ძალიან ახლოს არიან ბავშვებში გავრცელებულ სიმსივნებთან და ამიტომაც წარმოადგენენ მათ ადექვატურ მოდელს.

საქართველოს რესპუბლიკის ჯანდაცვის
საინისტრო ონკოლოგიის სამეცნიერო ცენტრი

(შემოვიდა 13.5.1993)

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

Р.В.Хомерики

**Биологические и морфологические особенности
трансплацентарных опухолей, индуцированных
бытовыми магнитными полями и
этилнитрозомочевинной**

Резюме

Для выявления биологических и морфологических особенностей трансплацентарных опухолей, индуцированных бытовыми магнитными полями и этилнитрозомочевинной, опыты были поставлены на 122 белых беспородных крысах. В потомстве животных получены опухоли, которые по своим биологическим и морфологическим особенностям близки к опухолям, распространенным среди детей. Установлено, что бытовые магнитные поля (особенно переменное магнитное поле) могут индуцировать опухоли и без введения канцерогена.

EXPERIMENTAL MEDICINE

R. Khomeriki

**Biological and morphological properties of transplacental tumors
induced with household magnetic fields and with ethylnitrosourea**

Summary

Biological and morphological properties of transplacental tumors, induced with household magnetic fields and ethylnitrosourea uptake were studied in experiments with 122 white inbred rats. The obtained tumors in animals progeny were similar by



their biological, morphological properties with the tumors widespread in children. It is established that household magnetic fields (especially the variable magnetic field) can also induce tumors without cancerogene introduction.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. *Е.Б.Гурвич, Э.А.Новохатская.* Гигиена труда и проф. заболеваний, 10, 1989, 37-38.
2. *R.A. Cartwright.* Cancer, 60, 5, 1989, 649-651.
3. *N. Wertimer, E. Leeper.* Amer. J. of Epidemiology, 109, 1979, 273-284.

UDC.616.728.2 - 617.57

EXPERIMENTAL MEDICINE

O.Gudushauri (Academician), M.Moldavski, M.Zimitski, V.Glien, P.Hutschenreuther

Computerized System of Case History for the Departments Carrying out Endoprosthesis of Hip Joint

Scientific center of traumatology and orthopedy and KERAMED Medizintechnik GmbH have been fulfilling scientific project in creating of total endoprosthesis of hip joint.

At the given stage a number of models of endoprosthesis and instruments were created for endoprosthesis. Basic directions of joint work are endoprosthesis of noncement fixation, as well as those of revision types.

Computerized system of case history was developed for the endoprosthesis of hip joint departments. The system is realized for IBM compatible personal computer equipped with EGA compatible monitor and is oriented for nonprofessional (nonprogrammer) user.

System menu permits the user to install recommended basic scheme of history cases in accordance with the needs of the department. System interface is build in the form of "sliced windows", i.d. for every topic of a case history a single virtual screen (window) provided with private menu and pop-up help screen is presented and it is possible to skip from one window to another in the process of the work, so the whole procedure closely imitates the habitual manipulation with papers, besides, the size and the arrangement of the windows can be installed by the user. Thus the system meets the professional editor's basic requirements.

The possibility to select the search attribute from the fields of cases or from the combination of fields is provided. For example data search and retrieval is possible by the name of the patient or the doctor or by the disease e.t.c. depending on the user's wish. The automatic search in the system is accompanied by visual viewing. The content of the search fields is displayed on the screen and the user can select the necessary case with the help of the cursor.

The suggested scheme of history case recording organized as tree pattern structure the root of which is constant and contains information about the patient - name, the date of birth, height, etc. The next level of the structure is the information recorded at admission to the departments. As one and the same patient can be admitted to the hospital several times with different diseases, the system has to provide the possibility to select the desirable branch according to the record. The further branching is based on surgeon's records.

Records of both of the surgeon and that of admission department include the following topics:

- general information about the patient;
- information about the prosthesis;

- description of the acetabulum and femur bone;
- description of the surgery;
- other recommended procedures.

Each topic is selected from the menu in the form of "exploded window" with subtopics where the data are recorded. Having selected the specific surgery branch one can exert the postoperative follow up form planned for 48 months period, where only the data concerning the current month being available for modification.

The information input is performed as the work with menu where the standard options on the given item are offered and the user can select the suitable option or add the additional one to the menu. For instance the thigh pain menu may consist of the following options:

- none
- occasional
- mild pain
- severe.

The user can select one of the offered options or can add, for instance, "totali disabled" and in the next call of the menu all the five options will be presented.

The program is developed on the "C" language since realization of the above mentioned possibilities using the standard data base management systems could lead to the increase in size and decrease in software speed of this program product and would make it unsuitable for using on computers of low capacity such as "XT PC".

Scientific Centre of Orthopaedy and Traumatology
Tbilisi, Republic of Georgia

ქმსპარიმენტული მემიციონა

ო.ღუღუშაური (საქართველოს მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი), მ.მოლდავესკი, მ.ზიმისკი,
ვ.გლინი, პ.ხუჩინაუტერი

ავადმყოფობის ისტორიის წარმართვის ავტომატიზებული
სისტემა მენჯბარძაყის სახსრის ენდოპროთეზირებაზე
მომუშავე განყოფილებებისათვის

რ ე ზ ი უ მ ე

იმ განყოფილებებისათვის, რომლებიც მუშაობენ მენჯბარძაყის სახსრის ენდოპროთეზირებაზე, ჩვენ მიერ იქნა დამუშავებული ავადმყოფობის ისტორიის წარმართვის ავტომატიზებული სისტემა.

სისტემა განხორციელებულია IBM-თავსებად პერსონალურ კომპიუტერზე EGA-თავსებადი მონიტორით და განკუთვნილია არაპროფესიონალი მომხმარებლისათვის (არაპროგრამისტი).



О.Гудушаури (академик АН Грузии), М.Молдавский, М.Зимляцкий, В.Глин,
П.Хучинаутер

Автоматизированная система ведения истории болезни для отделений, занимающихся эндопротезированием тазобедренного сустава

Резюме

Для отделений, занимающихся эндопротезированием тазобедренного сустава, нами была разработана автоматизированная система ведения истории болезни.

Система реализована на IBM-совместимом персональном компьютере с EGA-совместимым монитором и ориентирована на непрофессионального пользователя (непрограммиста).

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. *A.Leo, M.D.Whitesite, at all.* Depaul Biomechanic Research Laboratory Handbook, 1988.
2. *M.Tokoro, Y.Ishikawa.* Proc. Int. Conf. on Fifth Generation Computer Systems, Tokyo, Japan, Nov. 6-9. Institute for New Generation Computer Technology, 1984, 623-631.



Э.В.Квавадзе, А.П.Рухадзе, Г.Ф.Букреева

Общие черты распределения растительного покрова
 Абхазии в связи с тепло- и влагообеспеченностью
 климата в голоцене (по палинологическим данным
 отложений приморской низменности и шельфа)

(Представлено академиком А.К.Габуния 21.05.1993)

Комплексное изучение 35 разрезов из различных поясов растительности (1500 образцов с интервалом отбора 1;3;5;10;20;50;100 см) на базе анализа субфоссильных спорово-пыльцевых спектров (СПС) современных отложений позволило выявить климатические изменения, имевшие место в голоцене, и провести детальное расчленение голоценовых отложений, полностью основанное на климатической стратиграфии [1,2].

По особенностям СПС выделено пять эталонных палинозон с подзонами и микроподзонами. Все выделенные периоды и субпериоды хорошо сопоставляются, имеют геохронологическую привязку серий датировок по ¹⁴C. Фитоценотическая и экологическая характеристика состава палинозон, подзон и микроподзон и соответствующие им количественные оценки элементов климата свидетельствуют о неоднократном чередовании в голоцене теплых и холодных климатических фаз. Радиоуглеродные датировки и сопоставление климатических событий и характера изменений в растительном покрове по отдельным разрезам позволяют проследить одновременность определенных этапов в развитии растительности и климата на всей территории Абхазии.

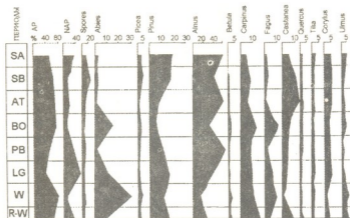


Рис.1. Схематическая пыльцевая диаграмма верхнеплейстоценовых и голоценовых отложений низменности



Растительный покров этого региона не был стабильным в голоцене, на что указывают частые смены доминантов и постоянные внутрiformационные перестройки, вызванные климатическими условиями каждого из его периодов. Усредненные процентные значения содержания в СПС пыльцы доминантных древесных пород (табл. 1,2), рассчитанные по всем изученным разрезам приморской низменности и шельфа, послужили основанием для построения схематических пыльцевых диаграмм (рис.1,2), представляющих собой модель распределения растительности в голоцене, отражающую тенденцию его климатических трендов и демонстрирующую синхронность природных процессов и основных рубежей голоцена как на территории Абхазии, так и в глобальном масштабе. Кроме того, спектры континентальных отложений (табл.1, рис.1) дают представление и о распределении растительного покрова предшествовавших голоцену периодов, которые, несмотря на отсутствие датировок, хорошо расчленяются по особенностям СПС.

В спектрах отложений **рисс-вюрмского** межледниковья (RW) преобладает пыльца ольхи, сосны, граба и каштана, заметно участие пихты и бука. Нижняя граница **вюрма** (W) проводится по первому максимуму пыльцы пихты, бука и группы древесных (AP), возрастанью количества пыльцы ильма и минимуму пыльцы каштана.

Таблица 1

Усредненные показатели содержания пыльцы доминантных и субдоминантных компонентов СПС в отложениях низменности (%)

Периоды	Компоненты спектров														
	AP	NAP	Spores	Abies	Picea	Pinus	Alnus	Betula	Carpinus	Fagus	Castanea	Quercus	Ulmus	Tilia	Corylus
Совр.	50	36	13	1,4	3	20	47	0,2	4	3	5	1	2	1,5	6
SA	54	32	14	1,5	2,6	18	52	0	3,4	1,8	4,9	1,2	2,7	1,2	5,4
SB	56	14	30	1,6	2,9	17,3	38	0,1	5,8	3,2	14	2,4	2,1	1	5,6
AT	70	17	13	0,6	1	7,5	50	0,1	5,3	2,2	17	4	1,2	0,8	4,7
BO	80	13	7	15	1,8	5,5	27	1,4	13	11	6,6	1,4	3	0,9	3,7
PB	59	35	6	1,6	0,8	11	54	0	7,7	2,7	4,3	0,6	0,8	0,5	4,7
LG	40	55	5	10	2	15	36	0,3	9	6	4,7	1,2	1,5	1,6	5
W	80	12	8	29	2,5	11,3	14	0,4	12	9	2,2	0,3	3,7	1,4	1,5
RW	62	32	6	9,9	2	15	23	0,6	15	4,5	8	1	3	1	3,4

Спектры **позднеледниковья** (LG) отличаются заметным уменьшением количества пыльцы AP (особенно верхнегорных компонентов леса) и максимальным содержанием травянистой (NAP). Несколько возрастает содержание пыльцы каштана при некотором уменьшении граба. Увеличивается количество пыльцы сосны и ольхи.

В спектрах **пребореала** (PB) резко снижается содержание пыльцы пихты. Значительно меньше пыльцы бука, а ольха представлена максимально. Причина уменьшения количества пыльцы граба и каштана



- удаление последних от места седиментации. Очень четко фиксируется граница **бореала** (BO) по резкому увеличению в СПС содержания пыльцы пихты, бука, граба и в целом группы AP. Граница **атлантика** (AP) проводится по преобладанию пыльцы каштана и второму максимуму пыльцы ольхи, количество пыльцы пихты и бука сводится при этом к минимуму. Нижняя граница **суббореала** (SB) проводится по максимумам пыльцы ели и споровых. Наблюдается увеличение в СПС количества пыльцы пихты, бука и граба.

В СПС **субатлантика** (SA) продолжается начавшееся с атлантика уменьшение количества пыльцы AP, возрастает содержание NAP. Снова увеличивается количество пыльцы ольхи (третий максимум) и сосны - индикаторов наличия обезлесенных пространств, что вместе с уменьшением количества пыльцы многих нижнегорных компонентов леса надо считать результатом антропогенного воздействия. Много пыльцы ильма.

Спектры **современных** отложений близки к субатлантическим, но в них пыльцы AP еще меньше. Уменьшается содержание пыльцы ольхи, дуба, ильма. Несколько больше сосны, ели, бука, граба, липы, лещины. Возрастает число спор.

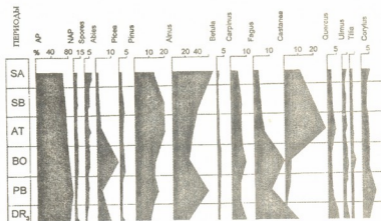


Рис.2. Схематическая пыльцевая диаграмма голоценовых отложений шельфа Черного моря

Спецификой морских отложений (табл.2, рис.2) является то, что в них содержание пыльцы AP значительно превосходит по количеству травянистую и споры. Больше здесь и пыльцы компонентов верхнегорных лесов, беспрепятственно поступающей по рекам и воздуху, тогда как в осадках низменности преобладает пыльца местной растительности.

Несмотря на присущие особенности, СПС шельфа в точности повторяют отмеченные выше закономерности континентальных спектров, отражая те же тенденции в развитии растительности и климата голоцена Абхазии, о чем свидетельствует идентичность хода кривых на обеих пыльцевых диаграммах (ср.рис.1,2).

Усредненные показатели содержания пыльцы доминантных и субдоминантных компонентов СПС (%) и элементов климата и отклонение последних от современных значений (по данным отложений шельфа)

Период	Компоненты спектра															Элементы климата				Отклонения			
	AP	NAP	Spores	Abies	Picea	Pinus	Alnus	Betula	Carpinus	Fagus	Castanea	Quercus	Ulmus	Tilia	Corylus	T _н °	T _в °	T _г °	Σ _{ок}	T _н °	T _в °	T _г °	Σ _{ок}
Солр.	75	11	14	1,4	2	12	45	0	10	8	6	4	1,4	1,4	6	23,5	6	14,5	1400	--	--	--	--
SA	76	5,6	17,4	0,6	1,5	12,5	53	0,1	3	3,3	10	1,6	1,3	0,3	4,2	22,6	5,8	14,2	1532	-0,9	-0,2	-0,3	132
SB	78	6,6	15,4	1,3	1,9	19,1	37	0,1	5,4	4	20	2,6	1,9	0,3	3	21,9	6,1	13,2	1602	-1,6	0,1	-1,3	202
AT	79	7	16	2,9	1,7	19	25	0,5	7	5,3	28	5	1,7	0,9	3,7	22,2	6	13,5	1670	-1,3	0	-1,0	270
BO	84	7	9	13	1,6	13	23	0,8	8	20	4,1	2	2,9	0,9	3,7	19,4	3,3	10,7	1827	-4,1	-2,7	-3,8	427
PB	80	2	18	2,8	0,8	14	46	0,4	4,8	11	8	2,4	2,2	0,8	8	23,3	6,2	15	1403	-0,2	0,2	0,5	3
DR ₁	82	14	4	7,7	1,7	9,5	26	0,8	8	28	1,1	5,5	3,7	0,9	4,8	18,3	3,4	9,4	1929	-5,2	-2,6	-5,1	522



Предложенная модель распределения пыльцы преобладания древесных пород в отложениях низменности и шельфа Абхазии наглядно демонстрирует также снижение верхнегорных лесов при похолоданиях с повышением содержания в СПС пыльцы пихты, бука, березы, и смещение их кверху, когда в спектрах, отражающих потепление, содержание пыльцы этих компонентов ничтожно или она отсутствует, уступая место пыльце термофильных пород.

Не менее интересную информацию предоставляет анализ хода кривой пыльцы трав (рис.1). Судя по таксономическому составу, это в основном представители псаммофильной растительности приморских песков. Поэтому можно предполагать, что степень присутствия их пыльцы в СПС тесно связана с положением береговой линии: при приближении (трансгрессия) ее к местонахождению изученных разрезов количество пыльцы NAP в осадках увеличивается, а при удалении (регрессия) уменьшается. Эта закономерность менее четко выражена лишь в AT из-за сплошного распространения в прибрежной полосе болотистых ольховых лесов и в SB - вследствие доминирования спорых.

С целью демонстрации общих закономерностей в соотношении тепло- и влагообеспеченности исследованного региона аналогично были обобщены количественные оценки элементов климата (табл.2), восстановленные компьютерным анализом по пакету программы „Палеоклимат-1“ [3,2], из которой видно, что на протяжении более 10 тыс.лет прослеживается в целом одна и та же тенденция: с понижением температуры воздуха происходит увеличение влажности, при потеплении влажность уменьшается. Отклонения усредненных по периодам голоцена температур и количества осадков от современных значений (табл.2) показывают, что самыми холодными и влажными были поздний дриас (DR₃) и бореал, после которого усредненные показатели влажности постепенно понижаются до современных значений при незначительном колебании температур. В частности, усредненные среднеиюльские температуры в течение всего голоцена были ниже теперешних; январские, за исключением DR₃ и ВО, колебались в пределах, близких к современным, среднегодовые же были близки к нынешним в PB, AT и SA, в остальное время - заметно ниже. Влажность почти всегда выше, чем сейчас, за исключением PB, который по климатическим параметрам оказался наиболее близким к современному.

Таким образом, Абхазия в течение верхнего плейстоцена и в голоцене была покрыта лесными ценозами, состав которых в разные периоды не отличался постоянством. В позднем ринс-вюрме на низменности доминировали грабово-ольховые леса, подобные современным на глеево-подзолистых почвах [4], имевшие в то время наибольшее распространение. Вдоль протоков к ольхе примешивалась лапина. В травянистых ассоциациях прибрежной части региона преобладали псаммофилы: сложноцветные (в основном *Achillea*, *Artemisia*), злаки и маревые (*Salsola*). В предгорья спускались леса с каштаном и буком. В более сухих экотопах на выпуклых формах рельефа могли быть развиты грабово-дубово-дзельковые леса. К коренным породам примешивались ильм, липа, ясень. Из компонентов подлеска выделялась лещина,



встречались сумах и жимолость. Участие споровых было незначительным. Имевшая место некоторая миграция к низу темнохвойных лесов с примесью бука указывает на начинавшееся похолодание.

С наступлением вюрмских холодов и увеличением влажности в регионе верхнегорные леса претерпели максимальную миграцию к низу, достигнув низменности. Господствовали пихтовые леса с примесью ели и сравнительно небольшим участием бука. Грабово-ольховые леса продвинулись на освободившиеся в результате регрессии моря территории. Ильм, как более неприхотливый к условиям среды, именно в вюрме представлен максимально, больше стало и липы. В соответствующих экотопах произрастали каштан и дуб. Участие трав и папоротников незначительно. Появление в СПС низменности *Botrychium* надо считать одним из свидетельств приближения темнохвойных лесов.

Потепление в позднеледниковье способствовало подъему поясов растительности. Благодаря трансгрессии моря территория, занятая ранее лесами, сменилась прибрежной полосой с господством псаммофилов. Несколько расширились площади произрастания ольшатников. В нижнегорном поясе получили развитие грабово-буквые леса, к которым примешивался каштан.

Участие ильма в растительном покрове уменьшилось, дуба и лещины стало больше, а роль липы была максимальной. Верхнегорные леса несколько продвинуты кверху. Возможно, в это время здесь имело место расширение буковых лесов, на что может указывать большое количество пыльцы бука в отложениях шельфа (рис.2). Представление о климате дают следующие параметры: $T^{\circ}_{исолд} - 18,3^{\circ}$; $T^{\circ}_{лнв} - 3,4^{\circ}$; $T^{\circ}_{голл} - 9,4^{\circ}$; $\Sigma_{ос} - 1922$ мм/год (ныне соответственно - $23,5^{\circ}$; $6,0^{\circ}$; $14,5^{\circ}$; 1400 мм/год).

Начало голоцена (пребореал) характеризуется значительным поднятием поясов растительности. Максимальное развитие получили низовые ольховые леса, к ним снова примешивалась лапина. В нижнегорном поясе преобладали грабовые леса с участием каштана. Роль дуба и липы в растительном покрове несколько уменьшилась, стало больше лещины. В составе травянистых ассоциаций увеличивается участие осоковых, что подтверждает появление болот. Букво-пихтовые леса поднялись высоко в горы. Усредненные показатели влажности и температур почти равны современным, в частности: $T_{н}^{\circ} - 23,3^{\circ}$; $T_{л}^{\circ} - 6,2^{\circ}$; $T_{г}^{\circ} - 15^{\circ}$; $\Sigma_{ос} - 1403$ мм/г.

Бореал знаменуется сильным похолоданием и высокой влажностью. Верхнегорные леса снова спускаются достаточно низко, но не ниже, чем в вюрме, причем роль бука и пихты в них одинакова. Характерна и примесь березы. В предгорья и на низменность стягиваются букво-каштановые и грабово-дубовые леса, заметно сокращаются площади ольшатников. Участие липы незначительно, а позиции ильма снова усилились. Сосняки же до ВО были представлены более или менее равномерно, но теперь их роль понизилась в 2-3 раза. Так же как в вюрме, роль трав и споровых невелика. Климатические показатели: $T_{н}^{\circ} - 19,4^{\circ}$; $T_{л}^{\circ} - 3,3^{\circ}$; $T_{г}^{\circ} - 10,7^{\circ}$; $\Sigma_{ос} - 1827$ мм/г.

Атлантик отличается максимальным в голоцене поднятием поясов растительности. Главной особенностью этого времени является



экспансия каштана, максимально расширившего свой ареал и, вероятно, поднимавшегося в горы значительно выше, чем ныне. Роль граба существенно понижается до небольшой примеси в каштановых лесах. Липы также немного. Большие площади покрываются ольшатниками с участием лапины, тогда как роль ильма уменьшается. Наибольшее в голоцене распространение получает дуб, судя по макроостаткам, дуб Гартвиса [5], присутствие которого в отложениях Гудаутского района Абхазии (где он сейчас не растет) может служить одним из доказательств сравнительно более высокой влажности в то время. В составе травянистых при господстве сложноцветных и злаков увеличивается участие осоковых. Верхнегорные леса снова отступили высоко в горы. Несмотря на такое распределение растительности, вполне отвечающее климатическому оптимуму, термические параметры в приморской полосе ($T_{и}^{\circ} - 22,2^{\circ}$; $T_{я}^{\circ} - 6,0^{\circ}$; $T_{г}^{\circ} - 13,5^{\circ}$) ниже современных, влажность ($\Sigma_{ос} - 1670$ мм/г) повышена по сравнению с нынешней. Эта особенность свойственна субтропикам при глобальном потеплении [6].

Об ухудшении климатических условий в суббореале свидетельствует господство альпийско-субальпийских лугов в районе современной границы леса. Верхнегорные леса мигрировали книзу. Под их давлением каштановые леса атлантика заметно сократились и также стянулись книзу. Участие в них бука и граба стало больше, увеличилась примесь липы.

Роль дуба в растительном покрове понизилась почти вдвое, усилились позиции ильма. Сократились площади ольшатников. Продолжался процесс постепенного сокращения лесов, начавшийся после бореала. Среди трав при неизменном составе доминантами становятся осоковые и папоротники. Усредненные климатические параметры: $T_{и}^{\circ} - 21,9^{\circ}$; $T_{я}^{\circ} - 6,1^{\circ}$; $T_{г}^{\circ} - 13,2^{\circ}$; $\Sigma_{ос} - 1602$ мм/г. Климат в целом прохладнее, но влажность ниже, чем в АТ, вследствие аномального в конце периода повышения температур и сухости, прослеживаемого во всех поясах растительности. По сравнению же с нынешним климат SB был прохладнее и влажнее.

В начале субатлантика в районе современной границы леса субальпийские луга сменились буковым криволесьем, а позднее здесь получили развитие темнохвойные и буково-пихтовые леса. В нижнегорном поясе преобладали каштановые с небольшой примесью бука и грабово-дубовые, но их площади под сильным влиянием антропогенного фактора еще более сократились. Ольха по-прежнему образует низовые болотистые леса с примесью лапины, но также вместе с лещиной начинает быстро распространяться и на вырубках. Климат в целом более теплый, чем в SB, но прохладнее современного. Влажность продолжает понижаться. Усредненные климатические параметры: $T_{и}^{\circ} - 22,6^{\circ}$; $T_{я}^{\circ} - 5,8^{\circ}$; $T_{г}^{\circ} - 14,2^{\circ}$; $\Sigma_{ос} - 1532$ мм/г. В настоящее время интенсивная хозяйственная деятельность человека привела к тому, что от широколиственных лесов голоцена сохранились лишь сравнительно небольшие лесные массивы. Основными эдификаторами их по-прежнему являются дуб, граб, каштан, бук, ольха. Наиболее часто встречаются дубово-грабовые, дубово-грабинниковые, буково-грабовые и буково-каштановые леса. Характерны скальнолесные комплексы с горными сосняками. Сильно развит вечнозеленый подлесок из реликтов. В

низовой части страны узкой полосой или островами распространены болотистые ольховые леса с водно-болотной растительностью. Что касается климата, то ныне наблюдается тенденция к понижению температур и увеличению осадков, что не только не противоречит прогнозу о глобальном потеплении, а напротив, характерно для субтропиков в периоды оптимумов.

Таковы основные этапы истории развития растительности и климата Абхазии в голоцене. Подробная характеристика каждого из этих этапов в отдельности будет дана в специальных публикациях.

Академия наук Грузии
Институт палеобиологии
им. А. Ш. Давиташвили

Академия наук России
Институт геологии и
геофизики

(Поступило 4.06.1993)

პალეობიოლოგია

ე.კვავაძე, ლ.რუხაძე, გ.ბუკრეევა

აფხაზეთის მცენარეული საფარის განაწილების ზოგადი ხასიათი ჰოლოცენში ჰავის სითბოსა და ნესტიანობასთან დაკავშირებით (ზღვის სანაპიროსა და შელფის ნალექების პალინოლოგიური მონაცემებით)

რ ე ზ ი ე მ ე

პალინოლოგიური მასალის დეტალური ანალიზის შედეგად გაირკვა საკმაოდ საინტერესო კანონზომიერება აფხაზეთის ჰოლოცენის ჰავის განვითარებაში, რაც იმაში გამოიხატება, რომ სინესტის ზრდას, როგორც წესი, თან ახლავს აცივება. დათბობისას კი, პირიქით, ნალექების რაოდენობა კლებულობს. ამასთან პირდაპირ დამოკიდებულებაშია მცენარეულობის დინამიკა. შეინიშნება დომინანტების ხშირი ცვლა, მუდმივი შიდაფორმაციული გარდაქმნები, ამა თუ იმ ეკოლოგიური ჯგუფების პოზიციათა შესუსტება ან გაძლიერება.

PALAEOBIOLOGY

E. Kvavadze, L. Rukhadze, G. Bukreeva

General Characteristics of Vegetation Distribution in Abkhazia in Connection with Heat- and Water Supply of the Climate in the Holocene (from the Palynological Data on the Deposits of the Coastal Lowland and Shelf).

Summary

As a result of a detailed analysis of palynological material rather an interesting regularity in the evolution of the Holocene climate in Abkhazia has been revealed. Namely, cooling is, as a rule, accompanied by rising of humidity. And, on the contrary, during warming the amount of precipitations decreases. The vegetation dynamics directly depends on this factor. One can observe frequent changes of the dominants,



continuous intraformation rearrangements, weakening or intensification of one or other ecological groupings.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. *Э.В.Квавадзе, А.П.Рухадзе.* Растительность и климат голоцена Абхазии. Тбилиси, 1989.
2. *Э.В.Квавадзе, Г.Ф.Букреева, А.П.Рухадзе.* Компьютерная технология реконструкции палеогеографических условий в горах (на примере голоцена Абхазии). Тбилиси, 1992.
3. *Г.Ф.Букреева.* Автореф. докт. дисс. Новосибирск, 1990.
4. *А.Г.Долуханов.* Лесная растительность Грузии, ч.1. Тбилиси, 1989.
5. *А.П.Рухадзе.* В кн.: Флора и фауна мезо-кайнозоя Грузии. Тбилиси, 1991, 3-16.
6. *В.А.Зубаков.* Глобальные климатические события плейстоцена. Л. 1986.

კ. წერეთელი (აკადემიკოსი)

საქართველოს ტერიტორიაზე ნაპოვნი უძველესი არამეული წარწერა

1877 წელს სოფ. სტეფანწმინდაში (ამჟამად – დაბა ყაზბეგი), ეკლესიის გალავანში გ. ფილიმონოვმა აღმოაჩინა განძი, რომელშიც დაახლოებით 200 ნივთი იყო თავმოყრილი. მის შესახებ ცნობა მომდევნო 1878 წელს გამოქვეყნდა [1]. „ყაზბეგის განძი“, როგორც ცნობილია იგი დღეს, შეიცავდა სხვადასხვა ეპოქისა და კულტურის ნივთებს. მათ შორის გვხვდება: ვერცხლის პინაკი, ბრინჯაოს ჭურჭელი, ფიბულები, ირმის პატარა ქანდაკება, ადამიანის გამოსახულება, კვერთხის თავი, სარტყელი, ყობანური კულტურის რკინის სატევარი, შუბი, ცხენის მოკაზმულობა. ვარაუდობენ, რომ ეს განძი უკავშირდება კავკასიის ძველი ტომების რელიგიურ კულტს [2]. (განძის დიდი ნაწილი ინახება მოსკოვის სახელმწიფო ისტორიულ მუზეუმში, მცირე ნაწილი – ს. ჯანაშიას სახ. თბილისის სახელმწიფო მუზეუმში, ხოლო ვერცხლის პინაკი – სანკტ-პეტერბურგის ერმიტაჟში). ამ შემთხვევაში ჩვენს ყურადღებას იპყრობს ვერცხლის პინაკი ხსენებული განძიდან, რომლის ზედა ნაწილში გარეთა მხრიდან გაკეთებულია წარწერა. პინაკის ფოტო და მასზე გაკეთებული წარწერა, რომელიც ხელით იყო გადმოწერილი, პირველად გამოაქვეყნა გერმანელმა მეცნიერმა შლოტმანმა [3]. აქედან ეს წარწერა და ფოტო პინაკისა შეტანილია სემიტურ წარწერათა კორპუსში – CIS (Corpus Inscriptionum Semiticarum), რომლის II ნაწილი (Pars Secunda) ეძღვნება არამეულ წარწერებს ([4], 110, 110a). ამის შემდგომ პინაკის ორი ფოტო გამოაქვეყნა ი. სმიტნოვმა ალბომში „Восточное серебро“ ([5], ტაბ. III, ნახ.13). მანვე მოგვცა ამ პინაკის პარამეტრები (სიმაღლე – 5,5 სმ, დიამეტრი – 18,4 სმ) და დააკონკრეტა წარწერის სადატურობა: არამეული (იქვე). (სხვათა შორის ამავე ალბომში ვხვდებით ბორის ლანგრის ფოტოსაც ([5], გვ.103). არამეულად მიიჩნდათ ეს წარწერა მის პირველ ორ გამომცემელსაც.

შ. ამირანაშვილი ეხება რა „ყაზბეგის თასს“, შენიშნავს, რომ მასზე მკაფიოდაა გამოხატული ანტიკური ხელოვნების ნიშნები ([2], გვ.74), თუმცა თვით ეს ნივთი ირანული (აქემენიდური) ხელოვნების ნიმუში უნდა იყოს. როგორც შ.ამირანაშვილი შენიშნავს, „დეკორატიული განწყობის აღმოსავლური ხასიათი და კომპანოვკა უფრო იმაზე მიუთითებენ, რომ ჩვენ წინაშეა აქემენიდური ხელოვნების ნაწარმოები, მაგრამ უკვე ბერძნული გავლენის ნიშნებით“ ([2], გვ.75). ანალოგიური აზრი გამოითქვა ადრევე ზემოხსენებულ CIS-ში, რომლის მიხედვით, ნაპოვნი ჭურჭლეულის უდიდესი ნაწილი ადგილობრივი მოსახლეობის მიერ არის გაკეთებული, ხოლო ჩვენთვის საინტერესო ვერცხლის პინაკი სპარსული ან ასურული წარმოშობისა უნდა იყოს ([4], გვ.103).

ა. კალტინსკი აღნიშნავს, რომ ამ ჭურჭელზე მოცემულია სემიტური წარწერა, რომლის საფუძველზე თვლის, რომ თასი გამოსული უნდა იყოს ელინისტური ხანის სირიული სახელოსნოდან [6].

ი. სმირნოვისათვის თასი გარკვევით ირანული წარმოშობისა და აქემენიანთა ხანას განეკუთვნება, ხოლო მასზე გაკეთებული წარწერა მას მიაჩნია „უსარგებლოდ“ თვით თასის დათარიღებისა და წარმომავლობის დასადგენად ([5], გვ.6).

უკანასკნელად ყაზბეგის განძზე საუბარია ქართულ ენციკლოპედიაში [7]. აქ იგი თარიღდება ძვ.წ. VI-V სს-ით, ხოლო წარწერიანი ვერცხლის თასი – ძვ.წ. V სს-ით.

ბინაკზე ერთი სიტყვა უნდა იყოს ამოკვეთილი:

43544

დამწერლობა, რომლითაც შესრულებულია ეს სიტყვა, გარკვევით არამეულია. განვიხილოთ იგი პალეოგრაფიული თვალსაზრისით.

პირველი ნიშანი სიტყვისა (4) ძალიან ჰგავს მე-2 (4) და მე-5 (4) ნიშანს, რომლებიც, ფაქტიურად, აბსოლუტურად იდენტურია. ასეთ შემთხვევაში ჩვენ საქმე გვაქვს ან ერთი და იმავე ბგერის გამონათქვასთან (ე.ი. ერთსა და იმავე ასოსთან), ანდა აქ ორი განსხვავებული ბგერაა, რომელთა გამომხატველი ასოების მოხაზულობა ერთმანეთს ემთხვევა. ასეთი დამთხვევა ცნობილია d და r ასოებისა სახელმწიფო არამეულ დამწერლობაში, რომელსაც იყენებდნენ სპარსეთის იმპერიაში აქემენიანთა დროს (ძვ.წ. VI-V სს.) (შდრ. [8], გვ.26, 47). უფრო მეტიც, დამთხვევა ამ ნიშნებისა დამახასიათებელია არამეულ დამწერლობათა გვიანდელ სახეობებშიც, კერძოდ, ჩრდ. მესოპოტამიურ დამწერლობასა (7 – d და r) (პათრა, ასური, სარი, ჰასან-ქეფი, I-III სს.) ([9], გვ. 142) და სირიულ დამწერლობებშიც კი, სადაც d და r ასოებს იდენტური მოხაზულობა აქვთ, სხვაობას ქმნის წერტილი ასოს ქვემოთ (? ან ? – d), ან ასოს ზემოთ (d, d – r) ([9], გვ.146). (შდრ. პართული წარწერების d – 7 და r 7, სადაც ანალოგიური ვითარებაა) ([9], გვ.133).

ჩვენი წარწერის 4 ნიშნის იდენტურია როგორც ელფანტინის პაპირუსების (ეგვიპტე) სათანადო ნიშანი (4), ასევე განსაკუთრებით ლაპიდარული წარწერების 4 ნიშანი თაიშადან (ძვ.წ. V ს.) და ბაპადირლიდან (ძვ.წ. IV ს.) ([8], ტაბ. 10-11), ასევე ამოკას წარწერების (ინდოეთი, ძვ.წ. III ს.) 4 ნიშანი ([9], გვ. 13?). (ყველგან აქ ეს ნიშანი d-საც გადმოსცემს და r ასოსაც).

d-სა და r-ს ნიშნებს წააგავს k-ს აღმნიშვნელი ასოები იმავე ეგვიპტის არამეულ ტექსტებში (ძვ.წ. VI-V სს.), მხოლოდ k-ს ფები უფრო გრძელია მოსალოდნელი: 4 7 ([8], გვ.47, ტაბ. 3,4,10-11). სხვაგანაც, უფრო მოგვიანო ხანის წარწერებშიც, d/r k-ასოსაგან ძირითადად ფების სიგრძით განსხვავდება (k-ს ფები d/r-ს ფებზე უფრო გრძელია. შდრ. d/r – 7 და k – 7, d/r – 7 და k – 7) ([8], იგივე; [9], გვ.142).

ყველაზე მკვეთრად გამოიყოფა წარწერის მე-3 ასო, რომელიც სხვა არაფერია, თუ არ თავლია b – 9. ი. ნავეს მოცემული აქვს b ასოს დაწერილობის სხვადასხვა სახეობა, მათ შორის ვხვდებით როგორც თავდახურულ b ასოს (9, 9, 9, 9), ისე თავლია სახეობებსაც (9, 9, 9). ეს უკანასკნელი გვხვდებიან ძვ.წ. VIII ს-დან ([9], გვ.91-92; [8], გვ.19, 26, 46, ტაბ. 2-12). აქედან განსაკუთრებულ ყურადღებას იქცევს თაიშის ლაპიდარული წარწერების ასო b (9, 4) და კურსივის b ელფანტინის პაპირუსებისა (9, 9, 4) ([8], ტაბ. 4,8), ძვ.წ. V ს., ასევე სევანისა და უფლისციხის

წარწერებში დადასტურებული იგივე ასო (სევ. 𐌵 , უფლ. 𐌵) [10]. ძველარამეული ნიშანი არამეული დამწერლობის 𐌵 ნიშნისაგან, რომელიც, როგორც აღვნიშნეთ, ორ ბგერას გადმოსცემს (d და r), ამ ასოთა ვერტიკალური მიმართულების ბუნია: d/r ასოს შემთხვევაში იგი სწორ ხაზს წარმოადგენს, ხოლო b ასოს გამომხატველ ნიშანს იგივე ბუნი მარცხნისაკენ ეხრება (𐌵).

მთელ სირთულეს კმნის წარწერის მე-4 ასო: 𐌵 . ზუსტად ამდაგვარი ასო არსად არ გვხვდება. ერთგვარი მსგავსება შეიძლება შეინიშნოს ასო y -ის მოხაზულობასთან ზოგიერთ არამეულ წარწერაში. ასეთად მიგვაჩნია ნიშანი 𐌵 (შდრ. ჩვენი 𐌵). ეგვიპტის იგი წარმოადგენს 𐌵 ნიშნის ვარიანტს), რომელიც დასტურდება ძვ.წ. V ს-ის ლაპიდარულ წარწერებში ([8], ტაბ. 10/2-3, 11/1-2). აქვე შეიძლება გავიხსენოთ უფრო ძველი სეფირეს წარწერის (ძვ.წ. VII ს.) y -ის აღმნიშვნელი ასო [11]. ყველა ზემოაღნიშნული ნიშანი, როგორც ითქვა, ასო y -ს გადმოსცემს და, ვფიქრობთ, მოცემულ სიტყვაში, y -ის გამომხატველ ასოდ მე-4 ნიშნის მიჩნევა შესაძლებელი უნდა იყოს. საინტერესოა, რომ CIS-ში ამ სიტყვის ჩანახაზში 𐌵 ნიშნის ნაცვლად y -ის სწორედ ხსენებული ნიშანია მოცემული: 𐌵 (CIS, II: 103), რაც ამ ნიშნის შლოტმანისეულ წაკითხვას ემთხვევა და არა წარწერის ზუსტ მონახაზს (შდრ. [4], 110, 110 a). (როგორც ჩანს, შლოტმანმა აქ ასო 𐌵 დაინახა და წარწერა ამის მიხედვით „გაასწორა“).

ასეთია ჩვენთვის საინტერესო წარწერა პალეოგრაფიული თვალსაზრისით.

რაც შეეხება სიტყვის მნიშვნელობას, აქ, პირველ რიგში მოსალოდნელია საკუთარი სახელი (პინაკის მფლობელისა). მ. ლიძბარსკი $drbyr/ddbyd$ სიტყვას არამეულ საკუთარ სახელად მიიჩნევს [12]. იგივე სიტყვა ასეთივე წაკითხვით ($drbyr/ddbyd$) გვხვდება ი. ვინიკოვთანაც ([13], გვ. 239). ორივეგან ხსენებული სიტყვის წყაროდ დასახელებულია სემიტურ წარწერათა ზემოხსენებული კორპუსი - CIS, სადაც მოცემულია მისი წაკითხვა: $drbyr$ (𐌵 𐌵 𐌵 𐌵) ([4], გვ. 103).

შლოტმანი აღნიშნულ სიტყვას განსხვავებულად კითხულობს: $dkbyr$ და იქვე დასძენს, რომ ეს საკუთარი სახელია გაურკვეველი მნიშვნელობით, თუმცა ცდილობს მაინც მოცემულ სიტყვას მოუძებნოს ახსნა: $kbyr$ მისთვის საკუთარი სახელია, რომელსაც წინ უძღვის კუთვნილების გამომხატველი d ნაწილაკი ($= dy = zy$) და მაშინ, შლოტმანის მიხედვით, წარწერა ასე გაიშიფრება: $d-kbyr$ „*Kabbir*-ისა“ („*Kabbir*-ის კუთვნილება“). მაგრამ, როგორც სამართლიანად არის აღნიშნული წარწერის ასეთი გაგების მიმართ ზემოხსენებულ CIS-ში, ასეთ შემთხვევაში შესაკუთრის სახელი I წინდებულთ ან უამისოდ იწერება. ამასთანავე, სიტყვის მეორე ასო, შენიშნულია იქვე, პირველის იდენტური ჩანს და სიტყვა შესაძლებელია იკითხებოდეს როგორც $ddbyd$ ([4], გვ. 103). ამრიგად, CIS-ში წარმოდგენილი ამ ვარიანტის მიხედვით, პირველი, მეორე და ბოლო (მეხუთე) ასო იდენტურადაა მიჩნეული ($ddbyd$). აქ ორ კომპონენტს გამოყოფენ: $dd-byd$, რომელთაგან მეორისათვის შესაძარებლად მოტანილია პალმირული საკუთარი სახელი byd (𐌵 𐌵). წარწერის კომენტარის შემდეგ მოცემულია მისი წაკითხვა: $Darbīr$ ან $Dadbeid$ და ნათქვამია, რომ იგი ძვ.წ. VI ან V ს-ის ძეგლი ჩანს ([4], იქვე).



სამწუხაროდ, საკუთარი სახელი **drbyr** ან **ddbyd** სხვა წყაროებიდან ცნობილი არ არის. ჩვენი აზრით, აქ უფრო მოსალოდნელია საქმე გვექონდეს ირანული წარმოშობის სახელთან, რაც ამ ხანისათვის დამახასიათებელია. საყურადღებოა, რომ ძველი ირანული ონომასტიკა იცნობს მთელ რიგ შედგენილ საკუთარ სახელებს, რომელთა პირველი კომპონენტი იკითხება როგორც **dā d** [14]. მართალია, ირანულ ეპიგრაფიკაში იგი **d** ასოებით გადმოიცემა, მაგრამ არამეულ წარწერებში მაგიურ თასებზე **dā d** როგორც საკუთარი სახელის ერთ-ერთი კომპონენტი გადმოცემულია ²-ის გარეშე: **dd** (შღრ. **ddgwānsp** და **gwānsp dd**-ის გარეშე [15]). ამასთანავე, არამეულ წარწერებში დადასტურებულია საკუთარი სახელები, რომლებიც **dd** ნიშნებით იწყება: **dd²l**, **ddrš**, **ddbn** (ეს უკანასკნელი ივარაუდება **Adad-ibni**-საგან მიღებულიად ([13], გვ. 233).

აღნიშნული წარწერის შესახებ მოსაზრება გამოთქვა სემიტური ეპიგრაფიკის ცნობილმა მკვლევარმა ვ. რელიგმა, რომელსაც შესაძლებლად მიაჩნია ეს იყოს საკუთარი სახელი, თუმცა მისი შინაარსი ნათელი არ არის და მისი პარალელებიც უცნობია. (ეს მოსაზრება გამოთქმულია მის, ჩვენდამი მოწერილ, კრძო წერილში, რისთვისაც მას მადლობას მოვასხენებ).

ყოველივე ზემოთქმულის შემდეგ ყაზბეგის პინაკზე გაკეთებული წარწერა, ვფიქრობთ, შესაძლებელია მივიჩნიოთ საკუთარ სახელად და წავიკითხოთ როგორც **ddbyd** ან **drbyr**. (სხვაგვარი წაკითხვის საფუძველი ნაკლებად ჩანს). ცხადია, უფრო კატეგორიულად მისი წაკითხვა და იდენტიფიკაცია შესაძლებელი იქნება სათანადო მასალის მოძიების შემთხვევაში.

როგორც დავინახეთ, არამეოგრაფიკული წარწერების მქონე თასები (პინაკები, ლანგრები) საქართველოს ტერიტორიაზე ჯერ კიდევ ძვ.წ. V ს-ში გვხვდება. ყოველ შემთხვევაში, ეს არის უძველესი არამეულწარწერიანი ნივთი (და, საერთოდ, არამეული წარწერა), რომელიც დღემდე აღმოჩნდა საქართველოში. ამგვარი თასები არამეოგრაფიკული წარწერებით, როგორც ცნობილია, უფრო გვიან ხანაშიც გვხვდება, მათ შორის ერთი ე.წ. პართული ტიპის დამწერლობით, ხოლო სხვანი - არმაზული დამწერლობით. (პართული ტიპის დამწერლობითაა შესრულებული მცხეთა-სამთავროში აღმოჩენილი თასი, რომელიც ახ.წ. I ს-ს განეკუთვნება) [16]. ასე, მაგალითად, არმაზული დამწერლობითაა შესრულებული წარწერა ბორის პინაკზე (ახ.წ. III ს.) [17,18].

ამრიგად, საქართველოს ტერიტორიაზე აღმოჩენილი არამეოგრაფიკული წარწერები მოიცავს ხანას ძვ.წ. V ს-დან ვიდრე ახ.წ. III ს-ის დასასრულამდე. ამასთანავე, ზოგიერთი მათგანი უცხოური (ირანული) წარმოშობისაა, ნაწილი კი ადგილობრივი. უცხოეთიდან შემოტანილია ყაზბეგის პინაკიც, რომელსაც წარწერაიც ახლავს. რაც შეეხება ადგილობრივ არამეულ წარწერებს, ისინი ძვ.წ. III ს-დან ჩნდებიან საქართველოში [19,20].

საქართველოს მეცნიერებათა აკადემია
გ.წერეთლის საბ.აღმოსავლეთმცოდნეობის
ინსტიტუტი

(შემოვიდა 12.03.1993)

К.Г.Церетели (академик)

Старейшая арамейская надпись, найденная в Грузии

Резюме

В 1877 г. в с. Степанцмида (ныне пос. Казбег, Грузия) был обнаружен целый клад, состоявший примерно из 200 предметов различных культур и эпох. Среди них встречаются: серебряная чаша, посуда из бронзы, фибулы, маленькое изваяние оленя, изображение человека, головка посоха, пояс, части украшения лошади и др. Среди них была найдена чаша с арамейской надписью в верхней части с наружной стороны. По мнению И.Смирнова, чаша определенно иранского происхождения ахеменидского времени [15, табл. III и с.6]. Такого мнения придерживается и Ш.Я.Амиранашвили [2]. Отсюда она попала в Корпус семитских надписей [4, с.110, 110 а]. В последний раз этот клад упоминается в Грузинской энциклопедии (т. 10, 1986, с. 617).

Надпись на чаше содержит одно слово и состоит из пяти букв:

4 ʔ ʔ ʔ 4

Письмо, которым выполнена данная надпись, определенно арамейское, и, рассматривая ее с палеографической точки зрения, видимо, действительно следует отнести к V в. до н.э., как и чашу. По нашему предположению, данное слово является именем собственным, по всей вероятности, хозяина чаши, и его следует читать как *ddbyd* или *drby*. Аналогичное двухвариантное прочтение надписи мы встречали и у других ученых [12, 13], а еще раньше в CIS [4, с. 103].

Отличную от других расшифровку надписи предлагает Шлоттманн, по мнению которого данное слово следует читать как *dkbyr* (*d-Kab-bīr*), и переводит его как "принадлежащий Каббиру", с чем вряд ли можно было согласиться. В таких случаях следовало бы ожидать *l-Kab-bīr*, не говоря о том, что во второй букве надписи трудно видеть букву *к* (ср. [4]).

Весьма возможно, что здесь мы имеем имя собственное иранского происхождения, что так характерно для арамейских текстов ахеменидского времени. Однако в иранской ономастике оно не встречается.

Из сказанного следует заключить, что чаша с арамейской надписью встречается в Грузии уже в V веке до н.э. (об этом говорят и археологические данные). Во всяком случае, перед нами старейшая арамейская надпись из по сей день обнаруженных арамейских надписей на территории Грузии.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. Г. Филимонов. О доисторической культуре Осетии. М., 1878, 40.
2. Ш.Я. Амиранашвили. История грузинского искусства, т.I. М., 1950.
3. ZDMG 33, s.292, Tab. II.
4. Corpus Inscriptionum Semiticarum (CIS), Part II, T.I, Parisiis, MDCCC LXXXIX (1989).



5. Я.И. Смирнов. Восточное серебро. Атлас древних серебряной и золотой посуды восточного происхождения, найденной преимущественно в пределах Российской империи. С.-Петербург, 2-го февраля 1909 года.
6. А. Калтинский. Из истории фибулы на Кавказе. Сборник памяти Н.П.Кондакова. Прага, 1926, 54.
7. ქართული ენციკლოპედია, ტ. 10, გვ. 617.
8. J. Naveh. The Development of the Aramic Script. Jerusalem, 1970.
9. J. Naveh. Early History of the Alphabet. Leiden 1982.
10. კ. წერეთელი. კრებ. „ახლო აღმოსავლეთი და საქართველო“. თბილისი, 1991, 90-110.
11. H. Donner, W. Röllig. Kanaanäische und aramäische Inschriften, B.III. Wiesbaden 1969, Tab. XV- XXIII, No 222- 224.
12. M. Lidzbarski. Handbuch der nordsemitischen Epigraphik, I. Hildesheim 1962 (Wien 1898), s. 257.
13. И.Н. Винников. Палестинский сб., вып. 4. М.-Л., 1959.
14. P.H. Gignoux. Noms propres sassanides en moyen-perse épigraphique. Wien, 1986, II/68 - II/70.
15. J. Naveh - Sh. Shaked. Amulets and Magic Bowls. Aramaic Incantations of Late Antiquity. Jerusalem - Leiden, 1985, p. 283.
16. კ. წერეთელი. მაცნე, ისტორიის სერია, 3, 1987, 155-178.
17. Г.В. Церетели. Вестник древней истории, 2, 1948, 53.
18. Г.В. Церетели. Армазское письмо и проблема происхождения грузинского алфавита, I. Эпиграфика Востока, II, 92-93.
19. კ. წერეთელი. არმაზული დამწერლობა. სემიტოლოგიური ძიებანი, V. თბილისი, 1991, 60-70.
20. კ. წერეთელი. მაცნე, ისტორიის სერია, 1, 1991, 7-28.

ИНДЕКС 76181

