ეროვნული ბიბლიოთეკა

საქართველოს სსრ
მეცნიერებათა აკადემიის

მოამბე

СООБЩЕНИЯ

АКАДЕМИИ НАУК
ГРУЗИНСКОЙ ССР

BULLETIN

OF THE ACADEMY OF SCIENCES
OF THE GEORGIAN SSR

ტომი 78 том

№ 2

მაისი 1975 май

თბილისი • ТБИЛИСИ • TBILISI

524
1975/

ეროვნული
ბიბლიოთეკა

საქართველოს სსრ
მეცნიერებათა აკადემიის

მოამბე

СООБЩЕНИЯ

АКАДЕМИИ НАУК
ГРУЗИНСКОЙ ССР

BULLETIN

OF THE ACADEMY OF SCIENCES
OF THE GEORGIAN SSR

ტომი 78 том

№ 2

მაისი 1975 май

თბილისი • ТБИЛИСИ • TBILISI

ეროვნული
ბიბლიოთეკა

სარედაქციო კოლეგია

ა. ბოჭორიშვილი, თ. გამყრელიძე, პ. გამყრელიძე, ი. გიგინეიშვილი (მთ. რედაქტორის მოადგილე), თ. დავითაია, ს. დურმიშიძე, ა. თავხელიძე, ნ. კეცხოველი, ვ. კუპრაძე, წ. ლანდია (მთ. რედაქტორის მოადგილე), ვ. მახალდიანი, გ. მელიქიშვილი, ნ. მუსხელიშვილი, ვ. ოკუჯავა ა. ცაგარელი, გ. ციციშვილი, ე. ხარაძე (მთ. რედაქტორი), გ. ხუციშვილი, ნ. ჯავახიშვილი

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

А. Т. Бочоришвили, П. Д. Гамкрелидзе, Т. В. Гамкрелидзе, И. М. Гигинейшвили (зам. главного редактора), Ф. Ф. Давитая, Н. А. Джавахишвили, С. В. Дурмишидзе, Н. Н. Кецховели, В. Д. Купрадзе, Н. А. Ландиа (зам. главного редактора), В. В. Махалдиани, Г. А. Меликишвили, Н. И. Мусхелишвили, В. М. Окуджава, А. Н. Тавхелидзе, Е. К. Харадзе (главный редактор), Г. Р. Хуцишвили, А. Л. Цагарели, Г. В. Цицишвили

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

ხელმოწერილია დასაბეჭდად 26.5.1975; შეკვ. № 1311; ანაწყობის ზომა 7×12; ქაღალდის ზომა 70×108; ფიზიკური ფურცელი 16; საღრიცხვო-საგამომცემლო ფურცელი 18,5; ნაბეჭდი ფურცელი 22,5; უე 11502; ტირაჟი 1850

* * *

Подписано к печати 26.5.1975; зак. № 1311; размер набора 7×12; размер бумаги 70×108; физический лист 16; уч.-издательский лист 18,5; печатный лист 22,5; УЭ 11502; тираж 1850

* * *

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

* * *

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

ეროვნული
ბიბლიოთეკა

შ ი ნ ა ა რ ს ი

მათემატიკა

*ლ. გ ო გ ო ლ ა უ რ ი. განზოგადებული პოტენციალური ვექტორისათვის ზოგიერთი სასაზღვრო ამოცანა 276

*ე. ნ ა დ ა რ ა ი ა. განაწილების სიმეტრიულობის შემოწმების შესახებ 280

*ა. თ ო ფ უ რ ი ა. ნახევარი სიბრტყისათვის პუასონის ინტეგრალის სასაზღვრო თვისებები 284

*ზ. მ ა ჩ ა ი ძ ე. ოპტიმალური მართვის ერთადერთობის საკითხისათვის დაგვიანებების შემცველი სისტემებისათვის 288

*ნ. ე ლ ბ ა ქ ი ძ ე. დისკრეტული დროით თამაშებში ოპტიმალური გაჩერების წესების შესახებ 292

*მ. ბ უ რ შ ტ ე ი ნ ი. ბრტყელი ჰიპერგრაფების ბიქრომატულობის შესახებ 296

*დ. გ ო რ დ ე ზ ი ა ნ ი, ე. ე ვ ს ე ე ვ ი. ერთი ვარიანტის ცილინდრულ გარსთა თეორიის განტოლებების მიახლოებითი ამოხსნის შესახებ შერეული სასაზღვრო პირობებით 300

*გ. ყ ი ფ ი ა ნ ი. სინგულარული ინტეგრალების ზომით და $L_p\,(1<p<\infty)$ სივრცის მეტრიკის აზრით კრებადობის შესახებ 303

მექანიკა

*ს. ი ა ს ა შ ვ ი ლ ი, ნ. შ უ მ ო ვ ი, ქ. შ უ ბ ი თ ი ძ ე. ცენტრიდანული ტუმბოს სითხის ნაკადის ბირთვის ჰიდროდინამიკური და მექანიკური პარამეტრების კოჰერენტულობის სპექტრის ექსპერიმენტული გამოკვლევა 308

კიბერნეტიკა

*ა. ს ო რ ი ნ ა. მოწესრიგებული რისკის მინიმიზაციის მეთოდი არამდგრადი ამოცანების ამოხსნისას 312

*ლ. მ ა კ ა რ ე ვ ი ჩ ი, ა. მ ა თ ე ვ ო ს ი ა ნ ი. ერგოდული ავტომატები 315

*დ. ც ი ს კ ა რ ი ძ ე. ციკლური არითმეტიკული AN-კოდების კლასების შესახებ 319

*ვ. ჭ ა ვ ჭ ა ნ ი ძ ე (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკად. აკადემიკოსი), ბ. რ ა ჭ ვ ე ლ ი შ ვ ი ლ ი, ო. გ ა ლ ი ც კ ა ი ა. პროგნოზირების პრობლემებისადმი კონცეპტუალური მიდგომის შესახებ მედიცინაში 324

*ი. ჭ უ მ ბ უ რ ი ძ ე. პირობით-რეფლექსური ქცევის თვისების მქონე ნეირონული ქსელების მანქანური მოდელი 327

*მ. ბ ე რ გ ი. კვლევათა მართვის პროცესში სამეცნიერო-კვლევითი სამუშაოების შეფასებისა და სელექციის ინფორმაციული კრიტერიუმების საკითხისათვის 330

ფიზიკა

*ვ. გ ო გ ო ხ ი ა. სინგულარულ კვაზიპოტენციალურ განტოლებათა რეგულარიზაცია 336

* მ. მ ი რ ი ა ნ ა შ ვ ი ლ ი (საქართველოს სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი), რ. პ ო პ ო ვ ი დ ი, გ. თ ა ლ ა კ ვ ა ძ ე, რ. ჩ ხ ი კ ვ ა ძ ე. ცილინდრული ტალღის გაბნევა უსასრულო პარაბოლურ ცილინდრზე 340

---

* ვარსკვლავით აღნიშნული სათაური ეკუთვნის წერილის რეზიუმეს.

ეროვნული ბიბლიოთეკა

გეოფიზიკა

*დ. ტოგონიძე, გ. მარკოვი. ქანისა და მაგნეტიტის მონოკრისტალების მაგნიტური თვისებების ცვლილების მექანიზმის შესახებ, მცირე მექანიკური დაძაბულობების პირობებში 344

ანალიზური ქიმია

*ნ. მატორინა, გ. ჯინჭარაძე, ბ. გოგიჩაიშვილი. ზოგიერთი მიკროელემენტის ქრომატოგრაფიული კონცენტრირების ოპტიმალური პირობების შერჩევა ბუნებრივ წყლებში მათი განსაზღვრის მიზნით 348

ორგანული ქიმია

*ქრ. არეშიძე (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი), ვ. ფადიურაშვილი. ბუნებრივი აირის მეთანით გამდიდრება 351

ფიზიკური ქიმია

*ე. ნანობაშვილი, მ. მამალაძე. As(III) და As(V) იონების რადიაციულ-ქიმიური გარდაქმნა წყალხსნარებში 356

*მ. შანშიაშვილი, ი. გაპონოვა, ე. ზედელაშვილი, ბ. ერშოვი. γ-გასხივებულ ნაფტალინში, ანტრაცენში და ფენანტრენში რადიკალების კვლევა 360

*გ. ციციშვილი (საქართველოს სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი), ლ. ლაფერაშვილი, ნ. გოგიტიძე, თ. ანდრონიკაშვილი, თ. ჭუმბურიძე. არგონ-ჟანგბად-აზოტის ნარევის ქრომატოგრაფიული დაყოფა 364

*რ. ახობაძე, ლ. უტკინა, თ. ტეპლიცკაია. ბენზო-(B)-ნაფტო-(2,3-d)-თიოფენის და 7-მეთილ-ბენზო-(B)-ნაფტო-(2,3-d)-თიოფენის ფოსფორესცენციის ქვაზიხაზოვანი სპექტრები 367

ქიმიური ტექნოლოგია

*ა. სარუბანიშვილი, ნ. ღამბაშიძე. მანგანუმიან მინებში პოლიტუტეფექტის შესწავლა 372

ფიზიკური გეოგრაფია

*ლ. მარუაშვილი. კოლხეთის ჰავის რიტმული ცვალებადობა გვიან პლეისტოცენში 376

გეოლოგია

*გ. დუმბაძე. მდ. კოდორის სათავეების სუბსტრატის გეოლოგიური აგებულება 380

პალეონტოლოგია

*ე. ცაგარელი. *Vitex Goderdzica* Tsagareli sp. n. გოდერძის ფლორიდან 383

გეოქიმია

*ნ. დოლიძე, ვ. ზვერევი, ა. სპირიდონოვი, ა. ჩეშკო, შ. ჩხენკელი. ურანის იზოტოპების U^{234}/U^{238} ფარდობა სამხრეთ საქართველოს სიღრმულ წყლებში 387

სამშენებლო მექანიკა

*ნ. სლოვინსკი, ა. კაკუშაძე, კ. ქადარია, მ. მუხაძე. სასაზღვრო პარამეტრების მეთოდის მცირე მოდიფიკაციისა და მისი გამოყენების შესახებ 392

*მ. მიქელაძე. ანაკრები ორთოტროპული ბრუნვითი გარსების ზიდვის უნარისა და ოპტიმალური სისქის შესახებ 396

ეროვნული
ბიბლიოთეკა

მეტალურგია

*ფ. თავაძე (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი), გ. სურმავა, ბ. სურმავა. დიფუზიის კოეფიციენტების გამოთვლა ჩანაცვლებით მყარ ხსნარებში 400

ფ. თავაძე (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი), გ. ინანიშვილი, თ. საყვარელიძე, მ. ლანჩავა, ჯ. სამყურაშვილი. არქეოლოგიური რკინის ნივთებში ჟანგბადის განაწილების საკითხისათვის 401

მანქანათმცოდნეობა

*რ. ვარსიმაშვილი. არამრგვალი კონუსური კბილანების კბილების ნორმალური სიმრუდე ორპარამეტრიანი შოვლებით დამზადებისას 408

*[illegible]. [illegible]არიშვილი, ზ. ქარქაშაძე. ტვირთამწევი მანქანებისათვის განკუთვნილი [illegible]კურბხუნდებიანი მუხრუჭების ლრუ დისკოს ძირითადი პარამეტრების განსაზღვრა 412

*ა. პონდეევი, ვ. ბააკაშვილი, ვ. კავროვი. ქაოსურად არმირებული მინაპლასტიკების ფიზიკური მოდელის შესახებ 416

*ბ. ფარცხალაძე. ბოლოებზე ხისტად და დრეკადად დამაგრებული შეყურსული მასების მქონე უსაყრდენო ლეროს რხევები 420

*დ. თავხელიძე (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი), ნ. დავითაშვილი. სფერული ოთხრგოლა სახსრიანი მექანიზმის დაგეგმარება გადაცემის კუთხის ზღვრული მნიშვნელობების მიხედვით 423

ჰიდროტექნიკა

*თ. ვორონინ-სიანოჟენცკი, ზ. ასკურავა. ფილტრაციული დაწნევის კარგვების განსაზღვრა მიწის კაშხლის ზემო და ქვემო სოლში და გამოჟონვის სიმაღლის დადგენა 428

ენერგეტიკა

*დ. ცხვირაშვილი, ნ. ჩიხლაძე, ა. ლაპიაშვილი. მაღალი წნევის დოლიანი ორთქლგენერატორების კომპლექსონური წყლის რეჟიმის განხორციელებისა და ორთქლგენერატორების გაწმენდის შესაძლებლობის გამოკვლევა 431

ნიადაგთმცოდნეობა

*ა. ბობროვიცკი, ბ. ტაბიძე, ნ. ორლოვა. კოლოიდურ-დისპერსიული სისტემის მინერალოგიური შედგენილობის შესახებ ყავისფერ ნიადაგში 436

*თ. ურუშაძე, ე. მხეიძე. ფიჭვნარი ტყის გავლენა ტყის ყომრალ ნიადაგებზე 439

მცენარეთა ფიზიოლოგია

*გ. მამულაშვილი. ბიოელექტრული რეაქციის ფორმის დამოკიდებულება მცენარის წყლის რეჟიმის ინტენსივობაზე 442

გენეტიკა და სელექცია

ც. სამადაშვილი. ჰიბრიდული ნეკროზის და წითელი ჰიბრიდული ქლოროზის გავლენა პირველი თაობის ჰიბრიდების პლასტიდური პიგმენტების შემცველობაზე 445

ადამიანისა და ცხოველთა ფიზიოლოგია

*გ. სანადირაძე, თ. ჯოჯოლაძე, დ. გედევანიშვილი (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი). ბაყაყის პერიფერიული ნერვის პერიელექტრონული პოტენციალები 451

ეროვნული ბიბლიოთეკა

ბიოფიზიკა

*ო. ყენია, გ. დანელია, ი. ოსეი, ლ. მოსულიშვილი, გ. მაჭარაშვილი, ნ. შონია. ზოგიერთ მცენარეში მიკროელემენტების აღმოჩენა და ანალიზი ნეიტრონული აქტივაციით 455

ბიოქიმია

*მ. ჭელიძე, ნ. ცალქალამანიძე, ნ. ჟღენტი, მ. ზაალიშვილი. ცხოველური ქსოვილის უჯრედების დნმ-დამოკიდებული რნმ-პოლიმერაზა C-ს ზოგიერთი თვისება 460

*ვ. ჩუბინიძე, ე. ტუკვაძე. კავკასიური სოჭის ქერქის ფენოლური მჟავები 463

*პ. თხელიძე, გ. წიკლაური. ჭყორის (*Ilex colchica* Pojark) ფოთლების ფლავონოიდები 467

*ზ. გოლდენბერგი. ზოგადი აზოტისა და პროტეინის შემცველობა ტრიბა *Hordeae*-ას ზოგიერთ წარმომადგენელში 471

*ე. იმნაძე, ვ. ოსინსკაია. მაღლივი ჰიპოქსიის გავლენა ადრენერგული ჰორმონი-მედიატორების ცვლის ზოგიერთ მხარეზე 476

ენტომოლოგია

*ა. გეგეჭკორი. ფსილიდების (*Homoptera, Psylloidea*) ახალი სახეობები ამიერკავკასიიდან 480

ექსპერიმენტული მედიცინა

*ო. ღუდუშაური (საქართველოს სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი), დ. ნაკაშიძე. ძვლოვანი ქსოვილის რეპარაციული რეგენერაციის ზოგიერთი თეორიული ასპექტი 483

*ე. კერესელიძე, თ. ფხეიძე, ე. ქემერტელიძე, ს. ხარძიანი, თ. ჯაფარიძე, შ. მახარაძე. ძმერხლისა (*Ruscus hypophyllum*) და თაგვისარას (*Ruscus ponticus*) საპონინების ფიბრინოლიზური აქტიურობის შესახებ 487

პალეოგიოლოგია

*ზ. კაჭარავა. სოფ. ახალქალაქის (ქართლი) მიდამოების ეოცენური ვულკანოგენური ნალექების ასაკის შესახებ 491

ენათმეცნიერება

*ც. ბიჩინაშვილი. მეტყველება და სიტყვათა მოცულობა ორ ენაში 493

*ედ. სარიშვილი. ხმოვანთა ჰარმონიის შესახებ ერთ აზერბაიჯანულენოვან ხელნაწერში 497

ფილოლოგია

*ვ. კოტეჯიშვილი. სპარსული რითმის მეტრიკული სტრუქტურა 501

არქეოლოგია

მ. ნაოროძე. ახალი მონაცემები წყალწითელას ხეობის პალეოლითის შესახებ 505

СОДЕРЖАНИЕ

МАТЕМАТИКА

Л. А. Гоголаури. Некоторые граничные задачи для обобщенного потенциального вектора 273

Э. А. Надарая. О проверке симметрии закона распределения 277

С. Б. Топурия. Граничные свойства продифференцированного интеграла Пуассона в полуплоскости 281

З. А. Мачаидзе. К вопросу единственности оптимального управления для систем с запаздываниями 285

Н. В. Элбакидзе. Об оптимальных правилах остановки в играх с дискретным временем 289

М. И. Бурштейн. О бихроматичности плоских гиперграфов 293

Д. Г. Гордезиани, Е. Г. Евсеев. О приближенном решении уравнений одного варианта теории цилиндрических оболочек со смешанными краевыми условиями 297

Г. Г. Кипиани. О сходимости по мере и в смысле метрики $L_p (1 < p < \infty)$ сингулярных интегралов 301

МЕХАНИКА

С. В. Иасашвили, Н. Г. Шумов, К. З. Шубитидзе. Экспериментальное исследование спектра когерентности механических и гидродинамических параметров ядра потока жидкости центробежного насоса 305

КИБЕРНЕТИКА

А. А. Сорина. Метод упорядоченной минимизации риска при решении неустойчивых задач 309

Л. В. Макаревич, А. А. Матевосян. Эргодические автоматы 313

Д. В. Цискаридзе. Об одном классе циклических арифметических AN-кодов 317

В. В. Чавчанидзе (академик АН ГССР), Б. Х. Рачвелишвили, О. И. Галицкая. О концептуальном подходе к задачам медицинского прогнозирования 321

И. Ш. Чумбуридзе. Машинная модель нейронной сети, реализующей условнорефлекторное поведение 325

М. А. Берг. К вопросу об информационных критериях оценки и селекции НИР в процессе управления исследованиями 329

ФИЗИКА

В. Ш. Гогохия. Регуляризация сингулярных квазипотенциальных уравнений 333

М. М. Мирианашвили (академик АН ГССР), Р. С. Поповиди, Г. М. Талаквадзе, Р. В. Чхиквадзе. Рассеяние цилиндрической волны на бесконечном параболическом цилиндре 337

(* Заглавие, отмеченное звездочкой, относится к резюме статьи.

ГЕОФИЗИКА

Д. А. Тогонидзе, Г. П. Марков. К механизму зависимости магнитной восприимчивости и коэрцитивной силы монокристаллов магнетита и горных пород от малых механических напряжений 341

АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Н. Н. Маторина, Г. Г. Джинчарадзе, Б. А. Гогичайшвили. Выбор оптимальных условий хроматографического концентрирования Fe, Co и Ni с целью их определения в природных водах 345

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Х. И. Арешидзе (академик АН ГССР), В. Н. Падиурашвили. Обогащение природного газа метаном 349

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Е. М. Нанобашвили, М. В. Мамаладзе. Радиационно-химическое превращение ионов As (III) и As (V) в водных растворах 353

М. И. Шаншиашвили, И. С. Гапонова, Е. Н. Зеделашвили, Б. Г. Ершов. Исследование радикалов в γ-облученных нафталине, антрацене и фенантрене 357

Г. В. Цицишвили (академик АН ГССР), Л. Я. Лаперашвили, Н. М. Гогитидзе, Т. Г. Андроникашвили, Т. А. Чумбуридзе. Хроматографическое разделение смеси аргон-кислород-азот 361

Р. Н. Ахобадзе, Л. Ф. Уткина, Т. А. Теплицкая. Квазилинейчатые спектры фосфоресценции бензо-(В)-нафто-(2,3-d)-тиофена и 7-метил-бензо-(В)-нафто-(2,3-d)-тиофена 365

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

А. В. Саруханишвили, Н. Н. Гамбашидзе. К вопросу о полищелочном эффекте в марганецсодержащих стеклах 369

ФИЗИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ

Л. И. Маруашвили. Ритмические изменения климата Колхиды в позднем плейстоцене 373

ГЕОЛОГИЯ

Г. Д. Думбадзе. Геологическое строение субстрата верховьев р. Кодор 377

ПАЛЕОНТОЛОГИЯ

Е. А. Цагарели. *Vitex goderdzica* Tsagareli sp. n. из годердзской флоры 381

ГЕОХИМИЯ

Н. И. Долидзе, В. Л. Зверев, А. И. Спиридонов, Л. Л. Чешко, Ш. М. Чхенкели. Изотопное отношение U^{234}/U^{238} в подземных водах Южной Грузии 385

СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА

Н. А. Словинский, А. М. Какушадзе, К. И. Кадария, М. Г. Мухадзе. О небольшой модификации метода граничных параметров и его приложении 389

М. Ш. Микеладзе. О несущей способности и оптимальной толщине сборных ортотропных оболочек вращения 393

МЕТАЛЛУРГИЯ

Ф. Н. Тавадзе (академик АН ГССР), Г. М. Сурмава, Б. М. Сурмава. Расчет коэффициентов диффузии в твердых растворах замещения 397

*Ф. Н. Тавадзе (академик АН ГССР), Г. В. Инанишвили, Т. Н. Сакварелидзе, М. Д. Ланчава, Д. В. Самкурашвили. К вопросу распределения кислорода в археологических железных изделиях 403

МАШИНОВЕДЕНИЕ

Р. Ш. Варсимашвили. Кривизна нормальных сечений поверхностей зубцов некруглых конических зубчатых колес, образуемых при двухпараметрическом огибании 405

Ш. В. Саришвили, З. И. Каркашадзе. Определение основных параметров полого тормозного диска дисково-колодочного тормоза, предназначенного для грузоподъемных машин 409

А. А. Поздеев, В. С. Баакашвили, В. Н. Кавров. О физической модели хаотически армированных стеклопластиков 413

Б. И. Парцхаладзе. Колебания безопорного стержня с сосредоточенными факторами на концах в виде жестко и упруго закрепленных масс 417

Д. С. Тавхелидзе (член-корреспондент АН ГССР), Н. С. Давиташвили. Проектирование сферического четырехзвенного шарнирного механизма по предельным значениям угла передачи 421

ГИДРОТЕХНИКА

Т. Г. Войнич-Сяноженцкий, З. И. Аскурава. К расчету потерь фильтрационного напора в верховом и низовом клиньях земляных плотин и определению высоты высачивания 425

ЭНЕРГЕТИКА

Д. Г. Цхвирашвили, Н. М. Чихладзе, А. Д. Лапиашвили. О возможности ведения комплексонного водного режима и отмывок барабанных парогенераторов высокого давления 429

ПОЧВОВЕДЕНИЕ

А. В. Бобровицкий, Б. В. Табидзе, Н. А. Орлова. О минералогическом составе коллоидно-дисперсной системы коричневых почв 433

Т. Ф. Урушадзе, Е. А. Мхеидзе. Влияние сосновых лесов на бурые лесные почвы 437

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

Г. Г. Мамулашвили. Зависимость формы биоэлектрической реакции от интенсивности водного режима растения 441

ГЕНЕТИКА И СЕЛЕКЦИЯ

* Ц. З. Самадашвили. Содержание пластидных пигментов в гибридах первого поколения пшеницы, пораженных гибридным некрозом или гибридным хлорозом 446

ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

Г. С. Санадирадзе, Т. В. Гоголадзе, Д. М. Гедеванишвили (член-корреспондент АН ГССР). Периэлектротонические потенциалы периферического нерва лягушки 449

БИОФИЗИКА

О. Т. Кения, Г. И. Данелия, Ю. П. Осей, Л. М. Мосулишвили, Г. Р. Мачарашвили, Н. И. Шония. Обнаружение и анализ микроэлементов в некоторых растениях с помощью нейтронной активации 453

БИОХИМИЯ

М. Г. Челидзе, Н. В. Цалкаламанидзе, Н. Ж. Жгенти, М. М. Заалишвили. Некоторые свойства ДНК-зависимой РНК-полимеразы *С* животной ткани 457

В. В. Чубинидзе, Э. Д. Туквадзе. Фенольные кислоты коры пихты кавказской 461

П. А. Тхелидзе, Г. Ч. Циклаури. Флавоноиды листьев падуба (*Ilex colchica* Pojark) 456

З. В. Гольденберг. Содержание общего азота и протеина у некоторых представителей трибы *Hordeae* Bent. 469

Е. Д. Имнадзе, В. О. Осинская. Влияние высотной гипоксии на некоторые стороны адренергических гормонов-медиаторов 473

ЭНТОМОЛОГИЯ

А. М. Гегечкори. Новые виды псиллид (*Homoptera, Psylloidea*) из Закавказья 477

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

О. Н. Гудушаури (академик АН ГССР), Д. К. Накашидзе. Некоторые теоретические аспекты репаративной регенерации костной ткани 481

Е. В. Кереселидзе, Т. А. Пхеидзе, Э. П. Кемертелидзе, С. Д. Хардзиани, Т. Н. Джапаридзе, Ш. К. Махарадзе. О фибринолитической активности сапонинов иглиц понтийской и листоплодной 485

ПАЛЕОБИОЛОГИЯ

З. Д. Качарава. О возрасте эоценовой вулканогенной серии окрестностей с. Ахалкалаки (Картли) 489

*Ц. Н. Бичинашвили. Речь и объем слов в двух языках 495

ЯЗЫКОЗНАНИЕ

* Э. Р. Саришвили. О гармонии гласных в одной азербайджанской рукописи 499

ФИЛОЛОГИЯ

*В. В. Котетишвили. Метрическая структура персидской рифмы 504

М. Г. Ниорадзе. Новые данные о палеолите ущелья Цхалцителa 507

ეროვნული ბიბლიოთეკა

CONTENTS*

MATHEMATICS

L. A. Gogolauri. Some boundary value problems for a generalized potential vector 276

E. A. Nadaraia. On testing the symmetry of distribution law 280

S. B. Topuria. Boundary properties of a differentiated Poisson integral in a half plane 284

Z. A. Machaidze. On the problem of uniqueness for systems with delay 288

N. V. Elbakidze. On the optimal rules of stopping in games with discrete time 292

M. I. Burstein. On bicolorableness of planar hypergraphs 296

D. G. Gordeziani, E. G. Evseev. On the approximate solution of the mixed boundary value problem of one version of the theory of cylindrical shells 300

G. G. Kipiani. On the convergence of singular integrals in measure and in the sense of the metric of $L_p\,(1<p<\infty)$ space 303

MECHANICS

S. V. Iasashvili, N. G. Shumov, K. Z. Shubitidze. Experimental investigation of the spectrum of coherency of hydrodynamic and mechanical parameters of the core of the centrifugal pump fluid current 308

CYBERNETICS

A. A. Sorina. A method of ordered minimization of risk in solving unstable problems 312

L. V. Makarevich, A. A. Matevosjan. Ergodic automata 315

D. V. Tsiskaridze. Towards one class of arithmetic cyclic *AN*-codes 320

V. V. Chavchanidze, B. Kh. Rachvelishvili, O. I. Galitskaya. On the conceptual approach to the problems of medical prognosing 324

I. Sh. Chumburidze. Computer model of neuron net realizing conditioned reflex behaviour 328

M. A. Berg. On the information criteria of estimation and selection of scientific research themes in the process of research control 331

PHYSICS

V. Sh. Gogokhia. Regularization of singular quasipotential equations 336

---

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

M. M. Mirianashvili, R. S. Popovidi, G. M. Talakvadze, R. V. Chkhikvadze. Scattering of a cylindric wave on a parabolic cylinder 340

GEOPHYSICS

D. A. Togonidze, G. P. Markov. On the mechanism of the dependence of magnetic receptivity and coercive force of magnetite singlecrystals and rocks on mechanical tensions 344

ANALYTICAL CHEMISTRY

N. N. Matorina, G. G. Jincharadze, B. A. Gogichaishvili. The choice of optimal conditions of chromatographic concentration of Fe, Co and Ni for their determination in natural waters 348

ORGANIC CHEMISTRY

Kh. I. Areshidze, V. N. Padiurashvili. Enrichment of natural gas by methane 352

PHYSICAL CHEMISTRY

E. M. Nanobashvili, M. V. Mamaladze. The radiation-chemical transformations of As(III) and As(V) ions in aqueous solutions 356

M. I. Shanshiashvili, I. S. Gaponova, H. N. Zedelashvili, B. G. Ershov. A study of the radicals formed in γ-irradiated naphthalene, anthracene and phenanthrene 360

G. V. Tsitsishvili, L. Ya. Laperashvili, N. M. Gogitidze, T. G. Andronikashvili, T. A. Chumburidze. Chromatographic separation of argon-oxygen-nitrogen mixture 364

R. N. Akhobadze, L. F. Utkina, T. A. Teplitskaya. Quasi-linear spectra of phosphorescence of benzo-(β)-haphtho-(2, 3-d)-and 7-methyl-benzo-(β)-naphtho-(2, 3-d)-thiophenes 368

CHEMICAL TECHNOLOGY

A. V. Sarukhanishvili, N. N. Gambashidze. Concerning the polyalkali effect in multimanganese glasses 372

PHYSICAL GEOGRAPHY

L. I. Maruashvili. Rhythmic changes of Kolkhida climate in the late Pleistocene 376

GEOLOGY

G. D. Dumbadze. Geological structure of the substratum of the upper reaches of the Kodor river 380

PALAEONTOLOGY

E. A. Tsagareli. *Vitex Goderdzica* Tsagareli sp. n. from Goderdzi flora 384

GEOCHEMISTRY

N. I. Dolidze, V. L. Zverev, A. I. Spiridonov, A. L. Cheshko, Sh. M. Chkhenkeli. Isotope relation of U^{234}/U^{238} in the subterranean waters in southern Georgia 387

STRUCTURAL MECHANICS

N. A. Slovinski, A. M. Kakushadze, K. I. Kadaria, M. G. Mukhadze. On modification of the method of initial boundary-value parameters and its application 392

M. Sh. Mikeladze. On the load carrying capacity and optimal thickness of prefabricated orthotropic shells of revolution 396

METALLURGY

F. N. Tavadze, G. M. Surmava, B. M. Surmava. Calculation of diffusion coefficients in the solid solutions of substitution 400

F. N. Tavadze, G. V. Inanishvili, T. N. Sakvarelidze, M. D. Lanchava, D. V. Samkurashvili. Concerning oxygen distribution in archaeological iron products 403

MACHINE BUILDING SCIENCE

R. Sh. Varsimashvili. The curvature of the normal sections of teeth surfaces of noncircular conic gear wheels generated at two-parameter envelope 408

Sh. V. Sarishvili, Z. I. Karkashadze. Determination of the main parameters of the hollow brake disk of the disk-block brake intended for weight-lifting machines 412

A. A. Pozdeev, V. S. Baakashvili, V. N. Kavrov. On the physical model of chaotically reinforced glass fibre plastics 416

B. I. Partskhaladze. Oscillations of a thrustless rod with concentrated factors at the ends as rigidly and resiliently fixed masses 420

D. S. Tavkhelidze, N. S. Davitashvili. The design of a four-link spherical hinged mechanism according to the limiting values of its transmission angle 424

HYDRAULIC ENGINEERING

T. G. Voinitch-Sianozhentski, Z. I. Askurava. Computation of the filtration head losses in the high and low wedges of earth dam and determination of seepage height 428

POWER ENGINEERING

D. G. Tskhvirashvili, N. M. Chikhladze, A. D. Lapiashvili. On the feasibility of complexone water regime and washing of high pressure steam generators 432

SOIL SCIENCE

A. V. Bobrovitski, B. V. Tabidze, N. A. Orlova. On the mineralogical composition of the colloidal dispersion system of cinnamonic soils 436

T. F. Urushadze, E. A. Mkheidze. The influence of pine on brown forest soils 439

PLANT PHYSIOLOGY

G. G. Mamulashvili. Dependence of the bioelectrical reaction form upon the intensity of plant's water regime 443

GENETICS AND SELECTION

Ts. S. Samadashvili. The content of plastidial pigments in the first generation of wheat hybrids affected by hybrid necrosis and red hybrid chlorosis 447

HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY

G. S. Sanadiradze, T. V. Gogoladze, D. M. Gedevanishvili. Peri-electrotonic potentials of the frog's peripheral nerve 451

BIOPHYSICS

O. T. Kenia, G. I. Danelia, Yu. P. Osei, L. M. Mosulishvili, G. R. Macharashvili, N. I. Shonia. The discovery and analysis of microelements in some plants by neutron activation 456

BIOCHEMISTRY

M. G. Chelidze, N. V. Tsalkalamanidze, N. G. Zhgenti, M. M. Zaalishvili. Some properties of DNA-dependent RNA polymerase in animal tissue 460

V. V. Chubinidze, E. D. Tukvadze. Phenolic acids from the cortex of Caucasian fir-tree 463

P. A. Tkhelidze, G. Ch. Tsiklauri. Flavonoids from *Ilex Colchica* leaves 468

Z. V. Goldenberg. The content of total nitrogen and protein in some representatives of the tribe *Hordeae* Bent. 472

E. D. Imnadze, V. O. Osinskaya. The influence of high altitude on some aspects of metabolism of adrenergic mediator hormones 476

ENTOMOLOGY

A. M. Gegechkori. New jumping plant-lice (*Homoptera, Psylloidea*) from Transcaucasia 480

EXPERIMENTAL MEDICINE

O. N. Gudushauri, D. K. Nakashidze. Some theoretical Aspects of Bone Tissue Reparative Regeneration 484

E. V. Kereselidze, T. A. Pkheidze, E. P. Kemertelidze, S. D. Khardziani, T. N. Japaridze, Sh. K. Makharadze. Fibrinolytic activity of *Ruscus ponticus* and *Ruscus hypophyllum* saponins 487

PALAEOBIOLOGY

Z. D. Kacharava. On the age of the Eocene volcanic deposits in the vicinity of the village of Akhalkalaki (in Kartli) 492

LINGUISTICS

Ts. N. Bichinashvili. Speech and the volume words in two languages 496
E. R. Sarishvili. On the harmony of vowels in one Azerbaijanian manuscript 499

PHILOLOGY

V. V. Kotetishvili. Metrical structure of Persian rhyme 504

ARCHAEOLOGY

M. G. Nioradze. New evidence on the Palaeolith of the Tsqaltsitela ravine 508

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 78, № 2, 1975
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 78, № 2, 1975
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 78, № 2, 1975

УДК 517.944/947

МАТЕМАТИКА

Л. А. ГОГОЛАУРИ

НЕКОТОРЫЕ ГРАНИЧНЫЕ ЗАДАЧИ ДЛЯ ОБОБЩЕННОГО ПОТЕНЦИАЛЬНОГО ВЕКТОРА

(Представлено академиком Н. П. Векуа 9.10.1974)

С помощью преобразования Фурье и метода Винера—Хопфа в статье эффективно строятся решения некоторых граничных задач для системы уравнений

$$\begin{aligned} &\operatorname{div} U + (A \cdot U) = 0, \\ &\operatorname{rot} U + [U \times B] = 0, \end{aligned} \tag{1}$$

где $A(a_1, a_2, a_3)$ и $B(b_1, b_2, b_3)$—заданные векторы, $U[u_1(x), u_2(x), u_3(x)]$—искомый вектор, $x = x(x_1, x_2, x_3)$—точка трехмерного эвклидова пространства. Система (1), которая, с одной стороны, является пространственным аналогом обобщенной системы Коши—Римана [1], а с другой стороны, обобщением потенциального вектора [2, 3], была рассмотрена в работе [4]. U называем обобщенным потенциальным вектором.

Следует отметить, что система (1) находит применение, например, в гидродинамике; в частности, система основных уравнений стационарного безвихревого движения жидкости является частным случаем системы (1).

Рассматриваются следующие граничные задачи:

I. Определить в полупространстве $x_3 > 0$ непрерывно-дифференцируемое, исчезающее на бесконечности решение системы (1) по граничному условию

$$\alpha u_1 + \beta u_2 + \gamma u_3 = f(x_1, x_2) \quad \text{при } x_3 = 0, \tag{2}$$

где α, β, γ—постоянные, причем $\alpha^2 + \beta^2 + \gamma^2 \neq 0$, $f(x_1, x_2)$—заданная непрерывная функция, исчезающая на бесконечности. Эта задача является пространственным аналогом задачи Римана—Гильберта для обобщенной аналитической функции [1].

II. Определить в полупространстве $x_3 > 0$ непрерывно дифференцируемое решение системы (1) по следующим смешанным граничным условиям:

$$\left.\begin{aligned} u_1|_{x_3=0} &= f(x_1, x_2), \quad x_1 > 0 \\ u_2|_{x_3=0} &= \varphi(x_1, x_2), \quad x_1 < 0 \end{aligned}\right\} -\infty < x_2 < \infty, \tag{3}$$

где $f(x_1, x_2)$, $\varphi(x_1, x_2)$—заданные функции, удовлетворяющие условиям

$|f(x_1, x_2)| < c_2 e^{\tau_2 x_1}$ при $x_1 \to +\infty$, $|\varphi(x_1, x_2)| < c_1 e^{\tau_1 x_1}$ при $x_1 \to -\infty$, (4)

причем $-a < \tau_2 < \tau_1 < a$, $c_1(x_2)$ и $c_2(x_2)$ — абсолютно интегрируемые функции.

Наконец, можно рассмотреть задачу типа II, когда на границе заданы не компоненты u_1 и u_2, т. е. касательные составляющие, а u_1 и u_3, т. е. касательная и нормальная составляющие вектора U. Путь решения последней задачи тот же, но понадобится иная факторизация.

Пусть A и B — постоянные векторы. Тогда все указанные задачи решаются эффективно. Заметим, что с помощью некоторого преобразования неизвестной функции U [4] систему (1) можно привести к виду

$$\begin{aligned} &\operatorname{div} V + (H \cdot V) = 0, \\ &\operatorname{rot} V + [V \times H] = 0, \end{aligned} \tag{1'}$$

где $H = \frac{1}{2}(A + B) = H(a, b, c)$. Используя преобразование Фурье, решение системы (1′), исчезающее на бесконечности, можно представить в виде

$$u_j(x_1, x_2, x_3) = \frac{1}{2\pi} \iint_{-\infty}^{\infty} c(\xi, \eta)\, g_j\, e^{-\lambda x_3}\, e^{i(x_1\xi + x_2\eta)}\, d\xi\, d\eta, \quad j = 1, 2, 3, \tag{5}$$

где $c(\xi, \eta)$ — произвольная функция, $\lambda = \sqrt{H^2 + \xi^2 + \eta^2}$, $g_1 = \frac{a - i\xi}{c + \lambda}$, $g_2 = \frac{b - i\eta}{c + \lambda}$, $g_3 = 1$, причем выбираем ту ветвь корня, для которой $|\lambda| \to R$ при $R \to \infty$, где $R^2 = \xi^2 + \eta^2$.

Легко установить, что для задачи I

$$c(\xi, \eta) = \frac{\bar{f}(\xi, \eta)(c + \lambda)}{\alpha(a - i\xi) + \beta(b - i\eta) + \gamma(c + \lambda)},$$

где $\bar{f}(\xi, \eta)$ — преобразование Фурье функции $f(x_1, x_2)$ по переменным x_1 и x_2.

В случае задачи II из граничного условия (3) на основании (5) будем иметь

$$\frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \int_{ik-\infty}^{ik+\infty} c(\xi, \eta) \frac{a - i\xi}{c + \lambda}\, e^{i(x_1\xi + x_2\eta)}\, d\xi\, d\eta = f(x_1, x_2), \quad x_1 > 0$$

$$\frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \int_{ik-\infty}^{ik+\infty} c(\xi, \eta) \frac{b - i\eta}{c + \lambda}\, e^{i(x_1\xi + x_2\eta)}\, d\xi\, d\eta = \varphi(x_1, x_2), \quad x_1 < 0$$

$$-\infty < x_2 < \infty,$$

$$(\tau_2 < k < \tau_1, \quad \xi = \sigma + i\tau).$$

Так как $-\infty < x_2 < \infty$ в обоих уравнениях, можем произвести обратное преобразование Фурье относительно x_2. Получим следующую систему парных интегральных уравнений:

$$\frac{1}{\sqrt{2\pi}}\int_{ik-\infty}^{ik+\infty} c(\xi,\ \eta)\,\frac{a-i\xi}{c+\lambda}\,e^{ix_1\xi}\,d\xi=f_1(x_1,\ \eta),\quad x_1>0,$$

$$\frac{1}{\sqrt{2\pi}}\int_{ik-\infty}^{ik+\infty} c(\xi,\ \eta)\,\frac{b-i\eta}{c+\lambda}\,e^{ix_1\xi}\,d\xi=\varphi_1(x_1,\ \eta),\quad x_1<0,$$

где $\tau_2<k<\tau_1$, f_1 и φ_1—преобразования Фурье функций f и φ по переменной x_2. Отсюда, применяя известный путь Винера—Хопфа ([5], стр. 250—254), будем иметь

$$\frac{1}{\sqrt{2\pi}}\int_{ik-\infty}^{ik+\infty} c(\xi,\ \eta)\,\frac{(a-i\xi)N_+(\xi)}{c+\lambda}\,e^{ix_1\xi}\,d\xi=\frac{1}{\sqrt{2\pi}}\int_0^\infty N_1(t)\,f_1(x_1+t,\ \eta)\,dt,$$

$$x_1>0, \tag{6^a}$$

$$\frac{1}{\sqrt{2\pi}}\int_{ik-\infty}^{ik+\infty} c(\xi,\ \eta)\,\frac{N_-(\xi)}{c+\lambda}\,e^{ix_1\xi}\,d\xi=\frac{1}{\sqrt{2\pi}}\int_0^\infty N_2(t)\,\frac{\varphi_1(x_1+t,\ \eta)}{b-i\eta}\,dt,$$

$$x_1<0, \tag{6^б}$$

где

$$N_+(\xi)=\frac{1}{\sqrt{2\pi}}\int_0^\infty N_1(t)\,e^{it\xi}\,dt,$$

$$N_-(\xi)=\frac{1}{\sqrt{2\pi}}\int_0^\infty N_2(t)\,e^{-it\xi}\,dt.$$

Здесь $N_1(t)$ и $N_2(t)$—произвольные пока функции, причем $N_1(t)=N_2(t)=0$ при $t<0$. Пусть $N_1(t)$ и $N_2(t)$ удовлетворяют условиям

$$|N_1(t)|<Me^{\tau_2 t},\quad |N_2(t)|<Ne^{-\tau_1 t},\quad t\to\infty, \tag{*}$$

где M и N—положительные постоянные. Тогда $N_+(\xi)$ и $N_-(\xi)$ будут аналитическими функциями соответственно в полуплоскостях $\tau>\tau_2$, $\tau<\tau_1$, исчезающими на бесконечности.

Умножим теперь уравнение (6^б) на e^{ax_1} и продифференцируем по x_1. Получим

$$\frac{1}{\sqrt{2\pi}}\int_{ik-\infty}^{ik+\infty} c(\xi,\ \eta)\,\frac{(a+i\xi)N_-(\xi)}{c+\lambda}\,e^{ix_1\xi}\,d\xi=\frac{1}{\sqrt{2\pi}}\,e^{-ax_1}\,\frac{\partial}{\partial x_1}\,e^{ax_1}\int_0^\infty\times$$

$$\times N_2(t)\,\frac{\varphi_1(x_1+t,\ \eta)}{b-i\eta}\,dt,\quad x_1<0. \tag{7}$$

Если нам удастся решить задачу Гильберта с граничным условием $N_+(\xi)(a-i\xi)=N_-(\xi)(a+i\xi)$ при $\tau_2<\tau<\tau_1$ ($\xi=\sigma+i\tau$), (8) то левые части уравнений (6^a) и (7) станут одинаковыми, и с помощью обратного преобразования Фурье мы легко определим искомую функцию $c(\xi, \eta)$.

Легко видеть, что функции $N_-(\xi)=\frac{1}{a+i\xi}$ и $N_+(\xi)=\frac{1}{a-i\xi}$ удовлетворяют условию (8), являются аналитическими функциями соответственно в полуплоскостях $\tau<a$, $\tau>-a$ и исчезают на бесконечности. При этом $N_1(t)=-i\sqrt{2\pi}e^{-at}$, $N_2(t)=i\sqrt{2\pi}e^{-at}$, $t>0$. Очевидно, N_1 и N_2 удовлетворят условию (*), если $-a<\tau_2<\tau_1<a$, что и было нами потребовано.

Для $c(\xi, \eta)$ будем иметь

$$c(\xi, \eta)=\frac{c+\lambda}{\sqrt{2\pi}}\int_{-\infty}^{\infty}\psi(x_1)e^{-ix_1\xi}dx_1,$$

где $\psi(x_1)$—определенная известная функция.

Для упомянутой выше задачи типа II, когда на границе заданы u_1 и u_3, получим следующую задачу Гильберта:

$$N_+(\xi)\frac{a-i\xi}{\sqrt{H^2+\xi^2+\eta^2}}=N_-(\xi),$$

легко поддающуюся факторизации.

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

(Поступило 11.10.1974)

მათემატიკა

ლ. გოგოლაური

განზოგადებული პოტენციალური ვექტორისათვის ზოგიერთი სასაზღვრო ამოცანა

რეზიუმე

კოში—რიმანის განზოგადებული სისტემის სივრცითი ანალოგისათვის აგებულია ზოგიერთი სასაზღვრო ამოცანის ეფექტური ამოხსნა.

MATHEMATICS

L. A. GOGOLAURI

SOME BOUNDARY VALUE PROBLEMS FOR A GENERALIZED POTENTIAL VECTOR

Summary

An effective solution of boundary value problems for a system which is a spatial analog of the Cauchy-Riemann general system is given.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. Н. Векуа. Обобщенные аналитические функции. М., 1959.
2. R. Mises. Bull. Am. Math. Soc., 50, 1944.
3. А. В. Бицадзе. Изв. АН СССР, сер. матем., 17, 1953, 525—538.
4. Е. И. Оболашвили. Сообщения АН ГССР, 73, № 1, 1973.
5. Б. Нобл. Метод Винера—Хопфа. М., 1962.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 78, № 2, 1975
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 78, № 2, 1975
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 78, № 2, 1975

УДК 519—24

МАТЕМАТИКА

Э. А. НАДАРАЯ

О ПРОВЕРКЕ СИММЕТРИИ ЗАКОНА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ

(Представлено академиком Г. С. Чогошвили 23.11.1974)

Пусть имеется выборка $X_1, X_2, \ldots, X_n$ из генеральной совокупности X, распределение которой задается плотностью вероятности $P(x)$. Требуется проверить нулевую гипотезу H_0 о том, что закон распределения случайной величины X симметричен относительно точки $x=0$ (т. е. $P(x)=P(-x)$ при всех $x \in R=(-\infty, \infty)$). Для решения этой задачи в данной статье конструируется критерий, статистика которого основывается на непараметрической оценке плотности вероятности вида

$$\widehat{P}(x)=\frac{1}{b_n}\int_R W\left(\frac{x-u}{b_n}\right) dF_n(u),$$

где $F_n(x)$—выборочная функция распределения, построенная по выборке, а $b_n>0$, $b_n=o(1)$ и $(nb_n^2)^{-1}=o(1)$. „Весовая" функция W принадлежит классу функций W^*: 1°. обращается в нуль вне конечного интервала и со своей производной непрерывна на этом интервале или же 2°. абсолютно непрерывна на каждом конечном интервале и $\int_R |W'(x)|dx<\infty$, причем в обоих случаях $\int_R W(x)\,dx=1$ и $W(x)=W(-x)$. Обозначим через Π множество плотностей, имеющих непрерывные и ограниченные производные до II порядка.

Для сравнения $\widehat{P}(x)$ и $\widehat{P}(-x)$ введем статистику

$$T_n=nb_n\int_0^\infty [\widehat{P}(x)-\widehat{P}(-x)]^2\, a(x)\,dx, \qquad (1)$$

где функция $a(x)$ кусочно-непрерывна, ограничена и интегрируема, причем $a(x)=a(-x)$.

Введем обозначения

$$\Omega_n(x,\ u)=W\left(\frac{x-u}{b_n}\right)-W\left(\frac{x+u}{b_n}\right), \qquad Z_n^0(t)=n^{1/2}(F_n^*(t)-t),$$

$$Z^\circ(t)=Z(t)-tZ(1), \quad 0\leqslant t\leqslant 1, \quad Y_n(x)=\sqrt{nb_n}\,(\widehat{P}(x)-\widehat{P}(-x))=$$

$$= b_n^{-1/2} \int_R \Omega_n(x,\ u)\, dZ_n^{\circ}(F(u)), \quad \xi_n^{\circ}(x) = b_n^{-1/2} \int_R \Omega_n(x,\ u)\, dZ^{\circ}(F(u)),$$

$$\xi_n(x) = b_n^{-1/2} \int_R \Omega_n(x,\ u)\, dZ(F(u)),$$

где $F_n^*(t)$ — эмпирическая ф. р. выборки $F(X_j)$, $j = \overline{1,\ n}$ $(F^1(x) = P(x))$ и $Z(t)$ — стандартный винеровский процесс на $[0,\ 1]$.

Справедлива следующая

Лемма. Пусть $W(x) \in W^*$ и $P(x) \in \Pi$. Если $n^{-1/4}(\log n)^{1/2}(\log\log n)^{1/4} = o(b_n)$ при $n \to \infty$, то

$$T_n - T_n^{(1)} = o_p(b_n^{1/2}) \text{ и } T_n^{(1)} - T_n^{(2)} = o_p(b_n^{1/2}),$$

где

$$T_n^{(1)} = \frac{1}{2} \int_R [\xi_n^0(t)]^2 a(t)\, dt, \qquad T_n^{(2)} = \frac{1}{2} \int_R \xi_n^2(x)\, a(x)\, dx.$$

На основании этой леммы и леммы 4.1 [1] легко получается основная

Теорема 1. *Пусть выполнены условия леммы. Тогда статистика*

$$b_n^{-1/2} \left(T_n - \int_R P(x)\, a(x)\, dx \int_R W^2(x)\, dx \right)$$

распределена при гипотезе H_0 *асимптотически нормально со средним* 0 *и дисперсией*

$$\sigma^2 = 4 \int_R P^2(x)\, a^2(x)\, dx \int_R W_0^2(x)\, dx, \qquad W_0 = W_* W \quad (* \text{ — знак свертки}).$$

Недостатком теоремы 1, в смысле приложений, является то обстоятельство, что в ее формулировке фигурируют неизвестные нам параметры

$$\alpha = \int_R P(x)\, a(x)\, dx \text{ и } \beta = \int_R P^2(x)\, a^2(x)\, dx.$$

Однако, пользуясь результатом работы [2], мы можем вывести из теоремы 1

Следствие. Статистика

$$\widehat{T}_n = b_n^{-1/2} \left(T_n - \alpha_n \cdot \int_R W^2(x)\, dx \right) \cdot \beta_n^{-1/2}$$

распределена асимптотически нормально $\left(0,\ 4 \int_R W_0^2(u)\, du\right)$, где α_n и β_n получаются из выражения α и β заменой $P(x)$ ее оценкой $\widehat{P}(x)$.

Рассмотрим альтернативные гипотезы. Пусть выборке соответствует плотность распределения $f_n(x)=P(x)+\gamma_n\eta(x)+o(\gamma_n)$ (гипотеза $H_1^{(\eta)}$), где $\gamma_n\downarrow 0$. Следующая теорема касается свойства мощности критерия, основанного на $\widehat{T}_n$.

Теорема 2. *Пусть* $W(x)\in W^*$ *и* $f_n(x)\in\Pi$. *Если* $b_n=n^{-\delta}$, $\delta<\frac{1}{4}$ *и* $\gamma_n=n^{-1/2+\delta/4}$, *то статистика*

$$b_n^{-1/2}\left(T_n-\alpha_n\int_R W^2(x)dx\right)\beta_n^{-1/2}$$

при альтернативной гипотезе $H_1^{(\eta)}$ *распределена асимптотически нормально*

$$\left(\int_0^\infty [\eta(x)-\eta(-x)]^2\,a(x)\,dx\cdot\beta^{-1/2},\quad 4\int_R W_0^2(x)\,dx\right).$$

Приведем пример сравнения мощности критерия, основанного на $\widehat{T}_n$, с критерием типа χ^2. Рассмотрим последовательность альтернатив

$$H_1^{(\eta)}: f_n(x)=\frac{1}{2}+\gamma_n\eta(x),\qquad -1\leqslant x\leqslant 1.$$

Положим $W(x)=1$ $(=0)$ при $|x|\leqslant\frac{1}{2}$ $\left(|x|>\frac{1}{2}\right)$ и $a(x)=1$ $(=0)$ при $|x|\leqslant 1$ $(|x|>1)$.

Тогда из теоремы 2 следует, что функция мощности критерия $\widehat{T}_n$ равна асимптотически

$$1-\Phi\left(\lambda_{1-\alpha}-\int_0^1[\eta(x)-\eta(-x)]^2\,dx\cdot\frac{\sqrt{3}}{2}\right),\qquad(2)$$

где Φ — функция стандартного нормального распределения.

Разделим $[-1,\ 1]$ на подынтервалы

$$\left[-(K+1)\frac{b_n}{2},\quad -(K-1)\frac{b_n}{2}\right],\ldots,[-2b_n,\ -b_n],\quad[-b_n,\ 0],$$

$$[0,\ b_n],\quad[b_n,\ 2b_n],\ldots,\left[(K-1)\frac{b_n}{2},\quad(K+1)\frac{b_n}{2}\right],$$

где K — нечетное число, такое, что $(K+1)\frac{b_n}{2}\leqslant 1<(K+2)\frac{b_n}{2}$.

Рассмотрим другой критерий симметрии типа χ^2. Он основан на статистике

$$\chi_n^2=\sum_{j=1}^{K}{}^{*}\frac{1}{\nu^+_j+\nu^-_j}(\nu^+_j-\nu^-_j)^2,\qquad(3)$$

где ν_j^+ и ν_j^- — числа наблюдений, принадлежащие соответственно интервалам $\Delta_j^+=[(j-1)b_n,\ jb_n]$ и $\Delta_j^-=[-jb_n,\ -(j-1)b_n]$, а $\sum^*$ означает суммирование по нечетным индексам до K.

Пользуясь схемой доказательства теоремы 1, можно показать, что $b_n^{-1/2}\left(\frac{2}{K+1}\chi_n^2-1\right)$ при гипотезе $H_1^{(n)}$ распределена в пределе нормально $\left(\int_0^1 [\eta(x)-\eta(-x)]^2\,dx,\ 2\right)$. Следовательно, мощность критерия (3) асимптотически равна

$$1-\Phi\left(\lambda_{1-\alpha}-\frac{1}{\sqrt{2}}\int_0^1 [\eta(x)-\eta(-x)]^2\,dx\right). \tag{4}$$

Сравнивая (2) и (4), заключаем, что асимптотически критерий $\widehat{T}_n$ более мощный, чем критерий χ_n^2 относительно гипотезы $H_1^{(n)}$.

Замечание. Вследствие равномерной сходимости оценки $\widehat{P}(x)$ к истинной плотности с вероятностью 1 критерий $\widehat{T}_n$ состоятелен против любой альтернативы $P(x)\in\mathfrak{F}$, где $\mathfrak{F}$—класс плотностей, несимметричных относительно точки $x=0$.

Академия наук Грузинской ССР
Институт экономики и права

(Поступило 22.11.1974)

მათემატიკა

ე. ნადარაია

განაწილების სიმეტრიულობის შემოწმების შესახებ

რეზიუმე

ვთქვათ $p(x)$ უცნობი განაწილების სიმკვრივეა. მოწმდება H_0 ჰიპოთეზა $p(x)$-ის სიმეტრიულობის შესახებ $x=0$ წერტილის მიმართ. სიმკვრივის არაპარამეტრული შეფასების საშუალებით აგებულია კრიტერიუმი H_0 ჰიპოთეზის შესამოწმებლად და შესწავლილია მისი ასიმპტოტური თვისება.

MATHEMATICS

E. A. NADARAIA

ON TESTING THE SYMMETRY OF DISTRIBUTION LAW

Summary

Let $p(x)$ be an unknown probability density function. The hypothesis to be tested is the symmetry of $p(x)$ at $x=0$: $p(x)=p(-x)$. A test is constructed by nonparametric estimators of density and its asymptotic properties are investigated.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. P. Bickel, M. Rosenblatt. Ann. Stat., 1, 6, 1973.
2. G. Bhattacharyya, G. Roussas. Skand. aktuarietidskr., 3—4, 1969.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 78, № 2, 1975
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 78, № 2, 1975
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 78, № 2, 1975

УДК 517.944

МАТЕМАТИКА

С. Б. ТОПУРИЯ

ГРАНИЧНЫЕ СВОЙСТВА ПРОДИФФЕРЕНЦИРОВАННОГО ИНТЕГРАЛА ПУАССОНА В ПОЛУПЛОСКОСТИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии В. Г. Челидзе 21.12.1974)

В статье изучаются граничные свойства продифференцированного интеграла Пуассона для полуплоскости. Доказываются теоремы, которые дополняют соответствующие исследования А. Г. Джваршейшвили ([1], стр. 95).

Приняты следующие обозначения: $R=(-\infty<x<\infty)$; $\widetilde{L}(R)$—множество измеримых функций $f(x)$, таких, что функция $\frac{f(x)}{1+x^2}\in L(R)$; y^+—множество точек $(x,\ y)$, для которых $y>0$; $U(f;\ x,\ y)$—интеграл Пуассона для функции $f(x)$ в плоскости y^+, т. е.

$$U(f;\ x,\ y)=\frac{y}{\pi}\int_R \frac{f(t)\,dt}{(t-x)^2+y^2}.$$

Символ $M(x,\ y)\overset{\wedge}{\to}P(x_0,\ 0)$ означает, что точка M стремится к P по некасательным к R путям, т. е. существует такое положительное число K, что $\frac{y}{|x-x_0|}\geqslant K$.

Будем рассматривать следующие производные:

$$D_1f(x)=\lim_{h\to 0}\frac{f(x+h)-f(x-h)}{2h},\quad D^2f(x)=\lim_{h\to 0}\frac{f(x+h)+f(x-h)-2f(x)}{h^2},$$

$$C_1D_1f(x)=\lim_{h\to 0}\frac{1}{h^2}\int_0^h[f(x+t)-f(x-t)]\,dt,$$

$$C_1D^2f(x)=\lim_{h\to 0}\frac{3}{h^3}\int_0^h[f(x+t)+f(x-t)-2f(x)]\,dt,$$

$$C_1\widetilde{D}_1f(x_0)=\lim_{\substack{h\to 0\\ x\to x_0}}\frac{1}{h^2}\int_0^h[f(x+t)-f(x-t)]\,dt,$$

$$C_1\widetilde{D}^2 f(x_0)=\lim_{\substack{h\to 0\\ x\to x_0}}\frac{3}{h^3}\int_0^h [f(x+t)+f(x-t)-2f(x)]\,dt.$$

Справедлива

Теорема 1. а) *Если* $f\in\widetilde{L}(R)$ *и в точке* $P(x,\ 0)$ *существует конечная производная* $C_1D_1f(x)$, *то*

$$\lim_{y\to 0+}\frac{\partial U(f;\ x,\ y)}{\partial x}=C_1D_1f(x).$$

б) *Существует такая непрерывная функция* $f\in L(R)$, *что* $D_1f(x_0)$, *однако предел*

$$\lim_{\substack{\wedge\\ (x,\ y)\to(x_0,\ 0)}}\frac{\partial U(f;\ x,\ y)}{\partial x}$$

не существует.

Доказательство пункта а). Положим

$$\Phi_x(t)=\int_0^t [f(x+\xi)-f(x-\xi)]\,d\xi.$$

Легко проверить, что

$$\frac{\partial U(f;\ x,\ y)}{\partial x}=\frac{y}{\pi}\int_{-\infty}^{\infty}\frac{3t^2-y^2}{(t^2+y^2)^3}\,\Phi_x(t)\,dt \tag{1}$$

и

$$\frac{y}{\pi}\int_{-\infty}^{\infty}\frac{(3t^2-y^2)\,t^2}{(t^2+y^2)^3}\,dt=1. \tag{2}$$

Из (1) и (2) следует

$$\frac{\partial U(f;\ x,\ y)}{\partial x}-C_1D_1f(x)=\frac{y}{\pi}\int_{-\infty}^{\infty}\frac{(3t^2-y^2)\,t^2}{(t^2+y^2)^3}\left[\frac{1}{t^2}\,\Phi_x(t)-C_1D_1f(x)\right]dt. \tag{3}$$

Из (3) получается утверждение пункта а).

Доказательство пункта б). Положим $D=[-1,\ 1]$. Пусть

$$f(t)=\begin{cases}\sqrt{-t}, & \text{когда } -1\leqslant t\leqslant 0,\\ \sqrt{t}, & \text{когда } 0\leqslant t\leqslant 1,\end{cases}$$

а на множество $R-D$ $f(t)$ продолжим непрерывно так, чтобы $f\in L(R)$. Легко проверить, что $D_1f(0)=0$. Пусть $(x,\ y)\to(0,\ 0)$ так, что $x>0$ и $y=x$. Можно предположить, что $x<\frac{1}{2}$. Тогда для построенной функции

$$\frac{\partial U(f;\ x,\ y)}{\partial x}=\frac{2y}{\pi}\int\limits_{-x}^{x}\frac{t\sqrt{t+x}}{(t^2+y^2)^2}\,dt+\frac{2y}{\pi}\int\limits_{x}^{1-x}\frac{t(\sqrt{t+x}-\sqrt{t-x})}{(t^2+y^2)^2}\,dt+$$

$$+O(1)=I_1+I_2+O(1).$$

Легко показать, что $I_1>0$ и $I_2>\dfrac{C}{\sqrt{x}}$. Следовательно,

$$\frac{\partial U(f;\ x,\ y)}{\partial x}\to+\infty,$$

когда $(x,\ y)\to(0,\ 0)$ по выбранному пути, что и требовалось доказать.

Теорема 2. а) *Если* $f\in\tilde{L}(R)$ *и в точке* $P(x,\ 0)$ *существует конечная производная* $C_1D^2f(x)$, *то*

$$\lim_{y\to 0+}\frac{\partial^2U(f;\ x,\ y)}{\partial x^2}=C_1D^2f(x).$$

б) *Существует такая непрерывная функция* $f\in L(R)$, *что* $D^2f(x_0)=0$, *однако предел*

$$\lim_{\overset{\wedge}{(x,\ y)\to(0,\ 0)}}\frac{\partial^2U(f;\ x,\ y)}{\partial x^2}$$

не существует.

Доказательство пункта а). Справедливость пункта а) следует из равенства

$$\frac{\partial^2U(f;\ x,\ y)}{\partial x^2}-C_1D^2f(x)=$$

$$=\frac{4y}{\pi}\int\limits_{-\infty}^{\infty}\frac{(t^2-y^2)\,t^4}{(t^2+y^2)^4}\left[\frac{3}{t^3}F_x(t)-C_1D^2f(x)\right]dt,$$

где

$$F_x(t)=\int\limits_0^t[f(x+\xi)+f(x-\xi)-2f(x)]\,d\xi.$$

Доказательство пункта б). Пусть

$$f(t)=\begin{cases}\sqrt{-t}, & \text{когда } -1\leqslant t\leqslant 0,\\ -\sqrt{t}, & \text{когда } 0\leqslant t\leqslant 1,\end{cases}$$

а на множество $R-Df(t)$ продолжим непрерывно так, чтобы $f\in L(R)$. Легко видеть, что $D^2f(0)=0$. Пусть $(x,\ y)\to(0,\ 0)$ так, что $x>0$ и $y=x$. Легко проверить, что для построенной функции выполняется неравенство

$$\frac{\partial^2U(f;\ x,\ y)}{\partial x^2}>\frac{1}{2\pi x^{3/2}}\left(\sqrt{1+\frac{1}{\sqrt{3}}}+\sqrt{1-\frac{1}{\sqrt{3}}}-\sqrt{2}\right).$$

ეროვნული ბიბლიოთეკა

Из этого неравенства следует, что

$$\frac{\partial^2 U(f;\ x,\ y)}{\partial x^2} \to +\infty,$$

когда $(x,\ y) \to (0,\ 0)$ по выбранному пути. Теорема доказана.

Теорема 3. *Если в точке* x_0 *существует конечная производная* $C_1\widetilde{D}_1 f(x_0)$, *то*

$$\frac{\partial U(f;\ x,\ y)}{\partial x} \to C_1\widetilde{D}_1 f(x_0),$$

как бы точка $(x,\ y)$ *ни стремилась к* $(x_0,\ 0)$, *оставаясь в полуплоскости* y^+.

Теорема 4. *Если в точке* x_0 *существует конечная производная* $C_1\widetilde{D}^2 f(x_0)$, *то*

$$\frac{\partial^2 U(f;\ x,\ y)}{\partial x^2} \to C_1\widetilde{D}^2 f(x_0),$$

как бы точка $(x,\ y)$ *ни стремилась к* $(x_0,\ 0)$, *оставаясь в полуплоскости* y^+.

Грузинский политехнический институт
им. В. И. Ленина

(Поступило 21.12 1974)

მათემატიკა

ს. თოფურია

ნახევარი სიბრტყისათვის პუასონის ინტეგრალის სასაზღვრო თვისებები

რეზიუმე

ნაშრომში შესწავლილია ნახევარი სიბრტყისათვის გაწარმოებული პუასონის ინტეგრალის სასაზღვრო თვისებები. დამტკიცებულია თეორემები, რომლებიც ავსებენ ა. ჯვარშეიშვილის შესაბამის გამოკვლევებს ([1], გვ. 95).

MATHEMATICS

S. B. TOPURIA

BOUNDARY PROPERTIES OF A DIFFERENTIATED POISSON INTEGRAL IN A HALF PLANE

Summary

The boundary properties of a differentiated Poisson integral for a half-plane are studied. Some theorems which complement the corresponding investigations of A. G. Jvarsheishvili ([1], p. 95) are proved.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. Г. Джваршейшвили. Труды Тбилисского матем. ин-та им. А. М. Размадзе АН ГССР, т. XXXI, 1966, 91—109.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 78, № 2, 1975
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 78, № 2, 1975
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 78, № 2, 1975

УДК 519.3

МАТЕМАТИКА

З. А. МАЧАИДЗЕ

К ВОПРОСУ ЕДИНСТВЕННОСТИ ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ ДЛЯ СИСТЕМ С ЗАПАЗДЫВАНИЯМИ

(Представлено академиком Р. В. Гемкрелидзе 22.10.1974)

1. Постановка задачи быстродействия. Рассмотрим систему дифференциальных уравнений с запаздываниями:

$$\dot{x}(t)+\sum_{i=0}^{m} C_i x(t-\tau_i)=\sum_{i=0}^{l} B_i u(t-\theta_i), \quad t>0, \tag{1}$$

$$x(t)=g(t), \quad -\tau_m \leqslant t<0, \quad x(0)=x_0,$$

где $0=\tau_0<\tau_1<\ldots<\tau_m$, $0=\theta_0<\theta_1<\ldots<\theta_l$ — действительные числа; C_i, $i=0,\ldots,m$ и B_j, $j=0,\ldots,l$ — постоянные матрицы порядка $n\times n$ и $n\times r$ соответственно; $x_0\in R^n$ — фиксированный вектор.

Пусть $\Omega\subset R^r$ и $\Omega_1\subset R^n$ — заданные выпуклые компактные множества; $x_1\in R^n$ — заданный вектор.

Задача оптимального быстродействия для системы (1) заключается в нахождении таких измеримых вектор-функций $u^0(t)$, $g^0(t)$, удовлетворяющих условиям $u^0(t)\in\Omega$, $t\geqslant-\theta_l$; $g^0(t)\in\Omega_1$, $t\geqslant-\tau_m$, что соответствующее решение $x^0(t)$ системы (1) при наименьшем возможном значении $t=T^0$ удовлетворяет условию $x^0(T^0)=x_1$. В дальнейшем $u^0(t)$, $g^0(t)$ будем называть оптимальным управлением для системы (1).

2. Понятие невырожденности. Систему (1) назовем невырожденной, если для любых $\chi\in R^n$, $\chi\neq0$ и $T>0$ функции $u_0(t)$, $g_0(t)$ почти всюду однозначно определяются из принципа максимума:

$$\max_{g\in\Omega_1}\chi K_1(t,\ T)g=\chi K_1(t,\ T)g_0(T-t), \quad T\leqslant t\leqslant T+\tau_m,$$

$$\max_{u\in\Omega}\chi K_2(t,\ T)u=\chi K_2(t,\ T)u_0(T-t), \quad 0\leqslant t\leqslant T+\theta_l,$$

где $K_1(t,\ T)=-\sum_{i=1}^{m}\Delta(t;\ T+\tau_{i-1},\ T+\tau_i)\sum_{j=i}^{m}K(t-\tau_j)C_j;$

$$K_2(t,\ T)=\sum_{i=1}^{l}\Delta(t;\ T+\theta_{i-1},\ T+\theta_i)\sum_{j=i}^{l}K(t-\theta_j)B_j+\Delta(t;\ \theta_l,\ T)\times$$

$$\times\sum_{j=0}^{l}K(t-\theta_j)B_j+\sum_{i=1}^{l}\Delta(t;\ \theta_{i-1},\ \theta_i)\sum_{j=1}^{i}K(t-\theta_{j-1})B_{j-1};$$

$K(t)$—матрица $n\times n$, удовлетворяющая уравнению $\dot{K}(t)+\sum_{i=0}^{m}K(t-\tau_i)C_i=0$ при $t>0$; $K(0)=E$; $K(t)\equiv 0$ при $t<0$; $\Delta(t;\ t_1,\ t_2)$—характеристическая функция отрезка $t_1\leqslant t\leqslant t_2$; E—единичная матрица; $\theta=\max(\tau_m,\ \theta_l)$.

3. Теорема 1 (*единственность*). *Если система* (1) *невырождена и для нее существует оптимальное управление, то оно единственно.*

4. Достаточные условия невырожденности. Пусть v—n-мерный вектор; $z(t)=\chi K(t)v$; $p=d/dt$; $\exp\{-jp\tau\}$ — оператор сдвига: $\exp\{-jp\tau\}\ x(t)=x(t-j\tau)$; $\lambda_1,\ldots,\lambda_m$—неотрицательные целые числа. Пусть S—множество точек $s_0<s_1<\ldots$, представимых в виде $\sum_{i=1}^{m}\lambda_i\tau_i$. Аналогично $\Gamma=\{\gamma_0^0<\gamma_1^0<\ldots<\gamma_q^0\}=\left\{t\,|\,t=\sum_{i=1}^{m}\lambda_i\tau_i;\quad 0\leqslant\sum_{i=1}^{m}\lambda_i\leqslant n\right\}$. Тогда аналитическая при $t\in(s_k,\ s_{k+1})$, $k=0,\ 1,\ldots$ функция $z(t)$ удовлетворяет уравнению $\det\left(pE+\sum_{i=0}^{m}C_ie^{-p\tau_i}\right)z(t)=0$ при $t>0$ и $t\notin\Gamma$; $z(t)\equiv 0$ при $t<0$, которое можно представить также в виде $L_0(p)\,z(t)=\sum_{j=1}^{q}L_j(p)\times z(t-\gamma_j^0)$ при $t>0$ и $t\notin\Gamma$; $z(t)\equiv 0$ при $t<0$. Здесь $L_j(p)$, $j=0,\ 1,\ldots,\ q$—полиномы относительно p с постоянными коэффициентами.

Пусть M_j, $j=0,\ 1,\ldots,\ q$—множество всех различных корней уравнения $L_j(p)=0$, $j=0,\ 1,\ldots,\ q$; Ω и Ω_1—выпуклые компактные многогранники; V (соответственно V_1)—множество единичных векторов, параллельных ребрам многогранника Ω (соответственно Ω_1).

Теорема 2. *Пусть*: 1) *система векторов* $B_jv,\ C_0B_jv,\ \ldots,\ C_0^{n-1}B_jv$ *линейно независима для любых* $0\leqslant j\leqslant l$ *и* $v\in V$; 2) *система векторов* $C_jv,\ C_0C_jv,\ \ldots,\ C_0^{n-1}C_jv$ *линейно независима для любых* $1\leqslant j\leqslant m$ *и* $v\in V_1$; 3) $\theta_j+\tau_1\leqslant\theta_{j+1}$, $j=0,\ \ldots,\ l-1$; $\tau_j+\tau_1\leqslant\tau_{j+1}$, $j=0,\ 1,\ \ldots,\ m-1$; 4) $L_1(p)\not\equiv 0$; 5) $M_0\cap M_1=\varnothing$. *Тогда система* (1) *невырожден*.

В случае $l=m=1$ эта теорема приведена в [1]. Там же показано, что ни одно из условий теоремы 2, вообще говоря, нельзя отбросить. С другой стороны, существуют невырожденные системы вида (1), к которым теорема 2 неприменима, так как $L_j(p)\equiv 0$, $j=1,\ \ldots,\ \nu\leqslant q$.

Рассмотрим некоторые такие системы. Введем множества $E^\alpha=\bigcup_{i=0}^{\alpha}S_{\theta_{l-\alpha}}$, $\Gamma^\alpha=\bigcup_{i=0}^{\alpha}S_{\theta_i}$, $F^\alpha=\bigcup_{i=0}^{\alpha}S_{\tau_{m-i}}$, где $S_\lambda=\{t\,|\,t=s+\lambda;\quad s\in S\}$. Точки множеств E^α, Γ^α и F^α обозначим через e_i^α, γ_i^α и f_i^α, $i=0,\ 1,\ldots$ соответственно. При

этом будем считать, что $e_i^\alpha < e_{i+1}^\alpha$; $\gamma_i^\alpha < \gamma_{i+1}^\alpha$; $f_i^\alpha < f_{i+1}^\alpha$, $i=0, 1, \ldots$. Пусть k_ν^α, l_ν^α, m_ν^α, k_q^α, l_q^α, m_q^α—такие неотрицательные целые числа, что

$$\gamma_\nu^0+\theta_{l-k}=\overset{\alpha}{e}_{k_\nu^\alpha+1}; \qquad \gamma_\nu^0=\overset{\alpha}{\gamma}_{l_\nu^\alpha+1}; \qquad \gamma_\nu^0+\tau_{m-\alpha}=\overset{\alpha}{f}_{m_\nu^\alpha+1};$$

$$\gamma_q^0+\theta_l=\overset{\alpha}{e}_{k_q^\alpha+1}; \qquad \gamma_q^0+\theta_\alpha=\overset{\alpha}{\gamma}_{l_q^\alpha+1}; \qquad \gamma_q^0+\tau_m=\overset{\alpha}{f}_{m_q^\alpha+1}.$$

Пусть, наконец, $K^{(\sigma)}(t+)$—правая производная порядка σ матрицы $K(t)$.

Теорема 3. *Пусть*: 1) $L_\nu(p)\not\equiv 0$, $\nu\geqslant 1$ *и* $L_j(p)\equiv 0$ *при* $j\neq\nu$, $j>0$; 2) $N_0\cap N_\nu=\varnothing$; 3) *система векторов* $H_{\alpha,\mu}^\sigma=\sum\limits_{k=0}^{\alpha}K^{(\sigma)}(e_\mu^\alpha-\theta_{l-k}+)\times$ $\times B_{l-k}v$, $\sigma=0, 1, \ldots, n-1$ *линейно независима для любых* $0\leqslant\alpha\leqslant l-1$, $0\leqslant\mu\leqslant k_\nu^\alpha$ *и* $v\in V$; 4) *система векторов* $G_{\alpha,\mu}^\sigma=\sum\limits_{k=0}^{\alpha}K^{(\sigma)}(\gamma_\mu^\alpha-\theta_k+)B_kv$, $\sigma=0, 1, \ldots, n-1$ *линейно независима для любых* $0\leqslant\alpha\leqslant l$, $0\leqslant\mu\leqslant l_\nu^\alpha$ *и* $v\in V$; 5) *система векторов* $R_{\alpha,\mu}^\sigma=\sum\limits_{k=0}^{\alpha}K^{(\sigma)}(f_\mu^\alpha-\tau_{m-k}+)C_{m-k}v$, $\sigma=0, \ldots,$ $n-1$ *линейно независима для любых* $0\leqslant\alpha\leqslant m-1$, $0\leqslant\mu\leqslant m_\nu^\alpha$ *и* $v\in V_1$. *Тогда система* (1) *невырождена.*

Теорема 4. *Пусть* $L_j(p)\equiv 0$, $j=1, \ldots, q$ *и выполнены условия* 3)—5) *теоремы* 3, *когда в них вместо* k_ν^α, l_ν^α *и* m_ν^α *подставлены соответственно* k_q^α, l_q^α *и* m_q^α. *Тогда система* (1) *невырождена.*

Заметим, что если $m=l=0$, то из теоремы 4 получается известное (см. [2]) для обыкновенных систем достаточное условие невырожденности —линейная независимость векторов

$$B_0v,\ C_0B_0v, \ldots,\ C_0^{n-1}B_0v \quad \text{для любого } v\in V. \tag{2}$$

Теоремы 1—3 легко обобщаются на управляемые системы нейтрального типа:

$$\sum_{i=0}^{m}[A_i\dot{x}(t-\tau_i)+C_ix(t-\tau_i)]=\sum_{j=0}^{l}B_ju(t-\theta_j), \quad t>0,$$

$$x(t)=f(t), \quad -\tau_m\leqslant t<0, \quad x(0)=x_0,$$

где $A_0=E$; A_i, $i=1, \ldots, m$—постоянные матрицы порядка $n\times n$.

На основе приводимой ниже формулы (3) легко выписываются не содержащие $K^{(\sigma)}(s)$ выражения для векторов $G_{\alpha,\mu}^\sigma$, $H_{\alpha,\mu}^\sigma$, $R_{\alpha,\mu}^\sigma$.

Лемма. Пусть матрицы $\Theta_i(s)$, $i=1, 2, \ldots, s\geqslant 0$ являются решениями определяющего уравнения для системы (1) (см. [3]):

$$Q_{i+1}(s)+\sum_{j=0}^{m}\Theta_i(s-\tau_j)C_j=0, \quad \Theta_1(0)=E; \quad \Theta_0(s)=0.$$

Тогда при $t \in [s_k, s_{k+1}]$ справедлива формула

$$K(t) = E + \sum_{i=1}^{\infty} \sum_{j=0}^{k} Q_{i+1}(s_j) \frac{(t-s_j)^i}{i!}. \quad (3)$$

В случае $m=1$ лемма доказана в работе [4].

5. Пример. Для вырожденной системы (см. [1]) $\dot{x}^1(t) = -x^1(t-1) + u(t)$, $\dot{x}^2(t) = -x^1(t) + x^2(t-1) + u(t)$ рассмотрим задачу быстродействия при $|u| \leqslant 1$; $x_0 = (8{,}38)$; $g(t) = (-2, -3t - 118/3)$, $-1 \leqslant t \leqslant 0$; $x_1 = (0, 0)$. Доказывается, что в этой задаче $T^0 = 2$ и оптимальными являются бесконечное множество управлений $u^0(t)$, $0 \leqslant t \leqslant 2$, удовлетворяющие условиям

$$u^0(t) = -1 \text{ при } 1 \leqslant t \leqslant 2 \text{ и } \int_0^1 t u^0(t)\, dt = 0.$$

Данный пример показывает, что для вырожденных систем вида (1) теорема 1, вообще говоря, несправедлива. Интересно отметить, что для рассмотренной системы условие (2) выполнено.

Тбилисский государственный университет
Институт прикладной математики

(Поступило 22.11.1974)

მათემატიკა

ზ. მაჩაიძე

ოპტიმალური მართვის ერთადერთობის საკითხისათვის დაგვიანებების შემცველი სისტემებისათვის

რეზიუმე

განხილულია სწრაფმოქმედების აზრით ოპტიმალური ამოცანა დაგვიანებების შემცველი წრფივი სამართი სისტემებისათვის. მიღებულია საკმარისი პირობები ოპტიმალური მართვის ერთადერთობისათვის.

MATHEMATICS

Z. A. MACHAIDZE

ON THE PROBLEM OF UNIQUENESS FOR SYSTEMS WITH DELAY

Summary

A time-optimal control problem for linear systems with delay is considered. Sufficient conditions for the uniqueness of optimal control are obtained.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. З. А. Мачаидзе. Сообщения АН ГССР, 74, № 2, 1974.
2. Л. С. Понтрягин, В. Г. Болтянский, Р. В. Гамкрелидзе, Е. Ф. Мищенко. Математическая теория оптимальных процессов. М., 1969.
3. Р. Габасов, Ф. Кириллова. Качественная теория оптимальных процессов. М., 1971.
4. Б. Ш. Шкляр. Дифференциальные уравнения, 10, № 8, 1974.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 78, № 2, 1975
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 78, № 2, 1975
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 78, № 2, 1975

УДК 519.21

МАТЕМАТИКА

Н. В. ЭЛБАКИДЗЕ

ОБ ОПТИМАЛЬНЫХ ПРАВИЛАХ ОСТАНОВКИ В ИГРАХ С ДИСКРЕТНЫМ ВРЕМЕНЕМ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Б. В. Хведелидзе 23.1.1975)

1°. Задача об оптимальных правилах остановки в играх с дискретным временем впервые была рассмотрена в работе Е. Б. Дынкина [1], в последствии в работах других авторов (см., например, [2]). В работе [1] приводятся некоторые достаточные условия существования цены игры и устанавливается вид оптимальных и ε-оптимальных стратегий.

В настоящей заметке мы рассматриваем общее определение игр с оптимальной остановкой, которое включает в качестве частных случаев перечисленные выше определения.

Пусть в вероятностном пространстве $(\Omega, \mathfrak{F}, P)$ заданы расширяющаяся последовательность $\{\mathfrak{F}_n\}$, $n=0, 1, 2,\ldots$ σ-подалгебр $\mathfrak{F}$ и функции $x_n(\omega)$, $y_n(\omega)$, $u_n(\omega)$, $z_n(\omega)$, измеримые относительно $\mathfrak{F}_n (n=0, 1, 2,\ldots)$.

Рассмотрим следующую игровую задачу оптимальной остановки процессов x_n и y_n. Процесс может быть остановлен в любой момент $n \geqslant 0$. Если процесс в момент n остановлен только первым игроком, то он получает выигрыш x_n, если остановлен только вторым игроком, то первый получает y_n, при остановке процесса обоими игроками первый получает u_n и, наконец, при неограниченном продолжении процесса первый игрок получает $\overline{\lim\limits_{n\to\infty}} z_n$.

В этой задаче стратегии первого игрока — марковские моменты $\mathfrak{F}$, стратегии второго игрока — марковские моменты σ (марковские моменты τ, σ заданы относительно $\{\mathfrak{F}_n\}$, $n=0, 1, 2,\ldots$).

Исходя из нашего определения, мы видим, что случай [1] имеет место, когда

$$x_n(\omega)=\widetilde{x_n}(\omega)\cdot I_{[\varphi_n>0]} - E\{\sup_{k\geqslant n} |\widetilde{x_k}| \mid \mathfrak{F}_n\}\cdot I_{[\varphi_n<0]} \quad \text{(п. н)},$$

$$y_n(\omega)=\widetilde{x_n}(\omega)\cdot I_{[\varphi_n<0]} + E\{\sup_{k\geqslant n} |\widetilde{x_k}| \mid \mathfrak{F}_n\}\cdot I_{[\varphi_n>0]} \quad \text{(п. н)},$$

$z_n(\omega)=0$ (п. н.), где $\widetilde{x_n}$ и φ_n — процессы, согласованные с $\{\mathfrak{F}_n\}$, $n=0, 1, 2,\ldots$

Будем предполагать, что выполнены следующие условия:

$$E\{\sup_n |x_n|\}<\infty, \quad E\{\sup_n |y_n|\}<\infty, \tag{1}$$

$x_n(\omega) \leqslant z_n(\omega) \leqslant y_n(\omega)$ (п. н.) и $x_n(\omega) \leqslant u_n(\omega) \leqslant y_n(\omega)$ (п. н.).

Пусть игра начинается в момент n. Тогда возможны лишь стратегии $\tau \geqslant n$ и $\sigma \geqslant n$.

Обозначим через $g(\sigma, \tau, x, y, u, z)$ доход первого игрока для стратегии τ, σ:

$$g(\tau, \sigma, x, y, u, z) = x_\tau \cdot I_{[\tau < \sigma]} + y_\sigma \cdot I_{[\sigma < \tau]} + u_\tau \cdot I_{[\tau = \sigma < \infty]} + \\ + \varlimsup_{n \to \infty} z_n \cdot I_{[\tau = \sigma = \infty]} \tag{2}$$

Определим нижнюю и верхнюю цены формулами

$$\underline{w}_n(x, y, u, z) = \sup_{\tau \geqslant n} \inf_{\sigma \geqslant n} E\{g(\tau, \sigma, x, y, u, z) \mid \mathfrak{F}_n\},$$

$$\overline{w}_n(x, y, u, z) = \inf_{\sigma \geqslant n} \sup_{\tau \geqslant n} E\{g(\tau, \sigma, x, y, u, z) \mid \mathfrak{F}_n\},$$

где условимся обозначать $\sup\limits_{\alpha \in I} \widetilde{x}_\alpha = \operatorname{ess\,sup}\limits_{\alpha \in I} \widetilde{x}_\alpha$ и $\inf\limits_{\alpha \in I} \widetilde{x}_\alpha = \operatorname{ess\,inf}\limits_{\alpha \in I} \widetilde{x}_\alpha$.

2°. В этом пункте изучаются некоторые свойства решений уравнения

$$r_n = [E\{r_{n+1} \mid \mathfrak{F}_n\}]_{x_n}^{y_n} \quad \text{(п. н.)}, \tag{3}$$

где

$$[\widetilde{x}]_\alpha^\beta = \min\{\beta, \max(\alpha, \widetilde{x})\} = \max\{\alpha, \min(\beta, \widetilde{x})\}.$$

Обозначим

$$\tau_\varepsilon^n = \inf\{t : t \geqslant n, \quad r_t \leqslant x_t + \varepsilon\},$$
$$\sigma_\varepsilon^n = \inf\{t : t \geqslant n, \quad r_t \geqslant y_t - \varepsilon\}. \tag{4}$$

Пусть r_n — решение уравнения (3). Положим $\eta_t = r_{t \wedge \sigma_\varepsilon^n}$, где $t \wedge \sigma_\varepsilon^n = \min(t, \sigma_\varepsilon^n)$. Покажем, что $(\eta_t, \mathfrak{F}_t)$ — супермартингал. Действительно, в силу (1) и (3) $E|\eta_t| < \infty$ и $E\{r_{t+1} \mid \mathfrak{F}_t\} \leqslant r_t$ (п. н. $t < \sigma_\varepsilon^n$), поэтому

$$E\{\eta_{t+1} \mid \mathfrak{F}_t\} = I_{[t < \sigma_\varepsilon^n]} \cdot E\{r_{t+1} \mid \mathfrak{F}_t\} + \sum_{k=1}^{t} I_{[\sigma_\varepsilon^n = k]} \cdot E\{r_k \mid \mathfrak{F}_t\} \leqslant$$

$$\leqslant I_{[t < \sigma_\varepsilon^n]} \cdot r_t + I_{[t \geqslant \sigma_\varepsilon^n]} \cdot r_{\sigma_\varepsilon^n} = \eta_t \quad \text{(п. н.)}.$$

Для любого марковского момента $\tau \geqslant n$ имеем

$$r_n \geqslant E\{r_{\tau \wedge \sigma_\varepsilon^n} \mid \mathfrak{F}_n\} = E\{I_{[\tau < N \wedge \sigma_\varepsilon^n]} \cdot r_\tau + I_{[N > \sigma_\varepsilon^n \leqslant \tau]} \cdot r_{\sigma_\varepsilon^n} + \\ + I_{[\tau \wedge \sigma_\varepsilon^n \geqslant N]} \cdot r_N \mid \mathfrak{F}_n\} \quad \text{(п. н.)}.$$

Учитывая $r_\tau \geqslant x_\tau$, (1), (4) и переходя к пределу при $N \to \infty$, имеем

$$r_n \geqslant \sup_{\tau \geqslant n} E\{g(\tau, \sigma_\varepsilon^n, x, y, u, r) \mid \mathfrak{F}_n\} - \varepsilon \quad \text{(п. н.)}. \tag{5}$$

Аналогично (используя субмартингальность процесса $(r_{t \wedge \tau_\varepsilon^n}, \mathfrak{F}_t)$, $t = 0, 1, 2, \ldots$) получим

$$r_n \leqslant \inf_{\sigma \geqslant n} E\{g(\tau_\varepsilon^n, \sigma, x, y, u, r) | \mathfrak{F}_n\} + \varepsilon \quad \text{(п. н.)}. \tag{6}$$

Из (5) и (6) имеем, что для любого $\varepsilon > 0$ марковские моменты τ_ε^n и σ_ε^n ε-оптимальны для $E\{g(\tau, \sigma, x, y, u, r)|\mathfrak{F}_n\}$. Неравенства (5) и (6) имеют место также для $\varepsilon = 0$. Следовательно, (τ_0^n, σ_0^n) является оптимальной парой для $E\{g(\tau, \sigma, x, y, u, r)|\mathfrak{F}_n\}$ и

$$r_n = \underline{w}_n(x, y, u, r) = \overline{w}_n(x, y, u, r) \quad \text{(п. н.)}. \tag{7}$$

Таким образом, мы доказали следующую лемму:

Лемма. Если r_n—решение уравнения (3), то

$$r_n = \underline{w}_n(x, y, u, r) = \overline{w}_n(x, y, u, r) = E\{g(\tau_0^n, \sigma_0^n, x, y, u, r)|\mathfrak{F}_n\} \quad \text{(п. н.)},$$

где марковские моменты τ_0^n, σ_0^n определены следующим образом:

$$\tau_0^n = \inf\{t : t \geqslant n, \quad x_t = r_t\},$$
$$\sigma_0^n = \inf\{t : t \geqslant n, \quad y_t = r_t\}.$$

3°. Рассмотрим рекуррентный способ отыскания цены в случаях, когда $z_n(\omega) = x_n(\omega)$ (п. н.) и $z_n(\omega) = y_n(\omega)$ (п. н.). Справедлива

Теорема 1. *Если для любого* n $z_n(\omega) = x_n(\omega)$ (п. н.), *то*

1) *Существует цена игры* $w_n(x, y, u, x) = \underline{w}_n(x, y, u, x) = \overline{w}_n(x, y, u, x)$ *и* $w_n(x, y, u, x) = r_n = \lim_{k \to \infty} r_n^{(k)}$, *где* $r_n^{(k)} (k = 0, 1, \ldots)$ *получены из соотношения* $r_n^{(k)} = [E\{r_{n+1}^{k-1} | \mathfrak{F}_n\}]_{x_n}^{y_n}$, $k \geqslant 1$ (п. н.), $r_n^{(0)} = x_n$ (п. н.). *Цена игры—наименьшее решение уравнения* (3).

2) *Стратегии*

$$\tau_\varepsilon^n = \inf\{t : t \geqslant n, \quad w_t(x, y, u, x) \leqslant x_t + \varepsilon\},$$
$$\sigma_\varepsilon^n = \inf\{t : t \geqslant n, \quad w_t(x, y, u, x) \geqslant y_t - \varepsilon\}$$

являются ε-*оптимальными*, $\tau_\varepsilon^n < \infty$ (п. н.) *при* $\varepsilon > 0$. *Моменты* τ_0^n, σ_0^n *оптимальны.*

Теорема 2. *Если для любого* n $z_n(\omega) = y_n(\omega)$ (п. н.), *то*

1) *Существует цена игры* $w_n(x, y, u, y) = \underline{w}_n(x, y, u, y) = \overline{w}_n(x, y, u, y)$ *и* $w_n(x, y, u, y) = \overline{r}_n = \lim_{k \to \infty} r_n^{(k)}$, *где* $r_n^{(k)} (k = 0, 1, \ldots)$ *получены из соотношения* $r_n^{(k)} = [E\{r_{n+1}^{(k-1)} | \mathfrak{F}_n\}]_{x_n}^{y_n}$, $k \geqslant 1$ (п. н.), $r_n^{(0)} = y_n$ (п. н.) *Цена игры—наибольшее решение уравнения* (3).

2) *Стратегии*

$$\tau_\varepsilon^n = \inf\{t : t \geqslant n, \quad w_t(x, y, u, y) \leqslant x_t + \varepsilon\},$$
$$\sigma_\varepsilon^n = \inf\{t : t \geqslant n, \quad w_t(x, y, u, y) \geqslant y_t - \varepsilon\}$$

являются ε-*оптимальными*, $\sigma_\varepsilon^n < \infty$ (п. н.) *при* $\varepsilon > 0$. *Моменты* τ_0^n, σ_0^n *оптимальны.*

ეროვნული ბიბლიოთეკა

Следствие. Если $\underline{\lim}_{n\to\infty} y_n \leqslant \overline{\lim}_{n\to\infty} x_n$ (п. н.), то в силу теорем 1 и 2 уравнение (3) имеет единственное решение.

4°. Рассмотрим общий случай (2). Справедлива

Теорема 3. *Для любого* $n=0, 1, 2, \ldots$

1) $w_n(x, y, u, z)=\underline{w}_n(x, y, u, z)=\overline{w}_n(x, y, u, z)=\underline{w}_n(\bar{x}, y, u, \bar{x})=$

$$=\overline{w}_n(\bar{x}, y, u, \bar{x}),$$

где

$$\overline{x}_n=\max\{x_n, \inf_{\sigma\geqslant n} E[y_\sigma\cdot I_{[\sigma<\infty]}+\underline{\lim}_{n\to\infty} z_n\cdot I_{[\sigma=\infty]}|\mathfrak{F}_n]\}. \quad \text{(п. н.)}$$

2) *Если* $r_n^{(k)}$, $k\geqslant 0$ *получены из рекуррентного соотношения*

$$r_n^{(k)}=[E\{r_{n+1}^{(k-1)}|\mathfrak{F}_n\}]_{x_n}^{y_n}, \quad k\geqslant 1 \text{ (п. н.)}, \quad r_n^0=\overline{x}_n \quad \text{(п. н.)},$$

то $r_n=\lim_{k\to\infty} r_n^{(k)}$ *является ценой игры. Стратегии*

$$\tau_0^n=\inf\{t: t\geqslant n,\ r_t=x_t\}, \quad \sigma_0^n=\inf\{t: t\geqslant n,\ r_t=y_t\}$$

оптимальны.

Академия наук Грузинской ССР
Институт экономики и права

(Поступило 30.1.1975)

მათემატიკა

ნ. ელბაქიძე

დისკრეტული დროით თამაშებში ოპტიმალური გაჩერების წესების შესახებ

რეზიუმე

განხილულია საწინააღმდეგო ინტერესების მქონე ორი პიროვნების ოპტიმალურად გაჩერებული თამაშები. გამოკვლეულია ε-ოპტიმალური და ოპტიმალური გაჩერების მომენტების სტრუქტურა.

MATHEMATICS

N. V. ELBAKIDZE

ON THE OPTIMAL RULES OF STOPPING IN GAMES WITH DISCRETE TIME

Summary

Optimally stopped games of two persons with opposite interest are considered. The structure of ε-optimal and optimal strategies of stopping is investigated.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Е. Б. Дынкин. ДАН СССР, 185, 1, 1969, 16—19.
2. Ю. И. Кифер. Теория вероятности и ее применения, 15, 3, 1970.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 78, № 2, 1975
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 78, № 2, 1975
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 78, № 2, 1975

УДК 519.1

МАТЕМАТИКА

М. И. БУРШТЕЙН

О БИХРОМАТИЧНОСТИ ПЛОСКИХ ГИПЕРГРАФОВ

(Представлено академиком Г. С. Чогошвили 11.12.1974)

В [1] было показано, что всякий плоский гиперграф, содержащий не более одного ребра степени 2, бихроматичен. Легко построить плоские небихроматичные гиперграфы с тремя и более ребрами степени 2. Вопрос о бихроматичности плоских гиперграфов с двумя ребрами степени 2 оставался открытым (см. также [2], стр. 139). В данной статье дается положительный ответ на этот вопрос.

Определения основных понятий теории гиперграфов можно найти в [2, 3]. Плоские гиперграфы рассматривались в [4]. Основные сведения о плоских триангуляциях изложены в [5].

Теорема. *Всякий плоский гиперграф, содержащий не более двух ребер степени* 2, *бихроматичен.*

Доказательство. В каждом ребре степени $s \geqslant 3$ гиперграфа выберем произвольно тройку вершин и построим новый гиперграф с теми же вершинами и ребрами степени 2 и с выбранными тройками в качестве ребер степени 3. Ясно, что от этого хроматическое число гиперграфа не уменьшится. Добавив, если нужно, еще некоторые ребра степени 3 (это также не уменьшит хроматическое число), получим, что ребра степени 3 нашего гиперграфа являются гранями некоторой плоской триангуляции с тем же самым множеством вершин, а ребра степени 2 исходного гиперграфа — обычными ребрами в этой триангуляции. Подробно процесс построения этой триангуляции описан в [1]. Теперь легко убедиться, что утверждение теоремы эквивалентно следующему:

Вершины всякой плоской триангуляции можно окрасить двумя цветами 0 и 1 так, чтобы концы двух произвольных, заранее отмеченных ребер были окрашены различно и в каждом треугольнике по крайней мере две вершины были бы окрашены в разные цвета.

При этом можно считать, что первоначально выбранная вершина имеет заданный цвет.

Раскраску вершин плоской триангуляции с отмеченными ребрами, удовлетворяющую перечисленным условиям, будем называть правильной. Доказательство этого утверждения проведем индукцией по

числу вершин триангуляции. Существуют только три плоские триангуляции с числом вершин не более чем 4; для них утверждение проверяется непосредственно. Пусть теорема уже доказана для всех плоских триангуляций с числом вершин меньшим, чем $n \geqslant 5$, и пусть T — произвольная плоская триангуляция, имеющая n вершин.

Цикл длины 3 (соответственно 2) в триангуляции T назовем разбивающим треугольником (соответственно двуугольником), если он не является краем никакой грани. Рассмотрим три случая.

Случай 1. В T есть разбивающий двуугольник.

Пусть a и b — его вершины; разрежем T по ребрам разбивающего двуугольника; получим две триангуляции T_+ и T_-, лежащие соответственно внутри и вне разбивающего двуугольника. Ребра разбивающего двуугольника считаются принадлежащими обеим триангуляциям. Число вершин каждой из триангуляций T_+ и T_- не превосходит $(n-1)$, поэтому для них наше утверждение справедливо. Если отмеченные ребра лежат в одной из триангуляций, например в T_+, то T_+ можно правильно раскрасить. Независимо от того, какие цвета получат вершины a и b, их раскраску можно продолжить до правильной раскраски T (эти вершины принадлежат обеим триангуляциям). Таким образом, мы получим правильную раскраску T. Если же отмеченные ребра лежат в разных триангуляциях, то одно из ребер разбивающего двуугольника будем считать отмеченным и окажется, что в обеих триангуляциях T_+ и T_- по два отмеченных ребра. По предположению, существует правильная раскраска T_+ и T_-, такая, что вершина a окрашена цветом 0. Тогда в обеих триангуляциях b получит цвет 1, так как концы отмеченных ребер должны быть раскрашены различно. Триангуляция T окажется правильно раскрашенной.

Случай 2. В T есть разбивающий треугольник.

Обозначим через a, b и c вершины разбивающего треугольника. Как и в предыдущем случае, построим внутреннюю и внешнюю триангуляции T_+ и T_- (разрежем T по ребрам разбивающего треугольника; ребра последнего считаются принадлежащими T_+ и T_-). Если отмеченные ребра попали в одну из триангуляций, например в T_+, то по предположению T_+ можно правильно раскрасить. При этом среди вершин разбивающего треугольника найдутся две разного цвета. Пусть, например, вершина a получит цвет, отличный от цветов b и c. Тогда будем считать ребра (a, b) и (a, c) отмеченными в триангуляции T_-. Раскрасим триангуляцию T_- так, чтобы вершина a получила тот же цвет, что и в T_+. Ясно, что в совокупности будет получена правильная раскраска триангуляции T. Предположим теперь, что отмеченные ребра лежат в разных триангуляциях — одно в T_+, другое в T_-. Будем считать ребро (a, b) отмеченным в триангуляциях T_+ и T_-. Тогда в каждой из этих триангуляций будет отмечено по два ребра. Раскрасим по отдельности каждую из триангуляций T_+ и T_- так, чтобы вершина a получила цвет 0. Тогда ясно, что b получит цвет 1. Если вершина c в обеих триангуляциях может быть окрашена одинаково, то тогда в совокупности мы получим раскраску T.

Предположим, что в T_+ c всегда получает цвет 0, а в T_-—цвет 1 (при условии, что a окрашено цветом 0, а b—цветом 1). Это значит, что если в T_- окрасить a цветом 1, b—цветом 0 и продолжить эту раскраску до правильной раскраски T_-, то c обязательно получит цвет 0 (простая перекраска цветов 0 и 1). Будем считать, что в T_+ отмечено ребро (a, c), а не (a, b). Раскрасим T_+ так, чтобы c получила цвет 1; тогда a получит цвет 0, а b—тоже цвет 0, так как при a, окрашенном цветом 0, и b—цветом 1 c получает цвет 0 (по предположению).

В триангуляции T_- будем считать, что отмечено ребро (b, c). Окрасим c цветом 1 и продолжим раскраску. Получим, что b окрашено цветом 0 и a тоже, так как в противном случае вершина c не могла бы иметь цвет 1. Таким образом, мы построили раскраски триангуляций T_+ и T_-, такие, что a и b окрашены цветом 0, а c—цветом 1. Следовательно, T правильно раскрашена.

Случай 3. В T нет кратных ребер и разбивающих треугольников.

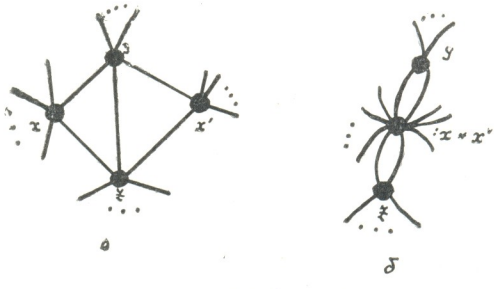


рис. 1

Рассмотрим треугольник, содержащий отмеченное ребро. Обозначим его вершины через x, y и z так, чтобы ребро (x, y) было отмеченным, а (y, z)—неотмеченным. Рассмотрим другой треугольник, примыкающий к нашему по ребру (y, z). Пусть x'—его третья вершина. Ясно, что $x' \neq x$ и x' не смежна с x, так как в противном случае возникли бы разбивающие треугольники или T свелась бы к полному графу на четырех вершинах (см. рис. 1, а). Удалим ребро (y, z) из триангуляции и отождествим вершины x и x'. Вновь полученную вершину обозначим через x^*x' (см. рис. 1, б). Получим вновь плоскую триангуляцию T' с $(n-1)$ вершиной. Построим правильную раскраску T', считая отмеченными те же ребра, причем вершину x^*x' окрасим цветом 0. Вернемся к триангуляции T, считая ее вершины раскрашенными так же, как и в T'. Вершины x и x' будут иметь цвет 0, вершина y—цвет 1, так как ребро (x, y) отмечено. Таким образом, треугольники (x, y, z) и (x', y, z) не будут одноцветными. Следовательно, мы получили правильную раскраску триангуляции T.

Случаи 1, 2, 3 охватывают все триангуляции, кроме, может быть, тех, у которых есть кратные ребра, но нет разбивающих двуугольников, т. е. есть двуугольные грани. Однако кратные ребра, образую-

ეროვნული ბიბლიოთეკა

щие двууголльные грани, можно отождествлять так как это никак не влияет на существование правильных раскрасок.

Теорема доказана.

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

(Поступило 13.12.1974)

მათემატიკა

მ. ბურშტეინი

ბრტყელი ჰიპერგრაფების ბიქრომატულობის შესახებ

რეზიუმე

დამტკიცებულია, რომ ნებისმიერი ბრტყელი ჰიპერგრაფი, რომელსაც აქვს ორზე არაუმეტესი ერთგანზომილებიანი წიბო, ბიქრომატულია.

ეს არის დადებითი პასუხი საკითხზე, რომელიც იყო დასმული [1] და [2] შრომებში.

MATHEMATICS

M. I. BURSTEIN

ON BICCLORABLENESS OF PLANAR HYPERGRAPHS

Summary

It is proved that any planar hypergraph with no more than two edges of degree 2 is bichromatic. This answers the author's question raised in [1] (see also [2], p. 139).

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. М. И. Бурштейн. Сообщения АН ГССР, 75, № 1, 1974.
2. А. А. Зыков. УМН, 6, 1974.
3. C. Berge, Graphes et hypergraphes. Paris, Dunod, 1970.
4. М. И. Бурштейн. Аннотации докладов семинара Ин-та прикладной математики Тбилисского гос. ун-та, 10, 1975.
5. А. А. Зыков. Теория конечных графов. Новосибирск, 1969.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 78, № 2, 1975
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 78, № 2, 1975
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 78, № 2, 1975

УДК 518:517.9:539.3

МАТЕМАТИКА

Д. Г. ГОРДЕЗИАНИ, Е. Г. ЕВСЕЕВ

О ПРИБЛИЖЕННОМ РЕШЕНИИ УРАВНЕНИЙ ОДНОГО ВАРИАНТА ТЕОРИИ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ОБОЛОЧЕК СО СМЕШАННЫМИ КРАЕВЫМИ УСЛОВИЯМИ

(Представлено академиком И. Н. Векуа 16.10.1974)

В работе строится и исследуется вариационно-разностная схема для смешанной краевой задачи теории цилиндрических оболочек [1] в случае приближения порядка $N=1$.

Получена равномерная по $|h|$ априорная оценка решения разностной задачи, откуда следует сходимость схемы со скоростью $O(|h|)$ на любых неравномерных сетках и $O(|h|^{3/2})$ на квазиравномерных сетках в норме сеточного аналога W_2^1.

1. Пусть x_1, x_2 — ортогональные координаты на серединной поверхности S цилиндрической оболочки толщины $2H$ ($H(x_1, x_2) \geqslant H_0 = \text{const} > 0$), изменяющиеся соответственно вдоль образующих и перпендикулярных к ним окружностей, причем x_1 — длина отрезка образующей, а x_2 — дуга окружности радиуса R. На S рассмотрим область $\overline{G} = G + \Gamma$, содержащуюся в $G_0 = \{x \mid x = (x_1, x_2),\ 0 \leqslant x_\alpha \leqslant l_\alpha,\ \alpha = 1, 2\}$; $\Gamma = \Gamma_0 + \Gamma'$, где Γ' — общая граница G и G_0, $\Gamma_0 \subset G_0$ — криволинейная часть Γ, задаваемая, например, в виде $x_2 = \varkappa(x_1)$, $\varkappa(x_1) \in C^2[0, l_1]$, $\varkappa'(x_1) \leqslant 0$. Положим $\Gamma = \Gamma_u + \Gamma_p$, $\Gamma_u \cap \Gamma_p = \varnothing$ ($\text{mes}\, \Gamma_u > 0$).

Поставим задачу 1: найти решение системы уравнений, описывающих равновесие тонких упругих цилиндрических оболочек по теории [1] при $N=1$, когда на Γ_u заданы компоненты вектора смещения (для простоты предположим, что эти условия однородны), а на Γ_p — компоненты вектора напряжения. Указанная система состоит из шести уравнений с шестью неизвестными функциями. Обозначим решение поставленной задачи через вектор $\vec{u}(x) = (u_1(x), \ldots, u_6(x))$.

2. Пусть $\overset{\circ}{V} = \{\vec{u} \mid \vec{u} = (u_1, \ldots, u_6),\ u_i \in W_2^1(\overline{G}),\ u_i|_{\Gamma_u} = 0,\ i = 1, \ldots, 6\}$.

Согласно [2, 3], оператор задачи 1 положительно определен на $\overset{\circ}{V}$ и имеет место неравенство Корна

$$D(\vec{u}) \equiv \int_G \sum_{i=1}^{6} \left\{ \sum_{k=1}^{2} \left(\frac{\partial u_i}{\partial x_k} \right)^2 \right\} dx \leqslant \frac{1}{c_0} W(\vec{u}), \quad \forall \vec{u} = \overset{\circ}{V}, \tag{1}$$

где $c_0 > 0$ не зависит от $\vec{u}$, а $W(\vec{u})$

—потенциальная энергия упругой деформации. Поэтому задача 1 эквивалентна следующей вариационной задаче: в пространстве $\overset{\circ}{V}$ найти элемент, реализующий минимум функционала

$$I(\vec{u})=2W(\vec{u})-2\int_G \vec{F}\,\vec{u}dx-2\int_{\Gamma_p}\vec{P}\,\vec{u}ds, \tag{2}$$

где $\vec{F}=(F_1,\ldots,F_6)$ и $\vec{P}=(P_1,\ldots,P_6)$—заданные векторы.

3. Введем в G согласованную с криволинейной частью Γ_0 неравномерную сетку. Через $\overline{\omega}$ и γ_u, γ_p обозначим соответственно множество узлов в $\overline{G}$ и узлов, соотнесенных частям границы Γ_u, Γ_p ($\mathrm{mes}\,\gamma_u>0$). Для шагов сетки, сеточных вектор-функций на неравномерной сетке используем обозначения из [4]. Определим также сеточные пространства H_h, V_h^0, негативное пространство $\overset{\circ}{V}{}_h^{-1}$ как аналоги пространств $H=(L_2)^6=\{\vec{u}\,|\,\vec{u}=(u_1,\ldots,u_6),\ u_i\in L_2\}$, $\overset{\circ}{V}$, $\overset{\circ}{V}{}^{-1}$ с соответствующими скалярными произведениями и нормами (см., например, [5]).

4. При построении разностной схемы будем исходить из вариационной задачи. Минимум функционала (2) ищем на пространстве $\overset{\circ}{V}_\eta$ кусочно-линейных функций, $\overset{\circ}{V}_\eta\in\overset{\circ}{V}$, которые построены триангуляцией G в направлении, согласованном с Γ_0. Координатные функции $\eta_i(x)\equiv\eta_{i_1i_2}(x)$ восполнены кусочно-линейно над треугольными элементами в G, так что линейная оболочка η_i образует $\overset{\circ}{V}_\eta$. Элемент $\vec{u}$, реализующий минимум функционала (2) на $\overset{\circ}{V}_\eta$, можно представить в виде

$$U_k=\sum_i y_{ki}\,\eta_i(x),\quad x^{(i)}\in\overline{\omega}\setminus\gamma_u,\quad k=1,\ldots,6. \tag{3}$$

Подставим (3) в (2):

$$I(\vec{u})\equiv I(\vec{y})=\sum_{\alpha,\beta=1}^{6}\sum_{i,j}a_{ij}^{\alpha\beta}\,y_{\alpha i}\,y_{\beta j}-2\sum_i\sum_{\alpha=1}^{6}b_i^\alpha\,y_{\alpha i}, \tag{4}$$

где коэффициенты $a_{ij}^{\alpha\beta}\equiv a_{ji}^{\beta\alpha}$ вычисляются явно для заданной толщины оболочки, а b_i^α вычисляются приближенно с погрешностью, равной погрешности аппроксимации схемы в узлах $\overline{\omega}\setminus\gamma_p$. Из условия минимума функционала (4), зависящего от неизвестных $\vec{y}_i$, определяется вариационно-разностная схема—задача 2, которую запишем в операторном виде

$$\Lambda\vec{y}=-\vec{F}^*,\quad x\in\overline{\omega}\setminus\gamma_u,\quad \vec{y}=0,\quad x\in\gamma_u. \tag{5}$$

Здесь $\vec{F}^*=\vec{F}(x)$, $x\in\omega$, $\vec{F}^*=\vec{F}(x)+\vec{\varphi}(x)$, $x\in\gamma_p$, а функция $\vec{\varphi}$ зависит от $\vec{P}$ и параметров треугольных элементов соответствующих частей Γ_p.

Отметим, что оператор Λ самосопряжен на классе векторов из $\overset{\circ}{V}_h$ в смысле скалярного произведения $(,)_{H_h}$.

Через $c_i\,(i=1,\ 2,\ldots)$ будем обозначать положительные постоянные, не зависящие от $|h|$ и $\vec{y}$.

5. Теорема 1. *Для решения задачи* 2 *справедлива априорная оценка*

$$\|\vec{y}\|^2_{\mathring{V}_h} \leqslant c_1\{\|\vec{F}\|^2_{\mathring{V}_h^{-1}} + \|\vec{\varphi}\|^2_{H_h(\gamma_p)}\}. \tag{6}$$

Доказательство. Заметим предварительно, что для областей с криволинейными границами выполняются неравенства (см. [5, 6]) для любой функции $\vec{y}\in\mathring{V}_h(\mathrm{mes}\ \gamma_u>0)$:

$$c_2\|\vec{y}\|_{H_h(\omega\setminus\gamma_u)} \leqslant D_h(\vec{y}), \tag{7}$$

$$\|\vec{y}\|_{H_h(\gamma_p)} \leqslant c_3\|\vec{y}\|_{\mathring{V}_h}, \tag{8}$$

где $D_h(\vec{y})$—сеточный аналог $D(\vec{u})$ (ср., например, с [6]).

Пусть теперь $\overrightarrow{y}=\sum_i \vec{y}_i\gamma_{li}\in\mathring{V}$—кусочно-линейное восполнение сеточной вектор-функции $\vec{y}$. Умножая (5) скалярно на $\vec{y}$ и применяя разностную формулу Грина [4], имеем

$$(\vec{F}^*,\ \vec{y})_{H_h(\overline{\omega}\setminus\gamma_u)} = (-\Lambda\vec{y},\ \vec{y})_{H_h(\overline{\omega}\setminus\gamma_u)} = \sum_{i,\,j}\ \sum_{\alpha,\,\beta=1}^{6} a_{ij}^{\alpha\beta}\,y_{\alpha i}\,y_{\beta j} = W(\overrightarrow{y}). \tag{9}$$

В силу (1), соотношения $D(\overrightarrow{y})=D_h(\vec{y})$ и оценки (7) получаем

$$(\vec{F}^*,\ \vec{y})_{H_h(\overline{\omega}/\gamma_u)} \geqslant c_u\|\vec{y}\|_{\mathring{V}_h}, \tag{10}$$

где $c_4=c_0\max(1,\ c_2)/2$, и участвуют уже только сеточные функции.

Левую часть в (9) оценим с помощью неравенства

$$|(\vec{F},\ \vec{y})_{H_h(\overline{\omega}/\gamma_u)}| \leqslant \varepsilon_1\|\vec{y}\|^2_{\mathring{V}_h} + \frac{1}{4\varepsilon_1}\|\vec{F}\|^2_{\mathring{V}_h^{-1}},\quad \varepsilon_1>0, \tag{11}$$

и неравенства, получаемого посредством (8), неравенства Коши—Буняковского и неравенства, аналогичного (11):

$$|(\vec{\varphi},\ \vec{y})_{H_h(\gamma_p)}| \leqslant \varepsilon_2\|\vec{y}\|^2_{\mathring{V}_h} + \frac{c_2}{4\varepsilon_2}\|\vec{\varphi}\|^2_{H_h(\gamma_p)},\qquad \varepsilon_2>0. \tag{12}$$

Положим $\varepsilon_1=\varepsilon_2=c_4/4$. Тогда из оценок (10)—(12) получим (6) с $c_1=2c_0/c_4$.

6. Положим $\vec{z}=\vec{y}-\vec{u}$, где $\vec{u}$—решение задачи 1, а $\vec{y}$—решение задачи 2. Для $\vec{z}$ получаем однозначно разрешимую задачу

$$\Lambda\vec{z}=-\vec{\Psi},\qquad x\in\overline{\omega}\setminus\gamma_u,\qquad \vec{z}=0,\qquad x\in\gamma_u,$$

где $\vec{\Psi}=\Lambda\vec{u}+\vec{F}^*$—погрешность на решении $\vec{u}$. Можно показать, что в метрике $\mathring{V}_h^{-1}$ при $H(x)=H_0$ погрешность аппроксимации имеет порядок $O(|h|)$ на согласованных неравномерных сетках.

ეროვნული ბიბლიოთეკა

Тогда из теоремы 1 вытекает

Теорема 2. *Пусть решение задачи* $1\ \vec{u} \in C^4(\overline{G})$. *Тогда при* $H(x)=H_0$ *на любых неравномерных сетках равномерно по* $|h|$ *выполняется оценка*

$$\|\vec{u}-\vec{y}\|_{V_h}^{\circ} \leqslant c_5 |h|.$$

Если сетка квазиравномерна, то верна оценка

$$\|\vec{u}-\vec{y}\|_{V_h}^{\circ} \leqslant c_5 |h|^{3/2}.$$

Тбилисский государственный университет
Институт прикладной математики

(Поступило 18.10.1974)

მათემატიკა

დ. გორდეზიანი, ე. ევსეევი

ერთი ვარიანტის ცილინდრულ გარსთა თეორიის განტოლებების მიახლოებითი ამოხსნის შესახებ შერეული სასაზღვრო პირობებით

რეზიუმე

ვარიაციული მეთოდის გამოყენებით აგებულია და გამოკვლეულია სხვაობიანი სქემა ი. ვეკუას თხელ ცილინდრულ გარსთა თეორიის შერეული სასაზღვრო ამოცანისათვის $N=1$ შემთხვევაში მრუდწირულ არეში.

MATHEMATICS

D. G. GORDEZIANI, E. G. EVSEEV

ON THE APPROXIMATE SOLUTION OF THE MIXED BOUNDARY VALUE PROBLEM OF ONE VERSION OF THE THEORY OF CYLINDRICAL SHELLS

Summary

With the help of the variational method the difference scheme for the mixed boundary value problem of I. N. Vekua's theory of thin cylindrical shells is constructed and studied in the case $N=1$ for the curvilinear domain.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. Н. Векуа. Теория тонких пологих оболочек переменной толщины. Тбилиси, 1965.
2. В. С. Жгенти. Труды ВЦ АН ГССР, 6, № 2, 1965.
3. Д. Г. Гордезиани. ДАН СССР, 215, 6, 1974.
4. А. А. Самарский. Введение в теорию разностных схем. М., 1971.
5. В. Б. Андреев. Журнал вычисл. матем. и матем. физ., 8, № 6, 1968.
6. Р. Д. Лазаров. Журнал вычисл. матем. и матем. физ., 11, 4, 1971.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 78, № 2, 1975
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 78, № 2, 1975
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 78, № 2, 1975

ეროვნული ბიბლიოთეკა

УДК 517.51

МАТЕМАТИКА

Г. Г. КИПИАНИ

О СХОДИМОСТИ ПО МЕРЕ И В СМЫСЛЕ МЕТРИКИ $L_p(1<p<\infty)$ СИНГУЛЯРНЫХ ИНТЕГРАЛОВ

(Представлено членом-корреспондентом Академии В. Г. Челидзе 4.9.1974)

В настоящей статье мы применяем теоремы, сформулированные в работе [1], для исследования сходимости по мере и в смысле метрики пространства $L_p(1<p<\infty)$ сингулярных интегралов

$$T_n(f,\ x)=\int_0^1 f(t)\cdot K_n(t,\ x)\,dt.$$

Мы будем рассматривать сингулярные интегралы с ядрами $K_n(t, x)$, удовлетворяющими условиям:

1) для каждой точки $x_0\in I\subseteq(0,\ 1)$, где I—некоторое измеримое множество, существуют число $\delta_0>0$ и функции $\alpha_n^{(k)}(t,\ x_0)$ $\beta_n^{(k)}(x,\ x_0)$ $(k=1,\ 2,\ \ldots,\ m)$ и $\omega_n(t,\ x,\ x_0)$, определенные для всех $(t,\ x)\in[x_0-\delta_0,\ x_0+\delta_0;\ x_0-\delta_0,\ x_0+\delta_0]$, такие, что

$$K_n(t,\ x)=\sum_{k=1}^{m}\frac{\alpha_n^{(k)}(t,\ x_0)\cdot\beta_n^{(k)}(x,\ x_0)}{t-x}+\omega_n(t,\ x,\ x_0)$$

для всех $(t,\ x)\in[x_0-\delta_0,\ x_0+\delta_0;\ x_0-\delta_0,\ x_0+\delta_0]$, причем

$$|\alpha_n^{(k)}(t,\ x_0)|\leqslant M(x_0),\quad |\beta_n^{(k)}(x,\ x_0)|\leqslant M(x_0)\quad\text{и}\quad |\omega_n(t,\ x,\ x_0)|\leqslant M(x_0),$$

где постоянная $M(x_0)$ не зависит от k и n, а постоянная m не зависит от n и x_0;

2) для любой точки $(t,\ x)\in[0,\ 1;\ 0,\ 1]$

$$|K_n(t,\ x)|\leqslant A_n\quad(n=1,\ 2,\ldots),$$

где A_n — некоторые постоянные;

3) быть может, существует исключительное замкнутое множество $H\subset[0,\ 1]$ меры нуль, такое, что для любого $\varepsilon>0$ и любого открытого множества $G\in(-\infty,\ \infty)$, содержащего H, найдется постоянная $N_{\varepsilon,G}>0$, такая, что почти для всех $(t,\ x)\in(0,\ 1)$

$$\int_{{}^cG\cap B_\varepsilon}|K_n(t,\ x)|\,dx\leqslant N_{\varepsilon,G},$$

где

$$B_\varepsilon=(0,\ t-\varepsilon)\cup(t+\varepsilon,\ 1)\quad\text{и}\quad {}^cG=[(-\infty,\ \infty)\setminus G]\cap(0,1).$$

Используя неравенство Колмогорова (см. [2], стр. 580) и леммы 1 и 2 работы [1], можно доказать, что справедлива

Теорема 1. *Если ядра* $K_n(t, x)$ *сингулярных интегралов* $T_n(f, x)$ *удовлетворяют условиям* 1)—3), *тогда* $T_n(f, x)$ *сходятся по мере на множестве* I *при* $n\to\infty$ *к* $f(x)$ *для любой функции* $f\in L_1[0, 1]$.

Определение. Пусть $\mathscr{E}$—некоторое эргодическое семейство преобразований отрезка [0, 1], сохраняющих меру Лебега. Скажем, что оператор $T_n(f, x)$ действующий из $L_1[0, 1]$ в пространство измеримых конечных почти всюду функций, коммутируется с эргодическим семейством $\mathscr{E}$, если для каждого $E\in\mathscr{E}$ и любой функции $f\in L_1[0, 1]$ имеет место неравенство

$$|T(Ef, x)|\geqslant|T(f, Ex)|,$$

где

$$Ef(t)=f(Et).$$

Применяя теорему 1 настоящей статьи, теорему 2 работы [1], интерполяционную теорему Марцинкевича (см. [3], стр. 167), а также известную схему рассуждения (см. [4], стр. 45), можно доказать, что справедлива

Теорема 2. *Пусть операторы* $T_n(f, x)$ *коммутируются с некоторым эргодическим семейством* $\mathscr{E}$. *Если ядра* $K_n(t, x)=K_n(x, t)$ *сингулярных интегралов* $T_n(f, x)$ *удовлетворяют условиям* 1)—3), *то для любой функции* $f\in L_p[0, 1]$ $(1<p<\infty)$

$$\lim_{n\to\infty}\int_I|T_n(f, x)-f(x)|^p\,dx=0.$$

Пусть $\{\varphi_k(x)\}$—ортонормированная система ограниченных функций, заданная на [0, 1]. Известно, что частные суммы $T_n(f, x)$ ряда Фурье для любой функции $f\in L_1[0, 1]$ по системе $\{\varphi_k(x)\}$ представляются в виде

$$T_n(f, x)=\int_0^1 f(t)\cdot K_n(t, x)\,dt,$$

где

$$K_n(t, x)=\sum_{k=1}^{n}\varphi_k(t)\cdot\varphi_k(x).$$

Очевидно, что теоремы 1 и 2 настоящей статьи могут быть сформулированы в применении к этому случаю.

Рассмотрим, в частности, случай, когда $\{\varphi_k(x)\}$ — полиномиальная система (см. [5], стр. 29). Как известно, для n-го ядра $K_n(t, x)$ полиномиальной системы $\{\varphi_k(x)\}$ справедлива формула Кристофеля—Дарбу

$$\sum_{k=1}^{n}\varphi_k(t)\cdot\varphi_k(x)=\frac{\alpha_n}{\alpha_{n+1}}\,\frac{\varphi_n(x)\cdot\varphi_{n+1}(t)-\varphi_n(t)\cdot\varphi_{n+1}(x)}{t-x},$$

где

ეროვნული ბიბლიოთეკა

$$\frac{\alpha_n}{\alpha_{n+1}} = O(1).$$

Пусть полиномиальная система удовлетворяет условию:

а) функции $\varphi_k(x)$ равномерно ограничены на каждом сегменте $[\varepsilon, 1-\varepsilon]$, где $\varepsilon > 0$.

Из теоремы 1 и теоремы 2 вытекают

Теорема 3. *Если полиномиальная система* $\{\varphi_k(x)\}$ *удовлетворяет условию а), тогда ряд Фурье функции* $f \in L_1[0, 1]$ *по системе* $\{\varphi_k(x)\}$ *сходится к* $f(x)$ *по мере на* $[0, 1]$ *для любой функции* $f \in L_1[0, 1]$.

Теорема 4. *Если полиномиальная система* $\{\varphi_k(x)\}$ *удовлетворяет условию а) и операторы* $T_n(f, x)$ *коммутируются с некоторым эргодическим семейством* $\mathcal{G}$, *то ряд Фурье функции* $f \in L_p[0, 1]$ $(1 < p < \infty)$ *по системе* $\{\varphi_k(x)\}$ *сходится к* $f(x)$ *в смысле метрики* $L_p[0, 1]$ $(1 < p < \infty)$ *для любой функции* $f \in L_p[0, 1]$ $(1 < p < \infty)$.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 5.9.1974)

მათემატიკა

გ. ყიფიანი

სინგულარული ინტეგრალების ზომით და $L_p(1 < p < \infty)$ სივრცის მეტრიკის აზრით კრებადობის შესახებ

რეზიუმე

ნაშრომში მოყვანილია საკმარისი პირობები გარკვეული სახის სინგულარული ინტეგრალების კრებადობისათვის ზომით და $L_p(1 < p < \infty)$ სივრცის მეტრიკის აზრით.

MATHEMATICS

G. G. KIPIANI

ON THE CONVERGENCE OF SINGULAR INTEGRALS IN MEASURE AND IN THE SENSE OF THE METRIC OF $L_p(1 < p < \infty)$ SPACE

Summary

The sufficient conditions are given for the convergence in measure and in the sense of the metric of $L_p(1 < p < \infty)$ space of singular integrals of a certain type.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. Г. Кипиани. Сообщения АН ГССР, 76, № 2, 1974.
2. Н. К. Бари. Тригонометрические ряды. М., 1961.
3. А. Зигмунд. Тригонометрические ряды, т. II. М., 1965.
4. И. Штейн. Сингулярные интегралы и дифференциальные свойства функций. М., 1973.
5. Г. Алексич. Проблемы сходимости ортогональных рядов М., 1963.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 78, № 2, 1975
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 78, № 2, 1975
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 78, № 2, 1975

УДК 532:5

МЕХАНИКА

С. В. ИАСАШВИЛИ, Н. Г. ШУМОВ, К. З. ШУБИТИДЗЕ

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СПЕКТРА КОГЕРЕНТНОСТИ МЕХАНИЧЕСКИХ И ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ЯДРА ПОТОКА ЖИДКОСТИ ЦЕНТРОБЕЖНОГО НАСОСА

(Представлено академиком А. А. Дзидзигури 8.12.1974)

Для исследования взаимовлияния динамических характеристик параметров ядра потока жидкости (давления $P(t)$ и скорости $V(t)$) центробежного насоса можно использовать метод статистической динамики, основанный на принципе спектра когерентности. Указанный метод позволяет выявить области частот, где взаимовлияние динамических характеристик параметров потока наиболее существенно [1].

Рассмотрим спектр когерентности двумерного линейного процесса применительно к динамике центробежного насоса и в соответствии с его функциональной моделью, которая для гидродинамических параметров жидкости давления и скорости изображена на рис. 1.

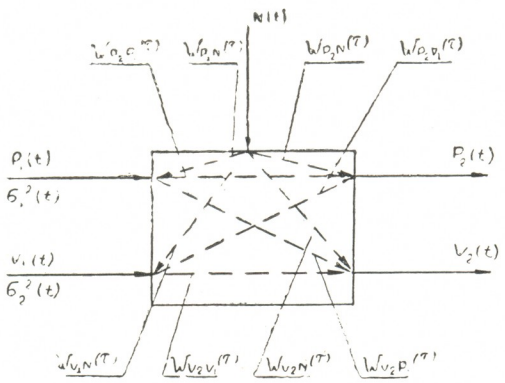


Рис. 1

Двумерный процесс, характеризующийся схемой, представленной на рис. 1, может быть трактован как процесс, формирующийся двумя источниками белого шума с интенсивностями σ_1 и σ_2, такими, что корреляционные функции $K_{p_1}(\tau)$ и $K_{v_1}(\tau)$ удовлетворяют выражению

$$\gamma_z(\tau) = \sigma_z^2 \delta(\tau), \qquad (1)$$

где $Z = P_1;\ V_1$, $\delta(\tau)$ —дельта-функция. Тогда в силу отсутствия корреляции между входными параметрами ядра потока жидкости центробежного насоса [2] можно записать

$$K_{p_2 p_2}(\tau) = \sigma_1^2 \int_0^\infty W_{p_2 p_1}(U)\, W_{p_2 p_1}(U+\tau)\, dU +$$

$$+ \sigma_2^2 \int_0^\infty W_{p_2 v_1}(U)\, W_{p_2 v_1}(U+\tau)\, dU, \qquad (2)$$

$$K_{v_2 v_2}(\tau) = \sigma_1^2 \int_0^\infty W_{v_2 p_1}(U)\, W_{v_2 p_1}(U+\tau)\, dU +$$

$$+ \sigma_2^2 \int_0^\infty W_{v_2 v_1}(U)\, W_{v_2 v_1}(U+\tau)\, dU, \qquad (3)$$

причем $M[P_1(t) V_1(t')] = 0$ и $t,\ t' = 1,\ 2$.

Отметим, что более общие рассуждения могут быть получены, если допустить возможность корреляции белых шумов σ_i в одинаковые моменты времени, т. е. $M[P_1(t),\ V_1(t')] = \sigma_{p_1 v_1}\delta(t-t')$. Аналогично можно записать выражения и для взаимных корреляционных функций:

$$K_{v_2 p_1}(\tau) = \sigma_1^2 \int_0^\infty W_{v_2 p_1}(U)\, W_{p_2 p_1}(U+\tau)\, dU +$$

$$+ \sigma_2^2 \int_0^\infty W_{v_2 v_1}(U)\, W_{p_2 v_1}(U+\tau)\, dU, \qquad (4)$$

$$K_{p_2 v_1}(\tau) = \sigma_1^2 \int_0^\infty W_{p_2 p_1}(U)\, W_{p_2 v_1}(U+\tau)\, dU +$$

$$+ \sigma_2^2 \int_0^\infty W_{p_2 v_1}(U)\, W_{v_2 v_1}(U+\tau)\, dU. \qquad (5)$$

Соответствующие выражениям (2)—(5) авто- и взаимные спектры были вычислены по результатам эксперимента, проведенного на водоотливной установке с центробежными насосами 8К-18.

Из выражений (1)—(3) следует, что им соответствуют в действительной части плоскости Фурье изображения уравнения, определяемые соотношениями

$$S_{p_2 p_1}(\omega) = \sigma_1^2 |W_{p_2 p_1}(\omega)|^2 + \sigma_2^2 |W_{p_2 v_1}(\omega)|^2, \qquad (6)$$

$$S_{v_2 v_1}(\omega) = \sigma_1^2 |W_{v_2 p_1}(\omega)|^2 + \sigma_2^2 |W_{v_2 v_1}(\omega)|^2, \qquad (7)$$

а выражениям (4), (5), которые можно объединить в соотношение

$$K_{p_2 v_1}(\tau) = \sigma_1^2 \int_{-\infty}^{\infty} W_{p_2 p_1}(U)\, W_{v_2 p_1}(U+\tau)\, dU +$$

$$+ \sigma_2^2 \int_{-\infty}^{\infty} W_{p_2 v_1}(U)\, W_{v_2 v_1}(U+\tau)\, dU, \qquad (8)$$

соответствует уравнение

$$S_{p_2 v_2}(\omega) = \sigma_1^2 W_{p_2 p_1}(\omega)\, W_{v_2 p_1}(\omega) + \sigma_2^2 W_{p_2 v_1}(\omega)\, W_{v_2 v_1}(\omega). \qquad (9)$$

Квадрат спектра когерентности двумерного процесса, характеризующего связь на фиксированных частотах выходных параметров насоса по давлению и скорости потока жидкости, можно записать, следовательно, в виде

$$\chi^2_{pv} = \chi^2_{p_2 v_2} = \frac{\alpha_2'(\omega)}{S_{p_2 p_1}(\omega) \cdot S_{v_2 v_2}(\omega)} = \frac{|S_{p_2 v_2}(\omega)|}{S_{p_2 p_1}(\omega)\ S_{v_2 v_2}(\omega)}. \qquad (10)$$

Из формулы (10) виден путь вычисления спектра когерентности для любых физических параметров ядра потока жидкости на линии нагнетания центробежного насоса. Он замечается в вычислении модулей взаимных спектров выходных параметров, а также спектров входных параметров и в дальнейшем использовании соотношения (10).

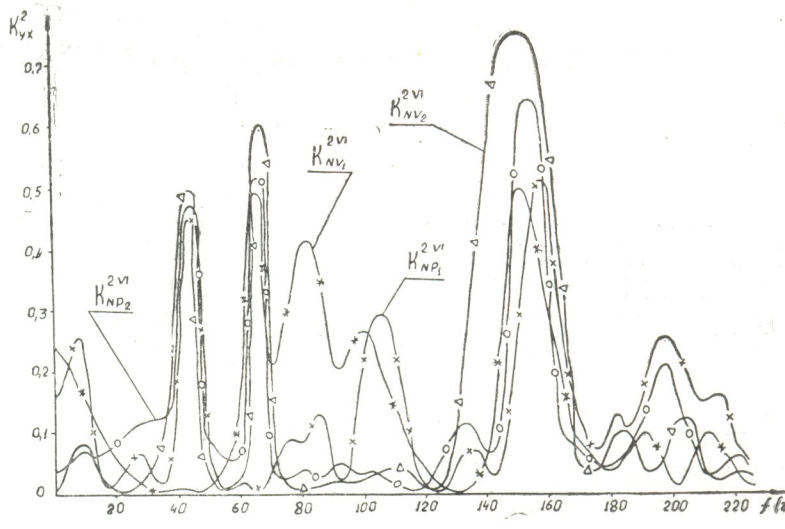


Рис. 2

На рис. 2 показаны спектры когерентности, вычисленные для одного из режимов работы центробежного насоса 8К-18, для оценки степени связи перегрузок, вызываемых работой привода, и для гидродина-

ეროვნული ბიბლიოთეკა

мических характеристик ядра потока жидкости на входе и выходе насоса.

Практическое применение спектра когерентности позволяет на практике пользоваться безразмерной мерой корреляции двух временных рядов в частотной области. Таким образом, он предпочтительнее взаимного амплитудного спектра, зависящего от масштаба измеряемых временных рядов.

Другая практически важная ценность спектра когерентности заключается, в частности, в том, что он позволяет «вырезать» в динамической характеристике насоса наиболее «весомые» участки, соответствующие частотам наиболее значимых коэффициентов когерентности. Из рис. 2, например, видно, что наиболее взаимовлияющие перегрузки с входными и выходными параметрами ядра потока центробежного насоса 8К-18 имеют место в диапазоне частот 35—45; 60—70 и 130 — 160 гц. Это дает возможность, зная передаточную функцию насоса, производить корректирование сигналов управления в регулируемых насосных системах с учетом спектра когерентности.

Академия наук Грузинской ССР
Институт горной механики
им. Г. А. Цулукидзе

(Поступило 19.12.1974)

მექანიკა

ს. იასაშვილი, ნ. შუმოვი, კ. შუბითიძე

ცენტრიდანული ტუმბოს სითხის ნაკადის ბირთვის ჰიდროდინამიკური და მექანიკური პარამეტრების კოჰერენტულობის სპექტრის ექსპერიმენტული გამოკვლევა

რეზიუმე

მოყვანილია ცენტრიდანული ტუმბოს შემწოვი და დამჭირხნი მხარის სითხის ნაკადის ბირთვის ჰიდროდინამიკურ და მექანიკურ პარამეტრებს შორის კოჰერენტულობის სპექტრის თეორიული და ექსპერიმენტული გამოკვლევის შედეგები.

MECHANICS

S. V. IASASHVILI, N. G. SHUMOV, K. Z. SHUBITIDZE

EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF THE SPECTRUM OF COHERENCY OF HYDRODYNAMIC AND MECHANICAL PARAMETERS OF THE CORE OF THE CENTRIFUGAL PUMP FLUID CURRENT

Summary

The results of theoretical and experimental investigation of the spectrum of coherency between the vibration overloads and hydrodynamic parameters of the core of the fluid current at the intaking and forcing side of the pump are stated.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Я. А. Гельфандбейн, Н. Г. Шумов. Сб. «Кибернетика и диагностика», IV. Рига, 1970.
2. Я. А. Гельфандбейн, Н. Г. Шумов. Изв. вузов, Машиностроение, № 9, 1972.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 78, № 2, 1975
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 78, № 2, 1975
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 78, № 2, 1975

УДК 007

КИБЕРНЕТИКА

А. А. СОРИНА

МЕТОД УПОРЯДОЧЕННОЙ МИНИМИЗАЦИИ РИСКА ПРИ РЕШЕНИИ НЕУСТОЙЧИВЫХ ЗАДАЧ

(Представлено академиком В. В. Чавчанидзе 10.12.1974)

При интерпретации экспериментальных данных часто возникает необходимость решать задачи с неустойчивым решением. Такие задачи обладают тем свойством, что при сколь угодно малых вариациях исходных данных решение задачи сколь угодно сильно отличается от истинного.

Формально это записывается так: пусть операторное уравнение

$$Y(X) = A[Z,\ X] \tag{1}$$

имеет единственное решение $Y(X) \in E_1$, $Z \in E_2$, где E_1, E_2—линейные нормированные функциональные пространства. Уравнение (1) обладает неустойчивым решением, если для любых $\varepsilon > 0$ и $\delta > 0$ найдутся функции Z_0, $Z_1 \in E_2$, такие, что $\|A[Z_0, X] - A[Z_1,\ X]\|_{E_1} < \delta$, а $\|Z_0 - Z_1\|_{E_2} > \varepsilon$.

Обычно уравнение (1) решают для функций $\tilde{Y}(X)$, полученных экспериментально и, следовательно, отягченных погрешностями. Чтобы сохранить свойство существования решения, уравнение (1) заменяют эквивалентной задачей минимизации функционала:

$$F(Z) = \int_c^d (\tilde{Y}(X) - A[Z,\ X])^2\, dX \underset{Z \in E_2}{\longrightarrow} \min. \tag{2}$$

Процесс «решения» неустойчивой задачи состоит из двух этапов: подмены задачи устойчивой и затем решения этой новой задачи. Подменяющую задачу на основе экспериментальных данных можно выбрать следующим образом.

Будем характеризовать качество решения Z уравнения (1) величиной функционала среднего риска $I(Z) = \int (Y - A[Z,\ X])^2\, dP(Y,\ X)$, где $P(Y,\ X)$—функция распределения случайных величин X, Y, отражающая статические свойства экспериментальных данных. Если помеха аддитивна и имеет нулевое среднее значение, то функция, минимизирующая $I(Z)$, совпадает с решением уравнения (1).

Обычно $P(Y,\ X)$ неизвестна, но дана независимая выборка пар значений $(X_1, Y_1, \ldots, X_l, Y_l)$. Тогда вместо среднего риска минимизируют его эмпирическую оценку—эмпирический риск:

$$I_э(Z) = \frac{1}{l} \sum_{i=1}^{l} (Y_i - A[Z, X_i])^2.$$

При этом достигается некоторое значение среднего риска, которое является случайной величиной. Вероятностные характеристики ее зависят от пространства решений Z, в котором минимизируется эмпирический риск, и объема экспериментальных данных l. При данном объеме выборки l чем «шире» пространство решений,тем, вообще говоря, меньше среднее значение достигаемого значения среднего риска, но больше его дисперсия, чем «уже» пространство решений, тем больше среднее значение, но меньше дисперсия. Теперь задачу выбора пространства E_2', в котором следует решать уравнение (1), можно поставить так. Среди пространств E^1, E^2, ..., найти такое E^*, чтобы с вероятностью $1-\eta$ значение среднего риска, достигнутое при минимизации эмпирического риска, при данном объеме выборки l было наименьшим. Эту задачу удается решить до конца, если пространства E^1, E^2, ..., конечномерные, например, E^i—пространство алгебраических полиномов степени не выше $i-1$.

В [1] показано, что для всех Z из k-мерного функционального пространства E^k с вероятностью $1-\eta$ выполняется неравенство

$$J(Z) < \frac{J_э(Z)}{1 - \sqrt{\dfrac{k(\ln l - \ln k + 1) - \ln \eta}{l}}}.$$

Так как эта оценка справедлива для всех $Z \in E^k$, то

$$J(Z^k) < \frac{\min\limits_{Z \in E^k} J_э(Z)}{1 - \sqrt{\dfrac{k(\ln l - \ln k + 1) - \ln \eta}{l}}} = I_k,$$

где Z^k—функция, минимизирующая эмпирический риск. Теперь среди пространств E^1, E^2, ..., осталось найти такое E^*, чтобы соответствующее I_k было минимальным.

Описанный метод минимизации среднего риска носит название метода упорядоченной минимизации риска, так как он основан на минимизации риска в упроядоченной системе пространств $E^1 \subset E^2 \subset E^3 \ldots$ Выбор этой системы носит априорный характер. Экспериментально исследовались два способа построения такой системы. В первом случае за E^i брали пространства полиномов степени не выше $i-1$, во втором — пространства кубических сплайнов (кусочно-полиномиальных функций) с i сопряжениями на равномерных сетках [2]. На рис. 1 показаны решения уравнения

$$Y(X) = \int_0^x Z(\tau)\, d\tau$$

с помощью полиномов и сплайнов.

Метод упорядоченной минимизации среднего риска применим не только к решению операторных уравнений, но и к задаче построения кривой регрессии, так как эта задача также сводится к минимизации среднего риска

$$J(Z) = \int (Y - Z(X))^2 \, dP(Y, X).$$

Здесь выбор пространства E^* соответствует выбору структуры зависимости среднего значения Y от X.

Алгоритм упорядоченной минимизации риска применительно к решению задачи регрессии и интегральных уравнений 1 рода реализован в виде стандартной программы. Программа допускает возможность построения как полиномиального, так и осредненных сплайн-приближений. С помощью этой программы решалась задача оценки сечения фотоядерных реакций.

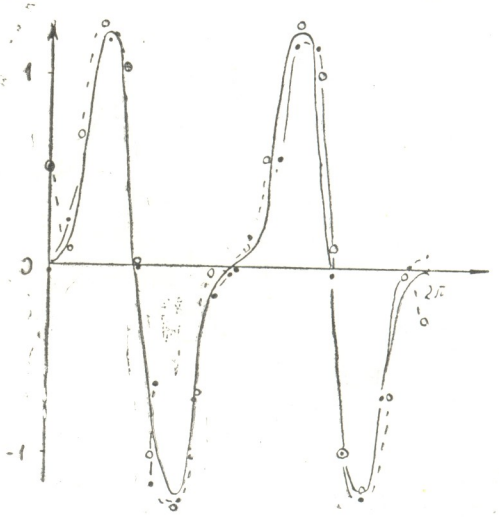


Рис. 1. Восстановление I произвольной функции: ○ — полином-приближение, ● — сплайн-приближение, сплошная линия — истинная производная

Как известно, сечение фотоядерной реакции $\sigma(E_\gamma)$ связано с экспериментально измеряемой кривой выхода $Y(E_0)$ уравнением Вольтерра I рода

$$Y(E_0) = \int_{E_{\text{пор}}}^{E_0} W(E_0, E_\gamma) \cdot \sigma(E_\gamma) \, dE_\gamma, \qquad (3)$$

где $W(E_0, E_\gamma)$—спектр Шиффа [3]. Экспериментальная кривая выхода отягчена погрешностями, так как выход реакции усредняется на конечном интервале наблюдения. Это обстоятельство приводит к появлению ложных структурных особенностей у сечения при формальном решении уравнения (3).

На рис. 2 приведен результат вычисления методом упорядоченной минимизации риска типичного сечения фотоядерной реакции. Кривая выхода получалась численным интегрированием заданного сечения реакции и искажалась независимым шумом с амплитудой 0,5.

Сечение восстанавливалось по 100 замерам кривой выхода. Сравнение результатов, полученных методом упорядоченной минимизации риска, с расчетами методами обратной матрицы, Пенфолда—Лейса и др., используемыми для решения этой задачи, показало, что метод до-

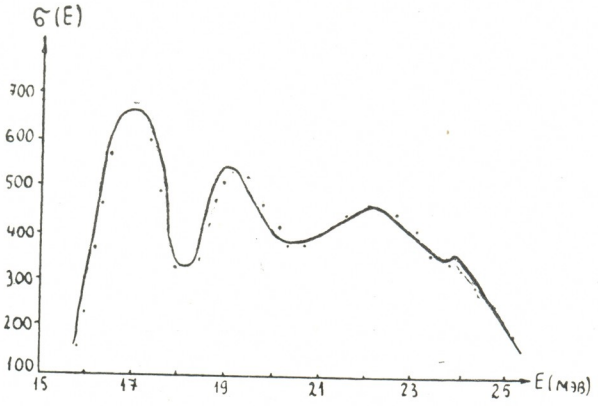


Рис. 2. Восстановление сечения фотоядреной реакции: сплошная линия — истинное сечение, ● — сплайн-приближение

статочно устойчив к большим флюктуациям в экспериментальных данных и не генерирует ложных структурных особенностей решения.

Академия наук Грузинской ССР
Институт кибернетики

(Поступило 12.12.1974)

ᲙᲘᲑᲔᲠᲜᲔᲢᲘᲙᲐ

ა. სორინა

მოწესრიგებული რისკის მინიმიზაციის მეთოდი არამდგრადი ამოცანების ამოხსნისას

რეზიუმე

განიხილება ამოცანები არამდგრადი ამოხსნით. მოცემულია მოწესრიგებული რისკის მინიმიზაციის მეთოდი.

CYBERNETICS

A. A. SORINA

A METHOD OF ORDERED MINIMIZATION OF RISK IN SOLVING UNSTABLE PROBLEMS

Summary

Problems of unstable solution are considered. The method of ordered minimization of risk in solving such problems is suggested.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. Н. Вапник, А. Я. Червоненкис. Автоматика и телемеханика, № 8, 9, 1974.
2. Дж. Алберг, Э. Нильсон, Дж. Уолш. Теория сплайнов и ее приложения. М., 1972.
3. О. В. Богданкевич, Ф. А. Николаев. Работа с пучком тормозного излучения. М., 1964.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 78, № 2, 1975
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 78, № 2, 1975
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 78, № 2, 1975

УДК 62—507

КИБЕРНЕТИКА

Л. В. МАКАРЕВИЧ, А. А. МАТЕВОСЯН

ЭРГОДИЧЕСКИЕ АВТОМАТЫ

(Представлено академиком В. В. Чавчанидзе 23.1.1975)

В данном сообщении излагаются свойства автоматных преобразований, которые в терминах теории динамических систем можно назвать эргодическими. Исследуемая задача возникает прежде всего в связи с внутренними нуждами теории автоматов. Однако нам кажется, что эта задача имеет и самостоятельный интерес, так как является в известном смысле аналогом основной проблемы классической эргодической теории.

Точной постановке вопроса предпошлем ряд определений. Под автоматом подразумевается система

$$M=\langle Q,\ q,\ X,\ Y,\ \psi,\ \Phi\rangle,$$

где Q—множество состояний автомата, насчитывающее n элементов, один из которых q является начальным; X и Y—соответственно входной и выходной алфавиты, состоящие из двух букв 0 и 1 каждый; ψ (функция переходов)—отображение $Q\times X$ в Q; Φ (функция выходов)—отображение $Q\times X$ в Y. Конечные непустые последовательности букв из алфавитов X и Y назовем входными и выходными словами, а любое множество входных (выходных) слов—входным (выходным) языком.

Все нижеследующее касается автоматов, реализующих взаимнооднозначные отображения входных слов в выходные слова.

Обозначим через $M\omega$ выходное слово, в которое автомат M преобразует входное слово ω, а через $M\Omega$—образ входного языка Ω, т. е. $M\Omega=\{M\omega : \omega\in\Omega\}$.

Определение 1. Входной язык Ω называется инвариантным относительно автомата M, если $M\Omega=\Omega$.

Пусть X^k обозначает множество всех слов длины k ($k=1, 2,\ldots$).

Определение 2. Автомат M называется k-эргодическим, если каждый инвариантный относительно M входной язык $\Omega\subseteq X^k$ тривиален, т. е. либо пуст $\varnothing$, либо совпадает с X^k.

Определение 3. Автомат M называется эргодическим, если M является k-эргодическим для любого $k=1, 2,\ldots$

Цель настоящей статьи — выяснить, существует ли алгоритм распознавания эргодичности автоматов, для которых алфавиты X и Y двухбуквенны.

Определение 4. Автомат M называется строго k-эргодическим, если M является k-эргодическим, но не $(k+1)$-эргодическим.

Определение 5. Последовательность слов

$$M\omega,\ M^2\omega,\ \ldots,\ M^{2^k}\omega;$$

в которой $M^{i+1}\omega = M(M^i\omega)$, называется траекторией слова $\omega \in X^k$ и обозначается $T(\omega)$.

Пусть $q\omega$ обозначает то состояние, в которое переходит автомат M из начального состояния под воздействием входного слова ω.

Определение 6. Последовательность состояний

$$q\omega,\ qM\omega,\ qM^2\omega,\ \ldots,\ qM^{2^k-1}\omega$$

называется k-траекторией слова ω.

Лемма 1. k-Эргодический автомат M является $(k-1)$-эргодическим для любого $k > 1$.

Доказательство. Предположим, что это не так, т. е. существует некоторый нетривиальный язык $\Omega \subset X^{k-1}$, инвариантный относительно M. Рассмотрим язык $\Omega' \subset X^k$, в точности состоящий из слов, являющихся продолжениями слов языка Ω. Учитывая взаимную однозначность отображения M, легко видеть, что всякое слово языка $M\Omega'$ является продолжением некоторого слова из Ω. Следовательно, $M\Omega' = \Omega'$. Очевидно также, что Ω' — нетривиальный язык. Однако в силу k-эргодичности автомата M условия эти несовместимы. Лемма доказана.

Определение 7. Будем говорить, что траектория $T(\omega)$ воспроизводит язык Ω, если $T(\omega)$ состоит в точности из слов языка Ω.

Лемма 2. Траектория $T(\omega)$, $\omega \in X^k$, воспроизводит язык X^k, если и только если $M^n\omega = \omega$ для всех $n < 2^k$ и $M^{2^k}\omega = \omega$.

Доказательство. Допустим, что $M^n\omega = \omega$ при $n < 2^k$. Тогда $M^{n+j}\omega = M^j\omega$, $1 \leqslant j \leqslant 2^k - n$. Поэтому $T(\omega)$ не воспроизводит X^k. Если же имеют место условия леммы, то все слова траектории $T(\omega)$ попарно различны. В самом деле, допустим, что $M^n\omega = M^j\omega$, где $n < j$. Тогда $M^{n+m}\omega = M^{j+m}\omega$ для $m = 1, 2, \ldots, 2^k - j$. В частности, $M^{n+2^k-j}\omega = M^{2^k}\omega$. Но $M^{2^k}\omega = \omega$ по условию леммы. Значит, $M^{n+2^k-j}\omega = \omega$, что невозможно при $n < j$. Лемма 2 доказана.

Следующее утверждение очевидно.

Лемма 3. Автомат является k-эргодическим, если и только если траектория $T(\omega)$ некоторого слова $\omega \in X^k$ воспроизводит язык X^k.

Определение 8. Состояние q_i автомата M называется перестановочным, если $\Phi(q_i, \alpha) = \overline{\alpha}$, где $\overline{\alpha} = 0$, если $\alpha = 1$, и $\overline{\alpha} = 1$, если $\alpha = 0$. Состояние, не являющееся перестановочным, называется тождественным.

Ясно, что если траектория $T(\omega)$ некоторого слова $\omega \in X^k$ воспроизводит язык X^k, то траектория любого другого слова $\omega' \in X^k$ совпадает с $T(\omega)$ с точностью до циклической перестановки. Поэтому соответствующие k-траектории также совпадают с точностью до циклической перестановки. Следовательно, если автомат k-эргодический, то имеет смысл говорить о числе вхождений того или иного состояния в k-траекторию, не уточняя, какому именно входному слову длины k эта k-траектория соответствует.

Лемма 4. k-эргодический автомат является $(k+1)$-эргодическим, если и только если общее число вхождений перестановочных состояний в k-траекторию нечетно.

Доказательство данной леммы мы опускаем.

Из вышеприведенных фактов следует

Теорема. *Если число состояний автомата равно n, то достаточным условием эргодичности автомата является его $(2^{n-2}+2)$-эргодичность.*

Доказательство теоремы мы также опускаем.

На рис. 1 и 2 изображены соответственно эргодический и строго 3-эргодический автоматы.

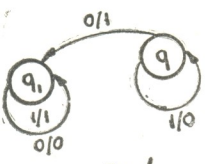


Рис.1

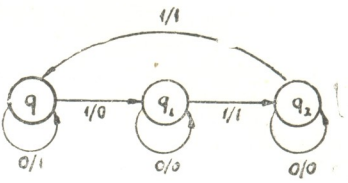


Рис. 2

Сформулированная теорема дает по существу алгоритм распознавания эргодичности в классе двухбуквенных автоматов. Вопрос о существовании подобного алгоритма для других классов автоматов (например, для класса трехбуквенных автоматов), равно как и для класса всех автоматов, остается открытым.

Академия наук Грузинской ССР
Институт кибернетики

(Поступило 23.1.1975)

КИБЕРНЕТИКА

Л. МАКАРЕВИЧ, А. МАТЕВОСЯН

ЭРГОДУЛИ АВТОМАТЕБИ

რეზიუმე

შესწავლილია ავტომატური გარდაქმნების ის თვისებები, რომლებსაც დინამიური სისტემების ტერმინებში შეიძლება ერგოდული ეწოდოს.

დამტკიცებულია ისეთი ალგორითმის არსებობა, რომელიც გამოიცნობს იმ ავტომატების ერგოდულობას, რომელთა შესასვლელი და გამოსასვლელი ანბანი შედგება ორი ასოსგან.

CYBERNETICS

L. V. MAKAREVICH, A. A. MATEVOSJAN

ERGODIC AUTOMATA

Summary

Automaton transformation properties, which in terms of dynamic systems may be called ergodic, are discussed. The existence of an algorithm recognizing the ergodicity in the class of automata with two-letter input and output alphabet is proved.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 78, № 2, 1975
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 78, № 2, 1975
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 78, № 2, 1975

УДК 62—50

КИБЕРНЕТИКА

Д. В. ЦИСКАРИДЗЕ

ОБ ОДНОМ КЛАССЕ ЦИКЛИЧЕСКИХ АРИФМЕТИЧЕСКИХ AN-КОДОВ

(Представлено академиком В. В. Чавчанидзе 16.12.1974)

Пусть B—нечетное число вида $B=\prod_{i=1}^{t} p_i^{\alpha_i}$, $\alpha_i \geqslant 1$ (p_i—простые числа) и $e(2, B)$—наименьшее целое число j, такое, что $B \mid 2^j-1$.

Рассмотрим циклический AN-код, генератор которого

$$A=\frac{2^{e(2,B)}-1}{B}. \tag{1}$$

Длина кода $n=e(2, B)$.

В дальнейшем нам понадобятся некоторые определения. Будем предполагать, что «арифметический вес», «минимальное расстояние кода», «локальные и перемещенные орбиты» и их «веса» определены так же, как и в работе [1].

Воспользуемся следующими простыми леммами:

Лемма 1. Целые числа a, $-a$ $(1 \leqslant a < B)$, $(a, B)=1$ принадлежат к различным локальным B-орбитам тогда и только тогда, когда

$$2^{\frac{e(2,B)}{2}}+1 \not\equiv 0 \pmod{B}.$$

Лемма 2. Сумма весов всех локальных B-орбит $\left(\text{где } B=\prod_{i=1}^{t} p_i^{\alpha_i},\ \alpha_i \geqslant 1\right)$ определяется следующим образом:

$$v(B)=\begin{cases} \dfrac{\varphi(B)}{3}-\dfrac{2^t}{3}(-1)^{\sum_{i=1}^{t}\alpha_i}, & \text{если } p_i \equiv 2 \pmod 3,\ (i=\overline{1,\ t}) \\ \dfrac{\varphi(B)}{3}-\dfrac{2^{t-1}}{3}(-1)^{\sum_{i=1}^{t}\alpha_i}, & \text{если } p_i \equiv 2 \pmod 3,\ p_j=3,\ \alpha_j=1, \\ & i=\overline{1,\ t},\quad j=\overline{1,\ t} \\ \dfrac{\varphi(B)}{3} & \text{в остальных случаях.} \end{cases}$$

Используя леммы 1 и 2, докажем следующую основную теорему:

Теорема. *Если* $B=p_1^{\alpha_1}p_2^{\alpha_2}$, α_2, $\alpha_1>1$, $p_2\geqslant 2p_1+1$, $e(2, p_1)=p_1-1$ $e(2, p_2)=\dfrac{p_2-1}{2}$, $2\dagger e(2, p_2)$, $HOD\,(e(2, p_1^{\alpha_1}), e(2, p_2^{\alpha_2}))=1$, *то код, у которого*

$$A=(2^{e(2,\ p_1^{\alpha_1})\cdot e(2,\ p_2^{\alpha_2})}-1)/p_1^{\alpha_1}p_2^{\alpha_2} \tag{2}$$

имеет минимальное расстояние d, *определяемое в виде*

$$d=\begin{cases}\dfrac{p_1^{\alpha_1-1}(p_1-1)\ p_2^{\alpha_2-2}}{6}(p_2^2-p_2-2), & \text{если } p_1\equiv 1\ (\mathrm{mod}\ 3),\\ & p_2\equiv 2(\mathrm{mod}3)\\ \dfrac{p_\alpha^{\alpha_1-2}(p_2-1)\ p_2^{\alpha_2-1}}{6}(p_1^2-p_1-2) & \text{в остальных случаях.}\end{cases}$$

Доказательство. Заметим, что

$$\varphi(B)=(p_1-1)p_1^{\alpha_1-1}(p_2-1)p_2^{\alpha_2-1},\quad e(2,\ B)=(p_1-1)p_1^{\alpha_1-1}\frac{p_2-1}{2}p_2^{\alpha_2-1},$$

$$l(B)=\frac{\varphi(B)}{e(2,\ B)}\cdot \tag{3}$$

В силу (3) число локальных и перемещенных B-орбит определяется в виде $l(B)=2$ и $l(B_i)\leqslant 2$, так как $l(B_i)\leqslant l(B)$, где $B_i|B$.

Покажем, что $B\dagger 2^{n/2}+1$. В самом деле,

$$\frac{2^{n/2}+1}{B}=\frac{1}{p_1^{\alpha_1}}\left\{\frac{\left(2^{\frac{e(2,\ p_1^{\alpha_1})}{2}}\right)^{e(2,\ p_2^{\alpha_2})}-1}{p_2^{\alpha_2}}+\frac{2}{p_2^{\alpha_2}}\right\}. \tag{4}$$

Сумма $\left(\left\{\left(2^{\frac{e(2,\ p_1^{\alpha_1})}{2}}\right)^{e(2,\ p_2^{\alpha_2})}-1\right\}/p_2^{\alpha_2}\right)-\dfrac{2}{p_2^{\alpha_2}}$ не делится на $p_2^{\alpha_2}$. Поэтому выражение (3) не делится на $p_1^{\alpha_1}p_2^{\alpha_2}$. Это значит, что элементы a и $-a$, $(a,\ B)=1$ $1\leqslant a<B$ принадлежат различным B-орбитам и, поскольку $l(B)=2$, в силу леммы 1, веса локальных B-орбит совпадают [2]. Используя лемму 2, найдем минимальный вес среди весов локальных и перемещенных орбит. Этот вес и будет являться кодовым расстоянием.

Рассмотрим следующие случаи:

1. $p_1\equiv 2\,(\mathrm{mod}\ 3)$, $\quad p_2\equiv 2\,(\mathrm{mod}\ 3)$.

Арифметический вес локальной B-орбиты равен

$$\frac{v(B)}{2}=\frac{\varphi(B)}{6}-\frac{2}{3}(-1)^{\alpha_1+\alpha_2}\cdot \tag{5}$$

Минимальный арифметический вес перемещенных орбит для делителя числа B вида $B_{ij}=p_1^{\alpha_1-i}\,p_2^{\alpha_2-j}$, где $i=\overline{1,\ \alpha_1-1}$, $j=\overline{1,\ \alpha_2-1}$, равен

$$\frac{v(B_{ij})}{2}=\frac{\varphi(B)}{6}-\frac{2}{3}\,p_1^{\alpha_1-1}\,p_2^{\alpha_2-1}. \tag{6}$$

Минимальный арифметический вес перемещенных B-орбит для делителя числа B вида $B_1=p_1^{\alpha_1-i}$ и $B_2=p_2^{\alpha_2-j}$ равен соответственно

$$v(B_1)=\frac{\varphi(B)}{6}-\frac{1}{3}\,p_1^{\alpha_1-2}(p_2-1)\,p_2^{\alpha_2-1}, \tag{7}$$

$$\frac{v(B_2)}{2}=\frac{\varphi(B)}{6}-\frac{1}{3}\,(p_1-1)p_1^{\alpha_1-1}\,p_2^{\alpha_2-2}. \tag{8}$$

Выберем минимальное значение из (5) — (8), учитывая тот факт, что $p_2\geqslant 2p_1+1$.

Имеем $v(B_1)<v(B_2)/2$, $v(B_1)<v(B_{ij})/2$. Тогда

$$d=\frac{(p_2-1)p_1^{\alpha_1-2}\,p_2^{\alpha_2-1}}{6}(p_1^2-p_1-2). \tag{9}$$

Аналогичные рассуждения используются при вычислении весов орбит для последующих случаев:

2. $p_1\equiv 1 \pmod 3$, $p_2\equiv 2 \pmod 3$,

$$d=\frac{(p_1-1)p_1^{\alpha_1-1}\,p_2^{\alpha_2-2}}{6}(p_2^2-p_2-2).$$

3. $p_1\equiv 2 \pmod 3$, $p_2\equiv 1 \pmod 3$.

Выражение для кодового расстояния совпадает с (6).

4. $p_1\equiv 1 \pmod 3$, $p_2\equiv 1 \pmod 3$.

Этот случай не имеет места, так как тогда $e(2,\ p_1)=3s_1$, $e(2,\ p_2)=\frac{3s_2}{2}$ и условие $HOD\,(e(2,\ p_1^{\alpha_1}),\ e(2,\ p_2^{\alpha_2}))=1$ теоремы не выполняется.

Академия наук Грузинской ССР
Институт кибернетики

(Поступило 27.12.1974)

КИБЕРНЕТИКА

Д. ЦИСКАРИДЗЕ

ЦИКЛУРИ АРИТМЕТИКУЛИ AN-КОДЕБИС КЛАСЕБИС ШЕСАХЕБ

რეზიუმე

განხილულია ციკლური არითმეტიკული AN-კოდი შემდეგი პარამეტრებით: $B=p_1^{\alpha_1}p_2^{\alpha_2}$, $\alpha_1,\ \alpha_2>1$, $e(2,\ p_1)=p_1-1$, $e(2,\ p_2)=\frac{p_2-1}{2}$, $2\dagger e(2,\ p_2)$, უ. ს. გ. $\{e(2,\ p_1^{\alpha_1}),\ e(2,\ p_2^{\alpha_2})\}=1$, $p_2\geqslant 2p_1+1$, ხოლო $A=(2^{e(2,B)}-1)/B$.

აღნიშნული კლასის კოდებისათვის განსაზღვრულია მინიმალური კოდური მანძილი.

ეროვნული ბიბლიოთეკა

D. V. TSISKARIDZE

TOWARDS ONE CLASS OF ARITHMETIC CYCLIC *AN*-CODES

Summary

A new class of binary arithmetic cyclic codes with the parameters $A=(2^{e(2,B)}-1)/B$, $B=p_1^{\alpha_1}p_2^{\alpha_2}$, $\alpha_1, \alpha_2>1$, $e(2, p_1)=p_1-1$, $e(2, p_2)=\frac{p_2-1}{2}$, $2\dagger e(2, p_2)$, g. c. d. $\{e(2, p_1^{\alpha_1}), e(2, p_2^{\alpha_2})\}=1$, is described and the minimum distance of these codes is determined analytically.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. N. T. Tsao-Wu, S. H. Chang. IEEE Trans. Inform. Theory (Corresp.), vol. IT—15, 1969, 628—631.
2. R. T. Chien, S. J. Hong, F. P. Preparata. Information and Control, 19, 1971, 246—264.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 78, № 2, 1975
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 78, № 2, 1975
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 78, № 2, 1975

УДК 007

КИБЕРНЕТИКА

В. В. ЧАВЧАНИДЗЕ (академик АН ГССР)
Б. Х. РАЧВЕЛИШВИЛИ, О. И. ГАЛИЦКАЯ

О КОНЦЕПТУАЛЬНОМ ПОДХОДЕ К ЗАДАЧАМ МЕДИЦИНСКОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ

Область медицинского прогнозирования отличается сложностью объектов исследования и отсутствием единой методики получения прогноза.

Мы исходим из представления о прогнозировании как о процессе, состоящем из последовательной смены концептуальных схем по мере поступления новой информации и формирования все новых приближений к понятию прогноза как к вычислимому понятию, так называемому концепту [1—3].

Ставится задача прогнозирования перехода хронического гастрита (х. г.) в рак желудка. Согласно современным представлениям, х. г. следует рассматривать с трех сторон: с клинической, с точки зрения нарушения функции желудка и анатомических изменений его слизистой оболочки (рис. 1). Большинство авторов рассматривает х. г. с резким снижением секреторной деятельности и атрофией слизистой оболочки желудка как предраковое заболевание [4—6]. Однако существуют серьезные возражения в отношении непосредственного перехода х. г. в раковое заболевание желудка [7]. Ряд авторов рассматривает атрофию и функциональную недостаточность слизистой оболочки не как причину, а как уже следствие рака желудка [8, 9].

Таким образом, существуют две гипотезы о взаимозависимости рака желудка и х. г. Если допустить что банальный атрофический гастрит всегда переходит в рак, то особенно важным становится вопрос разработки методов диспансерного наблюдения. Если же считать, что не все гастриты переходят в рак, то необходимо выискивать клинико-морфологические критерии, которые дали бы возможность в самом начале заболевания определить наличие рака и принять соответствующие меры.

Мы исходим из реального положения, наблюдаемого в настоящее время, когда подавляющее число больных х. г. даже при длительном сроке наблюдения за ними все же не заболевают раком. Очевидно, существует ряд особенностей х. г., способствующих развитию рака желудка. Выявление этих особенностей в виде определенных сочетаний значений признаков, описывающих х. г., и является нашей задачей.

Описание прогнозной ситуации, включающее в себя информационно как можно более емкий и полный набор признаков, осуществляется по схеме, представленной на рис. 1. В результате получаем множество признаковых подсистем, в которых признаки принимают значения 0 или 1. Каждый больной х. г. с последующим переходом в рак желудка описывается траекторией вида

$$T_j = \overset{\vee}{x}_1, \overset{\vee}{x}_3, \ldots, \overset{\vee}{x}_n, \text{ где } \overset{\vee}{x}_i = \begin{cases} x_i = 1, \text{ если } x_i \text{ присутствует,} \\ \overline{x}_i = 0, \text{ если } x_i \text{ отсутствует.} \end{cases}$$

Поскольку в медицинской практике обычно n — число большое, порядка 100÷200, то имеет смысл предварительно разработать концептуальную классификацию подсистем и затем оперировать не признаками $\overset{\vee}{x}_i$, а какими-то сочетаниями из них, дающими определенные подпонятия. Так как процедура формирования понятий едина, то опишем ее как для признаков, так и для подпонятий.

Пусть последовательная процедура формирования все более точных приближений к концепту прогноза начинается с анализа сравнения двух траекторий: $T_1 = (\overset{\vee}{x}_1, \overset{\vee}{x}_2, \ldots, \overset{\vee}{x}_n)_1$ и $T_2 = (\overset{\vee}{x}_1, \overset{\vee}{x}_2, \ldots, \overset{\vee}{x}_n)_2$. В результате получим первое приближение C_1-концепта прогноза как объединение определенных сочетаний значений признаков с их весами. В качестве весов берется частота встречи данного сочетания $C_1 = UP_{ij,\ldots,k}(\overset{\vee}{x}_1, \overset{\vee}{x}_j, \ldots, \overset{\vee}{x}_k)$. Следующая траектория T_3 изменит распределение частот и форму сочетаний $C_2 = C_1 \cap T_3 = P_{uv,\ldots,w}(\overset{\vee}{x}_u, \overset{\vee}{x}_v, \ldots, \overset{\vee}{x}_w)$ и т. д. Подсчет весов основан на построении дерева формирования сочетаний и вычислении соответствующих условных частотных распределений. Эта процедура поддается формализации и значительно облегчается наличием системы фильтров вида

$$\Phi^n = \bigcup_{i=1}^{n} 2^{n-1}\binom{1}{0} \cdot 2^{i-1}, \tag{1}$$

где n — число признаков, i — номер признака. (1) означает объединение таких столбцов, каждый из которых представляет последовательность 1 и 0, повторяемых 2^{n-i} раз с периодом 2^{i-1} [2, 3]. Возможность пропуска каждой траектории через систему фильтров (1) позволяет кодировать траектории единственным образом и восстанавливать их вид по достаточно простому алгоритму.

Таким образом, в результате анализа $l+1$ траекторий получим l-е приближение к концепту прогноза C_l, которое можно интерпретировать следующим образом: сочетания с весами, равными 1 и 0, являются существенными сочетаниями, т. е. их наличие обязательно при данном прогнозе, а оставшееся частотное распределение других сочетаний значений признаков является достаточным подтверждением прогноза. Если задаться произвольным числом $\mathscr{E} \leqslant \frac{1}{2}$, $\mathscr{E} \neq 0$ и в C_l отбросить все члены с весами, меньшими или равными $\mathscr{E}$, то получим формулу концепта прогноза с определенной точностью γ. Тогда больному х. г., описываемому траекторией T_k и имеющему существенные сочетания значения признаков, ставится прогноз перехода в раковое заболевание, если его так называемый прогностический индекс $P_r \geqslant \gamma$. Прогностический индекс характеризует степень приближения данной траектории к выработанному концепту прогноза.

Следовательно, понятийное моделирование прогнозирующей деятельности врача ориентировано как на человека, так и на машину. Это

Рис. 1

Схема получения информации о больных хроническим гастритом с исходом „рак желудка."

создает необычайную гибкость концептуального подхода и позволяет сочетать в себе строгую вычислимость со способностью отражать многозначность проявлений и поведений систем.

Академия наук Грузинской ССР
Институт кибернетики

(Поступило 27.12.1974)

კიბერნეტიკა

ვ. ჩავჩანიძე (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკად. აკადემიკოსი),
ბ. რაჭველიშვილი, ო. გალიცკაია

პროგნოზირების პრობლემებისადმი კონცეპტუალური მიდგომის შესახებ მედიცინაში

რეზიუმე

სტატიაში განხილულია მედიცინაში პროგნოზირების პრობლემებისადმი მიდგომა ცნებათა ფორმირების მეთოდზე დაყრდნობით, რომლის მაგალითსაც, დაავადების (ქრონიკული გასტრიტის) განკურნების პროგნოზირების პრობლემა წარმოადგენს

CYBERNETICS

V. V. CHAVCHANIDZE, B. Kh. RACHVELISHVILI, O. I. GALITSKAYA

ON THE CONCEPTUAL APPROACH TO THE PROBLEMS OF MEDICAL PROGNOSING

Summary

An approach to the problems of medical prognosing—based on the method of concept formation and exemplified by the problem of prognosing the outcome of the disease chronic gastritis—is described.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. V. V. Chavchanidze. Kybernetes, vol. 3, 17—25, 1974.
2. В. В. Чавчанидзе. Сообщения АН ГССР, 63, 1, 1971.
3. В. В. Чавчанидзе. Материалы коллоквиума по концептуальному системному анализу естественных и искусственных систем (медицина, наука, техника). Батуми, 1973.
4. Ц. Г. Масевич. Предопухолевые заболевания желудка. М., 1969.
5. О. Л. Гордон. Хронический гастрит и так называемые функциональные заболевания желудка. М., 1959.
6. Л. М. Шабад. Вопросы онкологии, 8, 6, 1962.
7. Н. А. Краевский. Арх. анат. и патофизиол., 4, 1, 1938.
8. Ю. М. Лазовский. Функциональная морфология желудка в норме и патологии. М., 1974.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 78, № 2, 1975
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 78, № 2, 1975
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 78, № 2, 1975

УДК 007

КИБЕРНЕТИКА

И. Ш. ЧУМБУРИДЗЕ

МАШИННАЯ МОДЕЛЬ НЕЙРОННОЙ СЕТИ, РЕАЛИЗУЮЩЕЙ УСЛОВНОРЕФЛЕКТОРНОЕ ПОВЕДЕНИЕ

(Представлено академиком В. В. Чавчанидзе 5.2.1975)

На основании математического аппарата аналитической логики [1], использованного нами ранее для описания и расчета сетей [2—5], разработаны машинные модели нейронных сетей, реализующих поведение условнорефлекторного типа. Исследованы произвольные нейронные структуры со случайными связями, для которых теорема сходимости Розенблатта, справедливая для 3-слойных сетей [6], в общем случае не доказывается. Сети имеют три входа (A_1, A_2, A_3), интерпретируемые как безусловный, условный и индифферентный раздражители соответственно, и один выходной, так называемый реагирующий нейрон N_r. Выходная вектор-матрица реагирующего нейрона $\varphi(N_r)$ отражает функционирование сети в соответствии с состоянием раздражителей на ее входах (входные конфигурации) и имеет ранг $2^3=8$ [4, 5]. Выработка нейронной сетью свойств условнорефлекторного поведения иллюстрируется видом $\varphi(N_r)$, которая с самого начала может быть совершенно произвольной.

Процесс обучения сети вначале сводится к адекватному реагированию выходного нейрона на безусловный раздражитель (вход A_1) при отсутствии условного раздражителя (вход A_2), независимо от присутствия или отсутствия раздражителя A_3. Это значит, что указанный нейрон должен реагировать сигналом на входные конфигурации $(\sigma\bigwedge\sigma)$ и $(\sigma\bigwedge\bigwedge)$ (σ означает наличие сигнала на соответствующем входе, $\bigwedge$ — отсутствие сигнала) и, следовательно, иметь выходную вектор-матрицу вида

$$\varphi^{\tau}(N_r)=(\bigwedge\bigwedge\sigma\sigma\bigwedge\bigwedge\bigwedge\bigwedge). \tag{1}$$

Затем нейрон N_r должен «научиться» реагировать на сочетания раздражителей A_1 и A_2, т. е. на входные ситуации $(\sigma\sigma\sigma)$ и $(\sigma\sigma\bigwedge)$. $\varphi(N_r)$ при этом приобретает вид

$$\varphi^{\tau}(N_r)=(\sigma\sigma\sigma\sigma\bigwedge\bigwedge\bigwedge\bigwedge). \tag{2}$$

Дальнейшая задача состоит в обучении сети реагированию только на условный раздражитель, т. е. на входные ситуации $(\bigwedge\sigma\sigma)$ и $(\bigwedge\sigma\bigwedge)$. В этом случае выходная логическая функция, указывающая на приобретение сетью черт условнорефлекторного поведения, будет выглядеть так:

$$\varphi^{\tau}(N_r)=(\sigma\sigma\sigma\sigma\sigma\tau\bigwedge\bigwedge). \qquad (3)$$

«Угасание» рефлекса и его «восстановление» будут выражаться соответственно логическими функциями (2) и (3).

Разработанный нами алгоритм обучения сети позволил достичь избирательного реагирования нейронов на данные входные конфигурации сигналов без изменения логических функций в целом. В случае несовпадения действительной реакции выходного нейрона с желаемой при данной входной конфигурации сеть подвергается тем или иным воздействиям, приводящим к функциональной перестройке системы. Так, если N_r не дает ответного сигнала на нужную входную конфигурацию, происходит увеличение на $+1$ суммарного возбуждения, поступающего на невозбужденные при данной входной конфигурации нейроны первого уровня. Это может оказаться достаточным для генерирования данными нейронами сигнала на следующем шаге, а может и нет. Тогда процедура продолжается и на других этапах обучения. Одновременно с этим происходит возрастание суммарного возбуждения, поступающего на нейроны последующих рядов от их непосредственных входов при первой входной конфигурации. Это процедура, повторенная необходимое число раз, в конечном счете обеспечивает появление σ в рассматриваемой входной конфигурации во всех $\varphi(N_{ij})$. Таким образом, в процессе обучения происходит увеличение числа нейронов, реагирующих на рассматриваемое сочетание входных сигналов. На каждом шаге происходит сравнение полученного результата с эталонной вектор-матрицей. При достижении нужного эффекта программа переключается на другую строку $\varphi(N_r)$.

Если выходной нейрон генерирует «ошибочный» сигнал на рассматриваемую входную ситуацию, то программа заставляет нейроны первого ряда «замолчать» в данной ситуации. Что касается нейронов, дающих спонтанную реакцию в отсутствии входных сигналов, значения их порогов повышаются на 1 и соответственно увеличиваются суммарные возбуждения, поступающие на нейроны при остальных входных конфигурациях сигналов. В конечном счете это приводит к желаемому эффекту и позволяет сохранить небходимый вид вектор-матриц состояний нейронов.

В соответствии с описанным алгоритмом была составлена машинная программа на языке Алгол, реализованная на ЭВМ М-220. В машину вводились значения структурных параметров сети, касающиеся количества рядов и нейронов, типа и веса связей, величины и знака порога нейронов, которые разыгрывались методом Монте-Карло и с использованием закона распределения Пуассона [7].

Процесс приведения $\varphi(N_r)$ к виду (1) и (2) занимает в среднем от 14 до 30 шагов; еще от 2 до 6 шагов требуется для выработки вектор-матрицы типа (3), соответствующей реагированию системы только на условный раздражитель. «Угасание» и «восстановление» рефлекса требуют соответственно $6\div2$ и $2\div4$ шага в среднем. Полученные цифры в

основном согласуются с данными физиологических экспериментов по выработке условных рефлексов.

Определенный интерес представляла обратная задача — исследование влияния вносимых в сеть в процессе обучения воздействий на ее структуру. Мы попытались на определенных стадиях обучения для нейронов, претерпевших функциональные изменения, синтезировать новую структуру связей, соответствующую вновь выработанным реакциям нейронов. Для примера приводим фрагменты структурных «срезов» одной из исследованных нами сетей до обучения (рис. 1,а) и в процессе обучения (рис. 1,б).

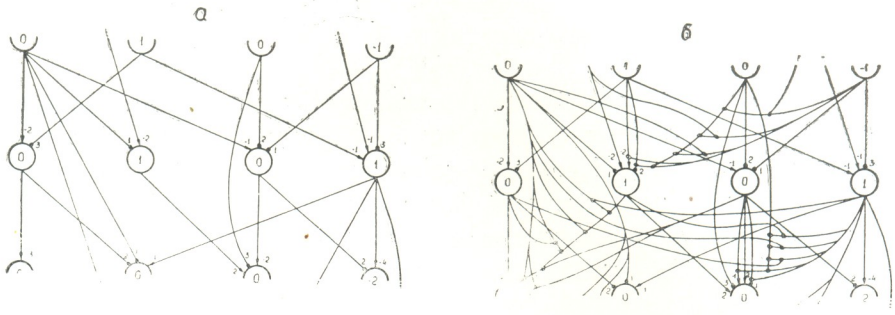


Рис. 1. Фрагменты структурных «срезов» сети: а — до обучения, б — в процессе обучения

Как видим, процесс обучения приводит к определенным структурным изменениям в сети. Так, например, изменение суммарных возбуждений, поступающих на нейрон при той или иной входной конфигурации, приводит к появлению новых возбуждающих и тормозящих волокон, а также волокон типа «запрет» и «запрет запрета» [8, 9]. При изменении порога нейронов появление связей типа «запрет запрета» не обязательно. При «угасании» реакции сети на условный раздражитель операции, предусмотренные алгоритмом, непременно ведут к обратным изменениям динамических параметров сети. Но при этом совершенно не обязательно, чтобы эти изменения приводили к исходной нейронной структуре, ибо, согласно принятой нами формальной аксиоматике, нейрон может адекватно функционировать при различной структуре поступающих на него связей.

Академия наук Грузинской ССР
Институт кибернетики

(Поступило 6.2.1975)

კიბერნეტიკა

ი. ჭუმბურიძე

პირობით-რეფლექსური ქცევის თვისების მჭოლე ნეირონული ქსელების მანქანური მოდელი

რეზიუმე

შრომაში გაკეთებულია ცდა ანალიტიკური ლოგიკის მათემატიკური აპარატის გამოყენებისა ნერვულ სისტემაში მიმდინარე პროცესების აღწერისათვის. განხილულია პირობით-რეფლექსური ქცევის მანქანური მოდელირების

ეროვნული ბიბლიოთეკა

ამოცანა ნებისმიერი ნეირონული სტრუქტურისათვის. მოყვანილია აღნიშნული პროცესის რეალიზაციის ალგორითმი ნეირონული ქსელების მოდელებში. შედგენილია მანქანური პროგრამა „ალგოლის“ ენაზე, წარმოდგენილია მიღებული შედეგები.

CYBERNETICS

I. Sh. CHUMBURIDZE

COMPUTER MODEL OF NEURON NET REALIZING CONDITICN-REFLEX BEHAVIOUR

Summary

An attempt is made to use the mathematical tool of analytical logic in describing the processes taking place in the nervous system. The problem of computer modelling of condition-reflex behaviour on the basis of arbitrary neuron structure is discussed. The algorithm for modelling the neuron nets realizing the discussed processes is given. Computer program is compiled in ALGOL. The results obtained are given.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. В. Чавчанидзе. Сообщения АН ГССР, XXXIII, № 1, 1964.
2. В. В. Чавчанидзе, И. Ш. Чумбуридзе. Сб. «Теоретические вопросы бионики». Тбилиси, 1966.
3. В. В. Чавчанидзе, И. Ш. Чумбуридзе. Сообщения АН ГССР, XLVI, № 3, 1967.
4. И. Ш. Чумбуридзе, Г. Н. Микашавидзе. Сб. «Теоретические вопросы бионики». Тбилиси, 1966.
5. И. Ш. Чумбуридзе, М. А. Нуцубидзе, Г. Н. Микашавидзе. Н. Н. Береникашвили, А. Я. Шурупова. Тез. докл. V Всесоюзного симпозиума по кибернетике. Тбилиси, 1970.
6. Ф. Розенблатт. Принципы нейродинамики. М., 1965.
7. Б. В. Гнеденко. Курс теории вероятностей. М., 1961.
8. И. Б. Гутчин, А. С. Кузичев. Бионика и надежность. М., 1967.
9. С. О. Мкртчян. Нейроны и нейронные сети. М., 1971.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 78, № 2, 1975
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 78, № 2, 1975
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 78, № 2, 1975

УДК 007

КИБЕРНЕТИКА

М. А. БЕРГ

К ВОПРОСУ ОБ ИНФОРМАЦИОННЫХ КРИТЕРИЯХ ОЦЕНКИ И СЕЛЕКЦИИ НИР В ПРОЦЕССЕ УПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЯМИ

(Представлено академиком В. В. Чавчанидзе 3.2.1975)

Экстенсивный способ развития науки, при котором научные проблемы решаются за счет увеличения капиталовложений и привлечения дополнительных кадров, сырья, оборудования, ведет к непомерному росту доли затрат на науку.Поэтому переход к интенсивным методам развития, при которых темпы роста результатов от проведения научных исследований должны превышать темпы роста затрат на них, вызван жизненной необходимостью.

Оптимизация научно-исследовательской деятельности тесно связана с повышением эффективности управления наукой с целью сокращения цикла «исследование-разработка-внедрение-эксплуатация». В общем виде процесс управления исследованиями и разработками состоит из следующих этапов: а) формирование новых целей; б) оценка и отбор исследований, необходимых для достижения поставленных целей; в) непосредственное управление выполнением исследований; г) определение экономической эффективности от внедренных исследований [1, 2].

Повышение эффективности управления исследованиями связано с автоматизацией указанных процессов. Разрабатываемые и внедряемые подсистемы АСУ наукой касаются вопросов автоматизации управления исследованиями на этапах в) и г) [3].

Важнейшим этапом процесса управления исследованиями является этап б) — этап оценки и селекции тем НИР для включения их в план работ НКИ. Предлагается ввести информационные критерии оценки тем НИР и автоматизировать этот процесс за счет привлечения к оценке вводимых критериев автоматизированных систем информационного обеспечения.

Диапазон известных методов оценки и отбора весьма велик, а сами методы существенно отличаются как по подходу к решению проблемы, так и по сложности привлекаемого математического аппарата, качеству и точности получаемого решения. Опубликованные методы условно делятся на три группы: а) методы теории принятия решения, б) методы экономико-математических задач и в) методы математического программирования [1—3].

Поскольку научная деятельность неразрывно связана с публикациями сведений о достигнутых результатах, представляют интерес попытки оценки исследований на основе информационных критериев: критерия новизны исследования и критерия актуальности исследований. В основе вводимых информационных критериев лежат статистические закономерности динамического развития информационных потоков, изучаемых наукометрией, которая выделяет ряд фаз в развитии тематического направления, характеризующихся различным количеством пуб-

ეროვნული ბიბლიოთეკა

ликаций, характером публикуемых работ (статьи, монографии, учебники, патенты и т. д.) и различным спросом на них.

Исходя из сказанного, представляется возможным ввести критерий сравнительной новизны исследований, в качестве которого может служить количество опубликованных работ по данным научным направлениям. За меру сравнительной актуальности научных направлений предлагается принять спрос потребителей информации по данным научным направлениям. В соответствии с вводимым критерием актуальности более актуальными являются ключевые вопросы, нерешенность которых тормозит развитие отрасли, а, следовательно, спрос на них выше.

К оценке вводимых информационных критериев актуальности и новизны можно привлечь действующие автоматизированные системы информационного обеспечения (АСИО) [4].

В процессе функционирования АСИО формируются два информационных массива: массив документов, непрерывно вводимых в память АСИО, и массив информационных запросов абонентов системы, формируемых ежегодно.

При обращении к указанным информационным массивам с множеством тем НИР, предлагаемых к включению в план работ института, представляется возможным установить в этом множестве отношения типа порядка в соответствии с величиной информационных критериев.

Реализация принятия решения об оценке исследований по информационным критериям с помощью автоматизированной системы информационного обеспечения позволит в сжатые сроки оценить предлагаемые к включению в тематический план НИИ темы НИР, выявив среди них наиболее актуальные и новые.

Вполне понятно, что АСИО даст лишь один из возможных вариантов выбора тем НИР, а соответственно решение о включении темы НИР в план остается за руководством.

Преимуществом введения информационных критериев оценки и привлечения для их измерения АСИО является возможность получения на их основе быстрой оценки множества предлагаемых к постановке исследований вследствие обращения к ЭВМ. При этом не возникает принципиальных ограничений на количество элементов множества тем НИР. Не вызывает затруднения и многократное повторное обращение к информационным массивам АСИО при включении во множество рассматриваемых исследований новых тем НИР, внесении каких-либо изменений или других необходимых корректировок планов.

Отдельно будут опубликованы экспериментальные данные об оценке тем НИР, взятых из тематического плана работ одного из отраслевых НИИ, по информационному критерию актуальности, которая проводилась с помощью действующей в отрасли автоматизированной системы информационного обеспечения.

ЦНИИТЭИЛегпрома

(Поступило 11.2.1975)

კიბერნეტიკა

მ. ბერგი

კვლევათა მართვის პროცესში სამეცნიერო-კვლევითი სამუშაოების შეფასებისა და სელექციის ინფორმაციული კრიტერიუმების საკითხისათვის

რეზიუმე

გამოქმულია აზრი, ავტომატიზებულ იქნეს სამეცნიერო-კვლევითი სამუშაოების თემების შეფასებისა და სელექციის ეტაპი, შემოტანილი ინფორ-

მაციული კრიტერიუმებით, არსებული ავტომატიზებული სისტემების ინფორმაციული უზრუნველყოფის გამოყენების საფუძველზე.

CYBERNETICS

M. A. BERG

ON THE INFORMATION CRITERIA OF ESTIMATION AND SELECTION OF SCIENTIFIC RESEARCH THEMES IN THE PROCESS OF RESEARCH CONTROL

Summary

Automation of the stage of estimation and selection of scientific research themes according to introduced information criteria in terms of estimation of automatized information search systems is studied.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. В. Чавчанидзе. Проблемы управления интеллектуальной деятельностью. Психоэвристическое программирование. Тбилиси, 1974.
2. В. Г. Гмошинский, Г. И. Флиорент. Теоретические основы инженерного прогнозирования. М., 1973.
3. Е. В. Бруяцкий, Л. П. Смирнов. Математические методы в задачах управления наукой. К., 1973.
4. Е. П. Юпатов. Исследования возможности использования автоматизированной системы «Кристалл-легпром» в организации управления информационными ресурсами отрасли. Автореферат, М., 1972.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 78, № 2, 1975
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 78, № 2, 1975
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 78, № 2, 1975

УДК 530—145.7

ФИЗИКА

В. Ш. ГОГОХИЯ

РЕГУЛЯРИЗАЦИЯ СИНГУЛЯРНЫХ КВАЗИПОТЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ

(Представлено академиком А. Н. Тавхелидзе 11.12.1974)

Квазипотенциальное уравнение для парциальных амплитуд рассеяния скалярных частиц одинаковой массы m имеет вид [1, 2]

$$f_l(p,\ p')=V_l(p,\ p')+\int_0^\infty \frac{dq}{\sqrt{q^2+m^2}}\ \frac{V_l(p,\ q)\ f_l(q,\ p')}{k^2-q^2}, \tag{1}$$

где k^2 — энергия, а квазипотенциал

$$V_l(p,\ p')=\sqrt{pp'}\int_0^\infty dr\,V(r)\,J_{l+1/2}(pr)\,J_{l+1/2}(p'r). \tag{2}$$

В случае простейшего сингулярного, неренормируемого потенциала [3] $V(r)=gr^{-3}$ квазипотенциал $V_l(p,\ p')$ можно представить в виде

$$V_l(p,\ p')=\frac{g}{2(4l^2-1)}\left\{\theta(p-p')\,\frac{p'^{\,l+1}}{p^{l-2}}\left[1-\frac{2l-1}{2l+3}\,\frac{p'^2}{p^2}\right]+\right.$$

$$\left.+\theta(p'-p)\,\frac{p^{l+1}}{p'^{\,l-2}}\left[1-\frac{2l-1}{2l+3}\,\frac{p^2}{p'^2}\right]\right\},\qquad \mathrm{Re}\,l>\frac{1}{2}\,. \tag{3}$$

Тогда интегральное уравнение (1) сводится к дифференциальному уравнению четвертого порядка $\left(f_l(p,\ p')\equiv f(p),\quad \delta\equiv x\frac{d}{dx},\quad x=gp\right)$

$$[\delta-(l+3)]\,[\delta-(l+1)]\,[\delta-(2-l)]\,[\delta+l]\,f(x)-$$

$$-\frac{x^4}{\sqrt{x^2+(gm)^2}}\ \frac{f(x)}{(gk)^2-x^2}=(g^{-1}x)^4\,\delta(x-x') \tag{4}$$

с граничными условиями в нуле

$$x^{l+1}f'^{(3)}(x)-(l+1)\,x^l\,f'^{(2)}(x)-l\,(l+1)\,x^{l-1}f'^{(1)}(x)+$$

$$+l\,(l+1)\,(l+3)\,x^{l-2}f(x)\underset{x\to0}{\to}0,$$

$$x^{l+3}f'^{(3)}(x)-(l+3)\,x^{l+2}\,f'^{(2)}(x)-(l^2-3l-6)\,x^{l+1}\,f'^{(1)}(x)+$$

$$+(l+1)\,(l^2+l-6)\,x^l\,f(x)\underset{x\to0}{\to}0 \tag{5}$$

и соответствующими условиями на бесконечности, которые мы здесь не выписываем. Таким образом, интегральное уравнение (1), ядро которого (3) было определено только при $\mathrm{Re}\, l > 1/2$, эквивалентно граничной задаче (4)—(5), которую в принципе можно решать и при $\mathrm{Re}\, l < 1/2$, используя аналитическое продолжение по l. В работе [2] было показано, что дифференциальная кривая задача (4)—(5) и интегральное уравнение (1) имеют единственное решение при $\mathrm{Re}\, l > 0$, которое является аналитическим продолжением решения, полученного при $\mathrm{Re}\, l > 1/2$.

Рассмотрим теперь поведение аналитически продолженного решения к точке $l=0$ более подробно. Известно, что решение неоднородного уравнения можно строить из линейно независимых решений соответствующего однородного уравнения, причем эти решения необходимо комбинировать соответствующим образом, чтобы решение (4) удовлетворяло граничным условиям в нуле и на бесконечности (5).

Линейно независимые решения уравнения (4) при $k=m=0$ и в случае S-волны выражаются через функции Мейера и имеют вид

$$G^{10}_{04}(x|3,\ 1,\ 2,\ 0), \qquad G^{20}_{04}(x\,e^{\pm i\pi}|3,\ 1,\ 2,\ 0),$$

$$G^{30}_{04}(x|3,\ 1,\ 2,\ 0), \qquad G^{40}_{04}(x\,e^{\pm i\pi}|3,\ 1,\ 2,\ 0).$$

Решения $G^{30}_{04}(x)$, $G^{40}_{04}(x)$ при $x\to\infty$ экспоненциально убывают, и поэтому их можно выбрать в качестве двух решений, удовлетворяющих граничным условиям на бесконечности. Поведение двух оставшихся решений в нуле определяется следующими формулами:

$$G^{10}_{04}(x) = x^3 \sum_{n=0}^{\infty} \frac{x^n}{n!}\, \frac{1}{\Gamma(n+2)\,\Gamma(n+3)\,\Gamma(n+4)},$$

$$G^{20}_{04}(x) = -\frac{1}{2}\,x^2 + x^3 \sum_{n=0}^{\infty} \frac{x^n}{n!}\, \frac{\psi(n+1)+\psi(n+2)+\psi(n+3)+\psi(n+4)}{\Gamma(n+2)\,\Gamma(n+3)\,\Gamma(n+4)},$$

$$-x^3 \ln x \sum_{n=0}^{\infty} \frac{x^n}{n!}\, \frac{1}{\Gamma(n+2)\,\Gamma(n+3)\,\Gamma(n+4)}. \qquad (7)$$

Легко видеть, что $G^{10}_{04}(x)$ удовлетворяет граничным условиям в нуле (5) при $l=0$, а $G^{20}_{04}(x)$ не удовлетворяет первому из граничных условий (5) при $l=0$. Нетрудно также убедиться в том, что любое решение, линейно независимое от $G^{10}_{04}(x)$, не удовлетворяет граничным условиям в нуле. Отсюда следует, что краевая задача (4)—(5) для S-волны не имеет решения. Этот результат был получен при $m=k=0$. Однако при $m\neq 0$, $k\neq 0$ члены, нарушающие граничные условия, не изменяются, и поэтому результат сохраняется и в этом случае. Таким образом, решение, полученное аналитическим продолжением к точке $l=0$, не удовлетворяет исходному интегральному уравнению, т. е. интегральное уравнение для S-волны не-

обходимо видоизменить, введя контрчлен в квазипотенциал $V_0(p, p')$ не изменяющего вида дифференциального уравнения (4).

Тогда контрчлен $V_0^{(c)}(p, p')$ должен удовлетворять уравнению

$$\frac{d^4 V_0^{(c)}(p, p')}{dp^4} = 0. \tag{8}$$

Учитывая условие симметрии квазипотенциала $V(p, p') = V(p', p)$, ограничиваясь также членами, степень которых не превышала бы степени исходного взаимодействия (3) и используя (8), получаем наиболее общее выражение контрчлена для S-волны:

$$V_0^{(c)}(p, p') = c_0 + c_1(p+p') + c_2(p^2+p'^2) + c_3(p^3+p'^3) + c_4 pp' + c_5(pp'^2+p^2p'). \tag{9}$$

Подставляя теперь в исходное интегральное уравнение (1) вместо $V_0(p, p') \to V_0(p, p') + V_0^{(c)}(p, p')$, получаем новые граничные условия в нуле:

$$c_0 f^{(3)}(x) + c_1[xf^{(3)}(x) - f^{(2)}(x)] + c_2[x^2 f^{(3)}(x) + 2xf^{(2)}(x) - 2f^{(1)}(x)] +$$

$$+ c_3[x^3 f^{(3)}(x) - 3x^2 f^{(2)}(x) + 6xf^{(1)}(x) - 6f(x)] - \frac{1}{2} g[x^3 f^{(3)}(x) - 3x^2 f^{(2)}(x) +$$

$$+ 6xf^{(1)}(x) - 6f(x)] \underset{x\to 0}{\to} 0,$$

$$c_1 f^{(3)}(x) + c_4[xf^{(3)}(x) - f^{(2)}(x)] + c_5[x^2 f^{(3)}(x) + 2xf^{(2)}(x) - 2f^{(1)}(x)] \underset{x\to 0}{\to} 0,$$

$$c_2 f^{(3)}(x) + c_5[xf^{(3)}(x) - f^{(2)}(x)] - \frac{1}{2} g[xf^{(3)}(x) - f^{(2)}(x)] \underset{x\to 0}{\to} 0,$$

$$c_3 f^{(3)}(x) \underset{x\to 0}{\to} 0. \tag{10}$$

Подставляя далее в (10) разложение $G_{04}^{20}(x)$ в нуле (7), находим значения коэффициентов $c_i (i = 0, 1, \ldots, 5)$; $c_0 = c_1 = c_2 = c_3 = c_4 = 0$, $c_5 = \frac{1}{2} g$. Таким образом, для $V_0^{(c)}(p, p')$ имеем

$$V_0^{(c)}(p, p') = \frac{1}{2} g\{p^2 p' + p'^2 p\}, \tag{11}$$

а новые граничные условия, которые следуют из (10), имеют вид

$$x^2 f^{(3)}(x) + 2xf^{(2)}(x) - 2f^{(1)}(x) \underset{x\to 0}{\to} 0,$$

$$x^3 f^{(3)}(x) - 3x^2 f^{(2)}(x) + 6xf^{(1)}(x) - 6f(x) \underset{x\to 0}{\to} 0. \tag{12}$$

Аналитически продолженное решение $G_{04}^{20}(x)$ удовлетворяет новому первому из граничных условий (12), т. е. (11) является искомым контрчленом к квазипотенциальному (3) с потенциалом $V(r) = gr^{-3}$. Простой анализ, аналогичный вышеописанному, показывает, что в случае уравнения Липмана—Швингера добавлять контрчлен не надо. Можно аналитически продолжить само интегральное уравнение до точки $l = 0$, т. е. интегральное уравнение остается эквивалентным диффе-

ეროვნული ბიბლიოთეკა

ренциальной краевой задаче. Необходимость вводить контрчлен в S-волну связана, по-видимому, с релятивистским характером квазипотенциального уравнения.

В заключение заметим, что концтрчлен, вычисленный в данной статье, совпал с контрчленом, вычисленным в работе [2] на основе упрощенной модели для потенциалов вида $V(r)=gr^{-2\nu+1}$.

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

(Поступило 13.12.1974)

ფიზიკა

ვ. გოგოხია

სინგულარულ კვაზიპოტენციალურ განტოლებათა რეგულარიზაცია

რეზიუმე

ანალიზური გაგრძელების მეთოდით ხდება სინგულარული კვაზიპოტენციალური განტოლების რეგულირება. ნაჩვენებია, რომ ანალიზურად გაგრძელებულ პირველყოფილ კვაზიპოტენციალს ემატება გარკვეული პოლინომი.

PHYSICS

V. Sh. GOGOKHIA

REGULARIZATION OF SINGULAR QUASIPOTENTIAL EQUATIONS

Summary

Quasipotential equations with singular nonrenormalizable potentials are regularized by the analytical continuation method. It is shown that a definite polynomial is added to the analytical continued original quasipotential.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. A. A. Logunov, A. N. Tavkhelidze. Nuovo Cimento, 29, 1963, 380.
2. В. Ш. Гогохия, А. Т. Филиппов. Препринт, ОИЯИ, Р2—7518. Дубна, 1973; ТМФ, 21, 1974, 37.
3. A. T. Filippov. Preprint JINR, E2—6936. Dubna, 1973.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 78, № 2, 1975
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 78, № 2, 1975
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 78, № 2, 1975

УДК 53

ФИЗИКА

М. М. МИРИАНАШВИЛИ (академик АН ГССР), Р. С. ПОПОВИДИ,
Г. М. ТАЛАКВАДЗЕ, Р. В. ЧХИКВАДЗЕ

РАССЕЯНИЕ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ВОЛНЫ НА БЕСКОНЕЧНОМ ПАРАБОЛИЧЕСКОМ ЦИЛИНДРЕ

Как известно, решение задачи рассеяния неоднородной электромагнитной волны на параболическом цилиндре (ПЦ) классическими методами, известными в теории дифракции, связано с определенными математическими трудностями, а в ряде конкретных случаев попросту невозможно. Задача эта, вместе с тем, представляет большой практический интерес, так как антенны типа «параболический цилиндр» используются довольно часто.

В данной работе осуществлена попытка численного решения указанной задачи методом дискретных переизлучателей [1], который заключается в замене сплошной отражающей поверхности облучаемого тела тонкими металлическими проводами радиуса $r_0 \ll \lambda$, где λ — длина волны падающего поля. Источником излучения служит бесконечный вибратор с заданной диаграммой направленности, расположенный в фокусе ПЦ.

Итак, на ПЦ падает цилиндрическая волна

$$E^i = F(\varphi) \cdot H_0^{(1)}(kr), \qquad \frac{\pi}{2} \leqslant \varphi \leqslant \frac{3\pi}{2}, \tag{1}$$

где $H_0^{(1)}(kr)$ — функция Ганкеля первого рода, нулевого порядка, $k = 2\pi/\lambda$ — волновое число, $r = \sqrt{(x-p)^2 + y^2}$ — расстояние от вибратора до точки наблюдения, φ — полярный угол, а $F(\varphi)$ — вид излучаемой цилиндрической волны (в рассматриваемой задаче $F(\varphi) = \cos\varphi$). Ясно, что в простейшем случае, когда $F(\varphi) = 1$, падающее поле суть цилиндрическая волна.

Рассеянное от ПЦ поле ищется в виде ряда по функциям Ганкеля первого рода, нулевого порядка:

$$E^s = \sum_{n=-N}^{N} a_n \cdot H_0^{(1)}(kr_n). \tag{2}$$

Здесь $a_n = a_n' + a_n''$ — неизвестные комплексные величины, которые пропорциональны токам, наведенным на проводах. Они же позволяют учесть взаимодействие между проводами, причем токи $I_n \sim |a_n| = \sqrt{|a_n'|^2 + |a_n''|^2}$.

Для определения коэффициента a_n используются граничные условия локального типа для тангенциальной составляющей суммарного поля:

$$E=E^i+E^s\Big|_{\substack{x=x_\nu+r_0\\ y=y_\nu}}=0, \qquad \nu=0,\ \pm1,\ \pm2,\ \ldots,\ \pm N. \tag{3}$$

В результате получается система уравнений с комплексными коэффициентами, которая решается численно на ЭВМ.

Выражение значения поля в любой точке $A(x, y)$ ближней зоны (2—3 λ от ПЦ) будет определяться как сумма (1) и (2):

$$E=F(\varphi)\cdot H_0^{(1)}(kr)+\sum_{n=-N}^{N} a_n\cdot H_0^{(1)}(kr_n),$$

$$r_n=\sqrt{(x-x_n)^2+(y-y_n)^2}, \qquad n=0,\ \pm1,\ \pm2,\ \ldots,\ \pm N. \tag{4}$$

Выражение поля в дальней зоне, т. е. диаграмму направленности ПЦ, можно найти из выражения (4), подставив асимптотическое выражение функции Ганкеля для больших значений аргумента.

Ниже приводятся некоторые результаты расчета характеристических величин рассматриваемой системы для различных частных случаев.

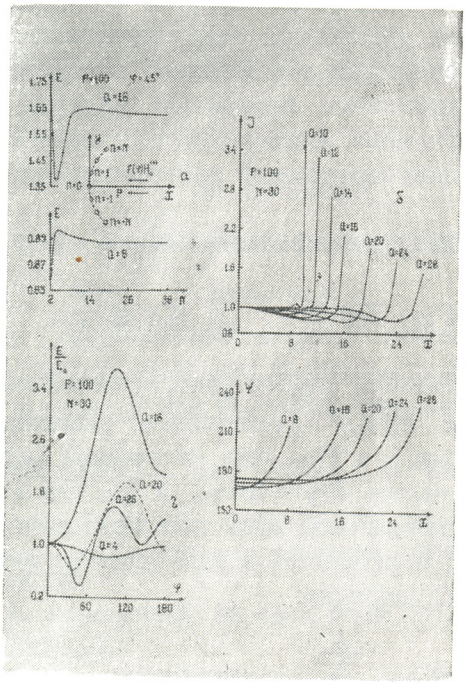


Рис. 1

На рис. 1,а показан характер стремления значений рассеянного параболическим цилиндром поля к своим предельным значениям при различных аппертурах ПЦ. Из вида кривых следует, что, несмотря на проявление сходимости в районе больших N ($N=30$—38), те же значения поля имеют и в области малых N ($N=2$—8), что представляет определенный интерес при необходимости моделирования сплошной поверхности облучаемого тела ограниченным числом проводов-элементов.

На рис. 1,б, в изображены соответственно амплитуды и фазы наведенных на ПЦ токов. Видно, что при малых значениях аппертуры цилиндра (т. е. при плотном расположении проводов) значение амплитуд токов на «краях» резко возрастает, чего и следовало бы ожидать, если проводить аналогию между рассеянием на ПЦ малой аппертуры и бесконечной полоске соответствующей ширины. С увеличением аппертуры наблюдается тенденция уменьшения максимальных значений амплитуд токов. Что касается фаз наведенных на ПЦ токов, то о них можно сказать следующее: изучение находящегося в фокусе ПЦ облучателя быстрее достигает тех проводов, которые расположены в области вершины О ПЦ. Причем токи наводятся на них почти одновременно и поэтому, как видно из рисунка, значения фаз токов, возбужденных на соседних проводах в области, близкой к вершине ПЦ, почти равны. Впоследствии излучение источника доходит и до проводов, расположенных ближе к краям ПЦ и фазы здесь отличаются друг от друга уже довольно чувствительно.

На рис. 1,г даны диаграммы направленности ПЦ для аппертурных значений $a=4$, $a=16$, $a=20$ и $a=28$. Для малой аппертуры ($a=4$) диаграмма имеет почти круговой характер, т. е. поле в дальней зоне практически одинаково во всех направлениях. С увеличением аппертуры диагарамма направленности приобретает явно выраженный направленный характер. Увеличивается и количество лепестков (например, при $a=16$ — один лепесток, а при $a=28$ — три). Кроме того, наибольшего значения поле достигает при $a=16$, т. е. когда аппертура ПЦ $2a$ равна длине волны падающего поля ($\lambda=32$).

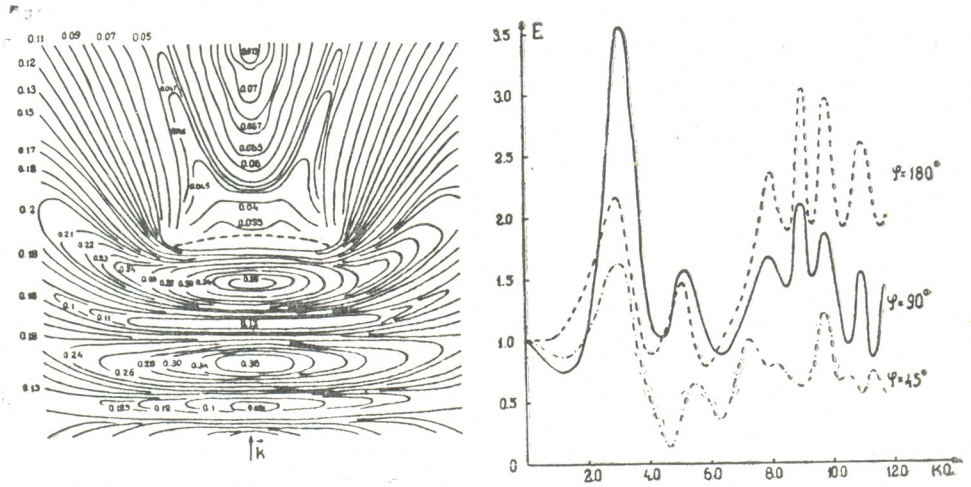


Рис. 2

На рис. 2а, показана картина ближнего поля (линии равных амплитуд) 36-элементного ПЦ (в пределах 2—3 λ от ПЦ). Как видно из рисунка, в области отраженного поля наблюдается чередование максимумов и минимумов, расстояния между которыми равны 1/4 λ, что свидетельствует о наличии в этой области стоячей волны. В области прошедшего поля можно выделить участки двух типов: I — участок непосредственно за ПЦ (так называемая «теневая» область) с малыми —

ეროვნული ბიბლიოთეკა

меньшими почти на порядок — значениями поля, по сравнению с полем в отраженной зоне, и II—участки вдоль боков I, характеризующиеся плавным видом линий равных амплитуд. Хотелось бы обратить внимание на область в непосредственной близости от ПЦ; несмотря на то, что его поверхность не является сплошной, а смоделирована проводами малого электрического радиуса, нерегулярностей поля вблизи проводов не наблюдается и картина в целом имеет качественное сходство с аналогичной картиной для случая полоски шириной $2a$. Это, очевидно, свидетельствует о правомерности использования метода дискретных переизлучателей для моделирования сплошных поверхностей облучаемых тел.

На рис. 2,б представлена зависимость поля в дальней зоне от размеров ПЦ (для наиболее «интересных» углов наблюдения).

Тбилисский государственный университет

(Поступило 11.10.1974)

ФИЗИКА

М. МИРИАНАШВИЛИ (საქართველოს სსრ ენცკ. აკადემიის აკადემიკოსი),
Р. ПОПОВИДИ, Г. ТАЛАКВАДЗЕ, Р. ЧХИКВАДЗЕ

ЦИЛИНДРУЛИ ТАЛღის ГАБНЕВА УСАСРУЛО ПАРАБОЛУРУ ЦИЛИНДРЗЕ

Резюме

მოცემულია მცირე ელექტრული რადიუსის მქონე მავთულებისაგან შედგენილ უსასრულო პარაბოლურ ცილინდრზე ცილინდრული ელექტრომაგნიტური ტალღის გაბნევის ამოცანის რიცხვითი ამოხსნა. გამოსხივების წყაროს წარმოადგენს მოცემული მიმართულებითი დიაგრამის მქონე უსასრულო ვიბრატორი, მოთავსებული პარაბოლური ცილინდრის ფოკუსში. წარმოებს დასასხივებელი სხეულის მთლიანი ამრეკლავი ზედაპირის მავთულთა სისტემით მოდელირების შესაძლებლობის გამოკვლევა.

წარმოდგენილია რიცხვითი გათვლების შედეგები.

PHYSICS

M. M. MIRIANASHVILI, R. S. POPOVIDI, G. M. TALAKVADZE, R. V. CHKHIKVADZE

SCATTERING OF A CYLINDRIC WAVE ON A PARABOLIC CYLINDER

Summary

A numerical solution of scattering of a cylindric wave on an infinite parabolic cylinder composed of wires of small electric radius is given. The source of radiation is an infinite vibrator with a given diagram of direction, located in the focus of the parabolic cylinder.

The possibility of simulation of the solid reflecting surface of the irradiated body by a set of wires is studied. The results of numerical calculations are given.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. П. Копалейшвили, Р. С. Поповиди. Радиотехника и электроника, т. XVII, № 7, 1972, 1374—1381.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 78, № 2, 1975
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 78, № 2, 1975
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 78, № 2, 1975

УДК 550.382.3

ГЕОФИЗИКА

Д. А. ТОГОНИДЗЕ, Г. П. МАРКОВ

К МЕХАНИЗМУ ЗАВИСИМОСТИ МАГНИТНОЙ ВОСПРИИМЧИВОСТИ И КОЭРЦИТИВНОЙ СИЛЫ МОНОКРИСТАЛЛОВ МАГНЕТИТА И ГОРНЫХ ПОРОД ОТ МАЛЫХ МЕХАНИЧЕСКИХ НАПРЯЖЕНИЙ

(Представлено академиком Б. К. Балавадзе 17.12.1974)

Известно, что магнитные свойства ферромагнитных кристаллов зависят от величины и характера распределения внутренних напряжений σ_i. Всякое перераспределение этих напряжений должно приводить к возникновению новой магнитной структуры и изменению магнитных параметров материала.

Перераспределение внутренних напряжений может быть вызвано действием внешних механических напряжений. Установлено, что под действием давления могут происходить как обратимые, так и необратимые изменения магнитных параметров [1]. Обратимые изменения магнитных параметров $\varkappa$, I_n, H_c горных пород и минералов изучены многими исследователями. Необратимые изменения могут быть значительно больше обратимых, но количественно связать их с величиной упругих напряжений не удается, несмотря на то, что и в нашей стране, и за рубежом ведутся интенсивные исследования влияния давления на магнитные свойства минералов и горных пород. Эти исследования проводятся в основном в области высоких ($p > 100$ кг/см^2) давлений [1—3].

В настоящей статье представлены результаты экспериментального исследования зависимости магнитной восприимчивости $\varkappa$ и коэрцитивной силы H_c от внешнего осевого сжатия на образцы природных монокристаллов магнетита и на горные породы.

Исследовано девять образцов природных монокристаллов магнетита правильной формы из Ковдорского месторождения (параллельные грани типа [111], к которым прикладывалось давление, шлифовались) и 16 образцов магматических пород основного состава (базальты, андезито-базальты) из сейсмоактивных районов Южной Грузии. Образцы горных пород имели форму куба с размерами (0,6×0,6×0,6) см^3.

Для выявления обратимых и необратимых изменений $\varkappa$ и H_c от давления измерения проводились по циклу $0 \to p_1 \to 0 \to p_2 \to 0 \to \to \ldots p_n \to 0$; $p > p_{n-1}$. Шаг до 100 кг/см^2 — $\Delta p = 25 \div 30$ кг/см^2, а для $p > 100$ кг/см^2 $\Delta p = 50 \div 60$ кг/см^2. Все исследованные образцы, как монокристаллов магнетита, так и горных пород, по характеру зависимости

$\varkappa(p)$ и $H_c(p)$ в области малых p (p до 100 кг/см^2) можно разделить на две основные группы.

Для образцов первой группы $\varkappa$ увеличивается, и в области небольших давлений (порядка 50—70 кг/см^2) наблюдаются максимумы восприимчивости. Надо отметить, что в этой области рост $\varkappa$ имеет необратимый характер относительно давления. Пройдя через максимум, восприимчивость монотонно изменяется, и эти изменения становятся обратимыми при $p>100$ кг/см^2 (пунктиром нанесена кривая, соответствующая $p=0$, рис. 1).

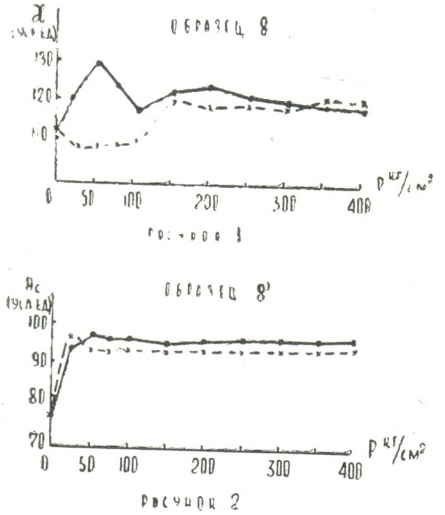


Рисунок 1

Рисунок 2

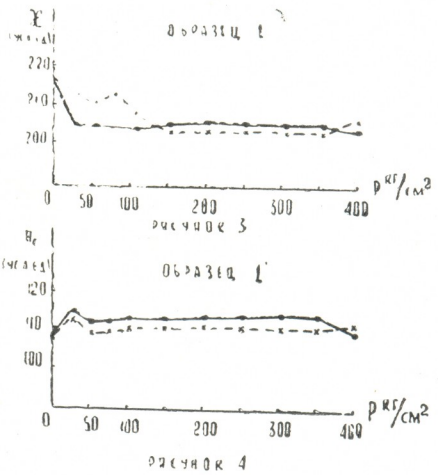


Рисунок 3

Рисунок 4

Величина H_c резко и необратимо увеличивается до $p\approx80$ кг/см^2, и это увеличение соответствует максимуму восприимчивости; в области же $p>100$ кг/см^2 увеличение H_c обратимо (рис. 2).

Для второй группы образцов $\varkappa$ уменьшается, но и здесь, в области малых давлений ($p\approx100$ кг/см^2), наблюдается необратимое изменение $\varkappa(p)$ (рис. 3). При $p>100$ кг/см^2 изменение $\varkappa(p)$ является обратимым. Коэрцитивная сила монотонно и практически обратимо меняется с увеличением p (рис. 4).

Полученные результаты показывают, что у всех образцов, как для монокристаллов магнетита, так и для горных пород, максимальные изменения $\varkappa$ и H_c происходят в области малых давлений ($p\approx100$ кг/см^2).

Эти явления могут быть лучше объяснены после рассмотрения некоторых вопросов теории упругости в приложении к горным породам. В частности, необходимо рассмотреть распределение напряжений на поверхности и внутри отдельного ферромагнитного зерна при одностороннем сжатии горной породы. При решении задачи теории упругости о напряженном состоянии упругой среды с очень малым шаровым включением было показано, что на поверхности жесткого (по сравнению с матрицей) шарового включения наблюдается концентрация напряжений вдоль оси сжатия и эти напряжения на поверхности зерна магне-

тита в кварце и плагиоклазе превосходят внешнее примерно в 2,1 раза [4].

Распределение напряжений на поверхности зерна магнетита будет описываться подобно распределению на жестком шаре. Однако в горной породе форма зерен отличается от правильного шара, большинство зерен имеет неправильную форму, с выступами, с острыми краями.

При сжатии породы будет происходить концентрация напряжений вблизи участков с малым радиусом кривизны (по сравнению с размером зерна [5]):

$$\sigma_{лок}=\sigma\left(\frac{D}{r}\right)^{1/2},$$

где D — средний диаметр включения, r — радиус кривизны локального участка, σ — напряжение на поверхности зерна правильной формы.

Следовательно, даже при небольшой внешней нагрузке отдельные участки зерна будут подвержены действию больших по величине напряжений, в то время как другие участки поверхности испытывают действие меньших напряжений. Кроме того, надо учесть убывание напряжений вглубь от поверхности.

Таким образом, при некотором внешнем давлении в зерне можно выделить две области, занимающие: 1) часть объема, лежащую непосредственно у поверхности зерна, в которой действуют напряжения, превышающие внешнее, 2) часть обьема внутри и на поверхности зерна, в которой действуют напряжения равные или меньшие внешнего.

Различие напряженного состояния этих двух областей может приводить как к количественному, так и к качественному различию изменений магнитных свойств в каждой области.

Положение доменных границ определяется распределением внутренних напряжений. Эксперименты показывают, что доменная структура меняется необратимо при нагрузках выше определенного предела — $\sigma_{кр}$ [6]. Для зерна магнетита в горной породе может оказаться при данном внешнем давлении, что в одной части объема зерна напряжения будут больше $\sigma_{кр}$ и, по-видимому, здесь будут преобладать необратимые изменения магнитных свойств, вызванные в основном магнитодислокационным взаимодействием. В другой части объема зерна напряжения могут не превышать $\sigma_{кр}$ и, следовательно, обратимые изменения $\varkappa(p)$ и $H_c(p)$ должны быть вызваны главным образом процессами в этой части объема зерна.

Несмотря на то что вышеописанная модель удовлетворительно объясняет полученные экспериментальные результаты, она не может полностью объяснить характер изменения $\varkappa(p)$ и $H_c(p)$. По-видимому, основную причину влияния слабых напряжений на магнитные свойства следует искать в структурных изменениях, влияющих на магнитодислокационное взаимодействие, имеющее место как в монокристаллах, так и в ферромагнитных зернах горных пород.

Академия наук Грузинской ССР
Институт геофизики

(Поступило 27.12.1974)

ეროვნული ბიბლიოთეკა

ГЕОФИЗИКА

Д. ТОГОНИДЗЕ, Г. МАРКОВ

ЖАНИСА ДА МАГНЕТИТИС МОНОКРИСТАЛЕБИС МАГНИТУРИ ТВИСЕБЕБИС ЦВЛИЛЕБИС МЕХАНИЗМИС ШЕСАХЕБ, МЦИРЕ МЕХАНИКУРИ ДАХАБУЛОБЕБИС ПИРОБЕБШИ

Р Е З Ю М Е

ნაშრომში მოყვანილია ექსპერიმენტული გამოკვლევის შედეგები, რომლებიც მოწმობენ, რომ როგორც ქანის, ისე მაგნეტიტის მონოკრისტალების ნიმუშებისათვის მაგნიტური შემთვისებლობისა და კოერციტული ძალის მაქსიმალური ცვლილებები (როგორც შექცევადი, ისე შეუქცევადი) მიმდინარეობს ძირითადად დაბალი რიგის $p \approx 100$ კგ/სმ^2 ცალმხრივი მექანიკური დაძაბულობის პირობებში, რაც შეიძლება გამოწვეული იყოს ფერომაგნიტური მარცვლის ფორმით და დაძაბულობების განაწილებით, როგორც ამ მარცვლის შიგნით, ისე მის ზედაპირზე.

GEOPHYSICS

D. A. TOGONIDZE, G. P. MARKOV

ON THE MECHANISM OF THE DEPENDENCE OF MAGNETIC RECEPTIVITY AND COERCIVE FORCE OF MAGNETITE SINGLECRYSTALS AND ROCKS ON MECHANICAL TENSIONS

Summary

The results of an experimental investigation of the dependence of magnetic receptivity $\varkappa$ and coercive force H_c on the external axial pressure on the patterns of natural magnetite singlecrystals and rocks are given.

Maximal changes of $\varkappa$ (p) and H_c(p)—both of single crystals of magnetite and for rocks—have been found to occur in the region of low pressures $p \approx 100$ kГ/cm^2.

It may be assumed that these changes are due to the distribution of external tensions on the surface and within the ferromagnetic grain. For grains distribution in the same elastic medium the role of reversible and irreversible changes of magnetic properties upon compression must be dependent on the shape of grain.

ЛИТЕРАТУРА — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. С. П. Капица. Изв. АН СССР, сер. геофиз., 6, 1955.
2. H. J. Kinoshita. Geom. Geoel., 20, № 3, 1968.
3. T. J. Nagata. Geöm. Geoel., 18, № 1, 1966.
4. Л. С. Безуглая. Обратимые изменения намагниченности горных пород под действием механических напряжений. Автореферат, М., 1970.
5. Ж. Фридель. Дислокации. М., 1967.
6. А. А. Богданов, А. Я. Власов. Изв. АН СССР, Физика Земли, № 1, 1966.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 78, № 2, 1975
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 78, № 2, 1975
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 78, № 2, 1975

УДК 543.544:543.3

АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Н. Н. МАТОРИНА, Г. Г. ДЖИНЧАРАДЗЕ, Б. А. ГОГИЧАЙШВИЛИ

ВЫБОР ОПТИМАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ ХРОМАТОГРАФИЧЕСКОГО КОНЦЕНТРИРОВАНИЯ Fe, Co И Ni С ЦЕЛЬЮ ИХ ОПРЕДЕЛЕНИЯ В ПРИРОДНЫХ ВОДАХ

(Представлено академиком Р. И. Агладзе 18.12.1974)

В настоящем сообщении рассмотрены возможности применения метода хроматографического концентрирования для определения микроэлементов Fe, Co и Ni в водах минеральных источников. Для этого исследовались катионит КУ-2, анионит АН-31 и амфолит АНКБ-2, обладающие различной селективностью по отношению к изучаемым микроэлементам и катионам щелочных и щелочноземельных элементов.

Селективность поглощения характеризовалась величиной коэффициента распределения $\eta = \frac{q}{c}$, где q и c — концентрация элемента в ионите и растворе [1].

Коэффициенты распределения и их зависимость от pH раствора определялись в статических и динамических условиях. В первом случае навески адсорбентов по 0,2 г перемешивались в закрытых колбах с 40 мл раствора, содержащего исследуемый элемент. Время контакта адсорбента с раствором определялось экспериментально найденным временем, необходимым для установления равновесия. Для КУ-2 оно составляло 4 часа, для АН-31 и АНКБ-2 — 3—7 суток. Использовался модельный раствор, подобный по солевому составу цхалтубской минеральной воде. Этот раствор, наряду с исследуемыми микроэлементами, содержал в мг-экв/л: K^+ — 1,42; Na^+ — 1,42; Mg^{++} — 2,67; Ca^{++} — 6,33; SO_4^{-2} — 4,50; HCO_3^- — 3,86; H_2SiO_3 — 0,022 г/л.

Количество сорбированного микроэлемента вычислялось по разности исходной и равновесной концентрации его в растворе. Концентрации Fe и Co определялись радиометрически. В исследуемые растворы вводились Fe^{59} и Co^{60}. Радиоактивность Fe^{59} устанавливалась на приборе ПС-100, Co^{60} — на приборе «Флокс». Ni определялся фотоколориметрически с диметилглиоксимом.

При определении коэффициентов распределения в динамических условиях модельный раствор, содержащий один или несколько микроэлементов, пропускался с постоянной скоростью 0,5—1 $см^3$/мин через колонки, содержащие по 0,2—0,5 г адсорбента. Сечение колонки 0,2—0,6 $см^2$.

Раствор пропускался до установления на выходе из колонки концентрации элемента, равной исходной концентрации. Для исследования зависимости η от концентрации ионов водорода в растворе pH модельного раствора доводился до определенной величины добавлением HCl.

Данные, представленные на рис. 1 и 2, показывают, что коэффициенты распределения всех исследованных микроэлементов зависят от

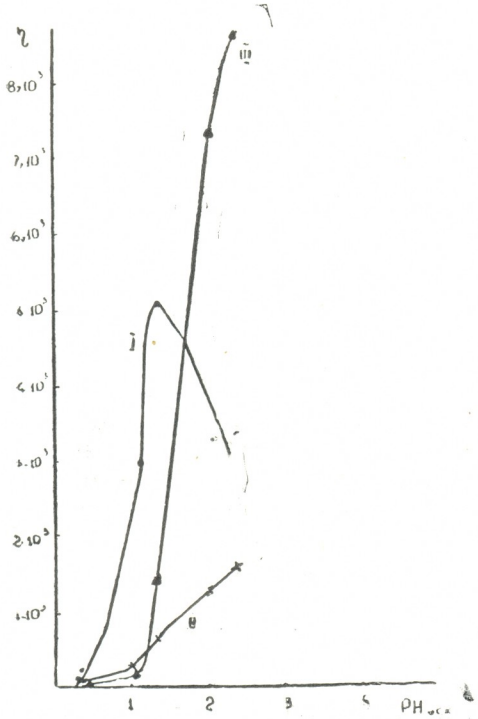
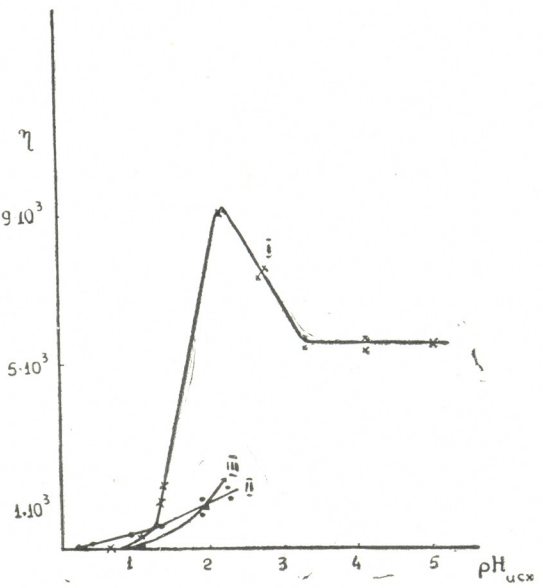


Рис. 1. Коэффициенты распределения (η) микроколичеств Fe^{+3} (I), Co^{+2} (II) и Ni^{+2} (III) на катионите КУ-2 в Н-форме при различных концентрациях ионов водорода в исходном растворе

концентрации ионов водорода во внешнем растворе. Это влияние может быть обусловлено как изменением состояния микроэлемента в

Рис. 2. Коэффициенты распределения (η) Co^{+2} на амфолите АНКБ-2 в HCl-форме (I), катионите КУ-2 в Н-форме (II) и анионите АН-31 в ОН-форме (III) при различных концентрациях ионов водорода в исходном растворе



растворе, так и изменением степени диссоциации ионогенных групп ионита и прочности комплексных соединений, образующихся в фазе

ионита, и, наконец, конкурирующим влиянием ионов водорода как противоионов. При выборе оптимальных условий концентрирования приходится использовать экспериментальные зависимости $\eta = f(C_н)$, полученные для различных сорбентов. Так, например, при определении

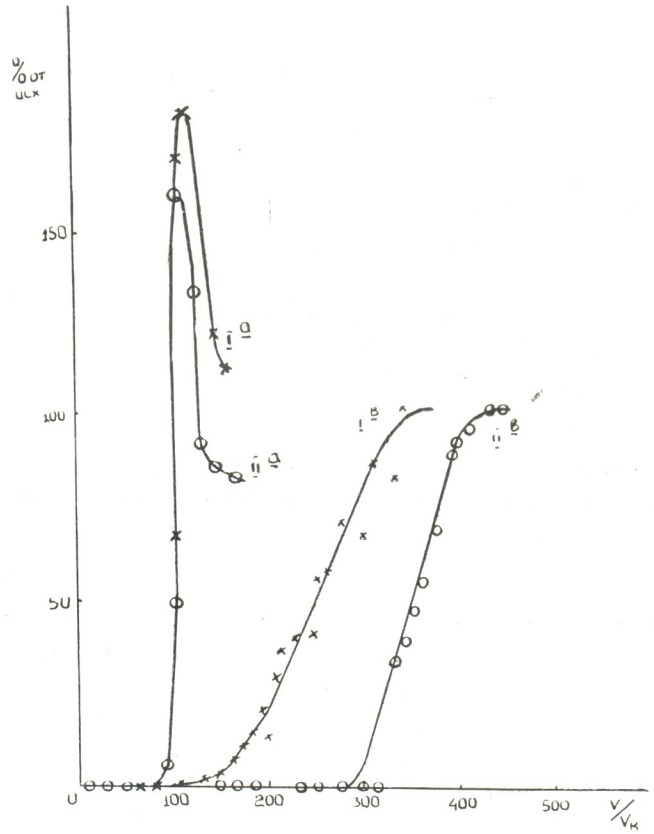


Рис. 3. Сорбция кобальта (I) и никеля (II) на Н-форме катионита КУ-2 (а) и HCl-форме амфолита АНКБ-2 (в) из раствора HCl с pH 2,07. Концентрация никеля в исходном растворе $2{,}5 \cdot 10^{-4}$ н, концентрация кобальта 10^{-10} н

железа в водах минеральных источников, солевой состав которых близок к солевому составу цхалтубской воды, в случае использования для концентрирования катионита КУ-2 pH исходного раствора целесообразно поддерживать около единицы (рис. 1), для кобальта оптимальная величина pH при использовании амфолита АНКБ-2 в HCl-форме близка к двум (рис. 2).

Из рис. 2 видно также, что коэффициенты распределения одного и того же микроэлемента на различных типах ионитов значительно различаются по величине и лучшим в этом смысле, т. е. наиболее селективным, сорбентом оказался амфолит АНКБ-2. Об этом же свидетельствуют данные о величине объема раствора, пропущенного до проскока микроэлемента через колонку, характеризующие возможную степень концентрирования. Сооответствующие кривые сорбции Ni и Co на АНКБ-2 и КУ-2, представленные на рис. 3, показывают, что через ам-

ეროვნული ბიბლიოთეკა

фолит можно пропускать больший объем анализируемого раствора и, следовательно, сорбировать большее количество микроэлемента.

Высокая селективность поглощения микроэлементов на амфолите АНКБ-2 обусловлена, по-видимому, их способностью образовывать комплексные соединения с ионогенными группами этого ионита.

Таким образом, экспериментально полученные коэффициенты распределения Fe, Co, Ni из модельного раствора, солевой состав которого аналогичен солевому составу цхалтубской минеральной воды, при различных pH на H-форме катионита КУ-2, HCl-форме амфолита АНКБ-2 и OH-форме анионита АН-31, а также сравнительные данные относительно степени концентрирования на ионитах КУ-2 и АНКБ-2 могут быть использованы для определения оптимальных условий хроматографического концентрирования названных микроэлементов.

Академия наук СССР
Институт физической химии

НИИ курортологии
и физиотерапии
МЗ ГССР

(Поступило 26.12.1974)

ანალიზური ქიმია

ნ. მატორინა, გ. ჯინჭარაძე, ბ. გოგიჩაიშვილი

ზოგიერთი მიკროელემენტის ქრომატოგრაფიული კონცენტრირების ოპტიმალური პირობების შერჩევა ბუნებრივ წყლებში მათი განსაზღვრის მიზნით

რეზიუმე

წყალტუბოს მინერალური წყლის მსგავსი მარილოვანი შემადგენლობის მქონე მოდელურ ხსნარზე ექსპერიმენტულად განისაზღვრა Fe, Co და Ni განაწილების კოეფიციენტები კატიონიტ КУ-2, ანიონიტ АН-31 და ამფოლიტ АНКБ-2-ზე და ამ კოეფიციენტების დამოკიდებულება ხსნარის pH-ზე, აღმოჩნდა, რომ შთანთქმის სელექტივობისა და შესაძლებელი კონცენტრირების ხარისხის თვალსაზრისით საუკეთესოა ამფოლიტი АНКБ-2.

ANALYTICAL CHEMISTRY

N. N. MATORINA, G. G. JINCHARADZE, B. A. GOGICHAISHVILI

THE CHOICE OF OPTIMAL CONDITIONS OF CHROMATOGRAPHIC CONCENTRATION OF Fe, Co AND Ni FOR THEIR DETERMINATION IN NATURAL WATERS

Summary

Using a model solution similar in its salt content to the Tsqaltubo mineral waters, the coefficient of Fe, Co and Ni distribution on the cationite КУ-2, anionite АН-31 and ampholyte АНКБ-2 were experimentally determined—both in the static and dynamic conditions. The ampholyte АНКБ-2 was found to be the best ionite from the point of view of selectivity of absorption and the possible degree of concentration.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. К. М. Ольшанова и М. А. Потапова. Руководство по ионообменной распределительной и осадочной хроматографии. М., 1965.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 78, № 2, 1975
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 78, № 2, 1975
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 78, № 2, 1975

УДК 547.9

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Х. И. АРЕШИДЗЕ (академик АН ГССР), В. Н. ПАДИУРАШВИЛИ

ОБОГАЩЕНИЕ ПРИРОДНОГО ГАЗА МЕТАНОМ

Обогащение природного газа метаном позволяет улучшить качество сырья, используемого для синтеза аммиака, синильной кислоты, метилхлорида и др. Обогащение осуществляется деструктивным гидрированием гомологов метана, содержащихся в природном газе.

Возможность проведения указанной реакции на металлических катализаторах была доказана в исследованиях [1, 2]. Разработан метод обогащения природного газа с применением никель-хромового и никель-кизельгурового катализатора, содержащего не менее 50% никеля [3, 4], при температуре 300—350°С и объемной скорости подачи природного газа 600 $час^{-1}$. Расход водорода при этом составляет 10% от природного газа.

Однако применение никель-хромового и никель-кизельгурового катализаторов в производственных условиях лимитируется высокой чувствительностью контактов к перегревам, приводящим к их разрушению и сокращению времени эксплуатации.

Целью нашей работы является подбор катализатора, лишенного этих недостатков. В работе изучалось влияние температуры опытов и содержания никеля в катализаторе на его активность.

Исследовались образцы катализаторов, полученные нанесением от 5 до 15% никеля на природный алюмосиликат—гумбрин с промоторами железа и марганца.

Объем загружаемого в реактор катализатора в течение опытов был постоянным и составлял 10 мл.

Каждый образец катализатора после загрузки в реактор восстанавливался. Восстановление производилось пропусканием через трубку струи водорода, подаваемого с объемной скоростью 150 $час^{-1}$ при постепенном повышении температуры — 150, 200, 250, 300, 350°С до прекращения выделения паров воды.

Восстановление катализатора контролировалось определением количества водорода до и после реакции.

Гидрирующая способность восстановленного катализатора определялась по Г. С. Павлову [5]. Восстановленный катализатор нагревался до желаемой температуры, и проводились опыты с целью обогащения природного газа метаном.

Природный газ имел следующий состав, об. %: CH_4—94,0, C_2H_6—3,7; C_3H_8—0,45, C_4H_{10}—0,018, C_5H_{12}—0,014, H_2—отс., N_2—1,0, O_2—0,3, CO_2—0,5.

Анализ природного газа до и после реакции проводился с помощью хроматографа ХЛ-4.

Природный газ, так же как и водород, подавался через реометр в смеситель. Смесь газов поступала в подогреватель, изготовленный из кварцевого стекла, заполненный кольцами рашига, и нагревалась до 280°С. Температура регулировалась с помощью лабораторного авто-

трансформатора и замерялась хромель-алюмелевой термопарой, помещенной в кварцевый футляр. Нагретая смесь поступала в кварцевый реактор, помещенный в трубчатую печь, где температура регулировалась и измерялась так же, как в подогревателе.

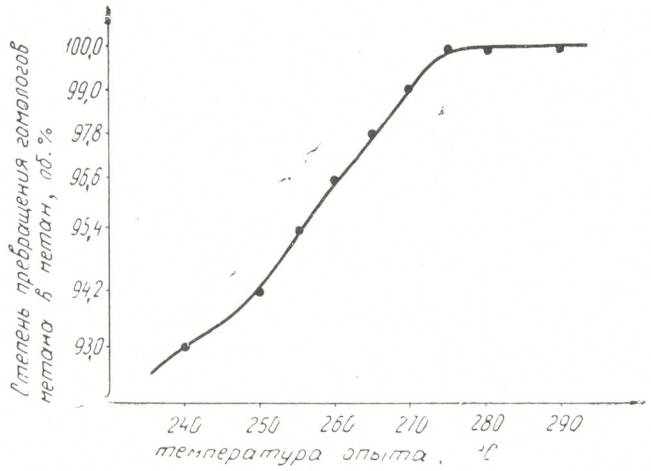


Рис. 1. Зависимость степени превращения гомологов метана в метан от температуры в зоне катализа

Изучение влияния количества никеля и других компонентов в катализаторе на процесс обогащения природного газа метаном показало, что полное превращение гомологов метана в метан достигается на ка-

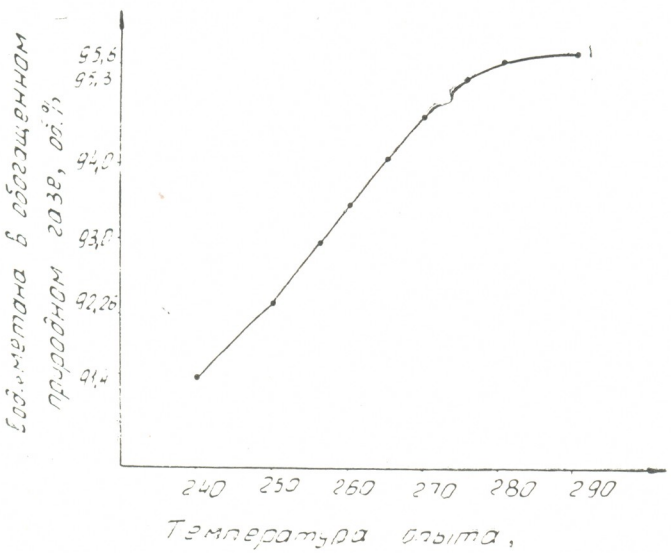


Рис. 2. Зависимость обогащения природного газа метаном от температуры в зоне катализа

тализаторе, содержащем 11—15% никеля и до 5% остальных компонентов, при температуре 240—290°С и объемной скорости подачи превращаемого сырья 1000 $час^{-1}$.

Влияние температуры опыта на степень превращения гомологов метана показано на рис. 1. Как видно из рисунка, полное превращение гомологов метана достигается при температуре 275—290°С.

При этой температуре процентное содержание метана в обогащенном природном газе (рис. 2) достигает 95,6%.

Влияние объемного соотношения (природный газ:водород) на процесс обогащения природного газа метаном показано в таблице.

Влияние соотношения (природный газ: водород) на степень превращения гомологов метана

Соотношение природного газа и водорода	Состав обогащенного природного газа, об. %									Степень превращения гомологов метана, %
	CH_4	C_2H_6	C_3H_8	C_4H_{10}	C_5H_{12}	H_2	N_2	O_2	CO_2	
10 : 1	95,6	отс.	отс.	отс.	отс.	1,0	2,1	0,1	0,5	100
14 : 1	94,33	0,36	0,039	отс.	отс.	0,5	3,0	0,4	1,3	65,8

Как видно из табличных данных, полное превращение гомологов метана в метан происходит при соотношении природного газа к водороду 10:1.

Академия наук Грузинской ССР
Институт физической и
органической химии
им. П. Г. Меликишвили

Руставский химический
комбинат

(Поступило 3.1.1974)

ორგანული ქიმია

ქრ. არეშიძე (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი),
ვ. ფადიურაშვილი

ბუნებრივი აირის მეთანით გამდიდრება

რეზიუმე

მეთანის ჰომოლოგების ჰიდროკრეკინგის რეაქციაში გამოკვლეულია შერეული კატალიზატორი, რომელიც შეიცავს ნიკელს, მანგანუმსა და რკინას. კატალიზატორის სარჩულად გამოყენებულია ბუნებრივი ალუმოსილიკატი — გუმბრინი.

დადგენილია, რომ მეთანის ჰომოლოგების სრული გარდაქმნა მეთანად ხდება კატალიზატორზე, რომელიც შეიცავს 11—15% ნიკელს, ხოლო მანგანუმსა და რკინას — 5%.

რეაქციის ოპტიმალური ტემპერატურაა 290°С, ხოლო გარდასაქმნელი აირის რეაქტორში მიწოდების მოცულობითი სიჩქარეა 1000 საათი$^{-1}$.

ეროვნული ბიბლიოთეკა

Kh. I. ARESHIDZE, V. N. PADIURASHVILI

ENRICHMENT OF NATURAL GAS BY METHANE

Summary

A complex investigation of the process of enrichment of natural gas by methane on a nickel catalyzer has been carried out.

The influence of the percentage content of nickel in the catalyzer and of the process temperature on the effectivity of the output was studied.

Complete conversion of methane homologues into methane was carried out with the catalyzer containing 11-15% of nickel and 5% of iron and manganese.

The process temperature should be about 240°-290°C and the volume velocity of the converted gas about 1000 hour^{-1}.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. А. Баландин и др. Изв. АН СССР, сер. хим. № 7, 1969, 1443.
2. Н. Д. Зелинский, Н. И. Шуйкин. ДАН СССР, 3, № 4, 1934, 255.
3. Г. А. Скороход, С. К. Щербак. Авт. свид. СССР, № 166313, 1964, Бюлл. изобр., 22, 1964.
4. Г. А. Скороход и др. Хим. пром. Украины, 6, 1968, 20.
5. Г. С. Павлов. ЖРФХО, 58, 1926, 1309.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 78, № 2, 1975
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 78, № 2, 1975
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 78, № 2, 1975

ეროვნული ბიბლიოთეკა

УДК 54115

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Е. М. НАНОБАШВИЛИ, М. В. МАМАЛАДЗЕ

РАДИАЦИОННО-ХИМИЧЕСКОЕ ПРЕВРАЩЕНИЕ ИОНОВ As (III) И As (V) В ВОДНЫХ РАСТВОРАХ

(Представлено академиком Р. И. Агладзе 17.12.1974)

При действии излучения высоких энергий на водные растворы ионов переменной валентности имеет место их восстановление до аномальной валентности или до металла [1, 2]. В связи с этим представляет большой научный и практический интерес изучение радиационно-химического восстановления ионов As (III) и As (V) в различных условиях.

Исследовался радиолиз водных растворов арсенитов и арсенатов при мощности дозы $1{,}55 \cdot 10^{16}$ эв/мл·сек. Дозиметрия проводилась методом Фрике [3].

Образовавшиеся при радиолизе продукты — ионы As (III) и металлический мышьяк определялись различными физико-химическими методами [4—6].

Согласно полученным данным, при облучении системы $\sim 10^{-2}$ М $H_3AsO_4 - 1M C_2H_5OH - H_2O$ наблюдается превращение ионов As(V) с выходом $G(-As^{V}) = 2{,}2$. Металлический мышьяк и ионы арсенита образуются с выходами $G(As^{0}) = 1{,}9$ и $G(-As\,III) = 1{,}8$ соответственно (табл. 1).

Таблица 1

Данные по радиолизу системы 10^{-2} М $H_3AsO_4 - 1M C_2H_5OH - H_2O$, МД $= 1{,}55 \cdot 10^{16}$ эв/мл·сек

Поглощенная энергия, 10^{20} эв/мл	G(As III)	$G(-As^{V})$	$G(As^{0})$
1,1	1,80	2,20	1,90
1,68	1,50	1,30	1,80
2,24	1,10	1,44	1,78
2,80	0,98	1,20	1,80
3,36	0,94	1,18	1,77

При облучении системы 10^{-2} М $H_3AsO_4 - 1M C_2H_5OH^{-} - H_2O$ продукты радиолиза воды — ·H и ·OH-радикалы эффективно захватываются молекулами этанола по реакции

$$\cdot H + C_2H_5OH \xrightarrow{K_1} H_2 + \dot{C}_2H_4OH, \qquad (1)$$

$$\cdot OH + C_2H_5OH \xrightarrow{K_2} H_2O + \dot{C}_2H_4OH. \qquad (2)$$

Образовавшиеся спиртовые радикалы могут восстанавливать ионы арсената через промежуточные состояния As (IV) и As (II) до металлического мышьяка (рис. 1).

Радиационно-химическое восстановление ионов As (V) с участием этанольных радикалов можно представить следующей схемой:

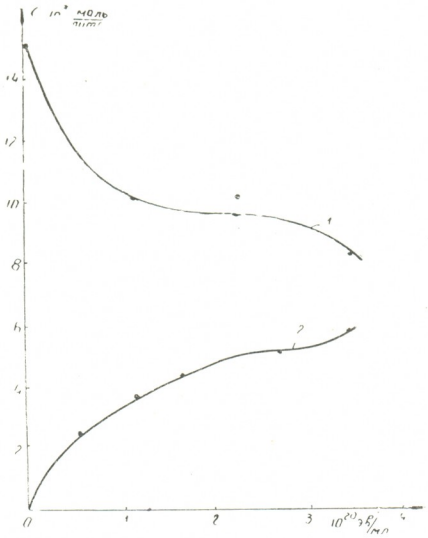


Рис. 1. Изменение концентрации ионов As(V) и образование As^0 в системе $10^{-2}MH_3AsO_4$—$1MC_2H_5OH$—H_2O в зависимости от дозы: 1—концентрация ионов As (V), 2—концентрация As°

$$As(V) + \dot{C}_2H_4OH \rightarrow As(IV) + CH_3COH + H^+, \quad (3)$$

$$2As(IV) \rightarrow As(III) + As(V), \quad (4)$$

$$As(III) + \dot{C}_2H_4OH \rightarrow As(II) + CH_3COH + H^+, \quad (5)$$

$$2As(II) \rightarrow As^\circ + As(IV), \quad (6)$$

$$As(II) + As(IV) \rightarrow 2As(III). \quad (7)$$

Превращение ионов арсенитов в присутствии этанола протекает с образованием как As°, так и As(V) аналогично предыдущей системе.

В системе 10^{-2} M Na_3AsO_3 — $1MC_2H_5OH$—H_2O происходит восстановление ионов As (III) с радиационно-химическим выходом $G(-As(III)) = 4{,}64 \pm 0{,}11$, выходы As° и As(V) равны соответственно $G(As^\circ) = 2{,}88 \mp 0{,}03$ и $G(-As^V) = 1{,}64 \mp 0{,}0011$ (табл. 2).

Радиационно-химическое превращение ионов As (III) происходит по следующей схеме:

Таблица 2

Данные по радиолизу системы 10^{-2} M Na_3AsO_3—$1MC_2H_5OH$—H_2O, МД = $1{,}55 \cdot 10^{16}$ эв/мл·сек

Поглощенная энергия, 10^{20} эв/мл	G (—As III)	G (As^0)	G (As^V)
0,56	4,64±0,11	2,88±0,03	1,64±0,0011
1,1	3,40	2,80	1,19
1,68	2,36	2,52	0,95
2,30	1,50	2,03	0,70
2,80	1,32	1,96	0,59
3,36	1,02	1,70	0,38

$$\cdot H + C_2H_5OH \xrightarrow{K_1} H_2 + \dot{C}_2H_4OH, \quad (1)$$

$$\cdot OH + C_2H_5OH \xrightarrow{K_2} H_2O + \dot{C}_2H_4OH, \quad (2)$$

$$\cdot OH + As(III) \xrightarrow{K_8} OH^- + As(IV), \quad (8)$$

$$As(III) + \dot{C}_2H_4OH \xrightarrow{K_9} As(II) + CH_3CCH + H^+, \quad (9)$$

$$2As(II) \xrightarrow{K_{10}} As^\circ + As(IV), \quad (10)$$

$$2As(IV) \xrightarrow{K_{11}} As(III) + As(V). \quad (11)$$

Согласно методу стационарных концентраций, получаем выражения

$$G_H I = K_1(H)(C_2H_5OH), \quad (I)$$

$$G_{OH} I = K_2(OH)(C_2H_5OH) + K_8(OH)(As^{III}), \quad (II)$$

$$K_9(As^{III})(\dot{C}_2H_4OH) = 2K_{10}(As^{II})^2, \quad (III)$$

$$2K_{11}[As^{IV}]^2 = K_8[OH][As^{III}] + K_{10}[As^{II}]^2, \quad (IV)$$

$$K_9[As^{III}][\dot{C}_2H_4OH] = K_1[H][C_2H_5OH] + K_2[OH][C_2H_5OH], \quad (V)$$

$$G(-As^{III})I = K_8[OH][As^{III}] + K_9[As^{III}][\dot{C}_2H_4OH] - K_{11}[As^{IV}]^2, \quad (VI)$$

$$G(As^\circ)I = K_{10}[As^{II}]^2, \quad (VII) \qquad G(As^V)I = K_{11}[As^{IV}]^2, \quad (VIII)$$

$$G(CH_3COH)I = K_9[As^{III}][\dot{C}_2H_4OH], \quad (IX)$$

$$G(-C_2H_5OH)I = K_1[H][C_2H_5OH] + K_2[OH][C_2H_5OH]. \quad (X)$$

После соответствующих преобразований и подстановок уравнений (VI)—(VIII) приходим к следующим выражениям:

$$G(-As^{III})I = G_H I + \frac{G_{OH} I}{1 + \frac{K_2[C_2H_5OH]}{K_8[As^{III}]}} + \frac{G_{OH} I}{1 + \frac{K_8[As^{III}]}{K_2[C_2H_5OH]}} -$$

$$-1/2\left\{\frac{G_{OH} I}{1 + \frac{K_2[C_2H_5OH]}{K_8[As^{III}]}} + 1/2\left(G_H I + \frac{G_{OH} I}{1 + \frac{K_8[As^{III}]}{K_2[C_2H_5OH]}}\right)\right\}, \quad (XI)$$

$$G(As^\circ)I = 1/2\left(G_H I + \frac{G_{OH} I}{1 + \frac{K_8[As^{III}]}{K_2[C_2H_5OH]}}\right), \quad (XII)$$

$$G(As^V)I = 1/2\left\{\frac{G_{OH} I}{1 + \frac{K_2[C_2H_5OH]}{K_8[As^{III}]}} + 1/2\left(G_H I + \frac{G_{OH} I}{1 + \frac{K_8[As^{III}]}{K_2[C_2H_5OH]}}\right)\right\}. \quad (XIII)$$

Поскольку концентрация этанола велика, по сравнению с концентрацией ионов As (III), уравнения (XI)—(XIII) упрощаются:

$$G(-As(III)) = 3/4(G_H + G_{OH}) = 3/4(3{,}8 + 2{,}6) \simeq 4{,}8, \quad (XIV)$$

$$G(As^\circ) = 1/2(G_H + G_{OH}) \simeq 3{,}2, \quad (XV)$$

ეროვნული ბიბლიოთეკა

$$G(As^{v}) = 1/4\,(G_H + G_{OH}) \cong 1{,}6. \qquad \text{(XVI)}$$

Действительно,

$$G(-As(III)) = G(As^{\circ}) + G(As^{v}) \simeq 3{,}2 + 1{,}6 \sim 4{,}8. \qquad \text{(XVIII)}$$

Полученные выходы $G(-As(III))$, $G(As^{\circ})$ и $G(As^{v})$ хорошо согласуются с экспериментальными результатами.

Академия наук Грузинской ССР
Институт неорганической химии
и электрохимии

(Поступило 21.12.1974)

ФИЗИКАЛЬНАЯ ХИМИЯ

Э. НАНОБАШВИЛИ, М. МАМАЛАДЗЕ

As(III) და As(V) იონების რადიაციულ-ქიმიური გარდაქმნა წყალხსნარებში

რეზიუმე

გამოკვლეულია არსენიტებისა და არსენატების რადიოლიზი სპირტების თანაობისას სხვადასხვა პირობებში.

$10^{-2}MH_3AsO_4 - 1MC_2H_5OH - H_2O$ სისტემაში შეინიშნება As(V) იონების აღდგენა მეტალურ დარიშხანამდე, გამოსავლით $G(As^{\circ}) \simeq 1{,}9$.

$10^{-2}MNa_3AsO_3 - 1MC_2H_5OH - H_2O$ სისტემაში, As(III) იონები გარდაიქმნებიან As(V) იონებად და As° შესაბამისი გამოსავლებით:

$$G(As^{v}) = 1{,}64 \pm 0{,}0011, \quad G(As^{\circ}) = 2{,}88 \pm 0{,}03.$$

სტაციონარული კონცენტრაციების მეთოდით გამოთვლილი ზემოაღნიშნული სისტემების რადიოლიზის პროდუქტების გამოსავლები კარგად ეთანხმება ექსპერიმენტულ მონაცემებს.

PHYSICAL CHEMISTRY

E. M. NANOBASHVILI, M. V. MAMALADZE

THE RADIATION-CHEMICAL TRANSFORMATIONS OF As(III) AND As(V) IONS IN AQUEOUS SOLUTIONS

Summary

The radiolysis of arsenites and arsenates in aqueous solutions in the presence of alcohols in various conditions has been studied.

In the system 10^{-2} $MH_3AsO_4 - 1MC_2H_5OH - H_2O$, at pH=2, As(v) ions are reduced to As^0, with the yield of $G(As^0) \simeq 1.9$.

In the system 10^{-2} $MNa_3AsO_3 - 1MC_2H_5OH - H_2O$, at pH=2.3, the separation of As^0 with the yield of $G(As^0) = 2.88 \pm 0.03$ was observed.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. I. H. Baxendale, E. M. Fielden, I. P. Keene. Proc. Roy. Soc., A 286, 1965.
2. I. H. Baxendale, E. M. Fielden, I. P. Keene. Pulse Radiolysis, Ed. by H. Ebert *et al.*, 1965, 207.
3. Дж. Спинкс, Р. Вудс. Введение в радиационную химию. М., 1967.
4. N. Elenkova, G. Todorova. Anal. Chim. Acta, 29, 4, 1963.
5. Danills. Analyst, 82, 1957.
6. А. К. Бабко, А. Т. Пилипенко. Фотометрический анализ. М., 1968.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 78, № 2, 1975
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 78, № 2, 1975
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 78, № 2, 1975

УДК 549.09.67

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

М. И. ШАНШИАШВИЛИ, И. С. ГАПОНОВА, Е. Н. ЗЕДЕЛАШВИЛИ, Б. Г. ЕРШОВ

ИССЛЕДОВАНИЕ РАДИКАЛОВ В γ-ОБЛУЧЕННЫХ НАФТАЛИНЕ, АНТРАЦЕНЕ И ФЕНАНТРЕНЕ

(Представлено академиком Л. Д. Меликадзе 11.1.1975)

При низкотемпературном радиолизе ароматических соединений образуются в основном радикалы двух типов [1]: циклогексадиенильного типа, возникающие в результате присоединения атома водорода к ароматическому кольцу C_6H_7 (так называемые «радикалы прилипания»), и фенильного типа, образующиеся при отрыве атома водорода C_6H_5. Природа радикалов и кинетика их накопления в ароматических конденсированных соединениях изучены недостаточно полно вследствие малых выходов.

В настоящей работе мы поставили целью изучить природу радикалов, возникающих в облученных нафталине, антрацене и фенантрене при температурах жидкого азота и комнатной, а также определить их радиационные выходы.

Специально очищенные образцы нафталина, антрацена и фенантрена облучались на установке Co^{60} с мощностью дозы 5,2 Мрад/час. Спектры ЭПР снимались на радиоспектрометрах РЭ-1301 и ЭПР-3. Концентрация радикалов измерялась путем сопоставления с эталоном ультрамарина, имеющим известную концентрацию парамагнитных центров. Абсолютные значения радиационных выходов даны с ошибкой 50%.

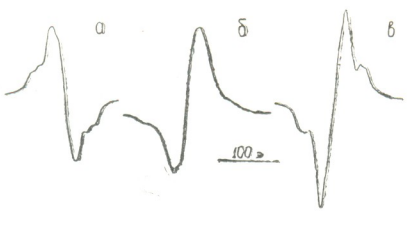


Рис. 1. Спектры ЭПР γ-облученных при 77°К ароматических соединений: а — нафталина, б — антрацена, в — фенантрена. Запись при 77°К

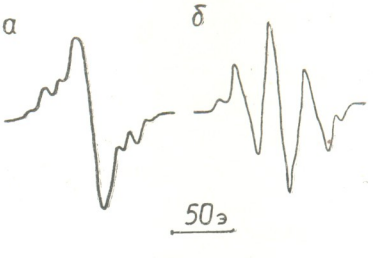


Рис. 2. Спектры ЭПР γ-облученного при 300°К нафталина при низкой (а) и высокой (б) мощности СВЧ-энергии. Запись при 300°К

Спектры ЭПР облученных и измеренных при 77°К поликристаллических образцов нафталина, антрацена и фенантрена представляют собой наложение сигналов по крайней мере двух радикалов (рис. 1). Спектр ЭПР одного из них — синглет с шириной между точками максимального наклона 37±2э. Второй спектр имеет разрешенную СТ-структуру, крайние компоненты которой отчетливо проявляются в слу-

чае нафталина (а) и фенантрена (б). Общая протяженность спектра (140 э) и расщепление компонент (35 э) указывают на то, что он обусловлен радикалами циклогексадиенильного типа. Параметры спектров нафталина и антрацена согласуются с данными других авторов, полученными для этих соединений в матрицах спиртов [2, 3], борной кислоты [4] и в случае монокристаллов [5—8]. При повышении температуры общая концентрация радикалов несколько снижается и разрешение спектра улучшается.

На рис. 2 приведен спектр ЭПР облученного и измеренного при комнатной температуре нафталина. Использование различных уровней СВЧ-мощности позволяет сделать вывод, что спектр представляет собой наложение сигналов двух радикалов, обладающих различными временами релаксации и соответственно по-разному насыщающихся. Один из них — синглет, эффективно насыщается при увеличении уровня СВЧ-мощности, после чего в спектре ЭПР наблюдается сигнал со СТ-структурой — триплет триплетов. Он принадлежит радикалу гексадиенильного типа в α-положении $C_{10}H_9$ с константами СТВ: $a_{CH^2}=27\pm2$ э и $a_2\approx a_4=13\pm2$ э, что находится в хорошем согласии с данными работ [2—5]. Вследствие больших ширин компонент спектра не наблюдается дополнительное расщепление от прочих атомов водорода, которое, согласно [5], не превышает 5 э.

Спектр ЭПР облученного антрацена, измеренный при комнатной температуре, показан на рис. 3,б. Сигнал принадлежит радикалу гексадиенильного типа в Me_{30}-положении $C_{14}H_{11}$ и характеризуется плохо разрешенной квартетной структурой с константой расщепления 15 ± 2 э. В работе [9] этот радикал был получен облучением адсорбированного

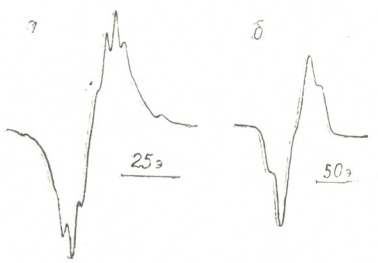


Рис. 3. Спектры ЭПР γ-облученных при 300°К фенантрена (а) и антрацена (б). Запись при 300°К

антрацена на силикагеле. Хорошее разрешение спектра позволило определить константы расщепления, которые оказались равными: $a_{CH^2}\approx17{,}6$ эи $a_6\approx12{,}9$ э. На прочих атомах водорода константы расщепления не превышали 3 э. Вследствие значительного уширения компонент спектра в условиях наших экспериментов происходит усреднение расщеплений от водородов в положениях 1 и 6, что приводит к наблюдаемому квартетному сигналу ЭПР.

Спектр ЭПР, наблюдаемый в фенантрене при комнатной температуре, существенно отличается от того, который обнаруживается после γ-облучения и измерения при 77°К (рис. 1,в и 3,а). По-видимому, спектр ЭПР представляет собой суперпозицию широкого синглета и сигнала со СТ-структурой (рис. 3,а). Расщепление между компонентами СТС составляет $3{,}5\pm0{,}5$ э. Незначительная протяженность спектра, низкие значения константы расщепления и стабильность при комнатной температуре не позволяют отнести его к радикалу фенильного типа. Так, для бензола указанный радикал имеет протяженность спектра, вдвое превышающий наблюдаемый для фенантрена. Кроме того, для радика-

ла этого типа наблюдается расщепление на орто-водороде с константой 17,4 э. На основании этого мы относим указанный спектр к ион-радикалу фенантрена. Действительно, для анионов и катионов ароматических соединений характерны малые величины расщеплений на всех протонах. Так, для бензола, дифенила, перилена, пирена и др. константа расщепления в зависимости от вида вещества или типа заряда колеблется от 3,5 до 6,5 э [10], что находится в согласии с обнаруженным расщеплением для фенантрена.

Таким образом, полученные результаты показывают, что при низкотемпературном облучении нафталина, антрацена и фенантрена возникают радикалы циклогексадиенильного типа путем присоединения атома водорода по одной из двойных связей. При этом необходимо подчеркнуть, что из возможных мест прилипания для антрацена преобладает мезо-положение, для нафталина — α-положение, а для фенантрена указать определенный тип циклогексадиенильного радикала не представляется возможным.

Не можем мы однозначно идентифицировать также радикалы, дающие во всех изученных ароматических веществах при низкой температуре синглетную линию. Наиболее вероятно, что это фенильные радикалы и ион-радикалы. Вид спектра ЭПР фенильного радикала определяется типом матрицы. В твердом теле СТ-структура смазывается и результирующий спектр проявляется как синглет с достаточно большой шириной (вплоть до 50 э) [8]. Спектры ЭПР ион-радикалов также могут разрешиться или иметь, как в случае фенантрена, следы СТС. Анионы $C_6\overline{H}_6$, обнаруженные в γ-облученных растворах бензола в эфире [2], имели спектр ЭПР, который выглядел как синглет с шириной 15—20 э со следами СТС.

Вещество	1/100 эв 77°К	1/100 эв 293°К
Нафталин	0,022	0,005
Антрацен	0,010	0,005
Фенантрен	0,013	0,005

Отличительной особенностью ароматических соединений является их высокая радиационная стойкость. Было найдено, что дозовая зависимость концентрации образующихся радикалов во всех соединениях была линейной в изученном диапазоне поглощенных доз (100—400 Мрад). В таблице приведены полученные значения выходов после γ-облучения при 77°К и после прогревания при комнатной температуре.

Из данных таблицы видно, что радиационные выходы радикалов очень низки, на два порядка ниже, чем у алифатических соединений [1].

Таким образом, при низкотемпературном радиолизе исследованных ароматических соединений образуются радикалы циклогексадиенильного типа и центры, дающие синглетный спектр ЭПР, являющиеся, по-видимому, ион-радикалами или фенильными радикалами. При этом

ეროვნული ბიბლიოთეკა

следует подчеркнуть, что присоединение атома водорода в случае циклогексадиенильных радикалов происходит не по случайному механизму, а к определенному месту в сопряженной системе.

Академия наук Грузинской ССР
Институт физической
и органической химии

(Поступило 16.1.1975)

ფიზიკური ქიმია

მ. შანშიაშვილი, ი. გაპონოვა, ე. ზედელაშვილი, ბ. ერშოვი

γ-გასხივებულ ნაფტალინში, ანტრაცენში და ფენანტრენში რადიკალების კვლევა

რეზიუმე

ეპრ-სპექტრებით შესწავლილია, რომ γ-გასხივებულ ნაფტალინში, ანტრაცენში და ფენანტრენში ადგილი აქვს ციკლოჰექსადიენილური ტიპის რადიკალებისა და აღნიშნული ნაერთების იონ-რადიკალების ან ფენილური ტიპის რადიკალების წარმოქმნას.

PHYSICAL CHEMISTRY

M. I. SHANSHIASHVILI, I. S. GAPONOVA, H. N. ZEDELASHVILI, B. G. ERSHOV

A STUDY OF THE RADICALS FORMED IN γ-IRRADIATED NAPHTHALENE, ANTHRACENE AND PHENANTHRENE

Summary

EPR spectral study has shown that in γ-irradiated naphthalene, anthracene and phenanthrene cyclohexadiene radicals and ion- or phenol radicals of the given products are formed.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. С. Я. Пшежецкий и др. ЭПР свободных радикалов радиационной химии. М., 1972.
2. C. Chachaty. J. Chem. Phys., 64, 1967, 614.
3. J. A. Leone, W. S. Kashi. J. Am. Chem. Soc., 88, 1966, 656.
4. F. Hughes, R. D. Kirk, F. W. Patten. J. Chem. Phys., 40, 1964, 872.
5. T. Okibo, N. Itoh, T. Luita. Mol. Cryst. and Liquid Cryst., 6, 1969, 227.
6. J. Akasaka, K. Masuda, S. Namba. J. Phys. Soc. Jap., 30, 1971, 1686.
7. E. Kotsch. Z. Naturforsch., A., 25, 1970, 1982.
8. T. J. Inoue. J. Phys. Soc. Jap., 25, 1968, 914.
9. P. O. Kinnel, A. Lund, A. Shimizu. J. Phys. Chem., 73, 1969, 4175.
10. J. Bennet, G. Mile, A. Thomas. Chem. Commun., 1965, 205.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 78, № 2, 1975
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 78, № 2, 1975
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 78, № 2, 1975

УДК 543—544

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Г. В. ЦИЦИШВИЛИ (академик АН ГССР), Л. Я. ЛАПЕРАШВИЛИ, Н. М. ГОГИТИДЗЕ, Т. Г. АНДРОНИКАШВИЛИ, Т. А. ЧУМБУРИДЗЕ

ХРОМАТОГРАФИЧЕСКОЕ РАЗДЕЛЕНИЕ СМЕСИ АРГОН-КИСЛОРОД-АЗОТ

Разделение тройной смеси аргон-кислород-азот наиболее эффективно осуществляется с помощью метода газовой хроматографии с использованием в качестве адсорбентов цеолитов [1, 2]. Наиболее затруднительно разделение смеси аргон-кислород, причем в большинстве случаев применяются длинные колонки в пределах 10 м [3], низкие (минусовые) температуры колонки [4, 5] или методы каталитического исключения кислорода из анализируемой пробы [6]. Кроме того, если разделение аргон-кислорода проводится при минусовой температуре, то для вымывания азота необходимо поднимать температуру колонки до комнатной и даже несколько выше (40—50°).

В нашем исследовании мы ставили задачу добиться результативного разделения аргон-кислород-азота на катионзамещенных формах цеолита типа фожазита на сравнительно коротких колонках и при одинаковой температуре нагрева хроматографической колонки. Из всех исследованных цеолитов, содержащих катионы щелочных и щелочноземельных металлов, наиболее эффективны образцы с высоким содержанием катионов стронция и кальция. В дальнейшем все исследования проводились на цеолитах типа X и Y с высокой степенью замещения натрия на катионы стронция и кальция (степень замещения в среднем 80—90%). Образцы подвергались термической активации при температуре 500°С в течение 10 часов в потоке газа-носителя гелия. Для исследования влияния зернения адсорбента на характер разделения смеси были приготовлены гранулы без добавления связующего с величиной зерен 0,5—1 и 0,25—0,5 мм. Адсорбенты были загружены в колонки диаметром 0,4 см и длиной соответственно 0,8; 1,6; 2,6 и 3,2 м. Детектор работал по методу измерения теплопроводности. В качестве газа-носителя использовался гелий, скорость газа-носителя составляла соответственно 25; 50 и 100 мл/мин.

Температура колонки 0; 15; 24°С. Анализируемая проба вводилась при помощи микрошприца, объем пробы составлял 0,5 мл. В основном исследовалось влияние следующих параметров на характер разделения: природы катиона цеолита, скорости газа-носителя, зернения сорбента и длины колонки.

Из данных, приведенных в табл. 1, видно, что величины удерживаемых объемов аргона и кислорода практически не отличаются друг от друга на цеолитах типа X и Y. Лишь удерживаемый объем азота повышен на цеолите типа X, по сравнению с типом Y, что, по-видимому, можно объяснить большей катионной плотностью в цеолите типа X и вследствие этого большим адсорбционным взаимодействием с азотом. Что касается скорости газа-носителя, то она практически не оказывает

влияния на величины удерживаемых объемов всех компонентов, за исключением азота, удерживаемый объем которого при скорости газа-носителя 100 мл/мин несколько занижен.

Таблица 1

Величины удерживаемых объемов аргона, кислорода, азота (зернение 0,5—1 мм)

Температура колонки, °С	Компоненты	Sr Y			Sr X		
		Скорость газа-носителя, мл/мин			Скорость газа-носителя, мл/мин		
		25	50	100	25	50	100
0	Ar	6,02	6,65	6,25	6,08	6,16	5,98
	O_2	7,18	7,6	7,66	7,6	7,9	7,48
	N_2	51,28	51,25	48,64	65,13	65,41	63,1

Из приведенных данных следует, что для более быстрого и эффективного проведения анализа трех компонентов лучше использовать в качестве адсорбента цеолит типа Y из-за сравнительно низкого времени удерживания азота (табл. 1).

С увеличением длины колонки улучшается степень разделения бинарной смеси кислород-аргон (табл. 2).

Таблица 2

Зависимость коэффициента разделения Ar—O_2 на цеолите зернением 0,5—1 мм от длины колонки (скорость газа-носителя 100 мл/мин, температура 24°С)

Длина колонки, м	3,2	2,6	0,8
Коэффициент разделения, %	84,6	79	27

Уменьшение зернения адсорбента также способствует улучшению степени разделения как бинарной смеси аргон-кислород, так и смеси азот-кислород (табл. 3).

Таблица 3

Критерии разделения (K, δ) на цеолитах типа SrY с различным зернением (скорость газа-носителя 25 мл/мин)

Компоненты	Зернение 0,25—0,5 мм			Зернение 0,5—1 мм		
	Температура колонки, °С					
	0	15	24	0	15	24
Ar—O_2	1,4	1,0	91%	1,1	93%	84%
O_2—N_2	7,5	6,4	5,9	7,0	6,0	5,7

На цеолитах, содержащих катионы кальция, также получается хорошее разделение этой тройной смеси (табл. 4).

Таблица 4

Критерии разделения Ar—O_2 и O_2—N_2 (длина колонки 0,8 м, скорость газа-носителя 50 мл/мин, температура 24°, зернение 0,5—1 мм)

Компоненты	Критерии разделения (K, δ)		
	Sr X	Ca X	Ca У
Ar—O_2	73%	70%	79%
O_2—N_2	7,0	6,3	5,9

Время анализа в среднем составляет 15—25 мин (рис. 1) и зависит от типа цеолита, зернения сорбента, температуры и длины колонки.

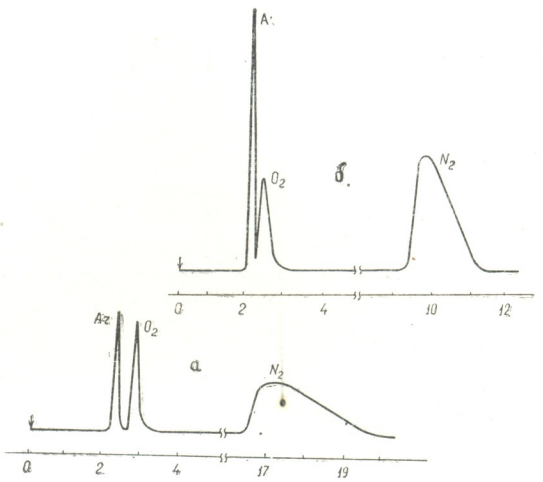


Рис. 1. Хроматограмма разделения Ar—O_2—N_2 цеолитом SrУ, активированным при 500°С. Длина колонки 3,5 м, зернение сорбента 0,25—0,5 мм, скорость газа-носителя 100 мл/мин, температура нагрева колонки: а—0°С, б—150°С

Уменьшение длины колонки, увеличение температуры нагрева колонки и зернения сорбента ухудшает разделение бинарной смеси аргон-

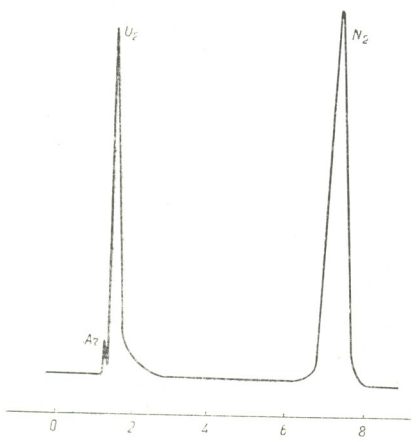


Рис. 2. Хроматограмма разделения воздуха цеолитом SrX, активированным при 500°С. Длина колонки 1,6 м, зернение сорбента 0,5—1 мм, скорость газа-носителя 50 мл/мин, температура нагрева колонки 22°С

кислород, но способствует уменьшению асимметричности пика азота и сокращает в значительной степени время анализа трехкомпонентной системы аргон-кислород-азот.

ეროვნული ბიბლიოთეკა

Разработанная методика дает возможность анализировать низкие содержания аргона в смеси с кислородом и азотом. На рис. 2 приведена хроматограмма воздуха, показывающая присутствие в нем аргона.

Таким образом, предложена методика хроматографического анализа смеси аргон-кислород-азот на катионообменных формах цеолита X и Y, позволяющая производить разделение вышеуказанной смеси на сравнительно коротких колонках при положительной температуре.

Академия наук Грузинской ССР
Институт физической и
органической химии
им. П. Г. Меликишвили

(Поступило 23.1.1975)

ФИЗИКУРИ ХИМИЯ

გ. ცისიშვილი (საქართველოს სსრ მეცნ. აკად. აკადემიკოსი), ლ. ლაფერაშვილი,
ნ. გოგიტიძე, თ. ანდრონიკაშვილი, თ. ჭუმბურიძე

არგონ-ჟანგბად-აზოტის ნარევის ქრომატოგრაფიული დაყოფა

რეზიუმე

სტრონციუმისა და კალციუმის კათიონჩანაცვლებულ X და Y ტიპის ცეოლითებზე შესწავლილია არგონ-ჟანგბად-აზოტის ნარევის ქრომატოგრაფიული დაყოფა. მოცემულია ექსპერიმენტის სხვადასხვა პარამეტრების სვეტის ტემპერატურის, ადსორბენტის ნაწილაკების ზომის, აირმატარებლის სიჩქარის და სვეტის სიგრძის გავლენა ზემოაღნიშნული ნარევის დაყოფის ხარისხზე. ნაჩვენებია, რომ არგონ-ჟანგბად-აზოტის ნარევის დაყოფა შესაძლებელია დადებითი ტემპერატურის პირობებში შედარებით მოკლე სვეტებზე.

PHYSICAL CHEMISTRY

G. V. TSITSISHVILI, L. Ya. LAPERASHVILI, N. M. GOGITIDZE,
T. G. ANDRONIKASHVILI, T. A. CHUMBURIDZE

CHROMATOGRAPHIC SEPARATION OF ARGON-OXYGEN-NITROGEN MIXTURE

Summary

A technique of chromatographic separation of the argon-oxygen-nitrogen mixture on X- and Y-type zeolites containing strontium and calcium has been worked out. The influence of different parameters of the experiments, such as temperature of column heating, column length, granulation of sorbent, rate of the gas carrier, on the character of separation of the mixture in question was studied. It is shown that the argon-oxygen-nitrogen mixture can be satisfactorily separated in one sample at the same positive temperature of column heating. An example of chromatographic determination of argon in the environment air is given.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Т. Г. Андроникашвили, Г. В. Цицишвили. Поверхностные явления на алюмосиликатах. Тбилиси, 1965, 34.
2. Г. В. Цицишвили, Т. Г. Андроникашвили. Успехи хроматографии. М., 1972, 226.
3. G. S. Vizard, A. Wynne. Chem. and Ind., 6, 1959, 196.
4. B. D. Günter, B. C. Musgrave. J. Gas Chromat., 4, 1966, 162.
5. E. L. Obermiller, R. W. Freedman. J. Gas Chromat., 3, 7, 1965, 242.
6. M. Krejci, K. Tesarik, J. Janak. Gas Chromatography. New York, Academic Press, 1961, 255.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 78, № 2, 1975
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 78, № 2, 1975
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 78, № 2, 1975

УДК 541.65

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Р. Н. АХОБАДЗЕ, Л. Ф. УТКИНА, Т. А. ТЕПЛИЦКАЯ

КВАЗИЛИНЕЙЧАТЫЕ СПЕКТРЫ ФОСФОРЕСЦЕНЦИИ БЕНЗО-(В)-НАФТО-(2,3-d)-ТИОФЕНА И 7-МЕТИЛ-БЕНЗО-(В)-НАФТО-(2,3-d)-ТИОФЕНА

(Представлено академиком Л. Д. Меликадзе 22.11.1974)

1. В данном сообщении приводятся результаты исследования по методу Э. В. Шпольского [1] квазилинейчатых спектров фосфоресценции замороженных (при 77°К) растворов бензо-(в)- нафто-(2,3-d)-тиофена (I) и 7-метил-бензо-(в)-нафто-(2,3-d)-тиофена.

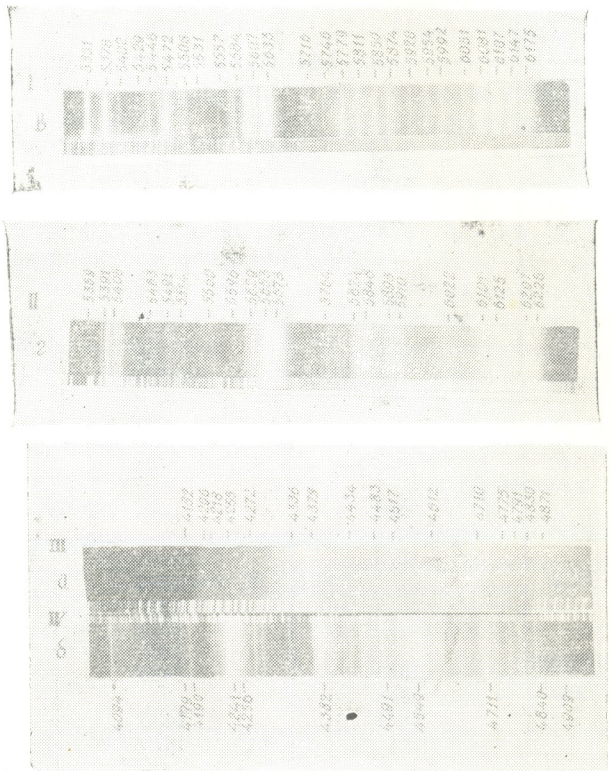


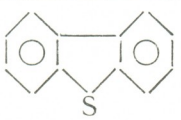
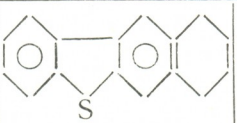
Рис. 1. Квазилинейчатые спектры фосфоресценции соединений: I — бензо-(в)-нафто-(2,3-d)-, II — 7-метил-бензо-(в)-нафто-(2, 3-d)-, III — 7, 8, 9, 10-тетрагидро-бензо-(в)-нафто-(2,3-d)-тиофенов в н-нонане и IV—дифениленсульфида в н-гептане при 77°К. Спектры а и б получены на спектрографе ИСП-51 с малой камерой, спектры в и г — на спектрографе с длиннофокусной камерой УФ-84

В предыдущих сообщениях были описаны квазилинейчатый спектр фосфоресценции 7,8,9,10-тетрагидро-(в)-нафто-(2,3-d)-тиофена (III)

(2) и спектры флуоресценции и поглощения соединений I—III [2, 3]. Структурные формулы молекул приведены на рис. 1.

2. Спектры фосфоресценции исследованных нами соединений и дифенилсульфида (IV) также представлены на рис. 1. Из рисунка видно, что в спектрах фосфоресценции I и II наблюдается большое число узких линий. Спектр фосфоресценции каждого соединения оказывается наиболее резким в том же растворителе, в котором получен резкий спектр его флуоресценции. Для соединений I и II таким растворителем оказался н-нонан. При выборе растворителя мы руководствовались правилом соразмерности линейных размеров молекул растворителя и молекул примеси [4].

Сопоставление колебательных частот, активных в спектрах фосфоресценции, $см^{-1}$

				
н-гептан, 15°К*	н-гептан, 77°К**	н-нонан, 77°К	н-нонан, 77°К	н-нонан, 77°К
24417	24419	23905	18683	18617
		170		
210 A_1	213	204	212	
221 B_1			222	
				233
			315	304
417 B_1		410	415	414
	420		422	
499 A_1		503	503	486
560 B_2			567	
632		629	622	638
707 A_1	707		694	678
740 B_1		747	742	751
851 B_2	846	849	852	858
934 B_1			933	935
1024 A_1		1028	990	1004
1061	1056			
1072 A_1		1075		
1134 A_1	1132		1150	1142
1204 A_1			1193	
1227 A_1			1234	
1293			1284	
1315 A_1		1313	1320	1300
1349 A_1	1336	1358		
1431 A_1		1434	1435	1434
1476 A_1			1479	
				1497
1582 B_2			1584	1576
1602 A_1	1600	1605	1595	1600

Примечание: * данные работы [6]; ** данные работы [7]; в начале каждого столбца приведены частоты 0—0-перехода.

Сопоставление спектров фосфоресценции соединений II и IV показывает, что присоединение к молекуле IV циклогексанового кольца приводит к батохромному сдвигу спектра на ~ 500 $см^{-1}$ и значительному уширению линий. Детальная интерпретация спектра дана нами в со-

общении [2]. Спектр фосфоресценции соединения I расположен в области 5350—6100Å. По отношению к спектру IV он смещен в область более длинных волн на ~ 5700 $см^{-1}$. Структура спектра более резкая, чем у соединения III.

Молекула II отличается от I наличием метильной группы в положении 7. Это влияет на вид спектра, но почти не меняет его положения в шкале длин волн. Для спектров исследуемых соединений характерна мультиплетная структура. Так, в спектре III наблюдаются одиночные линии, в спектре I мультиплеты состоят из четырех компонентов, а в спектре II — из шести.

Как известно [1], мультиплетная структура вообще характерна для квазилинейчатых спектров и связана, в частности, с существованием нескольких типов излучающих центров [5].

Головные линии спектров фосфоресценции I и II отнесены нами к 0—0-переходу. Правильность отнесения головных линий к чисто электронному $T—S_0$-переходу подтверждается совпадением большинства частот колебаний, полученных при анализе спектров фосфоресценции, с частотами, полученными из спектров флуоресценции этих же соединений. Однако даже простое визуальное сопоставление соответствующих спектров обнаруживает существенные различия в относительных интенсивностях линий, отвечающих одним и тем же частотам в обоих типах спектров. Так, например, в спектрах фосфоресценции с наибольшей интенсивностью проявляются линии, связанные с частотами 850 и 1600 $см^{-1}$, тогда как в спектрах флуоресценции и поглощения колебание с частотой 1600 $см^{-1}$ менее активно. В табл. представлены колебательные частоты исследуемых соединений, полученные из вибрационного анализа их спектров фосфоресценции. Почти все частоты исследованных нами соединений совпадают с колебательными частотами молекулы IV. Однако в спектрах I и II наблюдается частота 310 $см^{-1}$, которая не обнаружена в спектрах IV и III. Следует отметить, что частота 310 $см^{-1}$ является наиболее интенсивной частотой деформационного колебания, проявляющегося в спектрах нафтацена [8].

Академия наук Грузинской ССР
Институт физической и
органической химии
им. П. Г. Меликишвили

Московский государственный
университет
им. М. В. Ломоносова

(Поступило 28.11.1974)

ФИЗИКУРИ ХИМИЯ

Р. АХОБАДЗЕ, Л. УТКИНА, Т. ТЕПЛИЦКАЯ

БЕНЗО-(В)-НАФТО-(2,3-d)-ТИОФЕНИС ДА 7-МЕТИЛ-БЕНЗО-(В)-НАФТО-(2,3-d)-ТИОФЕНИС ФОСФОРЕСЦЕНЦИИС ЗВАЗИХАЗОВАНИ СПЕКТРЕБИ

РЕЗЮМЕ

Изучены и исследованы бензо-(В)-нафто-(2,3-d)-тиофена и 7-метил-бензо-(В)-нафто-(2,3-d)-тиофена фосфоресценции квазилинейчатые спектры в н-гептане и н-нонане при 77°К.

ნაჩვენებია მოცემული მოლეკულების ფოსფორესცენციის სპექტრების რხევითი სტრუქტურების მსგავსება და ჩატარებულია რხევითი ანალიზი. თითქმის ყველა რხევითი სიხშირე ემთხვევა დიფენილენსულფიდის რხევით სიხშირეებს.

PHYSICAL CHEMISTRY

R. N. AKHOBADZE, L. F. UTKINA, T. A. TEPLITSKAYA

QUASI-LINEAR SPECTRA OF PHOSPHORESCENCE OF BENZO-(b)-NAPHTHO-(2,3-d)- AND 7-METHYL-BENZO-(b)-NAPHTHO-(2,3-d)-THIOPHENES

Summary

The quasi-linear spectra of phosphorescence of the title compounds have been obtained and studied in n-heptane and n-nonane at 77°K, by the Shpolsky method. Similarity of phosphorescence vibratory structures of the given molecules is shown, and vibratory analysis conducted. Almost all the vibratory frequencies coincide with those of diphenylene sulphide.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Э. В. Шпольский. УФН, 71, 1960, 215, 77; 1962, 321; 80, 1963, 255.
2. Р. Н. Ахобадзе, Л. Ф. Уткина, Т. А. Теплицкая. Сообщения АН ГССР, 77, 1 1975.
3. Р. Н. Ахобадзе, Л. Ф. Уткина, Т. А. Теплицкая. Сообщения АН ГССР, 77, 2, 1975.
4. Т. Н. Болотникова. Спектроскопия простых ароматических углеводородов в замороженных кристаллических растворах. Автореферат, М., 1959.
5. Г. М. Свищев. Изв. АН СССР, сер. физ., 27, 1963, 696.
6. A. Bree, R. Zwarich. Spectr. Acta, 27 A, 1971, 621.
7. Р. Н. Нурмухаметов, Г. В. Гобов. Опт. и спектр., 18, 1965, 227.
8. Т. Н. Болотникова, О. Г. Гаркуша, Л. А. Климова, Г. Н. Нерсесова. Труды II межвузсвской конференции по спектроскопии и радиофизике. М., 1965.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 78, № 2, 1975
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 78, № 2, 1975
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 78, № 2, 1975

УДК 666.1

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

А. В. САРУХАНИШВИЛИ, Н. Н. ГАМБАШИДЗЕ

К ВОПРОСУ О ПОЛИЩЕЛОЧНОМ ЭФФЕКТЕ В МАРГАНЕЦСОДЕРЖАЩИХ СТЕКЛАХ

(Представлено членом-корреспондентом Академии К. С. Кутателадзе 18.1.1975)

Систематическое исследование марганецсодержащих стекол и, в частности, изучение электросопротивлений стекол системы $R_2O—MnO—B_2O_3$, где $R_2O—Li_2O$, Na_2O и K_2O [1], побудило нас

1) с целью выявления полищелочного эффекта проследить за изменением электросопротивлений стекол указанной системы в зависимости от эквимолекулярного замещения одного щелочного окисла другим,

2) исследовать влияние на полищелочной эффект исходного сырьевого материала, посредством которого вводятся окислы марганца в стекло.

Исследовались стекла состава 20 $R_2O \cdot xMnO \cdot (80—x)B_2O_3$, где $x = 10, 25, 35$, в которых через каждые 5 мол% производилась замена K_2O на Na_2O и K_2O на Li_2O. На основании литературных данных [2] и ввиду сложности определения валентности марганца в химических составах стекол все содержание марганца перерасчитано на MnO, хотя, как это уже показано в [2, 3], в стеклах возможно присутствие марганца и в иной степени окисления. В качестве сырьевых материалов использовались химически чистые реактивы углекислого лития, натрия, калия и борной кислоты. Окислы марганца вводились посредством пиролюзита Чиатурского месторождения и углекислого марганца марки х. ч.

Результаты исследований зависимости электросопротивлений от состава по системе стекол $R_2O—MnO—B_2O_3$ с заменой K_2O на Na_2O представлены на рис. 1. Исследование стекол с заменой K_2O на LiO дало аналогичные результаты, за исключением того, что максимум полищелочного эффекта в стеклах K—Li наблюдается при $Li_2O/K_2O+Li_2O=0{,}25$.

Замена K_2O на Na_2O во всех сериях стекол (с содержанием MnO 10, 25 и 35 мол %) вызывает появление полищелочного эффекта, при этом максимум эффекта наблюдается при соотношении $Na_2O/K_2O+Na_2O=0{,}5$.

Стекла, в состав которых окислы марганца вводились посредством $MnCO_3$ при содержании MnO 10 мол% (рис. 1,а), имеют несколько более низкие электросопротивления, по сравнению со стеклами того же состава, сваренными на пиролюзите.

У серии стекол с содержанием MnO 25 мол% эта разница незначительная (рис. 1,б) и совсем исчезает в серии стекол с содержанием MnO 35 мол% (рис. 1в).

Наблюдаемое нами явление повышения значений электросопротивлений полищелочных стекол не отличается от подобного [4] в иных системах.

Исключением является понижение купола полищелочного эффекта при содержании MnO 25 мол% и еще больше — 35 мол% (рис. 2).

Нам представляется обоснованным связать уменьшение полищелочного эффекта в исследованных нами стеклах с возникновением и усилением по мере увеличения содержания MnO электронной проводимости.

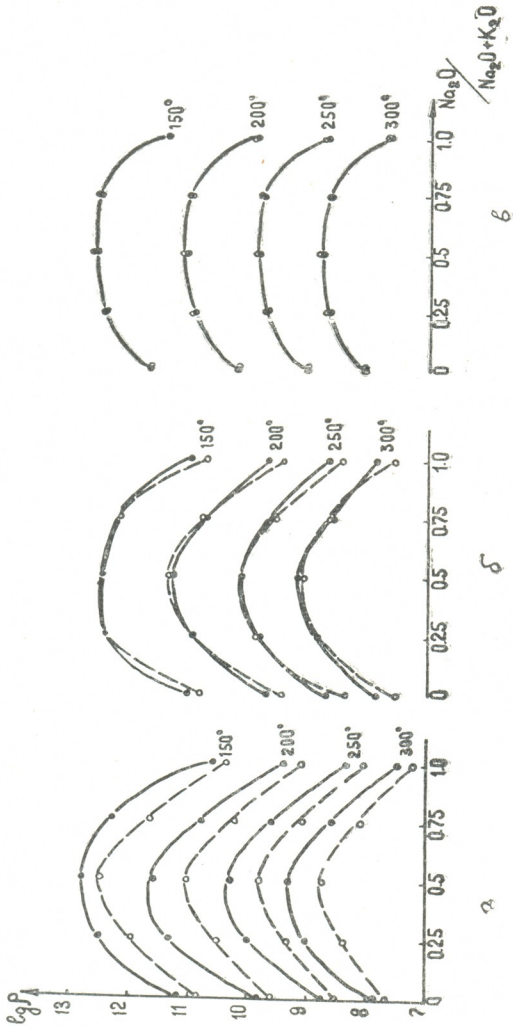


Рис. 1. Зависимость ρgl от состава: а — серия стекол с содержанием MnO 10 мол%, б) — серия стекол с содержанием MnO 25 мол%, в) — серия стекол с содержанием MnO 35 мол%. Пунктирной линией обозначена серия стекол, сваренная на $MnCO_3$, сплошной — на MnO_2

В ранее проведенных работах предполагалось [5] вхождение части ионов марганца в высокой степени окисления в борокислородный каркас стекла, однако получить марганцевые стекла, не содержащие стеклообразующих окислов, нам не удалось, что и привело нас к заключению о возможности вхождения ионов марганца в сетку стекла в определенном количестве. Определение этого количества осложнено ввиду большой трудности прямого определения состояния марганца в стекле.

Из вышеизложенного следует, что, по-видимому, увеличение ионов марганца в стекле приводит к неодинаковому увеличению марганца в сетке и марганца как модификатора. Выше определенного количест-

ва вводимые в стекло ионы марганца выступают в основном в роли модификатора, причем в различной степени валентности.

Последнее может стать причиной при установившемся равновесии $Mn \rightleftarrows Mn^{3+}$ создания электронного переноса тока. Видимо, этим можно объяснить снижение значений электросопротивлений при $Na_2O/K_2O + Na_2O = 0{,}5$ в стеклах, содержащих 25 мол %, и выпрямление купола в стеклах, содержащих 35 мол % MnO (рис. 2).

Примерно к такому же выводу в отношении железосодержащих полищелочных стекол пришла группа авторов [6].

Что же касается различного влияния на электросопротивления ионов марганца, вводимого различными сырьевыми материалами, оно может быть следствием зависимости координационного числа ионов марганца от их валентности. Хотя есть сведения, что крупный ион MnO может быть четырехкоординированным [7], нам представляется более вероятным наличие в стекле в четырехкоординационном состоянии не Mn^{2+}, а части Mn^{3+}. Доказательством этого могут служить данные Вольфа [8]. Наблюдаемые нами различия в электросопротивлениях при содержании MnO—10 мол %, по-видимому, вызваны неравнозначным содержанием Mn^{3+} в стеклах, синтезированных на $MnCO_3$ и на MnO_2. Подтверждением этого может служить изученное ранее стеклообразование марганецсодержащих стекол [5].

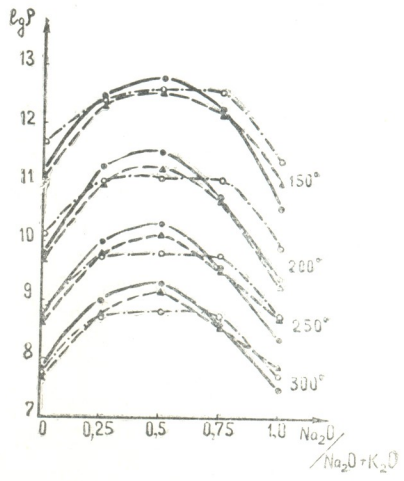


Рис. 2. Зависимость lgρ от состава для серии стекол, сваренных на MnO_2: —●—●—●— серия стекол с 10 мол% MnO, —▲—▲—▲ серия стекол с 25 мол% MnO, —○—·—○—·— серия стекол с 35 мол% MnO

Как показали ранее проведенные работы по многокомпонентным марганецсодержащим стеклам, при использовании $MnCO_3$ основным процессом, предшествовавшим стеклообразованию, является образование силиката марганца с вхождением Mn^{2+} в катионную часть [9]. Было установлено, что в этом случае стекло содержит в основном MnO. При введении окислов марганца посредством пиролюзита создается большая возможность образования, наряду с MnO и Mn_2O_3 с вхождением части Mn^{3+} в сетку стекла.

Подобное же возможно и в боратных стеклах, и этим обусловливается разница в величинах полищелочного эффекта.

Увеличение количества MnO вне зависимости от вида сырьевого материала, в силу вышеизложенного, должно приводить к уменьшению и полному исчезновению разницы в значениях электросопротивлений, что наблюдается при содержании окислов марганца 25 и 35 мол%.

Грузинский политехнический институт
им. В. И. Ленина

(Поступило 23.1.1975)

ეროვნული ბიბლიოთეკა

ა. სარუხანიშვილი, ნ. ღამბაშიძე

მანგანუმიან მინებში პოლიტუტეფექტის შესწავლა

რეზიუმე

შესწავლილია ელექტროწინაღობის მნიშვნელობები $20R_2O \cdot xMnO \cdot (80-x)B_2O_3$ შედგენილობის მინებში, სადაც $x=10, 25, 35$, ხოლო R_2O—Li_2O, Na_2O, K_2O.

ნაჩვენებია, რომ K_2O-ს Na_2O-ით და K_2O-ს Li_2O-ით შენაცვლებისას აღნიშნულ მინებში შეიმჩნევა ე. წ. პოლიტუტეფექტი. ამ უკანასკნელის მნიშვნელობები დამოკიდებულია MnO-ს შემცველობაზე და ნედლ მასალაზე, რომლითაც შეიყვანება მინებში მანგანუმის ჟანგეულები.

MnO-ს გაზრდით პოლიტუტეფექტი მცირდება და აღწევს მინიმალურ მნიშვნელობას MnO-ის 35 მოლ % შემცველობისას.

CHEMICAL TECHNOLOGY

A. V. SARUKHANISHVILI, N. N. GAMBASHIDZE

CONCERNING THE POLYALKALI EFFECT IN MULTIMANGANESE GLASSES

Summary

The electrical resistance of the glasses $20R_2O \cdot xMnO \cdot (80-x) \cdot B_2O_3$, where $x=10, 25, 35$ and R_2O-Li_2O, Na_2O, K_2O, has been studied.

Equimolecular substitution of Na_2O for K_2O and of Li_2O for K_2O in these glasses was found to produce a polyalkali effect. The value of that effect was found to decrease with an increase of the MnO content of the raw material ($MnCo_3$, MnO_2) attaining the minimal value when MnO=35 mol%.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. В. Саруханишвили, Н. Н. Гамбашидзе. Сообщения АН ГССР, 71, № 1, 1973.
2. В. В. Варгин. Производство цветного стекла. М., 1940.
3. А. В. Саруханишвили, Н. К. Кутателадзе. Сообщения АН ГССР, 54, № 1, 1969.
4. О. В. Мазурин. Сб. «Электрические свойства стекла». Л., 1962.
5. А. В. Саруханишвили, Н. Н. Гамбашидзе. Научные труды ГПИ им. В. И. Ленина, № 5 (153), 1972.
6. К. С. Кутателадзе, Р. Д. Верулашвили, Л. С. Хартишвили. Сб. «Стеклообразное состояние». Л., 1971.
7. С. Г. Лаутер, Г. О. Карапетян, Н. М. Бокин, Д. М. Юдин. ФТТ, 9, 10, 1967, 2874.
8. M. B. Volf. Silikatyr, r. XI, № 4, 325, 1968.
9. А. В. Саруханишвили, Н. К. Кутателадзе, Л. К. Тедеишвили. Сообщения АН ГССР, 66, № 2, 1972.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 78, № 2, 1975
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 78, № 2, 1975
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 78, № 2, 1975

УДК 551.8(c41)

ФИЗИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ

Л. И. МАРУАШВИЛИ

РИТМИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА КОЛХИДЫ В ПОЗДНЕМ ПЛЕЙСТОЦЕНЕ

(Представлено академиком Ф. Ф. Давитая 16.1.1975)

Известно, что ледниковые эпохи подразделялись на чередующиеся стадиалы и интерстадиалы, отмеченные наступлениями и отступлениями ледников, колебаниями уровней водоемов, изменениями растительности и т. д. Эти подразделения эпох оледенений (особенно последнего из них, имевшего место 70—15 тысячелетий назад) наиболее четко выделены и изучены в областях древнего покровного оледенения Северного полушария. Для Кавказского перешейка проблема внутривюрмских колебаний климата до последнего времени оставалась почти неразработанной.

Пробел этот в значительной степени восполняется данными стратиграфии автохтонных отложений Бронзовой пещеры, входящей в Цуцхватскую многоярусную карстовую пещерную систему (Грузия, окрестности г. Кутаиси). Бронзовая пещера представляет собой пятый ярус указанной системы, располагающийся на высоте 18 м от тальвега р. Шабатагеле. Раскопки 1974 г. перед входом в эту пещеру вскрыли 8-метровую толщу рыхлых отложений, накопившуюся в условиях отступавшей, в результате обваливания, входной части пещеры. Отложения имеют резко выраженные климатогенные слои, отражая изменения температурного режима Колхиды за последние 100—110 тысячелетий (со времени нижнего мустье)[1].

Ритмичность отложений четко выражена в верхней части разреза Бронзовой пещеры — на глубинах от 1,5 до 3,2 м от поверхности. Находка верхнепалеолитических кремневых орудий (Д. М. Тушабрамишвили) и стратиграфическое положение ритмичной толщи в разрезе датируют ее поздним вюрмом и самым началом голоцена (периодом 35 000—10 000 лет назад). Толща состоит из девяти слоев, более мощные из которых представлены алевролитом с рассеянным в нем мелким (1—2 см в поперечнике) известняковым щебнем (таких слоев насчитывается пять), а более тонкие — незаполненным крупным (5—6 см) щебнем той же породы (таких слоев четыре). Оба типа отложений чередуются друг с другом. Мощность алевролитово-щебневых слоев одинаково равна 30 см и лишь самый верхний из них несколько толще (40 см). Мощность слоев крупного щебня 8—10 см (все одинаковой толщины). Следует подчеркнуть полную идентичность литологического состава пяти алевролитовых слоев; четыре слоя щебня также не отличаются друг от друга по своему характеру. В этом одна из замечательных черт описываемого разреза. Другая выдающаяся особенность — равномерная мощность однотипных слоев, нарушаемая лишь небольшим избытком мощности самого верхнего (алевролитового) слоя.

---

[1] Увлажнение Колхиды за весь средний и верхний плейстоцен мало менялось, поэтому его влияние на пещерный литогенез может и не приниматься во внимание.

Незаполненный крупный щебень является показателем холодного климата с сильно морозной зимой и прохладным летом. Зимние морозы вызывали механический распад известняка в кровле и стенах входной части пещеры и накопление щебня на дне. Прохладное лето не способствовало конденсации водяного пара в проникавшем извне в пещеру воздухе. Вследствие этого коррозия известняка почти не происходила и остаточные продукты химического растворения породы не накапливались. Алевролит с рассеянным в нем мелким щебнем указывает на умеренный климат, при котором зима была чуть морознее, чем ныне, а лето являлось достаточно теплым для того, чтобы в пещере конденсация наружных паров протекала довольно интенсивно. Следует отметить, что подобный характер основных фаз вюрма указывался автором, на основании других фактов, до раскопок Бронзовой пещеры.

Таким образом, в течение около 25 000-летней эпохи, охватывающей поздний вюрм и ранний голоцен, в Колхиде на фоне умеренного климата, лишь немного (градуса на 0,5—1) уступавшего по среднегодовой температуре современному климату [3], имели место четыре одинаковые по интенсивности и продолжительности холодные фазы. Учитывая незначительную мощность и вероятный высокий темп накопления незаполненного крупного щебня в описываемом разрезе, можно сделать вывод о крайне малой продолжительности рассматриваемых холодных фаз. О кратковременности похолоданий в Колхиде свидетельствуют также стабильность флоры этой области за весь период, протекший после нижнего плейстоцена (постоянство состава колхидской флоры за средне- и верхнеплейстоценовое время засвидетельствовано и непосредственно, палеоботаническими фактами, а в том числе пыльцевыми комплексами пещерных отложений Цуцхвати). Исходя из сказанного, длительность каждой из четырех холодных фаз позднего вюрма Колхиды можно предположительно оценить в несколько десятков—одну сотню лет.

Если принять за продолжительность холодной фазы 100 лет, то продолжительность каждой из пяти умеренных фаз будет равняться в среднем 4920 годам $\left(\frac{25000-400}{5}\right)$. Самая последняя из умеренных фаз продолжалась несколько дольше, а остальные три предшествующие — чуть меньше этого срока (пропорционально мощности соответствующих слоев). Этот подсчет гармонирует с тем фактом, что венчающий разрез Бронзовой пещеры самый верхний слой суглинков, имеющий 40—50 см мощности, отлагался, судя по археологическим данным, менее 5500 лет (устное сообщение Д. М. Тушабрамишвили).

Таким образом, в позднем вюрме выделяются четыре климатических цикла, каждый продолжительностью около 5000 лет. Первому из них предшествовала холодная фаза, отмеченная слоем незаполненного крупного щебня мощностью в 0,3 м (на глубине 3,2—3,5 м); завершается ритмическая толща алевритовым слоем умеренной фазы, которая резко сменилась сперва теплой фазой среднего голоцена (линза суглинка на глубине 0,8—1,5 м), а потом холодной фазой, имевшей место 5000—6000 лет назад (незаполненный крупный щебень на глубине 0,4—0,8 м).

Вышеохарактеризованные девять климатических фаз, запечатленные в литологии автохтонных отложений Бронзовой пещеры, вряд ли могут являться отражением местных факторов климатогенеза, свойственных только данной пещере, району Цуцхватской системы или даже Колхиде в целом. Против подобного допущения говорят значитель-

ная термическая амплитуда и сложный, частый ритм этих смен. Очевидно, что ни геоморфологические процессы, ни эвстатические колебания уровня Черного моря не могли вызвать четырехкратного резкого похолодания в низком гипсометрическом поясе Западной Грузии. Оно могло явиться следствием лишь общеземных изменений климата, обусловленных периодическим ослаблением глобальной циркуляции атмосферы и, в частности, меридионального переноса тепла от экватора к полюсу. То обстоятельство, что на протяжении позднего вюрма климат пяти умеренных фаз был одинаковым, так же как и климат четырех холодных фаз, свидетельствует о постоянстве физико-географической обстановки и местных климато-генетических факторов Колхиды на протяжении позднего вюрма.

Если это так и климатический ритм Колхиды обусловливался планетарными явлениями, то возникает проблема сопоставления его с ритмами других географических областей. Эта тема не может быть должным образом освещена в кратком сообщении. Можно сказать лишь в общих чертах, что колхидский ритм, судя по продолжительности составляющих его звеньев, соответствует, по-видимому, ритму стадиалов и интерстадиалов областей покровного оледенения, но отличается от него соотношением похолоданий и потеплений по их продолжительности (холодные фазы Колхиды были гораздо короче северных стадиалов, а умеренные фазы, наоборот, продолжительнее интерстадиалов), а также по интенсивности. Уверенное решение этой задачи — дело будущего.

Второй вопрос заключается в том, как влияли похолодания на ландшафт Колхиды. Выше уже отмечалось, что кратковременные волны холода не смогли уничтожить или сильно обеднить видами колхидскую флору в том состоянии, в каком она дошла до среднего плейстоцена. Это, однако, не означает того, что в ландшафте вообще не происходило никаких изменений, — похолодания должны были воздействовать на растительность угнетающе; более термофильные растения удерживались лишь в благоприятных для их существования местах; менее требовательные к теплу виды, наоборот, расселялись широко; возможно, что в лесной зоне появились открытые травянистые поляны. Развивалась сезонная мерзлота почвы (в пользу этого говорит ископаемый туфур описываемого разреза, залегающий на глубине 0,8—1,5 м от поверхности, датируемый рубежом среднего и верхнего голоцена и перекрытый таким же незаполненным крупным щебнем, какой слагает четыре тонких прослоя ниже, в поздневюрмской толще).

Третий вопрос состоит в том, какой ареал охватывался климатическим ритмом выявленного здесь «колхидского» типа. Следует предположить, что вызвавшие его циркуляционные факторы воздействовали на всю ту широтную зону, в которую входит Колхида (41—43° с. ш.), но местные условия (рельеф, моря и пр.) вносили существенные изменения в климатическое выражение ритма и его литологические следствия. Проблема эта требует дальнейшей разработки.

Разрез отложений Бронзовой пещеры является важным палеогеографическим памятником, разъясняющим ряд темных вопросов, остававшихся до последнего времени в истории климата Колхиды.

Академия наук Грузинской ССР
Институт географии
им. Вахушти

(Поступило 17.1.1975)

ეროვნული ბიბლიოთეკა

Л. МАРУАШВИЛИ

КОЛХЕТИИС ჰავის რიტმული ცვალებადობა გვიან ПЛЕЙСТОЦЕНЕ

Резюме

Софт. Цуцхватами мдебаре бронзаоса мґвимис 8-метриани хелоვნური ჭრილის ზედა ნაწილში, ზედაპირიდან 1,5—3,2 მ სიღრმეში მდებარეობს რიტმულ-მრეებრივი წყება, რომელიც არქეოლოგიური მეთოდით გვიანვიურმულ-ადრეულჰოლოცენურად თარიღდება. მასში შეუვსებელი მსხვილი ღორღის ოთხი შრე მორიგეობს გაბნეული წვრილი ღორღის შემცველი ალევროლითის ხუთ შრესთან. მსხვილი ღორღის შრეები, რომელთა სისქე არ აღემატება 10 სმ, აღნიშნავენ ხანმოკლე ცივ ფაზისებს მკვეთრად ყინვიანი ზამთრითა და გრილი ზაფხულით. ალევროლითის შრეები (თითოეულის სისქე უდრის 30 სმ) შეესაბამება ზომიერი ჰავის ფაზისებს, თანამედროვე კოლხეთის ჰავასთან შედარებით ცოტაოდენ მკაცრი ზამთრით. ცივი ფაზისის ხანგრძლივობა არ აღემატებოდა 100 წელს, ზომიერი ფაზისისა — დაახლოებით 4920 წელს. კოლხეთის გვიანვიურმული კლიმატური რიტმი არეკლავს ატმოსფეროს ცირკულაციის იმ გლობალურ ცვალებადობას, რომელიც ჩრდილოეთის ქვეყნებში განაპირობებდა ზეწრული გამყინვარების სტადიალებისა და ინტერსტადიალების მორიგეობას. მათ შორის ძირითადი განსხვავება მდგომარეობს ცივი და თბილი ფაზისების ნაირგვარ ინტენსივობასა და ხანგრძლივობაში.

L. I. MARUASHVILI

RHYTHMIC CHANGES OF KOLKHIDA CLIMATE IN THE LATE PLEISTOCENE

Summary

At the top part of 8 m. deep artificial section in the Bronze Cave /Tsutskhvati village, near Kutaisi, Georgian SSR/, at a depth of 1.5—3.2 m from the surface an intermittent stratified formation is embedded. It is dated to the Late-Würmian-Early-Holocene epoch by the archaeologists. The formation contains 4 layers of rock debris without aggregates that are intermittent with 5 layers of aleurolite with choppings. The layers of rock debris up to 10 cm in thickness correspond to the short-duration cold phases with frosty winter and cool summer. The layers of aleurolite up to 30 cm correspond to the phases of moderate climate with slightly more severe winters than in present-day Kolkhida. The duration of each cold phase was up to 100 years while that of the moderate one 4920 years on the average. The climatic rhythm of Kolkhida in the Late Würm reflected those global changes of the atmospheric circulation that caused the sequence of stages and interstages of the cover glaciation in the northern countries. The basic contrast consists in the different relationship of duration of cold and warm phases as well as in their intensity.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 78, № 2, 1975
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 78, № 2, 1975
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 78, № 2, 1975

УДК 551.7+552.16(479.224)
Д 82

ГЕОЛОГИЯ

Г. Д. ДУМБАДЗЕ

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ СУБСТРАТА ВЕРХОВЬЕВ р. КОДОР

(Представлено академиком П. Д. Гамкрелидзе 30.1.1975)

С 1971 по 1974 г. нами проводились исследования в зоне Главного хребта (верховья р. Кодор и его правых притоков) в области развития кристаллического субстрата, разделяющегося здесь на две крупные стратиграфические единицы — буульгенскую и макерскую серии. Первая включает две свиты — гвандринскую и клычскую, а вторая в исследованном районе представлена низами, так называемой домбайской свитой [1].

Гвандринская свита сложена преимущественно апотерригенными кристаллическими сланцами и кварцитами с парагенезисами: Пл+Би+Гр(+Кв+Силл), Пл+Би+Гр+Ст(+Кв+Корд), Пл+Би+Му++Гр(+Кв), Пл+Би+Му(+Кв), Му+Кв, Би+Кв, Му+Би+Кв+Гр. Изредка наблюдаются альбитовые и калишпатовые сланцы: Кв+Аб+Му++Хл, Кв+Аб+Му+Би+Гр и Кв+Пл+К. п. ш.+Би. Незначительную примесь в свите составляют мрамора и амфиболиты. Максимальная мощность гвандринской свиты (учитывая изоклинальную складчатость) по ущельям рр. Хецквара и Клыч не превышает 500 м. Восточнее, на левом склоне р. Гвандра можно наблюдать периклинальное замыкание свиты с четко очерченным замком антиклинальной складки—элементы залегания соответственно СВ 25°, ∠50°, СВ 80°, ∠45° и ЮЗ 200°, ∠50° (см. рис. 1).

Клычская свита согласно сменяет гвандринскую. Переход между ними постепенный. В зоне перехода обычно появляется 150—200 м пачка чередования слюдяных и слюдяно-гранатовых сланцев с амфиболитами. Характерно для этой пачки появление амфибола в сланцах и граната в амфиболитах, что свидетельствует о фациальных взаимопереходах в первичных (осадочных и вулканогенных) толщах.

В клычской свите развиты преимущественно амфиболиты: Амф+Пл(+Кв), Амф+Би+Пл(+Кв), Амф+Аб+Кв, Амф+Пл+Гр, Амф+Гр+Корд, габбро-амфиболиты: Пир + Амф (+Кв), Пир + Амф++Пл(+Кв), Пир+Амф+Эп(+Прен), Пир+Амф+Би+Пл(+Кв), горнблендиты (тремолитовые, актинолитовые и роговообманковые сланцы), различные ультрабазиты (саксониты, лерцолиты, верлиты, оливиниты, пироксениты) и эклогитоподобные породы. Отмечаются также маломощные пачки слюдяных, двуслюдяных и слюдяно-гранатовых сланцев.

В разрезах по рр. Птыш, Хецквара и Клыч клычская свита обладает моноклинальным падением на север и совместно с гвандринской образует несколько сжатых и опрокинутых на юг изоклинальных складок: соответственно мощность ее, по-видимому, не превышает 800 м.

В ущелье р. Гвандра клычская свита слагает крылья антиклинали, ядро которой выполняет гвандринская свита. Северное крыло и осевая плоскость складки падает на северо-восток 45—55° под углами 40—70°. Южное крыло антиклинали опрокинуто (также падает на СВ 20—35°, ∠45—55°) и осложнено рядом мелких пликативных структур.

Породы макерской серии развиты в пригребневой полосе и восточной части исследуемого района (истоки р. Сакен и водораздел рр. Гвандра—Сакен); еще восточнее они переходят в истоки р. Ненскры. Наиболее широко в макерской серии представлены сланцы: Кв+Пл+Би+Му, Кв+Пл+Му+Гр, Кв+Пл+Би+Гр, Кв+Пл+Му+Би+Силл, Кв+Пл+Би+Му+Силл+Анд, Кв+Му+Би+Силл+Гр, слюдяные парагнейсы: Кв+Пл+Би+Му+К. п. ш., Кв+Аб+Би+К. п. ш., Кв+Пл+Му+К. п. ш. и мигматиты, реститовая часть которых сложена сланцами, а лейкосома—кварцем, альбитом и калишпатом. Большую роль в макерской серии играют биотитовые и двуслюдяные гранитоиды; иногда отмечаются пачки эпидотовых и биотитовых амфиболитов.

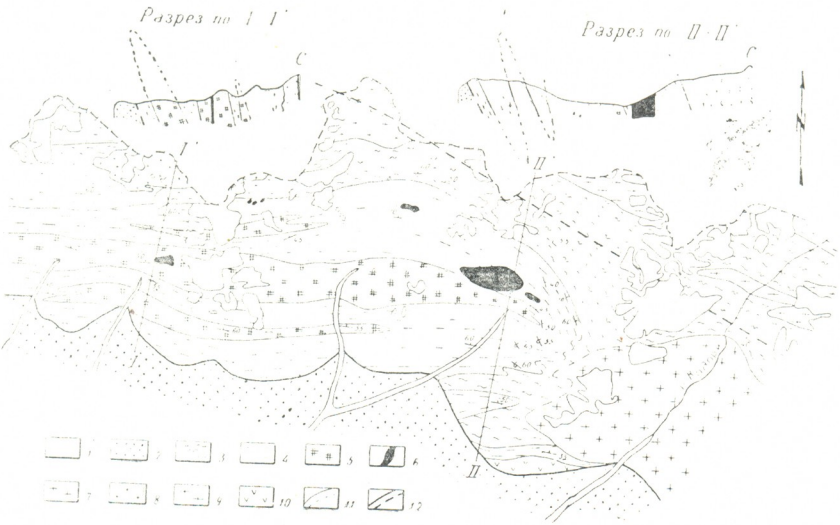


Рис. 1. Геологическая схема кристаллического субстрата верховьев р. Кодор: 1 — ледники и четвертичные отложения; 2 — нижнеюрские осадки, 3 — нерасчлененная макерская серия, 4 — клычская свита, 5—гвандринская свита, 6 — ультрабазиты, 7 — плагиограниты, 8 — аляскиты, 9 — микроклиновые граниты, 10 — среднеюрские диорит-габбро, 11 — границы между свитами, 12 — главнейшие разломы

Как видно из прилагаемой карты и разрезов (см. рис. 1), породы макерской серии залегают стратиграфически выше клычской свиты буульгинской серии, слагая крылья крупной антиклинальной структуры, ось которой погружается к востоку.

Как известно, кристаллический субстрат в зоне Главного хребта подразделяется на буульгенскую, макерскую и лабинскую серии, возраст которых трактуется в пределах от докембрия до среднего палеозоя [1—4]. В последние годы широко распространилось мнение о не-

правомерности выделения буульгенской серии в качестве самостоятельной стратиграфической единицы [4—6], так как она якобы является аналогом фаунистически охарактеризованной лабинской серии и соответственно среднедевонская. Следует заметить, что фауна криноидей и стебли морских лилий, обнаруженные в известняках лабинской серии, не являются прямым доказательством ее принадлежности к среднему девону, а указывают лишь на постраннеордовикский возраст последней [3].

Проведенные автором полевые исследования в 1974 г. подтвердили наличие крупной антиклинальной структуры в междуречье Гвандра—Сакен и соответственно позволили уточнить стратиграфическую последовательность серий — буульгенская, а затем макерская. Следовательно, и по структурным данным первая не может быть аналогом лабинской серии, так как в этом случае макерская серия должна одновременно и подстилать и перекрывать одну и ту же толщу. Кроме того, если возраст буульгенской серии средний девон [4, 6], то макерская не должна быть древнее верхнего девона. Учитывая, что последняя является основным вместилищем средне-верхнепалеозойских гранитоидов Большого Кавказа, трудно представить себе одновременный процесс седиментации, метаморфизма и гранитизации этой толщи.

Неправомерность аналогии буульгенской и лабинской серий подтверждается также рядом петрологических данных: 1) Отдельные свиты серий, как апотерригенные, так и существенно вулканогенные, не сопоставляются между собой по положению в разрезе. Так, в лабинской серии лоштракская свита, представленная апопелитовыми сланцами, слагает мульду синклинали, крылья которой сложены свитой дамхурц (вулканогенные, вулканогенно-осадочные и основные ортопороды); в буульгенской серии (см. выше) имеет место обратное соотношение — апотерригенные породы (гвандринская свита) выполняют ядро антиклинали, а крылья ее представлены амфиболитами клычской свиты. 2) Минеральные парагенезисы свит различны. В дамхурцевской свите развиты плагиогранит-гнейсы, амфиболовые диориты и полевошпатовые амфиболиты, а в ее «аналоге», клычской свите, доминируют биотитовые и гранатовые амфиболиты и пироксенсодержащие габбро-амфиболиты. Породы гвандринской свиты преимущественно полевошпатовые (это больше гнейсы, нежели сланцы) и биотитовые, в то время как сланцы лаштракской свиты существенно кварцевые и мусковитовые. 3) Характер и степень метаморфизма различны. В истории метаморфизма пород лабинской серии ведущая роль принадлежит диафторезу фации зеленых сланцев и процессам кислотного выщелачивания [7, 8]. Породы буульгенской серии являются продуктами прогрессивного метаморфизма высоких ступеней амфиболитовой и переходной к гранулитовой фации. 4) В верхах буульгенской серии выделяется мощная толща экзотических пород зеленосланцевой и эпидот-амфиболитовой фаций прогрессивного регионального метаморфизма, так называемая верцхлистбиская свита [9]. В лабинской серии аналогичные образования отсутствуют. 5) Последняя стерильна по отношению к интрузиям ультрабазитов, в то время как они являются непременной составной частью буульгенской серии.

На основании вышеприведенных данных нам представляется, что вопрос идентичности лабинской и буульгенской серий должен быть подвергнут критическому пересмотру.

Академия наук Грузинской ССР
Геологический институт

(Поступило 31.1.1975)

ეროვნული
ბიბლიოთეკა

გ. დუმბაძე

მდ. კოდორის სათავეების სუბსტრატის გეოლოგიური აგებულება

რეზიუმე

ბუულგენის სერიის მეტამორფიტების გავრცელების არეში ჩატარებული კვლევა გვიჩვენებს, რომ ისინი თავისი მინერალური პარაგენეზისებით, მეტამორფიზმის ისტორიითა და სტრუქტურული ურთიერთობით მომიჯნე წყებებთან (კერძოდ, მაკერის სერიის ქანებთან) არ უნდა წარმოადგენდნენ შუადევონურად დათარიღებული ლაბის სერიის ანალოგებს.

G. D. DUMBADZE

GEOLOGICAL STRUCTURE OF THE SUBSTRATUM OF THE UPPER REACHES OF THE KODOR RIVER

Summary

Investigations of the Buulgen series metamorphites carried out by the author have shown that their mineral parageneses, history of metamorphism and structural interrelation with adjacent strata do not allow to consider them analogues of Middle Devonian Laba series.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. М. Л. Сомин. Доюрское основание Главного хребта и Южного склона Большого Кавказа. М., 1971.
2. Е. А. Снежко. Геология СССР, 9, Северный Кавказ. Геологическое описание. М., 1968.
3. Ю. Я. Потапенко, Г. А. Стукалина. ДАН СССР, т. 189, № 5, 1971.
4. Ш. А. Адамия и др. ДАН СССР, т. 211, № 4, 1973.
5. Т. Г. Чхотуа и др. Тез. докл. III конфер. по геологии и полезным ископаемым Сев. Кавказа. Ессентуки, 1968.
6. Г. Л. Чичинадзе. Сообщения АН ГССР, 76, № 1, 1974.
7. Г. Д. Думбадзе, Т. Г. Чхотуа. Сообщения АН ГССР, XLIX, № 1, 1968.
8. Т. Г. Чхотуа, Г. Д. Думбадзе. Сообщения АН ГССР, 64, № 3, 1971.
9. Д. М. Шенгелия и др. Сообщения АН ГССР, 76, № 1, 1974.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 78, № 2, 1975
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 78, № 2, 1975
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 78, № 2, 1975

УДК 561.6/9(479.22)

ПАЛЕОНТОЛОГИЯ

Е. А. ЦАГАРЕЛИ

VITEX GODERZICA TSAGARELI SP. N. ИЗ ГОДЕРДЗСКОЙ ФЛОРЫ

(Представлено академиком Л. К. Габуния 13.1.1975)

Ископаемые растения из мио-плиоценовых туфогенных континентальных отложений годердзской свиты в Южной Грузии изучались рядом исследователей [1]. Растительные остатки всеми авторами были собраны из одного и того же обнажения на Ахалцихско-Батумском шоссе, на левом берегу р. Дзиндза.

Во время полевых работ 1971—1973 гг., кроме известного обнажения, нами обнаружены многочисленные отпечатки и на правом берегу р. Дзиндза. Отпечатки приурочены примерно к тому же стратиграфическому уровню вулканических туфов, что и ранее известные. При исследовании растительного материала правобережья р. Дзиндза были обнаружены листочки, отнесенные нами к *Vitex goderdzica* Tsagareli sp. n. Представители рода *Vitex* в ископаемых флорах встречаются крайне редко, а в Грузии устанавливаются впервые.

Ниже дается описание нового вида.

Голотип. Геологический институт АН Грузинской ССР (ГИН АН ГССР), колл. 89, обр. 136; Грузинская ССР, Адигенский район, правобережье р. Дзиндза, годердзская свита. Название виду дано от Годердзского перевала.

Исследованные экземпляры: колл. 89, обр. 136—140, отпечатки листьев без верхушечной части, но удовлетворительной сохранности.

Диагноз. Листочек овальный, несимметричный, тонкой текстуры. Основание несимметричное, клиновидное. В средней части край крупнозубчатый. Количество зубцов 6—7. Боковые жилки тонкие, входящие в зубцы, либо ответвлениями соединяющиеся друг с другом, либо отсылающие в зубцы боковые ответвления. Добавочные жилки доходят до половины полупластинки листа, соединяясь с сетью третичного жилкования. Третичные жилки ломаные, создают угловатые петли, заполненные мелкими полигональными ячейками.

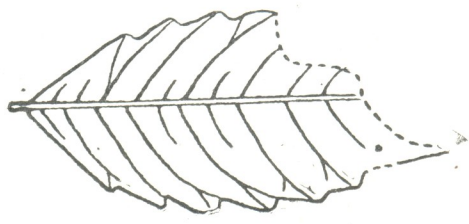


Рис. 1, а

Описание. Текстура листьев тонкая. Черешок 0,5 см длины и такой же мощности, как главная жилка. Форма листочков продолгова-

то-овальная. Верхушка не сохранилась за исключением обр. 136, где виден небольшой участок верхней части с гладким краем (рис. 1). Основание несимметрично-клиновидное. В средней части край крупно

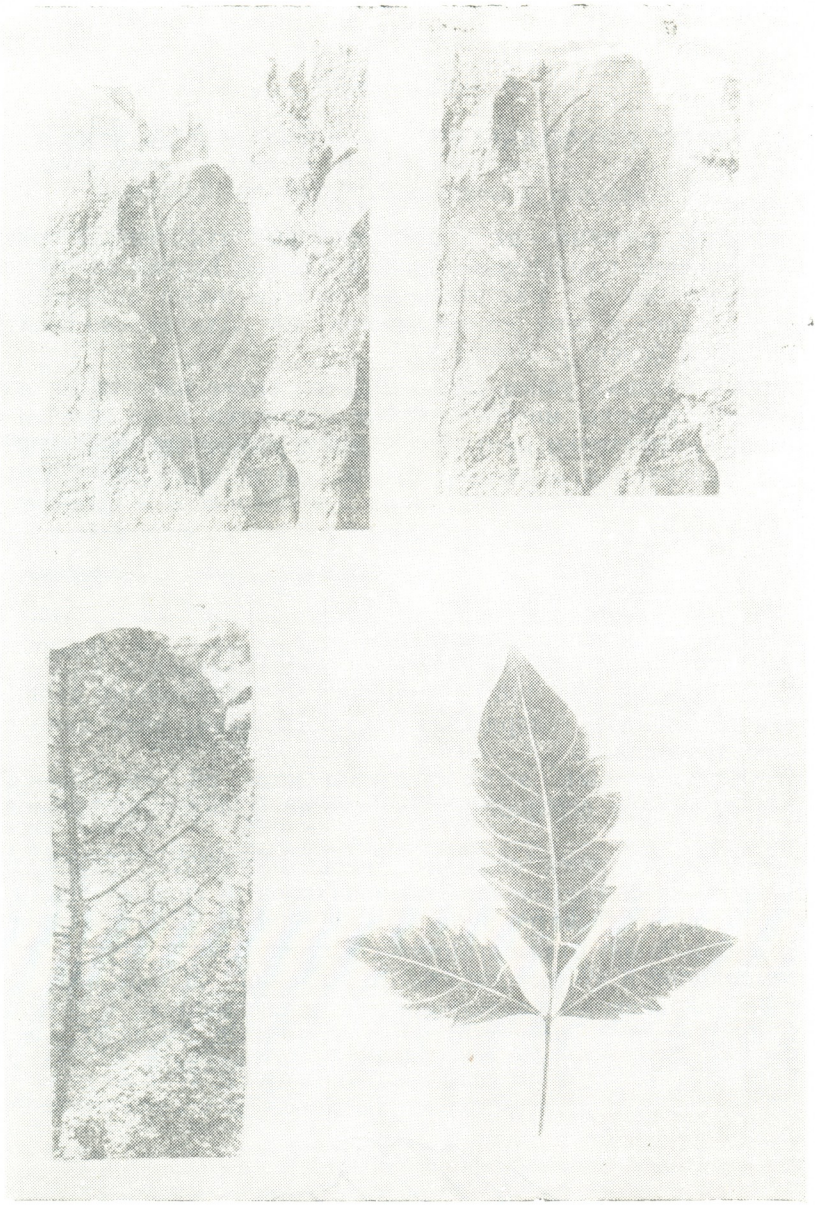


Рис. 1, 2, 3, 4. *Vitex goderdzica* Tsagareli sp. n. (2, 3—увеличено в 2 раза).

зубчатый. Зубцы ступеньчатые, тупоконечные, некоторые с округлой спинкой, расставлены в интервале 6—7 мм в числе 6—7 пар. Зубцы начинаются на некотором расстоянии от основания. Примерная длина листочков 5—7 см, ширина 2,2—2,5 мм.

ეროვნული ბიბლიოთეკა

Главная жилка 0,5 мм мощности, утончается кверху. Боковые жилки тонкие и еще более утончаются к краю, у основания сближенные, выше супротивные. Приблизительное количество 9—10 пар. Угол с главной 65°. Боковые жилки либо заканчиваются в зубцах, либо ответвлениями соединяются друг с другом, или же направляются в бухточки зубцов, отсылая ответвление в зубец; некоторые делятся вильчато и входят в соседние зубцы (обр. 136, рис. 1,а). Добавочные жилки более раскрытые, чем вторичные, приблизительно в середине полупластинки листа соединяются с боковыми либо теряются в сети третичной нервации. Третичные жилки очень тонкие, ломаные, образуют угловатые петли. Нервация четвертого порядка создает неправильные многоугольники, которые заполнены мелкими угловатыми ячейками разной формы, более мелкой нервации.

Сравнение. Несимметричная форма листочков, крупная зубчатость края в средней части листовой пластинки, различное окончание боковых жилок, третичная нервационная сеть позволяют отнести отпечаток к роду *Vitex*.

В ископаемом состоянии известны узколистные формы *Vitex pentamera* Engelh. из эоцена Германии [2] и *Vitex paucidenticulata* Kutuzkina из верхнего сармата Северного Кавказа [3] *V. pentamera* Engelh. отличается от наших отпечатков ланцетной формой и цельным краем, а *V. paucidenticulata* Kutuzkina характеризуется меньшими размерами, ланцетной формой, более мелкими и редкими зубцами. Поэтому описываемые нами листья не могут быть отнесены к отмеченным выше ископаемым растениям и выделены как новый вид.

Близким к ископаемому виду современным аналогом является *Vitex negundo* L. Последний считается одним из аналогов *V. paucidenticulata* Kutuzkina, но у ископаемого вида более мелкие зубцы и узкая листовая пластинка [3]. Списываемый нами вид имеет аналогичные морфологические признаки с *Vitex negundo* L. (рис. 4).

Географическое распространение и экология современного аналога *V. negundo* L. растет в Китае, Гималаях, достигая 1700 м н. у. м. Встречается на сухих склонах, у берегов ручьев, рек.

Академия наук Грузинской ССР
Геологический институт

(Поступило 13.1.1975)

პალეონტოლოგია

ე. ცაგარელი

VITEX GODERDZICA TSAGARELI SP. N.
გოდერძის ფლორიდან

რეზიუმე

Vitex-ის წარმომადგენლები საქართველოს ნამარხ ფლორებში აქამდე არ იყო ცნობილი. გოდერძის მიო-პლიოცენური ფლორის შესწავლის დროს ჩვენს მიერ ნაპოვნია ანაბეჭდები, რომლებიც ძლიერ ახლოს დგანან თანამედროვე *Vitex negundo* L.-ის ფოთლებთან. მოცემულია ანაბეჭდების აღწერა.

ეროვნული ბიბლიოთეკა

PALAEONTOLOGY

E. A. TSAGARELI

VITEX GODERDZICA TSAGARELI SP. N. FROM GODERDZI FLORA

Summary

Leaf imprints of *Vitex* had not been known from fossil floras of Georgia. While studying the Mio-Pliocene Goderdzi flora of southern Georgia the author found some imprints which are very close to the recent species of *Vitex negundo* L. The description of these imprints is presented.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. М. Д. Узнадзе. Неогеновая флора Грузии. Тбилиси, 1965.
2. H. Engelhardt. Abhandl. hessisch. geol. Landesanst. zu Darmstadt. Bd. 7, H. 4, 1922.
3. Е. Ф. Кутузкина. Палеонтол. ж., № 3, 1970.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 78, № 2, 1975
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 78, № 2, 1975
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 78, № 2, 1975

УДК 550.461

ГЕОХИМИЯ

Н. И. ДОЛИДЗЕ, В. Л. ЗВЕРЕВ, А. И. СПИРИДОНОВ, А. Л. ЧЕШКО, Ш. М. ЧХЕНКЕЛИ

ИЗОТОПНОЕ ОТНОШЕНИЕ U^{234}/U^{238} В ПОДЗЕМНЫХ ВОДАХ ЮЖНОЙ ГРУЗИИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии М. М. Рубинштейном 25.1.1975)

На примере Ташкентского землетрясения установлено [1], что величина отношения U^{234}/U^{238}, а также содержание радиоактивных элементов в подземных водах некоторых сейсмоактивных районов испытывают колебания во времени, причем максимум этих колебаний связан с периодами проявления наибольшей сейсмической деятельности. В связи с этим нами начаты работы по изучению характера распределения урана (U^{234}/U^{238}), а также урана и радия в подземных водах сейсмичных районов Южной Грузии.

Концентрирование урана из водных проб объемом 60—100 л проводилось в полевых условиях на гидроокиси железа. Радиохимическая обработка проб в лабораторных условиях проводилась во Всесоюзном научно-исследовательском институте ядерной геофизики и геохимии. При исследовании изотопного отношения урана в водах следует учитывать концентрацию урана в воде, ее солевой состав и общую минерализацию. В зависимости от этих факторов следует применять различные методы приготовления уранового препарата. Применялся экстракционный метод отделения урана от примесей с трибутилфосфатом в качестве экстрагента. Последний обладает высоким коэффициентом распределения урана и позволяет отделить его практически от всех примесных элементов [2]. Изотопный состав урана определялся альфа-спектрометрическим методом [3]. В качестве детектора альфа-частиц использовался поверхностно-барьерный полупроводниковый детектор площадью 5 $см^2$ с энергетическим разрешением 85 Кэв (для энергии альфа-частиц 5,15 Мэв).

Район исследований приурочен к двум тектоническим зонам — Южной зоне Аджаро-Триалетской складчатой системы, подразделяемой на Ахалцихскую и Аспиндзо-Манглисскую подзоны, и Джавахетской зоне Артвино-Болнисской глыбы [4].

В пределах Ахалцихской подзоны (Ахалцихский артезианский бассейн) выделяют водоносный комплекс грунтовых вод современного пойменного аллювия рек, представленный слабоминерализованными гидрокарбонатными кальциевыми водами, и водоносный комплекс вулканогенно-осадочной толщи среднего эоцена, содержащий слабоминерализованные термальные гидрокарбонатно-натриево-кальциевые воды [5].

Величина изотопного отношения U^{234}/U^{238} (γ) в водах данного комплекса изменяется от 1,6 до 2,4, что характерно для артезианских бассейнов подобного типа (см. таблицу).

Воды Аспиндзо-Манглисской подзоны в гидрогеологическом отношении относятся к Триалетской водонапорной системе трещинных и

трещинно-карстовых вод и связаны в основном с карбонатной толщей верхнего мела и с вулканогенно-осадочной толщей среднего эоцена. Водопроявления представлены главным образом термами с температурой до 50° С сульфатно-гидрокарбонатного натриево-кальциевого или хлоридного натриевого состава с небольшой минерализацией [5].

Величина γ в водах данной подзоны характеризуется более высоким значением, равным 5,0±0,7, что указывает на связь этих вод с глубинными водами тектонических разломов. Об этом свидетельствуют также более высокие температуры и минерализация вод по сравнению с водами предыдущей зоны. Косвенным подтверждением данного вывода является более высокое значение коэффициента радиоактивного равновесия между радием и ураном (5,0) в этих водах (см. таблицу, проба 3).

Радиоэлементы и изотопы урана в подземных водах Южной Грузии

№ п/п	Местоположение водопункта	Глубина, м	Водоносный комплекс	Минерализация вод, г/л	U 10^{-6} г/л	Ra 10^{-12} г/л	K р.р.	U^{234}/U^{238} (γ)
1	г. Ахалцихе, скв. 34	70	Ср. эоцен	0,4	1,6	1,3	2,4	1,6±0,2
2	с. Диди-Смада	1002	Ср. эоцен	1,3	7,0	1,4	0,6	2,4±0,3
3	с. Аспиндза, скв. 32	1215	Верх. мел	2,0	0,24	0,4	5,0	5,0∓0,7
4	с. Табацкури, скв. 40	100	Неоген	0,1	0,24	0,6	7,5	4,0±0,4
5	с. Диди-Ханчали	1215	Неоген	0,3	0,17	1,3	23,0	0,4±0,3
6	с. Вардзия, скв. 22	770	Верх. мел	12,2	1,5	6,9	13,8	10,2±0,9*
7	с. Вардзия, скв. 43	1360	Верх. мел	13,0	1,6	41,5	78,0	11,0±0,9*
8	с. Накалакеви	1200	Верх. мел	82,8	0,5	3,1	19,0	3,2±0,3
9	с. Тмогви	1200	Верх. мел	0,2	1,9	3,0	4,7	8,0±0,7

Примечание: пробы (*) параллельно измерены в ВИМСе (из амплитудного распределения α-линии изотопа U^{238} вычитались низкоэнергетические „хвосты" амплитудных распределений изотопов U^{235} и U^{234} и после этого производилось суммирование числа отсчетов в каналах), значения γ равны соответственно 9,82±0,04 и 11,01±0,04.

Джавахетская зона охватывает площадь развития неогеновых и четвертичных континентальных и пирокластических образований и лавовых покровов андезито-дацитового, базальтового и долеритового состава. Джавахетская зона разбита на более мелкие блоки глубинными разломами, обусловившими интенсивную вулканическую деятельность в неогене и четвертичном периоде.

В гидрогеологическом отношении в данной зоне выделяют пресные воды трещинного типа, приуроченные к лавовым образованиям среднего и основного состава. Воды характеризуются низкой минерализацией и гидрокарбонатным кальциево-магниевым составом. Считают [5], что эти воды питаются в основном за счет речных вод и атмосферных осадков.

В районе с. Вардзия и Накалакеви скважинами вскрыты высокотемпературные минерализованные воды, приуроченные к карбонатным отложениям верхнего мела. По составу воды гидрокарбонатно-хлоридно-натриевые [5].

Исследования изотопного состава урана вод Джавахетской зоны показали, что для всех типов вод этой зоны характерны аномально высокие значения γ. Даже в водах трещинного типа γ колеблется в пре-

делах 3,4—4,0 (пробы № 4 и 5). Следует отметить, что столь высокие значения ν обычно не характерны для трещинных вод данного типа. Так, исследования Н. Г. Сыромятникова [6] показали, что в трещинных водах, приуроченных к вулканическим породам среднего и основного состава, средние значения γ соответственно равны 1,9 и 1,12.

По-видимому, столь высокие изотопные отношения урана в водах данной зоны связаны с тем, что в их формировании, кроме атмосферных вод, участвуют трещинные воды глубинного генезиса, характеризующиеся аномально высокими значениями ν.

Еще более высокими значениями γ (10,2—11,0) характеризуются пробы термоминеральных вод, отобранные из скв. 22 и 43 у с. Вардзия (см. таблицу). Полученные значения ν соизмеримы со значениями, характерными для трещинных вод, приуроченных к зонам тектонических нарушений, секущих кислые интрузии (γ=8—10) [6].

Наибольший избыток U^{234} ($\nu=11{,}0\pm0{,}9$) установлен в термоминеральной воде скв. 43 с. Вардзия, имеющей самое высокое содержание радия среди всех изученных вод.

Следует также отметить, что результаты определения γ в пробах № 5 и 8 практически совпадают с ранее опубликованными данными В. В. Чердынцева по этим водам [7, 8].

Аномально высокие значения ν в термоминеральных водах обусловлены, по-видимому, особыми тектоническими условиями Джавахетской зоны. Наличие крупных региональных разломов создает благоприятные условия для глубинной миграции вод и проникновения глубинных флюидов с высоким изотопным сдвигом урана в вышележащие отложения. Интенсификации этих процессов способствует повышенная сейсмическая активность района.

Академия наук Грузинской ССР
Институт геофизики

ВНИИ ядерной геофизики
и геохимии

(Поступило 30.1.1975)

ГЕОХИМИЯ

Н. И. ДОЛИДЗЕ, В. Л. ЗВЕРЕВ, А. И. СПИРИДОНОВ, А. Л. ЧЕШКО, Ш. М. ЧХЕНКЕЛИ

УРАНОВЫЕ ИЗОТОПЫ U^{234}/U^{238} В ПОДЗЕМНЫХ ВОДАХ ЮЖНОЙ ГРУЗИИ

Резюме

Приведены аномально высокие значения отношения U^{234}/U^{238} в подземных водах сейсмоактивных районов Южной Грузии.

GEOCHEMISTRY

N. I. DOLIDZE, V. L. ZVEREV, A. I. SPIRIDONOV, A. L. CHESHKO, Sh. M. CHKHENKELI

ISOTOPE RELATION OF U^{234}/U^{238} IN THE SUBTERRANEAN WATERS IN SOUTHERN GEORGIA

Summary

The anomalous high values of the relation of U^{234}/U^{238} in the subterranean waters in seismoactive regions of southern Georgia are given.

ეროვნული ბიბლიოთეკა

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. И. Спиридонов, Б. Г. Тыминский. Изв. АН СССР, сер. «Физика Земли», № 3, 1971.
2. В. Л. Зверев. Радиохимия, т. 10, № 1, 1968.
3. Н. А. Салменкова, Ю. П. Сельдякова, А. И. Спиридонов, В. Г. Тыминский. Информ. бюлл. СНИИП, № 15, 1966.
4. П. Д. Гамкрелидзе. Геология СССР, т. 10, 1964.
5. Гидрогеология СССР, т. 10. М., 1970.
6. Н. Г. Сыромятников. Сб. «Проблемы геологии Казахстана». Алма-Ата, 1968.
7. В. В. Чердынцев. Уран-234. М., 1969.
8. В. В. Чердынцев. Ядерная вулканология. М., 1973.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 78, № 2, 1975
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 78, № 2, 1975
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 78, № 2, 1975

УДК 624.072.2

СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА

Н. А. СЛОВИНСКИЙ, А. М. КАКУШАДЗЕ, К. И. КАДАРИЯ, М. Г. МУХАДЗЕ

О НЕБОЛЬШОЙ МОДИФИКАЦИИ МЕТОДА ГРАНИЧНЫХ ПАРАМЕТРОВ И ЕГО ПРИЛОЖЕНИИ

(Представлено академиком К. С. Завриевым 9.1.1975)

Известно, что метод граничных параметров [1], позволяющий определять постоянные интегрирования без совместного решения систем уравнения неразрывности деформации, дает самое общее выражение для упругой линии балки:

$$EIv = [EIv_A + \Phi(0)]\left(1 - \frac{x}{l}\right) - [M_A + \Phi''(0)]\left(\frac{x^3}{l^3} - 3\frac{x^2}{l^2} + 2\frac{x}{l}\right)\frac{l^2}{6} +$$

$$+ [EIv_B + \Phi(l)]\frac{x}{l} + [M_B + \Phi''(l)]\left(\frac{x^3}{l^3} - \frac{x}{l}\right)\frac{l^2}{6}\Phi(x), \qquad (1)$$

где $\Phi(x)$—частное решение уравнения изгиба.

Пользуясь общеизвестными формулами

$$v' = \theta, \quad EIv'' = M, \quad EIv''' = Q,$$

приходим к следующей системе уравнений для конечного элемента балки AB:

$$EI\theta_A = -EIc + B\frac{l^2}{6} - \frac{M_A l}{2} + \frac{\Phi(l) - \Phi(0)}{l} - \Phi'(l) - \frac{\Phi''(0)\,l}{3} -$$

$$- \frac{\Phi''(l)\,l}{6},$$

$$EI\theta_B = -EIc - B\frac{l^2}{3} + \frac{M_A l}{2} + \frac{\Phi(l) - \Phi(0)}{l} - \Phi_,(l) +$$

$$\frac{\Phi''(0)\,l}{6} + \frac{\Phi''(l)\,l}{3}, \qquad (2)$$

$$EIQ_A = -B + \frac{\Phi''(l) - \Phi''(0)}{l} - \Phi'''(0),$$

$$EIQ_B = -B + \frac{\Phi''(l) - \Phi''(0)}{l} - \Phi'''(l),$$

где $Cl = v_A - v_B$, $Bl = M_A - M_B$.

Эта система удобна тем, что она позволяет непосредственно определять все интересующие величины элементов изгиба на концах балки и тем самым управлять их значениями. Это свойство можно использовать в задачах оптимизации по заданным нагрузкам или деформациям или в любом возможном их смешанном задании.

В случае, когда в оптимизированной балке AB опорный изгибающий момент M приравнивается к максимальному пролетному моменту, значение опорного момента зависит от нагрузки и тогда управлению подвергаются деформации. Например, при равномерно-распределенной нагрузке

$$M_B = \frac{ql^2}{2}\left(\sqrt{2} - \sqrt{1 - 2\frac{M_A}{ql^2}}\right)^2, \text{ если задается } M_A,$$

$$M_A = \frac{ql^2}{2}\left[1 - 2\left(1 - \frac{1}{l}\sqrt{\frac{M_B}{q}}\right)^2\right], \text{ если задается } M_B, \tag{3}$$

где $M_A \leqslant M_B$ — опорные моменты.

При равенстве опорных моментов из (3) получается

$$M_A = M_B = -\frac{ql^2}{16}.$$

Выражение частного решения $\Phi(x)$ зависит от нагрузки [1] и для распределенной нагрузки представляется в виде

$$\Phi(x) = \frac{qx^4}{24}.$$

В результате система (2) принимает вид

$$EI\theta_A = -EIC + B\frac{l^2}{6} - \frac{M_A l}{2} - \frac{ql^3}{24},$$

$$EI\,\theta_B = -EIC - B\,\frac{l^2}{3} + \frac{M_A l}{2} + \frac{ql^3}{24},$$

$$Q_A = -B + \frac{ql}{2}, \qquad Q_B = -B - \frac{ql}{2}, \tag{4}$$

$$Bl = M_A - M_B, \qquad Cl = v_A - v_B.$$

Рассмотрим пример для трехпролетной балки с равными пролетами при равномернораспределенной нагрузке.

Оптимизируя балку по среднему пролету, для опорных моментов будем иметь $M_A = M_B = -\frac{ql^2}{16}$. Из выражений (3) в соседних пролетах на опорах также получаются $M = -\frac{ql^2}{16}$. Следовательно, все опорные мо-

менты равны $-\frac{ql^2}{16}$. Обращаясь к системе (4), управлением получаем $B=0$,

$$\text{затем } Q_A = -Q_B = \frac{ql}{2},$$

$$EI\theta_A = \frac{ql^3}{32} - \frac{ql^3}{24} = -\frac{ql^3}{96}, \quad \theta_A = -\frac{ql^3}{96\,EI},$$

В первом пролете $\theta_B^{\pi} = \theta_B^{пр}$ т. е.

$$-\frac{ql^3}{96} = -EIC - \frac{ql^3}{32} + \frac{ql^3}{24}, \qquad C = \frac{ql^3}{48\,EI}.$$

Принимая $v_A = 0$, получаем $v_B = -\frac{ql^4}{48\,EI}$ и наконец,

$$EI\,\theta_A = -\frac{ql^3}{48} + \frac{ql^3}{32} - \frac{ql^3}{24}, \text{ т. е. } \theta_A = -\frac{ql^3}{32\,FI}.$$

Следовательно, в подобранном случае средние опоры равноопущены и наблюдается преднапряжение.

При разных пролетах и разных нагрузках оптимизацию начинаем с большего пролета при большей нагрузке; опорными моментами будут $M = -\frac{pl^2}{16}$.

Для баланса опорных моментов в соседних пролетах формулы (3) принимают вид

$$M_A = -\frac{q_1 l_1^2}{2}\left[1 - 2\left(1 - \frac{l}{4l_1}\sqrt{\frac{q}{q_1}}\right)^2\right],$$

$$M_B = \frac{q_3 l_3^2}{2}\left(\sqrt{2} - \sqrt{1 - \frac{l^2 q}{8 l_3^2 q^3}}\right)^2.$$

В последующих пролетах формула (3) продолжается без изменения и из (4) непосредственным управлением получаются все необходимые величины. Следовательно, управлению подвергаются нагрузки и пролеты.

Предлагаемый метод распространяется и на разные нагрузки [1] и на отдельные участки пролета, причем его нетрудно распространить и на случай изгиба пластин.

Грузинский политехнический институт
им. В. И. Ленина
Тбилисский филиал
ГПИ «Союздорпроект»

(Поступило 10.1.1975)

ეროვნული ბიბლიოთეკა

სამშენებლო მექანიკა

ნ. სლოვინსკი, ა. კაკუშაძე, კ. ქადარია, მ. მუხაძე

სასაზღვრო პარამეტრების მეთოდის მცირე მოდიფიკაციისა და მისი გამოყენების შესახებ

რეზიუმე

შრომაში განხილულია ცნობილი სასაზღვრო პარამეტრების მეთოდის განტოლება (1), რომლის დახმარებით მიღებულია მართვის სისტემა კოჭებისათვის (2). განხილულია კოჭების ოპტიმიზაციის მაგალითები (3) საყრდენი მომენტების მიხედვით.

STRUCTURAL MECHANICS

N. A. SLOVINSKI, A. M. KAKUSHADZE, K. I. KADARIA, M. G. MUKHADZE

ON MODIFICATION OF THE METHOD OF INITIAL BOUNDARY-VALUE PARAMETERS AND ITS APPLICATION

Summary

The well-known equation (1) of the method of boundary-value parameters that helps to obtain a control system for girders is considered. Cases of girder optimization (3) over support bending moments are discussed.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. М. М. Филоненко-Бородич, С. М. Изюмов, В. А. Олисов, И. Н. Кудрявцев и Д. И. Мальгинов. Курс сопротивления материалов, т. 2. М.—Л., 1949.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 78, № 2, 1975
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 78, № 2, 1975
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 78, № 2, 1975

УДК 62—215

СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА

М. Ш. МИКЕЛАДЗЕ

О НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ И ОПТИМАЛЬНОЙ ТОЛЩИНЕ СБОРНЫХ ОРТОТРОПНЫХ ОБОЛОЧЕК ВРАЩЕНИЯ

(Представлено академиком Ш. Е. Микеладзе 24.12.1974)

В качестве расчетной модели сборной ортотропной кольцевой оболочки вращения примем конструкцию, составленную из параллельных круговых поясов, вдоль линии сопряжения которых действующий по меридианному сечению изгибающий момент M_ϑ обращается в нуль. Иными словами, сопряжение двух смежных замкнутых элементов конструкции предполагается шарнирным. Что касается опорного контура оболочки, то его будем считать шарнирно-закрепленным. Эти предположения, в результате которых реальные условия работы конструкции ухудшаются, приводят к расчету оболочки с некоторым запасом прочности.

Наличие большого числа круговых шарниров, вдоль которых изгибающий момент M_ϑ обращается в нуль, позволяет пренебречь влиянием этого момента на напряженное состояние оболочки. Следовательно, к моменту исчерпания несущей способности оболочки, предполагая состояние последней всюду пластическим, можем написать [1, 2]

$$\frac{16(H+F)}{h^4} M_\varphi^2 + \frac{(GH+HF+FG)}{(H+F)h^2} T_\vartheta^2 \approx 1, \tag{1}$$

$$T_\varphi = \frac{H}{H+F} T_\vartheta, \tag{2}$$

где h обозначает толщину оболочки, G, H и F — известные пластические константы, характеризующие анизотропию материала, M_φ — кольцевой изгибающий момент, а T_φ и T_ϑ — нормальные усилия. Относительно толщины оболочки h заметим, что, вообще говоря, она является кусочно-постоянной функцией угла ϑ между нормалью к срединной поверхности оболочки и осью вращения и, следовательно, сохраняет постоянные значения в пределах каждого кругового пояса в отдельности.

Сейчас мы покажем, что задача о расчете сборного купола является статически определимой и сводится к подбору толщины h по участкам.

Обратимся к уравнениям равновесия элемента оболочки [3, 4], которые с учетом осевой симметрии задачи и формулы (2) имеют вид

$$\frac{d}{d\vartheta}(rT_\vartheta) - \frac{H}{H+F} T_\vartheta \frac{dr}{d\vartheta} + rN_\vartheta + rR_1 q_\vartheta = 0, \tag{3}$$

$$\frac{d}{d\vartheta}(rN_\vartheta) - \left(r + R_1 \sin\vartheta \frac{H}{H+F}\right) T_\vartheta + r R_1 q_n = 0, \tag{4}$$

$$\frac{d}{d\vartheta}(r M_\vartheta) - M_\varphi \frac{dr}{d\vartheta} - R_1 r N_\vartheta = 0. \tag{5}$$

В этих уравнениях r обозначает радиус параллельного круга, R_1—радиус кривизны меридиана, N_ϑ—перерезывающую силу, а q_ϑ и q_n—компоненты внешней нагрузки, действующей на оболочку.

Условие текучести (1) и уравнения (3) — (5) позволяют найти усилия, моменты и толщину h. В связи с этим заметим, что уравнения (3) и (4) приводят к дифференциальному уравнению второго порядка относительно rT_ϑ (либо rN_ϑ), которое в общем случае можно решить численно [5], заменив предварительно дифференциальное уравнение эквивалентным интегральным уравнением типа Вольтерра второго рода. Решение несколько осложняется тем обстоятельством, что в случае необходимости учета собственного веса конструкции, а такая необходимость возникает почти всегда, компоненты внешней нагрузки q_ϑ и q_n будут линейно содержать в качестве неизвестного параметра искомую толщину оболочки h. В связи с этим при решении конкретных задач может оказаться практически удобным искать rT_ϑ и rN_ϑ в виде степенных рядов. В самом деле, как нормальное усилие T_ϑ, так и перерезывающая сила N_ϑ являются заданными вдоль внутреннего свободного контура оболочки. Следовательно, на основании (3), (4) заданными являются также и первые производные функций rN_ϑ и rT_ϑ. Что касается производных более высокого порядка, то они определяются из соотношений, которые получаются путем последовательного дифференцирования (3) и (4) по ϑ. Таким образом, каждую из функций rN_ϑ и rT_ϑ мы можем представить в виде ряда Тейлора (без остаточного члена), коэффициенты которого за исключением первого, линейно содержат неизвестный параметр h. Принимая во внимание, что построенное решение справедливо лишь для замкнутого узкого элемента оболочки, которому соответствует незначительное изменение аргумента ϑ, видимо, мы вправе ограничиться в формулах для rN_ϑ и rT_ϑ первыми 2—3 членами разложения. На основании этих формул, соотношения (1) и уравнения (5) находим изгибающий момент M_ϑ. Для определения произвольной постоянной интегрирования и искомой толщины оболочки h, мы располагаем условиями равенства нулю изгибающего момента M_ϑ вдоль круговых границ элемента. Исследование соседнего элемента и подбор его толщины осуществляются аналогичным образом, с учетом того обстоятельства, что rN_ϑ и rT_ϑ являются непрерывными функциями всюду, включая и линии сопряжения элементов. Переходя от элемента к элементу, осуществляем расчет всей оболочки в целом. При этом, разумеется, построенное решение может претендовать на оптимальность, поскольку толщина оболочки в пределах каждой полоски подбирается из условия текучести материала.

В целях упрощения выкладок эллипс текучести (1) можно заменить описанным прямоугольником со сторонами $T_\vartheta = \pm \frac{\sqrt{H+F}}{\sqrt{GH+HF+FG}} h$ и $M_\varphi = \pm \frac{h^2}{4\sqrt{H+F}}$, из коих случаю сборного купола соответствует сторона $M_\varphi = \frac{h^2}{4\sqrt{H+F}}$. При этом необходимость в построении формул для rT_ϑ отпадает. Влияние rT_ϑ на общий ход решения задачи сказывается при определении начальных значений производных rN_ϑ.

Аналогичная теория может быть развита и применительно к расчету хрупко-пластичных оболочек. В этом случае соотношения (1) и (2) имеют несколько иной вид [4].

Не менее интересным является и другая расчетная модель сборной оболочки вращения, равновеликие элементы которой шарнирно сопрягаются между собой вдоль меридианных сечений. Напряженное состояние оболочки будем считать полубезмоментным, полагая кольцевой изгибающий момент M_φ, соответствующую перерезывающую силу и крутящий момент равными нулю. Если компоненты действующей на оболочку нагрузки представить в виде рядов Фурье ($q_\vartheta = \sum_0^\infty q_{\vartheta,k} \cos k\varphi$, $q_\varphi = \sum_0^\infty q_{\varphi,k} \sin k\varphi$, $q_n = \sum_0^\infty q_{n,k} \cos k\varphi$), то внутренние усилия и момент можно искать также в виде аналогичных рядов. В этом случае уравнения равновесия после разделения переменных приводят к следующей системе дифференциальных уравнений относительно „амплитудных" множителей $T_{\vartheta,k}$; $T_{\varphi,k}$; S_k и $M_{\vartheta,k}$:

$$\frac{d}{d\vartheta}(rT_{\vartheta,k}) + kR_1 S_k - R_1 \cos\vartheta T_{\varphi,k} + \frac{1}{R_1}\frac{d}{d\vartheta}(rM_{\vartheta,k}) + rR_1 q_{\vartheta,k} = 0,$$

$$\frac{d}{d\vartheta}(rS_k) - kR_1 T_{\varphi,k} + R_1 \cos\vartheta S_k + rR_1 q_{\varphi,k} = 0,$$

$$\frac{d}{d\vartheta}\left[\frac{1}{R_1}\frac{d}{d\vartheta}(rM_{\vartheta,k})\right] - rR_1\left(\frac{T_{\vartheta,k}}{R_1} + \frac{T_{\vartheta,k}}{R_2}\right) + rR_1 q_{n,k} = 0,$$

где S_k соответствует сдвигающей силе S.

Таким образом, задача статически определима и для такой модели, коль скоро, между $T_{\vartheta,k}$ и $T_{\varphi,k}$ существует зависимость, аналогичная (2). Что касается закона изменения толщины оболочки h, то он определяется из условия текучести типа (1). Для определения четырех постоянных интегрирования мы располагаем четырьмя статическими условиями вдоль свободного внутреннего края оболочки.

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

(Поступило 26.12.1974)

ეროვნული ბიბლიოთეკა

სამშენებლო მექანიკა

მ. მიქელაძე

ანაკრები ორთოტროპული ბრუნვითი ჭარსების ზიდვის უნარისა და ოპტიმალური სისქის შესახებ

რეზიუმე

თეორიას საფუძვლად უდევს ხისტ-პლასტიკური ორთოტროპული ბრუნვითი გარსის ორი საანგარიშო მოდელი. ერთი მათგანი გულისხმობს სახსრების არსებობას პარალელების გასწვრივ, მეორე კი — მერიდიანთა გაყოლებით.

STRUCTURAL MECHANICS

M. Sh. MIKELADZE

ON THE LOAD CARRYING CAPACITY AND OPTIMAL THICKNESS OF PRE-FABRICATED ORTHOTROPIC SHELLS OF REVOLUTION

Summary

The theory is based on the use of two design models of the rigid-plastic orthotropic shell of revolution. One of them presupposes the existence of hinges along the parallels and the other along the meridians.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. М. Ш. Микеладзе. Изв. АН СССР, ОТН, № 8, 1955.
2. М. Ш. Микеладзе. Статика анизотропных пластичных оболочек. Тбилиси, 1963.
3. მ. მიქელაძე. გარსთა თეორიის საფუძვლები. თბილისი, 1974.
4. М. Ш. Микеладзе. Введение в техническую теорию идеально-пластичных тонких оболочек. Тбилиси, 1969.
5. М. Ш. Микеладзе. ПММ, XVII, вып. 3, 1953.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 78, № 2, 1975
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 78, № 2, 1975
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 78, № 2, 1975

УДК 532.72

МЕТАЛЛУРГИЯ

Ф. Н. ТАВАДЗЕ (академик АН ГССР), Г. М. СУРМАВА, Б. М. СУРМАВА

РАСЧЕТ КОЭФФИЦИЕНТОВ ДИФФУЗИИ В ТВЕРДЫХ РАСТВОРАХ ЗАМЕЩЕНИЯ

Одним из современных методов определения коэффициентов диффузии и их концентрационной зависимости является получение концентрационных кривых с помощью микрорентгеноспектральных анализаторов и обработка этих кривых методом Матано.

Метод Матано применим, если любая плоскость образца с заданной концентрацией перемещается так, что ее координата (x) пропорциональна квадратному корню из времени отжига. В этом случае можно вычислить D и $D(c)$ по экспериментальной кривой $C(x)$ для любой концентрации C [1].

В методе Матано, если плоскость $C=C_м$, то

$$\int_{C_1}^{C_м} x\,dc = -\int_{C_м}^{C_2} x\,dc. \qquad (1)$$

Эта плоскость называется плоскостью Матано и в общем случае не совпадает с первоначальной границей раздела. Коэффициент диффузии рассчитывается из следующей зависимости:

$$D(C_м) = \frac{1}{2t}\frac{dx}{dc}\int_{C_1}^{C_м} x\,dc = \frac{1}{2t}\frac{dx}{dc}\int_{C_м}^{C_2} x\,dc. \qquad (2)$$

Здесь x отсчитывается от плоскости Матано ($x=0$ на рис. 1). Значение $C_м$ получают по измеренной площади заштрихованного в клетку участка и обратной величине наклона кривой в точке x.

Однако при использовании метода Матано мы встретились в ряде случаев с существенной трудностью. Так, изучая систему железо-хром, при температурах 800—850°С были получены концентрационные кривые, которые имели ступеньку. Расчет по формуле (2) практически невозможен. Небольшое изменение координаты в области ступеньки резко меняет $\frac{dx}{dc}$ и, следовательно, коэффициент диффузии, что лишено физического смысла.

В связи с этим нами был разработан модифицированный вариант метода Матано с использованием методов расчета [2, 3].

Идея расчета заключается в следующем (рис. 1). Если концентрационная кривая гладкая, то ее можно с хорошим приближением заме-

нить прямой (рис. 1, прямая *af*). Рассчитаем коэффициент диффузии в плоскости Матано, т. е. для $C=C_м$ в соответствии с формулой (2). Интеграл можно аппроксимировать площадью треугольника *abd* или

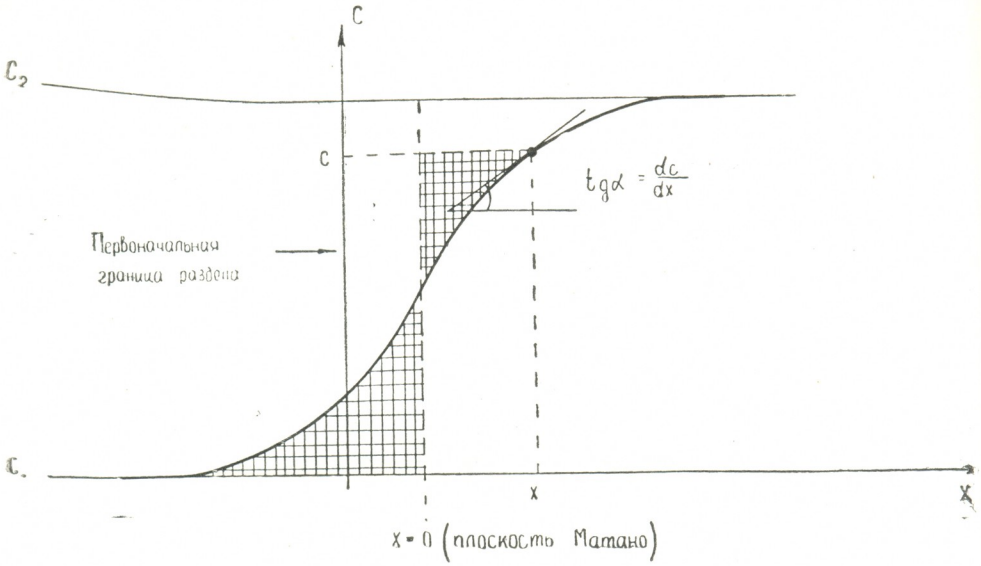


Рис. 1. Расчет коэффициента диффузии модифицированным методом Матано для гладкой концентрационной кривой

def. Из рис. 1 видно, что площади, равные $\int_0^{C_м} x\,dc$ и $\int_{C_м}^{1} x\,dc$, мало отличаются от площадей треугольника *abd* или *def*. Обозначим каждый из интегралов через $S_м$:

$$S_м = S_{abd} = x_1 \frac{C_м}{2} \approx \int_0^{C_м} x\,dc, \tag{3}$$

где x_1—длина отрезка *ab*, отсчитанная от $x_м(x, <0)$,

$$S_м = S_{def} = x_2 \frac{1-C_м}{2} \approx \int_{C_м}^{1} x\,dc, \tag{4}$$

где x_2—длина отрезка *ef*.

Производную $\left(\frac{dx}{dc}\right)_{C_м}$ можно приблизительно записать как тангенс угла наклона прямой *af* к оси ординат, т. е.

$$\left(\frac{dx}{dc}\right)_{C_м} \approx \frac{|x_1|}{C_м} \tag{5}$$

или

$$\left(\frac{dx}{dc}\right)_{C_м} \approx \frac{|x_2|}{1-C_м}. \quad (6)$$

Подставляя (3) и (5) в (2), получаем

$$D(C_м)=\frac{1}{2t}\frac{x_1}{C_м}x_1\frac{C_м}{2}=\frac{x_1^2}{4t}. \quad (7)$$

Можно подставить в уравнение (2) также формулы (4) и (6), так как тогда

$$D(C_м)=\frac{1}{2t}\frac{x_2}{(1-C_м)}x_2\frac{1-C_м}{2}=\frac{x_2^2}{4t}. \quad (8)$$

Если плоскость Матано находится в районе 50%, то $x_1=x_2$ и $C_м$, рассчитанные по (7) и (8), практически совпадают. Однако условие $C_м=0{,}5$ не всегда соблюдается для гладких кривых и никогда для кривых со ступенькой. В этом случае формулами (7) и (8) нельзя воспользоваться. Рассчитаем $C_м$ по формуле (2), заменив кривую треугольниками, но рассчитаем отдельно D_1 по треугольнику abd и D_2 по def ($x_1=ab$, $x_2=ef$):

$$D_1=\frac{1}{2t}\frac{x_1}{C_м}S_м, \quad (9)$$

$$S_м=\frac{1}{2}x_1C_м, \quad (10)$$

откуда

$$x_1=\frac{2S_м}{C_м}. \quad (11)$$

Подставляя (11) в (9), получаем

$$D_1=\frac{S_м^2}{tC_м^2}. \quad (12)$$

Аналогичным образом

$$D_2=\frac{1}{2t}\frac{x_2}{1-C_м}S_м,\quad x_2=\frac{2S_м}{1-C_м}\text{ и }D_2=\frac{S_м^2}{t(1-C_м^2)}. \quad (13)$$

Сравнение (12) и (13) показывает, что если $C_м \neq 0{,}5$, то $D_1 \neq D_2$. Поэтому надо искать среднее значение

$$\langle D\rangle\, D(C_м)=\frac{D_1+D_2}{2}. \quad (14)$$

Складывая (12) и (13), имеем

$$D(C_м)=\frac{S_м^2}{2t}\frac{(1-C_м)^2+C_м^2}{C_м^2(1-C_м)^2}. \quad (15)$$

Таким образом, последовательность расчета, отвечающего плоскости Матано, следующая:

ეროვნული ბიბლიოთეკა

1) определяется положение плоскости Матано — $x_м$, $C_м$;

2) определяется $S_м = \int_0^{C_м} xdc = \int_{C_м}^{1} xdc$;

3) рассчитывается $C_м$ по формуле (2) либо (15).

В принципе последний метод позволяет рассчитывать коэффициент диффузии практически для любой концентрации в твердом растворе замещения.

Академия наук Грузинской ССР
Институт металлургии

(Поступило 9.1.1975)

მეტალურგია

ფ. თავაძე (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი),
ბ. სურმავა, ბ. სურმავა

დიფუზიის კოეფიციენტების გამოთვლა ჩანაცვლებით მყარ ხსნარებში

რეზიუმე

განხილულია დიფუზიის კოეფიციენტების გამოთვლის მატანოს მეთოდი. რკინა-ქრომის სისტემაში მიღებული საფეხურებიანი მრუდების შემთხვევაში დიფუზიის კოეფიციენტების გამოთვლა ამ მეთოდით შეუძლებელია. ამიტომ ჩვენ შევიმუშავეთ მატანოს მეთოდის მოდიფიცირებული ვარიანტი ჰოიმანის მიხედვით. ეს მეთოდი იძლევა საშუალებას გამოვთვალოთ დიფუზიის კოეფიციენტები პრაქტიკულად ნებისმიერი კონცენტრაციისათვის ჩანაცვლებით მყარ ხსნარებში.

METALLURGY

F. N. TAVADZE, G. M. SURMAVA, B. M. SURMAVA

CALCULATION OF DIFFUSION COEFFICIENTS IN THE SOLID SOLUTIONS OF SUBSTITUTION

Summary

The Matano method for the calculation of diffusion coefficients is considered. Calculation of diffusion coefficients for stepwise curves in the iron-chromium system is impracticable by this method. On this account the authors have developed a modified variant of the Matano method according to that of Th. Heumann. This method allows to calculate the diffusion coefficients practically for any concentration in the substitutional solutions.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. П. Шьюмон. Диффузия в твердых телах. М., 1966.
2. В. Т. Борисов, В. М. Голиков, Г. Н. Дубинин. Изв. АН СССР, Металлургия и горное дело, № 4, 1964.
3. Th. Heumann. Z. Physik. Chemie, 201, 1952, 168.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 78, № 2, 1975
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 78, № 2, 1975
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 78, № 2, 1975

ციფრული ბიბლიოთეკა

УДК 669.132

მეტალურგია

ფ. თავაძე (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიკოსი), გ. ინანიშვილი,
თ. საჭვარელიძე, მ. ლანჩავა, ჯ. სამყურაშვილი

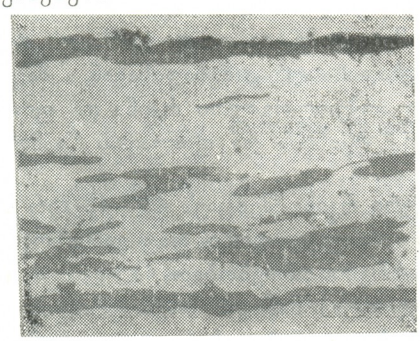
არქეოლოგიური რკინის ნივთებში ჭანგბადის განაწილების საკითხისათვის

წარსულში რკინის მიღება ხდებოდა მადნებიდან მისი პირდაპირი აღდგენის გზით. ეს წესი ამჟამად ციებერვით პროცესად არის წოდებული.

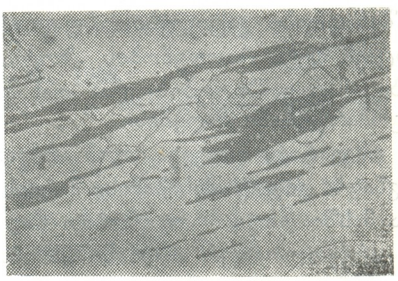
ამ გზით რკინა აღდგება წვრილი მარცვლების სახით, რომლებიც შემდეგ შეელღობა ერთმანეთს და მიიღება რკინის ღრუბლისებური მასა. ამ დროს ადგილი აქვს ადვილმდნადი წიდის დიდი რაოდენობით გამოყოფას, რომელიც რკინის აღდგენა-გავარვარებითი ჭედვის პროცესის დროს ნაწილობრივ სცილდება ლითონს [1].

ციებერვითი პროცესის დროს აღდგება მხოლოდ რკინა, სხვა ჟანგეულები კი არ აღდგება, რადგან ამ შემთხვევაში ტემპერატურული პირობები მხოლოდ რკინის ჟანგეულის ნახშირბადით და ნახშირჟანგის საშუალებით აღდგენისათვისაა ხელსაყრელი [2].

შევისწავლეთ ძველი წ. ა. I ათასწლეულით დათარიღებული რკინის ნივთები. მეტალოგრაფიული კვლევისას გამოირკვა, რომ წიდის ჩანართები წაგრძელებული ფორმებით ხასიათდება, რომლებსაც ჭედვის მიმართულება აქვთ მიღებული (სურ. 1, 2). შეიმჩნევა, რომ საბრძოლო იარაღები დამზადებულია ლითონისაგან, რომელიც მრავალჯერადი ჭედვით შედარებით კარგადაა გაწმენდილი ჩანართებისაგან. წიდის ჩანართები აქ პატარა ზომისაა და გვხვდება მცირე რაოდენობით. სამეურნეო დანიშნულების იარაღი კი დამზადებულია რკინისაგან, რომელშიაც აღინიშნება წიდის ჩანართების მეტი რაოდენობა. მრავალჯერადი ჭედვის პროცესთან დაკავშირებით ლითონი არა მარტო იწმინდებოდა წიდის ჩანართებისაგან, არამედ დამატებით ნახშირბადიანდებოდა, რაც შემდგომში განაპირობებდა მისგან დამზადებული იარაღის მაღალ მექანიკურ თვისებებს.



სურ. 1. წიდის ჩანართები მოუწამლავ შლიფზე. × 200



სურ. 2. არქეოლოგიური რკინის მიკროსტრუქტურა (ფერიტი და წიდის ჩანართები). × 200

სპექტრული ნახევრადრაოდენობრივი ანალიზით შევისწავლეთ ნივთების ქიმიური შედგენილობა და დავადგინეთ მათი შემცველი ელემენტები: Si, Ca, Al, Mg, Mn, Ni, ძალიან მცირე რაოდენობით P და S. მოსალოდნელი იყო,

ეროვნული ბიბლიოთეკა

რომ ყველა ეს ელემენტი თავმოყრილი იქნებოდა წიდის ჩანართებში ჟანგეულების სახით. ამის გასარკვევად შესწავლილი რკინის ნივთებიდან აღებული ხიმუშები გამოვიკვლიეთ ელექტრონული მიკროანალიზატორის საშუალებით. დადასტურდა, რომ ლითონის ფუძე თავისუფალია ზემოთ ჩამოთვლილი ელემენტებისაგან, ხოლო ამ ელემენტებით მდიდარია წიდის ჩანართები [3].

არქეოლოგიური რკინის აღნიშნულ სტრუქტურულ თავისებურებასთან დაკავშირებით საინტერესო იყო გაგვესაზღვრა მასში აირების (წყალბადი, ჟანგბადი, აზოტი) რაოდენობა და შეგვედარებინა იგი იმავე მარკის თანამედროვე ფოლადებში აირების რაოდენობასთან. შედარებისათვის ავიღეთ არქეოლოგიური რკინისა და ფოლადის და თანამედროვე ტექნიკურად სუფთა რკინის „არმკოს“ და ფოლ. 45-ის ნიმუშები.

აირების რაოდენობა განვსაზღვრეთ ჩვენს ინსტიტუტში შექმნილ დანადგარზე [4] ვაკუუმში დნობის მეთოდით. დანადგარისათვის საჭირო ნიმუშები მზადდებოდა არქეოლოგიური რკინის დაუჟანგავი ნაწილიდან მისი სათანადო დამუშავებით. კვლევის შედეგები მოცემულია ცხრილში, სადაც შეტანილია 8—10 ნიმუშიდან განსაზღვრული აირების რაოდენობის საშუალო მნიშვნელობები.

№№	ნიმუშების დასახელება	აირების რაოდენობა, წონით %		
		წყალბადი	ჟანგბადი	აზოტი
1	არქეოლოგიური რკინა (ფერიტი)	0,0170	0,4978	0,00060
2	არქეოლოგიური ფოლადი (C = 0,45 %)	0,0086	0,2482	0,00045
3	თანამედროვე ტექნიკური სუფთა რკინა „არმკო“	0,0003	0,008	0,0011
4	ფოლადი-45	0,0002	0,0022	0,0019

როგორც მოცემული ცხრილიდან ჩანს, თანამედროვე ფოლადებისაგან განსხვავებით არქეოლოგიური რკინა გაცილებით მეტი რაოდენობით შეიცავს წყალბადსა და ჟანგბადს. როგორც მოსალოდნელი იყო ფერიტული არქეოლოგიური ნიმუშები შეიცავს უფრო მეტ ჟანგბადს, ვიდრე არქეოლოგიური ფოლადი.

თანამედროვე სუფთა რკინა ფერიტი და ფოლ.-45 განირჩევა ერთიმეორისაგან მხოლოდ აზოტის შემცველობით, რომელიც მეტია ფოლ.-45-ში. ეს ორივე შენადნობი გაცილებით სუფთაა წყალბადისა და ჟანგბადისაგან, მაგრამ შეიცავს მეტი რაოდენობის აზოტს, ვიდრე არქეოლოგიური რკინა და ფოლადები, რაც განპირობებულია თანამედროვე რკინისა და ფოლადის გამდნარ მდგომარეობაში მიღებით.

ამგვარად, ირკვევა, რომ არქეოლოგიური რკინა შეიცავს 40—45-ჯერ მეტ ჟანგბადს, ვიდრე შესაბამისი მარკის თანამედროვე ლითონი, რაც განსაზღვრულია მასში დიდი რაოდენობით წიდის ჩანართების არსებობით.

არქეოლოგიურ რკინაში ჟანგბადის უდიდესი ნაწილი თავმოყრილია წიდის ჩანართებში ჟანგეულების სახით. ამდენად ჟანგბადის საერთო შემცველობა ლითონში დამოკიდებულია მასში წიდის ჩანართების რაოდენობაზე.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
მეტალურგიის ინსტიტუტი

(შემოვიდა 7.2.1975)

Ф. Н. ТАВАДЗЕ (академик АН ГССР), Г. В. ИНАНИШВИЛИ,
Т. Н. САКВАРЕЛИДЗЕ, М. Д. ЛАНЧАВА, Д. В. САМКУРАШВИЛИ

К ВОПРОСУ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ КИСЛОРОДА В АРХЕОЛОГИЧЕСКИХ ЖЕЛЕЗНЫХ ИЗДЕЛИЯХ

Резюме

Методом вакуум-плавления для определения содержания газов исследованы образцы археологического железа, датированные I тысячелетием до н. э.

Установлено, что древний металл содержит в 40—45 раз больше кислорода, чем современная сталь соответствующей марки. Повышенное содержание кислорода в археологическом железе объясняется наличием шлаковых включений.

F. N. TAVADZE, G. V. INANISHVILI, T. N. SAKVARELIDZE,
M. D. LANCHAVA, D. V. SAMKURASHVILI

CONCERNING OXYGEN DISTRIBUTION IN ARCHAEOLOGICAL IRON PRODUCTS

Summary

Samples of archaeological iron dated by the 1st millennium B. C. have been investigated by the method of vacuum-melting with a view to determining the content of gases.

Ancient metal has been found to contain 40-45 times more oxygen than modern steel of corresponding mark.

The increased content of oxygen in archaeological iron is explained by the presence of slag inclusions.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. А. Байков. Собрание трудов, т. II. М., 1948.
2. ფ. თავაძე, თ. საყვარელიძე, ც. აბესაძე, თ. დვალი. მეტალურგიის ინსტიტუტის შრომები, ტომი 11, 1961.
3. ფ. თავაძე, გ. ინანიშვილი, თ. საყვარელიძე, ზ. ხეროდინაშვილი, რ. ხარატი. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 74, № 2, 1974.
4. თ. ჯენძეხაძე, ჯ. სამყურაშვილი, მ. ლანჩავა, ი. ბოჭიაშვილი, ფ. თავაძე. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 71, № 1, 1973.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 78, № 2, 1975
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 78, № 2, 1975
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 78, № 2, 1975

УДК 621.833.5

МАШИНОВЕДЕНИЕ

Р. Ш. ВАРСИМАШВИЛИ

КРИВИЗНА НОРМАЛЬНЫХ СЕЧЕНИЙ ПОВЕРХНОСТЕЙ ЗУБЦОВ НЕКРУГЛЫХ КОНИЧЕСКИХ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС, ОБРАЗУЕМЫХ ПРИ ДВУХПАРАМЕТРИЧЕСКОМ ОГИБАНИИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Д. С. Тавхелидзе 29.11.1974)

Для расчета на контактную прочность необходимо знание нормальной кривизны боковых поверхностей зубцов некруглых конических колес. Для определения нормальной кривизны воспользуемся формулой [1]

$$\overline{\varkappa}^{(2)} = -\frac{\bar{v}_r^{(2)}\,\dot{\bar{e}}_r^{(2)}}{[\bar{v}_r^{(2)}]^2}\,. \tag{1}$$

Используя выражение $\bar{e}^{(1)} = \dfrac{\bar{n}}{|n|}$, найдем скорость конца орта нормали по огибаемой поверхности

$$\dot{\bar{e}}_r^{(1)} = \left(\frac{\partial \bar{n}}{\partial \Theta}\,\frac{d\Theta}{dt} + \frac{\partial \bar{n}}{\partial \zeta}\,\frac{d\zeta}{dt}\right)\frac{1}{|n|} + \bar{n}\left[\frac{\partial}{\partial \Theta}\left(\frac{1}{|n|}\right)\frac{d\Theta}{dt} + \frac{\partial}{\partial \zeta}\left(\frac{1}{|n|}\right)\frac{d\zeta}{dt}\right]. \tag{2}$$

Следовательно, скорость конца орта нормали по огибающей поверхности

$$\dot{\bar{e}}_r^{(2)} = \left(\frac{\partial \bar{n}}{\partial \Theta}\,\frac{d\Theta}{dt} + \frac{\partial \bar{n}}{\partial \zeta}\,\frac{d\zeta}{dt}\right)\frac{1}{|n|} + \bar{n}\left[\frac{\partial}{\partial \Theta}\left(\frac{1}{|n|}\right)\frac{d\Theta}{dt} + \frac{\partial}{\partial \zeta}\left(\frac{1}{|n|}\right)\frac{d\zeta}{dt}\right] + \bar{w}^{(12)} \times \bar{e}^{(1)}, \tag{3}$$

где Θ, ζ — параметры производящей поверхности — геликоида

$$\bar{r} = r(\cos\beta\,\bar{i} + \sin\beta\,\bar{j}) + p\zeta\bar{k}, \quad \beta = \Theta + \zeta + \varphi_1.$$

Умножая выражение (3) на скорость контактной точки по огибающей поверхности $\bar{v}_r^{(2)}$ и учитывая, что

$$\bar{n}\cdot\bar{v}_r^{(2)}\left[\frac{\partial}{\partial n}\left(\frac{1}{|n|}\right)\frac{d\Theta}{dt} + \frac{\partial}{\partial \zeta}\left(\frac{1}{|n|}\right)\frac{d\zeta}{dt}\right] = 0,$$

для определения нормальной кривизны получаем

$$\overline{\varkappa}^{(2)} = -\frac{\left[\left(\dfrac{\partial \bar{n}}{\partial \Theta}\,\dfrac{d\Theta}{dt} + \dfrac{\partial \bar{n}}{\partial \zeta}\,\dfrac{d\zeta}{dt}\right)\dfrac{1}{|n|} + \bar{w}^{(12)} \times \bar{e}^{(1)}\right]\cdot \bar{v}_r^{(2)}}{[v_r^{(2)}]^2}. \tag{4}$$

Определим величины, входящие в формулу (4).

Нормаль и орт нормали к производящей поверхности в неподвижной системе координат определим выражениями

$$\bar{n}=\frac{r}{\sin\mu}\,(p\sin\alpha\,\bar{i}-p\cos\alpha\,\bar{j}+r\cos\mu\,\bar{k}), \tag{5}$$

$$\bar{e}^{(1)}=\frac{1}{\sqrt{p^2+r^2\cos^2\mu}}\,(p\sin\alpha\,\bar{i}-p\cos\alpha\,\bar{j}+r\cos\mu\,k), \tag{6}$$

где

$$\alpha=\Theta+\zeta+\mu+\varphi_1;\qquad \mu=\operatorname{arctg}\left(r:\frac{dr}{d\Theta}\right).$$

Дифференцируя (5), находим

$$\left(\frac{\partial\bar{n}}{\partial\Theta}\frac{d\Theta}{dt}+\frac{\partial\bar{n}}{\partial\zeta}\frac{d\zeta}{dt}\right)\frac{1}{|n|}=\frac{p}{\sqrt{p^2+r^2\cos^2\mu}}\left(\cos\alpha\frac{d\Theta}{dt}+\sin\alpha\frac{d\zeta}{dt}\right). \tag{7}$$

Векторное произведение

$$\bar{w}^{(12)}\times\bar{e}^{(1)}=\frac{1}{\sqrt{p^2+r^2\cos^2\mu}}\left[\left(-r\cos\Theta_2\sin\gamma\cos\mu\frac{d\varphi_2}{d\varphi_1}-\right.\right.$$

$$-r\cos\gamma\cos\mu\frac{d\Theta_2}{dt}-p\cos\Theta_2\cos\gamma\cos\alpha\frac{d\varphi_2}{d\varphi_1}+p\sin\gamma\cos\alpha\frac{d\Theta_2}{d\varphi_1}+$$

$$\left.+p\cos\alpha\right)\bar{i}+\left(p\sin\alpha-p\cos\Theta_2\cos\gamma\sin\alpha\frac{d\varphi_2}{d\varphi_1}+p\sin\gamma\sin\alpha\frac{d\Theta_2}{d\varphi_1}-\right.$$

$$\left.-r\cos\mu\sin\Theta_2\frac{d\varphi_2}{d\varphi_1}\right)\bar{j}+\left(p\cos\Theta_2\sin\gamma\sin\alpha\frac{d\varphi_2}{d\varphi_1}+\right.$$

$$\left.+p\cos\gamma\sin\alpha\frac{d\Theta_2}{d\varphi_1}-p\sin\Theta_2\cos\alpha\frac{d\varphi_2}{d\varphi_1}\right)\bar{k}, \tag{8}$$

где Θ_2 — переменный угол между осью вращения колеса и образующей конуса; γ — угол перекрещивания осей геликоида и некруглого колеса.

Скорость относительного движения при $\psi=\text{const}$ определим выражениями

$$v_x^{(12,\varphi_1)}=(\psi\cos\Theta_2\cos\gamma\sin\gamma-p\zeta\cos\Theta_2\sin\gamma+r\cos\Theta_2\cos\gamma\sin\beta)\frac{d\varphi_2}{d\varphi_1}+$$

$$+(-p\zeta\cos\gamma-r\sin\gamma\sin\beta-\psi\sin^2\gamma)\frac{d\Theta_2}{d\varphi}-r\sin\beta,$$

$$v_y^{(12,\varphi_1)}=(-r\cos\Theta_2\cos\gamma\cos\beta-r_\partial\cos\Theta_2\cos\gamma-p\zeta\sin\Theta_2)\frac{d\varphi_2}{d\varphi_1}+$$

$$+(r\sin\gamma\cos\beta+r_\partial\sin\gamma)\frac{d\Theta_2}{d\varphi_1}+r\cos\beta, \tag{9}$$

$$v_z^{(12,\varphi_1)}=(r\sin\Theta_2\sin\beta+\psi\sin\Theta_2\sin\gamma+r\cos\Theta_2\sin\gamma\cos\beta+r_\partial\cos\Theta_2\sin\gamma)\frac{d\varphi_2}{d\varphi_1}+$$

$$+(r\cos\gamma\cos\beta+r_\partial\cos\gamma)\frac{d\Theta_2}{d\varphi_1},$$

где r_∂ — радиус делительной окружности червячной фрезы.

Скорость относительного движения при $\varphi_1=\text{const}$ имеет вид

$$\bar v^{(12,\psi)}=(\sin\gamma\bar j+\cos\gamma\bar k)\frac{d\psi}{dt}. \tag{10}$$

Тогда с учетом

$$\bar v_r^{(1)}=r\left(\frac{\cos\alpha}{\sin\mu}\frac{d\Theta}{dt}-\sin\beta\frac{d\zeta}{dt}\right)\bar i+r\left(\frac{\sin\alpha}{\sin\mu}\frac{d\Theta}{dt}+\cos\beta\frac{d\zeta}{dt}\right)\bar j+p\frac{d\zeta}{dt}\bar k \tag{11}$$

$\bar v_r^{(2)}$ запишем в виде

$$v_{rx}^{(2)}=r\left(\frac{\cos\alpha}{\sin\mu}\frac{d\Theta}{dt}-\sin\beta\frac{d\zeta}{dt}\right)-(p\zeta\cos\Theta_2\sin\gamma-r\cos\Theta_2\cos\gamma\sin\beta-$$

$$-\psi\cos\Theta_2\cos\gamma\sin\gamma)\frac{d\varphi_2}{d\varphi_1}-(p\zeta\cos\gamma+r\sin\gamma\sin\beta+\psi\sin^2\gamma)\frac{d\Theta_2}{d\varphi_1}-r\sin\beta,$$

$$v_{ry}^{(2)}=r\left(\frac{\sin\alpha}{\sin\mu}\frac{d\Theta}{dt}+\cos\beta\frac{d\zeta}{dt}\right)-(r\cos\Theta_2\cos\gamma\cos\beta+r_\partial\cos\Theta_2\cos\gamma+$$

$$+p\zeta\sin\Theta_2)\frac{d\varphi_2}{d\varphi_1}+(r\sin\gamma\cos\beta+r_\partial\sin\gamma)\frac{d\Theta_2}{d\varphi_1}+\sin\gamma\frac{d\psi}{dt}+r\cos\beta,$$

$$v_{rz}^{(2)}=p\frac{d\zeta}{dt}+(r\sin\Theta_2\sin\beta+\psi\sin\Theta_2\sin\gamma+r\cos\Theta_2\sin\gamma\cos\beta+$$

$$+r_\partial\cos\Theta_2\sin\gamma)\frac{d\varphi_2}{d\varphi_1}+(r\cos\gamma\cos\beta+r_\partial\cos\gamma)\frac{d\Theta_2}{d\varphi_1}+\cos\gamma\frac{d\psi}{dt}. \tag{12}$$

Используя кинематический метод, связь между параметрами огибаемой поверхности и параметрами движения определим уравнениями [2]

$$f_1(r,\ \Theta,\ \varphi_1,\ \psi)=0,\quad f_2(r,\ \Theta,\ \varphi_1)=0. \tag{13}$$

Для определения $\frac{d\Theta}{dt}$, $\frac{d\zeta}{dt}$, $\frac{d\psi}{dt}$ продифференцируем уравнения зацепления (13), получим систему двух уравнений с тремя неизвестными

$$\frac{\partial f_1}{\partial\Theta}\frac{d\Theta}{dt}+\frac{\partial f_1}{\partial\zeta}\frac{d\zeta}{dt}+\frac{\partial f_1}{\partial\psi}\frac{d\psi}{dt}+\frac{\partial f_1}{\partial\varphi_1}=0,$$

$$\frac{\partial f_2}{\partial\Theta}\frac{d\Theta}{dt}+\frac{\partial f_2}{\partial\zeta}\frac{d\zeta}{dt}+\frac{\partial f_2}{\partial\psi}\frac{d\psi}{dt}+\frac{\partial f_2}{\partial\varphi_2}=0. \tag{14}$$

Для решения этой системы зададимся одной из двух неизвестных $\frac{d\Theta}{dt}$ или $\frac{d\zeta}{dt}$, либо их соотношением. Внеся (7), (8), (12) в (4), определим

кривизну нормальных сечений поверхностей зубцов некруглых конических колес в нужном нам направлении. Производные $\frac{d\varphi_2}{d\varphi_1}$, $\frac{d\Theta_2}{d\varphi_1}$, $\frac{d^2\varphi_2}{d\varphi_1^2}$, $\frac{d^2\Theta_2}{d\varphi_1^2}$, $\frac{d\mu}{d\Theta}$, входящие в (9), (13), определяются по работам [1, 3].

Грузинский политехнический институт
им. В. И. Ленина

(Поступило 29.11.1974)

მანქანათმცოდნეობა

რ. ვარსიმაშვილი

არამრგვალი კონუსური კბილანების კბილების ნორმალური სიმრუდე ორპარამეტრიანი მოვლებით დამზადებისას

რეზიუმე

შესწავლილია არამრგვალი კონუსური კბილანების კბილების ზედაპირების ნორმალური სიმრუდე, როცა ასეთი კბილანები დამზადებულია ორპარამეტრიანი მოვლებით.

MACHINE BUILDING SCIENCE

R. Sh. VARSIMASHVILI

THE CURVATURE OF THE NORMAL SECTIONS OF TEETH SURFACES OF NONCIRCULAR CONIC GEAR WHEELS GENERATED AT TWO-PARAMETER ENVELOPE

Summary

The normal curvature of the teeth side surfaces of the noncircular conic gear wheels generated at double parameter envelope is investigated.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Ф. Л. Литвин. Теория зубчатых зацеплений. М., 1968.
2. Р. Ш. Варсимашвили. Сообщения АН ГССР, 75, № 2, 1974.
3. Ф. Л. Литвин, Г. А. Лившиц. Машиноведение, № 1, 1968.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 78, № 2, 1975
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 78, № 2, 1975
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 78, № 2, 1975

УДК 62—592.1

МАШИНОВЕДЕНИЕ

Ш. В. САРИШВИЛИ, З. И. КАРКАШАДЗЕ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ПОЛОГО ТОРМОЗНОГО ДИСКА ДИСКОВО-КОЛОДОЧНОГО ТОРМОЗА, ПРЕДНАЗНАЧЕННОГО ДЛЯ ГРУЗОПОДЪЕМНЫХ МАШИН

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. Я. Шхвацабая 29.1.1975)

В настоящей работе с целью увеличения конвективного теплообмена для предложенной конструкции дисково-колодочного тормоза предусмотрен полый тормозной диск с обдуваемо-охлаждающими ребрами [1]. Рациональное течение воздуха в полости такого диска зависит от различных факторов. К этим факторам относится в первую очередь форма конструкции обдуваемых ребер, расположенных в полости диска. Течение во многом зависит также от диаметра отверстия для входа потока воздуха в диск, поворота потока к ребрам, скорости потока, числа и относительного шага ребер, ширины полости и т. д.

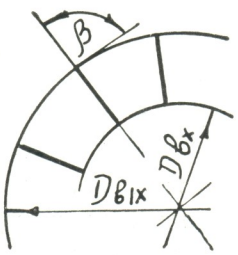


Рис. 1а. Полый тормозной диск с радиальными, прямыми ребрами

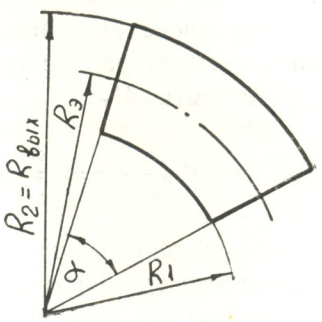


Рис. 1 б. Схема для определения эквивалентного радиуса трения

Известно, что в аэродинамическом отношении обдуваемо-охлаждающие ребра характеризуются их углами выхода и геометрическими профилями [2]. Практически эти ребра для различных режимов работы можно выполнить разной конфигурации и с различным их расположением в полости. С учетом особенностей условий работы тормозных устройств грузоподъемных машин для их тормозных дисков нами рекомендованы радиальные, прямые ребра (рис. 1а) с углом выхода $\beta = 90°$.

Проведенные нами эксперименты в лабораторных условиях показали (рис. 2), что в дисково-колодочных тормозах при средних режимах работы установившаяся температура на трущихся поверхностях полого тормозного диска с такими ребрами ниже ($t \simeq 123°C$), чем при использовании в прочих равных условиях работы обыкновенных массивных дисков без ребер ($t \simeq 148°C$).

Из приведенного характерного графика видно преимущество предложенной конструкции дисково-колодочного тормоза (с полыми дисками, оснащенными обдуваемо-охлаждающими ребрами), по сравнению с распространенными в грузоподъемных машинах барабанно-колодочными тормозами [3]. Это преимущество можно объяснить улучшением конвективного теплообмена, вследствие которого элементы тормоза нагреваются меньше.

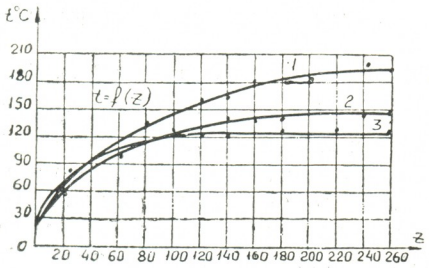


Рис. 2. Зависимость установившейся температуры на поверхности трения от числа включений тормоза: 1 — барабанно-колодочный тормоз ТКТГ-200; 2, 3 — дисково-колодочный тормоз соответственно с массивным и полым дисками

Диаметр отверстия входа потока воздуха в тормозной диск является довольно важным геометрическим параметром, поскольку от величины скорости входа потока в значительной мере зависит кинематика потока в диске. Для нахождения этого диаметра вначале определяем эквивалентный радиус трения (рис. 1 б), исходя из заданного тормозного момента M_T:

$$R_э = AR_{ср} = \frac{\alpha}{\sqrt{2(1-\cos\alpha)}} \cdot \frac{R_2 + R_1}{2} = \frac{M_T}{mfN} = \frac{M_T}{mf[p]F}, \qquad (1)$$

где f—коэффициент трения между трущимися поверхностями; m—число пар поверхности трения; α—центральный угол кольцевого сектора (колодки) в радианах; R_2—наружный радиус сектора колодки (радиус у выхода потока из ребра); R_1—внутренний радиус сектора колодки; $[p]$—допускаемое удельное давление на трущейся поверхности; N—осевое усилие прижатия колодки к диску; F—площадь трущейся поверхности колодки:

$$F = \pi(R_2^2 - R_1^2)\alpha.$$

Используя опыты, проведенные для центробежных вентиляторов [4], по графику (рис. 3), определяем отношение e радиуса R_2 к радиусу $R_{вх}$ (рис. 4), как функцию числа оборотов n тормозного вала. Имея это отношение, из равенства (1) определяем диаметр отверстия для входа потока в тормозной диск (рис. 4):

$$D_{вх} = 1{,}9\sqrt[3]{\frac{M_T\sqrt{1-\cos\alpha}}{\alpha^2 mf[p](e^2-1)(e+1)}}. \qquad (2)$$

Для рекомендованной нами конструкции скорости входа потока в диск и на поворотном участке (радиальная скорость) приближенно можно принять равными (рис. 4):

$$V_{вх} = \frac{G}{\frac{\pi}{4}(D^2_{вх} + D^2_{м})} = V_r = \frac{G}{\pi D_{вх} B}, \qquad (3)$$

где G—расход воздуха потока, м³/сек; $D_м$—диаметр муфты, на которую насажен полый тормозной диск.

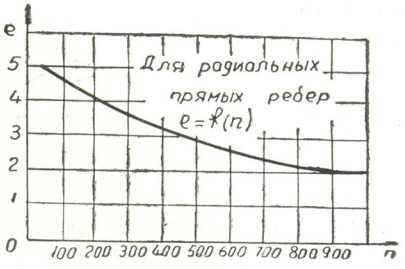


Рис. 3. График для определения отношения радиуса выхода потока к радиусу входа

Из равенства (3) определяем минимальную ширину полости тормозного диска

$$B_{min} = \frac{D^2_{вх} - D^2_{м}}{4 D_{вх}}. \qquad (4)$$

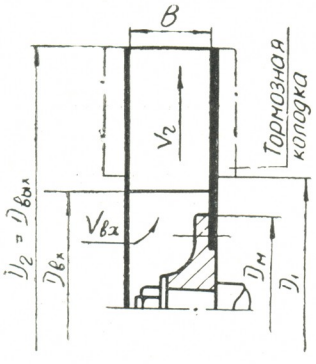


Рис. 4. Схема движения потока воздуха в полый тормозной диск

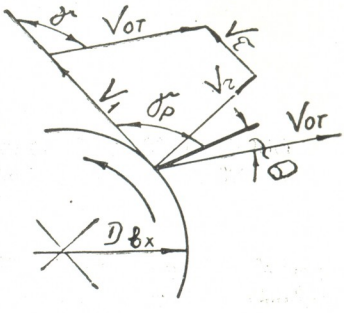


Рис. 5. Диаграмма скоростей течения потока воздуха

При повороте к ребрам в потоке вследствие вязкости воздуха появляется тангенциальная составляющая V_τ (рис. 5), пропорциональная окружной скорости V_1 на диаметре входа:

$$V_\tau = \varphi V_1 = \varphi \frac{\pi D_{вх} n}{60}.$$

Коэффициент пропорциональности для прямых, радиальных ребер рекомендуется принимать $\varphi = 0{,}2 \div 0{,}25$.

Относительная скорость потока

$$V_{от} = \sqrt{V_r^2 + (V_1 - V_\tau)^2}, \qquad (5)$$

а угол протекания потока

$$\gamma = 180° - \arcsin \frac{V_r}{V_{от}}. \qquad (6)$$

ეროვნული ბიბლიოთეკა

Следовательно, угол атаки будет

$$\theta = \gamma - \gamma_p, \tag{7}$$

где γ_p — угол между направлением ребра и окружности скоростью, равный для радиальных, прямых ребер 90°.

Для определения количества ребер z исходим из соблюдения достаточной жесткости конструкции. Радиальная длина ребер должна быть больше шага между соседними ребрами, измеренными по средней окружности, т. е.

$$t \leqslant e \leqslant \frac{D_2 - D_{вх}}{2}.$$

Тогда минимальное количество ребер будет

$$Z_{min} = \frac{\pi (D_2 + D_{вх})}{2t}. \tag{8}$$

Расход потока воздуха при входе в диск определяется по формуле

$$G = \pi D_{вх} B V_{вх}, \tag{9}$$

где $B \geqslant B_{min}$ — фактическая ширина полости тормозного диска.

Рекомендованные зависимости для определения основных конструктивных и геометрических параметров полых дисков с обдуваемо-охлаждающими ребрами дадут возможность повысить расход воздушного потока одновременно с учетом рациональной скорости обдува и, таким образом, позволят увеличить конвективный теплообмен.

Грузинский политехнический институт
им. В. И. Ленина

(Поступило 31.1.1975)

მანქანათმცოდნეობა

შ. სარიშვილი, ზ. ქარქაშაძე

ტვირთამწევი მანქანებისათვის განკუთვნილი დისკურ-ხუნდებიანი მუხრუჭების ღრუ დისკოს ძირითადი პარამეტრების განსაზღვრა

რეზიუმე

განსაზღვრულია ტვირთამწევი მანქანებისათვის განკუთვნილი, დისკურ-ხუნდებიანი მუხრუჭების ღრუ, გამაცივებელ-ნეკნებიანი დისკოების ძირითადი პარამეტრები, კონვექციური სითბოგადაცემის გაზრდის მიზნით.

MACHINE BUILDING SCIENCE

Sh. V. SARISHVILI, Z. I. KARKASHADZE

DETERMINATION OF THE MAIN PARAMETERS OF THE HOLLOW BRAKE DISK OF THE DISK-BLOCK BRAKE INTENDED FOR WEIGHT-LIFTING MACHINES

Summary

The constructional and geometrical parameters of a hollow brake disk with blow-cooling ribs are determined with a view to increasing the convective heat transfer from the frictional surfaces.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. З. И. Каркашадзе. Сообщения АН ГССР, 73, № 1, 1974.
2. Аэродинамика центробежного вентилятора. Труды ЦАГИ, № 580, 1946.
3. М. П. Александров. Тормозные устройства в машиностроении. М., 1965.
4. В. И. Поликовский. Вентиляторы, воздуходувки, компрессоры. М., 1936.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 78, № 2, 1975
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 78, № 2, 1975
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 78, № 2, 1975

УДК 678.067.5:539.376

МАШИНОВЕДЕНИЕ

А. А. ПОЗДЕЕВ, В. С. БААКАШВИЛИ, В. Н. КАВРОВ

О ФИЗИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ХАОТИЧЕСКИ АРМИРОВАННЫХ СТЕКЛОПЛАСТИКОВ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. Н. Лоладзе 22.11.1974)

Стеклопластики типа АГ-4В, ДСВ и ГСП-32, о которых пойдет речь в статье, относятся к классу прессматериалов, предназначенных для изготовления прямым или литьевым прессованием изделий конструкционного и электротехнического назначения. Связующим в этих стеклопластиках служит модифицированная фенолформальдегидная смола резольного типа.

Прессматериалы различаются между собой видом наполнителя: у АГ-4В это спутанное стекловолокно, а у ДСВ и ГСП-32 наполнитель выполнен в виде отрезков некрученых стеклонитей длиной 5—10 мм, имеющих форму цилиндра и прямоугольной призмы.

Хаотическое расположение стеклонитей и волокон в непресованном состоянии должно, казалось бы, обеспечить изотропию механических свойств и после прессования. Этой точки зрения придерживаются немало исследователей, относящие эту группу к квазиизотропным материалам.

Однако, рассматривая процесс прессования хаотически армированных стеклопластиков (рис. 1,а), можно заключить, что отрезки стекловолокон, произвольно ориентированных в матрице, под действием перемещения прессующих плоскостей стремятся занять положение, параллельное плоскости прессования. Такая ориентация волокон хорошо известна из теории обработки металлов давлением, например, при прокатке. В результате такой ориентации волокон наполнителя материал приобретает ось симметрии, перпендикулярно которой его свойства одинаковы. Ось симметрии совпадает с направлением прессования, а плоскостью изотропии является плоскость прессования. Этот вид изотропии называется трансверсальной изотропией.

Очевидно, что чем больше степень упорядоченности волокон, тем ближе материал к трансверсально-изотропному, а это зависит от технологии прессования. Таким образом, меняя технологию прессования (степень деформации, давление), можно регулировать величину анизотропии изделия.

Положение о трансверсальной изотропии исследуемых материалов было проверено на специально изготовленных образцах, имеющих форму кубиков. Образцы подвергались сжатию в двух направлениях — в направлении прессования и перпендикулярно ему.

При этом замерялась величина разрушающего напряжения и исследовался характер разрушения. Степень анизотропии определялась как отношение $\frac{\sigma_0 - \sigma_\varphi}{\sigma_0} \times 100\%$. Индексы при напряжениях означают

угол между направлением прессования и вектором силы при испытаниях на сжатие.

Результаты испытаний приведены в таблице. Видно, что если для материалов ДСВ и ГСП-32 степень анизотропии достигает 10—15%, то у АГ-4В эта величина значительно ниже. Это обусловлено тем, что спутанное волокно в меньшей степени склонно к упорядоченности при прессовании, чем отрезки волокон.

Как видно из рис. 1,б, прочность прессованного стеклопластика при сжатии в направлении прессования в основном зависит от прочности армирующих волокон, тогда как величина разрушающего напряжения в плоскости изотропии определяется в большой мере прочностью связующего и степенью адгезии волокон к связующему. Результаты испытаний подтверждают это для всех материалов $\sigma_0 > \sigma_\varphi$.

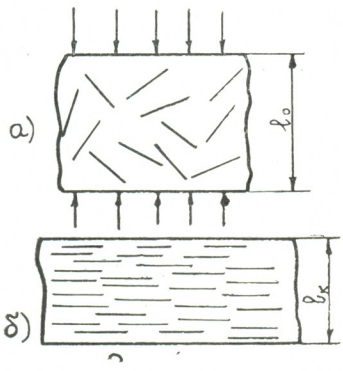


Рис. 1. Модель трансверсально-изотропного тела: а) — до прессования, б) — после прессования

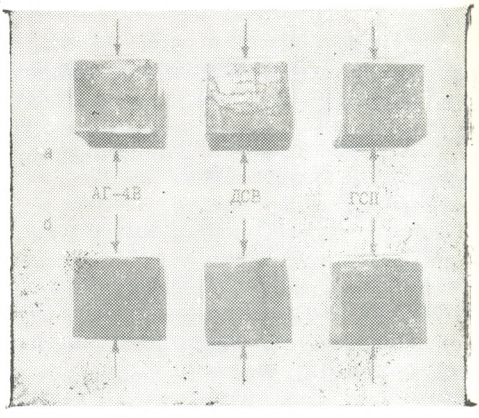


Рис. 2. Характер разрушения стеклопластиков при испытаниях на сжатие: а — в направлении прессования, б) — перпендикулярно направлению прессования

На рис. 2 представлены фотографии разрушенных образцов. Характер разрушения говорит о справедливости представления хаотически армированных стеклопластиков моделью трансверсально изотропного тела. При испытаниях в направлении прессования (рис. 2,а) сколы происходят перпендикулярно сжимающему усилию, а при сжатии в направлении, перпендикулярном направлению прессования, образцы разрушаются с образованием трещин, параллельных вектору сжимающего усилия (рис. 2,б).

Очевидно, анизотропия исследуемых стеклопластиков должна проявляться и на одном из основных свойств полимерных материалов — ползучести.

С повышением температуры степень анизотропии ползучести возрастает, поскольку связующее несколько размягчается и основная доля нагрузки воспринимается наполнителем. Анизотропия укладки волокон наполнителя явно выражена (рис. 1,б), поэтому при повышенных температурах свойства ползучести будут в значительной степени зависеть от направления действия нагрузки. Следовательно, при вышеизложенном представлении прессматериалов как трансверсально-изотропных тел слабая анизотропия (при испытаниях на сжатие) может давать сильную анизотропию ползучести. Косвенным подтверждением

этому служат результаты, приведенные в работе [1], где на примере равнопрочного материала АГ-4С показано, что ползучесть в двух взаимно перпендикулярных направлениях может отличаться в 10—12 раз.

В работе [2] получены уравнения ползучести типа интегральных уравнений Вольтерра для анизотропной среды в виде

$$\varepsilon_{ij}(t) = F_{ijkl} \cdot \sigma_{kl}(t) + \int_0^t \Phi_{ijkl}(t-\tau) \cdot \sigma_{kl}(\tau)\, d\tau, \qquad (1)$$

где F_{ijkl} — упругие коэффициенты, имеющие размерность, обратную напряжению; $\Phi_{ijkl}(t-\tau)$ — тензор ядер ползучести.

Эксперименты по ползучести в двух взаимно перпендикулярных направлениях показали, что кривые ползучести могут быть совмещены с параллельными переносами, так как они отличаются лишь на величину упругой деформации. Следовательно, кривые ползучести вышеуказанных материалов можно описать одним и тем же ядром.

Значения разрушающего напряжения, кг/мм²

Материал	Направление сжатия		$\frac{\sigma_0 - \sigma_\varphi}{\sigma_0} \times 100\%$
	$\varphi = 0°$	$\varphi = 90°$	
АГ-4В	14,95	14,43	3,5
ДСВ	14,27	12,72	10,9
ГСП-32	12,63	12,26	16,2

φ — угол между вектором сжимающего усилия и направлением прессования.

Трансверсально изотропный материал имеет ось симметрии механических свойств. Если эта ось совпадает с осью X_3, то имеют место равенства

$$F_{1111} = F_{2222}, \quad F_{2323} = F_{3131},$$
$$F_{1133} = F_{2233}, \quad F_{1212} = F_{1111} - F_{1122}. \qquad (2)$$

Из соотношений (2) видно, что материал характеризуется пятью упругими постоянными.

В работе [3] уравнения, записанные Гольденблатом [4] для анизотропной среды, использованы для описания ползучести армированных ортотропных пластиков.

Рассматривая трансверсально-изотропный материал как частный вариант ортотропного материала, в случае плоского напряженного состояния для осей, совпадающих с двумя взаимно перпендикулярными направлениями армирования, уравнения ползучести (1) с учетом (2) можно записать в виде

$$\varepsilon_x = \overline{E_1}^{-1}(\sigma_x - \overline{\nu_1}\,\sigma_y),$$
$$\varepsilon_y = \overline{E_2}^{-1}(\sigma_y - \overline{\nu_2}\,\sigma_x), \qquad (3)$$
$$\varepsilon_{xy} = \overline{G}^{-1}\sigma_{xy},$$

ეროვნული ბიბლიოთეკა

где $\overline{E}_1$, $\overline{E}_2$, $\overline{\nu}_1$ $\overline{\nu}_2$ $\overline{G}$ — операторы Вольтерра, соответствующие модулям упругости вдоль главных напряжений, коэффициентам Пуассона и модулю сдвига.

Грузинский политехнический институт
им. В. И. Ленина

(Поступило 26.12.1974)

მანქანათმცოდნეობა

ა. პოზდეევი, ვ. ბააკაშვილი, ვ. კავროვი

ქაოსურად არმირებული მინაპლასტიკების ფიზიკური მოდელის შესახებ

რეზიუმე

ნაშრომში აღნიშნულია, რომ ქაოსურად არმირებული მინაპლასტიკები АГ-4В, ДСВ და ГСП-32 მიეკუთვნებიან ტრანსვერსალურად იზოტროპულ პოლიმერულ მასალათა ჯგუფს. ცდებით ცოცვაზე დადგინდა, რომ აღნიშნული მასალებისათვის ცოცვის დეფორმაციის განსასაზღვრელ ვოლტერას ტიპის ინტეგრალურ განტოლებაში შეიძლება აღებულ იქნას გულის ერთი და იგივე მნიშვნელობა.

ნაშრომში მოცემულია აგრეთვე ტრანსვერსალურად იზოტროპული მასალების АГ-4В, ДСВ და ГСП-32-ის ცოცვის დეფორმაციის განმსაზღვრელი განტოლებები.

MACHINE BUILDING SCIENCE

A. A. POZDEEV, V. S. BAAKASHVILI, V. N. KAVROV

ON THE PHYSICAL MODEL OF CHAOTICALLY REINFORCED GLASS FIBRE PLASTICS

Summary

It is shown that chaotically reinforced АГ—4В, DCB and ГСП—32 glass fibre plastics belong to the group of transversely isotropic polymer materials. Cubic models of АГ—4В, DCB and ГСП—32 were prepared by pressing and tested for compression in two directions—in the direction of pressing and perpendicularly to it. Similar tests of the given materials for creep show that in Volterra-type integral equation for creep determination the same value of kernel can be taken.

Furthermore, the equations are presented for creep determination of АГ—4В, ДСВ and ГСП—32 transversely isotropic materials.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. И. Малинин. Прикладная механика и техническая физика, № 3, 1963.
2. И. И. Бугаков. Ползучесть полимерных материалов. М., 1973.
3. Г. И. Брызгалин. Прикладная механика и техническая физика, № 4, 1963.
4. И. И. Гольденблат. Некоторые вопросы механики деформируемых сред. М., 1965.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 78, № 2, 1975
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 78, № 2, 1975
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 78, № 2, 1975

УДК 621.01

МАШИНОВЕДЕНИЕ

Б. И. ПАРЦХАЛАДЗЕ

КОЛЕБАНИЯ БЕЗОПОРНОГО СТЕРЖНЯ С СОСРЕДОТОЧЕННЫМИ ФАКТОРАМИ НА КОНЦАХ В ВИДЕ ЖЕСТКО И УПРУГО ЗАКРЕПЛЕННЫХ МАСС

(Представлено членом-корреспондентом Академии Д. С. Тавхелидзе 4.1.1975)

Проектирование резонансных вибрационных машин с грузонесущей упругой системой в виде плоской пружины, рассматриваемой как весомый безопорный стержень с опорами, совпадающими с узлами колебаний, является актуальной задачей рационального конструирования.

Однако изменение одного из параметров упругого элемента влечет за собой изменение корня уравнения частоты, превращение системы в опорную с появлением внешних динамических реакций.

Возникает практическая задача создания новой колебательной системы, форма стоячей волны и положения узлов колебаний которой совпадали бы с формой стоячей волны начальной системы. Эта задача может быть решена при помощи дополнительных сосредоточенных масс, упруго подвешенных к концам безопорного стержня.

Рассмотрим случай свободных колебаний безопорного стержня с сосредоточенными массами на концах, к которым при помощи упругого элемента с продольной жесткостью c подсоединены дополнительные массы.

Введем следующие обозначения:

$2l$ — длина колеблющейся однородной балки,

ρ — линейная плотность балки,

E — модуль упругости балки,

S — площадь поперечного сечения балки,

I — момент инерции площади относительно нейтральной оси,

$\mu=\rho Sl$ — половина массы балки,

m — сосредоточенная масса, жестко закрепленная с балкой,

m_1 — сосредоточенная масса упруго закрепленная с балкой,

c — продольная жесткость упругого элемента,

$y(l, t)$ — отклонение сосредоточенной массы m от положения равновесия,

$z(t)$ — отклонение сосредоточенной массы m_1 от положения равновесия,

$\delta=z(t)-y(l, t)$ деформация упругого элемента,

z_0+z — координата массы m_1, или иначе ее абсолютное смещение,

$\frac{d^2(z_0+z)}{dt^2}=\frac{d^2z}{dt^2}$ — проекция ускорения массы m_1 на ось ординат,

$-m_1\frac{d^2z}{dt^2}$ — проекция силы инерции массы m_1 на ось ординат,

$-c\delta$ — проекция упругой силы на ось ординат.

Принцип Даламбера для груза m_1 выразится следующим образом:

$$m_1\frac{d^2z}{dt^2}=-c\,[z(t)-y(l, t)]. \tag{1}$$

Дифференциальное уравнение [1] запишем в виде

$$\frac{\partial^2 y(x,\ t)}{\partial t^2} + a^2 \frac{\partial^4 y(x,\ t)}{\partial x^4} = 0, \tag{2}$$

где $$a^2 = \frac{EI}{\rho S}.$$

Решение ищем в виде

$$z(t) = Z \sin kt, \tag{3}$$

$$y(x,\ t) = Y(x) \sin kt. \tag{4}$$

Подставляя (3) и (4) в (1), получаем выражение

$$-m_1 Zk^2 = -c[Z - Y(l)]. \tag{5}$$

Как известно, если искать решение (2) методом разделяющихся переменных, для определения формы стоячей волны $Y(x)$ получим уравнение

$$\frac{d^4Y}{dx^4} - \nu^4 Y = 0, \tag{6}$$

где положено $$\nu^4 = \frac{k^2}{a^2}, \qquad k = \nu^2 \sqrt{\frac{EI}{\rho S}}.$$

Общее решение (6) имеет вид

$$Y(x) = A \operatorname{ch} \nu x + B \operatorname{sh} \nu x + C \cos \nu x + D \sin \nu x. \tag{7}$$

Граничные условия для рассматриваемой системы будут

$$Y''(\pm l) = 0, \tag{8}$$

$$EIY'''(\pm l) = \mp mk^2 Y(\pm l) \mp m_1 Zk^2. \tag{9}$$

Преобразуя выражение (5), будем иметь

$$Z = \frac{cY(\pm l)}{c - m_1 k^2}. \tag{10}$$

Подставляя (10) в (9), получаем выражение

$$Y'''(\pm l) = \mp \frac{k^2}{EI} Y(\pm l) \left[m + m_1 \frac{c}{c - m_1 k^2} \right]. \tag{11}$$

После несложных преобразований типа

$$\alpha = \nu l, \quad k^2 = \nu^4 a^2 = \nu^4 \frac{EI}{\rho S}, \quad \frac{k^2}{EI} = \frac{\nu^4}{\rho S} = \frac{\alpha^3}{l^3} \cdot \frac{\alpha}{\mu},$$

получаем уравнение

$$Y'''(\pm l) = \mp \frac{\alpha^3}{l^3} \frac{\alpha}{\mu} \left[m + m_1 \frac{c}{c - m_1 \frac{\alpha^3}{l^3} \frac{\alpha}{l} EI} \right] Y(\pm l). \tag{12}$$

Если ввести обозначения

$$\frac{m}{\mu} = q, \quad \frac{m_1}{\mu} = q_1, \quad \frac{EI}{cl^3} = \lambda,$$

то граничные условия (8) и (9) приобретут вид

$$Y''(\pm l) = 0, \tag{13}$$

$$Y'''(\pm l) = \mp \frac{\alpha^3}{l^3} Y(\pm l) \left[q + \frac{q_1}{1 - \lambda q_1 \alpha^4} \right] \alpha. \tag{14}$$

Введя обозначение $$\bar{q}(\alpha) = q + \frac{q_1}{1 - \lambda q_1 \alpha^4}, \tag{15}$$

придаем системе окончательный вид

$$A \operatorname{ch} \alpha + B \operatorname{sh} \alpha - C \cos \alpha - D \sin \alpha = 0, \quad A \operatorname{ch} \alpha - B \operatorname{sh} \alpha - C \cos \alpha + D \sin \alpha = 0,$$

$$A(\operatorname{sh} \alpha + \bar{q}(\alpha) \alpha \operatorname{ch} \alpha) + B(\operatorname{ch} \alpha + \bar{q}(\alpha) \alpha \operatorname{sh} \alpha) + C(\sin \alpha + \bar{q}(\alpha) \alpha \cos \alpha) +$$

$$+ D(-\cos \alpha + \bar{q}(\alpha) \alpha \sin \alpha) = 0,$$

$$A(-\operatorname{sh}\alpha - \bar{q}(\alpha)\alpha\operatorname{ch}\alpha) + B(\operatorname{ch}\alpha + \bar{q}(\alpha)\alpha\operatorname{sh}\alpha) + C(-\sin\alpha - \bar{q}(\alpha)\alpha\cos\alpha) +$$
$$+ D(-\cos\alpha + \bar{q}(\alpha)\alpha\sin\alpha) = 0.$$

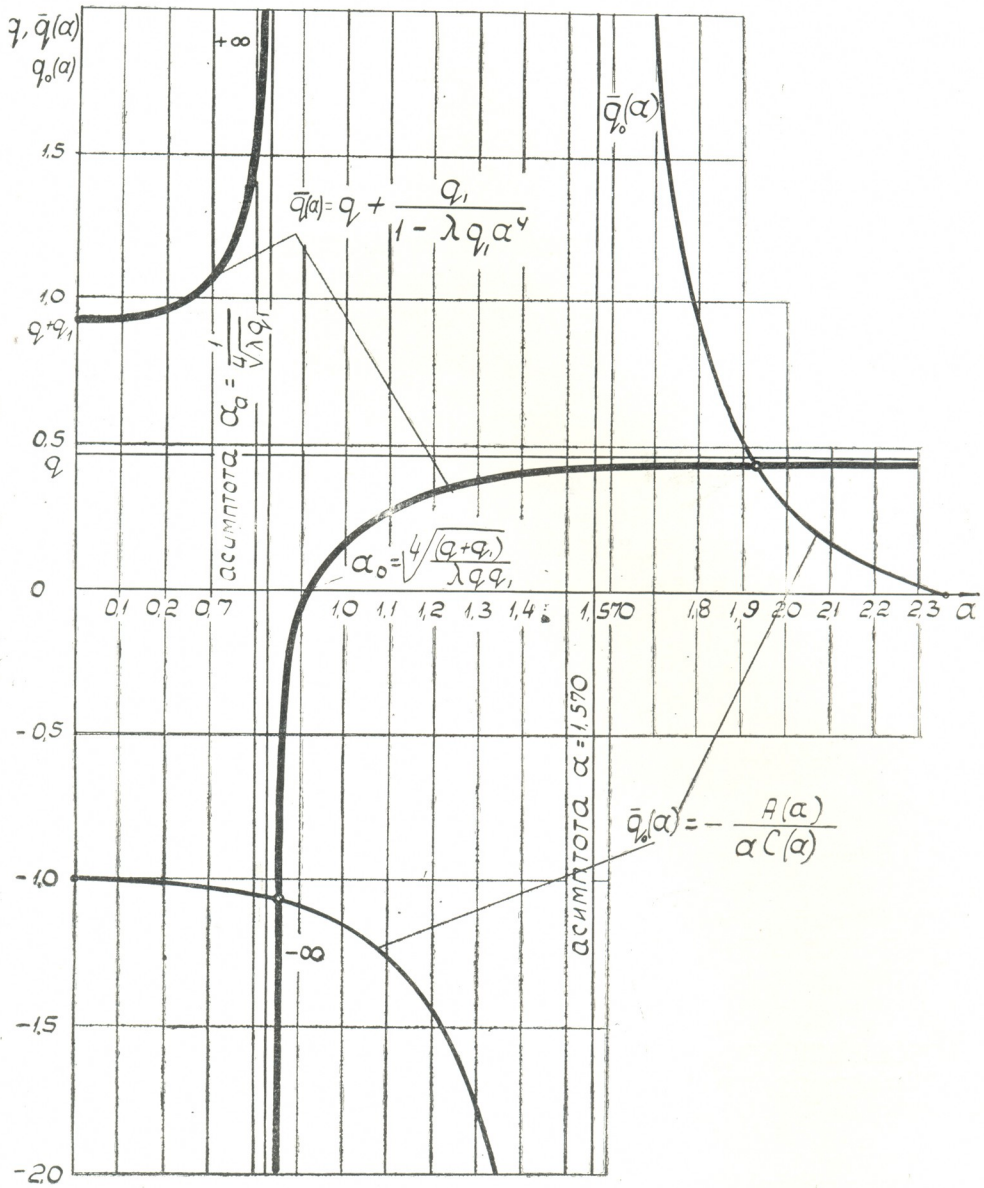


Рис. 1

Система находится в колебательном движении, поэтому постоянные A, B, C и D не могут одновременно равняться нулю, т. е. определитель этой системы должен быть равен нулю:

$$\Delta = [A(\alpha) + \bar{q}(\alpha)\alpha C(\alpha)][B(\alpha) + \bar{q}(\alpha)\alpha S_1(\alpha)] = 0.$$

Здесь
$$A(\alpha) + \bar{q}(\alpha)\alpha C(\alpha) = 0 \qquad (16)$$
— уравнение частот симметричных колебаний системы.

$A(\alpha), B(\alpha), C(\alpha), S_1(\alpha)$ — функции в обозначениях Прагера и Гогенемзер [2]. Уравнение (16) может быть записано в виде:

для симметричных колебаний

$$\bar{q}(\alpha) = \bar{q}_0(\alpha), \qquad \text{где } \bar{q}_0(\alpha) \equiv \frac{A(\alpha)}{\alpha C(\alpha)}. \tag{17}$$

Правая часть выражения (17) не отличается от правой части (2.7) [3]. Значения $\bar{q}(\alpha)$ определяются выражением (15). Следовательно, совместное решение этих уравнений даст значение корня уравнения частоты α_c.

График функций $\bar{q}(\alpha)$ для заданных величин E, I, l, m, m_1 и безразмерной величины λ, зависящей от c, приводим на рис. 1.

Анализ выражения (15) показывает:

при $\lambda = 0$, $\bar{q}(\alpha) = q + q_1$; при $\lambda = \infty$, $\bar{q}(\alpha) = q$;

при $\lambda = \dfrac{q + q_1}{q\, q_1} \cdot \dfrac{1}{\alpha^4}$, $\bar{q}(\alpha) = 0$; при $\lambda = \dfrac{1}{q_1} \cdot \dfrac{1}{\alpha^4}$, $\bar{q}(\alpha) = \infty$.

Исследование системы показало, что для одних и тех же значений q_1, подсоединенных к балке с неизменными μ и q при помощи упругих систем с различными λ, меньшим значениям λ соответствует увеличение собственной частоты колебаний системы. Для одних и тех же значений λ, но при различных q_1 наблюдается уменьшение частоты с ростом q_1.

Грузинский политехнический институт
им. В. И. Ленина

(Поступило 9.1.1975)

მანქანათმცოდნეობა

ბ. ფარცხალაძე

ბოლოებზე ხისტად და დრეკადად დამაგრებული შეყურსული მასების მქონე უსაყრდენო ღეროს რხევები

რეზიუმე

განიხილება ბოლოებზე შეყურსული მასების და მათთან დრეკადად დამაგრებული მასებიანი უსაყრდენო წონადი ღეროს სიმეტრიული რხევების სიხშირეთა განტოლების და ამ განტოლების ფესვების განსაზღვრის ამოცანა. ამოხსნა მოცემულია გრაფოანალიზური ფორმით.

MACHINE BUILDING SCIENCE

B. I. PARTSKHALADZE

OSCILLATIONS OF A THRUSTLESS ROD WITH CONCENTRATED FACTORS AT THE ENDS AS RIGIDLY- AND RESILIENTLY FIXED MASSES

Summary

The problem of determination of the frequency equation and of the root of the frequency equation of the symmetrical vibrations with concentrated and resiliently fixed masses at the ends is examined.

The solution is given in analytical-tabular form.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. С. П. Тимошенко. Колебания в инженерном деле. М., 1967.
2. И. В. Ананьев. Справочник по расчету собственных колебаний упругих систем. М., 1946.
3. Б. И. Парцхаладзе. Сообщения АН ГССР, L, № 2, 1968.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 78, № 2, 1975
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 78, № 2, 1975
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 78, № 2, 1975

УДК 621.01

МАШИНОВЕДЕНИЕ

Д. С. ТАВХЕЛИДЗЕ (член-корреспондент АН ГССР), Н. С. ДАВИТАШВИЛИ

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СФЕРИЧЕСКОГО ЧЕТЫРЕХЗВЕННОГО ШАРНИРНОГО МЕХАНИЗМА ПО ПРЕДЕЛЬНЫМ ЗНАЧЕНИЯМ УГЛА ПЕРЕДАЧИ

Рассмотрим задачу проектирования сферического четырехзвенного шарнирного механизма *ABCD* (рис. 1) по предельным значениям угла передачи.

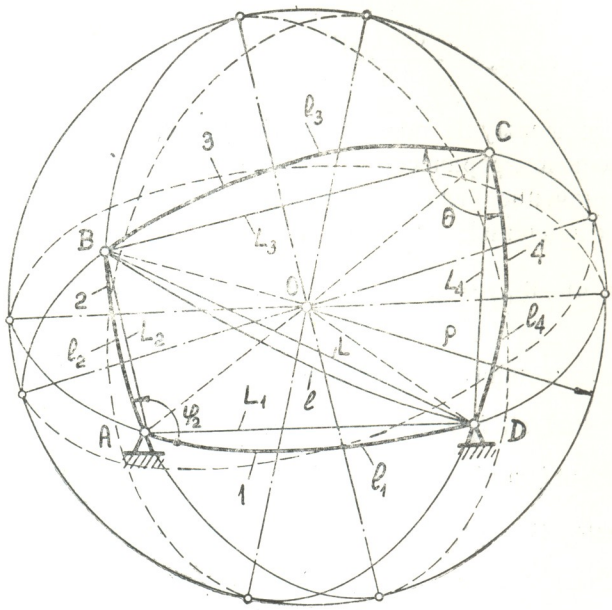


Рис 1

Длины звеньев указанного механизма l_1, l_2, l_3 и l_4 выражены сферическими расстояниями. При этом должны соблюдаться условия $0 < l_i < \pi$, где l_i—длина i-го звена.

Требуется определить пределы изменения углов передачи в зависимости от размеров звеньев и соотношение между размерами звеньев сферического четырехзвенника, для которого наивыгоднейшее значение угла передачи будет средним арифметическим из его крайних значений.

Рассмотрев сферические треугольники *ABD* и *BDC*, напишем

$$\cos l = \cos l_1 \cos l_2 + \sin l_1 \sin l_2 \cos \varphi_2 = \cos l_3 \cos l_4 + \sin l_3 \sin l_4 \cos \theta. \quad (1)$$

Из выражений (1) определим искомое значение θ:

$$\cos \theta = \frac{\cos l_1 \cos l_2 - \cos l_3 \cos l_4 + \sin l_1 \sin l_2 \cos \varphi_2}{\sin l_3 \sin l_4}. \quad (2)$$

Из выражений (2) следует, что экстремальные значения θ возможны при значениях $\varphi_2 = 0$, $\varphi_2 = \pi$, $\varphi_2 = 2\pi$ и т. д. Если $0 < \theta < \pi$, то, когда $\varphi_2 = 0$, из (2) получается минимальное значение θ и

$$\cos\theta_{\min} = \frac{\cos(l_1 - l_2) - \cos l_3 \cos l_4}{\sin l_3 \sin l_4}, \tag{3}$$

а когда $\varphi_2 = \pi$, из выражений (2) получается максимальное значение θ и

$$\cos\theta_{\max} = \frac{\cos(l_1 + l_2) - \cos l_3 \cos l_4}{\sin l_3 \sin l_4}. \tag{4}$$

Соответственно наивыгоднейшее значение $\theta = \frac{\pi}{2}$ будет при φ_2, определяемой по формуле

$$\cos\varphi_2 = \frac{\cos l_3 \cos l_4 - \cos l_1 \cos l_2}{\sin l_1 \sin l_2}. \tag{5}$$

Полученные формулы позволяют определить соотношения между размерами звеньев сферического четырехзвенника, для которого наивыгоднейшее значение угла передачи будет средним арифметическим из его крайних значений.

Допустим, что $\theta_{\max} = \frac{\pi}{2} + \mu$ и $\theta_{\min} = \frac{\pi}{2} - \mu$, где μ — неопределенный угол.

Подставив эти значения углов в формулы (3) и (4), получим

$$\begin{aligned} \sin l_3 \sin l_4 \sin\mu &= \cos(l_1 - l_2) - \cos l_3 \cos l_4, \\ \sin l_3 \sin l_4 \sin\mu &= \cos l_3 \cos l_4 - \cos(l_1 + l_2). \end{aligned} \tag{6}$$

Из системы (6), исключив μ, будем иметь

$$\cos l_1 \cos l_2 = \cos l_3 \cos l_4. \tag{7}$$

Таким образом, у сферических четырехзвенных шарнирных механизмов, размеры звеньев которых удовлетворяют условию (7), отклонения θ от наивыгоднейшего значения будет одинаковыми в обе стороны.

Если сферические расстояния l_i выразить радиусом сферы ρ и соответствующими хордами L_i, тогда при $\rho \to \infty$, как частный случай, получаются известные выражения [1] для проектирования плоского четырехзвенного шарнирного механизма (рис. 2).

В этом частном случае вышеполученные выражения примут вид

$$L^2 = L_1^2 + L_2^2 - 2L_1L_2\cos\varphi_2 = L_3^2 + L_4^2 - 2L_3L_4\cos\theta; \tag{8}$$

$$\cos\theta = \frac{L_3^2 + L_4^2 - L_1^2 - L_2^2 + 2L_1L_2\cos\varphi_2}{2L_3L_4}; \tag{9}$$

ეროვნული ბიბლიოთეკა

$$\cos\theta_{min} = \frac{L_3^2 + L_4^2 - (L_1 - L_2)^2}{2 L_3 L_4}; \tag{10}$$

$$\cos\theta_{max} = \frac{L_3^2 + L_4^2 - (L_1 + L_2)^2}{2 L_3 L_4}; \tag{11}$$

$$\cos\varphi_2 = \frac{L_1^2 + L_2^2 - L_3^2 - L_4^2}{2 L_1 L_2}; \tag{12}$$

$$2 L_3 L_4 \sin\mu = L_3^2 + L_4^2 - (L_1 - L_2)^2;$$

$$2 L_3 L_4 \sin\mu = (L_1 + L_2)^2 - L_3^2 - L_4^2; \tag{13}$$

$$L_1^2 + L_2^2 = L_3^2 + L_4^2. \tag{14}$$

Таким образом, решена задача проектирования сферического четырехзвенного шарнирного механизма по предельным значениям угла передачи.

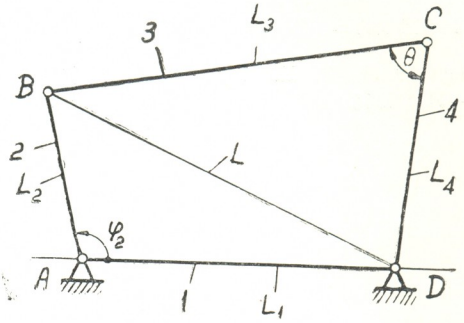


Рис. 2

Полученные выражения носят общий характер и могут быть использованы для решения задач проектирования как для сферического, так и для плоского четырехзвенного шарнирного механизма.

Грузинский политехнический институт
им. В. И. Ленина

Тбилисский филиал ВНИИМ
им. Д. И. Менделеева

(Поступило 29.11.1974)

მანქანათმცოდნეობა

დ. თავხელიძე (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი), ნ. დავითაშვილი

სფერული ოთხრგოლა სახსრიანი მექანიზმის დაგეგმარება გადაცემის კუთხის ზღვრული მნიშვნელობების მიხედვით

რეზიუმე

შრომაში განხილულია სფერული ოთხრგოლა სახსრიანი მექანიზმის დაგეგმარების ამოცანა გადაცემის კუთხის ზღვრული მნიშვნელობების მიხედვით,

ეროვნული ბიბლიოთეკა

რომლისთვისაც მიღებული გამოსახულებები ზოგადი ხასიათისაა და შეიძლება გამოყენებულ იქნეს როგორც სფერული, ისე ბრტყელი ოთხრგოლა სახსრიანი მექანიზმების დაგეგმარების ამოცანის გადასაწყვეტად.

MACHINE BUILDING SCIENCE

D. S. TAVKHELIDZE, N. S. DAVITASHVILI

THE DESIGN OF A FOUR-LINK SPHERICAL HINGED MECHANISM ACCORDING TO THE LIMITING VALUES OF ITS TRANSMISSION ANGLE

Summary

The problem of designing a four-link spherical mechanism according to limiting values of its transmission angle is discussed.

The results obtained are of general character and can be used in designing both spherical and four-link plane hinged mechanisms.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. И. Артоболевский, З. Ш. Блох, В. В. Добровольский. Синтез механизмов. М.—Л., 1944.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 78, № 2, 1975
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 78, № 2, 1975
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 78, № 2, 1975

УДК 627.8

ГИДРОТЕХНИКА

Т. Г. ВОЙНИЧ-СЯНОЖЕНЦКИЙ, З. И. АСКУРАВА

К РАСЧЕТУ ПОТЕРЬ ФИЛЬТРАЦИОННОГО НАПОРА В ВЕРХОВОМ И НИЗОВОМ КЛИНЬЯХ ЗЕМЛЯНЫХ ПЛОТИН И ОПРЕДЕЛЕНИЮ ВЫСОТЫ ВЫСАЧИВАНИЯ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Ш. Г. Напетваридзе 26.2.1975)

При проектировании земляных плотин большое значение имеет определение потерь напора в клиньях плотины.

Как известно, определение потерь в нижнем клине взаимосвязано с определением высоты высачивания. Задача о высоте высачивания фильтрационного потока до сих пор не имеет строгого решения для случая наклонной низовой грани плотины. Поэтому представляет интерес рассмотрение возможного решения задачи, имеющего вполне отчетливое физическое обоснование, так как оно базируется на законе сохранения энергии, а также на использовании тщательно изученных величин гидравлического сопротивления [1] при проницании жидкости в зернистых материалах.

Рассмотрим область низового клина, которая в геометрическом отношении представляет собой круговой сектор (см. рис. 1):

$$l_B = \frac{h_B}{\sin\alpha}, \qquad (1)$$

$$h'_B = 2\,l_B \sin\frac{\alpha}{2}. \qquad (2)$$

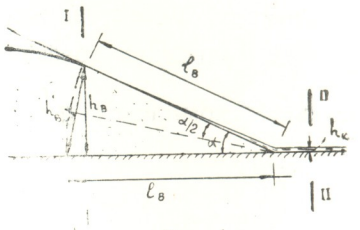


Рис. 1

Условие сохранения энергии, очевидно, будет иметь (после сокращения на γQ) вид

$$h_B + \frac{v_B^2}{2g} = h_k + \frac{v_k^2}{2g} + h_w, \qquad (3)$$

где h_w — потери напора в пределах, ограниченных указанными сечениями.

Так как при ламинарной фильтрации сопротивление течения пористой среды должно быть на несколько порядков больше сопротивления трению стекающейся по наклонной грани слоя воды, а скоростной напор при ламинарной фильтрации на несколько порядков меньше пьезометрической высоты, то становится очевидным, что высота высачивания полностью определяется величиной h_w.

Величина коэффициента полного сопротивления определяется в долях от скоростного напора перед областью сосредоточения потерь:

$$h_w = \zeta \frac{v_B'^2}{2g}, \qquad (4)$$

где ζ определяется по зависимости [1]

$$\zeta = k_\varepsilon \lambda' \frac{l_0}{d_3}, \qquad (5)$$

l_0 —средняя толщина зернистого слоя:

$$l_0 = 0{,}5\, l_B, \tag{6}$$

k_ε однозначно зависит от параметра пористости ε' и равен

$$k_\varepsilon = \frac{1{,}53}{(\varepsilon')^{4,2}}, \tag{7}$$

λ' — коэффициент гидравлических сопротивлений [1], зависящий от числа Рейнольдса:

$$\lambda' = \frac{75}{Re'} + \frac{15}{(Re')^{0,7}} + 1 = \frac{150}{Re'}\left[\frac{1}{2} + \frac{(Re')^{0,7}}{10} + \frac{Re'}{150}\right], \tag{8}$$

$$Re' = \frac{0{,}45}{(1-\varepsilon')\sqrt{\varepsilon'}}\,\frac{v d_3}{\nu} = \frac{0{,}45}{(1-\varepsilon')\sqrt{\varepsilon'}}\,Re \tag{9}$$

d_3 — средний диаметр зерен сыпучего материала; ν — кинематический коэффициент молекулярной вязкости.

Подставка приведенных соотношений в (3) и простейшие преобразования дают

$$h_B = \frac{150\, k_\varepsilon\, f(Re)\, q\,(1-\varepsilon')\sqrt{\varepsilon'}}{3{,}6\, g\,\dfrac{d_3^2}{\nu}\sin\dfrac{\alpha}{2}}, \tag{10}$$

где

$$f(Re) = (5\cdot 10^{-1} + 5\cdot 10^{-2} Re^{1/3} + 5\cdot 10^{-3} Re), \tag{11}$$

принимаем $f(Re)$ равным 0,5.

Как известно, коэффициент фильтрации есть величина, пропорциональная комплексу $g\dfrac{d_3^2}{\nu}$ [2]:

$$k_\Phi = C_0 \frac{g d_3^2}{\nu}, \tag{12}$$

где C_0 — безразмерная постоянная.

Рассмотрим теперь возможный случай вертикальной перемычки, которому соответствует значение $\alpha = \dfrac{\pi}{2}$ и для которого из (10) имеем

$$h_B = \frac{32{,}5\,(1-\varepsilon')\,C_0}{(\varepsilon')^{3,7}} \cdot \frac{q}{0{,}7\, k_\Phi}. \tag{13}$$

С другой стороны, для вертикальной перемычки с конечной, но достаточно большой шириной (т. е. при $\dfrac{l}{H} \geqslant 1$) гидродинамическое решение П. Я. Полубариновой-Кочиной [2] для высоты высачивания дает

$$h_B = \frac{q}{1{,}35\, k_\Phi}. \tag{14}$$

Сравнивая (13) и (14), получаем

$$C_0 = 0{,}016\,\frac{(\varepsilon')^{3,7}}{(1-\varepsilon')}. \tag{15}$$

Подставляя значение C_0 из (15) в уравнение (13), получаем зависимость для высоты высачивания при произвольно наклоненной низовой грани плотины:

$$h_B = 0{,}52\,\frac{q}{k_\Phi \sin\dfrac{\alpha}{2}}. \tag{16}$$

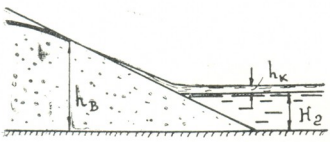


Рис 2

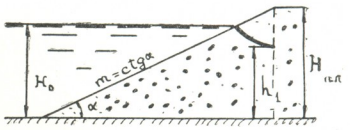


Рис 3

При наличии воды в нижнем бьефе (см. рис. 2) зависимость для определения высоты высачивания имеет вид

$$h_B = H_2 + \frac{0{,}52\,q}{k_\Phi \sin\dfrac{\alpha}{2}}\left(1 - \frac{H_2 \sin\alpha}{H_2 + \dfrac{0{,}52\,q}{k_\Phi \sin\dfrac{\alpha}{2}}}\right). \tag{17}$$

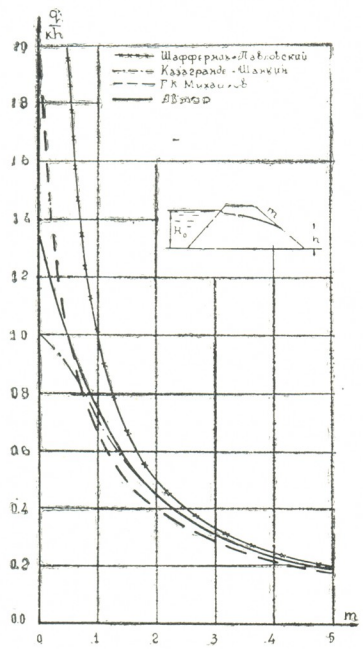


Рис 4

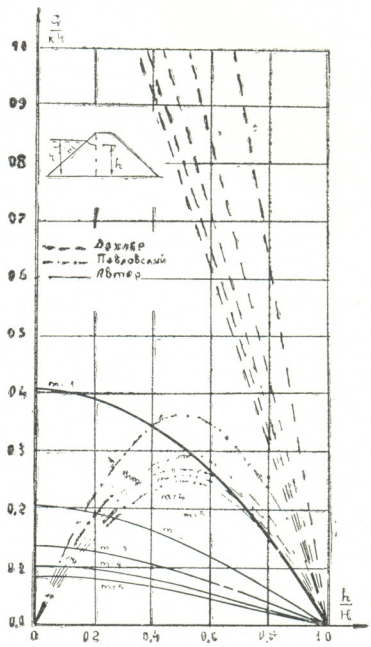


Рис 5

При определении потерь фильтрационного напора в верховом клине (рис. 3) условие сохранения энергии выражается следующим образом:

$$H_0 + \frac{\alpha v_0^2}{2g} = h_1 + \frac{\alpha v_1^2}{2g} + h_w. \tag{18}$$

Использованием аналогичного подхода легко определяется расчетное значение для искомой величины h_1:

$$h_1 = H_0 - 1{,}02\,\frac{q}{k_\Phi}\,\frac{H_{\text{пл}}\operatorname{ctg}\alpha}{H_0}. \qquad (19)$$

На рис. 4 дан сопоставительный график в безразмерных величинах между формулой (16) и зависимостями Шанкина—Казагранде, Михайлова и Шаффернака—Павловского [3], а на рис. 5 — между зависимостью (19) и зависимостями Павловского и Дахлера [4].

Сопоставление полученных зависимостей с аналогичными существующими зависимостями указывает на преимущество предлагаемых, так как они хорошо согласуются со существующими зависимостями в интервале $m \geqslant 2$ (рис. 4), и, вместе с тем, точно совпадают с точными решением П. Я. Полубариновой-Кочиной для вертикальной грани ($m = 0$).

Грузинский научно-исследовательский
институт энергетики и
гидротехнических сооружений

(Поступило 28.2.1975)

ჰიდროტექნიკა

თ. ვოინიჩ-სიანოჟენცკი, ზ. ასკურავა

ფილტრაციული დაწნევის კარგვების განსაზღვრა მიწის კაშხლის ზემო და ქვემო სოლში და გამოჟონვის სიმაღლის დადგენა

რეზიუმე

მოცემულია ძირითადი დამოკიდებულებანი ფილტრაციული დაწნევის კარგვისათვის ტრაპეციული კაშხლის ზემო და ქვემო სოლში.

HYDRAULIC ENGINEERING

T. G. VOINITCH-SIANOZHENTSKI, Z. I. ASKURAVA

COMPUTATION OF THE FILTRATION HEAD LOSSES IN THE HIGH AND LOW WEDGES OF AN EARTH DAM AND DETERMINATION OF SEEPAGE HEIGHT

Summary

The basic dependences for the filtration head loss in the upper and lower wedges of the dam is given.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. Е. Идельчик. Справочник по гидравлическим сопротивлениям. М., 1960.
2. П. Я. Полубаринова-Кочина. Теория движения грунтовых вод. М., 1953.
3. П. А. Шанкин. Расчет фильтрации в земляных плотинах. М.—Л., 1947.
4. А. А. Угинчус. Расчет фильтрации через земляные плотины. М.—Л., 1940.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 78, № 2, 1975
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 78, № 2, 1975
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 78, № 2, 1975

УДК 621.187.3

ЭНЕРГЕТИКА

Д. Г. ЦХВИРАШВИЛИ, Н. М. ЧИХЛАДЗЕ, А. Д. ЛАПИАШВИЛИ

О ВОЗМОЖНОСТИ ВЕДЕНИЯ КОМПЛЕКСОННОГО ВОДНОГО РЕЖИМА И ОТМЫВОК БАРАБАННЫХ ПАРОГЕНЕРАТОРОВ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ

(Представлено членом-корреспондентом Академии В. И. Гомелаури 11.1.1975)

Известно, что комплексоны и комплексонаты начинают разлагаться при температуре 150°С и при температурах 260—330°С разлагаются полностью [1]. Однако термолиз этих веществ протекает во времени и характеризуется определенной константой скорости разложения. Поэтому даже при высоких температурах, при постоянной подаче свежих порций комплексона, его концентрация в объеме может составить значительную величину. Следовательно, распространенное в настоящее время мнение о том, что трилонный водный режим при сверхвысоких параметрах пара неприемлем, не соответствует действительности.

Зная константу скорости термического разложения комплексона, возможно аналитическим путем установить, может ли существовать свободный комплексон в котловой воде парогенератора.

Для аналитического описания динамики изменения концентрации свободного комплексона ограничимся описанием его поведения в чистом отсеке парогенератора.

Ввиду малого значения коэффициента распределения комплексона и комплексонатов переходом последних в насыщенный пар можно пренебречь.

Ведя расчет на D кг вырабатываемого в котле пара в час и обозначая соответственно концентрацию комплексона в питательной воде $C_{пв}$ мкг/кг, изменяющуюся концентрацию комплексона в котловой воде $C_{кв}$ мкг/кг, производительность соленого отсека n кг/мин, водный объем чистого отсека барабана W кг, время τ мин, константу скорости убывания концентрации свободного комплексона ввиду термолиза и реакции связывания катионов в комплексные соединения K мин$^{-1}$ и производительность непрерывной продувки p кг/мин, дифференциальное уравнение изменения концентрации комплексона в объеме чистого отсека можно записать в виде

$$W\frac{dC_{кв}}{d\tau}=(D+p)C_{пв}-(n+p)C_{кв}-WKC_{кв}. \qquad (1)$$

Разделяя переменные

$$\frac{d\tau}{W}=\frac{dC_{кв}}{(D+p)C_{пв}-[(n+p)+WK]C_{кв}} \qquad (2)$$

и интегрируя равенство (2), получаем

$$\frac{[(n+p)+WK]\tau}{W} = -\ln\{(D+p)C_{пв} - [(n+p)+WK]C_{кв}\} + C, \qquad (3)$$

где C — постоянная интегрирования.

Так как в начальный момент в питательной воде свободный комплексон отсутствует, из условия, что при $\tau=0$, $C_{кв}=0$, и из уравнения (3) определяем постоянную интегрирования:

$$C = \ln(D+p)C_{пв}.$$

Подставляя значение C в уравнение (3) и производя алгебраические преобразования, имеем

$$C_{кв} = \frac{(D+p)C_{пв}}{(n+p)+WK}\left\{1 - \exp\left[-\frac{(n+p)+WK}{W}\tau\right]\right\}. \qquad (4)$$

Из уравнения (4) следует, что за время непрерывного ввода в котел комплексона его концентрация в чистом отсеке меняется по экспоненциальному закону и стремится к определенной постоянной величине. Темп изменения концентрации определяется постоянной K. Эта постоянная показывает удельную скорость результативирующей реакции, состоящей из реакции термического разложения и связывания комплексона в комплекс.

Исходя из наших экспериментальных данных по изменению коэффициента распределения комплексных соединений железа от времени при температуре 343°С и данных МЭИ [1] по комплексованию железа трилоном Б, получена представленная на рис. 1 зависимость константы скорости термолиза и связывания в комплекс железа трилоном Б от температуры кипящей воды.

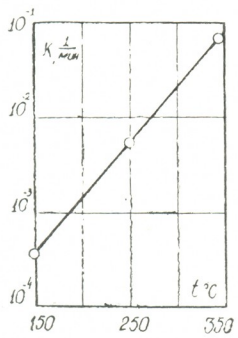


Рис. 1. Зависимость суммарного коэффициента скорости разложения и реакции комплексона от температуры

По уравнению (4) при постоянной концентрации комплексона и определенных значениях D, p, $C_{пв}$, n и W были проведены расчеты и получены зависимости изменения концентрации комплексона в чистом отсеке барабана котла ТГМ-94 для различных значений K. Расчеты показали, что постоянная концентрация комплексона в котловой воде устанавливается тем быстрее, чем выше значения K. Однако значения этих концентраций отличаются друг от друга — большему значению K соответствует меньшая концентрация.

ეროვნული ბიბლიოთეკა

Так, например, при давлении 152 бар, концентрации комплексона в питательной воде 500 мкг/кг и величине постоянной продувки 1%, несмотря на высокое значение K, равное 0,07 мин$^{-1}$ (когда в минуту расходуется 7% исходного комплексона), концентрация в котловой воде устанавливается на уровне 650 мкг/кг. Это количество реагента должно расходоваться на связывание в комплекс содержащихся в котловой воде кальция, магния, меди и растворения имеющихся в парогенераторе отложений. Очевидно, что поэтому обнаружение свободного комплексона в котловой воде парогенераторов сверхвысокого давления практически не удается. Однако при высоких концентрациях комплексона в питательной воде и относительно чистых поверхностях нагрева свободный комплексон может быть и обнаружен.

В зависимости от качества питательной воды и загрязненности поверхностей нагрева комплексон может расходоваться или только на связывание вносимых питательной водой веществ, или на связывание и растворение накипи. При этом для каждого конкретного случая можно определить такую дозировку комплексона, которая обеспечит связывание в комплекс растворенных катионов и растворение имеющихся отложений. Из приведенного анализа динамики изменения концентрации комплексона в котловой воде вытекает принципиально важное положение о том, что комплексонами можно вести не только непрерывный водный режим, но и производить очистку парогенераторов сверхвысокого давления в рабочем состоянии. Практическое осуществление на Тбилисской ГРЭС режима трилонирования подтвердило эффективность ведения комплексонного водного режима на энергоблоке сверхвысокого давления [2].

Грузинский НИИ энергетики
и гидротехнических сооружений

(Поступило 16.1.1975)

ენერგეტიკა

დ. ცხვირაშვილი, ნ. ჩიხლაძე, ა. ლაპიაშვილი

მაღალი წნევის დოლიანი ორთქლგენერატორების კომპლექსონური წყლის რეჟიმის განხორციელებისა და ორთქლგენერატორების გაწმენდის შესაძლებლობის გამოკვლევა

რეზიუმე

ნაშრომში მოყვანილია დოლიან ორთქლგენერატორებში კომპლექსონების თერმოლიზის ანალიზური მათემატიკური აღწერა კომპლექსონების კონცენტრაციის სიჩქარის შემცირების მუდმივას ექსპერიმენტულ სიდიდეებზე დაყრდნობით. ანალიზურად დამტკიცებულია მაღალი წნევის ორთქლგენერატორების კომპლექსონური წყლის რეჟიმის განხორციელების და მუშა მდგომარეობაში მათი გარეცხვის შესაძლებლობა.

POWER ENGINEERING

D. G. TSKHVIRASHVILI, N. M. CHIKHLADZE, A. D. LAPIASHVILI

ON THE FEASIBILITY OF COMPLEXONE WATER REGIME AND WASHING OF HIGH PRESSURE STEAM GENERATORS

Summary

Mathematical description of the thermolysis of complexones in drum steam generators is given.

On the basis of the experimental values of the constants of the reduction rate of complexone concentration it is proved analytically that introduction of a complexone regime and non-stop washing of the drum of high pressure steam generators is feasible.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Т. Х. Маргулова. Применение комплексонов в теплоэнергетике. М., 1973.
2. Д. Г. Цхвирашвили, Н. М. Чихладзе, Л. Е. Васадзе, С. И. Кахиани. Теплоэнергетика, № 9, 1971.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 78, № 2, 1975
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 78, № 2, 1975
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 78, № 2, 1975

УДК 631.414

ПОЧВОВЕДЕНИЕ

А. В. БОБРОВИЦКИЙ, Б. В. ТАБИДЗЕ, Н. А. ОРЛОВА

О МИНЕРАЛОГИЧЕСКОМ СОСТАВЕ КОЛЛОИДНО-ДИСПЕРСНОЙ СИСТЕМЫ КОРИЧНЕВЫХ ПОЧВ

(Представлено академиком М. Н. Сабашвили 21.11.1974)

Согласно принятому до недавнего времени мнению, мелкодисперсная часть коричневых почв характеризовалась наличием в ней минералов монтмориллонитово-гидрослюдистой ассоциации [1—4]. Наряду с этим, ряд исследователей в составе тонкодисперсных фракций некоторых коричневых почв Средней Азии не обнаружили монтмориллонита и отметили только наличие гидрослюд, каолинита и хлорит-каолинит-гидрослюдистый состав подстилающих лессовидных пород [5—7].

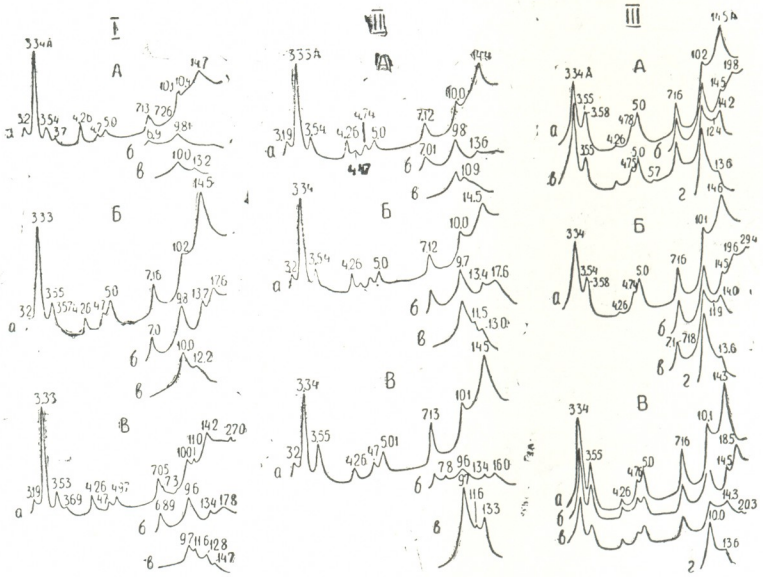


Рис. 1. Рентген-дифрактограммы илистой < I мк (I, II) и коллоидной <0,3 мк (III) фракций коричневой почвы: неорошаемый вариант — I А и III А — 0—10 см; I Б—55—65 см; I В и III В—190—200 см; орошаемый вариант — II и III Б—0—10 см; II Б — 49—59 см; II В и III В — 195—205 см; а — воздушно-сухой образец; б — насыщен глицерином; в — нагрет при 300°; г — нагрет при 550°

Минералогический состав илистой и коллоидной фракций изучался нами в неорошаемой и орошаемой коричневой карбонатной почве на лессовидных суглинках южной окраины Гори-Мухранской депрессии. Идентификация глинистых минералов (рис. 1) производилась по рент-

ген-дифрактограммам [8—10]. Монтмориллонит идентифицирован в обоих профилях коричневой почвы по базальному отражению 14,4—14,7 Å, смещающемуся в сторону малых углов после сольватации глицерином, особенно в горизонте А. Ниже по профилю почвы монтмориллонитовые пакеты проявляют слабые рефлексы набухания в области 16—17,8 Å. В воздушно-сухих образцах неорошаемого варианта по рефлексам 10,4 и 11 Å обнаруживаются слюда-монтмориллонитовые неупорядоченные смешаннослоистые образования. Гидрослюда идентифицирована рентген-дифрактограммах воздушно-сухих образцов по рефлексам 10—10,1; 5 и 3,33—3,34 Å. После сольватации глицерином базальное отражение гидрослюд с $\frac{d}{n}$ 10 Å сливается в широком (9,6—9,8 Å) втором порядке слюдогенного монтмориллонита, что свидетельствует о количественном преобладании последнего по всему профилю коричневой почвы. Действительно, количество гидрослюд в илистых фракциях, по данным валового содержания K_2O, находится в пределах 18—24%. На рентген-дифрактограммах коллоидной фракции <0,3 мк (рис. 1,III) отмечено высокое содержание монтмориллонита, гидрослюд и слюда-монтмориллонитовых смешаннослоистых образований с тенденцией к упорядочиванию пакетов, характеризующихся после насыщения глицерином смещением базального рефлекса в область 19,6—19,8 Å. Гидрослюдистая компонента под электронным микроскопом представлена резкоочерченными кристаллами изометричной, а также коллоидно-дисперсной щепковидной форм (рис. 2, А, Б).

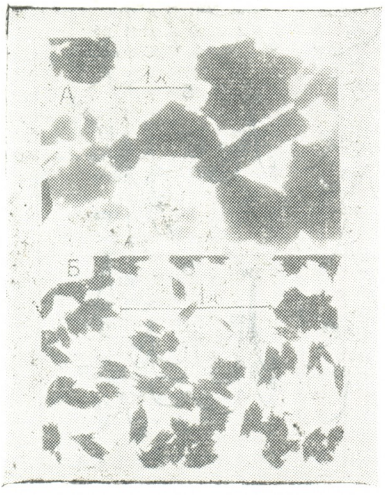


Рис. 2. Электронномикроскопические фотографии глинистых минералов илистой (А) и коллоидной (Б) фракций коричневой почвы

Анализ рентгеноструктурных параметров глинистых минералов коричневой почвы показал, что в илистой и коллоидной фракциях обоих разрезов значительная роль принадлежит минералам с переходной от 2:1 к 2:1:1 структурой, состоящей из неупорядоченно чередующихся хлорит-вермикулитовых и монтмориллонитовых пакетов. На рентген-дифрактограммах воздушно-сухих образцов они образуют общие с монтмориллонитом рефлексы от 14,2 до 14,7 Å, а после насыщения глицерином диагностируются по рефлексам 13,4 — 13,7 Å в илистой фракции 14,5 Å в коллоидной (рис. 1). После нагревания при 300° образцов коллоидной фракции чистые лабильные слои смещаются к 10 Å, а часть слоев с межпакетными прослойками гидроокиси алюминия да-

ет рефлексы 11,9—12,4 Å. Несколько усилившиеся после 300° нагревания рефлексы 14,0—14,3 Å принадлежат хлориту. Судя по тому, что базальные рефлексы хлорита после нагревания при 550° не усиливаются и смещаются до 13,6 Å, в данном случае диагностируется разновидность почвенного хлорита с дефектной кристаллической решеткой, а присутствие хлорит-вермикулитовых пакетов определяется по асимметричному в сторону малых углов рефлексу 10,1—10,2 Å в верхних горизонтах почвы (рис. 1, III А, Б). После нагревания при 550° образцов илистой фракции лабильные и метастабильные слои полностью дегидратируются, кристаллическая решетка хлорит-монтмориллонитового смешаннослоистого образования сжимается и в зависимости от содержания в ней жестких хлоритовых пакетов дает серию рефлексов 10,9—11,5—11,6—12,2—12,8—13,0—13,2—13,3 Å (рис. I, I, II).

Увеличение количества лабильной компоненты и уменьшение хлоритовых пакетов наблюдается вверх по профилю коричневой почвы, что свидетельствует о деградации унаследованных от почвообразующей породы хлоритов. Количество жестких хлоритовых пакетов в описываемых смешаннослоистых образованиях преобладает в илистой фракции, по сравнению с коллоидной, что также указывает на деградацию хлорита. При тенденции к упорядочиванию у хлорит-монтмориллонитовых смешаннослоистых образований проявляются рефлексы 27 Å в воздушно-сухом состоянии (фракция <0,3 мк нижнего горизонта), 29,4 Å после насыщения глицерином (фракция <0,3 мк верхнего горизонта) и 20,3 Å после нагревания при 300° (фракция <0,3 мк нижнего горизонта). Хлорит-вермикулитовые компоненты образуются в коричневой почве по сильно выветрелому и хлоритизированному in situ биотиту, согласно описанию минералогического состава первичных минералов. Конечным же продуктом деградации этого ряда минералов является монтмориллонит.

Каолинит на рентген-дифрактограммах воздушно-сухих образцов представлен рефлексами 7,1—7,12 и 3,55—3,58 Å, не изменяющимися после насыщения глицерином и исчезающими после нагревания при 550°. Галлуазит присутствует в нижнем и верхнем горизонтах почвы и диагностируется при помощи электронного микроскопа (рис. 3,А) и на дифрактограммах исходных образцов по рефлексам 7,26—7,30 и 3,7 Å. Всюду на рентген-дифрактограммах представлены кварц с $\frac{d}{n}$ 4,26 и 33,3 Å и полевые шпаты с $\frac{d}{n}$ 3,2 Å.

НИИ почвоведения,
агрохимии и мелиорации
МСХ ГССР

(Поступило 28.11.1974)

ეროვნული ბიბლიოთეკა

ნიადაგთმცოდნეობა

ა. ბობროვიცკი, ბ. ტაბიძე, ნ. ორლოვა

კოლოიდურ-დისპერსიული სისტემის მინერალოგიური შედგენილობის შესახებ ყავისფერ ნიადაგში

რეზიუმე

ყავისფერი ნიადაგის <0,001 მმ და <0,3μk ფრაქციის რენტგენოსტრუქტურული ანალიზით გამოვლინდა ქარს-მონტმორილონიტის და ჰლორიდ-ვერმიკულიტის შერეულ-შრეობრივი წარმონაქმნი — ქლორიდი, კაოლინიტი და ჰალუაზიტი.

SOIL SCIENCE

A. V. BOBROVITSKI, B. V. TABIDZE, N. A. ORLOVA

ON THE MINERALOGICAL COMPOSITION OF THE COLLOIDAL DISPERSION SYSTEM OF CINNAMONIC SOILS

Summary

An X-ray structural analysis of the <0.001 mm and <0.3 μk colloid fractions of cinnamonic soils has revealed, besides montmorillonite and hydromicas, known earlier, mixed lamellar formation of mica-montmorillonite and chlorite-vermiculite, as well as chlorite, kaolinite and halloysite.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. Н. Антипов-Каратаев. Почвоведение, № 12, 1947.
2. Г. А. Алиев. Коричневые лесные почвы. Баку, 1965.
3. Э. М. Салаев. Почвы Малого Кавказа. Автореферат, Баку, 1966.
4. Э. К. Накаидзе. Почвоведение, № 6, 1967.
5. В. П. Сосновская. Минералогический состав верхних горизонтов некоторых типов почв Таджикистана. Душанбе, 1965.
6. М. П. Аранбаев. Сероземы и светло-коричневые сухостепные почвы Центрального Копет-Дага. Ашхабад, 1969.
7. Н. Р. Малаев. Минералогический состав сероземов и коричневых почв Юго-Западного и Центрального Таджикистана. Автореферат, Ашхабад, 1971.
8. Г. Браун. Сб. «Рентгеновские методы изучения и структура глинистых минералов». М., 1965.
9. Н. И. Горбунов. Минералогия и кололидная химия почв. М., 1974.
10. Н. И. Горбунов, А. В. Бобровицкий. Почвоведение, № 11, 1973.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 78, № 2, 1975
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 78, № 2, 1975
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 78, № 2, 1975

УДК 631.4

ПОЧВОВЕДЕНИЕ

Т. Ф. УРУШАДЗЕ, Е. А. МХЕИДЗЕ

ВЛИЯНИЕ СОСНОВЫХ ЛЕСОВ НА БУРЫЕ ЛЕСНЫЕ ПОЧВЫ

(Представлено членом-корреспондентом Академии М. К. Дараселия 21.1.1975)

Сосновые леса в Грузии распространены в областях, характеризующихся засушливым континентальным климатом. На Малом Кавказе они представлены в Месхетии и в несколько меньших масштабах в бассейне р. Тана. Значительно бóльшие площади занимают эти леса в орографически изолированных регионах Центрального Кавказа — в Горной Тушетии, Хевсуретии, Сванетии.

Под сосновыми лесами Грузии формируются мало- или среднемощные бурые лесные типичные и бурые лесные слабоподзоленные почвы [1]. Эти почвы скелетные, кислые, высокогумусные и глубокогумусированные с сиаллитным типом выветривания минеральной части. С увеличением высоты над уровнем моря в них уменьшаются кислотность, степень ненасыщенности и емкость поглощения. Обладают они достаточно высоким естественным плодородием и не лимитируют рост высокобонитетных древостоев. Произрастание сосновых лесов У и Уа бонитетов объясняется неблагоприятными климатическими условиями или недостаточным почвенным увлажнением.

Влияние сосновых лесов на бурые лесные почвы неоднозначно и во многих случаях определяется влиянием геолого-литологических факторов. Вместе с тем, их компонентное биогеоценотическое значение может в ряде случаев нивелировать климатическое вертикально-поясное распределение формаций лесных биогеоценозов, а в пределах отдельных поясов определять основные закономерности формирования и распределения типов лесных биогеоценозов и образующих их древесных пород [2].

Сосновые леса Грузии приурочены к горным породам, которые можно условно объединить в две группы. К первой из них следует отнести основные породы — андезиты, базальты, окарбоначенные песчаники, распространенные в основном в Месхетии и в бассейне р. Тана, ко второй же — средние и отчасти кислые породы — глинистые сланцы, песчаники, встречающиеся в Горной Тушетии, Хевсуретии, Сванетии.

Бурые лесные почвы под сосновыми лесами на основных породах в подавляющем большинстве случаев характеризуются недифференцированным профилем и относятся к типичным разностям отмеченных выше почв. На породах же второй группы, наряду с недифференцированным профилем, они довольно часто характеризуются дифференцированным профилем и относятся к слабоподзоленным разностям.

Проведенные нами определения группового и фракционного состава почв сосновых лесов (см. таблицу) подтвердили различия почв, связанные с влиянием геолого-литологического фактора.

В качестве объектов были взяты разрезы, сформированные на породах обеих групп: Д-1 и Д-3 в Боржомском ущелье (возле с. Даба), Аб-4 в Месхетии (в окрестностях курорта Абастумани) на андезито-базальтах, Т-4 и Т-6 в Горной Тушетии на глинистых сланцах.

Групповой и фракционный состав гумуса почв сосновых лесов (% от общего содержания С)

Разрез	Горизонт, глубина, см	Гумус, %	С	С 0,5 N H_2SO_4	Гуминовые кислоты				Фульвокислоты				Сг : Сф	Почвенные гумины
					I	II	III	Сумма	I	II	III	Сумма		
Д-1	АВ—4—7	4,60	2,66	15,75	2,40	23,50	4,25	30,15	4,80	28,70	7,30	40,80	0,73	13,30
	СД—7—18	2,07	1,20	12,50	2,65	24,20	4,00	30,85	5,40	28,60	6,40	40,40	0,76	16,25
Д-3	A_1—55—15	4,02	2,33	7,80	9,70	23,40	6,50	39,60	9,50	30,70	5,00	45,20	0,83	7,40
	ВС—15—25	3,72	2,15	13,40	7,85	22,30	2,58	32,73	6,80	30,40	7,60	44,80	0,73	9,07
	BC_2—21—35	1,72	0,99	10,80	4,50	20,15	4,50	29,10	3,50	26,15	5,30	34,95	0,83	25,15
Т-4	A_1—1—2	9,20	5,03	11,50	6,40	20,40	4,50	31,30	3,40	30,75	4,30	38,45	0,81	18,75
	ВС—12—23	5,9	4,03	10,40	4,80	22,50	5,50	32,80	2,50	34,45	4,40	41,35	0,81	18,25
	СД—23—40	6,32	3,66	15,20	7,50	18,85	3,50	29,85	3,80	28,40	5,20	37,40	0,80	17,95
Т-6	A_1—3—9	9,25	5,16	11,50	5,60	18,40	2,50	26,50	3,40	27,60	5,75	36,75	0,72	25,25
	ВС—9—25	3,05	1,76	11,40	8,50	17,00	8,75	32,25	5,50	30,10	6,70	42,30	0,80	12,05
Аб-4	A_1—4—14	4,0	2,34	8,60	7,80	13,70	11,70	33,20	6,70	25,95	7,20	39,85	0,83	18,35
	В—14—33	3,80	2,20	9,40	8,40	13,65	11,75	33,80	5,80	30,00	5,10	40,90	0,82	15,90

Рассматриваемые почвы высокогумусны (в горизонте A_1 содержание гумуса 4,02—9,25%) и глубокогумусированы (даже в самых нижних горизонтах 1,72—6,32%). Сумма гуминовых кислот составляет 26,50—39,60%. В фракционном составе преобладает II фракция, связанная с Са. Сумма фульвокислот заметно выше, чем гуминовых, и составляет 34,95—45,20%. Среди фульвокислот также преобладает II фракция, связанная с Са. Далее следует III фракция, представленная прочно связанными с R_2O_3 комплексами. В наименьших количествах представлена самая агрессивная I фракция. Отношение Сг:Сф во всех почвах меньше 1, что указывает на фульватный тип гумуса. Почвенные гумины в некоторых разрезах достигают довольно больших величин — 25,25%, что вообще является характерным для бурых лесных почв.

На фоне этих общих закономерностей в почвах, развитых на глинистых сланцах (разрезы Т-4 и Т-6), прослеживается перераспределение самой агрессивной I фракции фульвокислот, т. е. увеличение ее содержания с глубиной. Подобное поведение, видимо, благоприятствует формированию почв с дифференцированным профилем.

Приведенный нами материал подтверждает классификационную и практическую важность выявления биогеоценотической дифференциации горных пород и почв.

Тбилисский институт леса

(Поступило 31.1.1975)

თ. ურუშაძე, ე. მხეიძე

ფიჭვნარი ტყის გავლენა ტყის ყომრალ ნიადაგებზე

რეზიუმე

ფიჭვნარი ტყის გავლენა ტყის ყომრალ ნიადაგებზე ბევრად არის დამოკიდებული დედა ქანზე. ფუძე ქანების შემთხვევაში ძირითადში ფორმირდება ტყის ყომრალი არადიფერენცირებული პროფილით, ხოლო საშუალო და მჟავე ქანებზე — დიფერენცირებული პროფილით.

T. F. URUSHADZE, E. A. MKHEIDZE

THE INFLUENCE OF PINE ON BROWN FOREST SOILS

Summary

The influence of pine on brown forest soils depends on the composition of parent material. On intermediate or acid rocks there are brown forest soils with differentiated profile.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Т. Ф. Урушадзе. Лесоведение, № 2, 1974.
2. С. В. Зонн, Т. Ф. Урушадзе. Научные основы и методические указания к биогеоценотическому изучению почв горных лесов. Тбилиси, 1974.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 78, № 2, 1975
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 78, № 2, 1975
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 78, № 2, 1975

УДК 581.13.575.257

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

Г. Г. МАМУЛАШВИЛИ

ЗАВИСИМОСТЬ ФОРМЫ БИОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ РЕАКЦИИ ОТ ИНТЕНСИВНОСТИ ВОДНОГО РЕЖИМА РАСТЕНИЯ

(Представлено академиком Н. Н. Кецховели 23.1.1975)

Как показывают литературные данные, в исследованиях с целыми транспирирующими растениями наблюдаются различные по форме биоэлектрические реакции [1—5]. Возникает вопрос, нельзя ли объяснить этот факт различием интенсивности их водного режима, особенно принимая во внимание то, что и гидродинамические реакции транспирирующих растений более или менее интенсивны [3—5].

Для решения этого вопроса были поставлены эксперименты, в которых сравнивались биоэлектрические реакции одного и того же растения тыквы *C. maxima* при разных напряженностях водного режима.

Опыты мы проводили по следующей методике. В качестве воздействия, вызывающего биоэлектрический и гидродинамический ответ, выбрали кратковременное, фиксированное по длительности погружение корневой системы растения в 0,1 М раствор хлористого калия. Такое воздействие повторяли многократно на одном и том же растении, причем визуальным контролем физиологического состояния растения служила тургесцентность листьев. Биоэлектрические реакции (БЭР) регистрировали трехэлектродным методом отведения разности электрических потенциалов (РЭП) экстраклеточно: общий (заземленный) электрод соединяли с поверхностью гипокотиля непосредственно под семядольными листьями; один измерительный электрод подводили к гипокотилю на 1—3 см выше корневой шейки, второй — к середине гипокотиля. Гидродинамические реакции регистрировали при помощи датчика движения жидкости (ДДЖ) конструкции В. Г. Карманова [4]. Датчик ДДЖ прикрепляли между измерительными электродами.

Таким образом, получали две записи РЭП и одну запись ДДЖ, однако чтобы не перегружать рисунок, одну из записей РЭП мы не приводим. Соответственно и в схеме опыта показан один измерительный электрод.

В начале опыта растения находились на свету. Корневую систему погружали в раствор 0,1 М KCl в течение 50 сек. Это воздействие повторяли трижды с интервалами 6 мин. Затем выключали свет и спустя 30 мин повторяли опыт в темноте. Затем свет снова включали и через 30 мин повторяли опыт при включенном свете. Результаты одного из таких экспериментов представлены на рис. 1.

Как показывают записи ДДЖ, в темноте амплитуда гидродинамической реакции в ответ на действие хлористого калия уменьшается приблизительно в 1,5 раза. При этом форма биоэлектрической реакции заметно изменяется: на свету (рис. 1,а, в) при солевом воздействии, наряду с медленными, наблюдаются быстрые составляющие, напоминающие импульсы, что характерно для транспирирующего растения

тыквы в этих условиях [2, 5]; в темноте же, т. е. при низкой интенсивности транспирации (рис. 1,б), наблюдаются монотонные БЭР тыквы при действии невысокой концентрации соли. Наблюдаемый эффект подтверждает мнение И. И. Гунара и Л. А. Паничкина [6] о том, что водно-солевые потоки могут играть решающую роль в образовании некоторых видов БЭР.

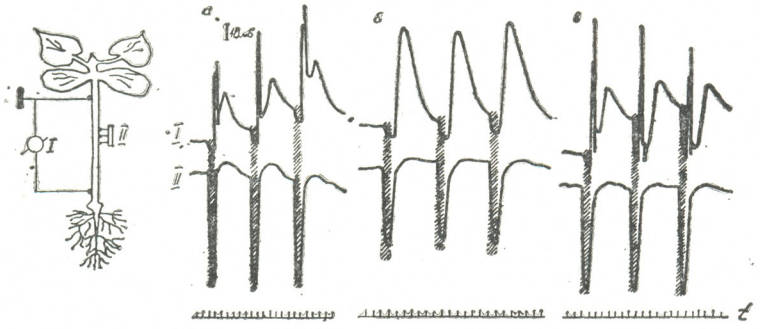


Рис. 1. Биоэлектрические (I) и гидродинамические (II) реакции, регистрируемые у стебля целого транспирирующего растения тыквы на свету (а, в) и в темноте (б) при действии на корневую систему 0,1 М раствора KCl. Продолжительность воздействия — 50 сек (заштрихованные зоны). Между воздействиями корень находился в питательном растворе Кнопа. Отметка времени — 50 сек

Приведенные экспериментальные данные говорят о том, что в целых транспирирующих растениях зависимость формы БЭР от интенсивности водного режима сложна и неоднозначна. Обсуждение вопроса затрудняется тем, что БЭР часто складываются из нескольких компонентов. Форма их весьма разнообразна и варьирует от опыта к опыту, что, вероятно, объясняется наличием нескольких механизмов генерации БЭР высших растений [7, 8].

Академия наук Грузинской ССР
Институт кибернетики

(Поступило 23.1.1975)

მცენარეთა ფიზიოლოგია

გ. მამულაშვილი

ბიოელექტრული რეაქციის ფორმის დამოკიდებულება მცენარის წყლის რეჟიმის ინტენსივობაზე

რ ე ზ ი უ მ ე

მცენარის ფესვთა სისტემაზე 0,1 მ KCl-ის ხსნარის ხანმოკლე ზემოქმედებისას ვიკვლევდით ბიოელექტრული რეაქციის (ბერ) ფორმების დამოკიდებულებას წყლის რეჟიმის ინტენსივობაზე. ასეთ ზემოქმედებას ვაწარმოებდით რამდენიმეჯერ ერთსა და იმავე მცენარეზე. ბერ რეგისტრაციას ვაწარმოებდით ელექტრულ პოტენციალთა სხვაობის უჯრედგარეშე მეთოდიკის საშუალებით, ჰიდროდინამიკურ რეაქციას კი — კარმანოვის კონსტრუქციის სითხის მოძრაობის აღმრიცხველის საშუალებით.

ეროვნული ბიბლიოთეკა

ნაჩვენებია, რომ მცენარის ბერ ფორმის დამოკიდებულება წყლის რეჟიმზე ჟიმზე რთული და არაერთგვაროვანია. სიბნელეში, ე. ი. ტრანსპირაციის დაბალი ინტენსივობის დროს ბერ მონოტონურად იცვლება; სინათლეზე კი, ე. ი. ტრანსპირაციის მაღალი ინტენსივობის დროს, გარდა მონოტონურისა, ბერ შეიცავს იმპულსური ფორმის ჩქარ შემადგენელს. ბიოელექტრული რეაქციის ფორმების ნაირსახეობა, რომლებიც ხშირად რამდენიმე კომპონენტს შეიცავენ, შესაძლებელია აიხსნას უმაღლეს მცენარეში ბერ გენერაციის რამდენიმე მექანიზმის არსებობით.

PLANT PHYSIOLOGY

G. G. MAMULASHVILI

DEPENDENCE OF THE BIOELECTRICAL REACTION FORM UPON THE INTENSITY OF PLANT'S WATER REGIME

Summary

Dependence of the bioelectrical reaction form upon the intensity of the plant's water regime (*Cucurbita maxima*) has been studied by temporary (50 sec.) action of 0.1M KCL solution on the root system. Such influence was repeated upon one and the same plant. BER was monitored by extracellular registration, and the hydrodynamic reaction by use of Karmanov's moving liquid transducer. It is shown that in transpiring pumpkin plants the dependence of the form of bioelectrical reaction on the intensity of the plant's water regime is complex and nonuniform. In the dark, i. e. with reduced transpiration we have monotonous BER; in the light, with high transpiration, along with monotonous BER, we have quick BER, components resembling impulses.

This variety of BER forms consisting of several components can be explained by the presence of several mechanisms of their generation.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. И. Гунар, А. М. Синюхин. ДАН СССР, 142, № 4, 1962.
2. А. М. Синюхин, В. В. Горчаков. Физиол. раст., 13, вып. 5, 1966.
3. И. И. Гунар, Л. А. Паничкин. Изв. ТСХА, вып. I, 1967.
4. Г. Г. Мамулашвили. Сб. «Вопросы экспериментальной биофизики и кибернетики растений», АФИ, вып. 24. Л., 1969.
5. В. Г. Карманов, О. О. Лялин, Г. Г. Мамулашвили, С. Н. Мелещенко, В. А. Никишин, С. С. Радченко. Физиология и биохимия культурных растений, 6, вып. 1, 1974.
6. И. И. Гунар, Л. А. Паничкин. Изв. ТСХА, вып. 4, 1969.
7. И. И. Гунар, Л. А. Паничкин. Изв. ТСХА, вып. 5, 1970.
8. T. Sibaoka. Ann. Rev. Plant Phys., v. 20, 1969.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 78, № 2, 1975
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 78, № 2, 1975
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 78, № 2, 1975

ეროვნული ბიბლიოთეკა

УДК 581.167.638.11

ᲒᲔᲜᲔᲢᲘᲙᲐ ᲓᲐ ᲡᲔᲚᲔᲥᲪᲘᲐ

Ც. ᲡᲐᲛᲐᲓᲐᲨᲕᲘᲚᲘ

ᲰᲘᲑᲠᲘᲓᲣᲚᲘ ᲜᲔᲙᲠᲝᲖᲘᲡ ᲓᲐ ᲬᲘᲗᲔᲚᲘ ᲰᲘᲑᲠᲘᲓᲣᲚᲘ ᲥᲚᲝᲠᲝᲖᲘᲡ ᲒᲐᲕᲚᲔᲜᲐ ᲞᲘᲠᲕᲔᲚᲘ ᲗᲐᲝᲑᲘᲡ ᲰᲘᲑᲠᲘᲓᲔᲑᲘᲡ ᲞᲚᲐᲡᲢᲘᲓᲣᲠᲘ ᲞᲘᲒᲛᲔᲜᲢᲔᲑᲘᲡ ᲨᲔᲛᲪᲕᲔᲚᲝᲑᲐᲖᲔ

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ლ. დეკაპრელევიჩმა 20.1.1975)

ხორბლის სახეობის შიგა და სახეობათაშორისი ჰიბრიდების შესწავლით დადგენილია, რომ პირველი თაობის მცენარეთა ნაადრევად სიკვდილის გამომწვევია გენეტიკური სისტემები: ჰიბრიდული ნეკროზი ($Ne_1 + Ne_2$) და წითელი ჰიბრიდული ქლოროზი ($Ch_1 + Ch_2$) [1]. ნაკლებადაა ცნობილი ამ გენეტიკური სისტემების შედეგად გამოწვეული ფიზიოლოგიური პროცესები. ლიტერატურაში გვხვდება მონაცემები იმის შესახებ, რომ ნეკროზის შედეგად ირღვევა მცენარეში ქლოროფილის შემცველობა [2]. უკანასკნელ პერიოდში აღნიშნულია, რომ ნეკროზულ მცენარეებში ხდება მთელი რიგი ბიოქიმიური ცვლილებები [3—5].

ჩვენ შევისწავლეთ საქართველოში გავრცელებული რბილი ხორბლის ავტოხტონური ჯიშების და ენდემური სახეობების (*T. persicum v. stramineum, T. macha v. imereticum*) სათანადო ტესტერებთან შეჯვარებით მიღებულ ჰიბრიდულ კომბინაციათა პირველი თაობის ნეკროზულ და ქლოროზულ მცენარეებში „ა“ ქლოროფილის, „ბ“ ქლოროფილის და კაროტინოიდების შემცველობა.

საანალიზოდ შევარჩიეთ დათავთავებაში შესული ნეკროზული და ქლოროზული მცენარეების ყველაზე მწვანე ფოთლის შუა ნაწილი. ასეთი წესით ავიღეთ თითოეული კომბინაციის 10—10 ნიმუში. საანალიზო ნიმუშებს ვამუშავებდით სათანადო მეთოდიკის მიხედვით [6]. 1 გრამ მწვანე მასას ვათავსებდით როდინში და ვამატებდით აცეტონს. ამ არეში მოთავსებულ მასას ვსრესდით მანამდე, სანამ მწვანე ფერის გამოყოფა არ დამთავრდებოდა. „ა“, „ბ“ ქლოროფილის და კაროტინოიდების განსაზღვრას ვაწარმოებდით ოპტიმალური სიმკვრივის პირობითი ერთეულით (1 გ — 100 მლ). ტალღები „ა“ ქლოროფილისათვის — 662, „ბ“ ქლოროფილისათვის — 644, კაროტინოიდებისათვის — 440. მიღებული ოპტიკური სიმკვრივეები შევიტანეთ ვეტშტეინის ფორმულაში და მივიღეთ რიცხობრივი მაჩვენებლები ერთეულით მგ%-ში.

აღნიშნული მეთოდიკით ჩატარებულმა გამოკვლევამ გვიჩვენა, რომ პირველი თაობის ჰიბრიდების ნეკროზული მცენარეები „ა“, „ბ“ ქლოროფილის და კაროტინოიდების შემცველობით მშობლიურ ფორმებთან შედარებით ხასიათდებიან მკვეთრად დაბალი მაჩვენებლებით: რბილი ხორბლის ჯიშის „ძალისურას“ მონაწილეობით მიღებულ ნეკროზულ მცენარეში „ა“ ქლოროფილის შემცველობაა 18,5 მგ%, „ბ“ ქლოროფილი 38,4 მგ%, ხოლო კაროტინოიდები 11,3 მგ%. საწყის მშობლიურ ფორმებში ეს მაჩვენებლები შესაბამისად შეადგენდა: ძალისურაში — 98,8; 96,8 და 40,8 მგ%; სამბოში — 90,8; 82,9 და 40,8 მგ%.

განსხვავებული მონაცემები მივიღეთ წითელი ჰიბრიდული ქლოროზის შემთხვევაშიც. რბილი ხორბლის ჯიშის „დოლის პური 35—4“ და ხორბალ „მახას“ შეჯვარებით მიღებულ ქლოროზულ მცენარეში „ა“ ქლოროფილის შემცველობა უდრიდა 87,1 მგ%, „ბ“ ქლოროფილისა 82,2 მგ%, კაროტინოი-

ეროვნული ბიბლიოთეკა

დები 38,8 მგ%. საწყის მშობელ ფორმებში შესაბამისად „დოლის პური 35—4“ — 121,8; 113,0 და 58,2 მგ%; ხორბალ „მახაში“ — 132,1; 125,5 და 59,9 მგ%.

მიღებული მონაცემების ანალიზი ნათლად გვიჩვენებს, რომ ჰიბრიდული ნეკროზის და წითელი ჰიბრიდული ქლოროზის მოვლენა მკვეთრად არღვევს პლასტიდურ პიგმენტებს და მათი შემცველობა მკვეთრად მცირდება. ამავე დროს აღინიშნა ის ფაქტი, რომ მშობელ ფორმებში „ა“ ქლოროფილი „ბ“ ქლოროფილს სჭარბობს. ნეკროზის შედეგად ეს თანაფარდობა ირღვევა და ნეკროზულ მცენარეებში „ბ“ ქლოროფილი უფრო მეტია, ვიდრე „ა“ ქლოროფილი. ეს მოვლენა არ შეიმჩნევა ქლოროზის შემთხვევაში.

ჩვენი გამოკვლევებით დადგენილ იქნა, რომ ჰიბრიდულ მცენარეებში პლასტიდური პიგმენტების შემცველობის დარღვევა, მისი შემცირება გამოწვეულია ჰიბრიდული ნეკროზის და წითელი ჰიბრიდული ქლოროზის გამომწვევი გენების ურთიერთმოქმედებით. ქლოროფილი და კაროტინოიდები აქტიურად მონაწილეობენ მცენარეთა მეტაბოლიზმის პროცესში და ონტოგენეზში, მათი წარმოქმნის და დაშლის პროცესი მეტად მგრძნობიარეა მცენარეთა შინაგან ცვლილებაზე. ამიტომ ჰიბრიდული ნეკროზი და ქლოროზი გენეტიკური სისტემებია, რომლებიც მოქმედებენ ჰიბრიდულ მცენარეთა ფიზიოლოგიურ პროცესებზე და იწვევენ ამ პროცესების დარღვევას, ქლოროფილის აპარატის დაშლას და, საბოლოოდ, ჰიბრიდულ მცენარეთა ნაადრევ სიკვდილს.

საქართველოს სასოფლო-სამეურნეო
ინსტიტუტი

(შემოვიდა 23.1.1975)

ГЕНЕТИКА И СЕЛЕКЦИЯ

Ц. З. САМАДАШВИЛИ

СОДЕРЖАНИЕ ПЛАСТИДНЫХ ПИГМЕНТОВ В ГИБРИДАХ ПЕРВОГО ПОКОЛЕНИЯ ПШЕНИЦЫ, ПОРАЖЕННЫХ ГИБРИДНЫМ НЕКРОЗОМ ИЛИ ГИБРИДНЫМ ХЛОРОЗОМ

Резюме

Определение хлорофилла в растениях первого поколения гибридов пшеницы, пораженных гибридным некрозом или красным гибридным хлорозом, проведенное методом Сапожникова, показало, что в этих растениях под влиянием воздействия комплементарных генов происходит разрушение хлорофилла и каратиноидов и содержание их резко уменьшается.

Кроме того, этим же методом было установлено, что у некрозных растений пшеницы содержание хлорофилла «б» больше, чем хлорофилла «а», в то время как у родительских форм соотношение между хлорофиллом «а» и «б» обратное. Это явление не наблюдается у растений, пораженных красным гибридным хлорозом.

GENETICS AND SELECTION

Ts. Z. SAMADASHVILI

THE CONTENT OF PLASTIDIAL PIGMENTS IN THE FIRST GENERATION OF WHEAT HYBRIDS AFFECTED BY HYBRID NECROSIS AND RED HYBRID CHLOROSIS

Summary

Determination of chlorophyll, carried out by the method of Sapozhnikov, in plants of the first generation of wheat hybrids affected by hybrid necrosis and red hybrid chlorosis has shown that in these plants decomposition of chlorophyll and carotenoids occurs, their content drastically diminishing under the action of complementary genes.

In addition, it has been established that the content of chlorophyl *b* is higher than that of chlorophyll *a* in plants affected by necrosis, whereas the correlation of chlorophyll *a* and *b* is reversed in paternal plants. This phenomenon was not observed in plants affected by red hybrid chlorosis.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. П. П. Наскидашвили. Труды ГрузСХИ, т. XXXVIII, 1974.
2. H. Toxopens, J. C. Th. Hermsen. Euphytica, 13, № 1, 1964, 29.
3. А. С. Петросян. Биол. ж. Армении, XXVI, 2, 1973.
4. О. А. Мнацаканян, Дж. О. Оганесян, М. А. Минасян, В. Т. Мартиросян. Труды серии «Пшеница», 1, 1973.
5. К. А. Бабаджанян, Дж. А. Вартанян. Биол. ж. Армении, XXV. 46, 1974.
6. Д. Ц. Сапожников. Пигменты пластид зеленых растений и методика их исследования. М., 1964.
7. D. Wettstein. Chlorophyll letale und der submikroskopische Forvechsel der Plastiden cele. Research, 12, 1957, 427.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 78, № 2, 1975
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 78, № 2, 1975
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 78, № 2, 1975

УДК 612.813.3

ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

Г. С. САНАДИРАДЗЕ, Т. В. ГОГОЛАДЗЕ,
Д. М. ГЕДЕВАНИШВИЛИ (член-корреспондент АН ГССР)

ПЕРИЭЛЕКТРОТОНИЧЕСКИЕ ПОТЕНЦИАЛЫ ПЕРИФЕРИЧЕСКОГО НЕРВА ЛЯГУШКИ

Постоянный ток в виде медленных колебаний биоэлектрического потенциала, наблюдающийся в центральной нервной системе, может оказывать электротоническое действие на спонтанные и вызванные потенциалы [1, 2]. Медленные колебания потенциала — «медленные волны» распространяются и за пределы центральной нервной системы; их электротоническое действие может быть обнаружено, например, в передних корешках спинного мозга [3].

В свете этих фактов становится понятным огромное значение открытия Н. Е. Введенским [4] явления периэлектротона — изменения возбудимости противоположного знака в отдаленных (от поляризуемого постоянным током участка) областях нерва.

Н. Е. Введенский, описав явление периэлектротона, оставил открытым вопрос о его происхождении. Некоторые авторы [5, 6] сочли возможным объяснить периэлектротон сопряженными изменениями возбудимости в отдаленных участках нерва. Однако другие авторы [7] резонно возражали, что локальные изменения возбудимости в нерве не могут сами по себе вызывать изменений возбудимости в отдаленных участках нерва.

Механизм периэлектротона объяснил Д. М. Гедевани [8, 9]. Специально поставленными экспериментами он доказал, что периэлектротон вызван ответвлением постоянного тока вдоль нерва, причем в отдаленных от поляризующих электродов участках постоянный ток изменяет свое направление на обратное, что и обусловливает развитие сопряженных изменений противоположного знака в периэлектротонической области нерва. С целью обнаружения электротонического и периэлектронического потенциалов он использовал так называемый «физиологический реоскоп» — другой нервно-мышечный препарат.

При использовании зеркального гальванометра, а также цветных реакций с железосинеродистым калием было подтверждено наличие периэлектротонических (т. е. обратного знака) потенциалов в нерве нервно-мышечного препарата лягушки и на физической модели его [10].

Цель нашей работы — доказать возможность изменения направления постоянного тока в дистальных участках нерва наиболее точным современным методом осциллографической записи.

Опыты проводились на лягушках (*Rana ridibunda*) с перерезанным ниже 2—3 шейного позвонка спинным мозгом, что обеспечивает сохранение у животного дыхания и нормального кровообращения([1]. Позвоночник вместе со спинным мозгом пересекались выше выхода

([1]Этот метод, по предложению Д. М. Гедевани, с давних пор применяется в нашей лаборатории.

VII—IX спинномозговых нервов. Затем отсепаровывался седалищный нерв по всей длине вплоть до икроножной мышцы.

Поляризующие электроды с межполюсным расстоянием 15—18 мм располагались на проксимальном участке нерва. Две пары отводящих электродов с межполюсным расстоянием 4 мм располагались на расстоянии 5 мм (для отведения электротонических потенциалов) и 28 мм (для отведения периэлектротонических потенциалов) от поляризующих электродов. Поляризующие и отводящие электроды были серебряные, хлорированные. Перед нанесением раздражения нерв приподнимали на воздух и помещали на электроды, с тем чтобы нерв по всей длине находился в воздухе и проксимальный его конец с кусочком позвонка не касался тканей. Сила поляризующего тока была 20—100 мв, длительность 30—40 мсек (стимулятор ЭСУ-1). Регистрация потенциалов производилась двухлучевым осциллографом фирмы «Medicor».

Поляризация нерва постоянным током ведет, в частности, к гиперполяризации анэлектротонической области нерва, что проявляется в позитивном отклонении потенциала. После выключения поляризующего тока, естественно, имеем негативное отклонение в области анода. Результаты этих опытов согласуются с данными работ [11, 12], в которых осциллографически зарегистрированы электротонические потенциалы на изолированном нерве.

На рис. 1 приведена одновременная осциллографическая запись потенциалов, отведенных как из электротонического (нижняя запись), так и из периэлектротонического (верхняя запись) участков нерва: в периэлектротонической области электротонические потенциалы имеют противоположное, по сравнению с областью электротона, направление как при их возникновении, так и при прекращении.

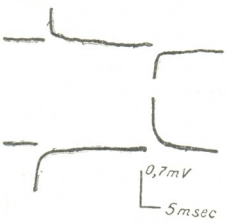


Рис. 1

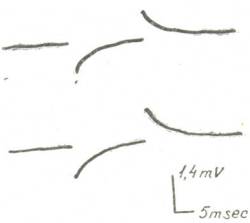


Рис. 2

Могут наблюдаться, обычно при большой силе поляризующего тока, и такие случаи, когда электротонические потенциалы возникают по всей длине нерва (рис. 2). Тогда и в электротонической (нижняя запись), и в периэлектротонической (верхняя запись) областях потенциалы имеют одинаковое направление.

Исходя из всего вышесказанного, можно утверждать, что периэлектротон, подобно электротону, возникает под влиянием приложенного к нерву постоянного тока, с той лишь разницей, что постоянный ток в периэлектротонической области является петлей поляризующего тока, имеющей обратное, по сравнению с основным током, направление.

И. А. Владимировой [13] удалось зарегистрировать периэлектротонические потенциалы только искусственным путем, в условиях недостаточной изоляции нерва от корпуса: один конец смоченной в рингеровском растворе нитки прикладывался к проксимальному полюсу поляризующих электродов, а другой — к периэлектротонической области. В противоположность этому наше осциллографическое исследова-

ние подтверждает вывод Н. Е. Введенского [4] о том, что периэлектротон наблюдается и при самой тщательной изоляции нервно-мышечного препарата от корпуса, исключающей возникновение дополнительных полюсов.

В работе И. А. Владимировой и др. не учитывается то обстоятельство, что в изолированном нервном стволе и даже в каждом аксоне имеются условия для ветвления поляризующего тока [8]. Важным условием является наличие капиллярного слоя тканевой жидкости на поверхности нерва и между волокнами, составляющими нервный ствол; по этой жидкости ответвленная (в периэлектротонической области) по осевому цилиндру петля поляризующего тока свободно замыкается на соответствующем полюсе.

Это обстоятельство учтено в физической модели электротона и периэлектротона Д. М. Гедевани и Г. И. Эйдельмана (см. [14]), что обеспечивает возникновение в модели, в отдаленных от полюсов поляризующего тока областях, тока обратного направления.

Тбилисский государственный
медицинский институт

(Поступило 13.3.1975)

ადამიანისა და ცხოველთა ფიზიოლოგია

გ. სანადირაძე, თ. გოგოლაძე, დ. გედევანიშვილი (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი)

ბაყაყის პერიფერიული ნერვის პერიელექტრონული პოტენციალები

რეზიუმე

ბაყაყის საჯდომი ნერვის ელექტროტონული პოტენციალების ოსცილოგრაფიულმა რეგისტრაციამ გვიჩვენა, რომ პერიელექტროტონის უბანში მაპოლარიზებელი დენის ჩართვისა და ამორთვისას აღმოცენდებიან ელექტროტონის უბნიდან იმავე დროს ჩაწერილ პოტენციალებთან შედარებით საწინააღმდეგო ნიშნის „პერიელექტროტონული“ პოტენციალები. აგზნებადობის ცვლილებები, რაც პერიელექტროტონის უბანში აღინიშნება, წარმოადგენს ნერვის ამ უბანში მაპოლარიზებელი დენის განტოტვის შედეგს, რისთვისაც თვით იზოლირებულ ნერვში არსებობს ამის ყველა პირობა, მათ შორის ნერვის ზედაპირზე და ნერვულ ბოჭკოებს შორის კაპილარული ქსოვილოვანი სითხის არსებობა.

HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY

G. S. SANADIRADZE, T. V. GOGOLADZE, D. M. GEDEVANISHVILI

PERIELECTROTONIC POTENTIALS OF THE FROG'S PERIPHERAL NERVE

Summary

Oscillographic recording of electrotonic potentials of the frog's sciatic nerve showed that far enough from the direct current poles, the switching of the current on and off produced perielectrotonic potentials—reversed in sign, in comparison with simultaneously recorded potentials in the

neighbourhood of the pole. The changes of electrical excitability observed in distant regions of the nerve produced by application of direct current depend on the branching off of the polarizing current to a perielectrotonic zone, for which there are all the conditions in the insulated nerve itself, involving the capillary layer of tissue fluid on the nerve surface and everywhere between the nervous fibres composing it.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. S. H. Bartley. J. Exp. Psychol., 27, 1940, 624.
2. G. H. Bishop. Am. J. Physiol., 103, 1933, 213.
3. D. H. Barron, B. H. C. Matthews. J. Physiol., 92, 1938, 276.
4. Н. Е. Введенский. Изв. Росс. Ак. наук, сер. VI, т. 14, 1920, 333.
5. А. А. Ухтомский. Собр. соч., т. 2. Л., 1951, 67.
6. Н. П. Резвяков. Сб. «Новое в рефлексологии и физиологии нервной системы», № 1. Л.—М., 1925, 47.
7. И. С. Беритов. Мед. биол. ж., № 1, 1927, 82.
8. Д. М. Гедевани. Физиол. ж. СССР, т. 15, 1932, 395.
9. Гедевани. Физиол. ж. СССР, т. 16, 1933, 205.
10. Ф. П. Петров. Труды Ленингр. о-ва естествоиспытателей, т. 76, 1971, 47.
11. H. Schaefer. Elektrophysiologie. Allgemeine Elektrophysiologie. v. 1. Vien, 1940.
12. R. Lorente de Nó. A Study of Nerve Physiology. Rockefeller Inst. Med. Res., v. 131, v. 132. New York, 1947.
13. И. А. Владимирова. Физиол. ж. СССР, т. 44, 1958, 570.
14. Д. М. Гедеванишвили. Некоторые актуальные вопросы физиологии и пути их решения. Тбилиси, 1970, 61.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 78, № 2, 1975
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 78, № 2, 1975
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 78, № 2, 1975

УДК 543.53

БИОФИЗИКА

О. Т. КЕНИЯ, Г. И. ДАНЕЛИЯ, Ю. П. ОСЕЙ, Л. М. МОСУЛИШВИЛИ, Г. Р. МАЧАРАШВИЛИ, Н. И. ШОНИЯ

ОБНАРУЖЕНИЕ И АНАЛИЗ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В НЕКОТОРЫХ РАСТЕНИЯХ С ПОМОЩЬЮ НЕЙТРОННОЙ АКТИВАЦИИ

(Представлено академиком В. Л. Менабде 16.1.1975)

Микроэлементы играют важную роль в биохимических и физиологических процессах растений [1]. Поэтому в настоящее время в сельскохозяйственной биологической науке элементный анализ растений — одна из наиболее актуальных задач. В этом вопросе решающую роль могут сыграть ядерно-физические методы анализа, в частности нейтронно-активационный анализ (н. а. а.), особенно когда исследования необходимо вести на клеточном и субклеточном уровнях.

С помощью нейтронной активации на содержание элементов были исследованы: сахарная свекла и хлебные злаки [2], листья полыни [3], хлопчатник [4, 5]. С появлением полупроводниковых детекторов расширились возможности активационного анализа с помощью тепловых нейтронов. В настоящей статье рассматривается применение этого метода для элементного анализа растений, приведены результаты апробации практической методики инструментального н.а.а. для одновременного определения нескольких элементов.

Для анализа были отобраны образцы кукурузы и сои. Пробы весом 6,1 и 26,2 мг вместе с эталонами облучались в вертикальном охлаждаемом канале потоком нейтроном $1 \cdot 10^{13} \frac{\text{нейтрон}}{\text{см}^2 \cdot \text{сек}}$ реактора ИРТМ. Эталоны были подготовлены на фенолформальдегидной смоле в виде таблеток со средним весом 30 мг [6] с элементным составом, выраженным в $\frac{\text{г элемента}}{\text{г смолы}}$: Fe—$5 \cdot 10^{-4}$; Co—$1{,}38 \cdot 10^{-4}$; Sc—$1{,}18 \cdot 10^{-4}$; Rb—$1{,}38 \cdot 10^{-4}$; Hg—$1{,}23 \cdot 10^{-4}$; Cr—$1{,}28 \cdot 10^{-4}$; Cs—$1{,}22 \cdot 10^{-4}$; Zn—$1 \cdot 10^{-4}$.

Гамма-спектры активированных проб и эталонов измерялись на гамма-спектрометре, состоящем из Ge (Li)-детектора типа DGL-4E производства французской фирмы „SAIP“ (объем 25 см^3, разрешение по фотопику 1332 Кэв изотопа Co^{60}—2,5 Кэв), высокоэффективной схемы стабилизации и амплитудного 4096-канального анализатора типа „Tridac“ с обработкой цифровых данных производства фирмы „Intertechique“. Время облучения—5 дней, время охлаждения—20 дней, время измерения—30 мин.

На рис. 1 и 2 показаны аппаратурные спектры сои и кукурузы. На спектрах четко видны гамма-линии продуктов реакции (n, γ). Так как

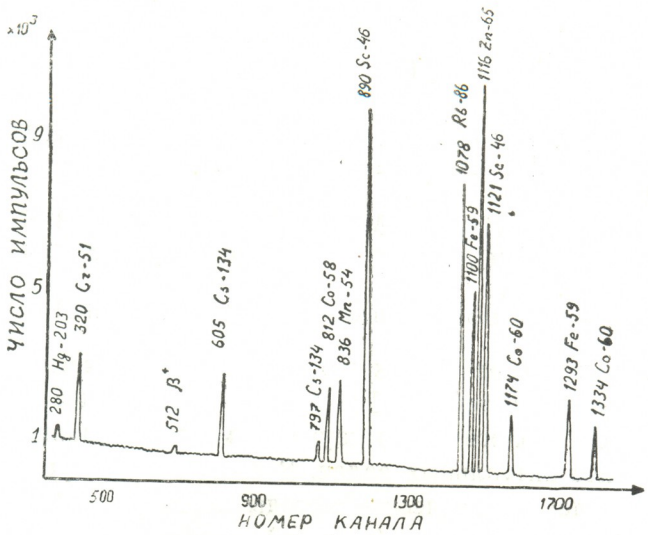


Рис. 1

пробы облучались в полном потоке нейтронов (спектр деления), то в спектре наблюдаются фотопики радиоизотопов Co^{58} и Mn^{54}, образованных по реакции (n, P) на изотопах Ni^{58} и Fe^{54}. Характер спектров

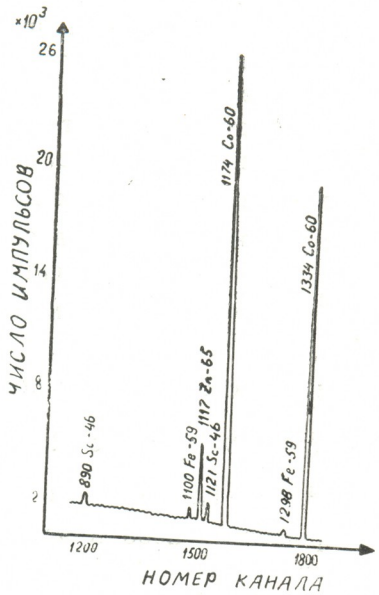


Рис. 2

позволяет определить в них по однократному измерению содержание Hg, Cr, Cs, Sc, Rb, Fe, Zn, Co. Количественная идентификация указанных элементов проводилась сравнением площадей соответствующих пиков на этих спектрах и в эталонной модели (условия измерения таковы, что поглощением гамма-излучения данной энергии в пробе

можно пренебречь). При этом автоматически учитывается зависимость эффективности детектора от энергии регистрируемого гамма-излучения.

Для примера приведена таблица содержания микроэлементов в сое.

Элемент	Распространенность в естественной смеси, %	Радиоизотопы	Энергия излучения, Кэв	Период полураспада	Расчетная чувствительность, г/г	Количество, мг/кг
Ртуть	29,8	203	279	46,9 дн.	$3,4 \cdot 10^{-7}$	0,02
Хром	4,31	51	320	27,8 дн.	$1,7 \cdot 10^{-6}$	1,6
			605			
Цезий	100	134	796	2,05 г.	$9 \cdot 10^{-8}$	0,12
Скандий	100	46	888	83,9 дн.	$18,6 \cdot 10^{-8}$	1,02
Рубидий	72,15	86	1078	18,7 дн.	$3,2 \cdot 10^{-5}$	2,55
			1099			
Железо	0,31	59	1290	46,5 дн.	$2,7 \cdot 10^{-5}$	390
Цинк	48,89	65	1115	246 дн.	$2,4 \cdot 10^{-5}$	28,2
			1173			
Кобальт	1000	60	1333	5,26 г.	$0,2 \cdot 10^{-6}$	0,96

В таблице приведены результаты активационного определения содержания элементов и чувствительности при одновременном определении восьми элементов. Как видно из таблицы, минимально определяемые концентрации элементов немного ниже по сравнению с результатами, полученными химическими или спектральными методами. Погрешность анализов определяется главным образом статистическим вычислением площади пиков (~10%).

Проведенные нами исследования показали, что использование предложенного метода дает возможность качественного и количественного анализа элементов Hg, Cr, Cs, Sc, Fe, Rb, Zn, Co.

Описанный метод инструментального н.а.а. с помощью спектрометра Ge (Li) может успешно применяться также для высокочувствительного элементного анализа других растений.

Академия наук Грузинской ССР
Институт физики

Грузинский НИИ
механизации и электрификации
сельского хозяйства

(Поступило 31.1.1975)

ბიოფიზიკა

ო. ყენია, გ. დანელია, ი. ოსეი, ლ. მოსულიშვილი, გ. მაჭარაშვილი, ნ. შონია

ზოგიერთ მცენარეში მიკროელემენტების ალმოჩენა და ანალიზი ნეიტრონული აქტივაციით

რეზიუმე

გამოკვლეულია Hg, Cr, Cs, Sc, Rb, Zn, Fe, და Co შემცველობა სიმინდსა და სოიაში ნეიტრონული აქტივაციის ინსტრუმენტული მეთოდით. გამოთვლილია მგრძნობიარობა. ანალიზს ვაწარმოებდით ИРТМ ტიპის რეაქტორზე. გამოყენებული იყო Ge(Li)-დეტექტორი. ნეიტრონების ნაკადი $1 \cdot 10^{13}$ ნეიტრონი/სმ^2 წმ. დასხივების დრო — 5 დღე.

O. T. KENIA, G. I. DANELIA, Yu. P. OSEI, L. M. MOSULISHVILI, G. R. MACHARASHVILI, N. I. SHONIA

THE DISCOVERY AND ANALYSIS OF MICROELEMENTS IN SOME PLANTS BY NEUTRON ACTIVATION

Summary

The contents of Hg, Cr, Cs, Rb, Zn, Fe and Co in soy and maize was determined by the instrumental method of neutron activation. The sensitivity of determination of the indicated elements was calculated. The experiment was carried out in a reactor, employing the Ge (Li) detector; the flow of neutrons was $1 \cdot 10^{13}$ neutron/cm^2. sec; exposure time 5 days.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. А. Дробков. Микроэлементы и естественные радиоактивные элементы в жизни растений и животных. М., 1958.
2. Г. В. Леддинотт и др. Труды Второй Международной конференции по мирному использованию атомной энергии, т. 5. М., 1959, 442.
3. Е. М. Лобанов и др. Сб. «Активационный анализ горных пород и других объектов». Ташкент, 1967, 147, 158.
4. А. А. Кист и др. Сб. «Активационый анализ горных пород и других объектов». Ташкент, 1967, 35.
5. Р. Рустамов и др. Атомная энергия, т. 33, вып. 6, 1972, 975.
6. М. А. Коломийцев и др. Атомная энергия, т. 35, вып. 5, 1973, 348.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 78, № 2, 1975
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 78, № 2, 1975
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 78, № 2, 1975

УДК 577.1

БИОХИМИЯ

М. Г. ЧЕЛИДЗЕ, Н. В. ЦАЛКАЛАМАНИДЗЕ, Н. Ж. ЖГЕНТИ,
М. М. ЗААЛИШВИЛИ

НЕКОТОРЫЕ СВОЙСТВА ДНК-ЗАВИСИМОЙ РНК-ПОЛИМЕРАЗЫ С ЖИВОТНОЙ ТКАНИ

(Представлено академиком С. В. Дурмишидзе 18.11.1974)

ДНК-зависимая РНК-полимераза получена, очищена и охарактеризована из многих бактериальных объектов. По своим каталитическим и структурным свойствам все препараты фермента бактериального происхождения оказались схожими. Они содержат одни и те же субъединицы и для проявления активности требуют одних и тех же условий. Уже получены реконструированные системы этих ферментов.

В то же время данные о механизмах транскрипции и природе ДНК-зависимой РНК-полимеразы в эукариотах очень ограничены. В клетках эукариотов обнаружено несколько форм вышеназванного фермента. Впервые множественность форм (А и В) этого фермента обнаружили Роэдер и Рютер [1] в печени крыс, а затем и другие исследователи в клетках различных тканей эукариотов. В 1972 г. Зейфарт и Бенецки [2] установили еще одну форму (С) ДНК-зависимой РНК-полимеразы, которая, в отличие от других форм, локализирована не в ядрах, а в цитозоле клетки. Различие формы ДНК-зависимой РНК-полимеразы для проявления своей оптимальной активности нуждаются в разных двухвалентных ионах, ионной силе, pH, матрице (нативной или денатурированной ДНК) и т. д.

Основным критерием для дифференцировки форм А и В ДНК-зависимой РНК-полимеразы является их степень чувствительности к α-аманитину, а также стимуляция ферментативной активности разными ионами (Mg^{++} для формы А, Mn^{++} для формы В. Эти критерии не подходят для выявления формы С (в присутствии форм А и В), так как чувствительностью к α-аманитину она похожа на форму А, а стимулируется ионами Mn^{++}.

В настоящем сообщении излагаются некоторые свойства формы С ДНК-зависимой РНК-полимеразы и сделана попытка найти другие критерии для дифференцировки формы С от форм А и В.

ДНК-зависимую РНК-полимеразу С выделяли из печени белых крыс весом 160—200 г по методу Зейфарт [2] с небольшими изменениями. Модификация состоит в следующем: полученный фермент дополнительно освобождали от следов ДНК добавлением полиэтиленгликоля 6000 и NaCl, конечные концентрации которых были равны 10% и 1,7 М соответственно. Полученную смесь выдерживали 30 минут при 0°С, центрифугировали в продолжение 30 минут при 10000 g и диализировали 18 часов против буфера, содержащего 0,05 М трис-HCl (pH 7,5), 0,25 М сахарозу, 0,001 М $MgCl_2$, 0,025 М KCl, 0,1 мМ дитиотрейтол и 5% глицерина (объем/объем). Диализированный раствор вновь центри-

фугировали при 10000 g [3]. Концентрацию глицерина в надосадочной жидкости повышали до 20%. Фермент хранили при —18°С.

РНК-полимеразную активность фермента определяли в среде, содержащей в мМ: трис-HCl (pH 7,9)—80; ЭДТА—0,1; ГТФ, ЦТФ, УТФ—по 1; ^{14}С-АТФ—0,002 (удельная активность 412 мкюри/ммоль); дитиотрейтол — 0,1; 200 мкг/мл ДНК (высокополимерная из селезенки быка), количество Mg^{++}, Mn^{++}, как указано на рисунках. Количество фермента, вносимого в пробу, выбирали (предварительно изучив зави-

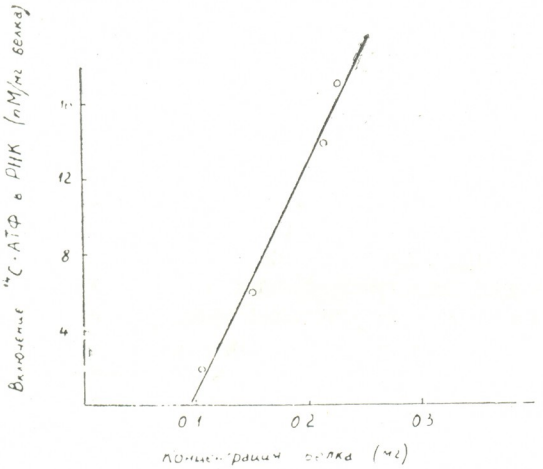


Рис. 1. Зависимость РНК-полимеразной активности ДНК-зависимой РНК-полимеразы С от концентрации белка в присутствии 3 мМ Mn^{++}

симость активности от концентрации белка, рис. 1) таким образом, чтобы исключить явление фермент-субстратного ингибирования. Инку-

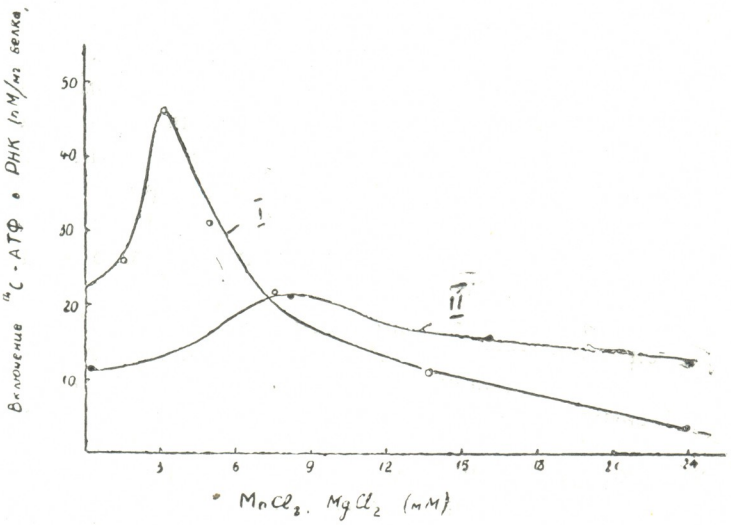


Рис. 2. Влияние Mn^{++} (I) и Mg^{++} (II) на РНК-полимеразную активность формы С

бацию проводили в течение 20 минут при 36°С. Реакцию останавливали добавлением 5 мл 0,5 N $HClO_4$, и 1 мл сывороточного альбумина

быка. Пробы фильтровали на миллипоровых фильтратах 0,3—0,5 мкм (фирма «Сынпор»), трижды промывали 3 мл 2 N $HClO_4$, а затем водой и спиртом. Фильтры сушили и включение определяли в жидкостном сцинтилляционном спектрометре типа SL-30. Об активности фермента судили по включению ^{14}C-АТФ во вновь образованную РНК, выражая активность в пикомолях ^{14}C-АТФ на 1 мг белка.

Исследуя влияние различных концентраций Mg^{++} и Mn^{++} (рис. 2), обнаружили, что оптимум ферментативной активности проявляется при 8 мМ Mg^{++} и 3 мМ Mn^{++}. Однако эффект стимуляции активности в случае Mn^{++} в 2 раза выше, чем с Mg^{++}. Хотя характер кривых зависимости ферментативной активности от концентрации Mn^{++} у форм С и В совпадает, оптимум активности у формы В, в отличие от формы С, наблюдается при 1,5—2 мМ [2].

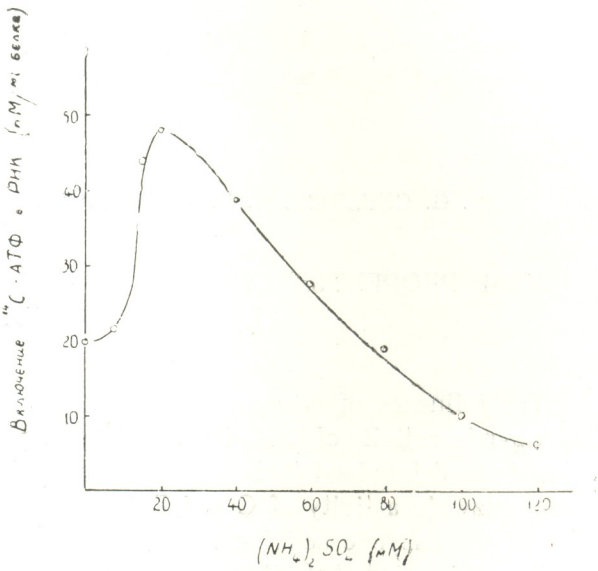


Рис. 3. Влияние $(NH_4)_2SO_4$ на РНК-полимеразную активность формы С в присутствии 3 мМ Mn^{++}

В случае Mg^{++} у форм В и С различны не только оптимумы ферментативной активности, но и характер кривых. У формы В кривая выходит на плато при 14 мМ и оптимум ферментативной активности наблюдается при 10—14 мМ [2], а у формы С кривая носит колоколообразный характер, а оптимум активности находится при 8 мМ Mg^{++}.

При изучении влияния концентрации ионов сульфата аммония на ферментативную активность (рис. 3) также наблюдаются различия в оптимумах активностей этих форм. Оптимум ферментативной активности у формы В наблюдается при 70 мМ, а у формы С — при 20 мМ.

Полученные результаты позволяют предположить, что форма С ДНК-зависимой РНК-полимеразы отличается от формы В не только чувствительностью к d-аманитину, но и многими другими свойствами.

Академия наук Грузинской ССР
Институт физиологии

(Поступило 8.12.1974)

ეროვნული ბიბლიოთეკა

მ. ჭელიძე, ნ. ცალქალამანიძე, ნ. ჟღენტი, მ. ზაალიშვილი

ცხოველური ქსოვილის უჯრედების დნმ-დამოკიდებული რნმ-პოლიმერაზა C-ს ზოგიერთი თვისება

რეზიუმე

შესწავლილია მანგანუმის და მაგნიუმის იონების და ამონიუმის სულფატის მოქმედება დნმ-დამოკიდებული რნმ-პოლიმერაზა C-ს ფერმენტულ აქტივობაზე. დადგენილია, რომ ამ იონების მოქმედებისას C-ს ფერმენტული აქტივობის ოპტიმუმი განსხვავდება B-ს ოპტიმუმისაგან. განსხვავებული სახისაა აგრეთვე C-ს აქტივობისა და იონების კონცენტრაციის დამოკიდებულების მრუდი.

გამოთქმულია მოსაზრება, რომ ეს თვისებები შეიძლება გამოვიყენოთ კრიტერიუმად C და B ფორმების განსასხვავებლად.

BIOCHEMISTRY

M. G. CHELIDZE, N. V. TSALKALAMANIDZE, N. G. ZHGENTI, M. M. ZAALISHVILI

SOME PROPERTIES OF DNA-DEPENDENT RNA POLYMERASE IN ANIMAL TISSUE

Summary

The influence of magnium, manganese and ammonium sulphate ions on the enzymic activity of DNA-dependent RNA polymerase C has been studied. It has been determined that in the presence of these ions not only the optimum enzymic activity of C and B forms are different but also the character of the enzymic activity versus the concentration curves of these ions.

It is suggested that these properties may be used as criteria for the differentiation of C and B forms.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. R. G. Roeder, W. J. Rutter. Nature, 224, 1969.
2. K. H. Seifart, B. J. Benecke, P. P. Juhasz. Arch. Biochem. Biophys., 151, 2, 1972.
3. B. M. Alberts, F. J. Amodio, M. M. Jenkins. Cold Spring Harbor Symp. Quant. Biol., 33, 1968.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 78, № 2, 1975
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 78, № 2, 1975
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 78, № 2, 1975

УДК 577.1+582.475

БИОХИМИЯ

В. В. ЧУБИНИДЗЕ, Э. Д. ТУКВАДЗЕ

ФЕНОЛЬНЫЕ КИСЛОТЫ КОРЫ ПИХТЫ КАВКАЗСКОЙ

(Представлено академиком С. В. Дурмишидзе 9.12.1974)

Выявление природных источников биологически активных веществ является весьма важной задачей.

Пихтовые насаждения, занимающие огромные территории в нашей стране [1], представляют особый интерес; в частности, кора пихты является важным объектом для изучения фенольных соединений.

Цель нашей работы — выделение и идентификация фенольных кислот из коры пихты кавказской (*Abies nordmanniana*). Известно, что эти вещества отличаются своей биологической активностью, участвуют в обмене веществ, играют важную роль в биосинтезе многих природных соединений и т. д. [2].

Материал для анализа взят из с. Недзвисхеви Боржомского района Грузинской ССР. Получен суммарный препарат флавоноидных соединений по следующей схеме: измельчение материала, экстракция хлороформом в аппарате Сокслета для удаления различных примесей, горячая экстракция 80% этанолом, испарение экстракта под вакуумом, вторичная обработка экстракта хлороформом, экстракция этилацетатом, испарение экстракта под вакуумом при температуре 50° в ротационном испарителе, высушивание полученного порошка в вакуум-эксикаторе над фосфорным ангидридом. Для анализа взято 600 г материала. Выход суммарного препарата флавоноидных соединений 5%.

5 г суммарного препарата флавоноидных соединений разделено на колонке (120×3 см) полиамидного сорбента [3, 4]. В качестве элюирующих растворов применены различные концентрации этанола в воде (от 30 до 90%, интервал возрастания концентраций 10%).

С применением двумерной хроматографии на бумаге проведен анализ фракций, элюирующихся 30% этанолом. Количество сухих веществ в них составило 0,35 г (растворители — 8% NaCl и 2% CH_3COOH [2]). Хроматограммы до и после обработки в парах аммиака просматривались в УФ-свете, обрабатывались диазотированной сульфаниловой кислотой, диазотированным паранитроанилином [5] и хлорным железом [6]. Выяснилось, что анализируемые вещества представляют собой фенольные кислоты.

Для выделения и идентификации отдельных фенольных кислот применялась препаративная хроматография на бумаге. Растворенный в этаноле препарат (100 мг в 10 мл) наносился на бумагу в виде полос, которые помещались в 2% уксусную кислоту. На хроматограмме получены четыре полосы: I—с R_F 0,50; II—с R_F 0,57; III—с R_F 0,65 и IV—с R_F 0,72. Полосы вырезались, измельчались, элюировались 70% этанолом, сгушались испарением в вакууме и изучались хроматографически в двух системах растворителей (2% уксусная кислота и бутанол-уксусная кислота-вода 4:1:5) вместе с аутентичными веществами. Хроматограммы проявлялись вышеуказанными реактивами

(табл. 1). С применением ионизирующих и комплексообразующих реагентов для веществ с R_F 0,50; 0,57 и 0,65 были сняты УФ-спектры на спектрофотометре СФ-4А (табл. 2). Исследование показало, что вещества с R_F 0,50 и 0,57 представляют собой простые кислоты, а с R_F

Таблица 1

Качественные реакции и значения R_F выделенных веществ

Вещества	Флуоресценция в УФ-свете		Диазотированный п-нитроанилин	Диазотированная сульфаниловая кислота	$FeCl_3$	Значение R_F в системах	
	до обработки в NH_3	после обработки в NH_3				2% CH_3COOH	бутанол-укс. к-та- вода (4:1:5)
Вещество I	—	—	св.-кор.	желт.	синев.-гол.	0,50	0,81
Протокатеховая кислота	—	—	св.-кор.	желт.	сирен.-гол.	0,50	0,81
Вещество II	—	—	фиол.	оранж.	св.-кор.	0,57	0,91
Ванилиновая кислота	—	—	фиол.	оранж.	св.-кор.	0,57	0,91
Вещество III	гол.	зел.	жел.-кор.	кор.	серо.-зел.	0,65	0,62
Хлорогеновая кислота	гол.	зел.	жел.-кор.	кор.	серо.-зел.	0,65	0,62

0,65 — сложную кислоту. В результате щелочного гидролиза вещества с R_F 0,65 получены кофейная и хинная кислоты [7]. Эти вещества так же подвергались инфракрасному спектральному анализу на спектрофотометре UR-10. В спектре этого вещества обнаружена карбонильная группа сложноэфирной группировки (в области 1700 $см^{-1}$).

Таблица 2

Спектральные данные выделенных веществ

Вещества	Максимум, нм							
	Этанол	Этанол + CH_3COONa	$\Delta\lambda$	Этанол + CH_3COONa + H_3BO_3	$\Delta\lambda_1$	$\Delta\lambda$	KOH	$\Delta\lambda$
Вещество I	258,288	—	—	—	—	—	—	—
Протокатеховая кислота	258,288	—	—	—	—	—	—	—
Вещество II	258,385	—	—	—	—	—	—	—
Ванилиновая кислота	258,385	—	—	—	—	—	—	—
Вещество III	245,326	332	6	255,348	10	22	376	50
Хлорогеновая кислота	245,326	332	332	255,348	10	22	376	50

Из приведенных данных очевидно, что вещество с R_F 0,50 представляет собой протокатеховую кислоту, с R_F 0,57 —ванилиновую кислоту, а с R_F 0,65 — хлорогеновую кислоту. Идентификация вещества с R_F 0,72 продолжается.

Таким образом, можно заключить, что кора пихты содержит протокатеховую, ванилиновую и хлорогеновую кислоты.

Академия наук Грузинской ССР
Институт биохимии растений

(Поступило 12.12.1974)

БИОХИМИЯ

В. ЧУБИНИДЗЕ, Э. ТУКВАДЗЕ

КАВКАЗСКОЙ ПИХТЫ ФЕНОЛЬНЫЕ КИСЛОТЫ

Резюме

Кавказской пихты (*Abies nordmanniana*) коры получен суммарный препарат фенольных соединений. На препаративной бумажной хроматографии, хроматографии на колонке полиамидного сорбента, УФ- и ИК-спектрофотометрии и специфическими химическими реакциями из суммарного препарата выделены и идентифицированы протокатеховая, ванилиновая и хлорогеновая кислоты.

BIOCHEMISTRY

V. V. CHUBINIDZE, E. D. TUKVADZE

PHENOLIC ACIDS FROM THE CORTEX OF CAUCASIAN FIR-TREE

Summary

A total preparation of phenolic compounds has been obtained from the cortex of Caucasian fir-tree (*Abies nordmanniana*). Using the methods of preparative paper chromatography, chromatography on the column of polyamide sorbent, UV- and IR spectrophotometry and by specific chemical reactions, protocatechuic, vanillic, and chlorogenic acids were isolated and identified from the total preparation.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. А. Гроссгейм. Растительные ресурсы Кавказа. Баку, 1946.
2. Биохимия фенольных соединений. Под ред. Дж. Харборна. М., 1968.
3. Н. П. Максютина, Д. Г. Колесников. ДАН СССР, 142, 5, 1962.
4. В. И. Литвиненко, Н. П. Максютина, Д. Г. Колесников. Мед. пром. СССР, 3, 1962.
5. T. Swain. Biochem. J., 53, 2, 1953.
6. E. C. Bate-Smith, R. G. Westall. Biochim. Biophys. Acta., 4, 1950.
7. В. И. Вавилов, Э. В. Гелла. Растительные ресурсы, 6, 2, 1970.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 78, № 2, 1975
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 78, № 2, 1975
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 78, № 2, 1975

УДК 581.19

БИОХИМИЯ

П. А. ТХЕЛИДЗЕ, Г. Ч. ЦИКЛАУРИ

ФЛАВОНОИДЫ ЛИСТЬЕВ ПАДУБА (*ILEX COLCHICA* РОЈАРК)

(Представлено академиком С. В. Дурмишидзе 27.1.1975)

Флора Грузии богата дикорастущими растениями, которые широко используются во многих областях народного хозяйства, в том числе в пищевом, фармацевтическом и витаминном производствах. Изучение этих растений с целью выявления новых источников физиологически активных веществ представляет большой интерес.

Среди дикорастущих растений Грузии весьма широко распространен вечнозеленый кустарник падуб, произрастающий в лесах в виде подлеса [1, 2].

Предварительные химические исследования падуба показали, что листья его содержат фенольные соединения.

Целью настоящей работы явилось выделение и установление химической структуры флавоноидных веществ листьев падуба.

Для получения суммарного препарата из листьев падуба свежий материал был собран в лесах Орджоникидзевского района Грузинской ССР. Листья падуба фиксировали водяным паром (10 мин), высушивали при комнатной температуре и измельчали. Для удаления хлорофилла и других сопутствующих веществ 1 кг измельченных листьев обрабатывали хлороформом в экстракторе, после чего материал просушивали в вытяжном шкафу.

Фенольные соединения экстрагировали 80% этанолом. После пятикратной экстракции на кипящей водяной бане экстракты объединяли, фильтровали и упаривали в вакууме при 50°. Полученный водный остаток еще раз промывали хлороформом в делительной воронке до полного осветления растворителя. Водный экстракт многократно экстрагировали этилацетатом. Этилацетатный экстракт выпаривали в вакууме до получения сухого остатка. В результате был получен суммарный препарат, выход которого составил 4%.

При исследовании суммарного препарата методом двумерной хроматографии на бумаге (1-й растворитель: н-бутанол-уксусная кислота-вода, 4:1:5, 2-й растворитель: 2% уксусная кислота; качественные реакции: УФ-свет, УФ-свет+NH_3, 1% $AlCl_3$ в этаноле, диазотированная сульфаниловая кислота) было установлено, что данный препарат содержит флавонолы и фенольные кислоты [3].

Для фракционирования суммарного препарата использовали метод адсорбционной хроматографии на колонке (100×4 см) полиамида. В начале элюцию проводили дистиллированной водой, а затем водным этанолом с возрастающей концентрацией этанола. Элюаты отбирали по 50 мл и изучали методом хроматографии на бумаге (растворитель: 2% уксусная кислота: проявители: УФ-свет и 1% раствор $AlCl_3$ в этаноле). Элюаты, имеющие одинаковый состав, объединяли и упаривали в вакууме до сухого остатка. Было получено пять фракций, три из них содержали флавоноиды (A, B, C), а две — фенольные кислоты.

Для выделения индивидуальных веществ из фракции А использовали метод препаративной хроматографии на бумаге. Провели двукратное восходящее хроматографирование в системе растворителей: н-бутанол-уксусная кислота-вода (4:1:2). Хроматограммы обрабатывали 1% $AlCl_3$ в этаноле и просматривали в УФ-свете. Фракция А содержит три полосы: Rf=0,50 (вещество № 1), Rf=0,59 (вещество № 2) и Rf=0,72 (вещество № 3). В УФ-свете полосы имели характерную для флавонолов желтовато-коричневую флуоресценцию. Вырезанные, измельченные полосы трижды экстрагировали 96% этанолом на кипящей водяной бане. Экстракты объединяли, фильтровали и перегоняли в ротационном испарителе при температуре 35—40°С. Полученные порошки желтого цвета окончательно досушивали в вакуум-эксикаторе над P_2O_5.

Таблица 1

Спектральная характеристика исследуемых веществ

Наименование	Полосы поглощения	Этанольный раствор $\lambda_{макс}$, нм	Этанол+ацетат натрия		Этанол+5% $AlCl_3$		Этанол+борная кислота+ацетат натрия	
			$\lambda_{макс}$ нм	$\Delta\lambda$ нм	$\lambda_{макс}$ нм	$\Delta\lambda$ нм	$\lambda_{макс}$ нм	$\Delta\lambda$ нм
Вещество № 1	I	357	—	—	402	55	374	17
	II	252	268	10	—	—	—	—
Вещество № 2	I	352	—	—	404	52	352	0
	II	264	274	10	—	—	—	—
Вещество № 3	I	340	—	0	340	0	340	0
	II	268	268	—	—	—	—	—
Агликон вещества № 1	I	370	—	—	425	55	390	20
	II	258	267	9	—	—	—	—
Агликон вещества № 2	I	368	—	—	420	52	368	—
	II	264	275	11	—	—	—	—
Агликон вещества № 3	I	340	—	—	380	40	340	0
	II	268	280	12	—	—	—	—

Таблица 2

Значения *Rf* и качественные реакции выделенных флавоноидных веществ

Вещества	Значения *Rf*			Окраска на хроматограммах	
	Этилацетат-муравьиная к-та-вода (10:2:3)	15% уксусная кислота	н-Бутанол-уксусная к-та-вода (4:1:2)	в УФ-свете	в УФ-свете + $AlCl_3$
Вещество № 1	0,73	0,24	0,44	зеленовато-желтая	зеленовато-желтая
Агликон вещества №1	0,60	—	0,64	светло-желтая	зеленовато-желтая
Аутентичный кверцетин	0,60	—	0,64	светло-желтая	зеленовато-желтая
Вещество № 2	0,80	0,25	0,62	желтая	ярко-желтая
Агликон вещества №2	0,63	—	0,78	»	»
Аутентичный кемпферол	0,63	—	0,78	»	»
Вещество № 3	0,81	0,27	0,80	коричневая	коричневая
Агликон вещества №3	0,71	—	0,85	»	»
Аутентичный апигенин	0,71	—	0,85	»	»

Для установления структуры индивидуальных веществ были использованы методы хроматографии на бумаге с аутентичными образ-

цами, кислотный гидролиз, спектроскопия в УФ-области с добавлением комплексообразующих и ионизирующих реагентов [4, 5].

Для установления природы и последовательности сахарных остатков был проведен ступенчатый кислотный гидролиз [4].

Продукты гидролиза изучали методом хроматографии на бумаге с аутентичными образцами сахаров. Оказалось, что углеводная часть веществ № 1 и 2 представлена двумя сахарами — глюкозой и арабинозой, а вещества № 3 — глюкозой, арабинозой и рамнозой.

На основании цветных реакций и спектральных данных установлено, что у веществ № 1 и 2 углеводная часть находится в C_3-положении, а у вещества № 3 — в C_5 и C_7-положениях [5, 6].

Таблица 3

Хроматографическая характеристика сахаров

Вещества	Значения *Rf*	
	н-Бутанол-пиридин-вода (6 : 4 : 3)	н-Бутанол-уксусная кислота-вода (4 : 1 : 2)
Сахара	0,36	0,18
Вещество № 1	0,40	0,21
Сахара	0,36	0,18
Вещество № 2	0,40	0,21
Сахара	0,36	0,18
Вещество № 3	0,40	0,21
	0,46	0,25
Глюкоза	0,36	0,18
Арабиноза	0,40	0,21
Рамноза	0,46	0,25

Таким образом, на основании полученных данных вещества, выделенные из суммарного препарата листьев падуба, идентифицированы как кверцетин-3-глюкозиларабинозид (вещество № 1), кемпферол-3-глюкозиларабинозид (вещество № 2) и апигенин-5-глюкозил-рамнозил-7-арабинозид (вещество № 3).

Академия наук Грузинской ССР
Институт биохимии растений

(Поступило 30.1.1975)

ბიოქიმია

პ. თხელიძე, გ. ფიქლაური

ჭყორის (*ILEX COLCHICA* POJARK) ფოთლების ფლავონოიდები

რეზიუმე

ჭყორის (*Ilex colchica* Pojark) ფოთლებიდან მიღებული ფლავონოიდური ნაერთების ჯამური პრეპარატიდან გამოყოფილი და იდენტიფიცირებულია კვერცეტინ-3-გლუკოზილ-არაბინოზიდი, კემპფეროლ-3-გლუკოზილ-არაბინოზიდი და აპიგენინ-5-გლუკოზილ-რამნოზილ-7-არაბინოზიდი.

BIOCHEMISTRY

P. A. TKHELIDZE, G. Ch. TSIKLAURI

FLAVONOIDS FROM *ILEX COLCHICA* LEAVES

Summary

From the total preparation of the flavonoid compounds obtained from *Ilex colchica* Pojark leaves, quercetin-3-glucosyl-arabinoside, kaempferol-3-glucosyl-arabinoside and apigenin-5-glucosyl-rhamnosyl-7-arabinoside have been isolated and identified.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. А. Гроссгейм. Растительные ресурсы Кавказа. Баку, 1946.
2. В. И. Матикашвили. Труды Тбилисского ин-та ботаники, т. IX, 1946, 1.
3. М. К. Зейкель. Сб. «Биохимия фенольных соединений». М., 1968, 34.
4. B. V. Chandler, K. A. Harper. Austr. J. Chem., 14, 4, 1961.
5. T. A. Geisman. The Chemistry of Flavonoid Compounds. N. Y. Pergamon Press, 1962.
6. L. Horhammer, R. Hansel. Arch. der Pharm., 1953, 286.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 78, № 2, 1975
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 78, № 2, 1975
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 78, № 2, 1975

УДК 581.19

БИОХИМИЯ

З. В. ГОЛЬДЕНБЕРГ

СОДЕРЖАНИЕ ОБЩЕГО АЗОТА И ПРОТЕИНА У НЕКОТОРЫХ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ ТРИБЫ *HORDEAE* BENT.

(Представлено академиком В. Л. Менабде 18.11.1974)

Считается, что древние формы трибы *Hordeae* (ячмень, элимус, житняк) характеризуются низким содержанием азота [1, 2], а эволюционно подвинутые (пшеница, эгилопс) значительно богаче азотом.

По сравнению с родами *Triticum*, *Aegilops*, *Secale.*, род *Agropyron* рассматривается [2] как филогенетически более древний. Биохимически он менее изучен, чем представители вышеупомянутых родов.[1]

Содержание общего азота нами определялось у некоторых видов *Aegilops*, *Triticum*, *Secale*, *Agropyron* методом микрокъельдаля с перегонкой на аппарате Парнса. Процентное содержание протеина устанавливалось путем умножения количества общего азота на принятый коэффициент 5,7% [3]. Результаты анализов на содержание общего азота и протеина представлены в табл. 1 и 2.

Как видно из данных табл. 1, род *Triticum* можно разделить на три группы по содержанию белка: высоко-средне- и низкобелковые. К высокобелковой группе относятся *Tr. boeoticum v. nigrum*—20,63%, *Tr. araraticum*—21,11%, *Tr. spelta*—21,37%, *Tr. dicoccoides v. arabicum*—25,08%. Виды тетраплоидных пшениц *Tr. durum* (18,58), *Tr. carthlicum* (17,22), *Tr. palaeocolchicum* (17,10), *Tr. timopheevi* (16,30%) содержит меньше белка и относятся к среднебелковой группе. Остальные виды *Tr. monococcum v. hornemanii* (12,82%), *Tr. turgidum v. abchasicum* (13,25%), *Tr. macha ssp. imereticum* (14,70%), *Tr. macho ssp. tubalicum* (15,80%), *Tr. aestivum v. erythrospermum* (16,18%) относятся к низкобелковой группе.

Большая изменчивость в содержании белка наблюдается у гексаплоидных видов. При рассмотрении видов, относящихся к этой группе, можно заметить, что *Tr. spelta* (филогенетически молодой вид) характеризуется высоким содержанием протеина (21,37%), что отмечено и другими авторами [4, 5] , а *Tr. macha/ssp. imereticum*, *tubalicum*, по данным [6,7] являющийся родоначальником мягких пшениц—филогенетически старый вид и характеризуется низким содержанием протеина (14,70—15,80%). В то же время для *Tr. macha v. colchium* характерно высокое

(1 Виды *Agropyron* были получены из коллекции Главного ботанического сада АН СССР от С. М. Соколовой.

содержание протеина (19,38%). Некоторые филогенетически старые виды, такие как тетраплоидные *Tr. araraticum*, *Tr. dicoccoides*, также характеризуются, по сравнению с культурными видами, более высоким содержанием протеина.

Таблица 1

№	Вид	2*n* хромосом	Общий азот, %	Протеин, %
1	*Tr. monococcum v. hornemanii* Clem.	2n=14	2,25	12,82
2	*Tr. aegilopoides* Bal.	2n=14	3,00	17,10
3	*Tr. boeoticum v. nigrum* Boiss.	2n=14	3,62	20,63
4	*Tr. turgidum* L.	2n=28	2,36	13,25
5	*Tr. timopheevi v. typicum* Ihuk.	2n=28	2,86	16,30
6	*Tr. palaeocolchicum* Men.	2n=28	3,00	17,10
7	*Tr. durum v. coerulescens* Bal.	2n=28	3,26	18,58
8	*Tr. carthlicum v. stramineum* Ihuk.	2n=28	3,02	17,22
9	*Tr. araraticum* Jakub.	2n=28	3,90	21,11
10	*Tr. dicoccum v. farrum* Schüll.	2n=28	3,98	22,06
11	*Tr. dicoccoides v. arabicum* Körn.	2n=28	4,40	25,08
12	*Tr. macha ssp. imereticum* Dek.	2n=42	2,58	14,70
13	*Tr. macha ssp. tubalicum* Dek.	2n=42	2,77	15,80
14	*Tr. macha v. colchicum* Men.	2n=42	3,40	19,38
15	*Tr. aestivum v. erythrospermum* L.	2n=42	2,84	16,18
16	*Tr. spelta v. arduini* L.	2n=42	3,75	21,37
17	*Aeg. aucheri* Boiss.	2n=14	3,60	20,65
18	*Aeg. bicornis* Vis.	2n=14	4,13	23,54
19	*Aeg. speltoides* Boiss.	2n=14	3,70	21,00
20	*Aeg. squarrosa* L.	2n=14	2,86	16,30
21	*Aeg. ovata* L.	2n=28	4,30	24,51
22	*Aeg. cylindrica* Host.	2n=28	4,18	23,83
23	*Aeg. biunciolis* Vis.	2n=28	3,86	22,00
24	*Aeg. triuncialis* L.	2n=28	4,38	24,97
25	*Aeg. triaristata* Will.	2n=42	4,20	23,94
26	*Secale cereale* L.	2n=14	2,09	11,01
27	*Secale segetale* L.	2n=14	2,97	16,93
28	*Secale montanum* L. многолетняя	2n=14	3,00	17,10

Таблица 2

№	Вид	Место произрастания	Общий азот, %	Протеин, %
1	*Agr. cristatum* Laerth.	Глав. бот. сад, Москва	3,00	17,10
2	*Agr. cristatum* Laerth.	Бухарест, бот. сад	2,98	16,99
3	*Agr. desertorum* Schült.	Глав. бот. сад, Москва	2,56	14,58
4	*Agr. elongatum* Beaus.	Сиб. отд. Глав. бот. сада	3,02	17,21
5	*Agr. glaucum* L.	Тбилиси, Ин-т ботаники	3,25	18,53
6	*Agr. intermedium* Beaus.	Глав. бот. сад, Москва	2,41	13,74
7	*Agr. intermedium* Beaus.	Ереван, бот. сад	2,50	14,25
8	*Agr. pectiniforme* Roem.	Глав. бот. сад, Москва	3,29	18,75
9	*Agr. pungens* Roem.		2,65	15,10
10	*Agr. repens* L.	Будапешт, бот. сад	2,90	16,53
11	*Agr. tenerum* Vasey.	Ереван, бот. сад	2,83	16,13

Таким образом, нами не замечена закономерность в содержании белка у видов рода *Triticum* в зависимости от филогенетической ступени.

Как видно из данных табл. 1, род *Triticum* характеризуется широким диапазоном изменчивости по содержанию общего азота—от 2,25% (*Tr.*

monococcum v. hornemanii) до 4,40% (*Tr. ducoccoides v. arabicum*), а по протеину—от 12,82% (*Tr. monococcum v. hornemanii*) 25,08% (*Tr. dicoccoides v. arabicum*). По нашим данным, у видов эгилопса по общему азоту (2,86—4,38%) и протеину (16,30—24,97%) не наблюдается такого диапазона изменчивости, как у видов пшениц, но зато все они являются высокобелковыми.

Диплоидные виды *Aeg. aucheri*, *Aeg. bicornis*, *Aeg. speltoides* характеризуются высокими показателями по протеину (20,65—23,52%), за исключением диплоидного вида *Aeg. squarrosa* (16,30%).

Тетраплоидные виды *Aeg. cylindrica*, *Aeg. ovata*, *Aeg. triuncialis* и гексаплоидный *Aeg. triaristata* являются эволюционно более подвинутыми [2] и также характеризуются наиболее высоким содержанием протеина (23,83—24,97%).

Для ржи характерно низкое содержание протеина. Зерно многолетней ржи (гибрид озимой ржи из Нагорного Карабаха с *Secale montanum*) богаче протеином, чем сорно-полевая и посевная однолетняя рожь.

Для видов пырея характерен меньший диапазон изменчивости как по азоту, так и по протеину (13,74—18,75%). Среднее содержание общего азота у анализированных видов пырея равнялось 2,85%, что составляло 16,25% протеина. Отсюда род *Agropyron* характеризуется низкими показателями по протеину, за исключением *Agr. pectiniforme* (18,75%) и *Agr. glaucum* (18,53%).

Таким образом, если сравнить данные по родам, то средние величины по содержанию общего азота составляют у пшениц 3,32% азота, у эгилопсов 3,58% азота, у пырея 2,85% азота, а рожь, которая эволюционно является молодым родом, в среднем характеризуется низким содержанием азота (2,54%) и соответственно протеина (14,57%).

Следовательно, в трибе *Hordeae* наблюдается довольно высокая амплитуда изменчивости по содержанию общего азота и протеина и не выражены закономерности в содержании белка в связи с их филогенезом. Отмеченная в [1, 2] закономерность в содержании белка в связи с их филогенезом нашими данными не подтверждается.

Академия наук Грузинской ССР
Институт ботаники

(Поступило 21.11.1974)

БИОХИМИЯ

З. ГОЛДЕНБЕРГ

ЗОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ СОДЕРЖАНИЯ АЗОТА И ПРОТЕИНА У ВИДОВ ТРИБЫ *HORDEAE* ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ЗАКАВКАЗЬЯ

Резюме

Исследования показали, что для трибы *Hordeae* характерно высокое содержание общего азота и протеина. Среднее содержание общего азота у 30 видов составляет 3,32%, протеина 20,75%. Наиболее высокобелковыми являются виды эгилопса, среднее содержание общего азота у которых составляет 3,58%, протеина 22,38%. Виды пшениц характеризуются средним содержанием общего азота (3,32%) и протеина (20,75%). Виды пырея и ржи характеризуются низким содержанием общего азота (2,85%) и протеина (16,25%).

ეროვნული ბიბლიოთეკა

ტის საშუალო რაოდენობა ხორბლებში უდრის 3,32%, ეგილოპსებში — 3,58%; ჭანგაში — 2,85%, ჭვავი კი, რომელიც ევოლუციურად წარმოადგენს ახალ გვარს, აზოტის დაბალი შემცველობით (2,54%) ხასიათდება.

ამგვარად, ტრიბა *Hordeae*-ში, ცილების შემცველობის მიხედვით, ფილოგენეზთან დაკავშირებული კანონზომიერებანი არ შეინიშნება.

BIOCHEMISTRY

Z. V. GOLDENBERG

THE CONTENT OF TOTAL NITROGEN AND PROTEIN IN SOME REPRESENTATIVES OF THE TRIBE *HORDEAE* BENT

Summary

The investigations have shown that the tribe *Hordeae* Bent is characterized by a wide range of variability of the content of total nitrogen and protein.

Thus, the mean quantity of common nitrogen content in *Triticum* is 3.32%, in *Aegilops* 2.85%, in *Secaleis* 2.54%, in *Agropyron* is 2.85%.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. В. Благовещенский. Сб. «Биохимия и филогения растений». М., 1972.
2. С. М. Соколова. Сб. «Биохимия и филогения растений». М., 1972.
3. А. Н. Белозерский, Н. И. Проскурякова. Практическое руководство по биохимии растений. М., 1951.
4. В. Ф. Дорофеев. Вестник с.-х. наук, 7, 1971.
5. М. М. Якубцинер, Н. Ф. Покровская. Сельскохозяйственная биология, I, 1971.
6. В. Л. Менабде. Пшеницы Грузии. Тбилиси, 1948.
7. В. Л. Менабде. Сообщения АН ГССР, 62, № 2, 1971.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 78, № 2, 1975
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 78, № 2, 1975
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 78, № 2, 1975

ეროვნული ბიბლიოთეკა

УДК 612.27

БИОХИМИЯ

Е. Д. ИМНАДЗЕ, В. О. ОСИНСКАЯ

ВЛИЯНИЕ ВЫСОТНОЙ ГИПОКСИИ НА НЕКОТОРЫЕ СТОРОНЫ ОБМЕНА АДРЕНЕРГИЧЕСКИХ ГОРМОНОВ-МЕДИАТОРОВ

(Представлено академиком П. А. Кометиани 20.12.1974)

Изучение влияния высотной гипоксии и адаптации к ней, помимо научного (с точки зрения раскрытия механизмов приспособительных реакций организма), имеет и определенное практическое значение для решения ряда вопросов патогенеза, проблем космической и авиационной медицины. Начиная с классических работ Л. А. Орбели [1], В. Кэннона [2], Г. Селье [3] стала общепризнанной роль симпатико-адреналовой системы (САС) в неспецифических адаптационных реакциях организма. Характер экстренного периода адаптации организма к условиям среды определяется нейро-эндокринными реакциями [4]. Нами поставлена задача проследить состояние САС в процессе воздействия высотной гипоксии.

С этой целью в условиях круглосуточной высотной гипоксии исследовалась динамика концентрации и абсолютного содержания катехоламинов (КА) — норадреналина (НА) и адреналина (А), продуктов их «хиноидного» окисления (ПО) в головном мозгу, сердце, печени, надпочечниках, а также экскреция свободных КА с мочой. Работа проводилась на 60 белых беспородных крысах весом 250—200 г. Крысы находились в барокамере круглосуточно, на высоте 6500—7000 м н. у. м. (307 мм рт. ст. по таблице Армстронга) [5], при $t=23°C\pm3$. Животных «спускали» до уровня моря в строго определенное время для снятия суточной мочи (8 крыс) и смены корма. Остальные (37) крысы были забиты на 3, 7, 10, 15 и 20-е сутки. Содержание КА и ПО в органах определялось триоксиндоловым методом В. О. Осинской [6, 7], а в моче—этим же методом в модификации А. М. Бару [8].

Оказалось, что в головном мозгу содержание НА значительно понижается ($p<0{,}001$) на 7-е сутки, а содержание «стабильных» ПО достоверно увеличивается на 3-и ($p<0{,}01$) и 7-е ($p<0{,}001$) сутки воздействия высотной гипоксии (см. рис. 1). С 10-х суток до конца наблюдения среднее содержание НА и ПО приближается к контрольным величинам.

Со стороны сердца в первую очередь следует отметить увеличение веса этого органа как результат пребывания животных в барокамере. Концентрация и содержание симпатического медиатора в сердце резко уменьшаются ($p<0{,}001$; $p<0{,}001$) на 7-е сутки и обнаруживается некоторое количество А ($0{,}20\pm0{,}04$ мкг/орг). На 10-е сутки концентрация и содержание НА остаются ниже контрольных величин ($p<0{,}001$; $p<0{,}02$), но повышены по сравнению со средними показателями 7-х суток ($p<0{,}05$; $p<0{,}02$). Во второй декаде отмечается увеличение концентрации НА в этом органе, а к концу опыта она достигает контрольного уровня ($p>0{.}05$) (см. рис. 2,а).

В надпочечниках наблюдается увеличение веса органа ($p<0,01$; $p>0,01$; $p<0,02$, $p<0,01$; $p<0,02$) за счет увеличения корковой части, в связи с чем концентрация А существенно уменьшается (см. рис. 2,б), особенно на 10-е сутки ($p<0,001$), и лишь к концу наблюдения, на 20-е сутки, приближается к контролю ($p>0,05$), а абсолютное содержание А не изменено.

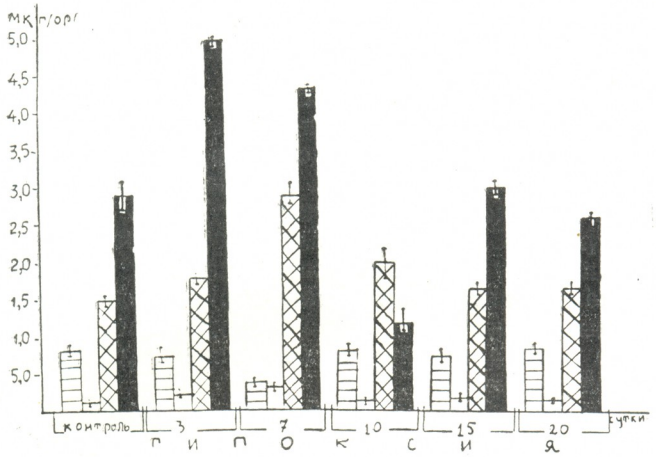


Рис. 1. Средние величины абсолютного содержания НА и ПО в головном мозгу и печени в контроле и при высотной гипоксии (в мозгу НА—▤, ПО—П, в печени НА—▨, ПО—■)

В печени содержание НА увеличивается на 7-е ($p<0,001$) и 10-е ($p<0,05$) сутки и затем возвращается к контрольному уровню. Содержание «лабильных» ПО в этом органе резко увеличено на 3-и ($p<0,02$) и 7-е ($p<0,001$) сутки, затем оно падает ($p<0,001$) и во второй декаде не отклоняется от контрольных цифр (см. рис. 1).

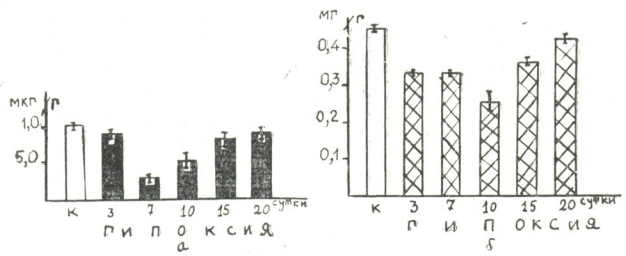


Рис. 2. Концентрация НА в сердце (а) и А в надпочечниках (б) в контроле и при высотной гипоксии

При изучении динамики выделения свободных КА с мочой в условиях высотной гипоксии отмечается усиление экскреции А в течение первой ($p<0,01$) и второй ($p<0,02$) недель пребывания животных в

барокамере. В течение третьей ($p>0,1$) и четвертой ($p>0,2$) недель уровень выделения А не отличается от контроля (см. рис. 3). Резко выражено повышение уровня выделения НА в моче на первой ($p<0,001$) и второй ($p<0,001$) неделях гипоксии. На третьей неделе уровень экскреции НА остается высоким ($p<0,01$) но все-таки ниже по сравнению с показателями уровней первой ($p<0,01$) и второй ($p<0,02$) недель. На четвертой неделе выделение НА с мочой возвращается к контрольному уровню. В течение всего времени каких-либо значимых количественных отклонений в диурезе не наблюдалось.

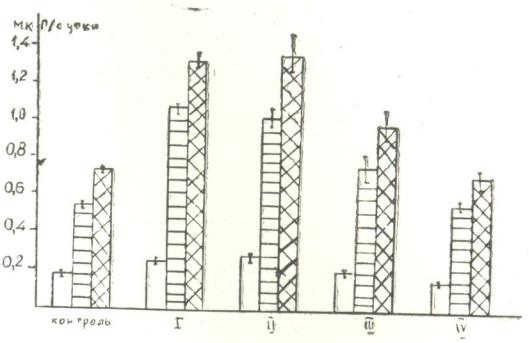


Рис. 3. Средние показатели уровня экскреции А (П), НА (▤) и суммы КА (▥) в контроле и при высотной гипоксии (I, II, III, IV — недели пребывания животных в барокамере)

Первоначальное снижение содержания НА в головном мозгу, сердце и «кажущееся» уменьшение уровня А в надпочечниках (судя по его тканевой концентрации), сопровождаемое увеличением экскреции с мочой А и НА, дают основание предполагать стимуляцию функций САС — ее гормонального медиаторного звеньев и отставание биосинтеза КА (особенно НА) от выделения и распада. Это как бы первая фаза адренергических сдвигов при действии «высоты». Действительно, в исследованиях ряда авторов [9—11] показано начальное повышение активации САС при адаптации к высотной гипоксии. В дальнейшем, к 15—20-м суткам, уровень КА в органах достигает контрольных величин и наблюдается постепенное снижение уровня экскреции КА. Эти изменения в обмене КА коррелируют с улучшением общего состояния животных. Однако сдвиги не могут быть рассмотрены лишь как элементы баланса КА в отдельных органах и в целом организме. Очевидно, имеют место и другие процессы. Увеличение ПО в головном мозгу и печени указывает на некоторую интенсификацию «хиноидного» пути окисления КА.

Выявленные в условиях высотной гипоксии четкие, фазные, количественные, а также качественные изменения обмена КА указывают на функциональную значимость метаболизма адренергических гормонов-медиаторов в адаптации организма к этим необычным условиям существования.

Академия наук Грузинской ССР
Институт фармакохимии
им. И. Г. Кутателадзе

(Поступило 26.12.1974)

საბჭოთა

ე. იმნაძე, ვ. ოსინსკაია

მაღლივი ჰიპოქსიის გავლენა ადრენერგული ჰორმონი-მედიატორების ცვლის ზოგიერთ მხარეზე

რეზიუმე

მაღლივი ჰიპოქსიის ზეგავლენით ვირთაგვებში შესწავლილია მკვეთრი ფაზური, რაოდენობრივი და თვისობრივი ცვლილებები კატექოლამინების ცვლაში. შესაძლოა, ეს ცვლილებები მიუთითებდეს ჰიპოქსიისადმი ადაპტაციაში კატექოლამინების მეტაბოლიზმის გარკვეულ ფუნქციონალურ მნიშვნელობაზე.

BIOCHEMISTRY

E. D. IMNADZE, V. O. OSINSKAYA

THE INFLUENCE OF HIGH ALTITUDE ON SOME ASPECTS OF METABOLISM OF ADRENERGIC MEDIATOR HORMONES

Summary

Distinct phasal quantitative and qualitative changes in the metabolism of catecholamines through the influence of high altitude was studied. The changes observed may be indicative of the significance of the metabolism of catecholamines in the adaptation to altitude.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Л. А. Орбели. Лекции по физиологии нервной системы. М., 1935.
2. В. Кэннон. Физиология эмоций. М., 1935.
3. Г. Селье. Очерки об адаптационном синдроме. М., 1960.
4. Н. Н. Яковлев. Журнал общей биологии, т. 19, № 6, 1958, 417—427.
5. J. C. Stickney. Hypoxia. Chicago—London, 1963.
6. В. О. Осинская. Биохимия, 22, 3, 1957, 537—545.
7. В. О. Осинская. Тез. докл. V Межрунар. конгр. биохимиков, 1. М., 1961, 554.
8. А. М. Бару. Биохимия, 27, 2, 1962, 260—265.
9. М. Г. Пшенникова, Б. Н. Манухин. ДАН СССР, т. 198, № 6, 1971, 1474—1477.
10. Л. Н. Симановский, И. А. Красновская. Физиол. ж. СССР им. Сеченова, т. 59, № 5, 1973, 828—836.
11. W. S. Myles *et al.* Can. J. Physiol. Pharmacol., 1971, 49, 721—726.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 78, № 2, 1975
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 78, № 2, 1975
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 78, № 2, 1975

УДК 595.7

ЭНТОМОЛОГИЯ

А. М. ГЕГЕЧКОРИ

НОВЫЕ ВИДЫ ПСИЛЛИД (HOMOPTERA, PSYLLOIDEA) ИЗ ЗАКАВКАЗЬЯ

(Представлено академиком Л. А. Канчавели 14.1.1975)

Trioza kartlica Gegechk., sp. n.

Перезимовавшие особи, черные, грудь сбоку, брюшко снизу оранжеватое. 3-й членик усиков грязно-беловатый, остальные членики черные. Вершины щечных конусов, голени передних и задних ног светлые.

Вершина гениталиев самки, парамеры и анальный сегмент сверху самца светлые, черный только лишь генитальный сегмент самца. Передние крылья монотонно грязно-желтоватые; жилки коричневатые.

Тело голое. Голова сверху с рисунком; щечные конусы короче длины темени, но не ее половины. Усики в 1,5 раза длиннее ширины головы, 3-й членик в 2 раза длиннее 4-го. На вершине голеней задних ног 3(1+2) прыгательных шипа. Передние крылья наиболее широкие за серединой их длины, далее кругловатые; *Rs* заканчивается за развилкой *M*, волнистый; M_{3+4} длиннее Cu_2.

Самка. Гениталии короткие, тупоклиновидные, в редких щетинках.

Самец. Анальная трубка широкая, более или менее бочонковидная, вверху с узким «горлышком»; задний край ее выпуклый. Парамеры в виде высокой узкой пластинки, передне-вершинный угол которой вытянут внутрь, сужающиеся, угловатые.

Длина тела самки 3,45([1]—3,65; длина передних крыльев 2,90—3,05, ширина 1,32—1,40; ширина головы 0,58—0,62; ширина темени 0,32—0,35 длина 0,19—0,21; длина щечных конусов 0,7—0,08; длина усиков 1,30—1,35. Длина тела самца 3,15—3,30; длина передних крыльев 2,70—2.85, ширина 1,12—1,20; ширина головы 0,48—0,52; ширина темени 0,26—0,29, длина 0,16—0,18; длина щечных конусов 0,05—0,06; длина усиков 1,27—1,32.

Кормовое растение: *Salix sp.* Биотоп: поймы рек.

Материал: Грузинская ССР, Каспский р-н, ущ. р. Тедзами, 12.V.1973, 6 ♂♂, 4 ♀♀, среди них голотип (Гегечкори).

Совершенно не удается пока выявить генетические связи *T. kartlica* с уже известными представителями рода.

([1] Здесь и далее размеры тела насекомых выражены в миллиметрах.

Trioza kochiae Gegechk. sp. n.

Бледно-зеленые, голова и грудь светлее. Глаза коричневатые, по бокам светлые, глазки розовые, крылья прозрачные, стекловидные. Конец брюшка самки коричневатый, у самцов гениталии часто светло-

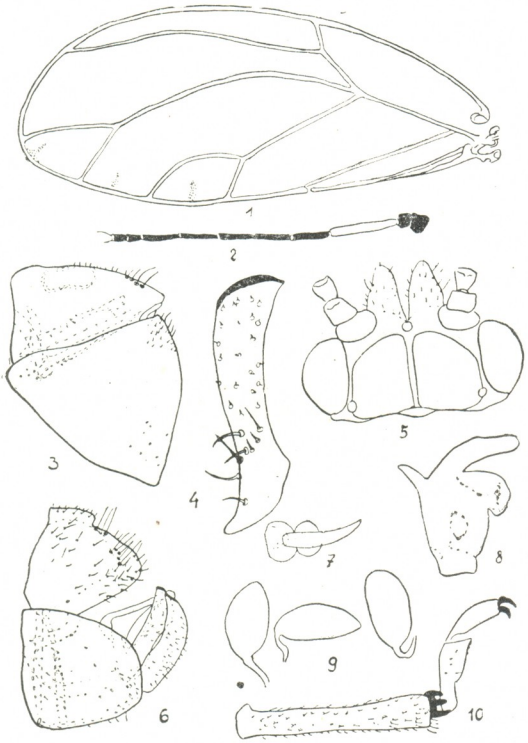


Рис. 1. *Triora kartlica* Gegechk., sp.n.: 1—переднее крыло; 2—усик; 3—конец брюшка ♀; 4—половые клещи ♂ с внутренней стороны; 5—голова сверху; 6—конец брюшка ♂; 7—сперматека; 8—задняя нога, характер строения мераканты; 9—яйцо; 10—вершина голени и лапка задней пары ног

-желтые. Щечные конусы бледно-лимонного цвета, усики светлые, лишь 9—10-й членики темно-коричневые, 8-й коричневатый только на вершине. 3-й членик усиков в 2,5 раза длиннее 4-го. У летнего поколения грудь по бокам бледно-розовая, так же окрашены и бедра задних ног, прыгательные шипы на голенях черные и расположены по формуле 1+2, между шипами расположен венец из крепких длинных щетинок.

Тело голое. Голова слегка склонена вниз. Темя длиннее половины своей ширины, участки его вокруг теменных ямок значительно прогнуты. Щечные конусы треугольные, нерасходящиеся, длиннее половины длины темени. Костальный край передних крыльев выпуклый, *Rs* почти прямой, заканчивается над или за, чаще за разветвлением *M*, ячейки M_1 и cu_1 небольшие, столбики маргинальных шипов в ячейках m_1, m_2 и cu_1 высокие и узкие.

Конец брюшка самки: гениталии самки длиннее остальных сегментов брюшка, анальный сегмент в вершинной трети клювовидно сужен, генитальный сегмент почти треугольной формы, едва короче анального, заканчивается более остро.

Конец брюшка самца: задние края анальной трубки дугообразно выпуклые, передние почти прямые, вверху она зауживается, наиболее широкая за серединой; половые клещи грубо цилиндрические, изнутри густо покрыты щетинками, почти равными высоте анальной трубки; вершинный край клещей спереди закруглен внутрь и заканчивается большим зубовидным выростом, задний край угловидно вытянут. Вершина penis сильно расширена, в середине имеет длинный червеобразный вырост.

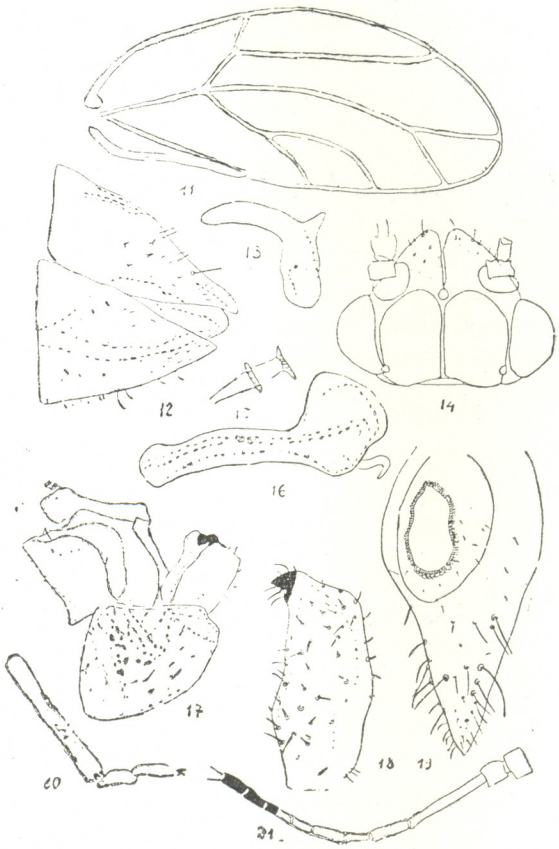


Рис. 11—21. *Trioza kochiae*, Gegechk., sp. n.: 11—переднее крыло; 12—конец брюшка ♀; 13—задняя нога, характер строения мераканты; 14—голова сверху; 15—сперматека; 16—2-й членик penis ♂; 17—конец брюшка ♂; 18—половые клещи ♂ с внутренней стороны; 19—анальный сегмент сверху; 20—вершина голени и лапка задней пары ног; 21—усик

Длина тела самки 1,83—2,01; длина передних крыльев 1,62—1,70, Ширина 0,58—0,62; ширина темени 0,29—0,32, длина 0,16—0,18; длина щечных конусов 0,11—0,13; длина усиков 0,79—0,84. Длина тела самца 1,79—1,85; длина передних крыльев 1,59—1,67; ширина 0,56—0,59; ширина темени 0,28, длина 0,15; длина щечных конусов 0,11; длина усиков 0,75—0,78.

Кормовое растение: *Kochia prostrata.*

Материал: Восточная Грузия, Дигоми, 2 км Е г. Тбилиси, 1.VI.1968, 22 ♀♀, 3 ♂♂, среди них голотип (Гегечкори) — хранится в коллекциях Государственного музея Грузии им. академика С. Н. Джанашиа АН ГССР, паратипы — в коллекциях ЗИН АН СССР, в Ленинграде. Ар-

мения, г. Веди, Араратский р-н, Хосровский заповедник, 12.VI.1973, 2♀♀, 1♂.

Биотоп: засоленные сухие и опустыненные степи.

Среди псиллид из рода *Trioza Geoff.*, связанных с двумя родами кормовых растений *Atriplex* L. и *Kochia Roth.*, описываемый новый для науки вид является весьма оригинальным. По строению обоих сегментов гениталии самки и пениса самца он ближе к туранскому ксерофилу *T. eurotiae* Log. [1], живущему на терескене (*Eurotia ceratoides*), чем к комплексу лебедовых триоз. *T. kochiae*, sp. n.—второй вид, обнаруженный нами на кохии стелющейся. Первый—*T. bathiashvili Gegechk.* имеет типичное „артиплексовое" строение гениталии [2]. Интересно, что вместе оба вида нигде не встречаются и характеризуются весьма разреженными ареалами.

Группу «терескеновых» (*T. eurotiae*, *T. kochiae*) и группу „лебедовых" псиллид (свыше 10 видов) объединяют сходная трофическая специализация (*Kochia*, *Eurotia*, *Atriplex*—представители одного семейства *Chenopodiaceae*), более или менее сходные ареалы обитания. Но судить о степени генетического родства обеих указанных групп видов пока невозможно: не известны другие представители „терескеновых" видов.

Академия наук Грузинской ССР
Государственный музей Грузии
им. академика С. Н. Джанашиа

(Поступило 30.1.1975)

ენტომოლოგია

ა. გეგეჭკორი

ფსილიდების (*HOMOPTERA, PSYLLOIDEA*) ახალი სახეობები ამიერკავკასიიდან

რეზიუმე

აღწერილია ფსილიდების ორი ახალი სახეობა: *Trioza kartlica* Gegechk., sp. n., T. *kochiae* Gegechk., sp. n. პირველი მოპოვებულია მდ. თეძმის ხეობაში (კასპის რაიონი), მეორე საქართველოსა და სომხეთის ნახევარუდაბნოებისა და არიდული ტყეების ტერიტორიებზე.

ENTOMOLOGY

A. M. GEGECHKORI

NEW JUMPING PLANT-LICE (*HOMOPTERA, PSYLLOIDEA*) FROM TRANSCAUCASIA

Summary

Two new species—*Trioza kartlica* Gegechk., sp. n. and *T. kochiae* Gegechk., sp. n. are described from Transcaucasia. T. *kartlica* was collected in the Tedzami river valley, near Kaspi (Georgian SSR). Host plant: *Salix* sp.

T. kochiae was found in the semidesert regions of eastern Georgia and the Khosro State Preserve of the Armenian SSR. It is related to the *T. eurotiae* Log. connected with the *Eurotia ceratoides*. Its host plant is *Kochia prostrata*. Its second species was found on the *kochia* plant after *T. bathiashvilii* Gegechk.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. М. М. Логинова. Труды ВЭО, т. 47, 1960.
2. А. М. Гегечкори. Зоол. ж., т. XLVII, 1968.

ᲡᲐᲥᲐᲠᲗᲕᲔᲚᲝᲡ ᲡᲡᲠ ᲛᲔᲪᲜᲘᲔᲠᲔᲑᲐᲗᲐ ᲐᲙᲐᲓᲔᲛᲘᲘᲡ ᲛᲝᲐᲛᲑᲔ, 78, № 2, 1975
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 78, № 2, 1975
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 78, № 2, 1975

УДК 616.001.17

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

О. Н. ГУДУШАУРИ (академик АН ГССР), Д. К. НАКАШИДЗЕ

НЕКОТОРЫЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РЕПАРАТИВНОЙ РЕГЕНЕРАЦИИ КОСТНОЙ ТКАНИ

На современном уровне развития науки процессы регенерации вообще, как и все процессы, характеризующиеся ростом ткани, следует изучать с позиций «исторических» особенностей материнских клеток, ответственных за популяцию клеточных элементов, составляющих регенерат.

Именно морфо-функциональные особенности предков материнских клеток регенерата и должны быть критерием адекватности регенерирующегося материала, поскольку лишь тождественность клеточных или внеклеточных структур регенерата с клеточными и внеклеточными структурами данной ткани на всем протяжении физиологического роста может обеспечить органотипичную регенерацию.

Указанную выше позицию мы избрали исходной при изучении гистохимических особенностей пластического процесса в костной ткани при ее регенерации, с одной стороны, и морфогенеза в процессе эмбрионального развития организма, с другой, на примере выявления нейтральных и кислых мукополисахаридов, гликогена и функциональных—амино-, сульфгидрильных и дисульфидных групп белков.

Эксперименты были поставлены на 30 белых крысах (половозрелых самцах) с поперечным переломом диафиза б/берцовой кости и последующим остеосинтезом нержавеющим стержнем. Заживление костных ран изучалось в динамике от 7 до 60 дней. В эмбриогенезе костная тканъ изучалась у 30 эмбрионов белых крыс той же породы в течение 6—28 дней с двухдневным интервалом. Выборка методических приемов обработки тканей для гистохимического выявления мукополисахаридов и белков производилась с учетом основных положений работ [1—4], дающих возможность идентифицирования отдельных представителей изученных веществ.

Результаты исследования показали, что тканевое восполнение костных ран химическими веществами на нашем материале происходит следующим образом: в начальные сроки регенерации регенерационная бластома характеризуется β-метахромазией мезенхимной и остеогенной хондроидной ткани с интенсивным выявлением ее в цитоплазме остеобластических и хондробластических элементов. Идентификация мукополисахаридов выявляет содержание большого количества несульфатированных мукополисахаридов типа гиалуроновой кислоты и хондроитина; волокнистые элементы, так же как и основное вещество, приобретают диффузную Шик-позитивную окраску, тогда как хондробласты, особенно в процессе разрушения, Шик-негативны. Новообразованные костные балки волокнистого строения проявляют еще более высокую степень интенсивной Шик-реакции, однако остеобласты в них остаются Шик-негативными. Со временем в образованных пучковых и волокнистых костных балках отмечается резкая метахромазия с наибольшей интенсивностью в основном веществе и клетках

остеобластического ряда. Идентификация мукополисахаридов выявляет содержание сульфатированных мукополисахаридов типа хондроитин-сульфата. Динамика накопления общего количества тирозина, трифтофана, гистидина характеризуется постепенным усилением интенсивности тетразониевой реакции в межуточном веществе, более интенсивной выраженностью в ранние сроки мезенхимальных и остеобластических элементах.

Дальнейшее созревание костной мозоли характеризуется резкой метахромазией пучковых и волокнистых костных балок с наибольшей интенсивностью в основном веществе; в более зрелых костных балках метахромазия постепенно уменьшается и остается лишь в области молодых костных балок. Идентификация мукополисахаридов выявляет преимущественное содержание хондроитин-сульфата А. Костные балки регенератора Шик-позитивны и проявляют усиленную тетразониевую реакцию.

Химия костной ткани в период ее эмбрионального развития также характеризуется метахромазией мезенхимальных, а затем хрящевых и остеобластических элементов. Тетразониевая реакция резко выражена в клеточных элементах и менее интенсивна в межуточном веществе.

В молодой остеоидной ткани тетразониевая реакция интенсивно выражена в ядрах остеобластов и межуточном веществе, цитоплазма клеток реакции не дает; далее наблюдается усиление тетразониевой реакции в молодой остеоидной ткани. Интенсивность тетразониевой реакции в период созревания костных балок затем снижается и приближается к зрелой кости.

Результаты наших исследований выявили, что в процессе эмбрионального развития морфогенез костной ткани характеризуется такой же последовательностью и такими же гистохимическими особенностями, как и процесс репаративной регенерации.

Изложенное дает основание считать, что при регенерации костной ткани, завершающейся восстановлением структуры кости, происходит полная рекапитуляция обменных процессов и морфологии клеточных и неклеточных структур, созидающих костную ткань.

В регенерате, так же, как и в эмбриогенезе, родоначальные клетки содержат в большой концентрации функциональные группы белков при отсутствии в межуточном веществе полимерных систем типа белково-полисахаридных комплексов.

В процессе регенерации после появления остеобластов, насыщенных гиалуроновой кислотой, в межуточном веществе появляются кислые мукополисахариды типа хондроитина. То же самое наблюдается в эмбриогенезе. Остеобласты пропитаны гиалуроновой кислотой, а в межуточном веществе имеются кислые мукополисахариды типа хондроитина. В последующие сроки в эмбриогенезе в межуточном веществе выявляется хондроитинсульфат С, к которому в период формирования костной ткани присоединяется хондроитинсульфат А.

К этому же времени функциональные группы белков имеются в довольно большом количестве и в таком количестве остаются до завершения формирования кости. После завершения формирования кости на фоне увеличения количества кислых мукополисахаридов и оссеомукоида в целом снижается количество некоторых аминокислот, свободных неколлагеновых белков.

В равной мере в эксперименте по мере нарастания срока регенерации в межуточном веществе появляются, а затем нарастают в количест-

ეროვნული ბიბლიოთეკა

ве хондроитинсульфат А и функциональные группы белков. К приближению завершения регенерации количество последних снижается.

Следовательно, химические процессы, характерные для костеобразования, и последовательность этих процессов одинаковы в эмбриогенезе и при репаративной регенерации. Созидание межуточного вещества кости начинается с продукции кислых и нейтральных мукополисахаридов размножающимися клетками, с поступлением этих же веществ через гистогематический барьер дающих в комплексе с белками коллагеновые белки, с одной стороны, и неколлагеновые, с другой.

Мы не считаем, что сначала происходит формирование соединительнотканого остова костной ткани, а затем на указанном фоне появление определенных химических веществ превращает волокнистую соединительную ткань в костную. Означенный остов является частью программы генерации клеток, являющихся материнскими для костной ткани, характеризующихся программой созидания межуточного вещества кости, и ранние популяции этой генерации вырабатывают вещества, комплекс которых с белками и полисахаридами крови формирует коллагеновые белки. Последующие же популяции в силу той же программы уже обладают обменными процессами, продуцирующими вещества, комплекс которых с белками и полисахаридами, поступившими из крови, формирует, наряду с коллагеновыми, и неколлагеновые белки.

Мы не считаем правильным, что в программу клеток склеротомы входит созидание кости в целом. Однако в этой программе имеется последовательность функций. Первым этапом этой функции является формирование клеточно-волокнистых структур, содержащих в качестве межуточного вещества коллагеновые белки; последующим же этапом формирование соединительной ткани, содержащей между коллагеновыми белками, т. е. коллагеновыми волокнами, и неколлагеновые специфические белки, входящие так же в оссеомукоид.

Изложенное выше позволяет считать, что для успешной органотипической регенерации костной ткани необходимы условия рекапитуляции ситуации, имеющейся в эмбриогенезе, т. е. создание ситуации, сохраняющей программу функционирования клеток, ответственных за формирование клеточных и внеклеточных структур костной ткани.

Имитированный нами интрамедулярный остеосинтез, по-видимому, является той ситуацией, при которой появляется программа костеобразования в эмбриогенезе.

Тбилисский государственный
медицинский институт

НИИ травматологии
и ортопедии
МЗ ГССР

(Поступило 17.1.1975)

ექსპერიმენტული მედიცინა

ო. ლუდუშაური (საქართველოს სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი),
დ. ნაკაშიძე

ძვლოვანი ქსოვილის რეპარაციული რეგენერაციის ზოგიერთი თეორიული ასპექტი

რეზიუმე

შესწავლილია ძვლოვანი ქსოვილის მორფოგენეზი რეპარაციული რეგენერაციისა და ემბრიონალური განვითარების პირობებში.

დადგენილია, რომ ძვლოვანი ქსოვილის რეგენერაციის პროცესში ადგილი აქვს ემბრიოგენეზისათვის დამახასიათებელ ცვლითი და ძვლის შემქმნელი

უჯრედული და არაუჯრედული სტრუქტურების სრულ რეკაპიტულაციას. ძვლის სრული ორგანოტიპული რეგენერაციის წარმატებისათვის საჭიროა ისეთი სიტუაციის შექმნა, რომელიც განახორციელებს ემბრიოგენეზში დაპროგრამირებულ ძვლოვანი ქსოვილის მორფოგენეზს.

EXPERIMENTAL MEDICINE

O. N. GUDUSHAURI, D. K. NAKASHIDZE

SOME THEORETICAL ASPECTS OF BONE TISSUE REPARATIVE REGENERATION

Summary

The paper deals with the study of bone tissue morphogenesis under conditions of reparative regeneration and embryonic development.

It has been established that in the process of bone tissue regeneration a full recapitulation of metabolic and osteogenic cellular and extracellular structures takes place, this being characteristic of embryogenesis. It is believed that for the success of a full organotypic bone regeneration a situation must be created which will repeat the programme of bone tissue morphogenesis in the embryogenesis.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. В. Виноградов, Б. Б. Фукс. Арх. патологии, 2, 1961, 74—77.
2. S. S. Spicer. Ann. New. York. Acad. Sci., 106, 1963, 379—388.
3. S. S. Spicer, R. D. Lillie. J. Histochem. and Cytochem., 7, № 2, 1957, 123—125.
4. Р. Д. Лилли. Патологическая техника и практическая гистохимия. М., 1969.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 78, № 2, 1975
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 78, № 2, 1975
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 78, № 2, 1975

УДК 577.1

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

Е. В. КЕРЕСЕЛИДЗЕ, Т. А. ПХЕИДЗЕ, Э. П. КЕМЕРТЕЛИДЗЕ,
С. Д. ХАРДЗИАНИ, Т. Н. ДЖАПАРИДЗЕ, Ш. К. МАХАРАДЗЕ

О ФИБРИНОЛИТИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ САПОНИНОВ ИГЛИЦ ПОНТИЙСКОЙ И ЛИСТОПЛОДНОЙ

(Представлено академиком И. К. Пипия 31.1.1975)

Нами обнаружено, что подземные органы иглицы понтийской *Ruscus ponticus* Woronow и иглицы листоплодной *Ruscus hypophyllum* L. содержат стероидные сапогенины [1], и разработан способ выделения стероидных гликозидов из указанных растений, состоящий в следующем: воздушно-сухое измельченное растительное сырье предварительно экстрагируется хлороформом в аппарате Сокслета, затем сапонины извлекаются этанолом; из экстракта спирт отгоняется, оставшаяся водная жидкость извлекается бутанолом; бутанольный экстракт очищается 10% гидратом окиси аммония для удаления фенольных и красящих веществ, промывается водой, и растворитель полностью отгоняется под вакуумом; полученный остаток растворяется в метаноле и переосаждается из пятикратного количества ацетона; выделившийся при этом осадок отделяется от жидкости, промывается ацетоном, высушивается под вакуумом и превращается в порошок [2].

Таким образом, из подземных органов иглицы понтийской выделена очищенная сумма сапонинов в количестве 6,5%, а из иглицы листоплодной — 8,5%. Первый препарат назван рускопонином, а второй — рускогипонином. Оба препарата содержат по пять стероидных сапонинов. Из сумм сапонинов кислотным гидролизом, с последующим адсорбционным хроматографированием и фракционной перекристаллизацией, выделены агликоны: из рускопонина — неорускогенин, а из рускогипонина — смесь неорускогенина и рускогенина 25 R. RMR спектральным анализом в молекуле неорускогенина установлено наличие двух двойных связей при C_5 и $C_{25(27)}$. Кроме основных сапогенинов, из названных препаратов изолировано незначительное количество диосгенина [1]. В углеводной части обнаружены D-глюкоза, L-арабиноза и L-рамноза.

Имеющиеся литературные сведения о разносторонней терапевтической эффективности сапонинов из *Ruscus aculeatus*, произрастающей во Франции [3], дали нам основание проводить эксперименты по выявлению специфичной биологической активности рускопонина и рускогипонина.

В настоящей статье приведены результаты опытов по установлению фибринолитической активности этих препаратов. Действие рускопонина и рускогипонина мы наблюдали in vitro, на высушенном фибрине (фибриноген, мг/мл) различной давности и веса, а также на свежем сгустке крови, при комнатной температуре и в термостате (37°). Фибрин получали из крови здоровой собаки по методу, видоизмененному

М. С. Мачабели [4]. Исследовали рускопонин и рускогипонин в различных концентрациях, приготовленных на физиологическом растворе. Параллельно проводили контрольные опыты с гепарином на фибрине, полученном из той же плазмы. Появление прозрачной жидкости без осадка, вызванное лизисом фибрина и сгустка крови, оценивали как полный лизис.

Проведенная работа показала, что рускопонин и рускогипонин проявляют ясно выраженную фибринолитическую активность. Наиболее эффективный лизис фибрина и сгустка крови дают 0,1% рускопонин и 0,25% рускогипонин. Более концентрированные растворы (10 и 20%), так же как и большая доза гепарина, вызывают обратное действие — уплотнение фибрина. Оптимальная концентрация рускопонина при 37° вызывает полный лизис свежего фибрина на 5-й, а рускогипонина, как и гепарина, на 7-й день. Старый фибрин при этом разрушается на 7-й день. Исследуемые препараты вызывают также полный лизис цельной крови. Фибринолитическая активность in vitro выражена у рускопонина сильнее, чем у рускогипонина.

После этого фибринолизирующее действие рускопонина изучалось in vivo в четырех сериях экспериментов на 40 беспородных собаках обоего пола в условиях модели острого тромбоза вен. Препарат применялся внутримышечно (трехкратно, ежесуточно), внутривенно и внутрикостно (капельно, однократно), а также регионарной перфузией в течение 3 суток. Острый тромбоз вен моделировался внутривенным введением 0,5 мл 10% раствора тромбина в физиологическом растворе в область бедра задней конечности собак. Кроме того, вводился 1 мл 0,1% рускопонина, разбавленный в 10 мл физиологического раствора. Эффективность тромболитического действия рускопонина, введенного в организм подопытным животным различными способами, контролировалась пальпаторно, визуально и рентгеноконтрастным исследованием (флебографией).

Результаты экспериментов представлены в таблице.

№ основных серий эксперимента	Способ применения рускопонина	Число экспериментов	Возраст тромба в часах	Тромболизис		Отсутствие тромболизиса
				полный	частичный	
I	Внутримышечный	3	24	—	—	3
		3	48	—	—	3
II	Внутривенный	4	4	4	—	—
		3	24	3	—	—
		3	48	3	—	—
		4	72	—	4	—
III	Внутрикостный	4	24	4	—	—
		4	48	3	1	—
		3	72	—	—	3
IV	Регионарная перфузия	3	24	3	—	—
		3	48	3	—	—
		3	72	3	—	—

В контрольных экспериментах с введением физиологического раствора внутривенно, внутрикостно и регионарной перфузией ни в одном случае не был отмечен тромболизис.

Как видно из приведенных данных, в условиях острого тромбоза вен рускопонин проявляет тромболизирующее действие при регионар-

ной перфузии, внутривенном и внутрикостном капельном применении. Наиболее эффективными оказались регионарная перфузия и внутривенное введение препарата.

Академия наук Грузинской ССР
Институт фармакохимии
им. И. Г. Кутателадзе

Институт экспериментальной
и клинической химии
МЗ ГССР

(Поступило 31.1.1975)

ექსპერიმენტული მედიცინა

ე. კერესელიძე, თ. ფხეიძე, ე. ქემერტელიძე, ს. ხარძიანი,
თ. ჯაფარიძე, შ. მახარაძე

ძმერხლისა (*RUSCUS HYPOPHYLLUM*) და თაგვისარას (*RUSCUS PONTICUS*) საპონინების ფიბრინოლიზური აქტიურობის შესახებ

რეზიუმე

თაგვისარასა და ძმერხლის მიწისქვეშა ნაწილებში დადგენილია სტეროიდული საპონინების არსებობა. შემუშავებულია საპონინების ჯამის გამოყოფის მეთოდი. მიღებულ პრეპარატებს ეწოდათ რუსკოპონინი (თაგვისარადან) და რუსკოგიპონინი (ძმერხლიდან). თითოეული პრეპარატი ნეორუსკოგენინის, რუსკოგენინის და დიოსგენინის წარმოებული ხუთი საპონინისაგან შედგება.

ბიოლოგიური ექსპერიმენტებით დადასტურებულია, რომ რუსკოპონინი და რუსკოგიპონინი აშკარად გამოხატული ფიბრინოლიზური აქტივობით ხასიათდებიან.

EXPERIMENTAL MEDICINE

E. V. KERESELIDZE, T. A. PKHEIDZE, E. P. KEMERTELIDZE,
S. D. KHARDZIANI, T. N. JAPARIDZE, Sh. K. MAKHARADZE

FIBRINOLYTIC ACTIVITY OF *RUSCUS PONTICUS* AND *RUSCUS HYPOPHYLLUM* SAPONINS

Summary

The underground parts of the plants *Ruscus ponticus* and *Ruscus hypophyllum* have been found to contain steroidal saponins. Methods of isolating sums of saponins have been studied. The obtained preparations have been designated Ruscoponin and Ruscogiponin. Each preparation consists of five glycosides-derivatives of Neoruscogenin, Ruscogenin and Diosgenin. Biological experiments show that Ruscoponin and Ruscogiponin have a clear-cut fibrinolytic activity.

ეროვნული ბიბლიოთეკა

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Т. А. Пхеидзе, Е. В. Кереселидзе, Э. П. Кемертелидзе. ХПС, № 6, 1971.
2. Е. В. Кереселидзе, Т. А. Пхеидзе, Э. П. Кемертелидзе, Т. Н. Джапаридзе, Ш. К. Махарадзе. Авт. свид. СССР, № 403410, 1973.
3. P. Claude, I. Roux, Dieran, Torossian. Bull. offic. de la Propr. industr. (B. S. M.). 31 de 1965. (Французский патент кл. А, 61 К, № 3394. М.—Л.).
4. М. С. Мачабели. Теория свертывания крови. Тбилиси, 1960.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 78, № 2, 1975
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 78, № 2, 1975
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 78, № 2, 1975

УДК 561.551.13

ПАЛЕОБИОЛОГИЯ

З. Д. КАЧАРАВА

О ВОЗРАСТЕ ЭОЦЕНОВОЙ ВУЛКАНОГЕННОЙ СЕРИИ ОКРЕСТНОСТЕЙ с. АХАЛКАЛАКИ (КАРТЛИ)

(Представлено академиком Л. Ш. Давиташвили 22.11.1974)

Возраст эоценовых вулканогенных образований окрестностей с. Ахалкалаки вызывает разногласия среди геологов. Мы изучили фауну крупных фораминифер, встречающихся в этих отложениях, и составили послойный разрез вдоль левого берега р. Тедзами, правого притока р. Куры, против с. Ахалкалаки, где стратиграфически снизу вверх прослеживаются:

1. Туфогенные песчаники и мергели с прослоями псаммитов; наблюдаются редкие пропластки гравеллитов с гальками верхнемеловых известняков и мергелей. В песчаниках обнаружен *Nummulites* cf. *incrassatus* de la Harpe (обр. 263) . . . . . 7 м
2. Крупнозернистые туфогенные песчаники, реже микробрекчии с *N. katscharavai* Mrcvl., *Discocyclina scalaris* Schlumb. (обр. 265, 266) . . . . . 5—6 м
3. Среднезернистые, местами грубозернистые туфопесчаники и туфобрекчии с *Nummulites* sp. ind. . . . . 3 м
4. Красноватые микробрекчии, по простиранию переходящие в брекчии . . . . . 8 м
5. Туфомикробрекчии с обломками пород мелового возраста . 4—5 м
6. Тедзамские туфы с конкрециями пирита и растительными остатками (обр. 267—269) . . . . . 4 м
7. Чередование туфобрекчий и желтовато-серых известковистых туфов с конкрециями кремня. В туфобрекчиях встречены *N. incrassatus* de la Harpe, *N. millecaput* Boubée, *N. brongniarti* d'Arch. et Haime, *N. katscharavai* Mrcvl., *Discocyclina scalaris* Schlumb., *Asterocyclina taramellii* Schlumb. (обр. 270—275) . . . . . 10 м
   Перерыв в обнажении . . . . . 50 м
8. Цеолитизированные туфы (обр. 278) . . . . . 1,5 м
9. Тонкослоистые, желтовато-серые мергели, зеленые пелиты с гипсом и рыбными остатками (обр. 276—278) . . . . 5 м
10. Желтовато-белесоватые глины с линзами кремня (обр. 279—281)
11. Желтые, зеленоватые, мягкие, средне- и тонкослоистые песчаники и коричневого цвета плитчатые глины с чешуями рыб (обр. 280, 281)
    Перерыв в обнажении . . . . . 60 м
12. Майкопские глины.

В вулканогенных породах пачек 1—8, трансгрессивно залегающих на позднемеловых отложениях, Е. Фурнье [1] отметил *N. laevigatus* Brug. На этом основании до последнего времени почти всеми исследователями указанные слои относились к лютетскому ярусу.

М. И. Варенцовым же [2] эта толща по мелким и крупным фораминиферам и рыбным остаткам датируется как верхний эоцен. Однако приведенный Варенцовым список нуммулитов (*N. djulfiensis* mut. *praefabianii* Pant., *N. atacicus* Leym.) не подтверждает его вывода о верхнеэоценовом возрасте этих слоев, так как *N. atacicus* Leym. выше среднего эоцена не встречается. Пределы стратиграфического распространения *N. djulfiensis* mut. *praefabianii* пока достоверно не известны. Поэтому судить о возрасте данной толщи по этим нуммулитам нельзя. По нашим наблюдениям, почти во всех слоях вулканогенной толщи встречается довольно богатая фауна нуммулитов.

В пачке 1 захоронены плохо сохранившиеся раковины *N.cf. incrassatus* de la Harpe. Этот вид характерен для позднего эоцена, но редкие его представители появляются в конце среднего эоцена.

В пачке 2 найдены *N. katscharavai* Mrevl. и *Discocyclina scalaris* Schlumb. Первый из них рядом авторов [1, 3—5] был определен как руководящий вид лютетского яруса—*N. laevigatus* Brug. На этом основании, несмотря на биаррицкий (верхняя часть среднего эоцена) характер комплекса нуммулитов, мы отнесли указанные слои к верхнему лютету, так как средний эоцен понимали в объеме лютетского яруса [4]. Позднее форму из этого разреза, описанную и изображенную Г. И. Немковым ([5], табл. XIII, фиг. 5) под названием *N. laevigatus* Brug. Р. Павловек ([6], стр. 256) выделил из этого хорошо известного вида по подмеченным им отличиям, но ошибочно отождествил с нижнеэоценовым *N. manfredi* Schaub. В 1970 г. Н. И. Мревлишвили [7] эту форму выделила как новый вид—*N. katscharavai* Mrevl., а вмещающие его отложения отнесла к зоне *N. brongniarti.*

Таким образом, *N. laevigatus* Brug., по которым большинство исследователей определяли возраст этой толщи как лютетский, здесь отсутствует.

В пачке 7 наблюдаются многочисленные представители *N. katscharavai* Mrevl., в меньшем количестве встречаются *N. millecaput* Boubée, *N. brongniarti* d'Arch. et Haime, *N. incrassatus* de la Harpe. Из перечисленных форм *N. brongniarti* характерен для верхней части среднего эоцена (биаррицкий ярус), а *N. millecaput* указан и из низов позднего эоцена; но этот вид в основном распространен в верхней части среднего эоцена. *N. incrassatus* является одним из широко распространенных видов, но появляется он в конце среднего эоцена. Малочисленность особей указанной формы и обилие видов, характерных для верхней части среднего эоцена, позволяют нам предполагать, что *N. incrassatus* из пачки 7 является древней, т. е. среднеэоценовой формой. Аналогичный состав фауны нуммулитов характерен для комплекса биаррицкого яруса, что было подмечено нами еще в 1967 г. [8].

ეროვნული ბიბლიოთეკა

Судить о позднеэоценовом возрасте этих отложений по мелким фораминиферам затруднительно, так как их список М. И. Варенцовым не приведен. По М. В. Качарава, изучившей мелкие фораминиферы данного разреза, они являются среднеэоценовыми (зона *Acarinina bullbrooki*). Обнаруженные в этой толще (пачка „б", по М. И. Варенцову) рыбные чешуи, определенные ранее как *Lyrolepis caucasica* Rom., в действительности принадлежат к другому роду—*Clupea* sp., виды которого пользуются широким стратиграфическим распространением. На основании фауны нуммулитов и мелких фораминифер рыбные слои ахалкалакского разреза параллелизуются не с лиролеписовыми слоями, а с дабаханской свитой (верхняя часть среднего эоцена). Литологические данные также говорят в пользу среднеэоценового возраста этой толщи [8].

Биаррицкие слои перекрываются отложениями лиролеписового горизонта (пачка 11). Более молодые слои верхнего эоцена в этом разрезе не обнажаются. Пачка 12 представлена майкопскими глинами олигоценового возраста.

Контакт среднеэоценовых (биаррицких) образований с подстилающей толщей мелового возраста можно наблюдать в ущелье р. Тедзмисхеви, где на зеленых туфогенных породах турон-сенона трансгрессивно залегают отложения биаррицкого возраста.

В соответствии с этими данными (пачка 7) наши исследования вновь подтвердили наличие в указанных отложениях комплекса нуммулитов, характерного для биаррицкого яруса [4]. Однако в настоящее время мы придерживаемся мнения тех исследователей, которые подразделяют средний эоцен на два яруса: лютетский и биаррицкий [9]. Принимая во внимание наличие редких *N.* cf. *incrassatus* de la Harpe в пачке 1, мы и эти слои считаем биаррицкими. К этому же ярусу, по литологическому составу пород, следует отнести и пачки 8—10, представленные туфогенными осадками.

Таким образом, послойное изучение фауны нуммулитов позволило нам впервые установить наличие биаррицкого яруса в разрезе эоценовых отложений окрестностей с. Ахалкалаки.

Академия наук Грузинской ССР
Институт палеобиологии

(Поступило 26.12.1974)

პალეოგიოლოგია

ზ. კაჭარავა

სოფ. ახალქალაქის (ქართლი) მიდამოების ეოცენური ვულკანოგენური ნალექების ასაკის შესახებ

რეზიუმე

სოფ. ახალქალაქის მიდამოების ეოცენურ ვულკანოგენურ ნალექებში დადგენილია დასავლეთ ევროპის ბიარიცული სართულისათვის დამახასიათებელი ნუმულიტური კომპლექსი (*Nummulites millecaput* Boubée, *N. brongniarti* d'Arch. et Haime, *N. incrassatus* de la Harpe და სხვა), რომელიც შემცველ ნალექებს შუა ეოცენის ზედა ნაწილად ათარიღებს.

ეროვნული ბიბლიოთეკა

Z. D. KACHARAVA

ON THE AGE OF THE EOCENE VOLCANIC DEPOSITS IN THE VICINITY OF THE VILLAGE OF AKHALKALAKI (IN KARTLI)

Summary

A nummulitic complex (*Nummulites millecaput* Boubée, *N. brongniarti* d'Arch. et Haime, *N. incrassatus* de la Harpe, and others) characteristic of the Biarritzian stage of Western Europe has been discovered in the Eocene volcanic deposits in the vicinity of the village of Akhalkalaki. These deposits are now dated to the upper part of the Middle Eocene.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. E. Fournier. Théses présentées a la Faculté des Sciences de Paris pour obtenir le grade de docteurés sciences nature. Marseille, 1896.
2. М. И. Варенцов. Геологическое строение западной части Куринской депрессии. М., 1950.
3. И. В. Качарава. Труды Геол. ин-та АН ГССР, сер. геол., 4(IX), № 1, 2, 1948.
4. З. Д. Качарава. Сообщения АН ГССР, XLVI, № 3, 1967.
5. Г. И. Немков. Нуммулиты Советского Союза и их биостратиграфическое значение. М., 1967.
6. R. Pavlovec. Ann. de la Soc. géol. de Pologne, v. XXXIX, fasc. 1—3, 1969.
7. Н. И. Мревлишвили. Сообщения АН ГССР, 59, № 3, 1970.
8. Г. С. Дзоценидзе. Домиоценовый эффузивный вулканизм Грузии. Тбилиси, 1948.
9. L. Hottinger, R. Lehmann, H. Schaub. Colloq. Paléogene Bordeaux, 1962. Mém. 4, BRGM, 28, 1964.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 78, № 2, 1975
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 78, № 2, 1975
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 78, № 2, 1975

ეროვნული ბიბლიოთეკა

УДК 43.371.3

ენათმეცნიერება

ც. გიჩინაშვილი

მეტყველება და სიტყვათა მოცულობა ორ ენაში

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა შ. ძიძიგურმა 10.12.1974)

მეტყველება მჭიდროდაა დაკავშირებული ლექსიკურ მარაგთან. ამდენად, ლექსიკაზე მუშაობა ერთ-ერთი უძნიშვნელოვანესი საკითხია უცხოური ენის სწავლების საქმეში. დასაწყისში საკმარისია ენის შემსწავლელმა იცოდეს სიტყვის ძირითადი მნიშვნელობა, სწავლების საშუალო ეტაპზე სიტყვის ორი და ზოგჯერ მეტი მნიშვნელობის ცოდნაცაა საჭირო. ენაში საკმაოდ დიდია მრავალმნიშვნელობიანი სიტყვების რაოდენობა. ამდენად, საჭიროა მათზე ყურადღების გამახვილება. ენის სწავლების მეთოდიკა ამ საკითხს გვერდს ვერ აუვლის, რადგან ორი ენის ეკვივალენტური სიტყვები თავისი მოცულობით ერთმანეთს არ ემთხვევა. სიტყვის პოლისემიის ცოდნა საჭიროა ზეპირი მეტყველებისათვის. ეს კი მოითხოვს გერმანულ მრავალმნიშვნელობიან სიტყვათა სწავლების მეთოდიკის საკითხების დამუშავებას.

პოლისემია ლინგვისტიკის მნიშვნელოვანი საკითხია. ზოგად ენათმეცნიერებაში იგი სათანადოდაა დამუშავებული.

მართალია, ენაში სიტყვათა უმრავლესობა მრავალმნიშვნელოვანია, მაგრამ მოსაუბრეს არ უჭირს ყოველი სიტყვის იმ მნიშვნელობის გაგება, რომელიც მოცემულ კონტექსტშია ნაგულისხმევი. ეს იმიტომაა, რომ ენობრივი ურთიერთობისას სიტყვები მოცემულია არა იზოლირებულად, არამედ სხვა სიტყვებთან კავშირში, ე. წ. სამეტყველო გარემოში, რასაც კონტექსტი ეწოდება. ამიტომ მრავალმნიშვნელობიანი სიტყვის მნიშკნელობის დასაზუსტებლად აღნიშნული სიტყვა კონტექსტში განიხილება.

თუ შევაპირისპირებთ ჩვენთვის საინტერესო სიტყვების შემცველ წინადადებებს ქართულსა და გერმანულში, ბევრ საგულისხმო ფაქტს აღმოვაჩენთ. კერძოდ, დავინახავთ, რომ ორი ეკვივალენტური სიტყვის დანარჩენი მნიშვნელობები (იგულისხმება პოლისემიური სიტყვები) ერთმანეთს თითქმის არ ემთხვევა.

განვიხილოთ კონკრეტული სიტყვა: „das Auge“.

გერმანულ ენაში აღნიშნული სიტყვა შემდეგნაირად არის ახსნილი: 1. Sehorgan, 2. Punkt, 3. Übertragene Bedeutung.

ქართულ ენაში მას უფრო ფართო მნიშვნელობა აქვს. თუ ორი ენის იზოლირებულ სიტყვებს შევაპირისპირებთ, შემდეგ სურათს მივიღებთ:

ქართული სიტყვა	სიტყვის მნიშვნელობის განმარტება ქართულად	ქართული სიტყვის გერმანული ეკვივალენტი
თვალი	მხედველობის ორგანო	das Auge
	სოლებიანი წრე, რომელიც ღერძზეა წამოცმული	das Rad
	იშვიათი მინერალისაგან გაპრიალებული ძვირფასი ქვა	das Juwel
	რაიმე ნაგებობის ცალკეული განყოფილება	die Sektion
	ზოგი ჩასაბერი საკრავის ცალკეული ნახვრეტი	das Grifloch
	სათავსო	das Lokal
	საფქვავი მოწყობილობა წისქვილისა	der Mühlstein, die Offnung
	ფანჯრის თითოეული ნაწილი, რომელიც ჩარჩოს შიგნითა ტიხრებით არის შემოსაზღვრული, უჯრედი	die Öse, die Masche
	ხურჯინის ორი განყოფილებიდან თითოეული	die Tasche

ეროვნული ბიბლიოთეკა

ანალოგიური მასალის წარმოდგენა შესაძლოა უსასრულოდ.

აღნიშნულიდან შემდეგ დასკვნას ვაკეთებთ:

პოლისემიური სიტყვების ცალკეული მნიშვნელობები ქართულსა და გერმანულში არ ემთხვევა ერთიმეორეს. იგი შეიძლება ან ერთ ენაში იყოს უფრო ფართო, ან მეორეში.

ჩამოთვლილ მნიშვნელობებში შეტანილი არ არის სიტყვის გადატანითი ხმარების შემთხვევები. აქ ორ ენაში კვლავ მრავალ განსხვავებულ ფაქტს შევხვდებით, რაც ცალკე თემას შეადგენს. ორ ენაში განხილული მნიშვნელობებიდან ეს სიტყვები შეიძლება მხოლოდ ერთ-ერთი მნიშვნელობით იყვნენ ეკვივალენტურნი, ე. ი. ერთმანეთს ემთხვევა მათი მხოლოდ ერთი მნიშვნელობა, დანარჩენი კი არა. ამის მაგალითი მოცემულია ჩვენს მიერ წარმოდგენილ მასალაში სიტყვა „თვალის“ შესახებ. ცხრილში იგი კარგად ჩანს. ამ შემთხვევაში ქართული განსხვავდება გერმანულისაგან. მაგალითად, თუ ენის შემსწავლელმა ქართული „თვალის“ ხმარების შემთხვევები გადაიტანა გერმანულ ენაში, მაშინ მისი ნათქვამი ვაუგებარია გერმანულად. ასეთ შემთხვევაში ენა ვერ იქნება გაგებინების საშუალება.

სიტყვის მოცულობა ისე უნდა ვასწავლოთ და სათანადო სავარჯიშოებით განვამტკიცოთ, რომ უზრუნველყოფილ იქნეს სიტყვის სწორი ხმარება გერმანული ენის კონტექსტში. თუ მოსწავლეს ეცოდინება რა მნიშვნელობა აქვს სიტყვას „das Auge“, მაშინ „წინდის თვალს“, „საკრავის თვალს“ ან „ურმის თვალს“ გერმანულად არ გამოხატავს ამ სიტყვით.

უცხოური სიტყვის მნიშვნელობის დასადგენად უნდა გამოვიდეთ ცნებიდან, კერძოდ, რა ცნებას გამოხატავს იგი და მოცემული ცნება რომელი სიტყვებით შეიძლება გამოიხატოს. სიტყვაში ხდება ერთგვარი დაკონკრეტება და მიმაგრება ცნებისა მოვლენათა და საგანთა სახელებზე. ცნება იქმნება ზოგადი არსებითი ნიშან-თვისებებისაგან. განსხვავება სიტყვის მნიშვნელობასა და მეცნიერულ ცნებას შორის მეტ-ნაკლები სახით არის საერთოდ წარმოდგენილი. ხან დიდია ეს განსხვავება, ხან საშუალო, ხან მცირე.

ზოგჯერ ორი ენის ეკვივალენტურ სიტყვათა დანარჩენ მნიშვნელობებს შორის არსებითი განსხვავებაა, ე. ი. ის შინაარსი, რომელიც სიტყვას ძირითადი მნიშვნელობის გარდა გააჩნია, ხშირად არანაკლებ მნიშვნელოვანია, ზოგჯერ კი უფრო საჭიროც, ვიდრე ამ სიტყვის ძირითადი მნიშვნელობა.

თუ ენის შემსწავლელი დასაწყისიდანვე სათანადო ყურადღებას მიაქცევს მრავალმნიშვნელობიან სიტყვებს, ის ნაკლებ შეცდომებს დაუშვებს უცხოურ ენაში.

საკითხის უფრო მეტად გათვალსაჩინოების მიზნით კარგი იქნება თუ სწავლების პროცესში პოლისემიურ სიტყვას ხორცს შევასხამთ სასწავლო მიზნით შედგენილ მცირე მოცულობის ტექსტში.

მოცემულ თემაზე სანიმუშო მეცადინეობის ჩატარებით სათანადო დასკვნებს აკეთებენ ენის შემსწავლელნი და შემდგომში ყურადღებით ეკიდებიან უცხოური პოლისემიური სიტყვების დასწავლას, უკვირდებიან მის თითოეულ მნიშვნელობას. იხსენებენ „das Auge“ მაგალითს, უკვე კარგად იციან, რომ ქართული მრავალმნიშვნელობიანი სიტყვა თავისი თითოეული მნიშვნელობით არ უდრის ეკვივალენტური პოლისემიური სიტყვის იმავე მნიშვნელობებს გერმანულ ენაში. ამ ენაში სიტყვას დასახელებული ორი მნიშვნელობა გააჩნია, სხვა შემთხვევებში, სადაც ქართული კვლავ „თვალს“ იყენებს „das Auge“ კი არ უნდა ვიხმაროთ, არამედ ის სიტყვები, რომლებიც ცხრილშია მითითებული.

როგორც დაკვირვებამ ცხადყო, უცხოურ ზეპირმეტყველებაში დაშვებული შეცდომები უმთავრესად გერმანული მრავალმნიშვნელობიანი სიტყვის მოცულობის არცოდნით და მასში ქართული ენის გადატანით არის გამოწვეული.

ეროვნული ბიბლიოთეკა

რამდენიმე ტიპიური მაგალითის განხილვის შემდეგ გამოგვაქვს ზოგადი დასკვნა: ზეპირმეტყველების ჩვევების გამომუშავებისათვის საჭიროა დაზეპირებულ იქნეს თითოეული შემთხვევისათვის ტიპიური სამი-ოთხი სიტყვისაგან შემდგარი წინადადება. ეს იქნება „მოდელი“, რომელსაც გამოვიყენებთ თითოეულ მსგავს შემთხვევაში. სწორი მეტყველების საფუძველზე კი გამომუშავდება ენის ალღო და იგი ავტომატიზაციაში გადავა. თუ ალღო არ გამომუშავდა, შეუძლებელია გერმანული ენის ლექსიკის სწორი გამოყენება.

სწავლების საშუალო საფეხურიდან საჭიროა ენის შემსწავლელმა შეძლოს პოლისემიური სიტყვების მნიშვნელობათა დიფერენციაცია და ერთმანეთისაგან გამიჯვნა.

აღნიშნული ტიპის სიტყვების მნიშვნელობათა განმტკიცება ხდება სათანადო ლექსიკური სავარჯიშოებით. მაგრამ სასწავლო სავარჯიშოები ენის შემსწავლელს მალე სწყინდება. კარგ შედეგს იძლევა მის გვერდით მხატვრულ ნაწარმოებში პოლისემიური სიტყვების მონახვა. მისი შეპირისპირება ხდება იმავე წინადადებასთან ქართულ მხატვრულ თარგმანში. ენის შემსწავლელი სპეციალური მაგალითების რვეულში იწერს და იმახსოვრებს მაგალითებს გერმანელი კლასიკოსების ნაწარმოებებიდან, რომელთა მნიშვნელობები იცის ქართული მხატვრული თარგმანებიდან.

როგორც ვხედავთ, სიტყვათა პოლისემიურობა ენის მნიშვნელოვან მხარეს შეადგენს და მისი სწავლების მეთოდების ძიება გამართლებულად მიგვაჩნია.

თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

(შემოვიდა 26.12.1974)

ЯЗЫКОЗНАНИЕ

Ц. Н. БИЧИНАШВИЛИ

РЕЧЬ И ОБЪЕМ СЛОВ В ДВУХ ЯЗЫКАХ

Резюме

Проведенная работа посвящена изучению объема слов немецкого языка в сопоставлении с грузинским языком.

Сопоставительный анализ соответствующих слов в обоих языках выявил много интересных фактов.

В частности, было установлено, что два слова с эквивалентными значениями почти никогда полностью не совпадают (тут имеются в виду полисемические слова). Например, немецкое слово «das Auge» имеет два прямых и одно переносное значение, в то время как соответствующее слово в грузинском языке имеет десять разных значений. Из них только одно совпадает с немецким «das Auge», остальные девять в немецком выражены другими лексическими единицами. Этот факт еще раз доказывает ту истину, что явления двух разных языков полностью почти никогда не идентифицируются.

Ts. N. BICHINASHVILI

SPEECH AND THE VOLUME OF WORDS IN TWO LANGUAGES

Summary

The paper is concerned with a study of word volume in the German language as compared with Georgian.

A comparative analysis of corresponding words in these two languages has revealed a number of interesting facts.

In particular, it is obvious that two polysemantic words with equivalent meanings never coincide fully. For instance, the German word *Auge* has two principal and one figurative meanings. The Georgian counterpart of this word has ten meanings. Only the principal meanings of these words coincide, the other 9 connotations are rendered into German by different lexical units. This once again corroborates the fact that phenomena of two different languages are almost never fully equatable.

ᲡᲐᲥᲐᲠᲗᲕᲔᲚᲝᲡ ᲡᲡᲠ ᲛᲔᲪᲜᲘᲔᲠᲔᲑᲐᲗᲐ ᲐᲙᲐᲓᲔᲛᲘᲘᲡ ᲛᲝᲐᲛᲑᲔ, 78, № 2, 1975
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 78, № 2, 1975
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 78, № 2, 1975

ეროვნული ბიბლიოთეკა

УДК 891.5

ᲔᲜᲐᲗᲛᲔᲪᲜᲘᲔᲠᲔᲑᲐ

ᲔᲓ. ᲡᲐᲠᲘᲨᲕᲘᲚᲘ

ᲮᲛᲝᲕᲐᲜᲗᲐ ᲰᲐᲠᲛᲝᲜᲘᲘᲡ ᲨᲔᲡᲐᲮᲔᲑ ᲔᲠᲗ ᲐᲖᲔᲠᲑᲐᲘᲯᲐᲜᲣᲚᲔᲜᲝᲕᲐᲜ ᲮᲔᲚᲜᲐᲬᲔᲠᲨᲘ(1

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ს. ჯიქიამ 4.1.1975)

თურქული ენებისათვის ხმოვანთა ჰარმონია ერთ-ერთი ნიშანდობლივი ფონეტიკური კანონზომიერებაა. იგი ორი ნიშნით ვლინდება: პალატალურობისა და ლაბიალურობის ნიშნით. პალატალური და ლაბიალური ჰარმონია, რომელიც ამავე დროს ურთიერთდაკავშირებული ფონეტიკური პროცესიცაა, სალიტერატურო აზერბაიჯანულსა და მის დიალექტებში ტოლფასოვნად არ არის გამოხატული; ამათგან პირველი გაცილებით მდგრადი და თანმიმდევრულია, მეორე — შეზღუდული და მერყევი [1, 2]. ხელნაწერი, რომლის ენობრივ შესწავლაზეც ვმუშაობთ, საინტერესო მასალას მოიცავს ხმოვანთა ჰარმონიის თავისებურებათა გამოვლენის თვალსაზრისით.

პ ა ლ ა ტ ა ლ უ რ ი ჰ ა რ მ ო ნ ი ა ხელნაწერის ენაში ძირითადად გატარებულია; ფუძის ფარგლებში, გამონაკლისის გარეშე, იგი ყოველთვის დაცულია: اوُرَكْ — üräk′, قوُجَا — goca, قِلِجْ — gılıc, كوُزَلْ — gözäl და სხვ.

ფუძეზე აფიქსების დართვისას პალატალური ჰარმონია დაცულია, მაგრამ ცალკეულ შემთხვევაში თავს იჩენს დარღვევები; გარკვეული აფიქსები რბილხმოვნიან სიტყვებს უკანარიგისმიერხმოვნიანი ვარიანტებით მოუდით; ასეთი შემთხვევები გამონაკლისს არ შეადგენენ და ისინი თითქმის თანაბარი სიხშირით იხმარებიან იმავე აფიქსის რბილ ვარიანტებთან ერთად, ე. ი. ცალკეულ შემთხვევებში გვხვდება პალატალურობის ნიშნით მერყევი ფორმები. ნიშანდობლივია, რომ ასეთი მერყეობანი გარკვეულ აფიქსებთან შეინიშნება და რომ პალატალური ჰარმონიის დარღვევა მხოლოდ მაგარხმოვნიანი აფიქსების დართვით აღინიშნება რბილხმოვნიან ფუძეზე [3, 4]; უკუპროცესს ადგილი არა აქვს ძეგლის ენაში. უმთავრესად მასდარის ფორმები არიან მერყევნი:

كِتْمَكَه — gitmäg′ä — كِتْمَا قَا — gitmaɣa, اِيچْمَكَه — ičmäg′ä — اِيچْمَا قَا — ičmaɣa,

وِيرْمَكَه — virmäg′ä — وِيرْمَا قَا — virmaɣa.

ასეთსავე მერყეობას აქვს ადგილი აწმყო-მყოფადი დროის I პ. მრ. რიცხვის ფორმასთან:

كِيدَهرُوكْ — gidärük′ — كِيدَرُوقْ — gidarux;

(1 ხელნაწერი დაცულია საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის კ. კეკელიძის სახ. ხელნაწერთა ინსტიტუტში, მუსლიმანურ ფონდში Tur-140 შიფრ.

ეროვნული ბიბლიოთეკა

აწმყო — განსაზღვრული დროის ამავე პირისა და რიცხვის ფორმასთან:

كُورُّكْ — görrük' — كُورُّوقْ — görrux;

ასევე აბსტრაქტულობის აფიქსთან:

بِرْلِكِنَهْ — birlig'inä — بِرْلِقِنَهْ — birliγina.

როგორც ჩანს, პალატალური ჰარმონიის დარღვევები არც შემთხვევითია და არც აბსოლუტური ხასიათისა. ნიშანდობლივია ის, რომ ამა თუ იმ შემთხვევებში აფიქსები ერთვარიანტულნი კი არ არიან, არამედ მეყუეი ფორმები გააჩნიათ. ეს გვაძლევს საფუძველს დავასკვნათ, რომ ძეგლის ენაში ადგილი აქვს პალატალური ჰარმონიის არა მოშლის, არამედ ცალკეულ შემთხვევებში მისი შესუსტების ტენდენციას.

ლაბიალური ჰარმონია ძეგლის ენაში, როგორც სიტყვის ფუძეში, ისე აფიქსაციის დროსაც, უმთავრესად დარღვეულია [5, 6]. საერთოდ, დიალექტებისათვის დამახასიათებელი ამგვარი დარღვევები ღია და დახურული მარცვლის კანონზომიერებით არის გაპირობებული: დახურულ მარცვალში ვიწრო ხმოვანი ლაბიალური ხმოვნით არის წარმოდგენილი, ღიაში — არალაბიალური ვარიანტით. ჩვენს ხელნაწერში ღია და დახურული მარცვლის აღ-

ნიშნული მიმართება ხშირად დარღვეულია. მაგ., თუ გვაქვს يَلْغُوزْ — jalγuz, تُولْكِي — tülki, كُوپْرِي — köpri, قُورِي — ɡuri იქვე გვხვდება

سَوْكُولِي — sävgüli, كُوجِلْ — göjil, كُومِشْ — gümiš და სხვ. ეს მაგალითები გვიჩვენებენ, რომ საქმე ვვაქვს ლაბიალური განმსგავსების მძლავრ ტენდენციასთან, სადაც უკვე ვეღარ მოქმედებს ღია და დახურული მარცვლის კანონზომიერება. იგი გამოიხატება შემდეგში: თუ სახელის ფუძეში წინამავალი ხმოვანი ბაგისმიერია, მომდევნოში თავს იჩენს არაბაგისმიერი ხმოვანი და პირიქით. ე. ი. ძეგლის ენაში შეიმჩნევა ლაბიალური ჰარმონიის საპირისპირო პროცესისადმი, კერძოდ, ლაბიალური დისჰარმონიისადმი მიდრეკილება. იგი სპორადულად იჩენს თავს აფიქსაციის შემთხვევებშიც. სპორადულად, რადგან აფიქსთა დიდი ნაწილი მოკლებულია ვარიანტულობას ლაბიალურობის ნიშნით, ამიტომ მათზე შეუძლებელია მსჯელობა. მიუხედავად იმისა, რომ ხელნაწერში დასტურდება აფიქსები, რომლებიც შეიცავენ ვარიანტებს ლაბიალურობის ნიშნით, ფუძეებზე ისინი ამ ნიშნით მაინც არ ერთვიან; მათი დართვა უსისტემო ხასიათს ატარებს; აქაც შეინიშნება უკუტენდენცია, რაც ლაბიალური დისჰარმონიისადმი მიდრეკილებით შეიძლება აიხსნას. ეს იმას ნიშნავს, რომ თუ გარკვეული აფიქსი ხელნაწერში ძირითადად ბაგისმიერი ხმოვნით დასტურდება, მას გამონაკლისი (არალაბიალური ვარიანტი) უმთავრესად იმ შემთხვევებში დაეძებნება, როდესაც ფუძე ლაბიალურ ხმოვანს არ შეიცავს. მაგ.: აბსტრაქტულობის აფიქსი ხელნაწერში უმეტესად ბაგისმიერი ვარიანტითაა წარმოდგენილი: اَيْرِلُوقْ — ajrılux, قُولُّوقْ — gullux, მაგრამ არა-

ბაგისმიერხმოვნიანი ეს აფიქსი ბაგისმიერხმოვნიან ფუძეებს დაერთვის უმთავრესად:

چَاوُشْلِقْ — čavušlıx, سَرْخُوشْلِقْ — sarxošlıx და სხვ.

აწმყო-განსაზღვრული დროის მაწარმოებელი აფიქსი ასევე უმთავრესად ლაბიალურხმოვნიანი ვარიანტით იხმარება; გვხვდება მისი არალაბიალური ვარიანტებიც, მაგრამ ისინი ფუძეებზე ლაბიალურობის პრინციპით არ ნაწილდებიან. აღსანიშნავია, რომ იმ ზმნის ფუძეთა უდიდეს ნაწილზე, რომლებიც არალაბიალურ ხმოვნებს შეიცავენ, ძირითადად ლაბიალურვარიანტიანი აფიქსები

მოდის: قوپاردورام— goparduram, گلورام— gälüräm, الورام— aluram.

მაშინ როდესაც ლაბიალურხმოვნიან ფუძეებს ხშირად არალაბიალურხმოვნიანი ვარიანტები მოუდით: اولیرم—öliräm, بولیرم—büliräm, تاپشوریرم— tapšuriram და სხვ.

ანალოგიური მდგომარეობა სხვა შემთხვევებშიც შეინიშნება (ნამყო კატეგორიული დროის, ნამყო თურმეობითი დროის, კუთვნილებითი აფიქსების შემთხვევაში და ა. შ.). მართალია ეს პროცესი თანმიმდევრული არ არის, მაგრამ ხელნაწერში იგი რეალურად გამოხატული, ფონეტიკური მოვლენაა.

საერთოდ კი ლაბიალური ჰარმონიის ის უსისტემობა, რომელიც ხელნაწერში იჩენს თავს, ერთ შემთხვევაში გამოწვეულია ლაბიალური ვარიანტების სიმცირით, სხვა შემთხვევაში, როცა ასეთი ვარიანტები მოიპოვება, ლაბიალური დისჰარმონიისადმი მიდრეკილებით და თუ ცალკეულ შემთხვევაში იგი გატარებული ჩანს, ისიც არაკანონზომიერი და შემთხვევითი ხასიათისაა.

თბილისის სახელმწიფო
უნივერსიტეტი

(შემოვიდა 7.2.1975)

ЯЗЫКОЗНАНИЕ

Э. Р. САРИШВИЛИ

О ГАРМОНИИ ГЛАСНЫХ В ОДНОЙ АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ РУКОПИСИ

Резюме

Рассмотрен вопрос о палатальной и лабиальной гармонии гласных в одной азербайджанской рукописи. Палатальная гармония в пределах основы слова всегда прослеживается: при аффиксации наблюдаются отдельные случаи нарушения палатальной гармонии. Лабиальная гармония (как в пределах основы, так и при аффиксации) в большинстве случаев нарушается: она носит несистемный характер: часто наблюдается явление, противоположное этой закономерности, — лабиальная дисгармония гласных.

LINGUISTICS

E. R. SARISHVILI

ON THE HARMONY OF VOWELS IN ONE AZERBAIJANIAN MANUSCRIPT

Summary

The paper deals with the question of palatal and labial harmony of vowels in one Azerbaijanian manuscript. Palatal harmony can always be observed in word stems, whereas in the case of affixation it is often violated.

ეროვნული ბიბლიოთეკა

In a number of cases labial harmony (in word stems, as well as in affixation) does not occur; it is not of systematic character and an opposite phenomenon, i. e. labial disharmony of vowels, is often observable.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Ф. Г. Исхаков. ИСГТЯ, I, фонетика. М., 1955, 122.
2. М. Рясянен. Материалы по исторической фонетике тюркских языков. М., 1955, 86.
3. Н. Я. Ашмарин. Общий обзор народных тюркских говоров гор. Нухи. Баку, 1926, 60—63.
4. М. Ширəлијев. Азəрбајчан диалектологијасынын əсаслары. Бакы, 1962, 59.
5. В. Т. Джангидзе. Дманисский говор казахского диалекта азербайджанского языка. Баку, 1965, 60.
6. მ. ბელთაძე. თსუ შრომები, ტ. 121. თბილისი, 1967, 139.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 78, № 2, 1975
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 78, № 2, 1975
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 78, № 2, 1975

ეროვნული ბიბლიოთეკა

УДК 891.5

ფილოლოგია

ვ. კოტეტიშვილი

სპარსული რითმის მეტრიკული სტრუქტურა

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ს. ჯიქიამ 15.12.1974)

სპარსული რითმის მეტრიკული სტრუქტურის გასარკვევად აუცილებელია გადავხედოთ სპარსული ენის მარცვალთა სისტემას. ამ თვალსაზრისით სპარსული ენა გარკვეულ თავისებურებებს ამჟღავნებს. მარცვალი იწყება ხმოვნით ან ერთი თანხმოვნით (სხვა ენებისათვის დამახასიათებელი თანხმოვანთა თავმოყრა მარცვლის დასაწყისში სპარსულისათვის დაუშვებელია). მარცვალში ხმოვნის შემდეგ შესაძლოა არა უმეტეს ორი თანხმოვნის არსებობა. მაშასადამე, სპარსულ ენაში გვაქვს მარცვალთა შემდეგი სახეობანი: 1. ღია (ხმოვანზე დამთავრებული), 2. დახურული (ერთ თანხმოვანზე დამთავრებული) და 3. ორმაგად დახურული (ორ თანხმოვანზე დამთავრებული).

ფონეტიკური თვალსაზრისით სპარსულში დასტურდება 11 სტრუქტურული ნაირსახეობა: თანხმოვნით დაწყებული — ექვსი (1. cv, 2. $\overline{\text{cv}}$, 3. cvc, 4. $\overline{\text{cvc}}$, 5. cvcc, 6. $\overline{\text{cvcc}}$) და ხმოვნით დაწყებული — ხუთი (1. $\overline{\text{v}}$, 2. vc, 3. $\overline{\text{vc}}$, 4. vcc, 5. $\overline{\text{vcc}}$). ამათგან სამია ღია (v, $\overline{\text{cv}}$, cv), ოთხი — დახურული ($\overline{\text{vc}}$, vc, $\overline{\text{cvc}}$, cvc) და ოთხიც — ორმაგად დახურული ($\overline{\text{vcc}}$, vcc, $\overline{\text{cvcc}}$, cvcc).

სპარსული პოეზია მეტრიკული ტიპოლოგიის თვალსაზრისით განეკუთვნება კვანტიტატიურ სისტემას, რომელსაც დურაციულსა და ქრონემულსაც უწოდებენ [1]. ეს იმას ნიშნავს, რომ სპარსული ლექსთწყობის საფუძველს წარმოადგენს გრძელ და მოკლე მარცვალთა კანონზომიერი მონაცვლეობა. სპარსულ ენაში ზემოთგანხილულ მარცვალთა 11 სტრუქტურული ნაირსახეობა გვაძლევს 3 ტიპის პროსოდიულ ელემენტს, ესენია: 1. მოკლე მარცვალი, 2. გრძელი მარცვალი და 3. ზეგრძელი მარცვალი. მოკლე მარცვალს ქმნის ორი ვარიანტი: 1. თანხმოვანი + მოკლე ხმოვანი (cv) და მოკლე ხმოვანი + თანხმოვანი (vc). გრძელი მარცვლის შესაქმნელად შესაძლოა ხუთი ვარიანტის არსებობა: 1. გრძელი ხმოვანი ($\overline{\text{v}}$), 2. თანხმოვანი + გრძელი ხმოვანი ($\overline{\text{cv}}$), 3. თანხმოვანი + მოკლე ხმოვანი + თანხმოვანი (cvc), 4. გრძელი ხმოვანი + + თანხმოვანი ($\overline{\text{vc}}$), 5. მოკლე ხმოვანი + ორი თანხმოვანი (vcc). ზეგრძელ მარცვალს ვიღებთ იმ შემთხვევაში, როდესაც ერთ მარცვალში მოცემული გვაქვს გრძელი მარცვლის შესაქმნელად საჭირო მინიმუმი + დამატებითი თანხმოვანი, რომელიც ქმნის პოტენციურ შესაძლებლობას ახალი მოკლე მარცვლის შესაქმნელად. ამგვარი მონაცემები დასტურდება მხოლოდ დახურული და ორმაგად დახურული მარცვლების შემდეგი სახის სტრუქტურებში: 1. თანხმოვანი + გრძელი ხმოვანი + თანხმოვანი ($\overline{\text{cvc}}$), 2. თანხმოვანი + მოკლე ხმოვანი + ორი თანხმოვანი ($\overline{\text{cvcc}}$), 3. თანხმოვანი + გრძელი ხმოვანი + ორი თანხმოვანი ($\overline{\text{cvcc}}$) და 4. გრძელი ხმოვანი + ორი თანხმოვანი ($\overline{\text{vcc}}$). გამონაკლისს წარმოადგენს მხოლოდ „ნ“ თანხმოვანი, რომელიც არასოდეს ქმნის ზეგრძელ მარცვალს.

ეროვნული ბიბლიოთეკა

პირველ ცხრილში წარმოდგენილია სპარსული ენის მარცვალთა სისტემის ფონეტიკურ და მეტრიკულ სტრუქტურათა შესაძლებელი ვარიანტები.

ცხრილი 1

№	მარცვლის სახეობა	ფონეტიკური სტრუქტურა	მეტრიკული ერთეული
1	ღ ი ა	v̄	—
2	„	c v̄	—
3	„	c v	◡
4	დახურული	v̄ c	—
5	„	v c	◡
6	„	c v̄ c	— ან —◡
7	„	c v c	—
8	ორმაგად დახურული	v̄ c c	— ან —◡
9	„	v c c	—
10	„	c v̄ c c	— ან —◡
11	„	c v c c	— ან —◡

მარცვალთა სიგრძე — სიმოკლისმიერი განაწილება გარკვეულ თავისებურებას ამჟღავნებს რითმებში (განსაკუთრებით ბოლორითმებში) განლაგებისას. სპარსული ლექსთწყობის სისტემაში პრაქტიკულად არ არსებობს მოკლე მარცვალზე დამთავრებული ბეითი (მრჩობლედი) [2]. ამიტომაც არის, რომ მჟღერ „ჰაჯე ჰავაზზე“ დამთავრებული მარცვალი ბეითის შიგნით თუ ხშირად გვაძლევს მოკლე მარცვალს, ბეითის ბოლოში იგი ყოველთვის გრძელ მარცვალს წარმოქმნის. როგორც ირკვევა, სტრიქონის გრძელი მარცვლით დამთავრების წესს სპარსულ პოეზიაში მრავალსაუკუნოვანი ისტორია ჰქონდა, ვინაიდან იგი სავსებით ჩამოყალიბებული ჩანს ჯერ კიდევ ავესტის გათებში [3].

ამგვარივე ვითარება გვაქვს მაშინაც, როდესაც სალექსო სტრიქონის ბოლოს ზეგრძელი მარცვალია წარმოდგენილი. იგი ყოველთვის ქმნის მხოლოდ ერთ გრძელ მარცვალს (ე. ი. მისი მეტრიკული სტრუქტურა იქნება — და არა — ◡), ხოლო თვით კლაუზულის შიგნით დასაშვებია, რომ ზეგრძელმა მარცვალმა მოგვცეს ორი მარცვალი (— ◡), ე. ი. გრძელი და მოკლე (დამატებითი, პროსოდიული ხმოვნის დართვით). მაგალითისათვის ფირდოუსის ეს ბეითიც კმარა:

◡	—	—	◡	—	—	◡	—	—	◡	—	
ქო	ნუნ	ფორ	შე	გეჭ	თო̄	ჲა	ქო̄	დუ̄	სჳ	თუ̄ნ	
ბე	ფეჲ	ვან	და	მაზ	გოჭ	თე	ო̄	ბუ̄	სჳ	თუ̄ნ	

ამ ბეითში ცეზურა ყოფს სარითმო სიტყვებს (დუ̄ | სჳ თუ̄ნ — ბუ̄ | სჳ თუ̄ნ), რომელთა პირველი მარცვალი ასრულებს მესამე სეგმენტს, ხოლო მომდევნო ორი მარცვალი მთლიანად ავსებს მეოთხე სეგმენტს, რომელიც ამ შემთხვევაში სხვებზე ერთი მარცვლით მოკლეა, ამიტომაც ეწოდება ამ საზომს მოკვეცილი მუთაყარიბი.

სპარსული რითმის ფონეტიკური სტრუქტურის შესწავლამ გამოავლინა 41 ვარიანტი [4], მორფოლოგიური სტრუქტურის კვლევამ — 10 (ამათგან 8 ძირითადი და 2 გამონაკლისი) [5]. სპარსული რითმის მეტრიკული სტრუქ-

ტურის შესწავლის შედეგად ირკვევა 10 შესაძლებელი ვარიანტის არსებობა. მეორე ცხრილში მეტრიკულ სტრუქტურათა სქემები იკითხება მარცხნიდან მარჯვნივ.

ცხრილი 2

№	რითმის სახეობა	მეტრიკული სტრუქტურა
1	ერთმარცვლიანი	—
2	ორმარცვლიანი	— —
3	"	◡ —
4	სამმარცვლიანი	— — —
5	"	◡ — —
6	"	— ◡ —
7	ოთხმარცვლიანი	— ◡ — —
8	"	— — ◡ —
9	"	◡ — ◡ —
10	ხუთმარცვლიანი	— ◡ — ◡ —

ამათგან 3-, 4- და 5-მარცვლიანი რითმები შესაძლოა გაყოფილ იქნენ ცეზურით და განაწილდნენ ორ ბოლოკიდურა სეგმენტში (როგორც ეს ზემოთ დავინახეთ ფირდოუსის მაგალითზე). რედიფის დართვისას, ბუნებრივია, სარითმო სიტყვა სალექსო სტრიქონის სიღრმისაკენ გადაინაცვლებს და შესაძლოა ბოლო სეგმენტში არც იყოს მოთავსებული. ეს ყოველივე განპირობებული იქნება რედიფის სიდიდით (ე. ი. რედიფში შემავალ ლექსიკურ ერთეულთა ოდენობით).

რითმის მეტრიკული სტრუქტურა, მარცვალთოდენობისა და სიგრძე-სიმოკლის გარდა, აუცილებლად გულისხმობს აქცენტუაციის პრობლემასაც. რითმების აქცენტუალური კლასიფიკაცია ვაჟურ, ქალურ, დაქტილურ და ჰიპერდაქტილურ რითმებად იმ ევროპული ენების რითმათა თავისებურებას ასახავს, რომლებშიც მახვილი მკვეთრად არის გამოხატული. სპარსულ ენაში სხვაგვარი ვითარება გვაქვს: ძირითადი მახვილის გარდა, გვხვდება დამატებითი მახვილი, რომელიც, უმთავრესად, გრძელ ხმოვნებს მოუდის [6]. ასეთი ვითარება გვაიძულებს, რომ სპარსულ რითმებზე მსჯელობისას მეტი სიფრთხილით მოვეპყრათ მათ აქცენტუალურ კლასიფიკაციას. ამ თვალსაზრისით სავსებით გამართლებულად მიგვაჩნია იმ ტერმინთა მოშველიება, რომლებიც აკად. გ. წერეთელმა გამოიყენა ქართული რითმის დახასიათებისას ([6], 62).

ამრიგად, სპარსულ პოეტიკაში მკვეთრად გამოკვეთილი ვაჟური, ქალური, დაქტილური და ჰიპერდაქტილური რითმების ნაცვლად გვექნება მათი შესაბამისი რითმები: 1. ვაჟური ანუ იამბიკური, 2. ქალური ანუ ქორეული (ან ტროქეული), 3. დაქტილური და 4. ჰიპერდაქტილური ტენდენციებით.

სპარსულ რითმებში დაქტილური ტენდენცია უფრო ნათლად იკვეთება რედიფიან რითმებში. ორმარცვლიანი რედიფი ეპიფორულ ელემენტს წარმოადგენს, რომელიც პოეტური მახვილით აღჭურვილ სარითმო სიტყვას ერთვის. იგი თავისი ბუნებით კადანსური ხასიათისაა და ყოველთვის უმახვილოდ წარმოითქმის. მაგრამ ეს საკითხები უკვე რედიფიანი რითმის პრობლემატიკას ეკუთვნის, რომელთა კვლევა წინამდებარე ნაშრომის ფარგლებს სცილდება.

თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

(შემოვიდა 16.1.1975)

ФИЛОЛОГИЯ

В. В. КОТЕТИШВИЛИ

МЕТРИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ПЕРСИДСКОЙ РИФМЫ

Резюме

На основе фонетического и метрического анализа слоговой системы персидского языка в работе изложены результаты изучения метрической структуры персидской рифмы. В первой таблице представлена классификация персидских слогов, а во второй — структурно-метрические варианты персидских рифм, встречающихся в классической поэзии.

Высказаны соображения по проблеме акцентуальной классификации персидской рифмы.

PHILOLOGY

V. V. KOTETISHVILI

METRICAL STRUCTURE OF PERSIAN RHYME

Summary

The results of a study of the metrical structure of Persian rhyme are given on the basis of phonetic and metrical analysis. Figure 1 represents the classification of Persian syllables, and Fig. 2 the structural-metrical variants of Persian rhymes in classical poetry.

Some observations are made on the problems of accentual classification of Persian rhyme.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. გ. წერეთელი. მეტრი და რითმა ვეფხისტყაოსანში. თბილისი, 1973, 83.
2. ფარვიზ ნათელ ხანლარი. თაჰყიყე ენთეყადი დარ არუზე ფარსი (სპარს. ენაზე). თეჰრან, 1337 (1958), 86.
3. Е. Э. Бертельс. История персидско-таджикской литературы. М., 1960.
4. ვ. კოტეტიშვილი. მაცნე, ენისა და ლიტერატურის სერია, № 4, 1974.
5. ვ. კოტეტიშვილი. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 74, № 3, 1974.
6. К. Г. Залеман, В. А. Жуковский. Краткая грамматика новоперсидского языка с приложением метрики и библиографии. СПб, 1894, 14—16.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 78, № 2, 1975
СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, 78, № 2, 1975
BULLETIN of the ACADEMY of SCIENCES of the GEORGIAN SSR, 78, № 2, 1975

ეროვნული ბიბლიოთეკა

УДК 930.253

არქეოლოგია

მ. ნიორაძე

ახალი მონაცემები წყალწითელას ხეობის პალეოლითის შესახებ

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ა. აფაქიძემ 23.1.1975)

1974 წელს ქუთაისის მხარის ქვის ხანის შემსწავლელი არქეოლოგიური ექსპედიციის გოდოგნის რაზმმა არქეოლოგიური კვლევა-ძიება განახორციელა წყალწითელას ხეობაში. კერძოდ, გრძელდებოდა გათხრები საკაჟიას მღვიმეში, რომელიც ზედაპალეოლითური ხანის კლასიკურ ძეგლადაა ცნობილი [1] (სოფ. გოდოგანი, თერჯოლის რაიონი, მდინარის დონიდან 65 მ სიმაღლეზე).

1973 წ. ჩვენს მიერ საკაჟიაში გაჭრილმა შურფმა ქვედაპალეოლითური (მუსტიეური) ფენაც გამოავლინა, რამაც განაპირობა მღვიმის არქეოლოგიური გათხრის აუცილებლობა [2, 3].

1974 წელს გაითხარა მღვიმის წინა მოედანი (დაახლოებით 38 კვ. მ ფართობი). როგორც განივ, ისე გრძივ ჭრილებში კარგად ჩანდა ფენათა გაყრცელების სტრატიგრაფიული სურათი. ერთ-ერთ განივ ჭრილში (m_7—o_7 კვ-ში) ლითოლოგიურად განსხვავებული შემდეგი ფენები გამოვლინდა (სურ. 1).

I. ჰუმუსი. განამარხებული ნიადაგი, მოშავო ფერის, კირქვის წვრილი ღორღის ჩანართებით, სისქე 10—20 სმ.

II. მოყავისფრო-მოყვითალო თიხნარი, კირქვის პატარა და საშუალო ზომის ღორღის ჩანართებით, ნაკლებცხიმოვანი სტერილური, სისქე 90—95 სმ.

III^a. მუქი მოყავისფრო ცხიმოვანი თიხნარი, კულტურული, სისქე 20—25 სმ.

III^b. მოყვითალო-მოყავისფრო ცხიმოვანი თიხნარი, კირქვის ჩანართებით, კულტურული, სისქე 1,10—1,20 მ.

III^c. ღია მოყვითალო ცხიმოვანი თიხნარი, კულტურული, სისქე 35—40 სმ.

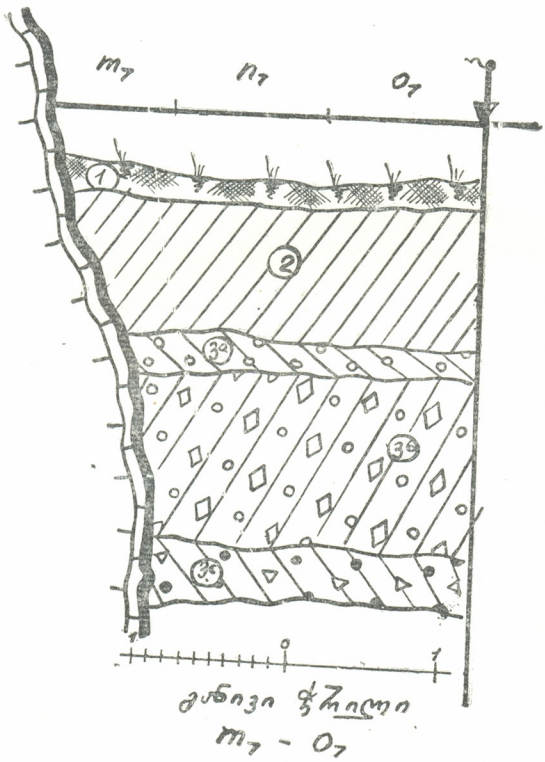
მესამე ფენის a, b და c ჰორიზონტები ქრონოლოგიურად ერთ ეპოქას, კერძოდ, მუსტიეს პერიოდს განეკუთვნება. მასალა შემდეგი სახითაა წარმოდგენილი: ქაჟისა და არგილიტის წვეტანები, სახოკები, საფხეკები, ანატკეცანამტვრევები და სხვ. (სურ. 2_1-$_5$). კარგადაა წარმოდგენილი ფაუნისტური მასალა, სადაც დიდი ადგილი მღვიმის დათვის (*Ursus spelaeus*) ნაშთებს უკავია. მღვიმის ბაქანზე ჩვენს მიერ გამოვლენილ ფენათა საერთო სისქეა 3 მ. დედაქანზე არ დავსულვართ. III ფენის c ჰორიზონტი შედარებით უფრო არქაული იერის იარაღების შემცველია, ე. ი. მოსალოდნელია საკაჟიაში მუსტიეს ეპოქაზე უფრო ადრეული კულტურული ფენის არსებობაც.

ამრიგად, საკაჟიას მღვიმეში, ზედაპალეოლითური კულტურული ფენის გარდა, დადასტურდა ქვედაპალეოლითური (მუსტიეური) ფენის არსებობაც, რასაც პირველყოფილი ადამიანის ყოფა-ცხოვრების შესწავლაში მნიშვნელოვანი როლი ენიჭება.

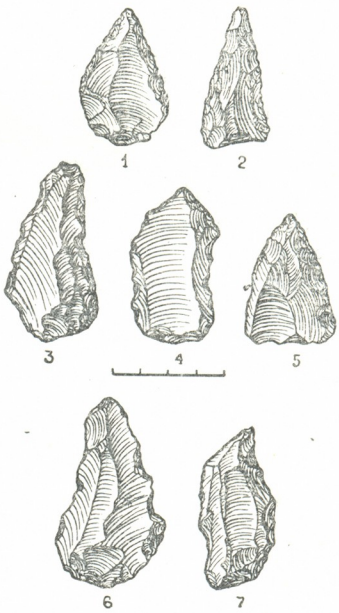
პარალელურად სამუშაოები ჩატარდა აგრეთვე ა. უვაროვის სახ. მღვიმეშიც (იგივე ორთვალა მღვიმე), რომელიც საკაჟიადან 1 კმ დაცილებული. როგორც ცნობილია, 1914 წელს რ. შმიდტსა და ლ. კოზლოვსკის მღვიმეში გაუჭრიათ თხრილი, საიდანაც თითქოს მოუპოვებიათ ზედაპალეოლითური ეპოქის

ეროვნული ბიბლიოთეკა

მასალები [4]. ჩვენმა ექსპედიციამ მცირედ გააფართოვა ადრინდელი თხრილი და გამოავლინა საკაჟიას მღვიმის მუსტიეური ფენის ანალოგიური, რამდენიმე ჰორიზონტისაგან შემდგარი ქვედაპალეოლითური ფენა. ამ ფენიდან მომდინარე ნაშთებიც (წვეტანები, სახოკები და სხვ.) მუსტიეს ეპოქით თარიღდება და საკაჟიას ამავე ფენის შემცველი მასალების სინქრონულ-ანალოგიურია (სურ. $2_{6,7}$). ზედაპალეოლითური ფენის ნაშთებს მღვიმეში ჩვენ ვერ მივაგენით. ყოველ შემთხვევაში, ზედაპალეოლითური ფენა ჯერჯერობით არ დასტურდება. კულტურული ფენების სტრატიგრაფიული სურათის ნათლად წარმოსადგენად აუცილებელია ძეგლის არქეოლოგიური გათხრა.



სურ. 1



სურ. 2

ამრიგად, ახალი აღმოჩენების საფუძველზე წყალწითელას ხეობის უძველესი განსახლების საკითხი ახლებურად წარმოგვიდგება. საკაჟიასა და ა. უვაროვის სახ. მღვიმეებში კულტურული ფენების სტრატიგრაფიული ვითარება და იარაღთა კომპლექსის ტიპოლოგიური შედგენილობა საფუძველს გვაძლევს წყალწითელას ხეობის მღვიმეთა პირველი ათვისება ადამიანის მიერ უფრო უძველესი დროიდან (მუსტიეური) ვივარაუდოთ, ვიდრე ეს დღემდე იყო ცნობილი სამეცნიერო ლიტერატურაში.

ყურადღებას იქცევს სინქრონული მღვიმე-ნამოსახლარების სიახლოვეც. ამ ფაქტს მნიშვნელობა აქვს ხევებად, სოფლებად დასახლების საწყისი საფეხურების კვლევისათვის. წყალწითელას ხეობაში კომპაქტური დასახლების კვალი მუსტიეს ხანაში უკვე ჩანს.

ეროვნული ბიბლიოთეკა

საკაჟიას და ა. უვაროვის სახ. მღვიმეთა შემდგომი გათხრა ხევებად თუ სოფლებად დასახლების ისტორიის თვალსაზრისითაც აუცილებელია.

ივ. ჯავახიშვილის სახელობის ისტორიის,
არქეოლოგიისა და ეთნოგრაფიის ინსტიტუტი

(შემოვიდა 24.1.1975)

АРХЕОЛОГИЯ

М. Г. НИОРАДЗЕ

НОВЫЕ ДАННЫЕ О ПАЛЕОЛИТЕ УЩЕЛЬЯ ЦХАЛЦИТЕЛА

Резюме

В 1974 г. Годоганский отряд (М. Г. Ниорадзе) Кутаисской археологической экспедиции (А. Н. Каландадзе) вел раскопочные работы в ущелье Цхалцителa, в частности в хорошо известных пещерах Сакажия и Уварова, вошедших в науку как памятники эпохи верхнего палеолита (с. Годогани, Терджольского района) [1].

Заложенный в 1973 г. в Сакажиа шурф выявил неизвестный до того нижнепалеолитический (мустьерский) слой, что вызвало необходимость проведения здесь дальнейших исследований [2, 3].

В результате работ 1974 г. в Сакажиа, в ее передней части, обнаружен мощный слой (1,85 м) эпохи мустье, состоявший из трех горизонтов (рис. 1). В слое встречены остроконечники, скребла, скребки, отщепы и осколки из кремня и аргиллита (рис. 2_{1-5}), а также фаунистический материал, в составе которого преобладают остатки пещерного медведя (*Ursus spelaeus*).

Ввиду того что раскоп не доведен до скального основания, не исключена возможность выявления в пещере более ранних слоев.

Как известно, в пещере Уварова (Ортвала) в 1914 г. Р. Шмидтом был заложен шурф, давший материал, впоследствии датированный эпохой верхнего палеолита [4]. Шурф был расширен и углублен нами, в результате чего засвидетельствована аналогичная пещере Сакажиа последовательность слоев. При этом материал из культурного слоя пещеры Уварова (остроконечники, скребла и т. д.) (рис. 2_{6-7}) датируется эпохой мустье и предположение о наличии здесь верхнепалеолитических данных не подтверждается.

Итак, на основании новых палеолитических материалов вопрос о древнейшем расселении ущелья Цхалцителa нами представляется иначе. Как стратиграфические условия залегания культурных слоев, так и типологический состав комплексов орудий пещер Сакажиа и Уварова дают основание первое заселение в ущелье Цхалцителa считать с более древнего периода (мустье), чем это доселе было известно в научной литературе.

M. G. NIORADZE

NEW EVIDENCE ON THE PALAEOLITH OF THE TSQALTSITELA RAVINE

Summary

In 1974 the Godogani group (directed by M. G. Nioradze) of the archaeological expedition exploring the Palaeolithic of Kutaisi directed by. A. N. Kalandadze) area excavated caves in the Tsqaltsitela ravine Sakazhia and the cave named after A. Uvarov (locally called Ortvala cave). Lower Palaeolithic (Moustarian) cultural layers were identified as a result.

The new finds give ground to assume that the first settlement in the Tsqaltsitela ravine appeared earlier (i. e. in the Lower Palaeolithic times) than had hitherto been accepted in the literature.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. გ. ნიორაძე. ქვის ხანის ადამიანი საკაჟიას გამოქვაბულში. თბილისი, 1953.
2. გ. გრიგოლია, მ. ნიორაძე. საველე არქეოლოგიური კვლევა-ძიება 1973 წ. თბილისი, 1974.
3. მ. ნიორაძე. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 75, № 3, 1974.
4. С. Н. Замятнин. Сб. МАЭ, т. XXVII. М.—Л., 1957.

К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ

1. В журнале «Сообщения АН ГССР» публикуются статьи академиков, членов-корреспондентов, научных работников системы Академии и других ученых, содержащие еще не опубликованные новые значительные результаты исследований. Печатаются статьи лишь из тех областей науки, номенклатурный список которых утвержден Президиумом АН ГССР.

2. В «Сообщениях» не могут публиковаться полемические статьи, а также статьи обзорного или описательного характера по систематике животных, растений и т. п., если в них не представлены особенно интересные научные результаты.

3. Статьи академиков и членов-корреспондентов АН ГССР принимаются непосредственно в редакции «Сообщений», статьи же других авторов представляются академиком или членом-корреспондентом АН ГССР. Как правило, академик или член-корреспондент может представить для опубликования в «Сообщениях» не более 12 статей разных авторов (только по своей специальности) в течение года, т. е. по одной статье в каждый номер, собственные статьи — без ограничения, а с соавторами—не более трех. В исключительных случаях, когда академик или член-корреспондент требует представления более 12 статей, вопрос решает главный редактор. Статьи, поступившие без представления, передаются редакцией академику или члену-корреспонденту для представления. Один и тот же автор (за исключением академиков и членов-корреспондентов) может опубликовать в «Сообщениях» не более трех статей (независимо от того, с соавторами она или нет) в течение года.

4. Статья должна быть представлена автором в двух экземплярах, в готовом для печати виде, на грузинском или на русском языке, по желанию автора. К ней должны быть приложены резюме — к грузинскому тексту на русском языке, а к русскому на грузинском, а также краткое резюме на английском языке. Объем статьи, включая иллюстрации, резюме и список цитированной литературы, приводимой в конце статьи, не должен превышать четырех страниц журнала (8000 типографских знаков), или шести стандартных страниц машинописного текста, отпечатанного через два интервала (статьи же с формулами — пяти страниц). Представление статьи по частям (для опубликования в разных номерах) не допускается. Редакция принимает от автора в месяц только одну статью.

5. Представление академика или члена-корреспондента на имя редакции должно быть написано на отдельном листе с указанием даты представления. В нем необходимо указать: новое, что содержится в статье, научную ценность результатов, насколько статья отвечает требованиям пункта 1 настоящего положения.

6. Статья не должна быть перегружена введением, обзором, таблицами, иллюстрациями и цитированной литературой. Основное место в ней должно быть отведено результатам собственных исследований. Если по ходу изложения в статье сформулированы выводы, не следует повторять их в конце статьи.

7. Статья оформляется следующим образом: вверху страницы в середине пишутся инициалы и фамилия автора, затем — название статьи; справа вверху представляющий статью указывает, к какой области науки относится она. В конце основного текста статьи с левой стороны автор указывает полное название и местонахождение учреждения, где выполнена данная работа.

8. Иллюстрации и чертежи должны быть представлены по одному экземпляру в конверте; чертежи должны быть выполнены черной тушью на кальке. Надписи на чертежах должны быть исполнены каллиграфически в таких размерах, чтобы даже в случае уменьшения они оставались отчетливыми. Подрисуночные подписи, сделанные на языке основного текста, должны быть представлены на отдельном

листе. Не следует приклеивать фото и чертежи к листам оригинала. На полях оригинала автор отмечает карандашом, в каком месте должна быть помещена та или иная иллюстрация. Не должны представляться таблицы, которые не могут уместиться на одной странице журнала. Формулы должны быть четко вписаны чернилами в оба экземпляра текста: под греческими буквами проводится одна черта красным карандашом, под прописными — две черты черным карандашом снизу, над строчными — также две черты черным карандашом сверху. Карандашом должны быть обведены полукругом индексы и показатели степени. Резюме представляются на отдельных листах. В статье не должно быть исправлений и дополнений карандашом или чернилами.

9. Список цитированной литературы должен быть отпечатан на отдельном листе в следующем порядке. Вначале пишутся инициалы, а затем — фамилия автора. Если цитирована журнальная работа, указываются сокращенное название журнала, том, номер, год издания, а если цитирована книга, — полное название книги, место и год издания. Если автор считает необходимым, он может в конце указать и соответствующие страницы. Список цитированной литературы приводится не по алфавиту, а в порядке цитирования в статье. При ссылке на литературу в тексте или в сносках номер цитируемой работы помещается в квадратные скобки. Не допускается вносить в список цитированной литературы работы, не упомянутые в тексте. Не допускается также цитирование неопубликованных работ. В конце статьи, после списка цитированной литературы, автор должен подписаться и указать место работы, занимаемую должность, точный домашний адрес и номер телефона.

10. Краткое содержание всех опубликованных в «Сообщениях» статей печатается в реферативных журналах. Поэтому автор обязан представить вместе со статьей ее реферат на русском языке (в двух экземплярах).

1. Автору направляется корректура статьи в сверстанном виде на строго ограниченный срок (не более двух дней). В случае невозвращения корректуры к сроку редакция вправе приостановить печатание статьи или напечатать ее без визы автора.

12. Автору выдается бесплатно 25 оттисков статьи.

(Утверждено Президиумом Академии наук Грузинской ССР 10.10.1968; внесены изменения 6.2.1969)

Адрес редакции: Тбилиси 60, ул. Кутузова, 19, телефоны 37-22-16, 37-93-42.

Почтовый индекс 380060

Условия подписки: на год — 12 руб.

ეროვნული
ბიბლიოთეკა

ავტორთა საყურადღებოდ

1. ჟურნალ „საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბეში“ ქვეყნდება აკადემიკოსთა და წევრ-კორესპონდენტთა, აკადემიის სისტემაში მომუშავე და სხვა მეცნიერთა მოკლე წერილები, რომლებიც შეიცავს ახალ მნიშვნელოვან გამოკვლევათა ჯერ გამოუქვეყნებელ შედეგებს. წერილები ქვეყნდება მხოლოდ იმ სამეცნიერო დარგებიდან, რომელთა ნომენკლატურული სია დამტკიცებულია აკადემიის პრეზიდიუმის მიერ.

2. „მოამბეში“ არ შეიძლება გამოქვეყნდეს პოლემიკური წერილი, ავრეთვე მიმოხილვითი ან აღწერითი ხასიათის წერილი ცხოველთა, მცენარეთა ან სხვათა სისტემატიკაზე, თუ მასში მოცემული არაა მეცნიერებისათვის განსაკუთრებით საინტერესო შედეგები.

3. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსთა და წევრ-კორესპონდენტთა წერილები უშუალოდ გადაეცემა გამოსაქვეყნებლად „მოამბის“ რედაქციას, ხოლო სხვა ავტორთა წერილები ქვეყნდება აკადემიკოსთა ან წევრ-კორესპონდენტთა წარდგინებით. როგორც წესი, აკადემიკოსს ან წევრ-კორესპონდენტს „მოამბეში“ დასაბეჭდად წელიწადში შეუძლია წარმოადგინოს სხვა ავტორთა არაუმეტეს 12 წერილისა (მხოლოდ თავისი სპეციალობის მიხედვით), ე. ი. თითოეულ ნომერში თითო წერილი. საკუთარი წერილი — რამდენიც სურს, ხოლო თანაავტორებთან ერთად — არაუმეტეს სამი წერილისა. გამონაკლის შემთხვევაში, როცა აკადემიკოსი ან წევრ-კორესპონდენტი მოითხოვს 12-ზე მეტი წერილის წარდგენას, საკითხს წყვეტს მთავარი რედაქტორი. წარდგინების გარეშე შემოსულ წერილს „მოამბის“ რედაქცია წარმოსადგენად გადასცემს აკადემიკოსს ან წევრ-კორესპონდენტს. ერთსა და იმავე ავტორს (გარდა აკადემიკოსისა და წევრ-კორესპონდენტისა) წელიწადში შეუძლია „მოამბეში“ გამოაქვეყნოს არა უმეტეს სამი წერილისა (სულ ერთია, თანაავტორებთან იქნება იგი, თუ ცალკე).

4. წერილი წარმოდგენილი უნდა იყოს ორ ცალად, დასაბეჭდად საგანგებო მზა სახით, ავტორის სურვილისამებრ ქართულ ან რუსულ ენაზე, ქართულ ტექსტს თან უნდა ახლდეს რუსული და მოკლე ინგლისური რეზიუმე, ხოლო რუსულ ტექსტს — ქართული და მოკლე ინგლისური რეზიუმე. წერილის მოცულობა ილუსტრაციებითურთ, რეზიუმეებითა და დამოწმებული ლიტერატურის ნუსხითურთ, რომელიც მას ბოლოში ერთვის, არ უნდა აღემატებოდეს ჟურნალის 4 გვერდს (8000 სასტამბო ნიშანი), ანუ საწერ მანქანაზე ორი ინტერვალით გადაწერილ 6 სტანდარტულ გვერდს (ფორმულებიანი წერილი კი 5 გვერდს). არ შეიძლება წერილების ნაწილებად დაყოფა სხვადასხვა ნომერში გამოსაქვეყნებლად. ავტორისაგან რედაქცია ღებულობს თვეში მხოლოდ ერთ წერილს.

5. აკადემიკოსთა ან აკადემიის წევრ-კორესპონდენტთა წარდგინება რედაქციის სახელზე დაწერილი უნდა იყოს ცალკე ფურცელზე წარდგინების თარიღის აღნიშვნით. მასში აუცილებლად უნდა აღინიშნოს, თუ რა არის ახალი წერილში, რა მეცნიერული ღირებულება აქვს მას და რამდენად უპასუხებს ამ წესების 1 მუხლის მოთხოვნას.

6. წერილი არ უნდა იყოს გადატვირთული შესავლით, მიმოხილვით, ცხრილებით, ილუსტრაციებითა და დამოწმებული ლიტერატურით. მასში მთავარი ადგილი უნდა ჰქონდეს დათმობილი საკუთარი გამოკვლევის შედეგებს. თუ წერილში გზადაგზა, ქვეთავების მიხედვით გადმოცემულია დასკვნები, მაშინ საჭირო არაა მათი განმეორება წერილის ბოლოს.

7. წერილი ასე ფორმდება: თავში ზემოთ უნდა დაიწეროს ავტორის ინიციალები და გვარი, ქვემოთ — წერილის სათაური. ზემოთ მარჯვენა მხარეს, წარმომდგენმა უნდა წააწეროს, თუ მეცნიერების რომელ დარგს განეკუთვნება წერილი. წერილის ძირითადი ტექსტის ბოლოს, მარცხენა მხარეს, ავტორმა უნდა აღნიშნოს იმ დაწესებულების სრული სახელწოდება და ადგილმდებარეობა, სადაც შესრულებულია შრომა.

8. ილუსტრაციები და ნახაზები წარმოდგენილ უნდა იქნეს თითო ცალად კონვერტით. ამასთან, ნახაზები შესრულებული უნდა იყოს კალკაზე შავი ტუშით, წარწერები ნახაზებს უნდა გაუკეთდეს კალიგრაფიულად და ისეთი ზომისა, რომ შემცირების შემთხვევაშიც კარგად იკითხებოდეს. ილუსტრაციების ქვემო წარწერების ტექსტი წერილის ძირითადი ტექსტის ენაზე წარმოდგენილ უნდა იქნეს ცალკე ფურცელზე. არ შეიძლება ფოტოებისა და ნახაზე-

ბის დაწებება დედნის გვერდებზე. ავტორმა დედნის კიდეზე ფანქრით უნდა აღნიშნოს, რა ადგილას მოთავსდეს ესა თუ ის ილუსტრაცია. არ შეიძლება წარმოდგენილ იქნეს ისეთი ცხრილი, რომელიც ჟურნალის ერთ გვერდზე ვერ მოთავსდება. ფორმულები მელნით მკაფიოდ უნდა იყოს ჩაწერილი ტექსტის ორივე ეგზემპლარში; ბერძნულ ასოებს ქვემოთ ყველგან უნდა გაესვას თითო ხაზი წითელი ფანქრით, მთავრულ ასოებს — ქვემოთ ორ-ორი პატარა ხაზი შავი ფანქრით, ხოლო არამთავრულ ასოებს — ზემოთ ორ-ორი პატარა ხაზი შავი ფანქრით. ფანქრითვე უნდა შემოიფარგლოს ნახევარწრით ნიშნაკებიც (ინდექსები და ხარისხის მაჩვენებლები). რეზიუმეები წარმოდგენილ უნდა იქნეს ცალ-ცალკე ფურცლებზე. წერილში არ უნდა იყოს ჩასწორებები და ჩამატებები ფანქრით ან მელნით.

9. დამოწმებული ლიტერატურა უნდა დაიბეჭდოს ცალკე ფურცელზე. საჭიროა დაცულ იქნეს ასეთი თანმიმდევრობა: ავტორის ინიციალები, გვარი. თუ დამოწმებულია საჟურნალო შრომა, ვუჩვენოთ ჟურნალის შემოკლებული სახელწოდება, ტომი, ნომერი, გამოცემის წელი. თუ დამოწმებულია წიგნი, აუცილებელია ვუჩვენოთ მისი სრული სახელწოდება, გამოცემის ადგილი და წელი. თუ ავტორი საჭიროდ მიიჩნევს, ბოლოს შეუძლია გვერდების ნუმერაციაც უჩვენოს. დამოწმებული ლიტერატურა უნდა დალაგდეს არა ანბანური წესით, არამედ დამოწმების თანმიმდევრობით. ლიტერატურის მისათითებლად ტექსტსა თუ შენიშვნებში კვადრატულ ფრჩხილებში ნაჩვენები უნდა იყოს შესაბამისი ნომერი დამოწმებული შრომისა. არ შეიძლება დამოწმებული ლიტერატურის ნუსხაში შევიტანოთ ისეთი შრომა, რომელიც ტექსტში მითითებული არ არის. ასევე არ შეიძლება გამოუქვეყნებელი შრომის დამოწმება. დამოწმებული ლიტერატურის ბოლოს ავტორმა უნდა მოაწეროს ხელი, აღნიშნოს სად მუშაობს და რა თანამდებობაზე, უჩვენოს თავისი ზუსტი მისამართი და ტელეფონის ნომერი.

10. „მოამბეში“ გამოქვეყნებული ყველა წერილის მოკლე შინაარსი იბეჭდება რეფერატულ ჟურნალებში. ამიტომ ავტორმა წერილთან ერთად აუცილებლად უნდა წარმოადგინოს მისი რეფერატი რუსულ ენაზე (ორ ცალად).

11. ავტორს წასაკითხად ეძლევა თავისი წერილის გვერდებად შეკრული კორექტურა მკაცრად განსაზღვრული ვადით (არაუმეტეს ორი დღისა). თუ დადგენილი ვადისათვის კორექტურა არ იქნა დაბრუნებული, რედაქციას უფლება აქვს შეაჩეროს წერილის დაბეჭდვა ან დაბეჭდოს იგი ავტორის ვიზის გარეშე.

12. ავტორს უფასოდ ეძლევა თავისი წერილის 25 ამონაბეჭდი.

(დამტკიცებულია საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის პრეზიდიუმის მიერ 10.10.1968; შეტანილია ცვლილებები 6.2.1969)

რედაქციის მისამართი: თბილისი 60, კუტუზოვის ქ. № 19; ტელ. 37-22-16, 37-93-42.

საფოსტო ინდექსი 380060

ხელმოწერის პირობები: ერთი წლით 12 მან.

ფასი 1 მან.

ЦЕНА 1 РУБ.

ИНДЕКС 76181