

027  
1972



საქართველოს სსრ  
მეცნიერებათა აკადემიის

**მოამბე**

**СООБЩЕНИЯ**

АКАДЕМИИ НАУК  
ГРУЗИНСКОЙ ССР

**BULLETIN**

OF THE ACADEMY OF SCIENCES  
OF THE GEORGIAN SSR

ტომი 67 ტომ

№ 2

აგვისტო 1972 ავგუსტ

თბილისი • ТБИЛИСИ • TBILISI



საქართველოს სსრ  
მეცნიერებათა აკადემიის

გზაგაზა

СООБЩЕНИЯ

АКАДЕМИИ НАУК  
ГРУЗИНСКОЙ ССР

BULLETIN

OF THE ACADEMY OF SCIENCES  
OF THE GEORGIAN SSR

11794

ტომი 67 ტომ

№ 2

აგვისტო 1972 ავგუსტ

თბილისი \* თბილისი \* TBILISI





ს ა რ ე ღ ა შ ც ი ო კ ო ლ ე გ ი ა

- ბ. ბოჭორიშვილი, პ. გამყრელიძე, დ. გედევანიშვილი, ი. გიგინეიშვილი (მთ. რედაქტორის მოადგილე), თ. დავითაია, რ. დვალი, ს. დურშაშვილი, ი. ვეკუა, ნ. კეცხოველი, ვ. კუპრაძე, ნ. ლანდია (მთ. რედაქტორის მოადგილე), ვ. მამასახლისოვი, ვ. მახალდიანი, გ. მელიქიშვილი, ნ. მუსხელიშვილი, მ. საბაშვილი, გ. ციციშვილი, გ. წერეთელი, ე. ხარაძე (მთავარი რედაქტორი), ა. ჯანელიძე

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

- А. Т. Бочоришвили, И. Н. Векуа, П. Д. Гамкрелидзе, Д. М. Гедеванишвили, И. М. Гигинейшвили (зам. главного редактора), Ф. Ф. Давитая, Р. Р. Двали, А. И. Джanelidze, С. В. Дурмишидзе, Н. Н. Кеуховели, В. Д. Купрадзе, Н. А. Ландия (зам. главного редактора), В. И. Мамасалисов, В. В. Махалдиани, Г. А. Меликишвили, Н. И. Мухелишвили, М. Н. Сабашвили, Е. К. Харадзе (главный редактор), Г. В. Церетели, Г. В. Цицишвили

პასუხისმგებელი მდივანი კ. აბჯანდაძე  
Ответственный секретарь К. З. Абжандадзе

ბელმოწერილია დასაბეჭდად 18.7.1972; შეკვ. № 1551; ანაწყოების ზომა 7×12; ქაღალდის ზომა 70×108; ფიზიკური ფურცელი 16; საიდრიცხო-სავაჭომცემლო ფურცელი 18,5; ნაბეჭდი ფურცელი 22,4; უფ 01040; ტირაჟი 1800

\* \* \*

Подписано к печати 18.7.1972; зак. № 1551; размер набора 7×12; размер бумаги 70×108; физический лист 16; уч.-издательский лист 18,5; печатный лист 22,4; УЭ 01040; тираж 1800

\* \* \*

გამომცემლობა „მეცნიერება“, თბილისი, 60, კუტუზოვის ქ. 19  
საფოსტო ინდექსი 380060

Издательство «Мецниереба», Тбилиси, 60, ул. Кутузова, 19  
Почтовый индекс 380060

\* \* \*

საქ. სსრ მეცნიერებათა აკადემიის სტამბა. თბილისი, 60. კუტუზოვის 19  
Типография Академии наук ГССР. Тбилиси, 60, ул. Кутузова, 19  
Почтовый индекс 380060

## შ ი ნ ა ა რ ს ი

### მათემატიკა

- \* ე. ქელიძე. ზღვრული თეორემები ორმაგი ინტეგრალისათვის 276
- \* დ. გორდეზიანი, ჰ. მელაძე. ზოგიერთი შენიშვნა ცვლადი მიმართულების საიტერაციო სქემის კრებადობის შესახებ 279
- \* გ. თევზაძე. ზედაპირთა და შეუღლებულ ბადეთა ერთი კლასის შესახებ 283
- \* ა. შაფათაძე. ორშირიანი რეგულარიზებული სხვაობიანი სქემების კრებადობის შესახებ ჰილბერტის კომპლექსურ სივრცეში 288
- \* ე. ნადარაია. განაწილების სიმკვრივის ზოგიერთი არაპარამეტრული შეფასების საშუალო კვადრატული ცდომილების შესახებ 292
- \* დ. ბალაძე. კოფიციენტების ჯგუფთა წყვილების მიმართ აღებული ლოკალური პოპოლოგიის და კოპოპოლოგიის ჯგუფების შესახებ 295
- \* ა. ჭალიძე. კოშის ამოცანის შესახებ ერთი კლასის არაწრფივი სინგულარული ინტეგრო-დიფერენციალური განტოლებებისათვის 299
- \* გ. მანია. ნორმალური განაწილების სიმკვრივეს შეფასების კვადრატული ცდომილების შესახებ რამდენიმე შერჩევის საფუძველზე 303

### კიბირნეტიკა

- \* ი. ბოკუჩავა. მასობრივი მომსახურების მიმდევრობითი სისტემის გამტარუნარიანობის გათვლის ერთი ხერხის შესახებ 308
- \* ც. ხატიაშვილი. ფუნქციითა ძლიერი და სუსტი მიახლოება ტექნოლოგიური პროცესების მათემატიკური მოდელების აგების ამოცანებში 311

### ფიზიკა

- \* გ. გორდაძე, ე. ლეჟავა, უ. საფრონოვა. ოთხელექტრონიანი ატომური სისტემის სპექტრების თეორიული გამოკვლევა 316
- \* ჯ. სანიკიძე, ო. ტყეშელაშვილი. ბგერითი ტალღების არეკლა და გარდაქმნა ზედენად სითხეში მყარ კედელზე 320
- \* ნ. პოლივექტოვი-ნიკოლაძე. მზის ნეიტრალური სიკაშკაშის საკითხისათვის 323
- \* ე. ტუსკია, გ. ქილაშვილი. სამნაწილაკოვანი სისტემის აღგზნებული დონეების შესახებ 328

### ანალიზური ძივნი

- \* ე. დავითაშვილი, ნ. ჯაბიშვილი, მ. ლანდია. იშვიათი ელემენტების დაცილება მარგანეცისაგან 330
- ნ. ნ. ძოწენიძე, ლ. მახარაშვილი. ვერმანიუმის (IV) განსაზღვრის კინეტიკური მეთოდი 331

### ზოგადი და არაორგანული ძივნი

- \* ვ. წვენიაშვილი, ვ. გაფრინდაშვილი, ს. დიაჩენკო, ნ. ხავთასი. სპილენძისა და კადმიუმის კომპლექსწარმოქმნა ბენზ-2,1,3-თიადიაზოლუბთან 338

## ორბანული ძივია

- \*მ. ურუშაძე, პ. ოკულებიჩი, მ. ბარგამოვა, ლ. როზოვი, ე. როზლინი, ი. ჩებურკოვი, აკად. ი. კუნუნიანი. მიმოცვლითი პროცესები მეზომერული ფტორკარბანიონების მონაწილეობით 344
- \*ა. ნოღაიდელი, დ. ახობაძე, ლ. ხანანაშვილი, გ. ჯიბლაშვილი. ზოგიერთი სილირიბული ლაქტამების სინთეზი 348

## ელემტროძივია

- ა. ავალიანი, ლ. შულაია. ალუმინ-სპილენძ-ბარიუმის სამავი შენადნობის მიღება ელემტროლიზით 349

## ფარმაცოძივია

- \*მ. მუჯირი, ვ. ვახნაძე, ქ. მუჯირი. ალკალიდ აკუამინის სპექტროფოტომეტრული განსაზღვრა ბალახოვან გველის სუროდან 355

## ფიზიკური ბომბრაფია

- \*ლ. მარუაშვილი. მარშრუტული სქემის აგების პრინციპები ვეფხისტყაოსანში 359

## ბეოლოგია

- \*ი. მელიქიძე, მ. ტყემალაძე. მდნულისა და წითელი სოფლის საბადოთა შემცველი ქანების ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების მნიშვნელობა გამადნობის ლოკალიზაციისათვის 364
- \*შ. აღამია, მ. ბერიძე, მ. თოფჩიშვილი. ცენტრალური აფხაზეთის ქვედაიურული ნაღებების სტრატეგრაფიისათვის 367

## კებროლოგია

- \*ს. სარქისიანი. ვულკანური და ვულკანურ-პლუტონური ასრციაციების საწყისი დედამავლების შედგენილობის განსაზღვრის მეთოდი 372

## ლითოლოგია

- \*ე. ვარსიმაშვილი. კავკასიონის სამხრეთი ფერდის ნოჰა სისტემის შოვი-ფანანურის ქვეზონის ქვედაცარტული ტერიგენული ფლიშიური ნაღებების დანაწილების შესახებ 375

## სამუინებლო მიქანიკა

- \*ლ. კარახანოვი. განივი ღუნვისას ნიმუშის გაღუნვის სიდიდის განსაზღვრისათვის 380
- \*რ. ბუდეშტსკი. მარცვლოვანი კომპოზიციური მასალების სიმტკიცე ღუნვისას 383

## მებტალურბია

- \*ლ. ბერეჟიანი, ვ. ბერეჟიანი, რ. ზვენიცკაია, გ. ონიაშვილი, ნ. იაშვილი, ჯ. ანდრიაშვილი. თხევადი ფაზის წნევის ქვეშ კრისტალიზაციის პროცესის გავლენა სილუმინის თვისებებზე 388
- \*დ. ონიაშვილი, ვ. რცხილაძე. ნეიტრალური აირის ატმოსფეროში GaAs—AsI<sub>3</sub> ტრანსპორტული ქიმიური რეაქციის თერმოდინამიკური ანგარიში 392
- \*შ. მიროტაძე, მ. ლანჩავა, ფ. თავაძე (საქართველოს სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი). ლითონის ელემტროკონტაქტური გახურების მოწყობილობის ანაშტური აღმედი თუქსადნობი ღუმელის მუშაობის პარამეტრების გამოკვლევა 396

მანქანათმშენობლა

- \*ფ. ლიტვინი, რ. ვარსიმაშვილი. არამრგვალი ცილინდრული კბილანების დამზადების მეთოდი პროგრამული მართვის სისტემის გამოყენებით 399
- \*ლ. ვოროტინცევი, მ. ხვინგია. ავტოპარამეტრული რეზონანსი ენერგოტე-  
ვადი პარამეტრის არაწრფივი მოდულირების სისტემაში 404
- ნ. დავითაშვილი. ხუთრგოლა სახსრიან მექანიზმებში რგოლების ბრუნადობის პირობები 405
- \*ნ. გუენანტუანი, გ. სადრაძე. ბლანტ-დრეკადი საზეითო მომუშავე ჰიდროსტატიკური საქუსლის ძირითადი მახასიათებლების განსაზღვრის საკითხი-  
სათვის 412

ელექტროტექნიკა

- \*ვ. გიორგობიანი. ელექტროგადაცემის ხაზებზე დაზიანების ადგილის მო-  
ძებნა მათი რეაქტიული გამტარობის გათვალისწინებით 416

ავტომატური მართვა და გამოთვლითი ტექნიკა

- \*ნ. დლობერიძე, ი. ზედგინიძე. კორდინატთა სიმპლექსურ სისტემაში  
ექსტრემუმის ძიების გრადიენტული მეთოდის შესახებ 420

მცენარეთა ფიზიოლოგია

- ე. მიქელაძე, ე. გიორგობიანი. ამინომჟავების შემადგენლობის ცვლილე-  
ბა ვაზში ქლოროზთან დაკავშირებით 421
- ბ. გოდოლაძე, ქ. კობახიძე. ქლორქოლინქლორიდის გავლენა პლასტიკური  
პიგმენტების სინთეზსა და ფოტოსინთეზის ინტენსივობაზე ხორბალში 425

ბენეფიკა და სელექცია

- ტ. ბერიშვილი. ჰიბრიდული ნეკროზის გენეტიკა ხორბლებში 429

აღამიანისა და ცხოველთა ფიზიოლოგია

- \*ა. ტიმჩენკო, დ. ქაჯაია, ს. ნარიკაშვილი (საქართველოს სსრ მეცნ.  
აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი). დიდი ტვინის ქერქის გამოწვეული და სპონ-  
ტანური თითისტარების ურთიერთმოქმედება 435
- \*თ. კაპანაძე, ე. ჩიჯავაძე. საყნოსავი ბოლქვების ელექტრული გაღიზიანე-  
ბის გავლენა კატის ქვევასა და ახალი და ძველი ქერქის ელექტრულ აქტივობაზე 440
- \*ა. ასათიანი, ა. ბაკურაძე (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის  
წევრ-კორესპონდენტი). კვებითი მოჭედების რეგულაციის ჰუმორული მექანიზ-  
მების შესახებ. 443

ბიოფიზიკა

- \*ვ. ფარცვანი. ტემპერატურის მოქმედება ვაზის ლოკოინას ნეირონების სპონ-  
ტანურ აქტივობაზე 448

ბიოქიმია

- \*ს. დურმიშიძე (საქართველოს სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი), ნ. გუმბა-  
რიძე. კომპლექსური ნაყოფის კატეპინები და ლეიკოანთოცინიანილები 451



- \*ი. ლევა ვა. კუჭისა და თორმეტგოჯა ნაწლავის წყლულოვანი დაავადებით შეპყრობილ ავადმყოფთა შარდის კატეხოლამინების შესახებ 454
- \*ე. რაფაეა. თვის ტენის უჯრედული ბირთვებისა და ბირთვული მემბრანების პტფ-აზური აქტივობა 459
- \***ვ. ასათიანი** (საქართველოს სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი), მ. ბოკუჩავა (საქართველოს სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი), ა. ჩხაიძე. საწარმოო წესით მიღებული ვიტამინი P-დან გამოყოფილი კატეხინებისა და მათი დაქანგვის პროდუქტების დახასიათება 462
- \*მ. გორდეზიანი, გ. ფრუიძე, დ. კინწურაშვილი. გლუტამინმჟავას დაქანგვა ვაზის ფოთლების მიტოქონდრიებში 467

#### ენტომოლოგია

- \*ი. ზაიციევა. ახალი მონაცემები საქართველოს მთიანეთის ნახევრადხეშმფრთიანების... ზოოგეოგრაფიისათვის 471
- \*ც. ჩხუბიანიშვილი, თ. მძინარაშვილი. ვაშლის ნაყოფკამის... ვირუსული დაავადება ქართლში 474

#### მასპერიმენტული მორფოლოგია

- \*თ. ჭანტურიშვილი. თეთრი თავების კანეთის უჯრედების მიკროსკოპული სურათი შიმშილის ტერმინალურ პერიოდში 478
- \*ნ. ერაძე. პნემოკარდიოპექსიის გზით რევასკულარიზებული იშემიზებული გულის კუნთის მორფოლოგიური გამოკვლევა 484

#### მასპერიმენტული მიდოცინა

- \*ე. დოლიძე, ნ. გორგაძე, ც. სულაძე. ლიმფოციტების როლის შესახებ მშიერი და მაძარი ძალების ნუკლეინის მჟავების ცვლაში 487
- \*მ. მშვიდლობაძე რევენერატის იმუნომორფოლოგიური შეფასება სხვადასხვა სახის ტენოპლასტიკის დროს 491
- \*კ. ერისთავი (საქართველოს სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი), ლ. შარაშიძე, ჯ. კანდელაკი, გ. ოდიშვილი. მუცლის აორტის ალოტრანსპლანტატის „შეხორცების“ ზოგიერთი თავიებულება ხანგრძლივი ანტიკოაგულანტური თერაპიის პირობებში 496

#### პალეობიოლოგია

- \*ა. კოლაკოვსკი (საქართველოს სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი). მესამეულის რცხილების ისტორიისათვის 499
- \*ლ. ჭელიძე. კახეთის სარმატული ფლორა 502

#### ფსიქოლოგია

- \*მ. ცისკარიძე, ვ. გულდანი. ნელა მიმდინარე საყმაწვილო შიზოფრენიით დაავადებულთა ამორჩევის რეაქციის გამოკვლევა 503

## СОДЕРЖАНИЕ

### МАТЕМАТИКА

Э. В. Челидзе. Лимитирующие теоремы для двойных интегралов	273
Д. Г. Гордезиани, Г. В. Меладзе. Некоторые замечания о сходимости итерационной продольно-поперечной схемы	277
Г. Н. Тевзадзе. Об одном классе поверхностей и сопряженных сетей	281
А. Ш. Шапатава. О сходимости двухслойных регуляризованных разностных схем в комплексном гильбертовом пространстве.	285
Э. А. Надарая. О средней квадратической ошибке некоторых непараметрических оценок плотности распределения	289
Д. О. Баладзе. О локальных группах гомологии и когомологии над парой групп коэффициентов	293
А. К. Чалидзе. О задаче Коши для одного класса нелинейных сингулярных интегро-дифференциальных уравнений	297
Г. М. Мания. О квадратической погрешности оценки плотности нормального распределения по многим выборкам	301

### КИБЕРНЕТИКА

И. Т. Бокучава. Об одном способе расчета пропускной способности последовательной системы массового обслуживания	305
Ц. С. Хатиашвили. Сильное и слабое приближение функций в задачах построения математических моделей технологических процессов	309

### ФИЗИКА

Г. С. Гордадзе, Э. А. Лежава, У. И. Сафронова. Теоретическое исследование спектров четырехэлектронной атомной системы	313
Д. Г. Саникидзе, О. Г. Ткешелашвили. Отражение и преобразование звуковых волн в сверхтекучей жидкости на твердой границе	317
И. М. Полиевктов-Николадзе. К вопросу о нейтринной яркости Солнца	321
В. Г. Туския, Г. А. Чилашвили. О возбужденных состояниях трехчастичной системы	325

### АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Е. Г. Давиташвили, Н. А. Джабишвили, М. В. Ландия. Отделение редкоземельных элементов от марганца	329
*Н. Е. Дзоценидзе, Л. Ш. Махарашвили. Кинетический метод определения германия (IV)	334

### ОБЩАЯ И НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

В. Ш. Цвенишвили, В. Н. Гаприндашвили, С. А. Дьяченко, Н. С. Хавтаси. Комплексообразование меди и кадмия с бенз-2, 1, 3-тиадиазолами	335
--	-----

## ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- М. В. Урушадзе, П. О. Ожелевич, М. Д. Баргамова, Л. А. Розов, Е. М. Рохлин, Ю. А. Чебурков, акад. И. Л. Кнуциян. Обменные процессы с участием мезомерных фторкарбанионов 341
- А. И. Ногайдели, Д. Ш. Ахобадзе, Л. М. Хананашвили, Г. Г. Джибгашвили. Синтез некоторых силилированных лактамов 345
- \*А. Ш. Авалиани, Л. Н. Шулая. Получение тройного сплава алюминий-медь-барий электролизом 352

## ФАРМАКОХИМИЯ

- М. М. Муджири, В. Ю. Вачиадзе, К. С. Муджири. Спектрофотометрическое определение алкалоида акуаммина в барвинке травянистом 353

## ФИЗИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ

- Л. И. Маруашвили. Принципы построения маршрутной схемы в «Вепхисткаосани» Руставели 357

## ГЕОЛОГИЯ

- И. Г. Меликидзе, М. Т. Ткемаладзе. Значение физико-механических свойств вмещающих пород и локализации оруденения на Маднеульском и Цителсопельском месторождениях 361
- Ш. А. Адамия, М. А. Беридзе, М. В. Топчишвили. К стратиграфии нижнеюрских отложений Центральной Абхазии 365

## ПЕТРОЛОГИЯ

- С. Ш. Саркисян. Способ определения составов магм, родоначальных для вулканических и вулканоплутонических ассоциаций 369

## ЛИТОЛОГИЯ

- Э. В. Варсимашвили. О расчленении нижнемеловых терригенных флишевых отложений Шовско-Пасанаурской подзоны складчатой системы южного склона Большого Кавказа 373

## СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА

- Л. М. Караханов. К определению величины прогиба при поперечном изгибе образца 377
- Р. И. Будештский. Прочность при изгибе зернистых композиционных материалов 381

## МЕТАЛЛУРГИЯ

- Л. Б. Бережанин, В. М. Бережанин, Р. Б. Звеницкая, Г. Ш. Оннашвили, Н. В. Иашвили, Д. А. Андришвили. Влияние процесса кристаллизации под давлением жидкой фазы на свойства силумина 385
- Д. Ш. Озигашвили, В. Г. Рцхиладзе. Термодинамический расчет транспортной химической реакции  $\text{CaAs} - \text{AsCl}_3$  в атмосфере нейтрального газа 389
- Ш. А. Миротадзе, М. Д. Ланчава, Ф. Н. Тавадзе (академик АН ГССР). Исследование параметров работы шахтно-пламенной чугуноплавильной печи с электроконтактным нагревом металла 393

## МАШИНОВЕДЕНИЕ

- Ф. Л. Литвин, Р. Ш. Варсимашвили. Метод нарезания цилиндрических некруглых зубчатых колес применением системы программного управления 397
- Л. К. Воротынцев, М. В. Хвингия. Автопараметрический резонанс в системе с нелинейным модулированием энергоемкого параметра 431
- \*Н. С. Давиташвили. Условия проворачиваемости звеньев в пятизвенных шарнирных механизмах 408
- Нгуен Ань Туан, Г. В. Садрадзе. К вопросу определения основных характеристик гидростатического подпятника с вязкоупругой смазкой 409

## ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

- В. Ф. Гиоргобiani. Определение места повреждения на линиях электропередачи с учетом их реактивной проводимости 413

## АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ И ВЫЧИСЛИТ. ТЕХНИКА

- И. В. Гогоберидзе, И. Г. Зедгинидзе. О градиентном методе поиска экстремума в симплексной системе координат 417

## ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

- \*Э. Г. Микеладзе, Э. Л. Георгобiani. Изменение содержания аминокислот в связи с хлорозом виноградной лозы 423
- \*Г. Д. Годоладзе, К. В. Кобахидзе. Влияние хлорхолинхлорида на синтез пластидных пигментов и интенсивность фотосинтеза у пшеницы 427

## ГЕНЕТИКА И СЕЛЕКЦИЯ

- \*Т. Т. Беришвили. Генетика гибридного некроза в пшеницах 431

## ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

- А. С. Тимченко, Д. В. Каджая, С. П. Нарикашвили (член-кор. АН ГССР). Взаимодействие вызванных и спонтанных веретен коры больших полушарий 433
- Т. К. Капанадзе, Э. О. Чиджавадзе. Влияние электрического раздражения обонятельных лукович на поведение и электрическую активность неон архипалеокортекса кошки 437
- А. В. Асатиани, А. Н. Бакурадзе (член-корреспондент АН ГССР). О гуморальных механизмах регуляции пищевой деятельности 441

## БИОФИЗИКА

- В. Б. Парцвания. Влияние температуры на спонтанную активность нейронов виноградной улитки 445

## БИОХИМИЯ

- С. В. Дурмишидзе (академик АН ГССР), Н. П. Гумбаридзе. Катехины и лейкоантоциандинны плодов айвы 449
- Я. П. Лежава. О катехоламинах мочи больных язвенной болезнью желудка и двенадцатиперстной кишки 453
- Э. А. Рапава. АТФ-азная активность клеточных ядер и ядерных мембран головного мозга 457



- [В. С. Асатиани] (академик АН ГССР), М. А. Бокучава (член-корреспондент АН ГССР), А. Н. Чхайдзе. Характеристика катехинов и продуктов их окисления, выделенных из препарата витамина Р промышленного производства 461
- М. Ш. Гордезиани, Г. Н. Пруидзе, Д. Ф. Кинцурашвили. Окисление глутаминовой кислоты в митохондриях листьев виноградной лозы 465

## ЭНТОМОЛОГИЯ

- И. Ф. Зайцева. Новые данные о зоогеографии полужесткокрылых (*Hemiptera*) горных систем Грузии 469
- Ц. А. Чхубианишвили, Т. Р. Мдзинарашвили. Вирусная болезнь яблонной плодовой жорки *Carpocapsa pomonella* L. в Картли 473

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МОРФОЛОГИЯ

- Т. П. Чантуришвили. Микроскопическая картина клеток Панета в терминальном периоде голодания у белых мышей 477
- И. Г. Эрадзе. Морфологическое исследование реваскуляризации ишемизированной сердечной мышцы путем пневмокардиопексии 481

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

- Е. И. Долидзе, Н. В. Горгадзе, Ц. Д. Суладзе. О роли лимфоцитов в обмене нуклеиновых кислот у голодных и накормленных собак 485
- М. В. Мшвидобадзе. Иммуноморфологическая оценка регенерата при различных видах тенопластики 489
- К. Д. Эристави (академик АН ГССР), Л. К. Шарашидзе, Д. И. Канделаки, Г. Г. Одишвили. Некоторые особенности «вживления» аллотрансплантата брюшной аорты в условиях длительной антикоагулянтной терапии 493

## ПАЛЕОБИОЛОГИЯ

- А. А. Колаковский (член-корреспондент АН ГССР). К истории третичных грабов 497
- Л. Т. Челидзе. Сарматская флора Кахетии 501

## ПСИХОЛОГИЯ

- М. А. Цискаридзе, В. В. Гульдман. Исследование реакции выбора у больных юношеской вялотекущей шизофренией 505

## CONTENTS \*

### MATHEMATICS

E. V. Chelidze. Limitative theorems for double integrals	276
D. G. Gordeziani, H. V. Meladze. Some remarks on the convergence of an iterative scheme	280
G. N. Tevzadze. On one class of surfaces and conjugate nets	284
A. Sh. Shapatava. On the convergence of two-level regularized difference schemes in a complex Hilbert space	288
E. A. Nadaraya. On the mean quadratic error of some non-parametric estimates of distribution density	292
D. O. Baladze. On homology and cohomology local groups over a pair of coefficient groups	295
A. K. Chalidze. On the Cauchy problem for a class of nonlinear integro-differential equations	299
G. M. Mania. The squared error of the estimator of the normal distribution density by many samples	303

### CYBERNETICS

I. T. Bokuchava. On one technique of capacity calculation of a queueing system	308
Ts. S. Khatiashvili. Strong and weak approximation of functions in problems of constructing mathematical models of production processes	311

### PHYSICS

G. S. Gordadze, E. A. Lezhava, U. I. Safronova. Theoretical investigation of the spectra of a 4-electron atomic system	316
J. G. Sanikidze, O. G. Tkeshelashvili. Reflection and transformation of sound waves in superfluid liquid on a solid boundary	320
N. M. Polievktov-Nikoladze. On the problem of the neutrino brightness of the Sun	323
V. G. Tuskia, G. A. Chilashvili. On the excited states of a three-particle system	328

### ANALYTICAL CHEMISTRY

E. G. Davitashvili, N. A. Jabishvili, M. V. Landia. Separation of rare-earths from manganese	330
N. E. Dzotsenidze, L. Sh. Makharashvili. A kinetic method of determining germanium	334

### GENERAL AND INORGANIC CHEMISTRY

V. Sh. Tsveniasvili, V. N. Gaprindashvili, S. A. Dyachenko, N. S. Khavtasi. The formation of complexes of copper and cadmium with benzo-2, 1, 3-thiazoles	338
---	-----

\* The list of titles comprises the summaries in English

## ORGANIC CHEMISTRY

- M. V. Urushadze, P. O. Okulevich, M. D. Bargamova, L. A. Rozov, E. M. Rokhlin, Yu. A. Cheburkov, I. L. Knunyants. Exchange processes involving mesomeric fluorocarbanions 344
- A. I. Nogaideli, D. Sh. Akhobadze, L. M. Khananashvili, G. G. Jibgashvili. The synthesis of some silylized lactams 348

## ELECTROCHEMISTRY

- A. Sh. Avaliani, L. N. Shulaia. Electrolytic production of the Al-Cu-Ba ternary alloy 352

## PHARMACEUTICAL CHEMISTRY

- M. M. Mujiri, V. Yu. Vachnadze, K. S. Mujiri. Spectrophotodetermination of the alkaloid acoummine in the periwinkle, *Vinca herbacea* 355

## PHYSICAL GEOGRAPHY

- L. I. Maruashvili. Principles of the construction of routes in Rustaveli's poem 360

## GEOLOGY

- I. G. Melikidze, M. T. Tkemaladze. Significance of physicommechanical properties of containing rocks in locating the mineralization of the Madneuli and Tsiteli Sopeli deposits 364
- Sh. A. Adamia, M. A. Beridze, M. V. Topchishvili. On the stratigraphy of the Lower Jurassic deposits of central Abkhazia 367

## PETROLOGY

- S. Sh. Sarkisyan. A method for determining the composition of magmas primary to volcanic and volcanic-plutonic associations 372

## LITHOLOGY

- E. V. Varsimashvili. Division of the Lower Cretaceous terrigene flysch sediments of the Shovi-Pasanauri subzone of the folded system of the southern slope of the Greater Caucasus 375

## STRUCTURAL MECHANICS

- L. M. Karakhanov. Towards the determination of the deflection value under transverse bending of the specimen 380
- R. I. Budeshtsky. Bending strength of granulated composite materials 383

## METALLURGY

- L. B. Berezhiani, V. M. Berezhiani, R. B. Zvenitskaia, G. Sh. Oniashvili, N. V. Iashvili, J. A. Andriashvili. The influence of the process of crystallization under the pressure of liquid phase on the properties of sylum-type alloys 388

- D. Sh. Oziashvili, V. G. Rtskhiladze. Thermodynamic calculation of the chemical-transport reaction of GaAs—AsCl<sub>3</sub> in the atmosphere of inert gas 392
- Sh. A. Mirotadze, M. D. Lanchava, F. N. Tavadze. A study of the run parameters of a shaft-flame iron furnace with additional resistance heating 396

## MACHINE BUILDING SCIENCE

- F. L. Litvin, R. Sh. Varsimashvili. A method of toothing non-round cylindrical gears through the use of a programmed control system 400
- L. K. Vorotyntsev, M. V. Khvingia. Autoparametric resonance of a system with nonlinear modulation of the power-consuming parameter 404
- N. S. Davitashvili. The conditions of the turning over of the links in five-link hinged mechanisms 408
- Nguen An Thuan, G. V. Sadradze. Towards the determination of the main characteristic of a hydrostatic foot step bearing with a visco-elastic lubricant 412

## ELECTROTECHNICS

- V. F. Giorgobiani. Determination of the place of fault on power lines with account of their susceptance 416

## AUTOMATIC CONTROL AND COMPUTER ENGINEERING

- N. V. Gogoberidze, I. G. Zedginidze. On the gradient method of extremum search in a simplex frame of reference 420

## PLANT PHYSIOLOGY

- E. A. Mikeladze, E. L. Georgobiani. The content change of amino acids due to chlorosis of grapevine 423
- G. D. Godoladze, K. V. Kobakhidze. The effect of chlorine-choline-chloride on the synthesis of plastidial pigments and intensity of photosynthesis in wheat 428

## GENETICS AND SELECTION

- T. T. Berishvili. The genetics of hybrid necrosis in wheats 431

## HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY

- A. S. Timchenko, D. V. Kajaia, S. P. Narikashvili. Interaction between evoked and spontaneous cortical spindles 435
- T. K. Kapanadze, E. O. Chijavadze. The effect of electrical stimulation of the olfactory bulbs on the behaviour of cats and on the electrical activity of the neo- and archepaleocortex 440
- A. V. Asatiani, A. N. Bakuradze. On the humoral mechanisms regulating alimentary activity 444



## BIOPHYSICS

- V. B. Partsvania. Temperature effect on the spontaneous activity of *Helix pomatia* neurons 448

## BIOCHEMISTRY

- S. V. Durmishidze, N. P. Gumbaridze. Catechins and leucoanthocyanidins of quince fruit 451
- Ya. P. Lezhava. On the urine catecholamines of patients with ulcerous disease of the stomach and the duodenum 454
- E. A. Rapava. Adenosine-triphosphatase activity of isolated beef brain nuclei and nuclear envelopes 459
- V. S. Asatiani, M. A. Bokuchava, A. N. Chkhaidze. Description of catechols and products of their oxidation isolated from vitamin P by the industrial technique 463
- M. Sh. Gordeziani, G. N. Pruidze, D. F. Kintsurashvili. Glutamic acid oxidation in the mitochondria of grapevine leaves 468

## ENTOMOLOGY

- I. F. Zaitseva. New data on the zoogeography of hemipterans (*Hemiptera*) of mountainous systems of Georgia 471
- Ts. A. Chkhubianishvili, T. R. Mdzinarashvili. A virus disease of codling moth, *Caprocapsa pomonella* L. in Kartli 475

## EXPERIMENTAL MORPHOLOGY

- T. P. Chanturishvili. The microscopic picture of Paneth cells in white mice in the terminal period of starvation 479
- M. G. Eradze. Morphological studies of revascularization in ischemic cardiac muscle by means of pneumocardiopexy 484

## EXPERIMENTAL MEDICINE

- E. I. Dolidze, N. V. Gordadze, Ts. D. Suladze. On the role of lymphocytes in the exchange of nucleic acids in hungry and fed dogs 488
- M. V. Mshvidobadze. Immuno-morphological assessment of the regenerate in different kinds of tenoplasty 491
- K. D. Eristavi, L. K. Sharashidze, D. I. Kandelaki, G. G. Odishvili. Some peculiarities of the 'implantation' of an allograft of the abdominal aorta under conditions of long-term anticoagulant therapy 496

PALAEOBIOLOGY

A. A. Kolakovski. Towards the history of the tertiary hornbeam 499  
L. T. Chelidze. Sarmatian flora of Kakheti 502

PSYCHOLOGY

M. A. Tsiskaridze, V. V. Guldan. A study of choice reaction in juvenile patients with sluggish schizophrenia 508

Э. В. ЧЕЛИДЗЕ

ЛИМИТИРУЮЩИЕ ТЕОРЕМЫ ДЛЯ ДВОЙНЫХ ИНТЕГРАЛОВ

(Представлено академиком Г. С. Чогошвили 22.2.1972)

Функцию  $f(t, \tau)$ , заданную в области  $R = [0 \leq t < \infty, 0 \leq \tau < \infty)$  и интегрируемую по Лебегу в любой области  $[0 \leq t \leq a; 0 \leq \tau \leq b]$ , будем называть  $C$ -интегрируемой на  $R$ , если существует конечный предел

$$\lim_{x, y \rightarrow \infty} \frac{1}{xy} \int_0^x \int_0^y \varphi(t, \tau) dt d\tau = S,$$

где

$$\varphi(t, \tau) = \int_0^t \int_0^\tau f(u, v) du dv.$$

Число  $S$  будем называть  $C$ -интегралом функции  $f(t, \tau)$  по области  $R$  и обозначать

$$(C) \int_0^\infty \int_0^\infty f(t, \tau) dt d\tau$$

11794  
 Далее, если двойной интеграл  $F(p, q) = \int_0^\infty \int_0^\infty e^{-pt - q\tau} f(t, \tau) dt d\tau$  сходится для любых  $p > 0, q > 0$  и  $\lim_{p, q \rightarrow 0} F(p, q) = S$ , то функцию  $f(t, \tau)$  будем называть  $A$ -интегрируемой на  $R$ . Число  $S$  назовем  $A$ -интегралом функции  $f(t, \tau)$  по области  $R$  и будем обозначать

$$(A) \int_0^\infty \int_0^\infty f(t, \tau) dt d\tau.$$

Определение 1. Функцию  $G(t, \tau)$ , непрерывную в области  $R$ , мы будем называть квазиограниченной на  $R$ , если существуют такие числа  $M > 0$  и  $\nu > 0$ , что  $|G(t, \tau)| < M$  при  $t \geq \nu, \tau \geq \nu$ .

Определение 2. Функцию  $f(t, \tau)$ , заданную в области  $R$  и интегрируемую по Лебегу в любой области  $[0 \leq t \leq a; 0 \leq \tau \leq b]$ , мы назовем функцией класса  $D$ , если функция  $\varphi(x, y)$  квазиограничена и выполнены следующие условия:

$$\int_0^x \varphi(t, \tau) dt = O(x + 1)$$





для любого фиксированного  $\tau > 0$ , 
$$\int_0^y \varphi(t, \tau) d\tau = O(y + 1)$$

для любого фиксированного  $t > 0$ .

Теорема А. Если функция  $f(t, \tau)$ , принадлежащая классу  $D$ , является  $A$ -интегрируемой на  $R$  к числу  $S$ , то она будет также  $C$ -интегрируемой на  $R$  к классу  $S$ .

Доказательство см. в работе [1].

Теорема В. Если функция  $f(t, \tau)$  является  $C$  интегрируемой на  $R$  к числу  $S$  и, кроме того, выполнены условия

$$\sup_{0 \leq t < +\infty} \left| \int_0^t f(u, v) du \right| \leq \frac{C}{v+1}, \quad (1)$$

$$\sup_{0 \leq \tau < +\infty} \left| \int_0^{\tau} f(u, v) dv \right| \leq \frac{C}{u+1}, \quad (2)$$

где  $C$ —некоторое положительное число, то данная функция интегрируема на  $R$ .

Доказательство см. в работе [2] (теорема 11).

Лемма 1. Пусть функция  $f(u, v)$  задана в области  $[0 \leq u < \infty, 0 \leq v < \infty)$  и интегрируема по Лебегу на любом сегменте  $[0 \leq u \leq t, 0 \leq v \leq \tau]$ . Если выполнены условия (1) и (2), то справедливы следующие условия:

$$\sup_{0 \leq t < +\infty} \left| \int_0^t f(u, v) e^{-pu} du \right| < \frac{2C}{v+1}, \quad p > 0, \quad (3)$$

$$\sup_{0 \leq \tau < +\infty} \left| \int_0^{\tau} f(u, v) e^{-qv} dv \right| < \frac{2C}{u+1}, \quad q > 0. \quad (4)$$

Доказательство. На основании формулы интегрирования по частям имеем

$$\begin{aligned} \int_0^t f(u, v) e^{-pu} du &= e^{-pu} \varphi_v(u) \Big|_0^t + p \int_0^t \varphi_v(u) e^{-pu} du = \\ &= e^{-pt} \varphi_v(t) + p \int_0^t \varphi_v(u) e^{-pu} du, \end{aligned}$$

где

$$\varphi_v(u) = \int_0^u f(\xi, v) d\xi.$$

Принимая во внимание условие (1), имеем

$$\left| \int_0^t f(u, v) e^{-pu} du \right| \leq |e^{-pt} \varphi_v(t)| + p \int_0^t |\varphi_v(u)| e^{-pu} du <$$



$$\left\langle e^{-pt} \frac{C}{v+1} + p \frac{C}{v+1} \int_0^t e^{-pu} du \right\rangle < \frac{C}{v+1} + \frac{C}{v+1} = \frac{2C}{v+1}.$$

Аналогично покажем справедливость неравенства (4).

Лемма 2. Пусть функция  $f(u, v)$  является  $\mathbb{A}$ -интегрируемой к числу  $S$ . Если выполнены условия (1) и (2), то функция

$$\varphi(u, v) = \int_0^u \int_0^v f(\xi, \eta) d\xi d\eta$$

квазиограничена и удовлетворяет условиям

$$\int_0^t \varphi(u, v) du = O(t+1) \quad \text{для любого } v > 0, \quad \int_0^\tau \varphi(u, v) dv = O(\tau+1) \\ \text{для любого } u > 0.$$

Доказательство. В силу (1) имеем

$$|\varphi(t, \tau)| \leq \int_0^\tau dv \left| \int_0^t f(u, v) du \right| < C \int_0^\tau \frac{dv}{v+1} = C \ln(v+1) \Big|_0^\tau = \\ = C \ln(\tau+1) < C(\tau+1)$$

для любого  $t > 0$ . На основании (2) аналогично покажем, что

$$|\varphi(t, \tau)| < C(t+1) \quad \text{для любого } \tau > 0.$$

Покажем теперь, что функция  $\varphi(u, v)$  квазиограничена. Имеем

$$\varphi(t, \tau) = F(p, q) + \int_0^t \int_0^\tau f(u, v)(1 - e^{-pu - qv}) du dv - \int_0^t \int_\tau^\infty f(u, v) e^{-pu - qv} dudv - \\ - \int_t^\infty du \int_0^\infty f(u, v)(1 - e^{-pu - qv}) dv = F(p, q) + R_1 - R_2 - R_3. \quad (5)$$

Полагая  $p = 1/t$ ,  $q = 1/\tau$ , в силу леммы 1 получаем

$$|R_2| < \int_\tau^\infty e^{-qv} dv \left| \int_0^t f(u, v) e^{-pu} du \right| < 2C \int_\tau^\infty \frac{e^{-qv}}{v+1} dv < \frac{2C}{\tau+1} \int_\tau^\infty e^{-qv} dv < 2C.$$

Аналогично будем иметь  $|R_3| < 2C$ .

Оценим  $R_1$ :

$$|R_1| \leq \left| \int_0^t (1 - e^{-pu}) du \right| \left| \int_0^\tau f(u, v) dv \right| + \left| \int_0^\tau (1 - e^{-qv}) dv \right| \left| \int_0^t f(u, v) e^{-pu} du \right| < \\ < C \int_0^t \frac{1 - e^{-pu}}{u+1} du + 2C \int_0^\tau \frac{1 - e^{-qv}}{v+1} dv < C + 2C = 3C.$$

Наконец, ввиду того что  $F(p, q)$  имеет конечный предел при  $p, q \rightarrow 0$ , существуют такие положительные числа  $M$  и  $\delta$ , что

$$|F(p, q)| < M \quad \text{при } p < \delta, q < \delta.$$

Из равенства (5) получим

$$|\varphi(t, \tau)| < M + 7C, \text{ при } t > 1/\delta, \tau > 1/\delta.$$

Следовательно, функция  $\varphi(u, v)$  квазиограничена.

**Теорема 1.** Если функция  $f(t, \tau)$  является  $A$ -интегрируемой к числу  $S$  и, кроме того, выполнены условия (1) и (2), то интеграл

$$\int_0^{\infty} \int_0^{\infty} f(t, \tau) dt d\tau \text{ сходится к числу } S.$$

**Доказательство.** На основании леммы 2 функция  $f(t, \tau)$  является функцией класса  $D$ . Следовательно, в силу теоремы  $A$  функция  $f(t, \tau)$  будет  $C$ -суммируемой к числу  $S$ . Тогда по теореме  $B$  функция  $f(t, \tau)$  интегрируема на  $R$  к числу  $S$ . Теорема доказана.

**Теорема 2.** Пусть функция  $f(t, \tau)$ , заданная в области  $R$ , удовлетворяет условию

$$|f(t, \tau)| < \frac{M}{t^p + \tau^q}, \quad t > 0, \tau > 0, \quad \frac{1}{p} + \frac{1}{q} \leq 1, \quad p > 1, \quad M > 0. \quad (6)$$

Если функция  $f(t, \tau)$  является  $A$ -интегрируемой к числу  $S$ , то функция  $f(t, \tau)$  интегрируема на  $R$  к числу  $S$ .

**Доказательство.** На основании неравенства (6) имеем

$$\left| \int_0^x f(t, \tau) dt \right| < M \int_0^x \frac{dt}{t^p + \tau^q} \leq \frac{MC_p}{\tau}, \quad C_p > 0.$$

Аналогично получим

$$\left| \int_0^y f(t, \tau) d\tau \right| \leq \frac{MC_p}{t}.$$

Таким образом, выполнены все условия теоремы 1. Поэтому интеграл

$$\int_0^{\infty} \int_0^{\infty} f(t, \tau) dt d\tau \text{ сходится к числу } S. \text{ Теорема доказана.}$$

Тбилисский государственный университет

(Поступило 2.3.1972)

მათემატიკა

მ. ზეიდიძე

ზღვრული თეორემები ორმაგი ინტეგრალებისათვის

რეზიუმე

დამტკიცებულია ტაუბერის ტიპის ორი თეორემა ორმაგი ინტეგრალებისათვის.

MATHEMATICS

E. V. CHELIDZE

LIMITATIVE THEOREMS FOR DOUBLE INTEGRALS

Summary

Two Tauberian theorems for double integrals are proved.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Э. В. Челидзе, Сообщения АН СССР, т. XLVII, № 3, 1967, 513—518.
2. В. Г. Челидзе, Труды Тбилисского гос. ун-та, т. 102, 1964, 33—49.

Д. Г. ГОРДЕЗИАНИ, Г. В. МЕЛАДЗЕ

НЕКОТОРЫЕ ЗАМЕЧАНИЯ О СХОДИМОСТИ ИТЕРАЦИОННОЙ  
 ПРОДОЛЬНО-ПОПЕРЕЧНОЙ СХЕМЫ

(Представлено академиком И. Н. Векуа 25.2.1972)

1<sup>0</sup>. В работе [1] доказана сходимость итерационной ППС (продольно-поперечной схемы) для любого значения релаксационного параметра в вещественном гильбертовом конечномерном пространстве для уравнения.

$$(A_1 + A_2)u = f; \quad u, f \in H, \quad (1)$$

где  $A_\alpha$  ( $\alpha = 1, 2$ ) — самосопряженные, положительно определенные операторы. Оценки скорости сходимости зависят от нормы операторов  $A_\alpha$  ( $\alpha = 1, 2$ ).

В случае, когда  $A_\alpha$  — эллиптические разностные операторы, как известно, при стремлении шага разностной сетки к нулю  $\|A_\alpha\| \rightarrow \infty$ . Тогда спектральный радиус сходимости стремится к 1 и скорость сходимости ухудшается.

В работе [2] показано, что если  $(A_1 + A_2)u$  — разностный аналог дифференциального оператора  $\frac{\partial}{\partial x} \left( p \frac{\partial u}{\partial x} \right) - \frac{\partial}{\partial y} \left( q \frac{\partial u}{\partial y} \right)$  на неравномерной сетке в выпуклой области с многоугольной границей, то имеют место следующие факты: если начальная функция выбрана достаточно гладко и  $p \equiv q \equiv 1$ , то для любого релаксационного параметра  $\tau$  и  $\varepsilon > 0$  существует  $N = N(\varepsilon)$ , не зависящее от шага сетки, такое, что при  $n > N$  справедлива оценка  $\|u - u^{(n)}\| \leq \varepsilon$ . В общем случае доказывается, что существуют такое  $\varepsilon_0 = \varepsilon_0(p, q)$  и такое  $k = k(\tau)$ , не зависящее от шага сетки, что при  $0 < \tau \leq \tau_0$  имеем  $\|u - u^{(n)}\| \leq \frac{k}{n}$ , а также при  $\tau > 0$  существует постоянная  $k_1$ , не зависящая от шага сетки, такая, что  $\|u - \psi^{(n)}\| \leq \frac{k_1}{n}$ , где

$$\psi^{(n)} = \frac{1}{n} \sum_{k=0}^{n-1} u^{(k)}$$

— первая средняя сумма в смысле Чебышева.

В данной работе рассматривается вопрос о сходимости итерационной ППС в вещественном гильбертовом пространстве  $H$  для уравнения (1), где  $A_\alpha$  ( $\alpha = 1, 2$ ) — линейные самосопряженные, положительно определенные операторы. Конечномерность пространства не предполагается. Показано, что при некоторых предположениях относительно операторов  $A_\alpha$  ( $\alpha = 1, 2$ ) и если начальная функция выбрана достаточно



«гладко», скорость сходимости итерационной ППС не зависит от норм операторов. Из-за неограниченности операторов  $A_\alpha$  можно сделать, например заключение, что двумерное дифференциальное уравнение эллиптического типа можно моделировать одномерными дифференциальными уравнениями.

Этот результат в несколько иной редакции был доложен авторами в 1967 г. на научной конференции аспирантов и молодых научных работников Тбилисского государственного университета [3].

2<sup>0</sup>. Пусть решается уравнение (1), где  $A_1$  и  $A_2$  — линейные операторы в вещественном гильбертовом пространстве  $H$ . Для его решения можно воспользоваться итерационной ППС [1]:

$$\begin{aligned} (E + \tau A_1) \bar{y} &= (E - \tau A_2) y^{(k)} + \tau f, \\ (E + \tau A_2) y^{(k+1)} &= (E - \tau A_1) \bar{y} + \tau f, \quad k = 0, 1, 2, \dots, \\ y^{(0)} &= y_0 \in H. \end{aligned} \quad (2)$$

Пусть  $u$  — решение исходной задачи (1), а  $y$  — решение задачи (2). Для погрешности  $z = y - u$  получаем следующую задачу Коши:

$$\begin{aligned} (E + \tau A_1) \bar{z} &= (E - \tau A_2) z^{(k)}, \\ (E + \tau A_2) z^{(k+1)} &= (E - \tau A_1) \bar{z}, \quad k = 0, 1, 2, \dots, \\ z^{(0)} &= z_0 = u - y_0 \in H, \end{aligned} \quad (3)$$

или после исключения  $\bar{z}$

$$(E + \tau A_1)(E + \tau A_2) z^{(k+1)} = (E - \tau A_1)(E - \tau A_2) z^{(k)}, \quad k = 0, 1, 2, \dots, \quad (4)$$

$$z^{(0)} = z_0 \in H.$$

Тогда

$$z^{(k+1)} = (E + \tau A_2)^{-1} (E - \tau A_1) (E + \tau A_1)^{-1} (E - \tau A_2) z^{(k)}. \quad (5)$$

Для дальнейших рассуждений мы наложим некоторые требования на операторы  $A_\alpha$  ( $\alpha = 1, 2$ ).

Будем говорить, что выполнены условия I, если

1)  $A_\alpha$  ( $\alpha = 1, 2$ ) — самосопряженные, положительно определенные операторы в  $H$ :

$$A_\alpha^* = A_\alpha, (A_\alpha u, u) \geq \delta_\alpha (u, u), \quad \delta_\alpha = \text{const} > 0 \quad (\alpha = 1, 2).$$

2) Для  $A_\alpha$  ( $\alpha = 1, 2$ ) можно построить энергетически эквивалентные и биэквивалентные операторы  $H_\alpha$  ( $\alpha = 1, 2$ ) более простой структуры, что означает выполнение следующих энергетических неравенств:

$$\text{эн. экв. } \nu_0 (H_\alpha u, u) \leq (A_\alpha u, u) \leq \nu_1 (H_\alpha u, u), \quad 0 < \nu_0 \leq \nu_1,$$

биэквив.  $\nu_{01} (H_\alpha u, H_\alpha u) \leq (A_\alpha u, A_\alpha u) \leq \nu_{11} (H_\alpha u, H_\alpha u), \quad 0 < \nu_{01} \leq \nu_{11} \quad (\alpha = 1, 2).$

3) Биэквивалентны операторы  $A_1 + A_2$  и  $H_1 + H_2$  (заместим, что условие 3 не всегда вытекает из условия 2).

4) Операторы  $H_1$  и  $H_2$  удовлетворяют неравенству

$$(H_1 u, H_2 u) \geq 0.$$

3<sup>0</sup>. Теорема 1. Если  $0 < \tau < \delta_\alpha$  ( $\alpha = 1, 2$ ), выполнены условия I и  $\|H_2 y_0\| \leq \nu_2$ ,  $\|f\| \leq \nu_3$ , где  $\nu_2$  и  $\nu_3$  — положительные постоянные, то существует такое  $k(\tau)$ , не зависящее от  $\|A_\alpha\|$  и  $\|H_\alpha\|$ , что

$$\|z^{(n)}\| \leq \frac{k(\tau)}{n}$$

для всех  $n$  и  $z^{(n)} = u - y^{(n)}$ .

Теорема 2. Пусть выполнены условия I,  $\|H_2 y_0\| \leq \nu_2$ ,  $\|f\| \leq \nu_3$ , где  $\nu_2$  и  $\nu_3$  — положительные постоянные. Тогда для любого  $\tau > 0$  существует такое  $k_1(\tau)$ , не зависящее от  $\|A_\alpha\|$  и  $\|H_\alpha\|$  ( $\alpha = 1, 2$ ), что для всех  $n$  имеем оценку

$$\|u - \psi^{(n)}\| \leq \frac{k_1(\tau)}{n},$$

где

$$\psi^{(n)} = \frac{1}{n} \sum_{i=0}^{n-1} y^{(i)}.$$

Замечание. Заметим, что условия I можно заменить другими условиями, которые иногда легче проверить в практических случаях.

Условия II.

1. Для  $A_\alpha$  ( $\alpha = 1, 2$ ) можно найти эн. экв. операторы  $H_\alpha$  ( $\alpha = 1, 2$ ) более простой структуры, причем имеет место неравенство

$$(H_1 y, H_2 y) \geq 0, \quad y \in H.$$

2)  $A_\alpha$  ( $\alpha = 1, 2$ ) можно представить в виде

$$A_\alpha = D_{\alpha 2} H_\alpha + D_{\alpha 1} A_{\alpha 0} + D_{\alpha 0} \quad (\alpha = 1, 2),$$

где  $D_{\alpha\beta}$  ( $\alpha = 1, 2, \beta = 0, 1, 2$ ) — ограниченные операторы; ограничены также операторы  $A_{\alpha 0}, H_\alpha^{-1/2}$  ( $\alpha = 1, 2$ ).

Отметим, что в [2] все результаты получены исходя из условий II, которые доказаны в случае двумерной задачи Дирихле для эллиптического уравнения без смешанных производных в выпуклой области  $D$  с многоугольной границей  $\Gamma$ . Условие выпуклости области  $D$  необходимо для выполнения неравенства  $(H_1 y, H_2 y) \geq 0$ .

Тбилисский государственный университет

(Поступило 3.3.1972)

მათემატიკა

დ. გორდუნიანი, ვ. მელაძე

ზოგიერთი უნიფიკაცია ცვალეზადი მიმართულეზის სანიტარაციო სქემის კრეზადლობის უზსახეზ

რეზიუმე

(1) განტოლებიზ ამოსახსნელად განიხილეზ ცვალეზადი მიმართულეზის სანიტარაციო სქემა. ნახევენებია, რომ გარკვეულ პირობეზში სანიტარაციო სქემის კრეზადლობის სიჩქარე არ არის დამოკიდებულეზ  $A_\mu$  ( $\mu = 1, 2$ ) ოპერატორეზის ნორმეზზე.

D. G. GORDEZIANI, H. V. MELADZE

SOME REMARKS ON THE CONVERGENCE OF AN  
ITERATIVE SCHEME

## Summary

In order to solve equation (1) an iterative scheme of variable direction is considered. It is shown that under certain conditions the rate of convergence of the iterative scheme does not depend on the norms of the operators  $A_\alpha$  ( $\alpha=1,2$ ).

## წიგნობები — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. А. Самарский. Ж. вычисл. матем. и матем. физ., 6, № 4, 1966, 665—686.
2. H. Gullinnger. J. of Math. Analysis and Appl., 1965, 11, 261—277.
3. Д. Г. Гордезиани, Г. В. Меладзе. Тез. докл. XIII научной конфер. аспирантов и молодых научных работников Тбилисского гос. ун-та, 1967, 12.





Г. Н. ТЕВЗАДЗЕ

ОБ ОДНОМ КЛАССЕ ПОВЕРХНОСТЕЙ И СОПРЯЖЕННЫХ СЕТЕЙ

(Представлено академиком Г. С. Чогошвили 23.2.1972)

Если  $c_0$  — некоторая непараболическая конгруэнция прямых трехмерного проективного пространства, то прямые этой конгруэнции между точками ее фокальных поверхностей устанавливают взаимно-однозначное соответствие, называемое соответствием Лапласа. Соответствие Лапласа называется  $W$ -соответствием, если асимптотические сети фокальных поверхностей отображаются друг на друга.

Доказывается, что если отображение Лапласа двух поверхностей является проективным наложением, то их внутренние связности, индуцированные прямыми Грина ( $^1$  фокальных сетей, сохраняются, а фокальные сети являются сетями  $R$ .

Рассматривая теперь все преобразования Лапласа конгруэнции  $c_0$  в обоих направлениях, обозначим через  $c_n$ , ( $n = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$ ) конгруэнции полученной последовательности, а через  $M_n$ ,  $M_{n+1}$  — фокальные поверхности  $c_n$ ; при этом будем предполагать, что все поверхности  $M_n$ , ( $n = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$ ) имеют невырожденные асимптотические сети, тензор которых обозначим через  $b_{ij}^n$ , а тензор фокальной сети на поверхности  $M_n$  — через  $f_{ij}^n$  (тензорные индексы всюду принимают значения 1 и 2).

Каждую фокальную поверхность  $M_n$ , ( $n = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$ ) нормализуем по А. П. Нордену ([1], стр. 226) прямыми Грина сети  $f_{ij}^n$ . Обозначая через  $(G_{ij}^k, \Gamma_{ij}^k)$  индуцированные при этом сопряженные аффинные связности, допускаем, что для некоторого фиксированного значения  $n = m$  имеет место совпадение

$$G_{ij}^k = G_{ij}^{k+1}, \quad \Gamma_{ij}^k = \Gamma_{ij}^{k+1}. \tag{1}$$

При равенстве связностей (1) будем говорить, что поверхности  $M_m$  и  $M_{m+1}$  имеют эквивалентные нормализации.

( $^1$  Прямые Грина называются 1-я и 2-я ось сопряженной сети.



В случае (1) условия интегрируемости дериационных уравнений нормализованной фокальной поверхности  $M_m$  при надлежащем нормировании тензоров  $b_{ij}^k, f_{ij}^k$  можно представить в виде

$$\begin{aligned} \nabla^h b_{kr} &= 0, \quad \nabla^h (T^r f_{rk}) = c, \quad c = \text{const}, \\ 4c\psi &= \nabla^i (\alpha e_i^k T_k + 2c b_i^k T_k); \quad \alpha = \text{const}, \\ 4\nabla_i \psi &= 4c T_k b_i^k + 2e_{ik} T^h \nabla^r T_r + b_{ik} \nabla^h \nabla^r T_r, \end{aligned} \quad (2)$$

где в обозначениях опущен знак  $m$ ,  $\nabla_h$  указывает на ковариантное дифференцирование в связности  $G_{ij}^k$ , тензорные индексы подняты с помощью бивектора ([1], стр. 35) и

$$4T_i = \Gamma_{ih}^k - G_{ih}^k, \quad e_{ik} = f_{ir} b_r^k.$$

Если в равенствах (2)  $c = 0$ , то рассматриваемое соответствие Лапласа фокальных поверхностей  $M_m, M_{m+1}$  представляет собой проективное наложение. В асимптотической системе координат при специальном выборе параметров  $u, v$  интеграл системы (2) в этом случае можно представить в следующих двух видах:

$$1) \beta = au + b, \quad \gamma = cv + d, \quad 2) \beta = me^{ku} + ne^{-ku}, \quad \gamma = le^{kv} + re^{-kv},$$

где  $a, b, c, d, m, n, l, r, k$  — произвольные постоянные, а  $\beta, \gamma$  — известные проективные инварианты поверхности ([1], стр. 343).

Если  $c \neq 0$ , то условие (2) в асимптотической системе криволинейных координат поверхности  $M_m$  при специальном выборе параметров  $u, v$  вдоль них принимает вид

$$\begin{aligned} n(\gamma_{uu} + \beta_{uv}) + \beta_{uu} + 3\gamma_{uv} &= 2\beta(\beta_u - \gamma_v) + 4c\gamma, \quad n = -\alpha/c \neq \pm 2, \\ n(\beta_{vv} + \gamma_{uv}) + \gamma_{vv} + 3\beta_{uv} &= 2\gamma(\gamma_v - \beta_u) - 4c\beta, \quad \gamma_u - \beta_v = c, \end{aligned} \quad (3)$$

где индексы  $u, v$  обозначают частные производные.

Таким образом, равенствами (3) выделяются некоторые поверхности и некоторая сопряженная сеть на каждой из них:

$$u + v = \text{const}, \quad u - v = \text{const}, \quad (4)$$

обладающие тем свойством, что касательные прямые к линиям одного из семейств (4) определяют такую конгруэнцию, прямые Грина фокальных сетей которой на фокальных поверхностях образуют эквивалентные нормализации. При этом полученное соответствие Лапласа фокальных поверхностей не является  $W$ -соответствием: асимптотическая сеть одной поверхности переходит в сопряженную сеть другой.

Теперь допустим, что совпадение связностей (1) имеет место для некоторых двух соседних конгруэнций  $c$  и  $c$  последовательности Лапласа:

$$G_{ij}^k \underset{r}{=} G_{ij}^k \underset{r+1}, \quad \Gamma_{ij}^k \underset{r}{=} \Gamma_{ij}^k \underset{r+1}, \quad r = m-1, m. \quad (5)$$



В этом случае доказывається, что равенства (5) имеют место также для всех значений  $r = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$ , т. е. для всех конгруэнций последовательности  $c$ , ( $n = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$ ).

Допуская, что в соотношениях (2)  $c \neq 0$ , мы в силу (5) для поверхности  $M$  получаем систему (3), к которой добавляется уравнение

$$\beta_u - \gamma_v = k, \quad k = \text{const.} \quad (6)$$

Легко показать, что система (3), (6) совместна только в двух случаях: 1)  $k = 2c$ , 2)  $k = -2c$  и соответственно с этим интеграл системы (3), (6) можно представить в следующих двух видах:

$$1) \beta = -cv + 3c(u+v)/4 + a_0 + \psi; \quad \gamma = -2cv + 3c(u+v)/4 + a_0 - \psi, \\ \psi = c^2(u-v)^3/(4-2n) + 2ca_n(u-v)^2/(2-n) + a_1(u-v) + a_2, \quad (7)$$

$$2) \beta = -cv - 3c(u-v)/4 + b_0 + \varphi; \quad \gamma = 2cv + 3c(u-v)/4 - b_0 + \varphi, \\ \varphi = c^2(u+v)^3/(2n+u) - 2cb_0(u+v)^2/(n+2) + b_1(u+v) + b_2.$$

где  $a_0, a_1, a_2, b_0, b_1, b_2$  — произвольные постоянные.

Сопряженные сети, удовлетворяющие условию (5), существуют только на поверхностях (7).

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

(Поступило 3.3.1972)

გამომავლობა

ბ. თემატიკა

ზედაპირთა და შეუღლებულ ბადეთა ერთი კლასის შესახებ

რეზიუმე

პროექციულ სივრცეში განიხილება წრფეთა არაპარაბოლური ტიპის კონგრუენცია და ყველა მისი ლაპლასის გარდაქმნები ორივე მიმართულებით. ვახდენთ მიღებული ფოკალური ზედაპირების ნორმალიზაციას ფოკალური ბადეების პირველი და მეორე ღერძების საშუალებით და განვიხილავთ ნორდენის აზრით ინდუცირებულ შეუღლებულ აფინურ ბმულობებს. თუ ზედაპირთა ასეთ მიმდევრობაში ფიქსირებული  $m$ -თვის ადგილი აქვს (1) ტოლობებს, მაშინ დერივაციულ განტოლებათა ინტეგრების პირობები (2) ასიმპტოტურ კოორდინატთა სისტემაში მოგვცემს (3) ტოლობებით განსაზღვრულ ზედაპირთა და შეუღლებულ ბადეთა კლასს. კერძოდ, თუ ადგილი აქვს (5) ტოლობებს, მაშინ მიიღება მხოლოდ (7) ზედაპირები.

G. N. TEVZADZE

## ON ONE CLASS OF SURFACES AND CONJUGATE NETS

Summary

Non-parabolic congruence of straight lines and all of its Laplace transformations in both directions are considered in projective space. Each focal surface is normalized with the axis of its focal net and, induced in Norden's sense, a pair of conjugate affine connections is considered. If for such a sequence of surface at fixed correlations (1) hold, then some class of surfaces and conjugate nets are determined by the equalities (3) resulting from the conditions of integrability of derivative equations (2) in the asymptotic coordinate system.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. П. Норден. Пространства аффинной связности. М.—Л., 1950.



А. Ш. ШАПАТАВА

О СХОДИМОСТИ ДВУХСЛОЙНЫХ РЕГУЛЯРИЗОВАННЫХ  
 РАЗНОСТНЫХ СХЕМ В КОМПЛЕКСНОМ ГИЛЬБЕРТОВОМ  
 ПРОСТРАНСТВЕ

(Представлено академиком И. Н. Векуа 24.2.1972)

В работе [1] предложен метод регуляризации линейных разностных схем. В данной статье рассматривается регуляризованная двухслойная разностная схема для эволюционных уравнений первого порядка, получены априорные оценки и условие устойчивости схемы, показана слабая, а также сильная сходимость решения разностной задачи к решению исходной задачи. Для получения априорных оценок и доказательства сходимости используется методика работ [2, 3].

1. Постановка задачи. Пусть  $V$  и  $H$  — сепарабельные комплексные гильбертовы пространства, причем  $V \subset H$ ,  $V$  плотно в  $H$  и непрерывно в него вложено.

Задача 1. Для всякой функции  $\varphi$ , удовлетворяющей условиям

$$\varphi \in L^2(0, T; V), \quad \varphi' \in L^2(0, T; H), \quad \varphi(T) = 0,$$

отыскивается функция  $u(t)$ , такая, что  $u \in L^\infty(0, T; V)$ ,

$$\int_0^T \{a(t; u(t), \varphi(t)) - (u(t), \varphi'(t))_H\} dt = \int_0^T (f(t), \varphi(t))_H dt + (u_0, \varphi(0))_H,$$

$u_0$  задано в  $V$ ,  $f$  задано в  $L^2(0, T; H)$ , а  $a(t; u, v)$  — непрерывная полуторалинейная форма на  $V \times V$ , для каждого  $t \in [0, T]$ . Известно, что задача 1 при определенных условиях имеет единственное решение [3].

Пусть  $\{V_h\}$  — семейство комплексных гильбертовых пространств, зависящих от векторного параметра  $h$ ,  $h \in R^n$ ,  $|h| < h^0$  и  $h \rightarrow 0$ . Пусть  $(\cdot, \cdot)_h$  и  $((\cdot, \cdot))_h$  — скалярные произведения в  $V_h$ , а  $|\cdot|_h$ ,  $\|\cdot\|_h$  — соответствующие эквивалентные нормы в  $V_h$ . Далее, пусть  $O_h \in \mathcal{L}(H; V_h)$  и  $s_h \in \mathcal{L}(V; V_h)$  — множества операторов, таких, что

$$|O_h|_h = \sup_{u \in H} \frac{|O_h u|_h}{\|u\|_H} \leq c_1, \quad \|s_h\|_h = \sup_{u \in V} \frac{\|s_h u\|_h}{\|u\|_V} \leq c_2,$$

где  $c_1$  и  $c_2$  не зависят от  $h$ .

Для каждого  $t \in [0, T]$  рассмотрим семейство непрерывных полуторалинейных форм  $a_h(t; u_h, v_h)$  на  $V_h \times V_h$ , обладающих свойствами

$$a_h(t; u_h, v_h) = a_h^0(t; u_h, v_h) + a_h^1(t; u_h, v_h).$$

1.  $a_h^0(t; u_h, v_h)$  — непрерывные полуторалинейные формы на  $V_h \times V_h$  для  $t \in [0, T]$ ;  $\forall u_h, v_h \in V_h$  функция  $t \rightarrow a_h^0(t; u_h, v_h)$  непрерывно дифференцируема в  $[0, T]$  и

$$|a_h^0(t; u_h, v_h)| \leq M \|u_h\|_h \|v_h\|_h, \quad a_h^1(t; u_h, v_h) = \overline{a_h^0(t; v_h, u_h)}, \\ a_h^1(t; v_h, v_h) \geq \alpha \|v_h\|_h^2, \quad \forall v_h \in V_h.$$

2.  $a_h^1(t; u_h, v_h)$  — непрерывные полуторалинейные формы на  $V_h \times V_h$  для  $t \in [0, T]$ ;  $\forall u_h, v_h \in V_h$  функция  $t \rightarrow a_h^1(t; u_h, v_h)$  измерима и

$$|a_h^1(t; u_h, v_h)| \leq Q \|u_h\|_h |v_h|_h.$$





Рассмотрим также  $\forall t \in [0, T]$  — другое семейство непрерывных полуторалинейных форм на  $V_h \times V_h$   $r_h(t; u_h, v_h)$ , таких, что  $\forall u_h, v_h \in V_h$  функция  $t \rightarrow r_h(t; u_h, v_h)$  измерима и

$$|r_h(t; u_h, v_h)| \leq N \|u_h\|_h \|v_h\|_h,$$

где  $M, Q$  и  $N$  не зависят от  $h$  и  $t$ .

На  $0 \leq t \leq T$  рассмотрим сетку  $\left\{ \tau j, j=0, 1, \dots, m, \tau = \frac{T}{m} \right\}$  и пусть  $W_j(t)$  — характеристическая функция отрезка  $[\tau j, \tau(j+1)]$ , а  $E_\tau(\tau j_1, \tau j_2; V_h)$  — пространство функций

$$u_{h, \tau}(t) = \sum_{j=j_1}^{j_2-1} u_{h, \tau}(\tau j) W_j(t),$$

где

$$u_{h, \tau}(\tau j) \in V_h.$$

Так как  $v_h \rightarrow a_h(t; u_h, v_h)$  — непрерывная антилинейная форма на  $V_h$ , то

$$a_h(t; u_h, v_h) = (A_h(t) u_h, v_h),$$

где

$$A_h(t) \in \mathfrak{L}(V_h; V_h).$$

Допустим, что

$$A_{h, \tau}(t) = \frac{1}{\tau} \sum_{j=0}^{m-1} \left( \int_{\tau j}^{\tau(j+1)} A_h(t) dt \right) W_j(t).$$

Для  $\forall t \in [0, T]$  определим новое множество непрерывных полуторалинейных форм на  $V_h \times V_h$   $a_{h, \tau}(t; u_h, v_h)$  следующим образом:

$$a_{h, \tau}(t; u_h, v_h) = (A_{h, \tau}(t) u_h, v_h)_h.$$

Аналогично введем множество форм  $r_{h, \tau}(t; u_h, v_h)$ . Пусть также

$$f_{h, \tau}(t) = \frac{1}{\tau} \sum_{j=0}^{m-1} \left( \int_{\tau j}^{\tau(j+1)} O_h f(t) dt \right) W_j(t).$$

Будем пользоваться следующими обозначениями:

$$u_{h, \tau}(t) = y, \quad u_{h, \tau}(t + \tau) = \widetilde{y}, \quad u_{h, \tau}(t - \tau) = \widetilde{y}, \quad y_t = (\widetilde{y} - y)/\tau, \\ y_{\tau} = (y - \widetilde{y})/\tau, \quad f_{h, \tau}(t) = g.$$

Для каждой пары  $(h, \tau)$  сформулируем следующую разностную задачу:

Задача 2. Для всякого  $v_h \in V_h$  отыскивается функция  $y = u_{h, \tau}(t) \in E_\tau(0, T + \tau; V_h)$ , такая, что

$$(y_t, v_h)_h + a_{h, \tau}(t; y, v_h) + \tau r_{h, \tau}(t; y_t, v_h) = (g, v_h)_h, \quad t \in [0, T], \\ y(0) = s_h u_0.$$

Замечание 1. Если имеет место неравенство

$$R \in r_{h, \tau}(t; y, y) \geq \frac{1}{2} a_{h, \tau}^h(t; y, y) - \frac{1}{2\tau} (y, y), \quad (1)$$

тогда доказывается существование и единственность решения задачи 2.

Теорема 1. Если верно неравенство (1), то для решения  $y$  задачи 2 при достаточно малом  $\tau$  справедлива оценка

$$\|y(t)\|_h \leq \left\{ \delta_1 \|u_0\|_V^2 + \delta_2 \int_0^T \|f(t)\|_H^2 dt \right\} \exp(\delta_3 T),$$



$$\int_0^T |y_t|_h^2 dt \leq \left\{ \delta_4 \|u_0\|_V^2 + \delta_5 \int_0^T \|f(t)\|_H^2 dt \right\} \exp(\delta_3 T),$$

где  $\delta_1, \delta_2, \delta_3, \delta_4$  и  $\delta_5$  не зависят от  $h$  и  $\tau$ .

Введем такое гильбертово пространство  $F$ , чтобы  $H$  было замкнутым подпространством  $F$ . Пусть  $\pi$ —оператор отображения  $F$  в  $H$ , а  $\rho_h \in \mathcal{L}(V_h; F)$  и  $q_h = \pi \cdot \rho_h \in \mathcal{L}(V_h; H)$ —множество операторов, таких, что

$$\|\rho_h\|_h = \sup_{y \in V_h} \frac{|\rho_h y|_F}{|y|_h} \leq c_3, \quad |q_h|_h = \sup_{y \in V_h} \frac{|q_h y|_H}{|y|_h} \leq c_4, \quad (2)$$

где  $c_3$  и  $c_4 = \text{const} > 0$  не зависят от  $h$ .

**Теорема 2.** Если имеют место условия (1) и (2), то решение  $y$  задачи 2  $L^\infty(0, T; F)$ -устойчиво, а  $y_t \in L^2(0, T; H)$ -устойчиво для любого  $h$  и при достаточно малом  $\tau$ .

Устойчивость понимается в смысле [2].

2. Сходимость. Пусть  $\omega \in \mathcal{L}(V, F)$ , а  $V_0$ —плотное подпространство  $V$  и  $\beta_h$ —линейное отображение  $V_0$  в  $V_h$ . Из теоремы 2 следует, что при  $h \rightarrow 0$  и  $\tau \rightarrow 0$  из последовательности  $\{y\}$  можно выбрать такую подпоследовательность, что

$$[\rho_h y]_0^T \rightarrow U \text{ слабо в } L^\infty(0, T; F), \quad [q_h y_t]_0^T \rightarrow u' = \pi U' \text{ слабо в } L^2(0, T; H), \quad (3)$$

где  $[\varphi]_0^T$  обозначает сужение  $t \rightarrow \varphi(t)$  в  $[0, T]$ .

Предположим, что для всякой последовательности решений  $y$  задачи 2, удовлетворяющей (3), имеют место следующие условия:

1.  $u \in L^\infty(0, T; V), \quad U = \omega u. \quad (4)$
2. Пусть  $\psi(t)$ —непрерывно дифференцируемая скалярная функция,

$$\psi(T) = 0, \quad \psi_\tau(t) = \sum_{j=-1}^{m-2} \psi((j+1)\tau) W_j(t) \quad (5)$$

и для любого  $v \in V_0$

$$\int_0^T a_h(t; y(t), \psi_\tau(t) \beta_h v) dt \rightarrow \int_0^T a(t; u(t), \psi(t) v) dt, \quad (6)$$

$$\int_0^T r_h(t; y_t(t), \psi_\tau(t) \beta_h v) dt \rightarrow \int_0^T r(t; u'(t), \psi(t) v) dt, \quad (7)$$

$$\int_0^T (y(t), [\psi_\tau(t)]_\tau \beta_h v)_h dt \rightarrow \int_0^T (u(t), \psi'(t) v)_H dt, \quad (8)$$

$$\int_0^T (O_h f(t), \psi_\tau(t) \beta_h v)_h dt \rightarrow \int_0^T (f(t), \psi(t) v)_H dt, \quad (9)$$

$$(s_h u_0, \beta_h v)_h \rightarrow (u_0, v)_H. \quad (10)$$



Теорема 3. Если выполнены условия (4), ..., (10), то из последовательности  $\{y\}$  можно выделить такую подпоследовательность, что  $[p_h y]_0^T \rightarrow u$  слабо в  $L^\infty(0, T; F)$ , а  $[q_h y]_0^T \rightarrow u'$  слабо в  $L^2(0, T; H)$ . Кроме того,  $[q_h y]_0^T \rightarrow u$  слабо в  $L^\infty(0, T; H)$ , где  $u$  — решение задачи 1.

Замечание 2. Так как задача 1 допускает единственное решение, то последовательность  $\{y\}$  будет обладать теми же свойствами, что и подпоследовательность  $\{y\}$ .

Теорема 4. При допущениях предыдущей теоремы и если

$$B = \left\{ q_h y \mid y \in \bigcup_{\substack{|h| < h^0 \\ \tau < \tau^0}} E_\tau(0, T + \tau; V_h), \int_0^T \|p_h y\|_F^2 dt \leq 1, \int_0^T \|q_h y\|_H^2 dt \leq 1 \right\}$$

является относительно компактным в  $L^2(0, T; H)$ , то  $[q_h y]_0^T \rightarrow u$  сильно в  $L^2(0, T; H)$ .

Тбилисский государственный университет  
Институт прикладной математики

(Поступило 3.3.1972)

მათემატიკა

ა. შაპათავა

ორზრიანი რეგულარიზებული სხვაობიანი სქემების კრებადობის  
შესახებ ჰილბერტის კომპლექსურ სივრცეში

რეზიუმე

განხილულია ორზრიანი წრფივი რეგულარიზებული სხვაობიანი სქემები პირველი რიგის ევოლუციური განტოლებებისათვის. მიღებულია აპრიორული შეფასებები და სქემის მდგრადობის პირობები. ნაჩვენებია სხვაობიანი ამოცანის ამოხსნის მოცემული ამოცანის ამოხსნისაკენ როგორც სუსტი, ისე ძლიერი კრებადობა.

MATHEMATICS

A. Sh. SHAPATAVA

## ON THE CONVERGENCE OF TWO-LEVEL REGULARIZED DIFFERENCE SCHEMES IN A COMPLEX HILBERT SPACE

Summary

Linear regularized two-level schemes for evolutionary first order equations are considered. A priori estimates and stability conditions of schemes are obtained. It is shown that the solution of difference equation converges both in the weak and in the strong sense to the solution of the initial problem.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. А. Самарский. Ж. вычисл. матем. и матем. физ., 7, № 1, 1967.
2. P. A. Raviart. J. de Math. pures et appl., 46, 1967.
3. J. L. Lions. Equations différentielles opérationnelles et problèmes aux limites Springer, 1961.

Э. А. НАДАРАЯ

О СРЕДНЕЙ КВАДРАТИЧЕСКОЙ ОШИБКЕ НЕКОТОРЫХ  
 НЕПАРАМЕТРИЧЕСКИХ ОЦЕНОК ПЛОТНОСТИ  
 РАСПРЕДЕЛЕНИЯ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Л. П. Гокиели 28.2.1972)

Пусть  $X = (X^{(1)}, \dots, X^{(p)})$  — случайная величина со значениями в  $p$ -мерном пространстве  $R_p$ , функция  $f(x)$ ,  $x \in R_p$ , — искомая плотность распределения  $X$ . Пусть, далее,  $X_1, X_2, \dots, X_n, X_j = (X_j^{(1)}, \dots, X_j^{(p)})$  — выборка из независимых наблюдений случайной величины  $X$ . В качестве приближения по эмпирическим данным неизвестной плотности  $f(x)$  примем

$$f_n(x, \tau_n) = n^{-1} \sum_{j=1}^n \prod_{i=1}^p \tau_i(n) K_i(\tau_i(n)(x_i - X_j^{(i)})), \quad (1)$$

где  $K_j(u)$ ,  $u \in R_1$ ,  $j = \overline{1, p}$ , — функции, измеримые по Берелю, принадлежащие  $L_1(R_1)$  и удовлетворяющие приводимым ниже условиям регулярности,  $\tau_n = (\tau_1(n), \tau_2(n), \dots, \tau_p(n))$ , причем  $\{\tau_i(n)\}_{n=1}^\infty$ ,  $i = \overline{1, p}$ , — последовательности положительных чисел, таких, что

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \tau_i(n) = \infty, \quad i = \overline{1, p} \quad \text{и} \quad \lim_{n \rightarrow \infty} n^{-1} \prod_{i=1}^p \tau_i(n) = 0.$$

Предположим, что  $f(x)$  ограничена на  $R_p$  и непрерывна со всеми своими частными производными до порядка  $s$  включительно в некоторой окрестности точки  $x$ , причем  $f(x) \neq 0$  и  $\frac{\partial^s f(x)}{\partial x_i^s} \neq 0$  хотя бы для одного  $i$ ,  $i = \overline{1, p}$ . Эти предложения обозначим через  $G_s$ .

Назовем функцию  $K(x)$ , определенную в  $R_1$ , функцией класса  $H_s$  ( $s$  — четное неотрицательное число), если она удовлетворяет следующим условиям регулярности:  $K(x) = K(-x)$ ,

$$\int_{R_1} K(x) dx = 1, \quad \sup_{x \in R_1} |K(x)| < \infty, \quad \int_{R_1} x^i K(x) dx = 0, \quad i = \overline{1, s-1},$$

$$\int_{R_1} x^s K(x) dx \neq 0, \quad \int_{R_1} x^s |K(x)| dx < \infty.$$

**Теорема 1.** Пусть  $f(x)$  удовлетворяет условиям  $G_s$  и  $K_j(u) \in H_s$ ,  $u \in R_1$ ,  $j = \overline{1, p}$ . Если  $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\tau_i(n)}{\tau_j(n)} = a_{ij} > 0$ , то при  $n \rightarrow \infty$



$$\|\tau_n\|^s (\mathbf{E} f_n(x, \tau_n) - f(x)) \rightarrow \frac{1}{s!} \sum_{i=1}^p \|a_i\|^s \frac{\partial^s f(x)}{\partial x_i^s} \int_{R_1} x^s K_i(x) dx.$$

Кроме того, если  $K_j(u)$  имеют ограниченные, интегрируемые производные  $s$ -го порядка и  $\int_{R_1} x^s |K_j^{(s)}(x)| dx < \infty$ ,  $j = \overline{1, p}$ ,

то

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \mathbf{E} \left( \frac{\partial^s f_n(x, \tau_n)}{\partial x_i^s} \right) = \frac{\partial^s f(x)}{\partial x_i^s},$$

где

$$\|x\|^2 = x_1^2 + \dots + x_p^2 \text{ и } a_i = (a_{1i}, a_{2i}, \dots, a_{pi}), a_{ii} = 1, i = \overline{1, p}.$$

Из теоремы, как следствие, получается обобщение теоремы 4.2 Какулоса [1].

Ниже будем предполагать, что  $\tau_1(n) = \tau_2(n) = \dots = \tau_p(n) = \tau_n$ . Тогда справедливы следующие теоремы:

**Теорема 2.** Если  $f(x)$  ограничена на  $R_p$  и  $K_j(u)$ ,  $j = \overline{1, p}$ , имеют ограниченные интегрируемые производные  $m$ -го ( $m \geq 0$ ) порядка, то на множестве точек непрерывности  $f(x)$  имеем

$$\mathbf{E} \left[ \frac{\partial^m f_n(x, \tau_n)}{\partial x_i^m} - \mathbf{E} \frac{\partial^m f_n(x, \tau_n)}{\partial x_i^m} \right]^{2r} = O \left( \left( \frac{\tau_n^{2m+p}}{n} \right)^r \right)$$

и

$$\sup_{-\infty < \lambda < \infty} \left| \mathbf{P} \left\{ \frac{\xi_n}{\sigma} < \lambda \right\} - \Phi(\lambda) \right| = O \left( \left( \frac{\tau_n^p}{n} \right)^{1/2} \right) + O \left( \left| \frac{\sigma_n^2}{\sigma^2} - 1 \right| \right),$$

где

$$\xi_n = \left( \frac{\tau_n^{2m+p}}{n} \right)^{-1/2} \left[ \frac{\partial^m f_n(x, \tau_n)}{\partial x_i^m} - \mathbf{E} \frac{\partial^m f_n(x, \tau_n)}{\partial x_i^m} \right],$$

$$\sigma_n^2 = \mathbf{E} \tau_n^p \psi^2(\tau_n(x-X)) \rightarrow \sigma^2 = f(x) \int_{R_p} \psi^2(u) du,$$

$$\psi(x) = K_1(x_1) \cdot K_2(x_2) \cdot \dots \cdot K^{(m)}(x_i) \cdot \dots \cdot K_p(x_p),$$

$$\Phi^{(1)}(\lambda) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp \left[ -\frac{\lambda^2}{2} \right].$$

**Теорема 3.** Если  $f(x)$  удовлетворяет условиям  $G_s$  и  $K_j(u) \in H_s$ ,  $u \in R_1$ ,  $j = \overline{1, p}$ , то при  $n \rightarrow \infty$

$$\begin{aligned} \mathbf{E} (f_n(x, \tau_n) - f(x))^2 &\sim \tau_n^2 n^{-1} f(x) \prod_{i=1}^p \int_{R_1} K_i^2(u) du + \\ &+ \tau_n^{-2s} \left( \frac{1}{s!} \sum_{i=1}^p \alpha_i \frac{\partial^s f(x)}{\partial x_i^s} \right)^2, \end{aligned} \quad (2)$$

а оптимальным значением  $\tau_n = \tau_n^0$ , доставляющим минимум (при  $n \rightarrow \infty$ ) среднеквадратическому отклонению (2), является

$$\tau_n^0 = cn^\gamma,$$

где

$$c^{2s+p} = 2s \left( \sum_{i=1}^p \alpha_i \frac{\partial^s f(x)}{\partial x_i^s} \right)^2 \cdot ((sl)^2 \cdot p \cdot f(x) \cdot \tilde{K}_p)^{-1}, \quad \gamma = 1/2s+p,$$

$$\tilde{K}_p = \prod_{i=1}^p \int_{R_1} K_i^2(x) dx \quad \text{и} \quad \alpha_j = \int_{R_1} x^s K_j(x) dx, \quad j = \overline{1, p}.$$

Пусть  $\{\tau_{ni}\}$ ,  $i = \overline{0, p}$ , — последовательности положительных чисел, таких, что  $\tau_{ni} \rightarrow \infty$  при  $n \rightarrow \infty$  и  $\tau_{n0} = o(n^\gamma)$ ,  $\tau_{nj} = o(n^\beta)$ ,  $\beta = \gamma^2$ ,  $j = \overline{1, p}$ . Пусть, далее,  $\{b_n\}$  есть также последовательность положительных чисел, сходящихся к нулю, но удовлетворяющих условию  $nb_n^p \geq c_1 > 0$ .

Положим

$$f_n = f_n(x, \tau_{n0}), \quad f_{nj}^{(s)} = \frac{\partial^s f_n(x, \tau_{nj})}{\partial x_j^s}, \quad j = \overline{1, p}.$$

Тогда свойства оценок  $f_n$  и  $f_{nj}^{(s)}$ , определяемых равенством (1), наводят на мысль рассмотреть последовательность оценок  $c^{2s+p}$  вида:

$$c_n^{2s+p} = \left\{ 2s \left[ \left( \sum_{i=1}^p \alpha_i f_{ni}^{(s)} \right)^2 + b_n \right] \right\} \{[(sl)^2 p \cdot \tilde{K}_p (|f_n| + b_n)]\}^{-1}.$$

Введем функцию

$$K^*(x) = p \prod_{j=1}^p K_j(x_j) + \sum_{i=1}^p \left[ \prod_{j=1, j \neq i}^p K_j(x_j) \right] K^{(1)}(x_i) x_i$$

и приведем теорему, которая является обобщением теоремы 1 работы [2].

**Теорема 4.** Пусть  $f(x)$  удовлетворяет условиям  $G_s$ ,  $K_j(u) \in H_s$ ,  $j = \overline{1, p}$ , и, кроме того,  $K_j(u)$  имеют ограниченные, интегрируемые производные  $s$ -го порядка и  $\int_{R_1} x^s |K_j^{(s)}(x)| dx < \infty$ . Если  $K^*(x)$  допускает

интегрируемую, убывающую мажоранту  $k_0(x)$ , то при  $n \rightarrow \infty$

$$E(f_n(x, \widehat{\tau}_n) - f(x))^2 \sim E(f_n(x, \tau_n^0) - f(x))^2,$$

где  $\widehat{\tau}_n = c_n n^\gamma$ .

Доказательства теорем 1—4 будут опубликованы отдельно.

Тбилисский государственный университет  
Институт прикладной математики

მ. ნადარაია

განაწილების სიმკვრივის ზოგიერთი არაკარამეტრული შეფასების  
საშუალო კვადრატული ცდომილების შესახებ

რეზიუმე

შესწავლილია (1) ტიპის შეფასებათა ზოგიერთი თვისება. განზოგადებულია ვუდროფის ერთი შედეგი.

MATHEMATICS

E. A. NADARAYA

ON THE MEAN QUADRATIC ERROR OF SOME NON-PARAMETRIC  
ESTIMATES OF DISTRIBUTION DENSITY

Summary

Some properties of estimates of multivariate probability density have been investigated. One result of M. Woodroffe (2) is generalized.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. T. Cacoullos. Ann. of the Institute of Statistical Mathematics, 18, 2, 1966.
2. M. Woodroffe. Ann. Math. Stat., 41, 5, 1970.





Д. О. БАЛАДЗЕ

О ЛОКАЛЬНЫХ ГРУППАХ ГОМОЛОГИИ И КОГОМОЛОГИИ  
 НАД ПАРОЙ ГРУПП КОЭФИЦИЕНТОВ

(Представлено членом-корреспондентом Академии В. Г. Челидзе 3.3.1972)

Пусть даны  $n$ -мерное сферическое пространство  $S^n$ , его произвольное подмножество  $A$ , любая точка  $x$  множества  $A$ ,  $x \in A$ ; направленное по убыванию множество  $\{U_\lambda\}$  всех сферических окрестностей  $U_\lambda$  точки  $x$ , т. е.  $\lambda < \mu$ , если  $U_\mu \subset U_\lambda$ ; направленное по возрастанию множество  $\{F_a\}$  всех компактных подмножеств  $F_a$  множества  $A$ , т. е.  $a < b$ , если  $F_a \subset F_b$ , и две пары групп  $(X, X')$  и  $(Y, Y')$ , причем предполагается, что группы одной из этих пар компактны, а группы другой пары дискретны и что  $X$  и  $Y$  — группы характеров одна другой в смысле теории характеров,  $X|Y$ , а  $X'$  и  $Y'$  — аннуляторы одна другой,  $X' \perp Y'$ .

Далее, для каждого компакта  $F_a$  рассмотрим направленное множество  $\{U_a\}$  всех конечных открытых покрытий  $U_a$  компакта  $F_a$ . Для каждого покрытия  $U_a$  компакта  $F_a$  рассмотрим комплекс  $K_a$ , так называемый висторисиан покрытия  $U_a$ , т. е.  $K_a$  — симплицальный замкнуто конечный комплекс, симплексы которого вершинами имеют точки компакта  $F_a$ , при этом данное конечное множество вершин образует симплекс, если оно содержится в одном и том же элементе покрытия  $U_a$ . Множество тех симплексов комплекса  $K_a$ , вершины которых принадлежат множеству  $F_a \setminus U_\lambda$ , представляет собой подкомплекс  $L_a$  комплекса  $K_a$ ,  $L_a \subset K_a$ . Рассмотрим направленную по возрастанию систему  $\{K_{aa}\}$  всех локально конечных подкомплексов  $K_{aa}$  комплекса  $K_a$  и систему  $\{L_{aa}, L_{aa}\}$  соответствующих пар  $(K_{aa}, L_{aa})$ , где  $L_{aa} = K_{aa} \cap L_a$  для каждого  $a$ , т. е. скажем, что  $a < b$ , если  $K_{aa} \subset K_{ab}$  и, следовательно,  $L_{aa} \subset L_{ab}$ . Для каждой пары комплексов  $(K_{aa}, L_{aa})$  рассмотрим относительные группы гомологии и когомологии  $\Delta_p(K_{aa}, L_{aa}; X, X')$  и  $\nabla^p(K_{aa}, L_{aa}; Y, Y')$  над парой групп коэффициентов  $(X, X')$  и  $(Y, Y')$  соответственно (определение этих групп см. в [1]). Если  $a < b$ , то вложение  $(K_{aa}, L_{aa}) \subset (K_{ab}, L_{ab})$  определяет гомоморфизм  $\pi_{ab}^*$  группы  $\Delta_p(K_{aa}, L_{aa}; X, X')$  в группу  $\Delta_p(K_{ab}, L_{ab}; X, X')$  и гомоморфизм высежения  $\pi_{ba}^*$  группы  $\nabla^p(K_{ab}, L_{ab}; Y, Y')$  в группу  $\nabla^p(K_{aa}, L_{aa}; Y, Y')$ . Эти группы и гомоморфизмы образуют прямой спектр  $\{\Delta_p(K_{aa}, L_{aa}; X, X'); \pi_{ab}^*\}$  и обратный спектр  $\{\nabla^p(K_{aa}, L_{aa}; Y, Y'); \pi_{ba}^*\}$ . Предельные группы этих спектров  $\Delta_p(K_a, L_a; X, X')$  и  $\nabla^p(K_a, L_a; Y, Y')$ , как показано в [1], являются двойственными группами, т. е.

$$\Delta_p(K_a, L_a; X, X') | \nabla^p(K_a, L_a; Y, Y').$$

Если  $\alpha < \beta$ , то висторисиан  $K_\beta$  есть подкомплекс комплекса  $K_\alpha$ , а  $L_\beta$  есть подкомплекс комплекса  $L_\alpha$ . Вложение  $\rho_\alpha^\beta: (K_\beta, L_\beta) \subset (K_\alpha, L_\alpha)$  оп-



ределяет гомоморфизмы  $\rho_{\alpha}^{\beta}: \Delta_p(K_{\beta}, L_{\beta}; X, X') \rightarrow \Delta_p(K_{\alpha}, L_{\alpha}; X, X')$  и  $\pi_{\alpha\beta}^*: \nabla^p(K_{\alpha}, L_{\alpha}; Y, Y') \rightarrow \nabla^p(K_{\beta}, L_{\beta}; Y, Y')$ . Следовательно, получаются обратный спектр  $\{\Delta_p(K_{\alpha}, L_{\alpha}; X, X'); \rho_{\alpha}^{\beta}\}$  и прямой спектр  $\{\nabla^p(K_{\alpha}, L_{\alpha}; Y, Y'); \pi_{\alpha\beta}^*\}$ . Предельные группы этих спектров являются, по определению,  $p$ -мерными гомологическими и когомологическими группами пары множеств  $(F_{\alpha}, F_{\alpha} - U_{\lambda})$  над парой групп коэффициентов  $(X, X')$  и  $(Y, Y')$  соответственно. Обозначим их через  $\Delta_p(F_{\alpha}, F_{\alpha} - U_{\lambda}; X, X')$  и  $\nabla^p(F_{\alpha}, F_{\alpha} - U_{\lambda}; Y, Y')$ . Имеет место

**Теорема 1.** Если пары  $(X, X')$  и  $(Y, Y')$  сопряжены, то группы  $\Delta_p(F_{\alpha}, F_{\alpha} - U_{\lambda}; X, X')$  и  $\nabla^p(F_{\alpha}, F_{\alpha} - U_{\lambda}; Y, Y')$  двойственны между собой, т. е.

$$\Delta_p(F_{\alpha}, F_{\alpha} - U_{\lambda}; X, X') | \nabla^p(F_{\alpha}, F_{\alpha} - U_{\lambda}; Y, Y').$$

Если  $a < b$ , то вложение  $\pi_{ab}: (F_a, F_a - U_{\lambda}) \rightarrow (F_b, F_b - U_{\lambda})$  порождает гомоморфизм вложения  $\pi_{ab}^*$  группы  $\Delta_p(F_a, F_a - U_{\lambda}; X, X')$  в группу  $\Delta_p(F_b, F_b - U_{\lambda}; X, X')$  и гомоморфизм высечения  $\pi_{ba}^*$  группы  $\nabla^p(F_b, F_b - U_{\lambda}; Y, Y')$  в группу  $\nabla^p(F_a, F_a - U_{\lambda}; Y, Y')$ . Эти группы и гомоморфизмы образуют прямой спектр  $\{\Delta_p(F_a, F_a - U_{\lambda}; X, X'); \pi_{ab}^*\}$  и обратный спектр  $\{\nabla^p(F_a, F_a - U_{\lambda}; Y, Y'); \pi_{ba}^*\}$ . Предельные группы этих спектров являются, по определению, гомологическими и когомологическими группами размерности  $p$  пар множеств  $(A, A - U_{\lambda})$  над парой групп коэффициентов  $(X, X')$  и  $(Y, Y')$  соответственно. Обозначим их через  $\Delta_p(A, A - U_{\lambda}; X, X')$  и  $\nabla^p(A, A - U_{\lambda}; Y, Y')$ . И здесь имеет место

**Теорема 2.** Если пары  $(X, X')$  и  $(Y, Y')$  сопряжены, то группы  $\Delta_p(A, A - U_{\lambda}; X, X')$  и  $\nabla^p(A, A - U_{\lambda}; Y, Y')$  двойственны, т. е.

$$\Delta_p(A, A - U_{\lambda}; X, X') | \nabla^p(A, A - U_{\lambda}; Y, Y').$$

Если  $\lambda < \mu$ , то вложение  $\varphi_{\lambda\mu}: (F_a, F_a - U_{\lambda}) \rightarrow (F_a, F_a - U_{\mu})$  порождает гомоморфизм вложения  $\varphi_{\lambda\mu}^*$  группы  $\Delta_p(F_a, F_a - U_{\lambda}; X, X')$  в группу  $\Delta_p(F_a, F_a - U_{\mu}; X, X')$  и гомоморфизм высечения  $\varphi_{\mu\lambda}^*$  группы  $\nabla^p(F_a, F_a - U_{\mu}; Y, Y')$  в группу  $\nabla^p(F_a, F_a - U_{\lambda}; Y, Y')$ , которые, в свою очередь, определяют гомоморфизмы

$$\Phi_{\lambda\mu}^*: \Delta_p(A, A - U_{\lambda}; X, X') \rightarrow \Delta_p(A, A - U_{\mu}; X, X')$$

и

$$\Phi_{\mu\lambda}^*: \nabla^p(A, A - U_{\mu}; Y, Y') \rightarrow \nabla^p(A, A - U_{\lambda}; Y, Y').$$

Эти группы и гомоморфизмы образуют прямой спектр  $\{\Delta_p(A, A - U_{\lambda}; X, X'); \Phi_{\lambda\mu}^*\}$  и обратный спектр  $\{\nabla^p(A, A - U_{\lambda}; Y, Y'); \Phi_{\mu\lambda}^*\}$ . Предельные группы этих спектров являются, по определению,  $p$ -мерными локальными гомологическими и когомологическими группами множества  $A$  в точке  $x$  над парой групп коэффициентов  $(X, X')$  и  $(Y, Y')$  соответственно. Обозначим их через  $\Delta_p(A, x; X, X')$  и  $\nabla^p(A, x; Y, Y')$ . Имеет место

**Теорема 3.** Если пары  $(X, X')$  и  $(Y, Y')$  сопряжены, то локальные группы гомологии и когомологии  $\Delta_p(A, x; X, X')$  и  $\nabla^p(A, x; Y, Y')$  двойственны, т. е.

$$\Delta_p(A, x; X, X') | \nabla^p(A, x; Y, Y').$$

Доказательство этой теоремы опирается на теоремы 1, 2 и на сопряженности гомоморфизмов  $\Phi_{\lambda\mu}^*$  и  $\Phi_{\mu\lambda}^*$ .

Частный случай. Если группа  $X$  компактна и  $X' = O$ ,  $X' \subset X$ , то локальная группа гомологии  $\Delta_p(A, x; X, O)$ , есть группа  $\Delta_p(A, x; X)$ , определенная в работе [2]. Кроме того, на основе доказанной в [2] теоремы двойственности, т. е. двойственности

$$\Delta_p(A, x; X) | \Delta_S(S^n \setminus A; x, Y),$$

и на основе вышесказанной теоремы двойственности (3), когда  $X' = O$  и, следовательно,  $Y' = Y$ , т. е.

$$\Delta_p(A, x; X, O) | \nabla^p(A, x; Y, Y),$$

получается изоморфизм

$$\nabla^p(A, x; Y) \approx \Delta_S(S^n \setminus A; x; Y),$$

причем и здесь  $p + s = n - 1$ .

Тбилисский государственный университет

(Поступило 9.3.1972)

მათემატიკა

დ. ბალაძე

კოეფიციენტების წყვილთა წყვილების მიმართ ალგებრი ლოკალური ჰომოლოგიის და კოჰომოლოგიის წყვილების შესახებ

რეზიუმე

შემოტანილია სფერული სივრცის  $S^n$ -ის ქვესიმრავლის  $A$ ,  $A \subset S^n$ ,  $x$  წერტილში შესაბამისად კოეფიციენტების წყვილთა წყვილების  $(X, X')$  და  $(Y, Y')$  მიმართ ალგებრი ლოკალური ჰომოლოგიის და კოჰომოლოგიის წყვილების  $\Delta_p(A, x; X, X')$  და  $\nabla^p(A, x; Y, Y')$  განმარტება. მტკიცდება, რომ როცა  $(X, X')$  და  $(Y, Y')$  წყვილები შეუღლებულია, მაშინ მათ მიმართ ალგებრი ლოკალური ჰომოლოგიისა და კოჰომოლოგიის წყვილები  $\Delta_p(A, x; X, X')$  და  $\nabla^p(A, x; Y, Y')$  ორადულებია.

MATHEMATICS

D. O. BALADZE

ON HOMOLOGY AND COHOMOLOGY LOCAL GROUPS OVER A PAIR OF COEFFICIENT GROUPS

Summary

The definitions are introduced of homology and cohomology local groups  $\Delta_p(A, x; X, X')$  and  $\nabla^p(A, x; Y, Y')$  at the point  $x$  of the subset  $A$  of the spherical space  $S^n$ ,  $A \subset S^n$ , over the pair of coefficient groups  $(X, X')$  and  $(Y, Y')$ , respectively. It is proved that when the pairs  $(X, X')$  and  $(Y, Y')$  are conjugated then the introduced homology local groups  $\Delta_p(A, x; X, X')$  and  $\Delta_p(A, x; Y, Y')$  are dual.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Д. О. Баладзе. Сообщения АН ГССР, 38, № 5, 1962.
2. Л. Р. Рухадзе. ДАН СССР, т. 131, № 6, 1960.



А. К. ЧАЛИДZE

О ЗАДАЧЕ КОШИ ДЛЯ ОДНОГО КЛАССА НЕЛИНЕЙНЫХ СИНГУЛЯРНЫХ ИНТЕГРО-ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Б. В. Хведелидзе 10.3.1972)

0. В настоящей статье указываются достаточные условия, при выполнении которых существует единственное решение задачи Коши для нелинейного операторного сингулярного интегро-дифференциального уравнения

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} - \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} + A(x, t) \frac{\partial u}{\partial x} + B(x, t) \frac{\partial u}{\partial t} + C(x, t)u + \int_0^t d\tau \int_{-\infty}^{\infty} \frac{D(x, t, \xi, \tau; u(\xi, \tau))}{x - \xi} d\xi = f(x, t) \quad (1)$$

с начальными данными

$$u(x, 0) = \varphi(x), \quad \frac{\partial u}{\partial t}(x, 0) = \psi(x), \quad (2)$$

где  $f, \varphi, \psi$  — известные элементы, принадлежащие заданному банахову пространству  $R$ ;  $A, B, C, D$  — заданные ограниченные операторы, отображающие  $R$  в себя;  $u \in R$  — искомый элемент.

Ограниченность, непрерывность, дифференцируемость, интегрируемость, сходимость рядов и аналогичные понятия будем понимать в смысле сильной топологии пространства  $R$ .

В нашей предыдущей статье [1] была рассмотрена задача Коши (1) — (2) в том случае, когда  $D$  является линейным оператором. В настоящей статье операторы  $A, B, C$  и элементы  $f, \varphi, \psi$  удовлетворяют тем же условиям, что и в [1], а  $D$ , являющийся, вообще говоря, нелинейным оператором, удовлетворяет условиям, указанным ниже.

1. Пусть  $X = \{x; -\infty < x < \infty\}$ ;  $T_\alpha = \{t; 0 < t < \alpha < \infty\}$ ; функция  $u(x, t) \in \tilde{B}(XT)$ , если  $\|u\| = \sup_{XT} \|u(x, t)\|_R < \infty$ ;  $\tilde{C}^m(XT)$  обозначает класс

функций, имеющих ограниченные равномерно непрерывные частные производные до порядка  $m$  включительно на  $XT$ ;  $u(x, t) \in \tilde{L}_p(XT)$ ,  $p \geq 1$ , если  $\sup_T \|u(x, t)\|_R \in L_p(X)$ . Пусть

$$\beta = \frac{\alpha^2}{2} \|f\| + (1 + \alpha \|B\|) \|\varphi\| + \alpha \|\psi\|.$$



Произвольно фиксируя положительное число  $\gamma$ , полагаем  $U = \{u; \|u\| \leq \beta + \gamma\}$ ; оператор  $D(x, t, \xi, \tau; u) \in \widetilde{L}_p^*(X^2 T^2 U)$ , если  $(x, \xi) \in X^2$ ,  $(t, \tau) \in T^2$ ,  $u \in U$  и выполняется условие

$$\|D(x, t, \xi, \tau; u)\|_R \leq a_D(\xi, \tau), \quad a_D(x, t) \in \widetilde{L}_p(XT), \quad p \geq 1.$$

Предположим, что  $\alpha_0 > 0$  удовлетворяет неравенству

$$\begin{aligned} & \alpha_0(\beta + \gamma)(\|A\| + \|B\|) + \frac{\alpha_0^2}{2}(\beta + \gamma)(\|A_x\| + \|B_t\| + \|C\|) + \\ & + \frac{q^2 2^{-1/p} c_0}{(q+1)(2q+1)} \alpha_0^{2+1/q} \|a_D\|_{\widetilde{L}_p} + \frac{\alpha_0^3}{6} \|a_{D'_x}\|_{\widetilde{L}_1} \leq \gamma, \end{aligned}$$

где

$$p > 1, \quad q = p/(p-1), \quad c_0 = \left( \int_{-\infty}^{\infty} |\ln |1 + 1/\xi||^q d\xi \right)^{1/q}.$$

Пусть  $t_0^* = \min(\alpha, \alpha_0)$  и  $T_0 = \{t; 0 < t < t_0\}$ . Предположим, что модули непрерывности оператора  $D(x, t, \xi, \tau; u)$  относительно переменных  $x, t, \xi, \tau$  локально удовлетворяют условию Дини, когда  $u \in U$ ; далее, пусть

$$\|D(\xi, t, \xi, \tau; u_1) - D(\xi, t, \xi, \tau; u_2)\|_R \leq \lambda_1(\xi, \tau) \|u_1 - u_2\|_R,$$

$$u_1, u_2 \in U, \quad \lambda_1(x, t) \in \widetilde{L}_p^*(XT), \quad p > 1,$$

$$\|D'_x(x, t, \xi, \tau; u_1) - D'_x(x, t, \xi, \tau; u_2)\|_R \leq \lambda_2(\xi, \tau) \|u_1 - u_2\|_R;$$

$$u_1, u_2 \in U, \quad \lambda_2(x, t) \in \widetilde{L}_1(XT),$$

$D(\xi, t, \xi, \tau; u), D'_t(\xi, t, \xi, \tau; u), D''_{tt}(\xi, t, \xi, \tau; u) \in \widetilde{L}_p^* \cap \widetilde{L}_1^*, p > 1; u \in U,$

$$D'_x(x, t, \xi, \tau; u), D''_{xx}(x, t, \xi, \tau; u) \in \widetilde{L}_1^*,$$

$$\|D''_{xx}(x_1, t, \xi, \tau; u) - D''_{xx}(x_2, t, \xi, \tau; u)\|_R \leq b_1(\xi, \tau) \sigma_1(|x_1 - x_2|),$$

$$\|D''_{tt}(\xi, t_1, \xi, \tau; u) - D''_{tt}(\xi, t_2, \xi, \tau; u)\|_R \leq b_2(\xi, \tau) \sigma_2(|t_1 - t_2|),$$

где

$$b_1(x, t), b_2(x, t) \in \widetilde{L}_1(XT), \quad \sigma_1(|x|), \sigma_2(|x|) \rightarrow 0 \text{ при } x \rightarrow 0.$$

Наконец, положим, что

$$\int_{-\infty}^{\infty} \frac{D(\xi, t, \xi, \tau; u(\xi, \tau))}{\xi - x} d\xi \in \widetilde{C}(XT^2), \quad \text{когда } u'_x(x, t) \in \widetilde{B}(XT).$$

2. Доказательство существования единственного решения задачи (1)–(2) приводится, как и в [1], к исследованию интегрального уравнения

$$u(x, t) - K(x, t; u) = g(x, t), \quad (3)$$

где

$$K(x, t; u) = \int_0^t d\tau \int_{-\infty}^{\infty} E(x, t, \xi, \tau; u(\xi, \tau)) d\xi + \int_0^t d\tau \int_{x-t+\tau}^{x+t-\tau} F(\xi, \tau) u(\xi, \tau) d\xi +$$



$$+ \int_0^t [G(x+t-\tau, \tau)u(x+t-\tau, \tau) + H(x-t+\tau, \tau)u(x-t+\tau, \tau)] d\tau,$$

$$E(x, t, \xi, \tau; u(\xi, \tau)) = \frac{1}{2} \int_{\tau}^t dt_1 \int_{x-t+t_1}^{x+t-t_1} \frac{D(x_1, t_1, \xi, \tau; u(\xi, \tau))}{x_1 - \xi} dx_1,$$

а  $F, G, H$  и  $g$  имеют те значения, что и в [1].

**Теорема.** *При условиях, указанных в п. 1, существует единственный элемент  $u(x, t)$ , обладающий свойствами  $u, u'_x, u'_t, u''_{xx}, u''_{tt} \in \tilde{C}(XT_0)$ , удовлетворяющий уравнению (1) и начальным условиям (2).*

Вначале устанавливается, что интегральное уравнение (3) имеет единственное решение  $u(x, t) \in \tilde{B}(XT_0)$ . Затем доказывается, что всякое ограниченное решение уравнения (3) принадлежит классу  $\tilde{C}(XT_0)$ . Наконец, выводим, что  $u(x, t)$  принадлежит классу  $\tilde{C}^2(XT_0)$ , удовлетворяет уравнению (1) и начальным условиям (2).

На обобщении указанных выше результатов на случай многомерного пространства мы остановимся отдельно.

Тбилисский государственный университет  
Институт прикладной математики

(Поступило 10.3.1972)

მათემატიკა

ა. ჭალიძე

კომის ამოცანის შესახებ ერთი კლასის არაწრფივი სინგულარული ინტეგრალ-დიფერენციალური განტოლებებისათვის

რეზიუმე

მოცემულია საკმარისი პირობები იმისათვის, რომ არსებობდეს კომის (1)–(2) ამოცანის ერთადერთი ამონახსნი.

MATHEMATICS

A. K. CHALIDZE

## ON THE CAUCHY PROBLEM FOR A CLASS OF NONLINEAR INTEGRO-DIFFERENTIAL EQUATIONS

Summary

The sufficient conditions for the existence of a unique solution of the Cauchy problem (1)–(2) are given.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. К. Чалидзе. Сообщения АН ГССР, 66, № 2, 1972, 253–286.





Г. М. МАНИЯ

О КВАДРАТИЧЕСКОЙ ПОГРЕШНОСТИ ОЦЕНКИ ПЛОТНОСТИ НОРМАЛЬНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПО МНОГИМ ВЫБОРКАМ

(Представлено академиком И. Н. Векуа 24.4.1972)

Пусть  $x^{(i)} = \{x_j^{(i)}, j = 1, \dots, n_i\}, i = \overline{1, k}$  — независимые выборки из генеральной совокупности  $X$ , распределенной с плотностью

$$f(x; a, \sigma) = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} \exp \left\{ -\frac{(x-a)^2}{2\sigma^2} \right\},$$

на основании которых имеем независимые несмещенные оценки

$$\bar{x}_i = \frac{1}{n_i} \sum_{j=1}^{n_i} x_j^{(i)}, \quad s_i^2 = \frac{1}{n_i} \sum_{j=1}^{n_i} [x_j^{(i)} - \bar{x}_i]^2, \quad i = \overline{1, k}$$

параметров  $a$  и  $\sigma^2$ . Подставляя  $\bar{x}_i$  и  $s_i^2$  вместо  $a$  и  $\sigma^2$  в выражении плотности  $f(x; a, \sigma)$ , получаем независимые параметрические оценки

$$f_i(x) = f(x; \bar{x}_i, s_i), \quad i = \overline{1, k} \tag{1}$$

плотности  $f(x; a, \sigma)$ .

Для сравнения  $f_i(x)$  с  $f(x; a, \sigma)$  была введена [1] статистика

$$\Phi(\bar{x}_i; s_i, n_i) = n_i \int_{-\infty}^{\infty} [f_i(x) - f(x; a, \sigma)]^2 dx.$$

Предельное распределение  $\sigma \Phi(\bar{x}_i; s_i, n_i)$  при  $n_i \rightarrow \infty$ , которое не зависит от  $a$  и  $\sigma$  [2], обозначим  $F(u), u > 0$ .

Было доказано [1], что  $F(u)$  совпадает с распределением случайной величины

$$\frac{1}{4 \sqrt{\pi}} \left( u_1^2 + \frac{3}{4} v_1^2 \right), \tag{2}$$

где  $u_1$  и  $v_1$  независимые случайные величины со стандартным нормальным распределением и

$$F(u) = \frac{2}{\pi} \int_0^{\pi/2} \left[ 1 - \exp \left( -\frac{8 \sqrt{\pi} u}{3 + \sin^2 \varphi} \right) \right] d\varphi. \tag{3}$$

Для того чтобы сравнивать оценки (1) в целом с  $f(x; a, \sigma)$ , естественно рассмотреть сумму



$$\Phi_k(\bar{x}, \bar{s}, \bar{n}) = \sum_{i=1}^k n_i \int_{-\infty}^{\infty} [f_i(x) - f(x; a, \sigma)]^2 dx,$$

где

$$\bar{x} = (\bar{x}_1, \bar{x}_2, \dots, \bar{x}_k), \quad \bar{s} = (s_1, s_2, \dots, s_k), \quad \bar{n} = (n_1, n_2, \dots, n_k).$$

Очевидно, что

$$F_k(u) = \lim_{\substack{\min n_i \rightarrow \infty \\ 1 < i < k}} P\{\sigma \Phi_k(\bar{x}, \bar{s}, \bar{n}) < u\} = F^{h*}(u), \quad (4)$$

где  $F^{h*}(u)$  означает  $k$ -кратную свертку распределения  $F(u)$  с самим собой.

Рассмотрим теперь статистику  $\psi_h(\bar{x}, \bar{s}, \bar{n})$ , которая получается из  $\Phi_k(\bar{x}, \bar{s}, \bar{n})$  заменой  $f(x; a, \sigma)$  линейной комбинацией

$$f(x) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^k n_i f_i(x) \quad (5)$$

оценок (1), где  $n = n_1 + n_2 + \dots + n_k$ . Итак,

$$\psi_h(\bar{x}, \bar{s}, \bar{n}) = \sum_{i=1}^k n_i \int_{-\infty}^{\infty} [f_i(x) - f(x)]^2 dx. \quad (6)$$

Указанная замена приводит к своего рода эффекту понижения по сравнению с (1) «степени свободы» предельного распределения

$$G_h(u) = \lim_{\min n_i \rightarrow \infty} P\{\sigma \psi_h(\bar{x}, \bar{s}, \bar{n}) < u\}.$$

Можно доказать, что

$$G_h(u) = F^{(h-1)*}(u), \quad (7)$$

где  $F(u)$  определяется из соотношения (3).

Для  $\psi_h(\bar{x}; \bar{s}, \bar{n})$  после несложных вычислений получим

$$2 \sqrt{\pi} \psi_h(\bar{x}; \bar{s}, \bar{n}) = \sum_{i=1}^k \frac{n_i}{s_i} - \frac{\sqrt{2}}{n} \sum_{i,j=1}^k \frac{n_i n_j}{(s_i^2 + s_j^2)^{1/2}} \exp \left\{ - \frac{(\bar{x}_i - \bar{x}_j)^2}{2(s_i^2 + s_j^2)} \right\}.$$

Обозначим

$$\xi_i = \sqrt{n_i} (\bar{x}_i - a), \quad \tau_i = \sqrt{2n_i} \left( \frac{s_i}{\sigma} - 1 \right), \quad i = \overline{1, k}.$$

Тогда

$$\begin{aligned} \sigma \psi_h(\bar{x}; \bar{s}, \bar{n}) &= \frac{1}{4\sqrt{\pi}} \left\{ \sum_{i=1}^k \xi_i^2 - \left( \sum_{i=1}^k \sqrt{\frac{n_i}{n}} \xi_i \right)^2 + \right. \\ &+ \left. \frac{3}{4} \left[ \sum_{i=1}^k \tau_i^2 - \left( \sum_{i=1}^k \sqrt{\frac{n_i}{n}} \tau_i \right)^2 \right] \right\} + O\left( \frac{1}{\sqrt{\min n_i}} \right). \end{aligned}$$



Как известно [3],  $\xi_i$  и  $\tau_i$  независимы и в пределе имеют стандартное нормальное распределение. Поскольку остаточный член по вероятности сходится к нулю, то нетрудно заключить, что распределение  $\psi_k(\bar{x}; \bar{s}, \bar{n})$  сходится к распределению случайной величины

$$\sum_{i=1}^{k-1} \frac{1}{4\sqrt{\pi}} \left( u_i^2 + \frac{3}{4} v_i^2 \right),$$

где  $u_i$  и  $v_i$ ,  $i = 1, k-1$  — независимые случайные величины со стандартным нормальным распределением, откуда вытекает справедливость соотношения (6).

Для функции распределения  $G_k(u)$  получается следующее выражение:

$$G_k(u) = \frac{2^{h-1}(k-2)!}{\pi^{(h-1)/2}\Gamma\left(\frac{k-1}{2}\right)} \int_{0 < x_i < 1} \prod_{i=1}^{k-1} (1-x_i^2)^{-1/2} x_i^{2h-3-i} \left\{ 1 - \exp\left(-\frac{8\sqrt{\pi}u}{4-x_1^2 x_2^2 \cdots x_{k-1}^2}\right) \sum_{i=1}^{k-2} \frac{1}{i!} \left(\frac{8\sqrt{\pi}u}{4-x_1^2 x_2^2 \cdots x_{k-1}^2}\right)^i \right\} dx_1 dx_2 \cdots dx_{k-1}. \quad (8)$$

Тбилисский государственный университет  
Институт прикладной математики

(Поступило 27.4.1972)

მათემატიკა

ზ. მანიას

ნორმალური განაწილების სიმკვრივის შეფასების კვადრატული ცდომილების შესახებ რამდენიმე შერჩევის საფუძველზე

რეზიუმე

ნორმალურად განაწილებული გენერალური ერთობლიობიდან ნაწარმოები დამოუკიდებელი შერჩევების საფუძველზე აგებულია განაწილების სიმკვრივის  $k$  პარამეტრული შეფასება (1). მათ ურთიერთშესაძარებლად შემოღებულია სტატისტიკა (6), სადაც  $f(x)$  განისაზღვრება (5) თანაფარდობიდან. მიღებულია სტატისტიკის ზღვართი განაწილება (8), როცა შერჩევათა მოცულობების მინიმუმი უსასრულოდ იზრდება.

MATHEMATICS

G. M. MANIA

THE SQUARED ERROR OF THE ESTIMATOR OF THE NORMAL DISTRIBUTION DENSITY BY MANY SAMPLES

Summary

On the basis of independent samples from a normally distributed population the  $k$ -parametric estimators of distribution density are constructed.



For their comparison the statistics (6) is introduced, where  $f(x)$  is defined by (5). The limit distribution (8) of the statistics is obtained when the minimum of sample sizes increases infinitely.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. М. Мания. Сообщения АН ГССР, 17, 3, 1956.
2. Г. М. Мания. Теория вероятности и ее применения, XIV, I, 1969.

И. Т. БОКУЧАВА

## ОБ ОДНОМ СПОСОБЕ РАСЧЕТА ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ

(Представлено членом-корреспондентом Академии В. В. Чавчанидзе 20.1.1972)

Рассматривается последовательная система массового обслуживания (СМО), состоящая из  $n$  параллельных каналов. Каждый из каналов состоит из  $m_i$  ( $i = 1, \dots, n$ ) последовательно соединенных элементов. Сигналы, поступающие на какой-либо канал, последовательно обслуживаются всеми его элементами и передаются в распределительное устройство (РУ). В РУ сигналы перераспределяются и вновь поступают в каналы, но уже в обратном направлении.

Задана матрица вероятностей  $p_{ij}$  ( $i, j = 1, \dots, n$ ) того, что сигнал, поступивший в РУ с  $i$ -го канала, будет послан в  $j$ -тый канал.

Сигналы, поступающие на любой элемент системы, или начинают немедленно обслуживаться, если элемент свободен, или теряются, если последний занят.

Потоки сигналов, поступающие на входы каналов, пуассоновские, с параметрами  $\lambda_i$  ( $i = 1, \dots, n$ ). Распределение времени обслуживания каждым элементом экспоненциальное, с параметрами  $\mu_{ik}$  ( $i = 1, \dots, n$ ;  $k = 1, \dots, m_i$ ).

Требуется рассчитать наименьшее число дополнительных элементов, которое нужно подключить параллельным способом в каждый узел системы, с тем чтобы пропускная способность (ПС) всей системы в целом была бы не ниже некоторого заданного значения  $H_0$ .

Под пропускной способностью системы будем понимать отношение числа сигналов, обслуженных системой за единицу времени, к числу сигналов, поступающих в систему за то же время:

$$H = \frac{\sum_{i=1}^n \lambda_i \text{обсл}}{\sum_{i=1}^n \lambda_i \text{вх}} \quad (1)$$

Пусть  $H_i$  означает ПС  $i$ -го канала,  $H_{ik}$  — ПС  $k$ -го узла  $i$ -го канала,  $H_{пу}$  — пропускную способность РУ,  $l_{ik}$  — число элементов в  $k$ -том узле  $i$ -го канала,  $\lambda_i$  — среднее число сигналов, поступившее в единицу времени на  $i$ -тый канал,  $\mu_{ik}$  — среднее число сигналов, обслуженное за единицу времени одним элементом  $k$ -го узла  $i$ -го канала.

Очевидно, что

$$H_i = \prod_{k=1}^{m_i} H_{ik} = \prod_{k=1}^{m_i} l_{ik} \mu_{ik}, \quad H_{py} = l_{py} \mu_{py}. \quad (2)$$

Найдем теперь зависимость  $H$  от  $H_i$  ( $i = 1, \dots, n$ ). Согласно введенным обозначениям, среднее число сигналов, поступивших за единицу времени в РУ с  $i$ -того канала, равно  $\lambda_i H_i$ , среднее число сигналов, поступивших за то же время из РУ в  $j$ -тый канал, равно  $\left( \sum_i \lambda_i \rho_{ij} H_i \right) H_{py}$ , среднее число сигналов, полностью обработанных системой за это время, равно  $H_{py} \sum_{i=1}^n H_i \sum_{j=1}^n \lambda_i \rho_{ij} H_i$ . Тогда ПС всей системы в целом равна

$$H = \frac{H_{py} \sum_{i=1}^n H_i \sum_{j=1}^n \lambda_i \rho_{ij} H_i}{\sum_{i=1}^n \lambda_i}. \quad (3)$$

Неравенство

$$H = \left( H_{py} \sum_{i=1}^n \prod_{k=1}^{m_i} l_{ik} \mu_{ik} \sum_{j=1}^n \lambda_i \rho_{ij} \prod_{k=1}^{m_i} l_{jk} \mu_{jk} \right) \left( \sum_{i=1}^n \lambda_i \right)^{-1} \geq H_0 \quad (4)$$

и требование

$$\sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^{m_i} l_{ik} = \min \quad (5)$$

являются выражениями для нахождения  $N = n \sum_{i=1}^n m_i$  неизвестных  $l_{ik}$  ( $i = 1, \dots, n$ ,  $k = 1, \dots, m_i$ ).

Известные аналитические методы не позволяют однозначно решить эту задачу [1]. Однако одно из решений можно получить, введя некоторые упрощения.

Ввиду того что все  $H_{ik}$  и  $H_i$  удовлетворяют неравенствам  $0 < H_{ik} < 1$ ,  $0 < H_i < 1$  и  $H_i = \prod_{k=1}^{m_i} H_{ik}$  ( $i = 1, \dots, n$ ;  $k = 1, \dots, m_i$ ), то лучше всего положить для каждого канала все  $H_{ik}$  для заданного  $i$  равными и вычисляемыми по формуле  $H_{ik} = H_i^{1/m_i}$  [2]. Тогда

$$l_{ik} = \frac{H_{ik}}{\mu_{ik}} = \frac{H_i^{1/m_i}}{\mu_{ik}}. \quad (6)$$

Далее, так как каждый канал функционирует самостоятельно, то естественно потребовать, чтобы все  $H_i$  были равны между собой и равны некоторому  $H_*$  [2]. Тогда



$$H_0 \leq \frac{H_{\text{py}} \sum_{i=1}^n H_* \sum_{j=1}^n \lambda_i \rho_{ij} H_*}{\sum_{i=1}^n \lambda_i} = \frac{H_{\text{py}} H_*^2 \sum_{i=1}^n \lambda_i \sum_{j=1}^n \rho_{ij}}{\sum_{i=1}^n \lambda_i} = H_{\text{py}} H_*^2, \quad (7)$$

так как  $\sum_{j=1}^n \rho_{ij} = 1$ .

Формула (7) показывает, что рассматриваемая СМО представляет собой трехфазную последовательную систему, и так как для последовательной системы все фазы должны быть одинаковой пропускной способности, то остается положить

$$H_{\text{py}} = H_* = H_0^{1/3}. \quad (8)$$

Подставив (8) в (6), получим равенство для нахождения  $l_{ik}$ :

$$l_{ik} = \frac{H_0^{1/3}}{\mu_{ik}} \quad (i = 1, \dots, n; k = 1, \dots, m_i). \quad (9)$$

При таком способе решения задачи остается открытым вопрос о требовании минимальности числа элементов, формирующих систему. Однако не исключено, что при таком построении системы это требование выполняется автоматически.

Полное решение названной задачи было проведено на ЭВМ. По специально разработанной программе построение системы шло последовательным прибавлением только одного элемента в каком-нибудь узле системы. Добавлялся тот элемент и в том узле, который давал наибольшее приращение пропускной способности всей системы в целом.

При первом достижении ПС системы заданного значения  $H_0$ , т. е. при первом выполнении неравенства  $H \leq H_0$ , построение системы заканчивалось. Такое построение естественным путем приводило к системам с заданным значением ПС и минимальным числом элементов. Неоднозначность решения возникала в случае, когда добавление одного из нескольких различных элементов давало одинаковое приращение величины  $H$ . В этом случае окончательная структура системы зависела от правила выбора прибавляемого элемента. В разработанной программе последующий элемент добавлялся к тому каналу, в котором было меньше элементов. Это давало возможность построить систему, более равномерно распределенную по «плотности» элементов.

ი. ბოჭუჩავა

მასობრივი მომსახურების მიმდევრობითი სისტემის გამტარუნარიანობის გათვლის ერთი ხერხის შესახებ

რეზიუმე

მოცემულია გარკვეული სტრუქტურის დანაკარგებიანი მასობრივი მომსახურების პარალელური მიმდევრობითი სისტემის გამტარუნარიანობის გამოსათვლელი ფორმულა და ერთი ხერხი სარეზერვო ელემენტების იმ მინიმალური რიცხვის გამოსათვლელად, რომელიც უზრუნველყოფს გარკვეულ დონეზე არანაკლები მნიშვნელობის გამტარუნარიანობას.

CYBERNETICS

I. T. BOKUCHAVA

## ON ONE TECHNIQUE OF CAPACITY CALCULATION OF A QUEUEING SYSTEM

Summary

A formula for the capacity calculation of a parallel-serial queueing system of a given structure with losses is presented. A method is proposed for calculating the minimal number of spare elements which provide a capacity that is not less than some given value.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Д. К. Ллойд, М. Липов. Надежность. М., 1964.
2. Д. Б. Юдин, Е. Г. Гольштейн. Линейное программирование. М., 1963.

Ц. С. ХАТИАШВИЛИ

## СИЛЬНОЕ И СЛАБОЕ ПРИБЛИЖЕНИЕ ФУНКЦИЙ В ЗАДАЧАХ ПОСТРОЕНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Н. В. Габашвили 4.2.1972)

Понятие сильной и слабой близости функций в вариационном исчислении [1] может быть эффективно обобщено в задачах построения математической модели технологических процессов при неполных данных. Под термином «неполные данные» понимаются, например, отсутствие аналитического описания функции, выражающей зависимость выходных параметров от входных, и наличие отдельных дискретных ее значений, в большинстве случаев со случайными погрешностями.

Математически задача может быть сформулирована следующим образом. Допустим, имеется функция  $y_1 = f(x)$ , определенная в области  $n$ -мерного пространства  $X$  и действующая в  $m$ -мерном пространстве  $Y$ . Известны значения функции  $f(x)$  в точках  $x^{(1)}, \dots, x^{(N)}$ . Требуется найти аппроксимирующую функцию  $y_2 = \varphi(x)$  в классе полиномов  $g$ -порядка.

Для оценки близости исходной и аппроксимирующей функций вводятся два критерия. Критерий степени близости определяет порядок конечной разности, по которой оценивается приближение. Критерий малости оценивает абсолютную величину разности, определяемой предыдущим критерием.

Считается, что функции  $f(x)$  и  $\varphi(x)$  близки в смысле близости нулевой степени, если критерий малости рассматривается относительно модуля разности нулевого порядка  $y_1 - y_2$ . Для усиления приближения функции критерий малости рассматривается относительно модуля разности более высокого порядка. В случае критерия близости первой степени оценивается малость разности первых разностей  $\Delta y_1 - \Delta y_2$ .

Функции близки в смысле близости  $k$ -й степени, если критерий малости рассматривается относительно модуля разности  $k$ -го порядка  $\Delta^k y_1 - \Delta^k y_2$ .

Критерий приближения функции с использованием критерия степени близости функций и критерия малости в общем виде может быть записан следующим образом:

$$\sum_i (\Delta^{k+1} y_i)^n = \min, \quad (1)$$

где  $k$  определяет степень близости функций  $f(x)$  и  $\varphi(x)$ ,  $n$  определяет степень малости рассматриваемых разностей, а разности  $\Delta^{k+1} y_i$  вычислены



в заданных точках,  $i$  — номер точки, в которой известно значение функции  $f(x)$ .

Подобную аппроксимацию можно рассматривать как конечноразностный аналог близости функции по производным в вариационном исчислении.

С этой точки зрения при интерполировании функции  $k=0$ ,  $n=1$  имеет место приближение функции в смысле близости нулевой степени. Известный способ определения коэффициентов в уравнении регрессии по методу наименьших квадратов также является приближением функций в смысле близости нулевой степени с применением квадратичного критерия малости к модулю разности  $y_1 - y_2$ .

Вычислительный алгоритм для приближения функций, например, с первой степенью близости [2] строится следующим образом. Фиксируется точка  $M_0(x^0, y^0) \in y = f(x)$ . Аппроксимирующая функция  $\varphi(x)$  проводится через эту точку. Вычисляются значения приращений функции  $f(x)$  в точках  $x^{(1)}, \dots, x^{(N)}$  относительно точки  $x^0$ .

Критерий малости рассматривается относительно модуля разности первого порядка между значениями приращений функции  $\Delta f(x_i)$  и  $\Delta \varphi(x_i)$ :

$$\sum_i [\Delta f(x_i) - \Delta \varphi(x_i)]^n = \min. \quad (2)$$

При использовании в качестве критерия малости квадратичного критерия имеет место

$$\sum_i [\Delta f(x_i) - \Delta \varphi(x_i)]^2 = \min. \quad (3)$$

Форма (3) используется для получения системы уравнений относительно параметров аппроксимирующей функции  $\varphi(x)$ . Эта система является линейной, как и в случае приближения функции с близостью нулевого порядка.

Модели, построенные по предложенной выше методике по экспериментальным данным со случайными погрешностями с приближением в смысле близости первого порядка, при применении квадратичного критерия малости оказались более эффективными, чем модели, построенные по тем же экспериментальным данным с применением квадратичного критерия малости и с приближением в смысле близости нулевой степени (по методу наименьших квадратов).

Указанная методика была использована при построении моделей для процессов ректификации нефти, конверсии метана и доменного процесса [3].

Тбилисский институт приборостроения  
и средств автоматизации

(Поступило 10.2.1972)

ც. ხატიაშვილი

ფუნქციათა ძლიერი და სუსტი მიახლოება ბიქნოლოგიური პროცესების მათემატიკური მოდელების აგების ამოცანებში

რეზიუმე

განხილულია ფუნქციათა მიახლოების ამოცანა. შემოყვანილია ფუნქციათა მიახლოების ხარისხის კრიტერიუმი, რაც განიხილება სხვაობის სიმცირის კრიტერიუმთან ერთად. მიღებულია ზოგადი კრიტერიუმის ფორმა, საიდანაც, როგორც კერძო შემთხვევა, გამომდინარეობს უმცირეს კვადრატთა მეთოდი.

CYBERNETICS

Ts. S. KHATIASHVILI

## STRONG AND WEAK APPROXIMATION OF FUNCTIONS IN PROBLEMS OF CONSTRUCTING MATHEMATICAL MODELS OF PRODUCTION PROCESSES

### Summary

The problem of maximum function approximation is considered. For this purpose the function approximation degree criterion is introduced, which is considered together with the low value difference criterion. The general criterion form is given, from which (as a particular case) the method of least squares is derived.

### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. М. А. Лаврентьев и Л. А. Люстерник. Курс вариационного исчисления. М., 1950.
2. Ц. С. Хатиашвили. Кибернетика, № 5, 1966.
3. Ц. С. Хатиашвили. «Наукова Думка», вып. 3, 1966.





Г. С. ГОРДАДЗЕ, Э. А. ЛЕЖАВА, У. И. САФРОНОВА  
 ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СПЕКТРОВ  
 ЧЕТЫРЕХЭЛЕКТРОННОЙ АТОМНОЙ СИСТЕМЫ

(Представлено членом-корреспондентом Академии М. М. Мирианашвили 11.2.1972)

Спектры атомов и ионов не очень большой степени ионизации (краткость ионизации  $< 10$ ) подробно представлены в работе [1]. В последнее время появилась возможность получать спектры ионов большей степени ионизации [2].

Как известно, применение теории возмущений по электростатическому взаимодействию дает возможность представить энергии термов в виде ряда по степеням  $Z$ . С увеличением  $Z$  отношение неучитываемых членов ряда к точному значению, даваемому всем рядам, будет уменьшаться, что соответственно приводит к повышению точности расчета. Таким образом, при изучении спектров большой степени ионизации теоретический расчет с использованием теории возмущений при учете нескольких членов ряда может оказать помощь при идентификации спектров.

В настоящей работе мы рассмотрим спектры четырехэлектронной атомной системы (основная конфигурация —  $1s^2 2s^2$ , возбужденные конфигурации —  $1s^2 2s 2p$ ,  $1s^2 2p^2$ ).

Энергия терма  $\Delta E$  складывается из нерелятивистской части энергии и релятивистских поправок. Каждая из величин может быть представлена в виде ряда по  $1/Z$ . Ограничиваясь при расчете релятивистских поправок учетом только оператора Брейта (т. е. рассмотрением члена, пропорционального  $\alpha^2$ , где  $\alpha^2$  — константа тонкой структуры), можно представить энергию терма в виде

$$\Delta E = \sum_{n=0}^{\infty} \Delta E_n Z^{1-n} + \frac{\alpha^2}{4} \sum_{n=0}^{\infty} [Z^{4-n} \Delta E_n^{(n)}]. \quad (1)$$

Каждый из коэффициентов  $\Delta E_n$  и  $\Delta E_n^{(n)}$  является суммой вкладов фейнмановских диаграмм [3, 4]. Расчет вкладов от диаграмм формально можно разделить на два этапа: суммирование по проекциям моментов и суммирование по главным квантовым числам. Суммирование по проекциям моментов хотя и оказывается довольно громоздким [5], но проводится в общем виде для всех диаграмм. Суммирование по главным квантовым числам проводится лишь с использованием электронно-вычислительных машин. К настоящему времени проведен расчет диаграмм первого, второго порядков и хартри-фоковской части диаграмм третьего порядка для нерелятивистской части энергии и диаграмм первого порядка для релятивистских поправок.

Результаты расчета приведены в табл. 1. Как видно из таблицы,  $\Delta E_1$ ,  $\Delta E_2$ ,  $\Delta E_3^{HF}$  — величины одного порядка, а так как энергия терма складывается из  $\Delta E_1 Z$ ,  $\Delta E_2$  и  $\frac{1}{Z} \Delta E_3^{HF}$ , то вклад каждой последующей величины оказывается в  $Z$  раз меньше, чем предыдущей. Следует заметить, что конфигурация не является точным квантовым числом. Так, фун-





кция основного состояния является линейной комбинацией функций конфигураций  $1s^2_1 2s^2$  и  $1s^2_2 2p^2$ :

$$\psi(^1S) = 0,974321 \psi_{1s^2_1 2s^2} (^1S) + 0,225166 \psi_{1s^2_2 2p^2} (^1S). \quad (2)$$

Таблица 1

Разложение энергии термов в ряд по степеням  $Z$

$$\Delta E = \Delta E_1 Z + \Delta E_2 + \frac{1}{Z} \Delta E_3^{HF} + \frac{\alpha^2}{4} E^{(0)} Z^4 + \Delta E^{(1)} Z^3$$

Конфигурация	$LS$	$\Delta E_1$	$\Delta E_2$	$\Delta E_3^{HF}$	$E^{(0)}$	$\Delta E^{(1)}$
$1s^2_1 2s 2p (LS) - 1s^2_2 2s^2 ({}^1S)$	${}^3P$	0,06587	-0,1337	-0,107	0,074883	-0,1291
	${}^1P$	0,12347	-0,2484	-0,147	0,074883	-0,2010
$1s^2_2 2p^2 (LS) - 1s^2_1 2s^2 ({}^1S)$	${}^3P$	0,16684	-0,3382	-0,240	0,158217	-0,3520
	${}^1D$	0,18794	-0,4211	-0,260	0,158217	-0,3627
	${}^1S$	0,23131	-0,5075	-0,300	0,149767	-0,2555

При расчетах  $\Delta E_n$  и  $\Delta E_n^{(n)}$  мы учитывали это смешение, но, чтобы не загромождать изложения и обозначений, мы выписали только одну конфигурацию для каждого терма.

Тонкая структура термов рассчитывалась с использованием оператора Брейта. Так же как и для релятивистских поправок, был рассчитан нулевой и первый порядок теории возмущений по электростатическому взаимодействию ( $\Delta E_n^{(0)} Z^4$  и  $\Delta E_n^{(1)} Z^3$ ).

Вклад от спин-орбитального взаимодействия сказался целесообразным представить в виде  $\alpha^2/4 E^{(0)} (z - \beta) (z - \alpha')$ , от спин-спинового — в виде  $\alpha^2/4 \epsilon_c (z - \alpha')^3$ . Такой вид связан с обычным в атомных расчетах приемом учета высших порядков теории возмущений — введением экранирующего множителя  $\alpha'$ . В табл. 2 приведены численные результаты для  $E^{(0)}$ ,  $\alpha'$ ,  $\beta$ ,  $\epsilon_c$  для рассматриваемых состояний.

Таблица 2

Тонкая структура термов (ат. ед.)

$$E(LS, L'S'; J) = \frac{\alpha^2}{4} E^{(0)} (z - \beta) (z - \alpha')^3 + \frac{\alpha^2}{4} \epsilon_c (z - \alpha')^3$$

Конфигурация	$LS$	$L'S'$	$J$	$E^{(0)}$	$\alpha'$	$\beta$	$\epsilon_c$
$1s^2_1 2s 2p$	${}^3P$	${}^3P$	0	-1/12	1,7520	2,5958	0,0130
			1	-1/24			-0,0065
2			1/24	0,0013			
$1s^2_2 2p^2$	${}^3P$	${}^3P$	1	-1/12 $\sqrt{2}$	1,6898	2,4239	
			${}^3P$	${}^3P$	0	-1/12	1,7675
1	-1/24	0,0091					
2	1/24	-0,0018					
$1s^2_2 2p^2$	${}^3P$	${}^1S$	0	-1/6 $\sqrt{2}$	1,7996	2,4474	
			${}^3P$	${}^1D$	2	1/12 $\sqrt{2}$	1,7803

Используя таблицы 1 и 2, можно рассчитать энергии термов для любых ионов. В табл. 3 представлены результаты расчета для некоторого числа ионов. Для сравнения приведены имеющиеся к настоящему времени экспериментальные данные [1—3] (в скобках). В таблицах

Энергия переходов из основного состояния  $1S_0$  Be-подобной последовательности (см<sup>-1</sup>) для ионов Be I—F VI

Конфигурация	Терм.	Be I	B II	C III	N IV	O V	F VI
$1s^2 2s 2p$	$^3P_0$	21750 (21979+x)	37197 (37334+x)	52279 (52315+x)	67172 (67136+x)	81964 (82121+x)	96709 (96601+x)
	$^3P_1$	2 (1)	9 (6)	30 (23)	73 (63)	153 (137)	282 (260)
	$^3P_2$	4 (2)	21 (16)	64 (57)	157 (144)	326 (306)	601 (576)
	$^1P_1$	45806 (42565)	74548 (73397)	102800 (102351)	130820 (130695)	158753 (158798)	186699 (186841)
	$^3P_0$	59094 (59695+x)	98419 (98910+x)	136950 (137374+x)	175098 (175464+x)	213090 (213642+x)	251074 (251341+x)
$1s^2 2p^2$	$^3P_1$	1 (1)	8 (8)	29 (29)	73 (73)	156 (156)	294 (294)
	$^3P_2$	2 (2)	15 (14)	51 (47)	131 (125)	278 (269)	523 (510)
	$^1D_2$	58326 (56433)	102511 (102362)	145853 (145875)	188815 (188885)	231667 (231722)	274601 (274597)
	$^1S_0$	75248 (74799)	129395 (127662)	182556 (182520)	235252 (235370)	287786 (287909)	340361 (340424)

даны как уровни энергий (подчеркнутые числа), так и интервалы в мультиплетах. Для наиболее низкого уровня определенного терма приведены значения энергий, отсчитанных от основного состояния, а для остальных компонент мультиплета — только интервалы между ними. Для триплетных термов в экспериментальных данных везде стоит  $x$ . Эта неопределенность введена в связи с тем, что не исследованы итеркомбинационные переходы, однако значение  $x$  для термов  $^3P_0$  конфигураций  $1s^2 2s 2p$  и  $1s^2 2p^2$  одно и тоже для каждого иона.

Как видно из сравнения теоретических и экспериментальных данных, различие для энергий уровней составляет в основном 0,1%, для интервалов в мультиплетах  $\sim 1\%$ . Такая точность расчета уже достаточна для расшифровки спектров. Следует заметить, что совпадение теоретических и экспериментальных данных наблюдается для всего изоэлектронного ряда. Неучтенные члены третьего, четвертого и т. д. порядков для нерелятивистской части энергии существенны для ионов малой кратности ионизации (для Be I, B II для терма  $^1P_1$  расходятся даже вторые цифры). С увеличением  $Z$  вклад этих членов становится менее существенным, но растет вклад релятивистских поправок. Соответственно растет вклад неучтенных нами второго ( $\sim \alpha^3 Z^2$ ), третьего ( $\alpha^2 Z$ ) членов для релятивистской части энергии. Возрастает и роль лэмбовского сдвига ( $\alpha^3 Z^4 \ln \alpha Z$ ). Таким образом, для расчета энергий термов ионов большой кратности ионизации следует очень точно рассчитывать релятивистскую часть энергии.

Грузинский политехнический институт  
им. В. И. Ленина

(Поступило 10.2.1972)

ბ. გორდაძე, ე. ლეჟავა, უ. საფრონოვა

ოთხელექტრონიანი ატომური სისტემის სპექტრების თეორიული  
 გამოკვლევა

რეზიუმე

ოთხელექტრონიანი ატომური სისტემის ენერჯის თერმები წარმოდგენილია  $Z$ -ხარისხიან მწკრივად ( $Z$  ბირთვის მუხტია). ენერჯის არარელატივისტური ნაწილისათვის გამოთვლილია

$$\Delta E_1, \Delta E_2, \Delta E_3^{HF} \left( \Delta E = \Delta E_1 Z + \Delta E_2 + \frac{1}{Z} \Delta E_3^{HF} \right),$$

ხოლო რელატივისტური შესწორებისათვის  $E^{(0)}$  და  $\Delta E^{(1)}$

$$\left( E^{rel} = \frac{\alpha^2}{4} (E^{(0)} Z^4 + \Delta E^{(1)} Z^3) \right).$$

ზოგიერთი ოთხელექტრონიანი ატომური სისტემებისათვის მიღებულია რიცხვითი შედეგები და შედარებულია არსებულ ექსპერიმენტულ შედეგებთან. დამატებულა შეადგენს 0,1%-ს ენერჯების დონეთათვის და 1%-ის ინტერვალებისათვის მულტიპლეტებში.

PHYSICS

G. S. GORDADZE, E. A. LEZHAVA, U. I. SAFRONOVA

THEORETICAL INVESTIGATION OF THE SPECTRA OF A  
 4-ELECTRON ATOMIC SYSTEM

Summary

The Feynman diagram technique is used for the calculation of the transition energies  $1s^2 2s^2 - 1s^2 2s 2p - 1s^2 2p^2$  by the perturbation theory. The results are presented in the form:

$$\Delta E = \Delta E_1 Z + \Delta E_2 + \frac{1}{Z} \Delta E_3^{HF} + \frac{\alpha^2}{4} E^{(0)} Z^4 + \Delta E^{(1)} Z^3.$$

The results for the fine structure of the term are presented in the form

$$E(LS, L'S', J) = \frac{\alpha^2}{4} E^{(0)} (Z-\alpha)^3 (Z-\beta) + \frac{\alpha^2}{4} (\epsilon_c + \epsilon_0) (Z-\alpha)^3.$$

The numerical results are obtained for the series of ions:  $Be$ ,  $B$ ,  $C$ ,  $N$ ,  $O$ ,  $Ne$ ,  $Na$ ,  $Mg$ ,  $Al$ ,  $Si$ ,  $P$ .

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. С. Е. Moore. Atomic Energy Levels. Washington, 1949.
2. Л. И. Подобедова, Э. Я. Кононов и др. Оптика и спектроскопия, 30, № 3, 1971.
3. У. И. Сафронова и др. Литовский физ. сб., 7, 1967, 303.
4. У. И. Сафронова, В. Н. Харитоновна. Оптика и спектроскопия, 28, № 6, 1970.
5. А. П. Юцис, И. Б. Левинсон, В. В. Вангагас. Математический аппарат теории момента количества движения. Вильнюс, 1960.



Д. Г. САНИКИДЗЕ, О. Г. ТКЕШЕЛАШВИЛИ

ОТРАЖЕНИЕ И ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ЗВУКОВЫХ ВОЛН  
 В СВЕРХТЕКУЧЕЙ ЖИДКОСТИ НА ТВЕРДОЙ ГРАНИЦЕ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. Р. Хуцишвили 9.2.1972)

Отражение волн от твердой стенки в сверхтекучей жидкости обладает рядом особенностей, связанных с возможностью распространения в такой жидкости двух типов колебаний: первого и второго звуков [1]. При падении на стенку первого (второго) звука, помимо отраженной волны, возбуждаются еще трансформированный второй (первый) звук и вязкая волна, которая является основным механизмом диссипации звуковой энергии.

Волновые процессы в гелии II можно описать посредством системы дифференциальных уравнений [2]:

$$\begin{aligned} \Delta Q_i + k_i^2 Q_i &= 0, & k_i^2 &= \omega^2/u_i^2, & i &= 1, 2, \\ \Delta \bar{u} + k_3^2 \bar{u} &= 0, & \operatorname{div} \bar{u} &= 0, & k_3^2 &= i\omega\rho_n/\eta, \end{aligned} \quad (1)$$

где  $Q_1$  и  $Q_2$  — потенциалы скоростей в волнах первого и второго звуков,  $\bar{u}$  — скорость нормальной компоненты в вязкой волне,  $\rho_n$  — плотность нормальной компоненты,  $\eta$  — коэффициент вязкости,  $u_i$  — скорость звука,  $\omega$  — частота звука.

Все колеблющиеся в звуковой волне величины (скорости нормальной и сверхтекучей компонент  $\vec{v}_n$ ,  $\vec{v}_s$  и отклонение температуры от равновесного значения  $T_2$ ) выражаются через линейные комбинации  $Q_i$ ,  $\bar{u}$  и их производных:

$$\begin{aligned} \vec{v}_n &= L_1 \nabla Q_i + \bar{u}, & \vec{v}_s &= P_i L_i \nabla Q_i & T_2 &= D_2 Q_2, \\ P_1 &= 1, & P_2 &= -\rho_n/\rho_s, & D_2 &= i\omega\rho_n/\rho_s \sigma, \end{aligned} \quad (2)$$

$L_i$  — не зависящие от координат и времени амплитуды,  $\rho_s$  — плотность сверхтекучей компоненты,  $\sigma$  — энтропия единицы массы жидкости.

На твердой неподвижной стенке должны выполняться следующие граничные условия: равенство нулю нормальной составляющей полного потока и тангенциальной составляющей скорости нормальной части жидкости, непрерывность потока тепла.

Систему уравнений (1) нужно решать совместно с уравнением теплопроводности твердого тела.

Если ось  $x$  направить от жидкости к твердому телу, так, чтобы плоскость  $x = 0$  была бы плоскостью раздела двух сред, а  $z = 0$  — плоскостью падения звуковой волны, тогда для не проводящей тепло стенки граничные условия упрощаются и принимают вид

$$v_{nx} = 0, \quad v_{ny} = 0, \quad v_{sx} = 0. \quad (3)$$

Решение системы уравнений (1) при учете граничных условий (3) дает возможность нахождения отношения амплитуд отраженных и пада-

ющей волн. Знание отношения амплитуд позволяет определить коэффициенты отражения первого и второго звуков ( $R_{11}$   $R_{22}$ ) и коэффициенты преобразования первого звука во второй ( $R_{12}$ ) и второго в первый ( $R_{21}$ ):

$$R_{11} = \frac{1 - 2n + 2n^2}{1 + 2m + 2m^2}, \quad R_{22} = \frac{1 + 2n + 2n^2}{1 + 2m + 2m^2},$$

$$R_{12} = 2 \frac{\rho_n}{\rho_s} \frac{(m-n)^2}{1 + 2m + 2m^2} \cos^{-1} \Theta_1, \quad R_{21} = u_1^2/u_2^2 R_{12},$$

где

$$n = a - b, \quad m = a + b,$$

$$a = \rho_n/2\rho \frac{\omega}{u_1} \sqrt{\frac{2\eta}{\omega\rho_n}} \sin \Theta_1 \operatorname{tg} \Theta_1, \quad b = \rho_s/2\rho \frac{\omega}{u_1} \sqrt{\frac{2\eta}{\omega\rho_n}} \sin \Theta_1 \sin \Theta_2.$$

В случае падения первого звука  $\Theta_1$ —угол падения,  $\Theta_2$ —угол отражения преобразованного второго звука. В случае же падения второго звука  $\Theta_2$ —угол падения, а  $\Theta_1$ —угол отражения преобразованного первого звука. Между углами  $\Theta_1$  и  $\Theta_2$  имеется следующая связь:

$$\sin \Theta_1 |u_1 = \sin \Theta_2 |u_2.$$

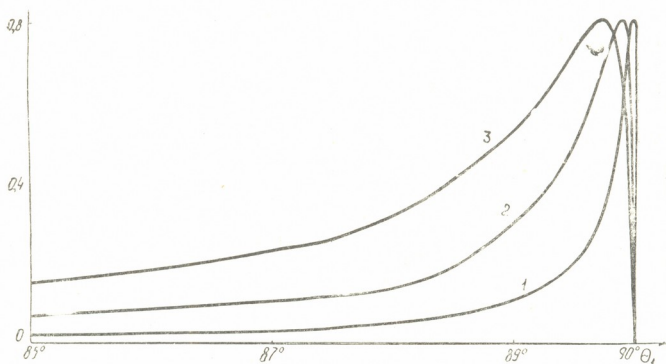


Рис. 1. Зависимость коэффициента поглощения первого звука от угла падения: 1— $T=1,8^\circ\text{K}$ ,  $\omega=10^7$  гц; 2— $T=1,8^\circ\text{K}$ ,  $\omega=10^8$  гц; 3—раствор с концентрацией  $\text{He}^3$ ,  $c=12,2\%$  при  $T=1,9^\circ\text{K}$ ,  $\omega=10^8$  гц

Коэффициенты преобразования звуков всегда малы, поэтому энергетические коэффициенты поглощения первого и второго звуков можно определять как  $D_{1,2} = 1 - R_{11,22}$ . При угле падения

$$\Theta_{1\max} \approx \pi/2 - \frac{\sqrt{2}}{2} \frac{\rho_n}{\rho} \frac{\omega}{u_1} \sqrt{\frac{2\eta}{\omega\rho_n}}$$



коэффициент поглощения первого звука достигает всего максимального значения, а затем резко падает, так как  $k_1/k_3 \ll 1$ ,  $\Theta_{1\max}$  близко к  $\pi/2$ . На рис. 1 приведена зависимость  $D_1$  от угла падения для различных температур жидкости и частот первого звука. Отметим, что полученная угловая зависимость качественно является общей как для сверхтекучих и обычных жидкостей [3], так и для нулевого звука в  $He^3$  [4].

Поглощение второго звука, связанное с вязкой волной, имеет место в интервале углов  $0 < \Theta_2 < \Theta'_2 = \arcsin \frac{u_2}{u_1}$ . При углах  $\Theta_2 = 0$  и  $\Theta_2 > \Theta'_2$  имеется полное внутреннее отражение второго звука. Угол, при котором происходит максимальное поглощение,

$$\Theta_{2\max} \approx \frac{u_2}{u_1} \left( 1 - \frac{1}{8} \frac{\rho_n^2}{\rho^2} \frac{\omega^2}{u_2^2} \frac{2\eta}{\omega\rho_n} \right).$$

Ввиду того что  $k_2/k_3 \ll 1$ ,  $\Theta_{2\max}$  близко к  $\Theta'_2$  (рис. 2).

Если граница является теплопроводящей, то тогда, наряду с вязкостным механизмом, в поглощение звука вносит вклад также и теплоотвод через границу. Приведем выражение для коэффициента отражения второго звука, связанного с теплоотводом для углов падения  $\Theta_2 = 0$   $\Theta_2 \geq \Theta'_2$ , при которых вязкостный механизм поглощения не вносит вклад:

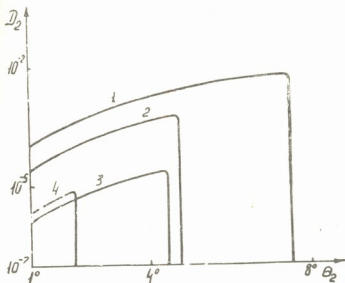


Рис. 2. Зависимость коэффициента поглощения второго звука от угла падения при частоте  $\omega = 10^5$  гц: 1— $T = 0,8^\circ K$ ; 2— $T = 1,0^\circ K$ ; 3— $T = 1,9^\circ K$ ; 4—раствор с концентрацией  $He^3$ ,  $c = 12,2\%$  при  $T = 1,9^\circ K$

$$R_{22} = \frac{1 - 2r_1 + r_1^2 + r_2^2}{1 + 2r_1 + r_1^2 + r_2^2}, \quad D_2 = 1 - R_{22},$$

$$r_1 = \frac{2}{Cu_2} \frac{\alpha^{-1} + \sqrt{1/2 C_{TB} \omega \kappa_{TB}}}{\alpha^{-2} + (\alpha^{-1} + \sqrt{2/C_{TB} \omega \kappa_{TB}})^2},$$

$$r_2 = \frac{1}{Cu_2} \frac{\sqrt{2/C_{TB} \omega \kappa_{TB}}}{\alpha^{-2} + (\alpha^{-1} + \sqrt{2/C_{TB} \omega \kappa_{TB}})^2},$$

$\alpha^{-1}$ —теплсопротивление границы, связанное со скачком Капицы [1],  $C_{TB}$  и  $\kappa_{TB}$ —соответственно теплоемкость и коэффициент теплопроводности твердой стенки,  $C$ —теплоемкость единицы объема гелия II.



Для идеальной теплопроводящей границы  $\kappa_{\text{ТВ}} \rightarrow \infty$  имеем

$$D_2 = 4 \frac{\alpha/Cu_2}{1 + \alpha/Cu_2} \cdot$$

Так как во всем интервале температур  $\alpha/Cu_2 \ll 1$ , то  $D_2$  мало. (При  $T=0,8^\circ\text{K}$  для меди  $D_2 \simeq 4 \cdot 10^{-3}$ ). Это связано с тем, что граница раздела твердое тело—жидкий гелий II из-за наличия скачка Капицы имеет большое теплосопrotивление и колебание температуры не может проникнуть в твердое тело.

Нетрудно вычислить также коэффициенты отражения и преобразования волн в сверхтекучем растворе  $He^3-He^4$ . Выражения для  $R_{11}$  и  $R_{22}$  остаются в силе, а в выражении для  $R_{12}$  появляется множитель  $(1 - \rho_s/\rho_n \beta)^2 (1 + \beta)^{-2}$ . В выражении для  $a$  появляется множитель  $(1 - \rho_s/\rho_n \beta)^2 (1 + \rho_s/\rho_n \beta^2)^{-1}$ , а для  $b$ —множитель  $(1 + \beta)^2 (1 + \rho_s/\rho_n \beta^2)^{-1}$ . Здесь  $c$ —массовая концентрация  $He^3$ ,  $\beta = \frac{c}{\rho} \frac{\partial \rho}{\partial c}$ . Оказывается, что коэффициенты отражения и преобразования волн существенно зависят от концентрации  $He^3$  (рис. 1, 2).

Академия наук Грузинской ССР

Институт кибернетики

(Поступило 10.2.1972)

ფიზიკა

ჯ. სანიკიძე, ო. ტყეშელაშვილი

გვერდითი ტალღების არეკვლა და გარდაქმნა ზედინად სითხეში  
მყარ კედელზე

რეზიუმე

გამოთვლილია სუფთა  $He^4$  და  $He^3-He^4$  ზედინად სითხეში პირველი და მეორე ბგერის არეკვლისა და გარდაქმნის კოეფიციენტები მყარ კედელზე.

PHYSICS

J. G. SANIKIDZE, O. G. TKESHELASHVILI

## REFLECTION AND TRANSFORMATION OF SOUND WAVES IN SUPERFLUID LIQUID ON A SOLID BOUNDARY

Summary

Coefficients of reflection and transformation of the first and the second sounds at a solid surface are calculated for pure  $He^4$  as well as for  $He^3-He^4$  superfluid solutions.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. М. Халатников, Теория сверхтекучести. М., 1971.
2. Д. Г. Саникидзе, И. Н. Адаменко, М. И. Каганов. ЖЭТФ, 52, 1967, 584.
3. Б. П. Константинов. ЖТФ, 9, 1939, 226.
4. А. Н. Шаанова. ЖЭТФ, 46, 1964, 2052.



Н. М. ПОЛИЕВКТОВ-НИКОЛАДЗЕ

К ВОПРОСУ О НЕЙТРИННОЙ ЯРКОСТИ СОЛНЦА

(Представлено академиком В. И. Мамасахлисовым 29.2.1972)

Аномальная малость [1] наблюдаемого потока солнечных нейтрино, по-видимому, исключает [2] скалярно-тензорную теорию тяготения Брэнса и Дикке [3]. Покажем, что в таком случае нейтринный эффект дает весьма общую гравитационную информацию.

Уравнения Брэнса и Дикке относятся к классу, определенному следующими условиями: А<sub>1</sub>) общая ковариантность, А<sub>2</sub>) вариационный принцип, А<sub>3</sub>) существование полевых частиц, А<sub>4</sub>) запрет спонтанного распада вакуума, А<sub>5</sub>) отсутствие макроскопической нелокальности в лагранжиане, А<sub>6</sub>) его аналитичность по достаточно слабым полям и К) каноничность уравнений, т. е. отсутствие в них производных выше 2-го порядка. В пределах принципа эквивалентности все уравнения типа КА<sub>1,2</sub>, кроме уравнений Эйнштейна, требуют наличия *n*-полей, т. е. неметрических, не сводимых к *g<sub>ik</sub>* полей тяготения. Вопреки теории Брэнса и Дикке, эти поля отнюдь не обязаны быть только скалярными и только далекодействующими, что, однако, не влияет на структуру и константы линеаризованных по всем полям уравнений для тензора кривизны, не включающих короткодействия и нарушений принципа эквивалентности. В самом общем АК-случае эти уравнения имеют следующий вид:

$$G_i^k + \square_i^k F = 8\pi c^{-4}(1-\omega)GT_i^k, \quad \square F = 8\pi c^{-4}\omega GT^n, \quad 0 \leq \omega \leq \frac{1}{4}, \quad (1)$$

где  $G_i^k = R_i^k + \frac{1}{2}R_n \delta_i^k$ ,  $R_i^k$ —тензор Риччи,  $T_i^k$ —тензор материи,  $c$ —скорость света,  $G$ —ньютоновская константа,  $\square_i^k = \delta_i^k \partial_n \partial^n - \partial_i \partial^k$ ,  $\partial_i = \partial/\partial x^i$ ,  $\partial^k = \gamma^{hi} \partial_i$ ,  $\gamma^{hi} = (-1, 1, 1, 1)$ , причем предполагаются координаты с  $g^{hi} \approx \gamma^{hi}$ . Уравнения (1) отличаются от линеаризованных уравнений Брэнса и Дикке только тем, что в (1)  $\omega$  есть отнюдь не константа связи скалярного *n*-поля, а суммарная характеристика всех *n*-полей, лимитированная пунктом А<sub>4</sub>. Поэтому в области применимости уравнения (1) опытные данные по уравнениям Брэнса и Дикке относятся и ко всем остальным АК-уравнениям, кроме, возможно, уравнений Эйнштейна.

Мы видим, что даже единичный опытный факт может быть критерием не только конкретных уравнений тяготения, но и целого их класса. В частности, если наблюдаемый нейтринный эффект исключает уравнения Брэнса и Дикке, то он исключает и все те АК-уравнения, 21. „ბუნების“ ჟ. 67, № 2, 1972



которые в условиях, определяющих нейтринную яркость Солнца, аппроксимируются уравнениями (1).

Легко найти характеристики таких АК-уравнений. В любом АК-случае короткодействие может только усилить гравитационный потенциал Солнца, но менее чем на 0,1% (оценка вытекает из данных по ускорению Луны), ввиду чего соответствующим изменением нейтринной яркости можно пренебречь. Поэтому искомые характеристики определяются возможностью перехода к приближению (1) в космологических АК-уравнениях, определяющих возраст и химический состав Солнца, и сводятся к двум условиям:

$$l_{\max} \ll cH^{-1} \approx 10^{28} \text{ см}, \quad \tau \lesssim 1, \quad (2)$$

где  $l_{\max}$  — наибольший радиус короткодействия,  $H$  — постоянная Хаббла,  $\tau$  — наибольшая нелинейная  $n$ -константа в единицах  $\omega$ -константы (1). Первое условие гарантирует малость короткодействия, второе — малость релятивистских поправок в течение всей нерелятивистской стадии космологического процесса (определяющей степень выгорания внутрисолнечного водорода), причем уравнения Эйнштейна, совместимые с (2), в рассмотрение вряд ли входят, ибо измерения [4] говорят против них. Следовательно, можно утверждать, что если уравнения Брэнса и Дикке противоречат нейтринной яркости Солнца, то исключены все АК-уравнения, отвечающие обоим условиям (2). Тогда, в частности, исключена и масштабная инвариантность тяготения.

Данным результатом исчерпываются строгие гравитационные следствия нейтринного эффекта. Легко, однако, видеть, что отказ хотя бы от одного из условий (2) привел бы к весьма искусственной АК-теории тяготения, так как при  $l_{\max} \gtrsim 10^{28}$  см пункт  $A_3$  потребовал бы наличия элементарных частиц с неправдоподобными массами  $\lesssim 10^{-39}$  электронной массы, а при  $\tau \gg 1$  нерелятивистским константам пришлось бы приписать релятивистский порядок величины. Поэтому естественно предположить, что противоречие между уравнениями Брэнса и Дикке и нейтринной яркостью Солнца исключило бы весь АК-класс уравнений тяготения.

Это означало бы невозможность теоретико-полевого подхода к гравитации (АК-условия являются необходимыми формальными признаками электромагнитных, слабых и сильных взаимодействий) и указывало бы на неканоничность уравнений тяготения, так как пункты  $A_{1-6}$ , по-видимому, обязательны при всех условиях. Вывод тем более вероятен, что тяготение отличается от всех остальных элементарных взаимодействий даже в пределах АК-условий. Они не предопределяют природу негравитационных полей, но требуют (при отказе от уравнений Эйнштейна) обязательного наличия неметрических полей тяготения. Последние, однако, противоречат общей теории относительности, постулирующей метричность гравитационного поля и поэтому требующей (при отказе от уравнений Эйнштейна) уравнений выше 2-го порядка. Следовательно, если нейтринная яркость Солнца действительно проти-



В. Г. ТУСКИЯ, Г. А. ЧИЛАШВИЛИ

## О ВОЗБУЖДЕННЫХ СОСТОЯНИЯХ ТРЕХЧАСТИЧНОЙ СИСТЕМЫ

(Представлено академиком В. И. Мамасахлисовым 3.3.1972)

В работах [1, 2] были рассчитаны энергии связи ядер  $\Lambda Be^9$  и  $C^{12}$  с помощью нелокальных факторизующихся потенциалов, на основе кластерного представления этих ядер:  $(\alpha + \alpha + \alpha)$  и  $(\alpha + \alpha + \Lambda)$  соответственно. Численными решениями уравнений Фаддеева были найдены энергии связи.

В работе [1] для взаимодействия двух частиц в  $s$ -состоянии выбирался потенциал вида

$$V(p, p') = \frac{1}{4\pi^2\mu} [-\lambda_1 v(p)v(p') + \lambda_2 o(p)o(p')], \quad (1)$$

где  $\lambda_1$  и  $\lambda_2$  — „глубины“ потенциала. Такой выбор потенциала взаимодействия между  $\alpha$ -частицами обуславливает появление отталкивающей сердцевины на близких расстояниях. В работе [1] были рассмотрены формы потенциалов

$$v(p) = \frac{1}{\beta^2 + p^2}, \quad o(p) = \frac{1}{p} \sin pr_c, \quad (2)$$

где  $\beta^{-1}$  — радиус потенциала притяжения, а  $r_c$  — радиус отталкивающей сердцевины (стены), причем подразумевается, что  $\lambda_1 > 0$  а  $\lambda_2 \rightarrow \infty$ .

В работе [2] были использованы одночленные потенциалы Табакина, обеспечивающие отталкивание на малых расстояниях, а именно потенциалы формы

$$v(p) = \frac{1}{(\beta^2 + p^2)^m} \cdot \frac{\sin(ap + \delta)}{(ap)^n}, \quad o(p) = 0, \quad (1)$$

где  $\beta^{-1}$  и  $a$  — параметры, характеризующие радиусы взаимодействия.

Расчеты были проведены для следующих значений  $m$ ,  $n$  и  $\delta$ :

- 1)  $m = 1, n = 1, \gamma = 0$ ;      2)  $m = 2, n = 1, \gamma = 0$ ;  
 3)  $m = 1, n = 0, \gamma = \frac{\pi}{2}$ ;      4)  $m = \frac{1}{2}, n = 0, \gamma = \frac{\pi}{2}$ .

Параметры потенциалов были выбраны на основе фазового анализа  $\alpha$ - $\alpha$ -рассеяния в  $s$ -состоянии при малых энергиях ( $E_c \leq 10$  Мэв) методом наименьших квадратов.

При вычислении энергии связи оказалось следующее: если на потенциал взаимодействия между двумя  $\alpha$ -частицами накладывается условие, что двухчастичная энергия связи равна нулю, то решения инте-





грального уравнения Фаддеева имеют несколько корней. А именно, для параметров потенциала двухчастичного взаимодействия (2)  $\frac{\lambda}{a^3} = 5,050$ ,  $a = 0,325 \Phi^{-1}$ ,  $r_c = 3,160 \Phi$  с дополнительным условием  $\varepsilon_{aa} = 0$ , где  $\varepsilon_{aa}$  — энергия связи двухчастичной системы, уравнение Фаддеева для трехчастичной системы имеет несколько решений [1]:

$$\varepsilon_1 = 4,589 \text{ МэВ}, \quad \varepsilon_2 = 0,469 \text{ МэВ}, \quad \varepsilon_3 = 0,082 \text{ МэВ}, \quad \varepsilon_4 = 0,031 \text{ МэВ}.$$

С увеличением точности численного решения оказалось, что в действительности корней намного больше и их число быстро растет при  $\varepsilon \rightarrow 0$ .

Такая же ситуация возникает и в случае потенциала формы (3). Сказывается эффект Ефимова [3], заключающийся в следующем: в двухчастичной системе при критическом значении константы связи, когда длина рассеяния впервые обращается в бесконечность, в системе трех тождественных бозонов трехчастичный дискретный спектр бесконечен.

Л. Д. Фаддеев показал [4], что ядра интегральных уравнений являются ядрами типа Фредгольма, если выполнены следующие три условия:

1. Двухчастичные потенциалы  $V(\vec{k}, \vec{k}')$  (можно рассмотреть и нелокальные) представляют собой гладкие функции и удовлетворяют оценке

$$|V(\vec{k}, \vec{k}')| \leq C(1 + |\vec{k} - \vec{k}'|)^{-1-\rho}, \quad \rho > 0. \quad (5)$$

2. Точка  $z = 0$  не является особой для двухчастичных интегральных уравнений (все три длины рассеяния конечны).

3. Положительный двухчастичный спектр непрерывен. Это условие существенно для нелокальных потенциалов, так как только в этом случае могут возникнуть положительные собственные значения.

Если рассмотрим форму потенциала, соответствующую потенциальной стенке, получим оценку

$$|V(\vec{k}, \vec{k}')| \leq \frac{1}{kk'}, \quad (6)$$

которая показывает, что для малых импульсов  $k$  и  $k'$  условие (5) нарушается: такие значения импульсов соответствуют большим расстояниям и малым энергиям. Поэтому малые энергии связи, вычисленные при помощи формы потенциала (2), могут оказаться сомнительными.

Интересно отметить, что для нелокального факторизующегося потенциала легко проверить эффект Ефимова. Уравнение Шредингера с одночленным факторизующимся потенциалом для трех частиц имеет вид

$$\left[ \frac{1}{\lambda} - \frac{2}{\pi} \int_0^{\infty} \frac{v^2(q) q^2 dq}{\gamma^2 + q^2 + \frac{3}{4} p^2} \right] \varphi(p) = \frac{2}{\pi} \int_0^{\infty} \varphi(Q) K(Q, P; \gamma) Q^2 dQ, \quad (7)$$



где ядро интегрального уравнения определяется формулой

$$K(Q, P; \gamma) = \int_{-1}^{+1} \frac{v \left( \sqrt{P^2 + \frac{1}{4} Q^2 + PQx} \right) \cdot v \left( \sqrt{Q^2 + \frac{1}{4} P^2 + PQx} \right) dx}{\gamma^2 + Q^2 + P^2 + PQx}, \quad (8)$$

$\varepsilon = \frac{\hbar^2 \gamma^2}{M}$  — трехчастичная энергия связи.

Как известно, энергия связи для двухчастичной системы определяется формулой

$$\frac{1}{\lambda} = \frac{2}{\pi} \int_0^{\infty} \frac{v^2(q) q^2 dq}{\alpha^2 + q^2}, \quad (9)$$

где  $\varepsilon_{aa} = \frac{\hbar^2 \alpha^2}{M}$  — энергия связи двух частиц.

Подставляя (9) в (7) и полагая, что двухчастичная система имеет энергию связи, равную нулю:  $\varepsilon_{aa} = 0$ , получаем интегральное уравнение

$$\left[ \int_0^{\infty} v^2(q) dq - \int_0^{\infty} \frac{v^2(q) q^2 dq}{\gamma^2 + q^2 + \frac{3}{4} P^2} \right] \varphi(P) = \int_0^{\infty} \varphi(Q) K(Q, P; \gamma) Q^2 dQ. \quad (10)$$

В это уравнение входит только параметр формы потенциала. Для любого значения  $\beta$  уравнение может иметь бесконечный дискретный спектр решений. Возьмем, например, потенциал формы Ямагучи:

$$v(P) = \frac{1}{\beta^2 + P^2},$$

тогда

$$K(Q, P; \gamma) = \frac{1}{(PQ)^3 (b-a)(c-a)} \times \left\{ \ln \frac{a+1}{a-1} - \frac{c-a}{c-b} \cdot \ln \frac{b+1}{b-1} - \frac{b-a}{b-c} \cdot \ln \frac{v+1}{c-1} \right\}, \quad (11)$$

$$a = \frac{\gamma^2 + Q^2 + P^2}{QP}, \quad b = \frac{\beta^2 + Q^2 + \frac{1}{4} P^2}{QP}, \quad c = \frac{\beta^2 + P^2 + \frac{1}{4} Q^2}{PQ}. \quad (12)$$

Численные расчеты проводились на ЭВМ БЭСМ-6 для значений параметров  $\beta=1,5$  и  $\beta=2$ . Для этих параметров получаются следующие значения:  $\gamma_1 = 0$ ;  $\gamma_2 = 0,005$ ;  $\gamma_3 = 0,75$ ;  $\gamma_1 = 0,005$ ;  $\gamma_2 = 0,125$  соответственно.

Как видно, значения корней в окрестности нуля мало отличаются друг от друга и число корней велико. То же наблюдается и для других значений  $\beta$ .

Из вышесказанного следует, что с полученными численными результатами надо обращаться осторожно, так как, если потенциал не удовлетворяет вышеуказанным условиям Фаддеева, ядра интегрального уравнения могут быть не фредгольмовскими, поэтому некоторые возбужденные состояния могут оказаться сомнительными.



Допустим, что левая сторона интегрального уравнения равняется нулю, тогда в формуле (7)

$$\gamma^2 + \frac{3}{4} P^2 = \alpha^2. \quad (13)$$

Так как энергия связи трех частиц больше, чем двух ( $\gamma \geq \alpha$ ), для реальных импульсов (13) не должно иметь места. Отсюда следует, что решение уравнения (13) при ( $\gamma \leq \alpha$ ) может соответствовать лишь возбужденному состоянию трехчастичной системы.

Уравнение (7) может иметь возбужденные уровни также при  $P=0$ . В этом случае

$$\int_0^{\infty} \psi^2(q) q^2 dq \left( \frac{1}{q^2 + \alpha^2} - \frac{1}{q^2 + \gamma^2} \right) = \int_0^{\infty} \frac{\varphi(Q)}{\varphi(0)} \cdot K(Q, 0; \gamma) Q^2 dQ,$$

где ядро определяется формулой

$$K(Q, 0; \gamma) = 2 \frac{\psi\left(\frac{1}{2}Q\right) \psi(Q)}{Q^2 + \gamma^2}.$$

Решение этого уравнения дает энергию возбужденного состояния системы, соответствующую случаю, когда третья частица находится бесконечно далеко от двух других.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 9.3.1972)

ფიზიკა

3. ტუსკია, გ. ჭილაშვილი

სამნაწილაკოვანი სისტემის აღგზნებული დონეების შესახებ

რეზიუმე

განხილულია სამნაწილაკოვანი სისტემის აღგზნებულ დონეთა საკითხი. ჩატარებულია ანალიზი კონკრეტული ბირთვებისათვის. ნაჩვენებია, რომ, თუ არალოკალური ფაქტორიზებადი პოტენციალები ფადეევის პირობებს არ აკმაყოფილებს, ზოგიერთი აღგზნებული დონე შეიძლება საეჭვო აღმოჩნდეს, კონკრეტულ მაგალითზე ნაჩვენებია „ეფიმოვის ეფექტის“ სამართლიანობა.

PHYSICS

V. G. TUSKIA, G. A. CHILASHVILI

## ON THE EXCITED STATES OF A THREE-PARTICLE SYSTEM

### Summary

The problem of the excited states of a three-particle system is considered. An analysis has been carried out for concrete nuclei. It is shown that if a non-local separable potential does not satisfy the Faddeev conditions, some of the excited states may be questionable. A concrete example is presented to show the validity of the "Efimov effect".

### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. Г. Туския, Г. А. Чилашвили. Сообщения АН СССР, 64, № 1, 1971.
2. В. Г. Туския, Г. А. Чилашвили. ЯФ, 12, 1971, 1158.
3. V. Efimov. Phys. Letters 33B, 563, 1970.
4. Л. Д. Фаддеев. Метод интегральных уравнений в теории рассеяния для трех и более частиц. М., 1971.

АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Е. Г. ДАВИТАШВИЛИ, Н. А. ДЖАБИШВИЛИ, М. В. ЛАНДИЯ

ОТДЕЛЕНИЕ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ОТ МАРГАНЦА

(Представлено членом-корреспондентом Академии Н. А. Ландия 28.1.1972)

При определении редкоземельных элементов в сложных по составу материалах часто требуется отделение их от марганца. В описанных в литературе методах [1] для этой цели в основном используется осаждение РЗЭ щавелевой кислотой. Однако при наличии больших количеств марганца этот метод не гарантирует их полного разделения, так как марганец при этом в значительном количестве соосаждается с РЗЭ.

В настоящей статье предлагается новый способ отделения РЗЭ от марганца, основанный на различной растворимости фосфатов указанных элементов в уксусной кислоте. Легкое растворение фосфата марганца в уксусной кислоте дает возможность количественно отделить его от нерастворимых в этих условиях фосфатов РЗЭ. Разработанный метод был проверен на синтетически приготовленных смесях, содержащих РЗЭ и марганец в различных соотношениях (см. таблицу).

Результаты определения иттрия в присутствии марганца

Взято, г		Найдено Y, г	Ошибка Y, г	Взято, г		Найдено Y, г	Ошибка Y, г
Y	Mn			Y	Mn		
0,0930	0,0052	0,0932	+0,0002	0,0093	0,0005	0,0093	0,0000
0,0930	0,0260	0,0932	+0,0002	0,0093	0,0026	0,0092	-0,0001
0,0930	0,0520	0,0931	+0,0001	0,0093	0,0052	0,0095	+0,0002
0,0930	0,1040	0,0928	-0,0002	0,0093	0,0104	0,0095	+0,0002
0,0930	0,5200	0,0930	0,0000	0,0093	0,0520	0,0094	+0,0001
				0,0093	0,5200	0,0096	+0,0003

В стакан емкостью 200—250 мл помещают растворы нитратов РЗЭ и марганца, разбавляют водой до 100—150 мл и добавляют 10—20 мл фосфорной кислоты (1:1), после чего нейтрализуют разбавленным (1:1) раствором аммиака по метиловому оранжевому до перехода цвета раствора в желтый. Интервал перехода окраски метилового оранжевого (рН 3,1—4,4) соответствует количественному осаждению фосфата РЗЭ и частичному выделению фосфата марганца [2]. Затем к раствору с осадком при помешивании добавляют уксусную кислоту по каплям до получения красной окраски раствора, а после прибавляют избыток ее в 3—5 капель. Дав осадку отстояться 10—15 минут, отфильтровывают фосфат РЗЭ, содержащий немного марганца через беззольный фильтр (белая лента). Осадок промывают несколько раз декантацией 2%-ным раствором нитрата аммония. Приставшие к стенкам стакана частицы осадка можно не переносить на фильтр, так как отфильтрованный осадок для освобождения его от соосажденного с ним марганца растворяют в разбавленной соляной кислоте и вторично подвергают осаждению. Главную массу осадка смывают с фильтра сильной струей воды в стакан, где производилось первое осаждение, а оставшиеся



на фильтре частицы осадка растворяют в возможно малом количестве соляной кислоты (1:1). Стекающая с фильтра соляная кислота одновременно растворяет и осадок в стакане. Промывают фильтр несколько раз водой и в фильтрате вторично осаждают фосфаты РЗЭ, как описано выше. Переосажденный фосфат РЗЭ после промывания помещают в фарфоровый тигель, сушат осторожно на плитке и прокаливают при температуре 800—900°C до постоянного веса. Осадок взвешивают в виде  $\text{LnPO}_4$ .

Фильтраты от первого и второго осаждения соединяют вместе и используют для определения марганца фосфатным методом [3].

В настоящее время продолжают исследования по установлению возможности отделения марганца от ряда других элементов, фосфаты которых нерастворимы в уксусной кислоте, в том числе от Fe, Al и др.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт физической и органической химии  
им. П. Г. Меликишвили

(Поступило 3.3.1972)

ანალიზური ქიმია

ე. დავითაშვილი, ნ. ჯაბიშვილი, მ. ლანდია

იზონათმიწა ელემენტების დაცილება მარგანეცისაგან

რეზიუმე

დამუშავებულია იშვიათმიწა ელემენტების მარგანეცისაგან დაცილების ახალი მეთოდი, რაც დამყარებულია აღნიშნული ელემენტების ფოსფატების სხვადასხვა ხსნადობაზე ძმრის მქეაში.

ANALYTICAL CHEMISTRY

E. G. DAVITASHVILI, N. A. JABISHVILI, M. V. LANDIA

SEPARATION OF RARE EARTHS FROM MANGANESE

Summary

A new method of separation of rare earths from manganese has been elaborated. It is based on the various solubility of the phosphates of these elements in acetic acid.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. В. Серебренников. Химия редкоземельных элементов. Томск, 1961.
2. Ван Везер. Фосфор и его соединения. М., 1962.
3. В. Ф. Гиллебранд, Г. Е. Лендель, Г. А. Брайт, Д. И. Гофман. Практическое руководство по неорганическому анализу. М., 1957.

ნ. ძოწინიძე, ლ. მახარაშვილი

გერმანიუმის (IV) განსაზღვრის კინეტიკური მეთოდი

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ნ. ლანდიამ 16.3.1972)

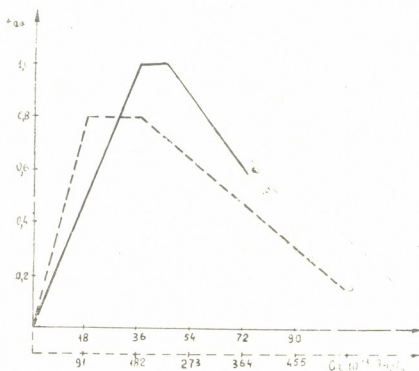
კინეტიკური მეთოდის მაღალი მგრძობიარობა და განსაზღვრის სიმატი-ვე აპრობებს ამ მეთოდის ფართო გამოყენებას ანალიზურ ქიმიაში.

ანალიზის კინეტიკურ მეთოდს საფუძვლად უდევს განსაზღვრავი მიკროკომპონენტით ამა თუ იმ რეაქციის სიჩქარის შეცვლა [1]. ჩვენ დავადგინეთ, რომ გერმანიუმის მიკრორაოდენობა აჩქარებს წყალბადის ზეჟანგით პიროკატეხინის დაჟანგვის რეაქციას. რეაქციის სიჩქარე გერმანიუმის კონცენტრაციის პირდაპირპროპორციულია.

მუშაობის დროს ვიყენებდით  $GeO_2$ -ის წყალხსნარს,  $T_{ge} = 138$  მკვ/მლ, ახლადამზადებულ  $0,18 M$  პიროკატეხინის წყალხსნარს,  $9 \cdot 10^{-3} M$  წყალბადის ზეჟანგს,  $0,1 NKMnO_4$  ხსნარს, კონცენტრირებულ  $HCl$ ,  $HNO_3$ , ორჯერ გამოხდილ წყალს,  $CuCl_2$ ,  $FeCl_3$ ,  $MnCl_2$ ,  $CoCl_2$ ,  $NiCl_2$  მარილთა წყალხსნარებს, კათიონიტს  $KV_2 H^+$  ფორმაში, ფოტოკოლორიმეტრს  $ФЭК-M$ .

რეაქტივები იყო ქიმიურად სუფთა მარკისა.

პიროკატეხინისა და გერმანიუმის წყალხსნართა ნარევეზე წყალბადის ზეჟანგის მოქმედებით წარმოიქმნება მომწვანო-მოყვითალო ფერის ნაერთი, რომელიც თანდათან მუქდება. ნაერთს გააჩნია შთანთქმის ორი მაქსიმუმი: 330 და 1600 ნმ სიგრძის ტალღებზე.



ნახ. 1. რეაქციის სიჩქარის დამოკიდებულება: ა) პიროკატეხინისა და ბ) წყალბადის ზეჟანგის კონცენტრაციაზე

განსაზღვრის ოპტიმალური პირობების დადგენის მიზნით შევისწავლით კატალიზური რეაქციის სიჩქარის დამოკიდებულება კომპონენტთა კონცენტ-





რაცაზე, არეს pH-ზე, ტემპერატურაზე, რეაქტივების მიმატების თანმიმდევრობაზე, გარეშე იონების არსებობაზე, სიჩქარეს ვსაზღვრავდით ტანგენსების მეთოდის დიფერენციალური ვარიანტით.

აღმოჩნდა, რომ კონცენტრაციათა ზღვრებში  $6,9 \cdot 10^{-4} - 1,6 \cdot 10^{-2} M$  Ge,  $9 \cdot 10^{-3} - 45 \cdot 10^{-3} M$   $Mn^{2+}$ ,  $23 \cdot 10^{-3} - 91 \cdot 10^{-3} M$  პიროკატეხინი, რეაქციის სიჩქარე მორეაგირე ნივთიერებათა კონცენტრაციების პირდაპირპროპორციულია. პიროკატეხინისა და წყალბადის ზეჟანგის კონცენტრაციების ცვლილება ზღვრებში შესაბამისად  $9,1 \cdot 10^{-2} - 1,8 M$  და  $4,5 \cdot 10^{-2} - 5,4 \cdot 10^{-2} M$ , პრაქტიკულად არავითარ გავლენას არ ახდენს რეაქციის სიჩქარეზე, უფრო კონცენტრირებული ხსნარების გამოყენება კი შესამჩნევად ამცირებს რეაქციის სიჩქარეს.

აღმოჩნდა, რომ კატალიზური რეაქცია გერმანიუმს, პიროკატეხინსა და წყალბადის ზეჟანგს შორის მიმდინარეობს მჟავე და ნეიტრალურ არეში. pH 6—7-ის ფარგლებში რეაქციის სიჩქარე პრაქტიკულად არ არის დამოკიდებული მჟავიანობაზე. განსაზღვრის ცდომილება მინიმალურია. მჟავიანობის შემდგომი გაზრდით რეაქციის სიჩქარე მკვეთრად იზრდება. მიუხედავად ამისა, სარეაქციო არეს ოპტიმალურ pH-ად მიგვაჩნია pH 6—7, რადგან დაბალ pH-ზე მჟავიანობის უმნიშვნელო ცვლილებაც კი რეაქციის სიჩქარეს მკვეთრად ცვლის.

რეაქციის სიჩქარე მნიშვნელოვნადაა დამოკიდებული რეაქტივების მიმატების თანმიმდევრობაზე. წყალბადის ზეჟანგის დამატება გერმანიუმისა და პიროკატეხინის ნარევეზე რეაქციას წარმართავს ოპტიმალური სიჩქარით.

შევისწავლეთ აღნიშნულ რეაქციაზე გარეშე იონების —  $Cu^{2+}$ ,  $Fe^{3+}$ ,  $Co^{2+}$ ,  $Ni^{2+}$  და  $Mn^{2+}$ -ის გავლენა.  $Co^{2+}$  და  $Ni^{2+}$  თანაფარდობით შესაბამისად (1:1) და (1:5) გერმანიუმის განსაზღვრას ხელს არ უშლიან.  $Cu^{2+}$  და  $Fe^{3+}$  თანაფარდობით (1:1), ზრდიან რეაქციის სიჩქარეს, ხოლო  $Mn^{2+}$ ,  $Co^{2+}$   $Ni^{2+}$  თანაფარდობით (1:1), (1:2) და (1:10) შესაბამისად, შესამჩნევად ანელებენ რეაქციას. ხელისშემშლელი იონებისაგან გერმანიუმს ვაკილებდით იონგაცვლისა [2] და ექსტრაქციის [3] საშუალებით.

გერმანიუმის განსაზღვრა შენადნობებში

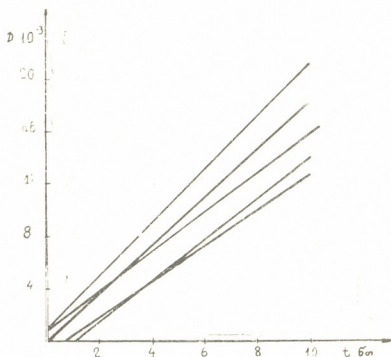
ნიმუში	ფენილფლორონი	დიანტიბილი-მეთანი	კატიტრა NaOH-ით	კინტიკური მეთოდით	
				დაცილება ექსტრაქციით	დაცილება იონგაცვლით
C-456	5,00	5,24	5,00	4,85	4,65
		4,97	5,15	4,85	4,80
		5,11	4,98	5,05	5,90
C-201	2,25	2,26	2,24	2,20	2,15
		2,41	2,35	2,23	2,24
		2,37	2,32	2,30	2,32
C-196	1,90	1,83	1,82	1,85	1,80
		1,87	1,88	1,87	1,82
		1,89	1,95	1,95	1,93

განსაზღვრის მეთოდიკა: ახლადამზადებული 1,8M პიროკატეხინის წყალხსნარის 10 მლ უმატებენ 50—200 მკგ შემცველ  $GeO_2$ -ის ხსნარს და 5 მლ  $9 \cdot 10^{-3} M$  წყალბადის ზეჟანგს (ანალოგიურად ამზადებენ შე-

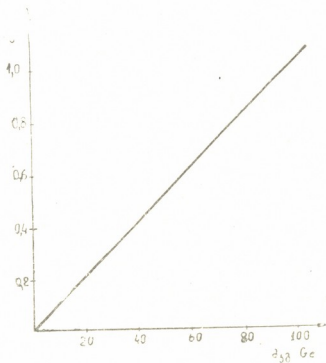


სადარებელ ხსნარებს  $GeO_2$ -ის წყალხსნარის დამატების გარეშე). წყალბადის ზეჟანგის დამატებიდან 10 წუთის განმავლობაში ყოველი წუთის შემდეგ ზომევენ წარმოქმნილი ნაერთის ოპტიკურ სიმკვრივეს 1 სმ კიუვეტებში,  $\Phi\Xi K-M$  ლურჯი შუქფილტრის გამოყენებით. მიღებული მონაცემებით გამოთვლიან გერმანიუმის სხვადასხვა კონცენტრაციისათვის რეაქციის სიჩქარეს, უფრო ზუსტად კი მის პროპორციულ სიდიდეს — მრუდის დახრის კუთხის ტანგენსს და აგებენ საკალიბრო მრუდს ( $C_{Ge}-tga$ ).

ნახ. 2. წარმოქმნილი ნაერთის ოპტიკური სიმკვრივის ცვლილება დროის მიხედვით გერმანიუმის სხვადასხვა კონცენტრაციის შემთხვევაში



აღნიშნული მეთოდით გერმანიუმი განვსაზღვრეთ მანგანუმის ფუძეზე დამზადებულ შენადნობებში (ცხრილი 1). ნიმუშს ვშლიდით  $HNO_3$  (1:5)



ნახ. 3. რეაქციის სიჩქარის დამოკიდებულება გერმანიუმის კონცენტრაციაზე

შეთბობით. მიღებულ ხსნარს ვანზავებდით pH 1-მდე, ვატარებდით კათიონიტ  $KV-2$ -ზე, ფილტრის ალიქვოტურ ნაწილში გერმანიუმს ვსაზღვრავდით ზემოაღნიშნული მეთოდიკის მიხედვით.



რეაქცია პიროკატეხინი + გერმანიუმი + წყალბადის ზეჟანგი, ინტენსიურად რუღია არა მარტო გერმანიუმის, არამედ წყალბადის ზეჟანგისა და პიროკატეხინისათვისაც. ამან შესაძლებლობა მოგვცა შეგვემუშაებინა ამ უკანასკნელთა რაოდენობრივი განსაზღვრის ზემოაღნიშნული მეთოდის ანალოგიური კინეტიკური მეთოდები.

თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

(შემოვიდა 17.3.1972)

## АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Н. Е. ДЗОЦЕНИДЗЕ, Л. Ш. МАХАРАШВИЛИ

### КИНЕТИЧЕСКИЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГЕРМАНИЯ (IV)

#### Резюме

Изучено окисление пирокатехина перекисью водорода в присутствии германия. Разработан кинетический метод определения германия (IV) в сплавах на основе марганца. Чувствительность реакции 3 мкг/мл. Точность метода  $\pm 5\%$ .

## ANALYTICAL CHEMISTRY

N. E. DZOTSENIDZE, L. Sh. MAKHARASHVILI

### A KINETIC METHOD OF DETERMINING GERMANIUM

#### Summary

The oxidation reaction of pyrocatechol by hydrogen peroxide in the presence of germanium has been studied. A kinetic method has been elaborated for the determination of germanium in an alloy on manganese base. The sensitivity of the method is 3 mcg/ml, its accuracy amounting to  $\pm 5$  per cent.

#### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. К. Б. Яцимирский. Кинетические методы анализа, М., 1967.
2. ბ. ძოწენიძე, ლ. დამბაშიძე. მოხსენება საქართველოს სსრ უმაღლესი სასწავლებლების ქიმიკოსთა IV რესპუბლიკურ სამეცნიერო-მეთოდურ კონფერენციაზე, თბილისი, 1970.
3. В. А. Назаренко, А. М. Андрянов. Зав. лаб., 24, 1, 1958.



ОБЩАЯ И НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

В. Ш. ЦВЕНИАШВИЛИ, В. Н. ГАПРИНДАШВИЛИ,  
С. А. ДЬЯЧЕНКО, Н. С. ХАВТАСИ

КОМПЛЕКСООБРАЗОВАНИЕ МЕДИ И КАДМИЯ  
С БЕНЗ-2,1,3-ТИАДИАЗОЛАМИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Н. А. Ландия 10.2.1972)

Комплексным соединениям на основе бенз-2,1,3-Х-диазолов посвящено ограниченное число работ. Описаны комплексы алюминия [1], олова [2], кадмия [3] и палладия [4] с этими соединениями. В молекулах бенз-2,1,3-тиа- и селендиазолов имеются три донорных атома, за счет которых эти молекулы могут проявить свойства лигандов в комплексных соединениях. Однако в настоящее время не установлено окончательно, какой именно из этих донорных атомов ответствен за создание координационной связи металл-лиганд в комплексах металлов с бенз-2,1,3-Х-диазолами (X=S, Se).

В настоящей работе приведены результаты синтеза и исследования новых комплексных соединений меди и кадмия с бенз-2,1,3-тиадиазолом и некоторыми его производными. Условия синтеза всех полученных соединений были одинаковыми. К спиртовому раствору лиганда добавлялся водный раствор хлоридов металлов до молярного соотношения 2:1. Характерно, что изменение мольного соотношения на состав комплекса не влияло. Во всех случаях на холоду сразу же выделялись осадки. Через некоторое время осадки отделялись, промывались водой, спиртом и эфиром, сушились при 50°C в течение 3 часов. Список полученных соединений и результаты анализов приведены в табл. 1. ИК-спектры комплексов I—IV в области 700 — 3600 см<sup>-1</sup> практически не отличались от ИК-спектров соответствующих лигандов [5].

Было обнаружено, что в условиях, описанных выше, кислородный аналог бенз-2,1,3-Х-диазолов (X=S, Se) — бенз-2,1,3-оксадиазол не реагирует с медью и кадмием. Ранее [6] было показано, что бенз-2,1,3-оксадиазол не образует комплекса и с палладием. Как видно, замена серы или селена кислородом в качестве ключевого гетероатома в молекуле бенз-2,1,3-оксадиазола приводит к исчезновению свойства образовывать комплексы у последнего, хотя в его молекуле, так же как и в молекулах бенз-2,1,3-тиа- и селендиазолов, имеются донорные атомы азота. Этот результат указывает на то, что бенз-2,1,3-Х-диазолы (X=S, Se) в комплексных соединениях с металлами координированы через ключевой гетероатом Х. К такому же результату приводят и данные ИК-спектроскопического изучения комплексов родия с бенз-2,1,3-тиа- и селендиазолами [7]. В области 400—420 см<sup>-1</sup> в ИК-спектрах указанных комплексов родия, по сравнению со спектрами свободных лигандов, появляется новая полоса или сильно возрастает интенсивность



полосы, уже имевшейся в этой области в свободном лиганде. Поскольку в данной области валентные колебания связи Rh-N не проявляются, новая полоса поглощения в ИК-спектрах была отнесена к валентному колебанию связи Rh-S(Se).

Таблица 1

Результаты анализов комплексов меди и кадмия типа  $[MeL_2Cl_2]$ 

№ п/п	L	Me	Вычислено, %		Найдено, %	
			N	S	N	S
I		Cu	13,80	15,75	13,90; 14,12	15,01; 15,13
II		Cd	12,30	14,05	11,16; 11,70	15,00; 14,78
III		Cd	11,85	13,60	12,12; 12,18	12,88; 13,60
IV		Cd	11,90	13,65	11,80; 11,14	13,90; 14,21

Было изучено полярографическое восстановление комплексов I—IV в водных средах. Растворимость указанных комплексов в воде и обычных органических растворителях при нагревании заметно возрастает, и можно получить полярографические концентрации. Нами разработана методика определения состава комплексов I—IV путем количественного полярографического определения  $Me^{2+}$  и лиганда после разрушения комплексной структуры. Как известно [8], комплексы с органическими лигандами могут быть разложены на составные части воздействием минеральных кислот. В буферных растворах на полярограммах I имеются хорошо разделенные волны восстановления  $Cu^{2+}$  и лиганда соответственно. В области pH 6,8—10,3 в результате образования  $Cu(OH)_2$  волна восстановления  $Cu^{2+}$  уменьшается. Волны восстановления бенз-2,1,3-триадиазолов в кислой области буферных растворов из-за протонизации, предшествующей разряду, смещаются к положительным потенциалам [9]. Поэтому в интервале pH 0,6—4,5 волны  $Cd^{2+}$  и лигандов, наблюдаемые на полярограммах комплексов II—IV, сливаются. В области pH 4,7—6,0 волны  $Cd^{2+}$  и лигандов разделяются, однако с pH 6,8 в результате гидратообразования волна



$\text{Cd}^{2+}$  начинает уменьшаться. Для количественного определения ионов металлов и лигандов в комплексах I—IV был выбран в качестве фона буферный раствор с рН 5. Ранее [9] было показано, что волны бенз-2,1,3-тиадиазолов пригодны для аналитических целей. Определение компонентов комплексов приводилось в помощь соответствующих калибровочных графиков. Число лигандов в комплексах рассчитывалось по формуле

$$P = a/b,$$

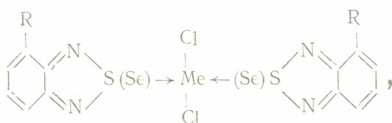
где  $a$  и  $b$  — содержание лиганда и металла соответственно, выраженное в ммольях на 100 г комплекса. Средние значения из трех определений представлены в табл. 2.

Таблица 2

Результаты определения координационных чисел комплексов I—IV

№ п/п	Комплекс	$a$ ммоль/100 г	$b$ ммоль/100 г	$p$
1	I	270	128	2,10
2	II	257	133	1,93
3	III	275	125	2,20
4	IV	255	130	1,96

Результаты элементарного анализа (табл. 1) и полярографического определения компонентов комплексов I—IV (табл. 2) показывают, что образуются комплексы с двумя лигандами. Следовательно, учитывая вышеизложенное, строение комплексов I—IV схематически можно выразить формулой



где I)  $R=H$ ,  $Me=Cu$ ; II)  $R=H$ ,  $Me=Cd$ ; III)  $R=OH$ ,  $Me=Cd$ ; IV)  $R=NH_2$ ,  $Me=Cd$ .

В табл. 3 приведены полярографические характеристики волн восстановления комплексов I и II в буферных средах. Как известно [10], в растворах хлоридов волна восстановления  $\text{Cu}^{2+}$  раздвоена. Это вызвано стабильностью одновалентных хлоридных комплексов меди. Поскольку определение параметров первой волны  $\text{Cu}^{2+}$  затруднено, в табл. 3 даны значения  $E_{1/2}$  и коэффициента  $b=2,3 RT/z\ln 10 \cdot r^2$  только второй волны восстановления  $\text{Cu}^{2+}$ . Из табл. 3 следует, что во всем интервале рН волны восстановления меди и кадмия обратимы, а полярографические характеристики волны восстановления бенз-2,1,3-тиадиазола



рН	Комплекс I				Комплекс II			
	первая волна		вторая волна		первая волна		вторая волна	
	$-E_{1/2}, b$	b	$-E_{1/2}, b$	b	$-E_{1/2}, b$	b	$-E_{2/1}, b$	b
0,6	0,127	0,055	0,495	0,070			0,50	0,072
1,7	0,100	0,062	0,565	0,075			0,56	0,070
2,7	0,080	0,070	0,670	0,080			0,62	0,085
3,8	0,080	0,070	0,625	0,085			0,70	0,095
4,7	0,065	0,068	0,790	0,106	0,55	0,035	0,75	0,070
5,8	0,038	0,052	0,900	0,120	0,58	0,033	0,87	0,095
6,8			0,905	0,106			0,90	0,110
7,7			0,930	0,110			0,91	0,105
9,2			0,935	0,105			0,92	0,105
10,3			0,950	0,100			0,94	0,100

из комплексов I и II близки к полярографическим характеристикам волны свободного лиганда [9]. Методика полярографических измерений описана в [3].

Академия наук Грузинской ССР  
 Институт неорганической химии  
 и электрохимии

(Поступило 11.2.1972)

ზოგადი და არაორგანული ქიმია

ვ. წვენიაშვილი, ვ. გაპრინდაშვილი, ს. დიაჩენკო, ნ. ხავთასი

სპილენძისა და კადმიუმის კომპლექსწარმოქმნა ბენზო-2,1,3-  
 თიადიავოლებთან

რეზიუმე

სინთეზირებულია სპილენძისა და კადმიუმის ახალი კომპლექსური ნაერთები ბენზო-2,1,3-თიადიავოლების ბაზაზე. დადგენილია, რომ აღნიშნულ კომპლექსნაერთებში ლიგანდების რიცხვი ორის ტოლია, ხოლო ბენზო-2,1,3-თიადიავოლები კოორდინირებულია გოგირდის ჰეტეროატომის საშუალებით. შესწავლილია სინთეზირებული კომპლექსნაერთების პოლაროგრაფიული აღდგენა ბუფერულ წყალხსნარებში და განსაზღვრულია აღდგენის ძირითადი პარამეტრები.

GENERAL AND INORGANIC CHEMISTRY

V. Sh. TSVENIASHVILI, V. N. GAPRINDASHVILI, S. A. DYACHENKO,  
 N. S. KHAVTASI

THE FORMATION OF COMPLEXES OF COPPER AND CADMIUM  
 WITH BENZO-2, 1, 3-THIADIAZOLES

Summary

New complex compounds of copper and cadmium with benzo-2, 1, 3-thiadiazoles have been obtained. It is shown that the number of ligands in



these complexes is equal to 2 and that benzo-2, 1, 3-thiadiazoles are coordinated by means of a sulphur heteroatom. The polarographic reduction of these complexes in buffer solution has been studied and the main parameters of reduction determined.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

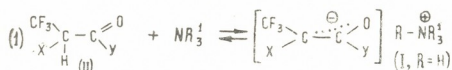
1. В. Г. Песин, Е. К. Дьяченко. Химия гетероцикл. соед., № 4, 1966.
2. В. Г. Песин, Е. К. Дьяченко. Химия гетероцикл. соед., № 6, 1967.
3. M. Ziegler, O. Glemser. Chem. Ber., 91, № 12, 1958.
4. M. Ziegler, O. Glemser. Z. Anal. Chem., 153, № 5, 1956.
5. В. С. Коробков, В. Г. Песин, Л. П. Зубанова. Инфракрасные спектры производных бенз-2,1,3-тиадиазола. М., 1969.
6. В. Ш. Цвениашвили, В. Н. Гаприндашвили, Н. С. Хавтаси, Т. Б. Бежуашвили. Сообщения АН ГССР, 65, № 2, 1972.
7. О. Н. Кукушкин и др. ЖОХ, 42, № 3, 1972.
8. J. Stary, E. Hladky. Anal. Chem. Acta, 28, 227, 1963.
9. В. Ш. Цвениашвили, З. В. Тодрес, С. И. Жданов. Химия гетероцикл. соед., № 4, 1968.
10. Т. А. Крюкова, С. И. Сиянкова, Т. В. Арефьева. Полярграфический анализ. М., 1959.

М. В. УРУШАДЗЕ, П. О. ОКУЛЕВИЧ, М. Д. БАРГАМОВА, Л. А. РОЗОВ,  
 Е. М. РОХЛИН, Ю. А. ЧЕБУРКОВ, акад. И. Л. КНУНЯЦ

ОБМЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ С УЧАСТИЕМ МЕЗОМЕРНЫХ  
 ФТОРКАРБАНИОНОВ

(Представлено академиком Г. В. Цицишвили 16.2.1972)

Аддукты (I) могут быть получены как переносом протона от соответствующей СН-кислоты (II) на третичный амин, так и алкилированием третичного амина при действии соответствующего алкилфторалкенилового эфира (III) III.



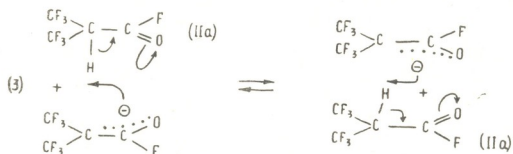
X = CF <sub>3</sub>	CF <sub>3</sub>	F	CF <sub>3</sub>	CF <sub>3</sub>	CF <sub>3</sub>	CF <sub>3</sub>	CF <sub>3</sub>	CF <sub>3</sub>	CF <sub>3</sub>	F
y = F	CH(CF <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	F	F	F	F	F	CH(CF <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	CH(CF <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	CH(CF <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	F
R = H	H	H	CH <sub>3</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub>	CH <sub>3</sub>	CH <sub>3</sub>	CH <sub>3</sub>	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> CH <sub>2</sub>	CH <sub>3</sub>
R <sup>1</sup> = C <sub>2</sub> H <sub>5</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub>	CH <sub>3</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub>	CH <sub>3</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub>	CH <sub>3</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub>	CH <sub>3</sub>	CH <sub>3</sub>
(Ia)	(Iб)	(Iв)	(Iг)	(Iд)		(Iе)	(Iж)	(Iз)		(И)

Спектры ЯМР F<sup>19</sup> аддуктов (Ia) и (Iг) различны. Если судить по этим спектрам, в аддукте (Ia) группы CF<sub>3</sub> эквивалентны [2], а в аддукте (Iг) неэквивалентны [3].

Для выяснения причин этого явления мы изучили спектры ЯМР F<sup>19</sup> аддуктов (Ia) и (Iд) в различных условиях. Оказалось, что при охлаждении раствора аддукта (Ia) его спектр ЯМР F<sup>19</sup> изменяется (см. рис. 1, 2) и уже при -50° становится почти идентичным спектру аддукта (Iг) или (Iд), снятому при +35° (см. рис. 3). Очевидно, отличия в спектре (Ia) при +35° объясняются обменными процессами.

Одним из таких обменных процессов является сама реакция образования аддукта (Ia) (уравнение (1)), хотя равновесие в значительной степени сдвинуто вправо (ср. [2]). При достаточной скорости прямой и обратной реакции спектр отвечает некоторому усредненному окружению ядер фтора.

Однако, помимо реакции (1), здесь играет роль и другая равновесная реакция, а именно непосредственный быстрый обмен протоном между молекулой фторангидрида (IIa) и перфторизобутенолят-анионом (уравнение (3)):



Действительно, при добавлении 0,2—2,0 мол.% фторангида (IIa) к аддукту (Id) в спектре ЯМР  $F^{19}$ , снятом при  $+35^\circ$ , исчезает мультиплетная структура сигналов от групп  $CF_3$ . После отгонки фторангида спектр становится идентичным спектру чистого раствора аддукта (Id) (рис. 3). Поскольку в этом случае реакция по уравнению (1) невозможна, уширение линий в спектре (Id) объясняется, очевидно, лишь обменом по уравнению (3)<sup>1</sup>. В случае же раствора аддукта (Ia) могут иметь место оба процесса (уравнения (1) и (3)).

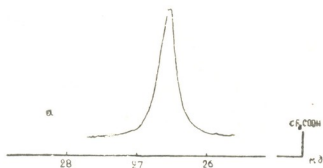


Рис. 1. Раствор аддукта (Ia) в смеси ацетонитрила с эфиром,  $+35^\circ$

В отличие от перфторизобутенолятов (Ia, г, д), аддукты (Iб, е, ж, з) имеют одинаковые спектры ЯМР  $F^{19}$  при  $+35^\circ$  [4]. Сохранение мульт-

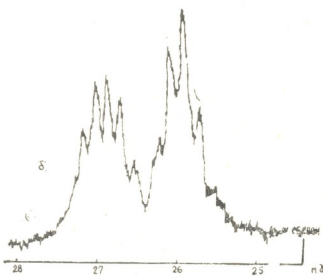


Рис. 2. Раствор аддукта (Ia) в смеси ацетонитрила с эфиром,  $-50^\circ$

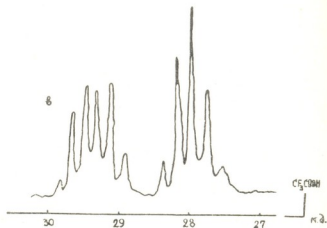


Рис. 3. Раствор аддукта (Id) в ацетонитриле,  $+35^\circ$

типлетной структуры в спектре аддукта (Iб) при  $+35^\circ$  объясняется, очевидно, тем, что в растворе отсутствует кетон  $(CF_3)_2CHCOCH(CF_3)_2$  (IIб). При добавлении 17 мол.% тетраakis(трифторметил)ацетона (IIб) к раствору аддукта (Iб) в ацетонитриле мультиплетная структура в спектре ЯМР  $F^{19}$  исчезает; последующее добавление 19 мол.% триэти-

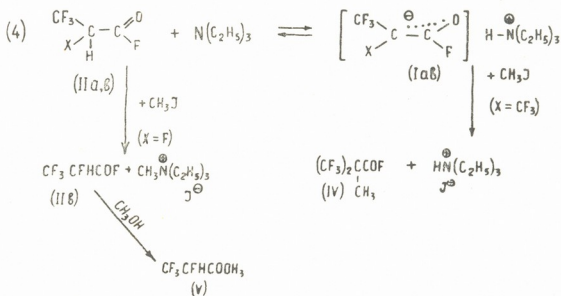
<sup>1</sup> Охлаждение полученной смеси до  $-50^\circ$  также приводит к восстановлению мультиплетной структуры, изображенной на рис. 3.



лампа приводит к связыванию избыточного кетона и восстановлению мультиплетной структуры.

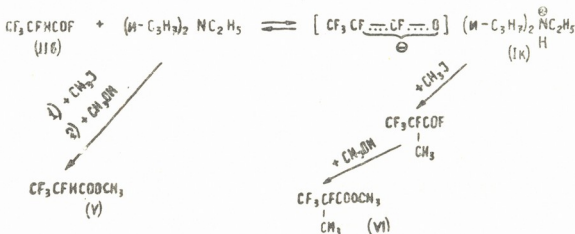
Очевидно, что реагирующий с триалкиламином необратимо кетон (IIб) — более сильная СН-кислота, чем фторангидрид (IIа). Действительно, кетон  $(CF_3)_2CHCOH(CF_3)_2$  количественно вытесняет фторангидрид  $(CF_3)_2CHCOF$  из аддукта (Iд).

Фторангидрид  $\alpha$ -гидротетрафторпропионовой кислоты  $CF_3CFHCOF$  (IIв), как оказалось, является еще более слабой СН-кислотой, чем фторангидрид (IIа). Аддукт (Iа) при действии йодистого метила превращается во фторангидрид  $\alpha$ -метилгексафторизомасляной кислоты (IV) [5]. Оказалось, что аддукт (Iв), полученный из эквимольных количеств фторангидрида (IIв) и триэтиламина, в тех же условиях дает исходный фторангидрид (IIв), идентифицированный в виде метилового эфира (V):



В случае фторангидрида (IIв) равновесие в реакции (4) в большей степени сдвинуто влево и йодистый метил в первую очередь реагирует с триэтиламином, а не с аддуктом (Iв).

Однако если для образования аддукта применять пространственно затрудненный амин — этилдиизопропиламин, то алкилированию подвергается также и мезомерный анион аддукта (Iк). После обработки эквимольной смеси фторангидрида (IIв) с  $(i-C_3H_7)_2NC_2H_5$  йодистым метилом и затем метанолом образуются приблизительно в равных количествах эфир  $\alpha$ -метилтетрафторпропионовой кислоты (V) и эфир  $\alpha$ -метилтетрафторпропионовой кислоты (VI):



Эфир (VI) идентичен (ГЖХ, ЯМР  $F^{19}$ ) продукту, полученному из аддукта (Iи) и йодистого метила с последующей обработкой метанолом [4].



Таким образом, кислотность фторсодержащих СН-кислот понижается в ряду



Академия наук СССР  
Институт элементоорганических  
соединений

Академия наук Грузинской ССР  
Институт физической и  
органической химии  
им. П. Г. Меликишвили

(Поступило 18.2.1972)

ორგანული ქიმია

მ. ურუშადე, პ. ოკულევიჩი, მ. ბარგამოვა, ლ. როზოვი, ე. როხლინი, ი. ჩებურკოვი,  
აკად. ი. კნუნიაწცი

მიმოცვლითი პროცესები მეზომერული ფტორკარბანიონების  
მონაწილეობით

რეზიუმე

ადუქტების  $[\text{CF}_3\text{CX}\equiv\text{CY}\equiv\text{O}]^{\ominus}\text{RNR}_3^{\oplus}$  ბირთვული მაგნიტური რეზონანსის ( $\text{F}^{19}$ ) სპექტრების თავისებურებები ახსნილია პროტონული მიმოცვლის რეაქციებით. ფტორშემცველი  $\text{CH-}$  ჯეგების მეფიანობის შესუსტება ხდება შემდეგი მიმდევრობით:



ORGANIC CHEMISTRY

M. V. URUSHADZE, P. O. OKULEVICH, M. D. BARGAMOVA, L. A. ROZOV,  
E. M. ROKHLIN, Yu. A. CHEBURKOV, I. L. KNUNYANTS

EXCHANGE PROCESSES INVOLVING MESOMERIC  
FLUOROCARBANIONS

Summary

The peculiarities of NMR  $\text{F}^{19}$  spectra of the  $[\text{CF}_3\text{CX}\equiv\text{CY}\equiv\text{O}]^{\ominus}\text{RNR}_3^{\oplus}$  adducts are accounted for by proton exchange reactions. The acidity of fluoro-containing carbon acids drops in the sequence:



ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. Л. Кнунянц, Е. М. Рохлин, Ю. А. Чебурков. ЖВХО им. Менделеева, 15, 15, 1970.
2. Ю. А. Чебурков. Фторкетены. Автореферат, М., 1967.
3. С. Т. Кочарян, Е. М. Рохлин, И. Л. Кнунянц. Изв. АН СССР, сер. хим., 1968, 846.
4. И. Л. Кнунянц, М. В. Урушадзе, В. А. Лившиц, Е. Г. Абдуганиев, Е. М. Рохлин, Ю. А. Чебурков. Изв. АН СССР, сер. хим., 1971, 54.
5. Ю. А. Чебурков, М. Д. Баргамова, И. Л. Кнунянц. Изв. АН СССР, сер. хим., 1964, 367.



ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

А. И. НОГАЙДЕЛИ, Д. Ш. АХОБАДЗЕ, Л. М. ХАНАНАШВИЛИ,  
Г. Г. ДЖИБГАШВИЛИ

СИНТЕЗ НЕКОТОРЫХ СИЛИЛИРОВАННЫХ ЛАКТАМОВ

(Представлено членом-корреспондентом Академии И. М. Гвердцители 24.3.1972)

Взаимодействием различных органохлорсиланов с  $\epsilon$ -капролактамом и  $\gamma$ -пирролидоном были синтезированы соответственно N-метилэтилвинилсилил- $\epsilon$ -капролактама (II), диэтилсилил-бис- $\epsilon$ -капролактама (V), N-триэтилсилил- $\gamma$ -пирролидон (VII), диметилсилил-бис- $\gamma$ -пирролидон (XII), диэтилсилил-бис- $\gamma$ -пирролидон (XIII). Реакция протекает на описанной ранее схеме [1, 2]. Полученные продукты — вязкие бесцветные растворимые вещества. Лишь V и XII — легкоплавкие белые кристаллы, легко переходящие в жидкое состояние. Выход 45%. Синтез всегда сопровождается образованием нерастворимых полимеров. Кроме того, исследовались реакции гидриддиалкилхлорсиланов и гидридакхлорсиланов с  $\epsilon$ -капролактамом и  $\gamma$ -пирролидоном. Синтезированные соединения I и II — вязкие бесцветные вещества. Соединения VI и I темнеют при хранении и принимают зеленую окраску. Все синтезированные вещества гидролизуются влагой воздуха.

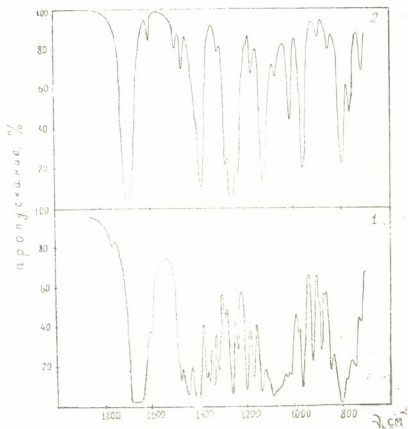


Рис. 1. ИК-спектры метилэтилвинилсилил- $\epsilon$ -капролактама (1) и метилвинилсилил-бис- $\gamma$ -пирролидона (2)

Строение всех полученных соединений подтверждено элементарным анализом и ИК-спектрами. В соединениях обнаруживается сильная по-





лоса поглощения, соответствующая валентным колебаниям карбонильной группы. Однако, если в спектрах силиллактамов карбонильная полоса лежит в области  $1650 \text{ см}^{-1}$  в спектрах силилпирролидонов она смещена в сторону более высоких частот —  $1700 \text{ см}^{-1}$  [3]. В спектрах всех соединений наблюдается также полоса поглощения, обусловленная колебаниями Si—N-связи при  $968 \text{ см}^{-1}$ . Нужно отметить, что точное значение частоты колебаний Si—N-связи в исследованных соединениях не зависит от природы заместителей, стоящих у атома кремния. Характерное для двойной связи поглощение в спектрах соединений II, VIII, XII проявляется или в виде плеча у более интенсивной карбонильной полосы при  $1600 \text{ см}^{-1}$  в случае силилкапролактамов, или в виде четко выраженной полосы в случае силилпирролидонов. В спектрах соединений, в которых имеется метильная группа, непосредственно связанная с атомом кремния, наблюдается поглощение при  $1260 \text{ см}^{-1}$ . В спектрах продуктов взаимодействия гидриддиалкилхлорсиланов и гидридалкилдихлорсиланов с  $\epsilon$ -капролактамом и  $\gamma$ -пирролидоном обнаруживается интенсивная полоса поглощения в области  $2100\text{—}2200 \text{ см}^{-1}$ , обусловленная валентными колебаниями Si—H-группы.

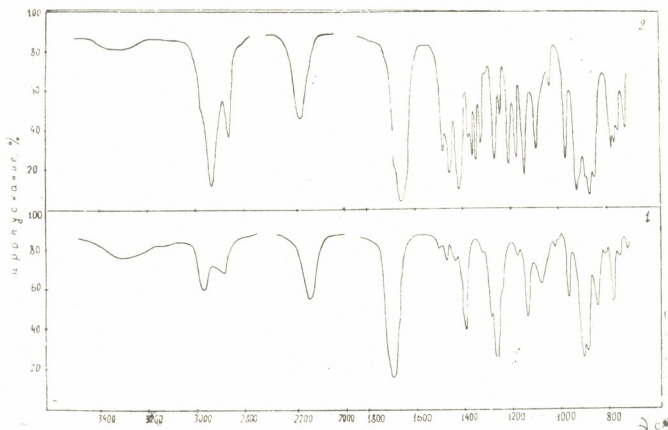


Рис. 2. ИК-спектры диметилсилил- $\alpha$ -пирролидона (1) и метилсилил-бис- $\epsilon$ -капролактама (2)

Следует отметить, что положение пика поглощения значительно зависит от природы заместителей при атоме кремния. Если в спектре соединения IV максимум полосы лежит при  $2150 \text{ см}^{-1}$ , то в спектре соединения I он смещен в сторону меньших частот на  $25 \text{ см}^{-1}$ . Увеличение размера цикла при атоме кремния вызывает понижение частоты колебаний Si—H-группы. Замена одной алкильной группы на лактамный или пирролидоновый цикл вызывает заметное увеличение частоты, в некоторых случаях достигающее  $50 \text{ см}^{-1}$ .



1. Синтез N-метилэтилвинилсилил-ε-капролактама и N-метилэтилвинил-γ-пирролидона. В трехгорлую колбу, снабженную обратным холодильником, мешалкой, капельной воронкой и трубкой для продувки азота, загружено, 11,3 г ε-капролактама, 10,1 г триэтиламина и 80 мл абс. серного эфира. При температуре 40—45° в течение 1 часа добавлено 13,45 г метилэтилвинилхлорсилана в 50 мл серного эфира. Соответствующей обработкой и разгонкой в вакууме выделен N-метилэтилвинилсилил-ε-капролактама с темп. кип. 195—197° (2 мм);  $n_D^{20} = 1,4583$ ;  $d_4^{20} = 1,1345$ . Найдено, %: С 62,87; Si 13,45; N 7,15; H 10,05. Вычислено, %: С 62,56; Si 13,26; N 6,65; H 9,95. Аналогично получен N-метилэтилвинил-γ-пирролидон с темп. кип. 175—176° (2 мм);  $n_D^{20} = 1,5007$ ;  $d_4^{20} = 0,9980$ . Найдено, %: С 54,13; Si 14,32; N 7,96; H 8,50. Вычислено, %: С 54,27; Si 14,07; N 7,03; H 8,54.

2. Синтез диэтилсилил-бис-ε-капролактама и диэтилсилил-бис-γ-пирролидона. Методика синтеза аналогична предыдущей. К смеси 45,2 г ε-капролактама и 40,5 триэтиламина добавлен эфирный раствор 31,4 г диэтилдихлорсилана. Выделены белые легкоплавкие кристаллы диэтилсилил-бис-ε-капролактама с темп. кип. 190—191° (2 мм);  $n_D^{20} = 1,4583$ ;  $d_4^{20} = 1,1344$ . Найдено, %: С 61,22; Si 8,55; N 9,90. Вычислено, %: С 61,95; Si 0,65; N 9,03; H 9,0. Аналогично получен диэтилсилил-бис-γ-пирролидон (XIII) с темп. кип. 204—205° (4 мм);  $n_D^{20} = 1,4840$ ;  $d_4^{20} = 1,1322$ . Найдено, %: С 57,40; Si 11,51; N 6,91; H 6,26. Вычислено, %: С 58,06; Si 11,29; N 6,64; H 6,45.

3. Синтез N-диметилсилил-ε-капролактама и N-диметилсилил-γ-пирролидона. К эфирной смеси 18,02 г 2-капролактама и 16 г триэтиламина добавлен эфирный раствор 15 г диметилдихлорсилана. Выделен N-диметил-ε-капролактама с темп. кип. 80—82° (2 мм);  $n_D^{20} = 1,4700$ ;  $d_4^{20} = 0,9405$ ; % H/Si—H/найд = 0,506; % H/Si—H/выч = 0,58. Найдено, %: С 56,97; Si 16,77; N 8,00; H 9,10. Вычислено, %: С 56,14; Si 16,37; N 8,14; H 9,95. Аналогично получен диметилсилил-γ-пирролидон с темп. кип. 50—52° (1 мм)  $n_D^{20} = 1,4650$ ; % H/Si—H/найд = 0,62; % H/Si—H/выч = 0,58. Найдено, %: С 50,72; Si 19,84; N 9,15; H 8,91. Вычислено, %: С 50,0; Si 19,37; N 9,66; H 8,33.

4. Синтез метилсилил-бис-ε-капролактама и метилсилил-бис-γ-пирролидона. К эфирной смеси 30 г капролактама и 27 г триэтиламина добавлен эфирный раствор 15 г метилдихлорсилана. Выделено вязкое вещество метилсилил-бис-ε-капролактама с темп. кип. 155—157° (3 мм);  $n_D^{20} = 1,5040$ ; % H/Si—H/найд = 0,30; % H/Si—H/выч = 0,37;  $d_4^{20} = 1,2064$ . Найдено, %: С 58,75; Si 10,12; N 11,04; H 9,25. Вычислено, %: С 58,20; Si 10,44; N 10,44; H 8,91. Аналогично получен метилсилил-бис-пирролидон с темп. кип. 145—146° (2 мм);  $n_D^{20} = 1,4949$ ;  $d_4^{20} = 1,0867$ ; % H/Si | H/найд = 0,47; % H/Si—H/выч = 0,42. Найдено, %: С 46,19; Si 13,70; N 13,20; H 7,54. Вычислено, %: С 46,27; Si 13,20; H 7,54.

5. Синтез этилсилил-бис-ε-капролактама и этилсилил-бис-γ-пирролидона. К эфирной смеси 20 г ε-капролактама и 17,61 г триэтиламина прилит эфирный раствор 11,41 г этилдихлорсилана. Получен этил-



силил-бис- $\epsilon$ -капролактам с темп. кип.  $170-171^\circ$  (3 мм);  $n_D^{20} = 1,5040$ ;  $d_4^{20} = 1,2207$ ; % H/Si—H/ $_{\text{найд}} = 0,30$ ; % H/Si—H/ $_{\text{выч}} = 0,35$ . Найдено, %: C 60,0; Si 10,16; N 9,80; H 10,02. Вычислено, %: C 59,57; Si 9,92; N 9,22; H 9,21. Аналогично получен этилсилил-бис- $\gamma$ -пирролидон с темп. кип.  $155-156^\circ$  (3 мм);  $n_D^{20} = 1,4929$ ; % H/Si—H/ $_{\text{найд}} = 0,45$ ; % H/Si—H/ $_{\text{выч}} = 0,39$ ;  $d_4^{20} = 1,1192$ . Найдено, %: C 54,65; Si 12,36; N 12,92; H 7,71. Вычислено, %: C 54,05; Si 12,61; N 12,61; H 7,29.

6. Синтез триэтилсилил- $\gamma$ -пирролидона. К эфирной смеси 15 г  $\gamma$ -пирролидона и 19,9 г триэтиламина добавлен эфирный раствор 8,67 г триэтилхлорсилана. Выделен N-триэтилсилил- $\gamma$ -пирролидон с темп. кип.  $69-71^\circ$ ;  $n_D^{20} = 1,4724$ ;  $d_4^{20} = 0,9980$ . Найдено, %: C 60,75; Si 14,28; N 7,66; H 10,13. Вычислено, %: C 60,30; Si 14,07; N 7,03; H 10,55.

7. Синтез диметилсилил- $\gamma$ -пирролидона. К эфирной смеси 15 г  $\gamma$ -пирролидона и 19,9 г триэтиламина добавлено 7,84 г диметилдихлорсилана. Выделен диметилсилил-бис- $\gamma$ -пирролидон с темп. кип.  $200-201^\circ$  (5 мм);  $n_D^{20} = 1,5009$ ;  $d_4^{20} = 1,0039$ . Найдено, %: C 62,87; Si 13,45; N 7,15; H 10,05. Вычислено, %: C 62,56; Si 13,26; N 6,63; H 9,95.

8. Синтез метилвинилсилил-бис- $\gamma$ -пирролидона. К эфирной смеси 34 г  $\gamma$ -пирролидона и 40,5 г триэтиламина добавлен эфирный раствор 28,2 г метилвинилдихлорсилана. Выделен метилвинилсилил-бис- $\gamma$ -пирролидон с темп. кип.  $171-172^\circ$  (4 мм);  $n_D^{20} = 1,4909$ ;  $d_4^{20} = 1,1267$ . Найдено, %: C 55,67; Si 11,95; N 11,12; H 8,03. Вычислено, %: C 55,46; Si 11,76; N 11,76; H 7,56.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 24.3.1972)

ორგანული ქიმია

ა. ნოგაიდელი, დ. ახობაძე, ლ. ხანანაშვილი, გ. ჯიბაშვილი

ზოგირითი სილილირებული ლაქტამების სინთეზი

რეზიუმე

შესწავლილია  $\epsilon$ -კაპროლაქტამისა და  $\alpha$ -პიროლიდონის ურთიერთმოქმედების რეაქციები სხვადასხვა ორგანოქლოროსილანებთან და ჰიდრიდ-ორგანოქლოროსილანებთან.

ORGANIC CHEMISTRY

A. I. NOGAIDELI, D. Sh. AKHOBADZE, L. M. KHANANASHVILI,  
G. G. JIBGASHVILI

## THE SYNTHESIS OF SOME SILYLIZED LACTAMS

### Summary

The reactions of  $\epsilon$ -caprolactam and  $\alpha$ -pyrrolidone with various organochlorosilanes and hydroorganochlorosilanes have been studied.

### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. К. А. Андрианов, А. И. Ногайдели, Л. М. Хананашвили, Д. Ш. Ахобадзе, Р. Ш. Ткешелашвили. Изв. АН СССР; сер. хим., № 5, 1970, 1157.
2. К. А. Андрианов, А. И. Ногайдели, Л. М. Хананашвили, Д. Ш. Ахобадзе, Ц. Н. Вардосанидзе. Сообщения АН ГССР, 63, № 3, 1971.
3. Л. Беллами. Инфракрасные спектры сложных молекул. М., 1963, 304.
4. D. W. Robinson. J. Am. Chem. Soc., 80, 1958, 592.

ა. ავალიანი, ლ. შულაია

## ალუმინ-სპილენძ-ბარიუმის სამმაგი შენადნობის მიღება ელემტროლიზით

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა რ. ავლაქემ 10.3.1972)

ზოგიერთი ქიმიურად აქტიური ლითონის სუფთა სახით მიღება ლობილთა ელექტროლიზის მეთოდითაც კი გაძნელებულია ან საერთოდ არ ხერხდება. ამ შემთხვევაში მიმართავენ მათს გამოყოფას სხვა გაძლვალის ლითონის კათოდზე. გამოლექილი ლითონი იხსნება თხევად კათოდში, რაც ამცირებს მისი იონების განმუხტვის თავისუფალ ენერგიას და ხელს უწყობს ელექტროქიმიურ დეპოლარიზაციას. საგრძნობლად ქვეითდება აგრეთვე გამოყოფილი ლითონის აქტივობა და ელექტროლიტში გახსნის უნარი [1].

თხევად კათოდად იყენებენ რომელიმე ადვილადღობად ინდივიდუალურ ლითონს — ტყვიას, თუთიას, კალას ან კადმიუმს. მაგრამ ელექტროლიზის პროცესი და მიღებული შენადნობების გადამუშავება ამა თუ იმ ტექნოლოგიურ სიძნელეებთან არის დაკავშირებული [2, 3].

აღნიშნულის გამო საინტერესოდ უნდა მივიჩნიოთ თხევად კათოდად არა ინდივიდუალური ლითონების, არამედ მათი ორ-, სამ- და მეტკომპონენტური შენადნობების გამოყენება. ეს საშუალებას მოგვცემდა ქიმიურად აქტიური ელემენტი გამოვვიღოთ ისეთ ლითონებთან კომბინაციაში (სპილენძი, ალუმინი, ნიკელი, ტიტანი, მანგანუმი, მაგნიუმი და სხვ.), რომელთა ცალკე გამოყენება ამ მიზნით პრაქტიკულად არ ხერხდება. ისახება ახალი ტექნიკისათვის საჭირო მრავალკომპონენტური შენადნობების უშუალოდ მიღების პერსპექტივები და სხვ.

ჩვენებულ ცდებში, კერძოდ, ერთ-ერთი ყველაზე უფრო აქტიური ტუტემიწა ლითონის — ბარიუმის გამოლექვის შესაძლებლობის გასარკვევად სპილენძ-ალუმინის (1:1) თხევად კათოდზე, რომელიც 590°-ზე ღლვება. ცალკე რომელიმე მათგანის — სპილენძის ან ალუმინის — გამოყენებას ამ მიზნით სასურველი შედეგი არ მოუტოვა.

პროცესი მიმდინარეობდა 500 მლ მოცულობის ალუნდის ჭიქაში. ცდის პარამეტრებს ვზომავდით 1% სიზუსტით.

ანოდური ელემენტის თავიდან აცილების მიზნით ელექტროლიტად ავიღეთ არა სუფთა ბარიუმქლორიდი, არამედ მისი ექვიმოლარული ნარევი კალიუმქლორიდთან. პროცესის დაწყებამდე გამლვალ ელექტროლიტში მოვათავსეთ სპილენძ-ალუმინის შენადნობი და წინასწარ გახურებული და ელექტროლიტით შესველებული ნახშირის ანოდი („რვ-1“).

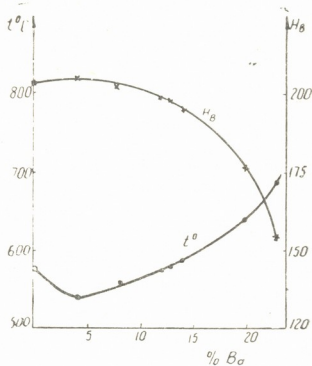
ცდის დამთავრების შემდეგ კათოდურ შენადნობს ევრივდით და ვაცივებდით ელექტროლიტის ფენის ქვეშ; ერთდროულად ვაწარმოებდით შენადნობის ვაცივების მრუდების საორიენტაციო ვადალებს. შენადნობისა და ელექტროლიტის შედგენილობას ვამოწმებდით ქიმიური ანალიზით (1).

დავადგინეთ, რომ ბარიუმის კონცენტრაციის გაზრდა საკმაოდ ამალვებს სამმაგი შენადნობის ღლობის ტემპერატურას (850°-მდე), სიმტკიცეს

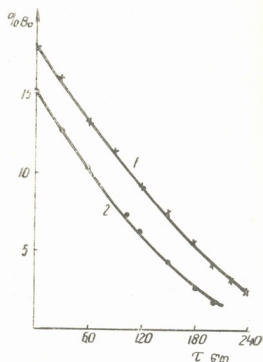


კი ამცირებს. ორივე მრუდის გადახრის წერტილი მკაფიოდ აღინიშნება ბარიუმის 4,1% შემცველობისას (ნახ. 1).

ცნობილია, რომ ბარიუმი ენერგიულად იხსნება თავისივე გამლდვალ მარილში [4,5]. შენადნობში მყოფი ბარიუმის ელექტროლიტში ხსნადობის ხარისხის დასადგენად ჩავატარეთ შესაბამისი ცდები (ნახ. 2). პირველი მიახ-



ნახ. 1. შენადნობის ტემპერატურისა ( $t^\circ$ ) და სიმტკიცის ( $H_B$ ) ცვლილება ბარიუმის შემცველობის მიხედვით



ნახ. 2. სხვადასხვა შედგენილობის მქონე შენადნობის კოროზია ელექტროლიტში დროის მიხედვით: 1—17,7% Ba; 2—15% Ba

ლოვებით შეიძლება ვივარაუდოთ, რომ კოროზიის სიჩქარე ბარიუმის შემცველობის პროპორციულია. მიმდინარე კონცენტრაციის ( $C$ ) დამოკიდებულება საწყისი კონცენტრაციისაგან ( $C_0$ ) ექსპონენციალური ხასიათისაა:

$$C = C_0 e^{-kt}, \quad (1)$$

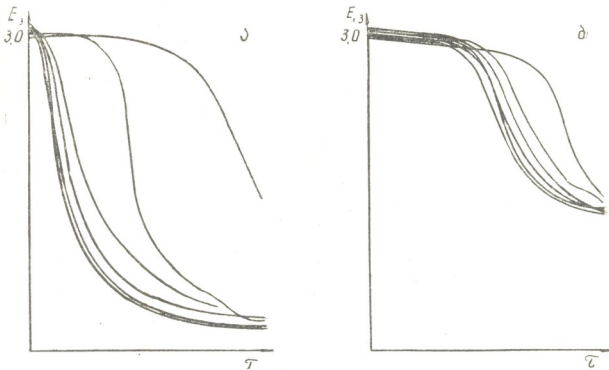
სადაც  $t$  არის დრო, ხოლო  $k$ —კოეფიციენტი, რომლის სიდიდე საორიენტაციოდ 0,2—0,4 სთ<sup>-1</sup> ფარგლებშია.

ცდების მონაცემების ანალიზი ადასტურებს, რომ დენით გამოსავალი მაღალ მნიშვნელობას აღწევს იმ შემთხვევაში, როდესაც ბარიუმის გამოყოფის სიჩქარე არ აღემატება ძისი დიფუზიის სიჩქარეს ელექტროლიტისა და ელექტროდის გამყოფი ზედაპირიდან შენადნობის სიღრმეში. ამიტომ არის, რომ პროცესის ერთნაირი ხანგრძლივობისას (2 სა) დენით გამოსავლის მაღალი მნიშვნელობა კათოდური დენის დაბალი სიმკვრივის დროს აღინიშნება. ელექტროდის ერთი და იგივე რაოდენობის (~15 ა-სთ) გატარების დროს კი კათოდური დენის სიმკვრივის მატება გარკვეულ ზღვრამდე (0,5 ა/სმ<sup>2</sup>) ზრდის დენით გამოსავალს, რაც შეიძლება აიხსნას მეორე წევრის შემცირებით ფორმულაში:

$$\eta = 1 - \frac{q_p}{q_0}, \quad (2)$$

სადაც  $q_p$  ელექტროლიტში გახსნილი ლითონის რაოდენობაა,  $q_0$ —გამოლექილი ლითონის რაოდენობა.

დენის სიმკვრივის გადამეტების შემთხვევაში ( $>0,6$  ა/სმ<sup>2</sup>) კათოდის ზედაპირი იმდენად გაჭრდება ბარიუმით, რომ მკვეთრად იზრდება მისი ელექტროლიტში გახსნის შესაძლებლობა. ეს ამცირებს დენით გამოსავალს.



ნახ. 3. უკუ-ე. მ. ძ. დაცემა დროის მიხედვით: ა) კათოდური დენის მაღალი ( $0,5$  ა/სმ<sup>2</sup>) სიმკვრივის დროს; ბ) კათოდური დენის დაბალი ( $0,1$  ა/სმ<sup>2</sup>) სიმკვრივის დროს

ელექტროლიზის პროცესში ვზომავდით უკუ-ე.მ.ძ. (ნახ. 3). პოტენციალის დაცემის სიჩქარის გაზრდა პოლარიზაციის დენის ძალის გამორთვის შემდეგ ( $\tau = 1$  წთ) უნდა მიეწეროს კათოდური პროდუქტებისა და ანოდზე აღსორბირებული ქლორის ურთიერთქმედებას. საწყის მომენტში ბარიუმის ზედაპირული კონცენტრაცია უმნიშვნელოა. ამ დროს სუბჰლორიდის შემცველობა ელექტროლიტში და ანოდის პოტენციალის ცვლილება მთლიანად განისაზღვრება ანოდის ზედაპირიდან ქლორის დესორბციით. პროცესის მიმდინარეობის შედეგად სუბჰლორიდის კონცენტრაცია ელექტროლიტში მატულობს; აღწევნ რა ანოდის არეში, ეს პროდუქტები იწვევენ მის მნიშვნელოვან დეპოლარიზაციას.

დეპოლარიზატორის კონცენტრაციის გაზრდა დროისაგან დამოკიდებულებით დენის სიმკვრივის პროპორციულია. ამიტომ უკუ-ე. მ. ძ. დაცემა დროის მიხედვით კათოდური დენის მაღალი სიმკვრივის დროს უფრო სწრაფად ხდება (ნახ. 3, ა) ვიდრე დაბალი სიმკვრივისას (ნახ. 3, ბ).

ცდებით დადგენილია აგრეთვე ანოდური პოტენციალისა და აბაზანის უკუ-ე. მ. ძ. ცვლილების იდენტურობა მაპოლარიზებელი დენის გამორთვის შემდეგ.

კათოდისა და ანოდის პოტენციალს ვზომავდით ქლორის შედარების ელექტროდის მიმართ.

ჩატარებული კვლევის შედეგად დავადგინეთ, რომ ალუმინ-სპილენძბარიუმის სამმაგი შენადნობის მიღება შესაძლებელია დენის 80%-მდე გამოსავლით.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

აბარგანული ქიმიისა და ელექტროქიმიის ინსტიტუტი



А. Ш. АВАЛИАНИ, Л. Н. ШУЛАЯ

 ПОЛУЧЕНИЕ ТРОЙНОГО СПЛАВА АЛЮМИНИЙ-МЕДЬ-БАРИЙ  
 ЭЛЕКТРОЛИЗОМ

## Резюме

Выделение ряда химически активных металлов практикуется на жидком катоде из какого-либо легкоплавкого металла. Определенный интерес должно представлять использование с данной целью не индивидуальных металлов, а двойных и тройных сплавов. Это намного расширяет число металлов (сплавов), могущих быть использованными в качестве жидких катодов, открывается путь к выделению методом электролиза химически активных элементов в комбинации с такими металлами (медь алюминий, никель, титан, марганец, магний и др.), применение которых в качестве жидкого катода до этого не было практически целесообразным. Намечается возможность непосредственного получения лигатур и композиций с металлами, являющимися основой сплавов, необходимых для новой техники.

Нами исследуются возможности и условия выделения одного из наиболее активных щелочноземельных металлов — бария на жидком катоде из сплава алюминий-медь (применение какого-либо из них в отдельности не дает желаемых результатов). Показано, что тройные сплавы с содержанием бария до 22% можно получить с приемлемыми показателями.

Электролит — эквимоллярная смесь хлоридов бария и калия. Температура процесса 850°. Плотность тока катодная 0,3—0,5 а/см<sup>2</sup>, анодная 0,1 а/см<sup>2</sup> (анод из угля РВ-1), величина выхода по току до 80%. Течение процесса во многом определяется анодными процессами.

ELECTROCHEMISTRY

A. Sh. AVALIANI, L. N. SHULAIYA

 ELECTROLYTIC PRODUCTION OF THE Al—Cu—Ba TERNARY  
 ALLOY

## Summary

Use of two, three and many components alloys is recommended as liquid cathodes instead of separate highly fusible metals (Pb, Zn, Sn, Cd) for the obtainment of chemically active metals at them. In the present article the feasibility and conditions of separation of Ba—one of the most active alkaline-earth metals—at a liquid cathode formed of an Al—Cu alloy have been investigated (use of either of these metals separately does not yield satisfactory results).

It is shown that electrolysis proceeds fairly steadily that and up to 22% of ternary alloys can be obtained with satisfactory parameters.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Ю. В. Баймакова, М. М. Ветюков. Электролиз расплавленных солей, М., 1966.
2. Р. И. Агладзе, А. Ш. Авалиани. Труды ГПИ им. В. И. Ленина, 1, 1931, 147.
3. ა. ავალიანი. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ლიტონისა და სამთო საქმის ინსტიტუტის შრომები, 2, 1956, 183.
4. Е. А. Укше, Н. Г. Букин. Успехи химии, 30, 1961, 243.
5. H. Schaffer, A. Nicolas. Z. Anorg. Chem., 64, 1932, 611.



М. М. МУДЖИРИ, В. Ю. ВАЧНАДЗЕ, К. С. МУДЖИРИ

СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ АЛКАЛОИДА АКУАММИНА В БАРВИНКЕ ТРАВЯНИСТОМ

(Представлено академиком В. С. Асатиани 10.3.1972)

Ранее мы сообщали о выделении и физико-химических свойствах алкалоида акуаммина [1, 2]. Указанный алкалоид согласно фармакологическим исследованиям перспективен в качестве средства, понижающего кровяное давление, и как антагонист серотонина.

В настоящей работе мы предлагаем спектрофотометрический метод количественного определения акуаммина в сумме алкалоидов с предварительным разделением в тонком слое на адсорбенте кизельгеле Н в системе хлороформ-этанол (10:1) — I направление и этилацетат-этанол (3:1)—II направление.

Таблица 1

Взято, мг/мл	Найдено, мг/мл	$\bar{x}$	$A_{отн}$	$A_{ср}$	$\bar{x}$	$\bar{x}$	$\epsilon_a$	$S^2$
0,024	0,0229	0,0225	-1,43	-1,50	3,225	1,345	3,41	10,4
	0,0227		-1,50					
	0,0219		-1,56					
	0,0226		-1,51					
	0,0224		-1,52					
	0,0227		-1,50					
0,036	0,0340	0,0343	-1,84	-1,78	6,083	2,480	6,3736	37
	0,0354		-1,80					
	0,0339		-1,88					
	0,0352		-1,52					
	0,0334		-1,90					
	0,0341		-1,87					
0,048	0,0460	0,0459	-1,52	-1,59	6,986	2,849	7,1219	48,8
	0,0453		-1,57					
	0,0469		-1,54					
	0,0458		-1,55					
	0,0468		-1,52					
	0,0447		-1,59					
0,06	0,0585	0,0576	-1,77	-1,76	9,798	4	10,28	96
	0,0570		-1,74					
	0,0591		-1,80					
	0,0560		-1,83					
	0,0582		-1,76					
	0,0572		-1,79					

Примечание:  $\bar{x}$ —среднее от найденного;  $A_{отн}$ —относительная погрешность отдельного результата;  $A_{ср}$ —относительная погрешность среднего результата;  $S_x$ —стандартное отклонение отдельного результата;  $S_{\bar{x}}$ —стандартное отклонение среднего результата;  $\epsilon_a$ —точность определения среднего результата;  $S^2$ —дисперсия.



Известно, что алкалоид акуаммин дает характерное окрашивание с реактивом 1% раствора церий-аммония серноокислого в 85% фосфорной кислоте [3]. УФ-спектр этого соединения в растворе 5% серной кислоты показывает максимум поглощения при длине волны 470 нм. Последний был выбран нами для замеров результатов количественных определений.

В области рабочих концентраций поглощение серноокислого раствора акуаммина с реактивом подчиняется закону Бугера — Ламберта—Бера [4].

Для определения полноты элюирования акуаммина с кизельгеля Н были поставлены опыты (в шестикратной повторности) по предварительному хроматографированию и последующему количественному определению алкалоида. Для объективной оценки все результаты анализа были статистически обработаны [5, 6]. В табл. 1 приведены результаты количественного определения чистого раствора акуаммина с реактивом 1% раствора церий-аммония серноокислого при длине волны 470 нм и толщине слоя 1 см.

Из табл. 1 видно, что относительная ошибка одного определения находится в интервале 1,43—1,90 и всегда имеет отрицательное значение, что связано с неполным элюированием вещества с адсорбента (кизельгель Н). Средняя ошибка из шести определений для четырех образцов находится в достаточно узких пределах (1,50—1,78). Это позволяет ввести в формулу расчета поправочный коэффициент 1,08.

Для определения точности метода были проведены опыты с добавками чистого акуаммина к экстрактору барвинка травянистого (табл. 2) с последующим хроматографированием и количественным определением его. Опыты показали, что средняя относительная ошибка из трех определений не превышает 2,17% (см. табл. 2).

Таблица 2

Добавлено, мг/мл	Должно быть, мг/мл	Найдено, мг/мл	$\bar{x}$	$A_{отн}$	$A_{ср}$	$S_x$	$S_{\bar{x}}$	$\epsilon_\alpha$	$S^2$
0,012	0,025 0,037	0,0364	0,0360	-2,11	-2,14	3,162	1,817	7,793	10
		0,0358		-2,17					
		0,0362		-2,15					
0,018	0,043	0,0418	0,0421	-2,09	-2,07	3,536	2,04	8,772	12,5
		0,0421		-2,08					
		0,0425		-2,06					
0,033	0,058	0,0561	0,0564	-1,13	-1,12	2,550	1,473	6,334	6,5
		0,0556		-1,11					

Таким образом, была установлена полная возможность применения предлагаемого нами спектрофотометрического метода для количественного определения алкалоида акуаммина.

Пропись метода выглядит следующим образом. 0,01 г суммы алкалоидов барвинка травянистого растворяли в 10 мл хлороформа и при помощи микропипетки наносили на пластинку с адсорбентом кизельгелем Н 0,01 мл раствора. После хроматографирования в системе этилацетат-этанол (3:1) — I направление и хлороформ-этанол (10:1) — II направление пластинку опрыскивали реактивом 1% раствора церий-аммония серноокислого в 85% фосфорной кислоте. Участок кизельгеля Н, на котором проявлялось оранжевое пятно алкалоида акуаммина, перено-



сили в колбу и элюировали 4 мл 5% раствора серной кислоты. Кислые элюаты отфильтровали, первые 1,5 мл отбрасывали, из остального объема брали 1 мл и прибавляли 2 мл реактива. Оптическую плотность раствора замеряли на приборе СФ-4А при длине волны 470 нм на фоне элюата равного количества кизельгеля Н с той же пластинки, полученного аналогичным образом с добавлением 2 мл реактива.

Количественное содержание акуаммина рассчитывали по формуле

$$X = \frac{K \cdot V_1 \cdot V_3 \cdot D_{470}}{V_2 \cdot P \cdot (D_{1\text{см}}^{1\%})_{470}},$$

где  $V_1$ —объем экстракта;  $V_2$ —объем экстракта, нанесенного на хроматограмму;  $V_3$ —объем элюата;  $K$ —поправочный коэффициент 1,08;  $P$ —навеска сырья, г.

Академия наук Грузинской ССР

Институт фармакохимии

им. И. Г. Кутателадзе

(Поступило 10.3.1972)

შარბაკობიძე

მ. მუჯირი, ვ. ვაჩნაძე, ჯ. მუჯირი

ალკალოიდ აკუამინის სპექტროფოტომეტრული განსაზღვრა  
ბალახოვან გველის სუროდან

რ ე ზ ი მ ე

ბალახოვან გველის სუროდან ალკალოიდ აკუამინისათვის დავამუშავეთ როდენობითი განსაზღვრის ახალი სპექტროფოტომეტრული მეთოდი.

PHARMACEUTICAL CHEMISTRY

M. M. MUJIRI, V. Yu. VACHNADZE, K. S. MUJIRI

SPECTROPHOTO DETERMINATION OF THE ALKALOID ACUAMMINE  
IN THE PERIWINKLE, *VINCA HERBACEA*

Summary

A new spectrophotometric method of quantitative determination of the alkaloid acuummine in the periwinkle, *Vinca herbacea* has been developed.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. Ю. Вацнадзе и др. Сообщения АН ГССР, 5й, № 1, 1969.
2. В. С. Асатиани и др. Сообщения АН ГССР, 64, № 2, 1971.
3. N. R. Farnsworth, R. N. Bromster et al. Lloydia, vol. 27, № 4, 302.
4. А. К. Бабко, А. Т. Филипенко, Общие сведения и аппаратура. М., 1968.
5. Дж. У. Снедекор. Статистические методы в применении к исследованиям в сельском хозяйстве и биологии. М., 1961.
6. Государственная фармакопея СССР, 1968.



Л. И. МАРУАШВИЛИ

## ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ МАРШРУТНОЙ СХЕМЫ В «ВЕПХИСТКАОСАНИ» РУСТАВЕЛИ

(Представлено академиком Ф. Ф. Давитая 8.9.1971)

Можно считать установленным, что действие поэмы Шота Руставели — «Вепхисткаосани» («Витязь в тигровой шкуре» [1]) развернуто на обширной территории, расположенной вокруг Индийского океана, и что автор поэмы стремился придать перемещениям своих героев правдивый, убедительный характер [2]. Анализируя маршруты этих перемещений в свете современных и средневековых географических знаний, мы обнаруживаем стройную систему-схему маршрутов, основанную на учете физико-географических условий и возможностей человеческого и конского организмов, а также парусных судов.

Маршруты путешествий героев поэмы охарактеризованы в ней следующими показателями:

1. Для всех маршрутов указаны способ передвижения и направление, определяемое начальным и завершающим пунктами маршрута, а в одном случае (стр. 947) (1 — ориентацией в отношении стран света.

2. Для части маршрутов отмечены календарные даты их прохождения (стр. 1124, 1328, 936).

3. Для некоторых маршрутов указана длительность их прохождения (стр. 194, 671, 969, 973, 1028, 1433).

4. Некоторые маршруты охарактеризованы с точки зрения погодных условий (стр. 860, 1037, 1060, 1329).

Герои пользовались двумя способами передвижения: а) верхом на коне (по суше) и б) на кораблях и лодках (по морю). Выясняется, что продолжительность передвижения указывается исключительно для сухопутных маршрутов, а календарные сроки и погода — для маршрутов плаваний.

Наличие указаний о сроках сухопутных переходов при отсутствии аналогичных сведений для морских плаваний должно быть объяснено тем, что срокам прохождения маршрутов придавалось Руставели практическое-познавательное значение. Длина дневного переезда каравана и всадника часто фигурировала, хотя и с известными колебаниями, в средневековой литературе арабов и других народов и служила мерилom протяженности сухопутных маршрутов. На море и в особенности в Индийском океане дело обстояло иначе, все зависело от ветров и морских течений, которые и теперь нарушают расписания судов, а в средние века определяли скорость и в значительной степени курс парусных кораблей и лодок. Поэтому обозначение сроков плаваний не могло иметь вышеуказанного значения.

Сведения о календарных датах и погодных условиях имеют в поэме особый смысл. Они отсутствуют по всем сухопутным передвижениям

(1) Стр. — строфа, ст. — страница. Строфы всюду по [1].





героев в Азии, а частью и в Африканско-Мадагаскарской области (охоты царей Ростевана и Парсадана, поход Тариэла в Хатай, поиски Тариэла Автандилом, шествие морского царя из Гуланшаро в Каджети, совместные военные действия Тариэла и Фридона и пр.) и тесно связаны с плаваниями кораблей и лодок по Индийскому океану. Уже это обстоятельство заставляет предположить специальное назначение указанных сведений в поэме. Более детальный анализ текста подтверждает это предположение.

Календарные сроки передвижения указываются в поэме трижды: 1) в стр. 1124 отмечено время прибытия парусной лодки с Нестан-Дареджан и двумя неграми в Гуланшаро — день мусульманского новогоднего праздника новруз (9 марта по старому стилю); 2) в стр. 1328 астрономическими и фенологическими признаками охарактеризовано преддверие лета северного полушария — май; оба эти указания прямо связаны с морскими плаваниями — в первом случае с плаванием от индийских берегов с попутным зимним муссоном [3, 4] сначала к Восточной Африке, а затем к Мадагаскару, а во втором случае с плаванием от северо-западного побережья Мадагаскара с попутным летним муссоном [3, 4], к Сомалийскому полуострову (протяженность первого маршрута 5300 км, а второго 2500 км; плавания по ним могли быть осуществлены в эпоху Руставели только при попутном устойчивом ветре, каким является муссон, и в таком случае заняли бы соответственно 7—8 и 3—4 суток); 3) в стр. 936 фенологическими и астрономическими намеками указывается месяц май; Смысл этого указания двоякий: а) оно объясняет, почему Автандил, отправляясь с Сомалийского полуострова на юг — сперва в Мулгазанзари (совр. Танзания), а затем к Мозамбикскому проливу, предпочел ехать по суше, а не плыть морем (муссон дул навстречу), и б) предопределяет (поскольку Автандил сроком своего возвращения к Тариэлу назначил ровно год), обратное путешествие Автандила морем. Следовательно, все три календарные даты связаны с муссонным режимом<sup>1</sup>.

Погода в поэме обозначена также трижды: 1) холодный ветер отмечается для окрестностей пещеры Тариэла, т. е. для Сомали (стр. 860), и это гармонирует с современными климатологическими данными по данной области [5], ст. 257); 2) дождь упоминается в мае для Сомалийского полуострова, (стр. 1329), что находится в согласии с фактом дождливости летнего муссона на побережьях Индийского океана [3], ст. 184); 3) хорошая погода, попутный ветер упоминаются для плавания в Мозамбикском проливе (стр. 1067, 1060), совершавшегося примерно в сентябре — в «сезон двух парусов», когда погодные условия определяют успех плавания.

Таким образом, маршруты героев «Вепхкисткавანი» осмыслены не только пространственно, но и хронологически, применительно к сезонным условиям навигации в Индийском океане, которые определяются муссонным режимом ветров и морских течений. Такое сложное построение маршрутной системы подразумевает одновременно использование географических карт и мореплавательского опыта многих поколений лодчанов. О совершенном знании Руставели карт Индийского океана и прилегающих к нему стран свидетельствуют как общая правильность и логичность схемы перемещений героев поэмы (последовательность прохождения стран и пунктов, сроков сухопутных путешествий), так и ошибка, допущенная поэтом в передаче направления омываемого Ин-

<sup>1</sup> Сочетание этих дат с текстом поэмы позволяет судить о календарных строках всех остальных передвижений героев по Африканско-Мадагаскарской области.

დრისკიმ ოკეანომ აფრიკანსკო ბერგა (ობოზნაჩენიე ნაპრავლენიე ჰ—В ვმესტო სსВ—ЮЮЗ), — ობოჯა ოშიბკა ვსეხ კარტ, უტვრდვიშაიყა სოსლე პტოლემეა ი სპრავლენიეა ლიშე ვ ეპოჰუ ველიკიხ გეოგრაფიკესკიხ ოტკრუთიეი [2]. ჰნაოკმოსტო რუსტაველი ს ოპიტომ მუსონიო კორაბლეოჰენიე დოკაჰვიყაიყა ჰოტა ბყ თემ, ჰო ავტანდილ, ვოზვრაჰაიყა ვ მაე ივ გულანშარო კ პეშერე ტარიელა, სპეციალნიო რაჰისკალ ი ვოსპოლზოვალყა პოპუტნიე კორაბელ, — ეტო ბესპორნიე უკაჰანიე ნა რეგულარნიე (კონეჩნი, ვ სრედნევეკოვომ სმყსლე) სუდოჰოდსტო, პოდდერჰივავიშეყა ბლადარა ჰნიე რეჰიმა ვეტროვ ი თეჩენიეი.

დღირენიე სუჰოპუტნიე პერემეჰენიე რუსტაველი ვყისლყალ, პოვიდნიომუ, დელენიემ ივმერენიომ პო კარტე რასტოჰანიე ნა დღირნი დნევნო პერეეჰდა ვსადნიკა ილი კარავანა, კოტორუი ონ ოპრედელყალ ველიჩინიე პორყდკა 50 კმ<sup>(1)</sup>. დოპუსტიყ, ჰო სროკი პროჰოდენიე მარშრუტოვ პოეტ პოლუჩილ ვ გოტოვომ ვიდე ივ ლიტერატურნიეხ ილი უსტნიეხ ისტოჩნიკოვ, ოსნოვყავაიყიყიხ ნა ოპყტე კარავანიოვ ილი ინიოვ სოობშენიე, ნევისმოსნი, პოსკოლყუ სპოშნიეხ დოროვ ვდოლყ უკაჰვიყაემყხ ვ პოემე სუჰოპუტნიეხ მარშრუტოვ (ნაპრიმერ, ვდოლყ 100-დნევნოვ ოტრეჰკა, პროჰოდყეშე პო აფრიკანსკომუ ბერგე) ნიკოგდა ნე სუშესტოვოლ, ი სლედოვატელნი, მარშრუტყ ეტი პრიდუმანი სამიმ რუსტაველი. ჰო კასაეყა მორსკიხ მარშრუტოვ, ბოლშინიესტო იხ სოვპადეყ ს რეალნიო სუშესტოვავიშნიე ტრასაში პარუსნიო სუდოჰოდსტა (ინდია—ზანზიბარ, მადაგასკარ—სომალი, მოზამბიკ — მადაგასკარ).

Академия наук Грузинской ССР

Институт географии  
им. Вахушти

(Поступило 9.9.1971)

ფიზიკური გეოგრაფია

ლ. მარშაშვილი

## მარშრუტული სჰემის აბეზის პრინციპები ვეფხისტყაოსანში

რეზიუმე

ვეფხისტყაოსნის გმირთა მოქმედება გაშლილია რეალურ გეოგრაფიულ სივრცეზე. ისინი მგზავრობენ სახმელეთო და საზღვაო მარშრუტებით, რომლებიც რთულ სისტემას ქმნიან. თბრობის დამაჯერებლობის მიზნით რუსთაველმა მარშრუტთა სქემა ააგო როგორც სივრცობრივი გააზრებით, ისე დროის ფაქტორის გათვალისწინებით (ზღვაოსნობის პირობების სეზონური ცვლებადობა). როგორც ჩანს, იგი ეყრდნობოდა მსოფლიოს იმდროინდელ აღმოსავლურ (არაბულ ან სპარსულ) რუკებს და საზღვაოსნო გამოცდილებას. საზღვაო მარშრუტები მეტწილად ემთხვევა საშუალო საუკუნეებში რეალურად არსებულ სანაოსნო ტრასებს, ხოლო სახმელეთო მარშრუტების უმრავლესობა თვით რუსთაველის მიერ არის რუკის შესაბამისად მოფიქრებული და გაზომილი.

(1) Близкую величину дневного переезда всадника принимали также некоторые другие средневековые авторы (например, ал-Идриси [6], стр. 290).

L. I. MARUASHVILI

 PRINCIPLES OF THE CONSTRUCTION OF ROUTES IN  
 RUSTAVELI'S POEM

## Summary

The scenes of action of the characters of the poem "The Knight in the Panther's Skin" are laid in real geographical space. Rustaveli's characters move by land and sea routes which form a complex system. To make his narration more truthful and cogent Rustaveli constructed a system of routes comprehended both spatially and temporally (consideration of seasonal changes of navigation conditions). Rustaveli apparently leaned upon oriental world maps of his time (Arabic or Persian) and on the age-long navigational experience of the peoples of the East. The sea routes in the poem mostly coincide with the medieval navigation lines, while the land routes were conceived by Rustaveli himself in accordance with maps.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. შოთა რუსთაველი. ვეფხისტყაოსანი. თბილისი, 1937.
2. Л. И. Маруашвили. Изв. АН СССР, сер. геогр., № 2, 1969.
3. К. Валло. Общая география морей. М.—Л., 1948.
4. Физико-географический атлас мира. М., 1964.
5. К. Ган. Африка. СПб, 1903, 1957.
6. И. Ю. Крачковский. Избр. соч., IV. М.—Л.

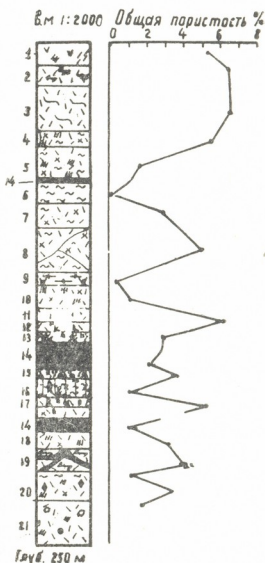
И. Г. МЕЛИКИДЗЕ, М. Т. ТКЕМАЛАДЗЕ

## ЗНАЧЕНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ВМЕЩАЮЩИХ ПОРОД В ЛОКАЛИЗАЦИИ ОРУДЕНЕНИЯ НА МАДНЕУЛЬСКОМ И ЦИТЕЛСОПЕЛЬСКОМ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. М. Заридзе 3.3.1972)

Анализ результатов исследования некоторых физических [1, 2] и физико-химических (М. Т. Ткемаладзе) параметров горных пород Маднеульского и Цителсопельского месторождений выявил контрастность и изменчивость физико-механической природы вмещающих медноколчеданное оруденение пород в зависимости от геологических условий.

Рис. 1. Изменение общей пористости по разрезу скважины восточного участка Маднеульского месторождения: 1—альбитофиры; 2—лито-витрокристаллокластические туфы; 3—лито-кристаллокластические туфы кварцевых альбитофиров; 4—окварцованные, оглиненные и частично хлоритизированные туфы; 5—глинисто-хлоритовые породы; 6—полностью оглиненный гидротермалит; 7—оглиненный, окварцованный туф; 8—сильно оглиненные и слабо окварцованные, трещиноватые туфы; 9—вторичные кварциты с ярозитом; 10—Хлоритизированные и окварцованные туфы; 11—гидрослюдисто-окварцованные туфы; 12—алунит-серицитизированные туфы с пиритизацией; 13—кварц-серицитовый гидротермалит с пиритом и халькопиритом; 14—промышленная медноколчеданная руда; 15—кристаллолитокластические туфопесчаники; 16—аргиллиты; 17—сильно окварцованные туфы; 18—хлоритизированные, окварцованные туфы; 19—литовитрокристаллические туфы с рудными прожилками; 20—хлоритизированные, окварцованные, трещиноватые туфы; 21—кварц-хлорит-серицитовые гидротермалиты с глобуливым строением



На рис. 1 изображено изменение общей пористости литологических разновидностей пород и гидротермалитов, образованных в результате поствулканических и сопутствующих оруденение гидротермальных процессов. Как видно, самую высокую пористость ( $5,34 \div 6,5$ ) имеют аль-





битофиры, лито-витрокластические туфы, лито-кристаллокластические туфы кварцевых альбитофиров и гидрослюдисто-окварцованные туфы, самую низкую ( $0,2 \div 1\%$ ) — сильно оглиненные гидротермалиты, аргиллиты и вторичные кварциты с ярозитом.

Почти аналогичная картина наблюдается вкрест основного медноколчеданного блока Маднеульского месторождения (рис. 2). Здесь во вторичных брекчиевидных кварцитах у свода антиклинали СЗ простирания и окварцованных туфах, наряду с высокими значениями модуля упругости, проявляется высокая пористость. Данное явление, отмеченное и Ю. А. Розановым [3], видимо, связано с последующим гидротермальным кварцем, одновременно повышающим упругость и пористость указанных пород.

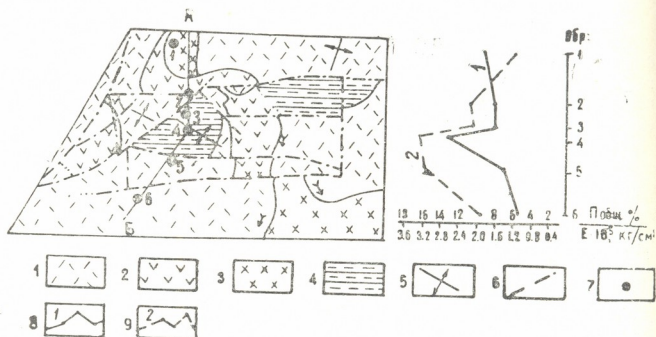


Рис. 2. Изменение общей пористости и модуля Юнга вкрест простирания основного рудного блока Маднеульского месторождения: 1—туфы; 2—альбитофиры; 3—кварцевые альбитофиры; 4—вторичные кварциты; 5—ось антиклинали; 6—рудоконтролирующие нарушения; 7—геологическая позиция образцов; 8—кривая общей пористости; 9—кривая модуля Юнга

Медноколчеданное оруденение прожилково-вкрапленного характера в большинстве случаев приурочено к граничным зонам пород с резко различной пористостью (рис. 1) и развито в сторону высокопористых пород. Однако на участках с высокими но не контрастными значениями пористости (обр. 1, 2, 3) оруденение отсутствует.

Таким образом, характер распределения литологических разностей и метасоматитов в пределах рудных блоков обусловил резкие колебания значений пористости, а последнее обстоятельство создало условия для перепадов в термодинамических состояниях рудоносных растворов и выпадания рудных минералов.

Сопоставляя графики изменения пористости и модуля упругости (рис. 2), отметим, что в пределах рудного блока между этими показателями выявляется прямая, а за пределами блока — обратная зависимость. При этом наибольшие значения модуля Юнга имеют вторичные кварциты и окварцованные туфы, которые более других склонны к хрупкому разрушению. Это подтверждается и большой трещиноватостью этих пород (плотность трещин —  $10 \div 15$  шт. на 1 пог. м).



Заметим, что в рудоносных толщах месторождений Маднеули и Цителсопели на границе вторичных кварцитов, кварцевых альбитофиров с малопругими породами часто развиты крутые или пологопадающие рудоконтролирующие разрывные структуры (рис. 2).

Следовательно, изменения в значениях модуля Юнга, видимо, сыграли определенную роль в локализации рудоподводящей и рудораспределяющей структуры и, стало быть, оруденения.

Медноколчеданные рудные тела чаще всего приурочены к вторичным кварцитам кварц-серпичитовой и кварц-серпичит-алунитовой фации. Указанные метасоматиты характеризуются средними значениями пористости ( $8,6 \div 9,20\%$ ) и модуля Юнга ( $2,1 \cdot 10^5 \div 2,36$  кГ/см<sup>2</sup>), низкими значениями коэффициента Пуассона ( $0,11 \div 0,14$ ) и прочности при сжатии ( $900 \div 1000$  кГ/см<sup>2</sup>), срезе ( $124 \div 154$  кГ/см<sup>2</sup>) и растяжении ( $54 \div 78$  кГ/см<sup>2</sup>), что обусловило относительно благоприятную роль этих пород в развитии рудолокализирующих структур и оруденения.

Кварцевые же альбитофиры имеют меньшую пористость ( $6,6\%$ ), модуль Юнга ( $3,64 \cdot 10^5$  кГ/см<sup>2</sup>) и самые высокие значения прочности при срезе ( $179$  кГ/см<sup>2</sup>), сжатии ( $1345$  кГ/см<sup>2</sup>) и растяжении ( $135$  кГ/см<sup>2</sup>) (1, 2). Поэтому при одинаковых нагрузках кварцевые альбитофиры деформируются гораздо меньше, чем другие породы. К тому же, являясь химически инертными для метасоматического рудогенеза, они экранируют рудные тела и рудные блоки по простиранию и падению.

Экранирующими являются также аргиллиты, глины (тектонические), глинистые породы, порфириды и дациты, что подтверждается и данными об их физико-механических свойствах, например, пористость аргиллитов  $5,02\%$ , прочность при сжатии  $1173$  кГ/см<sup>2</sup>.

Таким образом, наблюдаемое экранирование и иногда обрамление отдельных рудных тел и месторождений в целом высокопрочными породами (кварцевые альбитофиры, порфириды, дациты) в Болнисском районе указывают не на обязательную генетическую взаимосвязь, а на наличие благоприятной физико-механической обстановки для развития рудолокализирующей структуры и оруденения. Сопоставляя показатели свойств монокварцитов (пористость  $P=7,48\%$ ,  $E=2,79 \cdot 10^5$  кГ/см<sup>2</sup>, пластичность  $K=1,6$ ) с данными вторичных кварцитов других фаций, можно заметить, что различные метасоматические замещения по-разному влияют на физико-механические свойства пород: окварцевание повышает упругость и снижает пластичность, при каолинизации наблюдается обратная картина — понижается упругость ( $E=1,8 \cdot 10^5$  кГ/см<sup>2</sup>) и повышается пластичность ( $K=2,4$ ). С другой стороны, пластичность является неблагоприятным фактором для развития трещинных структур и, следовательно, оруденения. При серпичитизации несколько повышается пористость ( $P=9,2\%$ ).

Таким образом, результаты изучения физико-механической природы вмещающих пород в какой-то мере объясняют причины разностепенного оруденения различных участков месторождений Болнисского района.

Академия наук Грузинской ССР

Институт горной механики

им. Г. А. Цулукидзе

(Поступило 9.3.1972)

ი. მელიკიძე, მ. ტემალაძე

მადნეულისა და წითელი სოფლის საბადოთა შემცველი ქანების ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების მნიშვნელობა ზამანდების ლოკალიზაციისათვის

რეზიუმე

დადგენილია, რომ მადნეულისა და წითელი სოფლის სპილენძის საბადოთა ჩამოყალიბებისას მნიშვნელობა ჰქონდა შემცველი ქანების ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების (პორიანობის, დრეკადობის, სიმტკიცის) მაჩვენებელთა კონტრასტულობას. კვარციანი ალბიტოფირები, არჯილითები, პორფირიტები და ტექტონიკური თიხები ასრულებდა ეკრანის, ხოლო კვარც-სერიციტული, კვარც-სერიციტ-ალუნიტური, კვარც-კაოლინური ფაციის მეორეული კვარციტები — მადანშემცველი ქანების როლს.

GEOLOGY

I. G. MELIKIDZE, M. T. TKEMALADZE

## SIGNIFICANCE OF PHYSICOMECHANICAL PROPERTIES OF CONTAINING ROCKS IN LOCATING THE MINERALIZATION OF THE MADNEULI AND TSITELI SOPELI DEPOSITS

### Summary

The contrastive indices of the physicommechanical properties (porosity, elasticity, strength) of the containing rocks have been ascertained to be of considerable importance in the formation of the Madneuli and Tsiteli Sopeni deposits. Quartzose albitophyres, argillites, porphyrites and tectonic clays played a screening role, while secondary quartzites of quartz-sericitic, quartz-sericite-alunitic and quartz-kaolin facies served as ore-bearing rocks.

### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. Г. Меликидзе, Г. И. Хуროшвили, Е. М. Шенгелия. Физико-механические свойства и разрушение горных пород. Тбилиси, 1967.
2. И. Г. Меликидзе, С. М. Сенюк, Т. Г. Алавидзе, Р. Д. Гедеванишвили. Вопросы физики горных пород, 1. Тбилиси, 1969.
3. Ю. А. Розанов. Физико-механические свойства горных пород верхней части земной коры. М., 1968.



ГЕОЛОГИЯ

Ш. А. АДАМИЯ, М. А. БЕРИДЗЕ, М. В. ТОПЧИШВИЛИ

К СТРАТИГРАФИИ НИЖНЕЮРСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ  
ЦЕНТРАЛЬНОЙ АБХАЗИИ

(Представлено академиком А. Л. Цагарели 22.3.1972)

В составе разреза нижней юры центральной части Абхазии (между речью Бзыби—Кодори) были известны лишь среднелейасовые и верхнелейасовые отложения, представленные ацгарской свитой глинистых сланцев и сорской песчано-сланцевой свитой [1, 2]. После обнаружения в верховьях р. Джампал выхода древних метаморфических пород, трансгрессивно перекрытых отложениями нижней юры, было высказано мнение о возможности наличия в этом районе и нижнелейасовых пород [3]. Вслед за этим нам удалось собрать новый материал, позволивший фаунистически доказать присутствие нижнего лейаса в низах разреза. Нами уточнена также схема геологического строения района (рис. 1) и литолого-стратиграфического подразделения нижней юры Центральной Абхазии, установлена принадлежность нижнеюрских отложений этого района к южной структурно-фациальной зоне, выделенной под названием переходной зоны Предгорий [4].

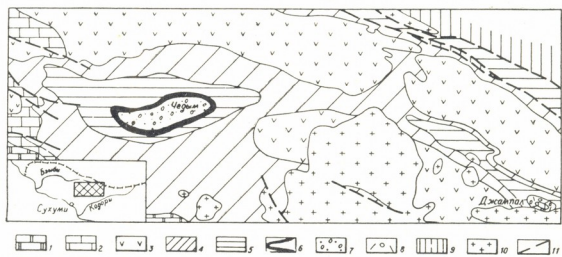


Рис. 1. Схема геологического строения центральной части Абхазии. Условные обозначения: 1—мел; 2—верхняя юра; 3—порфирировая свита байоса; 4—верхний лейас; 5—средне-верхний лейас (ацгарская свита); 6—нижне-средний лейас (авадхарская свита); 7—нижний лейас (лашипсинская свита); 8—авадхарская и лашипсинская свиты, нерасчлененные; 9—кристаллические сланцы палеозоя; 10—среднеюрские гранитоиды; 11—разрывы

В северной структурно-фациальной зоне Южного склона Большого Кавказа в пределах Абхазии, как известно, нижнеюрские отложения, достигающие мощности 3—3,5 км, трансгрессивно налегают на доюрский кристаллический фундамент и согласно перекрываются порфирировой свитой байоса. Они подразделяются на базальную (лашипсинскую), вулканогенную (авадхарскую), глинисто-сланцевую (ацгарскую).

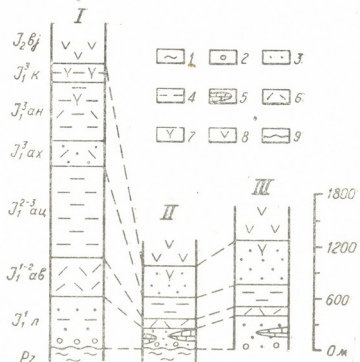


песчано-сланцевую (ахейскую), глинисто-сланцевую (анчхойскую) переходную (кутыкухскую) свиты [5, 6].

В центральной части Абхазии (южная зона) нижнелейасовые отложения известны ныне в двух местах — в ущелье р. Чедым и в верховьях р. Джампал. Они начинаются трансгрессивной базальной свитой, представленной чередованием будинированных конгломератов, гравелитов, песчаников и глинистых сланцев, содержащих прослой и линзы серых известняков. Мощность базальной свиты в ущелье р. Чедым, видимо, превышает несколько сотен метров. В направлении на северо-восток (верховья р. Джампал) мощность свиты несколько уменьшается.

В ущелье р. Чедым в глыбе известняка нами была собрана фауна аммонитов, определенная М. В. Топчишвили как *Juraphyllites sp. ind.*, *Phylloceras sp. ind.*, *Megarietites cf. paolinoe* (Reyn.), *Vermiceras bavarium pauper* Erb., *Vermiceras sp.*, *Euasteroceras cf. plotti* (Reyn.), *Microderoceras cf. birchi* (Sow.), *Microderoceras sp.* Из них *Megarietites paolinoe* (Reyn.) и *Vermiceras sp.* характерны для синемюрского яруса в целом. Род *Microderoceras* в основном встречается в лотаринге, хотя часто его представители переходят в плинсбах. *Vermiceras bavarium pauper* Erb. в Англии, Германии и Мексике не выходит за пределы лотарингского подъяруса. Наиболее важным для установления возраста пород являются *Euasteroceras plotti* (Reyn.) и *Microderoceras birchi* (Sow.), которые относятся к самой нижней зоне позднего синемюра — к зоне *Euasteroceras turneri*.

Рис. 2. Литолого-стратиграфические колонки нижнеюрских отложений зоны южного склона Большого Кавказа (I) и зоны Предгорий Центральной Абхазии (II—верховья р. Джампал, III—ущелье р. Чедым). Условные обозначения: 1—древние кристаллические породы фундамента; 2—конгломераты; 3—песчаники; 4—глинистые сланцы; 5—известняки; 6—вулканогенные кварцевых кератофиры; 7—верхнелейасовые вулканогены; 8—байосские вулканогены; 9—трансгрессивное залегание; Pz—кристаллические породы палеозойского фундамента;  $J_1^1$ —лашипсинская свита;  $J_1^{1-2}$  ав—авадхарская свита;  $J_1^{2-3}$  ац—ацгарская свита;  $J_1^3$  ах—ахейская свита;  $J_1^3$  ан—анчхойская свита;  $J_1^3$  к—кутыкухская свита;  $J_1^3$  с—сорская свита;  $J_2^{bj}$ —байосская порфириновая свита



Следовательно, фаунистически доказывается позднесинемюрский возраст известняков, приуроченных, по-видимому, к базальной свите.

За базальной свитой следует маломощная свита (несколько десятков метров) вулканогенно-осадочных пород, сложенная пирокластолитами кварцевых кератофиры—аналог авадхарской свиты северной структурно-фациальной зоны (рис. 2).





Вулканогенные образования в обеих зонах постепенно сменяются средне-верхнелейасовой ацгарской свитой глинистых сланцев, мощность которой в северной зоне в несколько раз больше, чем в южной.

В отличие от верхнелейасовых отложений северной зоны, где они представлены ахейской свитой песчаников, глинистых сланцев и пирокластолитов (тоар) и анчхойской свитой глинистых сланцев (аален), в Центральной Абхазии синхронные отложения развиты в виде свиты песчаников с прослоями глинистых сланцев и аргиллитов (сорская свита).

Нижнеюрские отложения в обеих зонах согласно сменяются порфитовой свитой байоса. На их границе выделяется маломощная переходная свита, сложенная чередованием глинистых сланцев и пирокластолитов.

Общая мощность нижней юры центральной части Абхазии значительно меньше, чем мощность синхронных отложений северной зоны. Несмотря на это, и в южной зоне удается выделить почти все те свиты, что и в северной, с той лишь разницей, что в последней происходит фациальное замещение верхней части песчано-глинистой сорской свиты анчхойской свитой глинистых сланцев. Наряду с этим, в отложениях верхнего лейаса северной зоны появляется пирокластический материал.

В заключение следует отметить, что линзы и прослои известняков характерны не только для верхнего и среднего лейаса Абхазии [1, 7], но и для его нижней части.

Академия наук Грузинской ССР  
Геологический институт

(Поступило 24.3.1972)

ბიოლოგია

შ. ადამია, ა. ბერიძე, ა. თოჭიშვილი

ცენტრალური აფხაზეთის ქვედაიურული ნალექების სტრატობრა-  
ფიისათვის

რეზიუმე

ცენტრალურ აფხაზეთში აღმოჩენილ იქნა ქვედაიურიული ნალექების ბაზალური წყება, დახასიათებული სინემურიული ფაუნით. ცენტრალური აფხაზეთის ქვედაიურიული ნალექები მიეკუთვნა სამხრულ სტრუქტურულ-ფაციალურ ზონას. ჩრდილო სტრუქტურულ-ფაციალური ზონის სინქრონული ნალექებისაგან ისინი განსხვავდებიან მცირე სისქითა და ქვიშიანი მასალის სიჭარბით ქრისტის ზედა ნაწილში.

GEOLOGY

Sh. A. ADAMIA, M. A. BERIDZE, M. V. TOPCHISHVILI

ON THE STRATIGRAPHY OF THE LOWER JURASSIC  
DEPOSITS OF CENTRAL ABKHAZIA

Summary

In central Abkhazia the basal suite of the Lower Jurassic deposits containing Upper Sinemurian fauna has been found. Lower Jurassic deposits of





central Abkhazia belong to the southern structural-facial zone. They differ from the synchronous deposits of the northern zone by their lesser thickness and by abundant sandy material in the upper part of the section.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. Р. Кахадзе. Труды Геол. ин-та АН ГССР, сер. геол. 3 (7). Тбилиси, 1947.
2. К. Ш. Нуцубидзе. Геология СССР, т. 10, часть 1. М., 1964.
3. О. З. Дудаури, М. Г. Тогонидзе. Сообщения АН ГССР, 60, № 1, 1970.
4. Ш. А. Адамия, Г. Н. Абесадзе, М. А. Беридзе и др. Сб. «Вопросы геологии северо-западной части Абхазии». Тбилиси, 1972.
5. С. Г. Букня. ДАН СССР, н. с., т. 99, № 6, 1954.
6. М. А. Беридзе, Ш. А. Адамия, Г. Н. Абесадзе. Сб. «Вопросы геологии северо-западной части Абхазии». Тбилиси, 1972.
7. А. Н. Балуховский. Сб. «Вопросы региональной геологии СССР». М., 1964.

С. Ш. САРКИСЯН

СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОСТАВОВ МАГМ, РОДОНАЧАЛЬНЫХ  
 ДЛЯ ВУЛКАНИЧЕСКИХ И ВУЛКАНО-ПЛУТОНИЧЕСКИХ  
 АССОЦИАЦИЙ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. А. Твалчрелидзе 15.3.1972)

При региональных тектонических построениях и металлогенических исследованиях большое значение имеет выяснение состава расплава, родоначального для магматических ассоциаций. Метод вычисления состава исходной магмы путем расчета содержания главных породообразующих компонентов, взвешивающихся на объемы петрографических типов магматических пород, сложен и не всегда осуществим. Метод, примененный С. Р. Нокколдсом и Р. Алленом [1], основан на предположении соответствия основных концов вариационных кривых на треугольных диаграммах составов родоначальных магм (рис. 1) и страдает двумя недостатками, приводящими к существенным ошибкам: а) авторы строят одну кривую по разнофациальным типам магматических пород, которые эволюционируют в различных термодинамических условиях; б) не учитывается, что дифференциация вещества в любом случае приводит к расщеплению его на порции, более основные и более кислые, нежели исходное вещество, поэтому на диаграмме Нокколдса — Аллена не находит места основной дифференциат расплава.

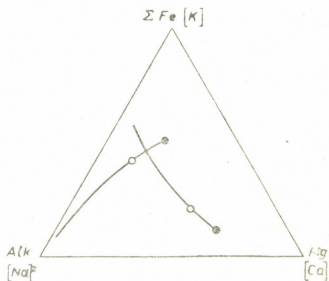


Рис. 1. Вариационные кривые вулканической серии восточной части Центральной Сьерра-Невэды (по Нокколдсу и Аллену): черные кружки — составы родоначальной магмы, по авторам; светлые кружки — вычисленные нами

Разработанный нами способ лишен отмеченных недостатков.

В качестве теоретической основы принимается положение о коренных различиях в путях эволюции магматических расплавов, застывающих в различных термодинамических условиях (эффузии и интрузии). Естественно, в таких условиях эволюция одного и того же расплава протекает различно. Различно же будут изменяться и содержания породообразующих компонентов (окислов), что отразится на очертаниях и наклоне вариационных кривых.

На строящихся нами по двойной системе координат диаграммах выделяются парные эволюционные ряды (вулканических и субвулканических или вулканических и плутонических) фаций, связанных единством пространства и времени. При этом вариационные кривые отдель-



ных порций единого расплава в общем случае должны пересечься, фиксируя точкой пересечения общность состава расплава в какой-то момент процесса эволюции (в нашем случае в самом начале его).

Для построения предлагаемых диаграмм по оси абсцисс наносятся содержания  $\text{SiO}_2$ , тогда как ось ординат градуируется раздельно для каждого из выбранных параметров — производных химического состава каждого из формациеобразующих членов. Составы последних перед нанесением на диаграмму усредняются, что особенно необходимо при наличии большого количества химических анализов. Так, например, для данной конкретной ассоциации (формации) устанавливаются средние базальт, андезит-базальт, дацит и др. По оси абсцисс последовательно наносятся параметры  $\text{FeO}:\text{Fe}_2\text{O}_3$ ;  $\text{CaO}:\text{MgO}$  и др. (рис. 2) для каждого из установленных средних типов пород по отдельным фациям.

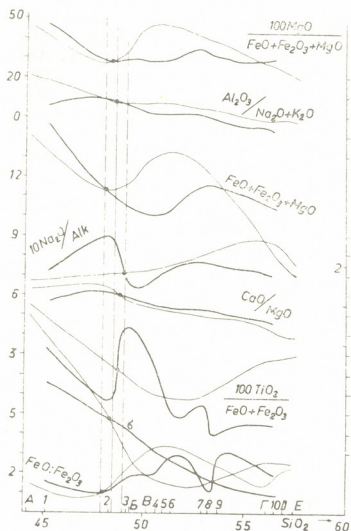


Рис. 2. Кривые вариаций параметров — производных химического состава пород вулканической серии: черные кривые — для пород собственно вулканической фации, светлые кривые — для пород субвулканической фации, А—Е — вулканические породы субвулканической фации, 1—10 (на абсциссе) — вулканические породы собственно вулканической фации

Точка пересечения каждой пары вариационных кривых указывает на одинаковость состава двух фаций в отношении данного параметра и при этом фиксирует на абсциссе соответствующее содержание кремнекислоты. Точки пересечения всех пар кривых в левой части диаграммы отсекают достаточно узкий предел значений  $\text{SiO}_2$  (см. рис. 2). По крайним точкам определяют экстремальные значения  $\text{SiO}_2$  и выводится его среднее. Из средней точки возводится ордината В, пересекающая все пары кривых, и по ней определяются средние значения всех параметров поочередно. Далее элементарными расчетами вычисляется состав исходного расплава.

Для пояснения приведем пример. Пусть требуется определить содержания  $\text{Na}_2\text{O}$  и  $\text{K}_2\text{O}$  в родоначальной магме для какого-то случая (рис. 3), когда экстремальные значения содержания кремнекислоты соответствуют  $A=55,0\%$  и  $B=56,0\%$  при среднем значении  $V=55,5\%$ . В нашем случае кривые I и I<sub>1</sub> выражают вариации значения  $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$

соответственно для вулканической и субвулканической фаций, а кривые II и II<sub>1</sub>—вариации отношения  $\frac{10 \cdot \text{Na}_2\text{O}}{\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}}$ . Ордината В пересекает кривые

в точках A<sub>3</sub>, A<sub>4</sub> (соответственно отвечающих  $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} = 2,45$  и  $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} = 2,60\%$  при среднем значении 2,53%), A<sub>1</sub> и A<sub>2</sub> (соответственно отвечающих  $\frac{10 \cdot \text{Na}_2\text{O}}{\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}} = 7,2$  и  $\frac{10 \cdot \text{Na}_2\text{O}}{\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}} = 7,5$  при среднем значении 7,35). Из полученных данных легко подсчитать значения Na<sub>2</sub>O и K<sub>2</sub>O для состава, отвечающего содержанию SiO<sub>2</sub> = 55,5%. Так, получаем два уравнения с двумя неизвестными — Na<sub>2</sub>O и K<sub>2</sub>O:

$$\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} = 2,53\%, \quad (1)$$

$$\frac{10 \cdot \text{Na}_2\text{O}}{\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}} = 7,35 \quad \text{или} \quad \frac{\text{Na}_2\text{O}}{\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}} = 0,74. \quad (2)$$

Подставив в уравнение (2) выражение (1), получаем, что Na<sub>2</sub>O = 1,87%. K<sub>2</sub>O определится из уравнения (1): K<sub>2</sub>O = 2,53 — 1,87 = 0,66%. Аналогичным путем легко вычислить остальные окислы.

Рассмотренным способом нами вычислены составы родоначальных магм для среднеэоценовых вулканических ассоциаций некоторых регионов Малого Кавказа, верхнего вулканогенного комплекса Ирландской свиты Урала (по [2]), верхнемеловой вулcano-плутонической формации Охотского пояса (по [3]) и вулканической серии Центральной Сьерра-Невады (по [1]). Во всех этих случаях полученные результаты достаточно надежны, а для Малого Кавказа они проверены подсчетом средневзвешенных содержаний породообразующих окислов.

Нами уточнен состав магмы, принимаемый за исходный [1] для восточной части Центральной Сьерра-Невады (см. рис. 1 и таблицу).

Приблизительные составы родоначальной магмы для восточной части Центральной Сьерра-Невады

№	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	MnO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
1	54,0	0,7	19,2	2,4	6,4	4,5	7,8	3,6	1,2	0,1	0,2
2	58,7	0,7	16,6	3,2	4,0	3,0	6,1	3,6	1,6	не вычислены	

Примечание. 1—по Нокколдсу и Аллену [1], 2—наши данные

Как видно из рис. 1 и таблицы, родоначальная магма в нашем варианте характеризуется большей кислотностью, чем по данным [1], и эволюция такой магмы, естественно, приводит к расщеплению ее на более основной и более кислый дифференциаты.

Разработанный нами способ имеет следующие особенности: а) наиболее важным условием его применимости является существование

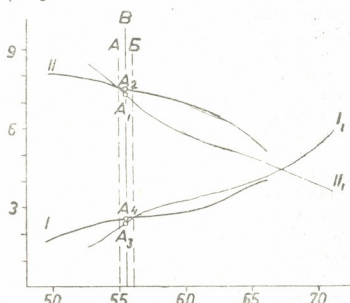


Рис. 3. Кривые вариаций значений  $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$  и  $\frac{10 \cdot \text{Na}_2\text{O}}{\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}}$ . Пояснение в тексте

двух различных фаций единого магматического комплекса; б) точность способа определяется местными геологическими условиями: вычисляемые составы будут наиболее близкими к истинным в случаях регионов, где гранитный слой наименее мощен, так как в таком случае сводится до минимума его контаминирующая роль; таким образом, теоретически наиболее надежными должны быть цифры, получаемые для регионов, соответствующих зонам сквозных глубинных разломов, осевым зонам первичных геосинклинальных прогибов и пр.; точность метода зависит также от степени дифференцированности серии, т. е. она тем выше, чем ближе друг к другу расположены точки составов формациеобразующих членов на абсциссе.

Определение состава магмы, родоначальной для магматических образований региона, имеет теоретическое и практическое значение, поскольку позволяет, на наш взгляд, решить следующие вопросы: 1) установить характер эволюции магм в процессе геологического развития региона; 2) определить зависимость состава и характера магмы от типа геологических структур; 3) выяснить физико-химическое состояние расплава, относительную его обогащенность летучими и т. д., что способствует выявлению металлоносности расплава; 4) определить по характеру магматизма тип и стадию развития региона и глубину залегания фундамента; 5) установить возможное воздействие на расплав процессов ассимиляции и контаминации и тем самым определить наибольшую продуктивность магматического расплава; 6) уточнить предварительно установленную геологическими методами принадлежность отдельных фациальных типов магматических образований к единому комплексу; 7) установить возможную металлогеническую специализацию региона и предсказать наиболее перспективные участки на месторождения определенного типа, что даст возможность рационального направления поисковых и разведочных работ на отдельные виды минерального сырья.

Кавказский институт минерального сырья

(Поступило 24.3.1972)

პეტროლოგია

ს. სარკისიანი

მულკანური და მულკანურ-კლუტონური ასოციაციების საყრდენი  
 დადამაბეგების უაღბენილოგის განსაზღვრის მეთოდი

რეზიუმე

მეთოდი ემყარება ერთიანი მაგმური ძენარის დიფერენციაციების ევოლუციური არსებულ განსხვავებათა გამოყენებას. აღწერილია მეთოდი, შეფასებულია მისი სიზუსტე, გამოყენების შესაძლებლობა და მნიშვნელობა.

PETROLOGY

S. Sh. SARKISYAN

## A METHOD FOR DETERMINING THE COMPOSITION OF MAGMAS PRIMARY TO VOLCANIC AND VOLCANIC- PLUTONIC ASSOCIATIONS

Summary

The proposed method is based on the use of the distinctions found in the evolution of differentiates of a single magmatic melt. The method is described and its accuracy, application in practice and significance assessed.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. С. Р. Нокколде, Р. Аллен. Геохимические наблюдения. М., 1958.
2. В. А. Коротеев. Сб. «Магматизм, метаморфизм, металлогения Урала», т. 3, 1969.
3. Е. К. Устиев. Сб. «Проблемы магмы и генезиса изверженных горных пород», 1963.





Э. В. ВАРСИМШВИЛИ

## О РАСЧЛЕНЕНИИ НИЖНЕМЕЛОВЫХ ТЕРРИГЕННЫХ ФЛИШЕВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ШОВСКО-ПАСАНАУРСКОЙ ПОДЗОНЫ СКЛАДЧАТОЙ СИСТЕМЫ ЮЖНОГО СКЛОНА БОЛЬШОГО КAVKAZA

(Представлено академиком Г. С. Дзоецидзе 23.3.1972)

Нижнемеловые терригенные флишевые отложения Шовско-Пасанаурской подзоны складчатой системы Южного склона Большого Кавказа в пределах Юго-Осетии и бассейна р. Арагви по литологическим признакам нами впервые подразделены на четыре подсвиты.

1. Подсвета аргиллитов и плагиоклазово-кварцевых песчаников, где аргиллиты представлены в виде сланцеватых темно-серых некарбонатных или слабокарбонатных толстых (0,8—3,5 м) пачек, а песчаники — тонкослоистыми (0,05—0,2 м) серыми плагиоклазово-кварцевыми, реже слюдястыми плагиоклазово-кварцевыми, часто карбонатными разновидностями. Мощность 150 — 250 м.

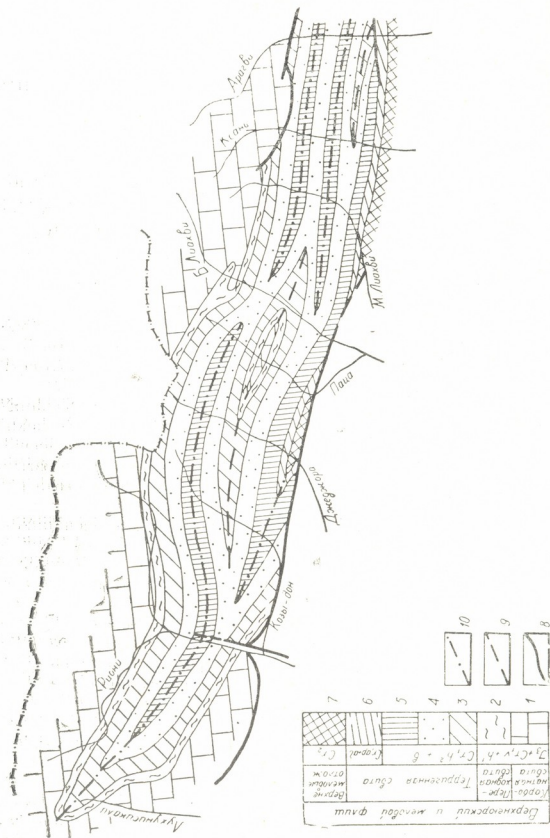
2. Подсвета толстослоистых аркозово-кварцевых песчаников с редкими прослоями аргиллитов, где песчаники представлены темно-серыми толстослоистыми (1,8—2 м) аркозово-кварцевыми разновидностями, а аргиллиты — темно-серыми сланцеватыми тонкими (0,01—0,1 м) пачками. Мощность — 100—120 м.

3. Подсвета аргиллитов и тонкослоистых аркозово-кварцевых песчаников, где аргиллиты представлены черными сланцеватыми толстыми (до 5 м) пачками, а песчаники — темно-серыми тонкослоистыми, в основном аркозово-кварцевыми разновидностями. Мощность—120—150 м.

4. Подсвета аргиллитов и слюдястых плагиоклазово-кварцевых карбонатных песчаников, где аргиллиты представлены темно-серыми, зеленоватыми или пестроцветными толстыми (до 7 м) сланцеватыми пачками, а песчаники — серыми тонкослоистыми (0,1—0,2 м) слюдястыми плагиоклазово-кварцевыми карбонатными разновидностями. В верхних горизонтах подсвиты встречаются тонкие прослои карбонатных пород — песчанистых известняков и мергелей, а также вулканогенно-осадочные образования — туфы андезит-роговообманковых порфиритов. Мощность — 400—450 м.

Первые три подсвиты («Пасанаурская свита» по В. П. Ренгарте-ну) фаунистически датируются верхнеготеривско-барремским возрастом III, а четвертая, которая по данным наших исследований по литологическим признакам не подразделяется и не встречается в терригенных флишевых отложениях Верхней Рачи, по стратиграфическому положению и микрофауне определяется аптско-альбским возрастом.

При изучении фактического материала составленных нами разрезов (с запада на восток) по ущелью рр. Козы-дон, Джеджора, Кешельта-дон, Б. Лиахви, хребту Гермухи, ущелью рр. М. Лиахви, Меджуда, Ксани и Арагви выяснилось, что выделенные по литологическим признакам подсвиты в терригенном флише прослеживаются более или ме-



Фиг. 1. Литофациальная схема нижнемеловых терригенных флишевых отложений Шовско-Пасанаурской подзоны складчатой системы Южного склона Большого Кавказа междуречья рр. Риони и Арагви: 1—карбонатный флиш, известняки и мергели; 2—переходная свита, известняки, мергели, карбонатные песчаники и аргиллиты; 3—первая подсвита аргиллитов и плагиоклазово-кварцевых песчаников; 4—вторая подсвита толстоглистых аркозово-кварцевых песчаников; 5—третья подсвита аргиллитов и аркозово-кварцевых песчаников; 6—четвертая подсвита аргиллитов и слюдяных плагиоклазово-кварцевых карбонатных песчаников; 7—верхнемеловые отложения, кластоциты, карбонатные породы, кремнистые породы и вулканогены; 8—линия разрыва; 9—ось антиклинали; 10—ось синклинали

იხე ვიდრეჯანო პო ვსეი იხსედოვანოი ტერიტორიი ი ვ თო ჯე ვრემა პროდოლჟაიუთ სოოტვესტვოიუხე ედინიცი, ვიდელენიხე ნამი რანეე ვ ტერიგენოხე ფლიშევიხე ოტლოჟენიხე ვერხნეი რაჩი [2].

ნა ოსოვანიი ანალიზი დ სოპოსტაველია მატერიალა იხუცენიხე რაზრევი ვერხნეი რაჩი დ იუგო-ოსეთი ნამი სოსტაველა სხემა (ფიგ. 1) ლიტოფაციალური რაჩლენიანი ნიჟნემლოვიხე ტერიგენიხე ფლიშევიხე ოტლოჟენი შოვი-პასანაურიხე პოდზონი სკლადჩათი სისტემა იუჟნოი სკლონი ბოლშოი კავკაზი მეჯდურეჩა რრ. რიონი დ არაგვი.

Академия наук Грузинской ССР  
Геологический институт

(Поступило 24.3.1972)

ლითოლოგია

ბ. ვარსიმაშვილი

კავკასიონის სამხრეთი ფერდის ნაოჭა სისტემის შოვი-ფასანაურის ქვეზონის ქვედაკარცული ტერიგენული ფლიშური ნალექების დანაწილების შესახებ

რ ე ზ ი უ მ ე

კავკასიონის სამხრეთი ფერდის ნაოჭა სისტემის შოვი-ფასანაურის ქვეზონის ქვედაკარცული ტერიგენული ფლიშური ნალექები სამხ. ოსეთისა დ მდ. არაგვის აუზში ლითოლოგიური ნიშნის მიხედვით 4 ქვეწყებად დავანაწილეთ:

1. არგილიტებისა დ პლაგიოკლაზიან-კვარციანი ქვიშაქვების ქვეწყება. სიმძლავრე — 150—250 მ.

2. სქელშრებებრივი არკოზულ-კვარციანი ქვიშაქვების ქვეწყება. სიმძლავრე — 100—120 მ.

3. არგილიტებისა დ თხელშრებებრივი არკოზულ-კვარციანი ქვიშაქვების ქვეწყება. სიმძლავრე — 120—150 მ.

4. არგილიტებისა დ ქარსიანი პლაგიოკლაზ-კვარციანი კარბონატული ქვიშაქვების ქვეწყება. სიმძლავრე — 400—450 მ.

ეს ქვეწყებები კარგად გაიდევნება საკვლევი რაიონის თითქმის შესწავლილ ყველა ჭრალში დ აგრძელებს აკენ მიერ ზემო რაჭაში გამოყოფილ შესაბამის ერთეულებს.

მასალის ანალიზისა დ ურთიერთდაპირისპირების საფუძველზე შეიკადგინეთ კავკასიონის სამხრეთი ფერდის ნაოჭა სისტემის შოვი-ფასანაურის ქვეზონის ქვედაკარცული ტერიგენული ფლიშური ნალექების ლითოფაციური სქემა (სურ. 1) რიონისა დ არაგვის მდინარეთაშუეთისათვის.

LITHOLOGY

E. V. VARSIMASHVILI

DIVISION OF THE LOWER CRETACEOUS TERRIGENE FLYSCH  
SEDIMENTS OF THE SHOVI-PASANAURI SUBZONE OF  
THE FOLDED SYSTEM OF THE SOUTHERN SLOPE OF THE  
GREATER CAUCASUS

Summary

The lower cretaceous terrigene flysch sediments in southern Ossetia and in the basin of the Aragvi have been divided into 4 subsuites according to

their lithological characteristics, with the indicated thicknesses: (1) argillites and plagioclase quartzose sandstones, 150—240 m.; (2) thick-layered arkosic-layered arkosic-quartzose sandstones, 100—120 m.; (3) argillites and thin-layered arkosic-quartzose sandstones, 120—150 m.; (4) argillites and mica plagioclase-quartzose carbonaceous sandstones, 400—450 m. These subsuites are represented everywhere in the area studied, continuing the corresponding units in Upper Racha ascertained earlier by the author. The paper presents a lithofacies diagram of the Lower Cretaceous terrigene flysch sediments of the Shovi-Pasanauri zone of the folded system of the southern slope of the Greater Caucasus for the interfluvium of the Rioni and the Aragvi.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. П. Ренгартен, Труды Всесоюзного геологоразведочного объединения, вып. 148, 1932.
2. И. Д. Чечелашвили, А. Д. Копалеишвили, Э. В. Варсимашвили. Сообщения АН ГССР, 41, № 3, 1966.

Л. М. КАРАХАНОВ

## К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ВЕЛИЧИНЫ ПРОГИБА ПРИ ПОПЕРЕЧНОМ ИЗГИБЕ ОБРАЗЦА

(Представлено академиком К. С. Завриевым 15.12.1971)

Исчерпывающую информацию о деформационных свойствах при поперечном изгибе образцов из того или иного материала получают путем их исследований на испытательных машинах. Однако на практике зачастую бывают случаи, когда под рукой нет соответствующей испытательной техники, а необходимость спешного решения задачи требует хотя бы предварительных представлений о деформации образца.

Рассмотрим случай, когда изгибающая сила приложена в середине пролета и необходимо определить прогиб образца по месту приложения силы. Если изгиб образца сравнительно с длиной его пролета незначителен, то расчет деформации производится по известной [1] формуле

$$y = - \frac{Pl^3}{48 EJ}, \quad (1)$$

где  $P$  — изгибающее усилие,  $E$  — модуль упругости материала,  $J$  — момент инерции сечения.

Когда же сравнительно с длиной образца его прогиб по месту приложения изгибающей силы значителен, использование этой формулы приводит к некорректным результатам. Дело в том, что в дифференциальном уравнении изогнутой оси, имеющей вид

$$EJ \frac{y''}{\sqrt{[1 + (y')^2]^3}} = \pm M,$$

нельзя пренебречь величиной угла поворота сечения  $y'$ , так как она существенна, и поэтому нельзя использовать упрощенный вид этого уравнения  $EJy'' = \pm M$ , двойным интегрированием которого легко определить выражение (1).

Следовательно, при больших прогибах образцов в основу вывода расчетной формулы следует положить приведенное точное значение уравнения изогнутой оси.

Обозначим  $EJ = A_1$  и примем момент  $M = \frac{P}{2} x$  в сечении образца на расстоянии  $x$  от опоры. Тогда уравнение переписывается

$$A_1 \frac{y''}{\sqrt{[1 + (y')^2]^3}} = \frac{P}{2} x.$$





Приведем это уравнение к виду, удобному для интегрирования. Обозначая  $\frac{dy}{dx} = \operatorname{tg} z$  и учитывая  $\frac{d^2y}{dx^2} = \operatorname{tg}' z$ , будем иметь

$$A_1 \frac{\operatorname{tg}' z}{\sqrt{(1 + \operatorname{tg}^2 z)^3}} = \frac{P}{2} x.$$

Но

$$1 + \operatorname{tg}^2 z = \frac{1}{\cos^2 z}, \quad \text{а} \quad \operatorname{tg}' z = \frac{1}{\cos^2 z} \cdot \frac{dz}{dx}.$$

Тогда получим

$$A_1 \frac{\frac{1}{\cos^2 z} \cdot \frac{dz}{dx}}{\sqrt{\left(\frac{1}{\cos^2 z}\right)^3}} = \frac{P}{2} x \quad \text{или} \quad A_1 \cos z dz = \frac{P}{2} x dx.$$

Интегрируя это выражение, получаем

$$A_1 \sin z = \frac{P}{4} x^2 + C. \quad (2)$$

Для определения значения постоянной интегрирования воспользуемся начальными условиями. Как известно, при  $x = \frac{l}{2}$  (середины пролета) угол поворота сечения образца

$$\frac{dy}{dx} = \operatorname{tg} z = 0 \quad \text{или} \quad \operatorname{tg} z = \frac{\sin z}{\cos z} = 0, \quad \text{т. е.} \quad \sin z = 0.$$

Тогда из уравнения (2) получим  $C = -\frac{Pl^2}{16}$ . С учетом значения  $C$  выражение (2) примет вид

$$\sin z = \frac{P}{4A_1} x^2 + \frac{C}{A_1}.$$

Обозначая

$$A_2 = \frac{P}{4A_1} \quad \text{и} \quad A_3 = \frac{C}{A_1},$$

будем иметь

$$\sin z = A_2 x^2 + A_3.$$

Учитывая

$$\cos z = \pm \sqrt{1 - (A_2 x^2 + A_3)^2},$$

получаем  $\frac{dy}{dx} = \operatorname{tg} z = \frac{\sin z}{\cos z} = \pm \frac{A_2 x^2 + A_3}{\sqrt{1 - (A_2 x^2 + A_3)^2}}.$

Для получения общего решения необходимо проинтегрировать последнее выражение, которое переписется так:

$$y = \pm \left[ A_2 \int_0^{l/2} \frac{x^2 dx}{\sqrt{1 - (A_2 x^2 + A_3)^2}} + A_3 \int_0^{l/2} \frac{dx}{\sqrt{1 - (A_2 x^2 + A_3)^2}} \right]. \quad (3)$$

Преобразуем первый член уравнения:

$$\begin{aligned} A_2 \int_0^{l/2} \frac{x^2 dx}{\sqrt{1 - (A_2 x^2 + A_3)^2}} &= A_2 \int_0^{l/2} \frac{x^2 dx}{\sqrt{(1 - A_2 x^2 - A_3)(1 + A_2 x^2 + A_3)}} = \\ &= \frac{A_2}{A_2} \int_0^{l/2} \frac{x^2 dx}{\sqrt{\left(\frac{1 - A_3}{A_2} - x^2\right) \left(\frac{1 + A_3}{A_2} + x^2\right)}} = \\ &= \int_0^{l/2} \frac{x^2 dx}{\sqrt{(a^2 - x^2)(b^2 + x^2)}}, \end{aligned}$$

где приняты обозначения

$$a^2 = \frac{1 - A_3}{A_2} \quad \text{и} \quad b^2 = \frac{1 + A_3}{A_2}.$$

Аналогично второй член уравнения (3) будет

$$\frac{A_3}{A_2} \int_0^{l/2} \frac{dx}{\sqrt{(a^2 - x^2)(b^2 + x^2)}}.$$

Следовательно, выражение (3) примет вид

$$y = \pm \left[ \int_0^{l/2} \frac{x^2 dx}{\sqrt{(a^2 - x^2)(b^2 + x^2)}} + \frac{A_3}{A_2} \int_0^{l/2} \frac{dx}{\sqrt{(a^2 - x^2)(b^2 + x^2)}} \right]. \quad (4)$$

Это уравнение представляет собой общее решение задачи определения прогиба образца на основании точного выражения дифференциального уравнения изогнутой оси. Ввиду симметричности изогнутой оси образца относительно пролета в качестве пределов интегрирования достаточно принять 0 и  $l/2$ .

Интегральные выражения уравнения (4) не имеют табличных или точных решений. Применение сложных и в том числе эллиптических функций приводит к громоздким и в то же время приближенным решениям интегралов. Поэтому, принимая во внимание необходимость частного решения уравнения (4), т. е. определения максимального прогиба образца в середине пролета, достаточно ограничиться также приближенным, но простым способом решения, например, использовать формулу трапеции [2], имеющую вид

$$\int_a^b y dx \approx h \left( \frac{y_0 + y_n}{2} + y_1 + y_2 + \dots + y_{n-1} \right),$$

где  $y_i$  — значения функции в точках деления интервала  $ab$ ,  $n$  — число равных частей интервала,  $h$  — длина каждой части интервала.

Как показывают проверочные расчеты, несмотря на приближенность решений интегралов уравнения (4), расчетные значения прогибов получаются более приближающимися к действительным данным, нежели значения прогибов, рассчитанные по приведенной выше формуле (1). Так, например, применительно к образцам из стекловолнистого анизотропного материала СВМ точность расчетных результатов повышается в пределах 6—10%.

Тбилисский филиал Всесоюзного  
института метрологии  
им. Д. И. Менделеева

(Поступило 13.1.1972)

საშემსებლო მეცნიება

ლ. კარახანოვი

განივი ლუწვისას ნიშუმის გაღუნვის სიდიდის განსაზღვრისათვის  
რეზიუმე

განსაზღვრულია ნიშუმის გაღუნვის სიდიდის ამოცანა მისი განივი ღუნვის დროს იმ დაშვებით, რომ გაღუნვის სიდიდე საყრდენებს შორის მანძილთან შედარებით არსებითია.

STRUCTURAL MECHANICS

L. M. KARAKHANOV

## TOWARDS THE DETERMINATION OF THE DEFLECTION VALUE UNDER TRANSVERSE BENDING OF THE SPECIMEN

Summary

The value of deflection of the specimen under its transverse bending has been determined with assumption that the deflection is essential in comparing with a length of the specimen.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. М. Беляев, Сопротивление материалов. М., 1956.
2. Р. С. Гутер и Б. В. Овчинский. Элементы численного анализа и математической обработки опыта. М., 1967.

Р. И. БУДЕШТСКИЙ

ПРОЧНОСТЬ ПРИ ИЗГИБЕ ЗЕРНИСТЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

(Представлено академиком К. С. Завриевым 11.2.1972)

Рассматривается вначале простейший случай, когда прочность зернистого композиционного материала типа бетона определяется сцеплением зерен между собой и надежность прочности сцепления  $R$  следует закону Вейбулла:  $p(R) = \exp(-\lambda R^a)$ . Прогнозирование прочности на растяжение при чистом изгибе такого композита можно свести к задаче прочности его на чистое растяжение [1].

В случае разрушения при изгибе призматического образца (длиной  $h$  и стороной квадратного сечения  $a$ ) рассматриваемая система до отказа успевает много раз сменить свое состояние—выход из строя слоев  $\Delta x$ , начиная с наружного. Для таких систем справедлива формула [2]

$$P(t) \cong \exp \left[ - \sum_x \lambda_x p_x R^a \right], \quad (1)$$

где  $P(t)$  есть вероятность безотказной работы системы,  $\lambda_x$ —опасность отказа системы в состоянии  $x$ ,  $p_x$ —вероятность того, что в наугад взятый момент система находится в состоянии  $x$ .

Сумма  $\lambda_0 = \sum \lambda_x p_x$  рассматривается как средняя опасность отказа системы, причем в данном случае

$$\lambda_0 = \sum_{x=0}^{a/2} \lambda_x p_x \cong \sum_{x=0}^{a/2} \lambda \left( \frac{x}{a/2} \right)^r \frac{\Delta x}{a}, \quad (2)$$

где  $\lambda$  есть опасность отказа первого (наружного) слоя изгибаемого образца,  $r$ —коэффициент формы зависимости  $\lambda_x$  от  $x$  [3]. В частности, при  $r=0$  эпюра распределения  $\lambda_x$  по высоте образца прямоугольная, при  $r=1$  треугольная.

Переходя в выражении (2) к интегралу, получаем

$$\lambda_0 = \frac{\lambda}{2r+2}. \quad (3)$$

Теперь можно рассматривать образец с постоянной опасностью отказов элементов, равной  $\lambda_0$ , вне зависимости от высоты слоя  $x$ , т. е. случай растяжения.



Функцию надежности элементарной ячейки структуры записываем, опуская индекс  $(R)$ , как  $2p^2 - p^4$  [1]. А средняя прочность образца при изгибе (для достаточно высокой надежности элементов) [1]

$$\langle R_n \rangle \cong \int_0^{\infty} \{1 - [1 - (2p^2 - p^4)^n]^{2m^2}\} dR. \quad (4)$$

Здесь  $n$  — число последовательных соединений ячеек (при регулярной геометрии композита),  $2m^2$  — число параллельных соединений цепи ячеек:

$$n = \frac{1}{\sqrt{2}} \left( \frac{h}{d} - 1 \right), \quad 2m^2 = \left( \frac{a}{d} - 1 \right)^2, \quad (5)$$

где  $d$  — средний диаметр зерна композита.

Решая (4) и сравнивая это решение с [1], находим

$$\langle R_n \rangle = \langle R_p \rangle \cdot (2r + 2)^{1/n}, \quad (6)$$

где  $\langle R_p \rangle$  есть прочность данного образца на чистое растяжение.

При  $r = \alpha$  получим известное решение для некомпозитов [4], полученное другим путем.

Отметим, что значение  $\lambda_0$  такое же, как и в формуле (3), можно получить, приравняв площадь эпюры распределения по высоте образца опасности отказов при изгибе к таковой площади эпюры при растяжении с опасностью отказов  $\lambda_0$ , т. е.

$$\int_0^{a/2} \lambda \left( \frac{x}{a/2} \right)^r dx = \int_0^a \lambda_0 dx. \quad (7)$$

Выражение (7) является, таким образом, графической интерпретацией  $\lambda_0$ .

Для более общего случая, когда прочность зернистого композита определяется статистическими характеристиками зерна, матрицы и их сцепления [5], решение записывается в виде

$$\langle R_n \rangle = K \int_0^{\infty} \exp \left[ - \left( \frac{\lambda_1}{2\alpha_1 + 2} vR^{\alpha_1} + \frac{\lambda_2}{2\alpha_2 + 2} rR^{\alpha_2} + \frac{\lambda_3}{2\alpha_3 + 2} vR^{\alpha_3} \right) \right] dR. \quad (8)$$

Здесь  $\lambda_1, \alpha_1$ ;  $\lambda_2, \alpha_2$  и  $\lambda_3, \alpha_3$  — соответственно параметры распределения прочности на растяжение элементов — „зерно“, „матрица“ и „сцепление“. Значение  $K, v$  и  $r$  приведены в [5].

Для структур стохастических предыдущие формулы остаются теми же, однако параметры  $n$  и  $2m^2$  умножаются на  $\exp V_p$ , где  $V_p$  есть коэффициент вариации равномерности распределения зерна в теле композита [6].





В случае учета (приближенного) модулей упругости элементов в формуле (8) нагрузку следует передавать на каждый элемент пропорционально их модулям (приведенным).

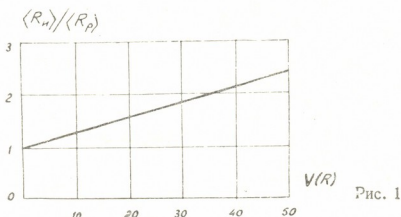


Рис. 1

На рис. 1 приведен график зависимости отношения  $\langle R_n \rangle / \langle R_p \rangle$  от однородности прочности согласно формуле (6), при  $r = \alpha$ . Значения  $\alpha$  пересчитаны [1] на соответствующие значения коэффициента вариации прочности  $V(R) \%$  при  $R_{\min} = 0$ .

Академия наук Грузинской ССР  
Институт строительной механики  
и сейсмостойкости

(Поступило 10 2.1972)

საშენიანო მექანიკა

რ. ბუდესტსკი

მარცვლოვანი კომპოზიციური მასალების სიმტკიცე ღუნვისას

რეზიუმე

ნაჩვენებია, რომ ელემენტების უარის საშუალო საშიშროების გამოყენებით სუფთა ღუნვის ამოცანა შეიძლება დაყვანილ იქნეს სუფთა გაჭიმვის ამოცანაზე. ამასთან, ღუნვაზე სიმტკიცის პროგნოზირება ხდება მარცვლის, მატრიცისა და მათი შეჭიდულობის სტატისტიკური მაჩვენებლების გამოყენებით.

STRUCTURAL MECHANICS

R. I. BUDESHTSKY

BENDING STRENGTH OF GRANULATED COMPOSITE MATERIALS

Summary

The problem of pure bending can be reduced to that of pure tension, using the concept of average danger of element failure. The bending strength is predicted by recourse to the statistic characteristic of granule and matrix and their adhesion.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Р. И. Будештский. Труды ИСМиС ГССР «Бетон и железобетон», IV, 1970.
2. Б. В. Гнеденко, Ю. К. Беляев, А. Д. Соловьев. Математические методы в теории надежности. М., 1965.
3. А. А. Райкин. Вероятностные модели функционирования резервированных устройств. М., 1971.
4. В. В. Болотин. Статистические методы в строительной механике. М., 1965.
5. Р. И. Будештский. Проблемы прочности, № 8, 1971.
6. Р. И. Будештский. Материалы II Респ. конфер. НТО стр. индустрии ГССР по бетону и железобетону, 1971.

Л. Б. БЕРЕЖИАНИ, В. М. БЕРЕЖИАНИ, Р. Б. ЗВЕНИЦКАЯ,  
Г. Ш. ОНИАШВИЛИ, Н. В. ИАШВИЛИ, Д. А. АНДРИАШВИЛИ

## ВЛИЯНИЕ ПРОЦЕССА КРИСТАЛЛИЗАЦИИ ПОД ДАВЛЕНИЕМ ЖИДКОЙ ФАЗЫ НА СВОЙСТВА СИЛУМИНА

(Представлено академиком Ф. Н. Тавадзе 10.2.1972)

Ранее было установлено явление возникновения очагов разрежения при конечных стадиях кристаллизации из расплавов. Выявлена иницирующая роль очагов разрежения в образовании дефектов и неоднородностей в кристаллических веществах [1—4]. На основании этих данных были разработаны способы борьбы с явлением возникновения очагов разрежения путем ведения процесса кристаллизации под давлением жидкой фазы. Проведенные исследования показали, что давление жидкой фазы до  $8 \text{ кг/см}^2$  уже дает возможность повысить прочность металлов и сплавов при одновременном значительном улучшении пластических свойств.

Для осуществления процесса кристаллизации под давлением каждой фазы были спроектированы и построены крупнолабораторные установки, позволяющие работать при давлениях до  $8 \text{ кг/см}^2$ . Для создания давления жидкой фазы использовался сжатый воздух, поступающий от компрессорной установки М-155.

При проведении исследований нас интересовал вопрос глубины проникновения жидкой фазы в межкристаллические объемы, поэтому отношение диаметра слитка к его длине было взято необычно большим. При диаметре слитка, равном 42 мм, длина его составляла 550 мм, что соответствует отношению

$$n/p = 13.$$

Полученный слиток делился на две части. Из каждой части брались образцы для металлографических исследований и определялись механические свойства. Схема взятия образцов из слитка приведена на рис. 1.

Эффект кристаллизации под давлением жидкой фазы зависит от ряда факторов, в том числе и от типа сплава. В связи с этим были развернуты работы с целью изучения эффективности применения кристаллизации под давлением жидкой фазы на различные виды металлов и сплавов.

В данной работе приведены результаты исследования влияния давления жидкой фазы на свойства немодифицированного силумина следующего состава:

Si	Fe	Cu	Zn	Mn
11,7	0,85	0,75	0,3	0,5



Выбор сплавов был обусловлен тем, что эвтектические силумины обладают высокими литейными качествами — малой усадкой и пористостью, хорошей текучестью и заполнением формы и, благодаря этим свойствам, широко используются для получения литых изделий. Исходя из этого возможность улучшения качества литых изделий и силумина представляет определенный практический интерес.

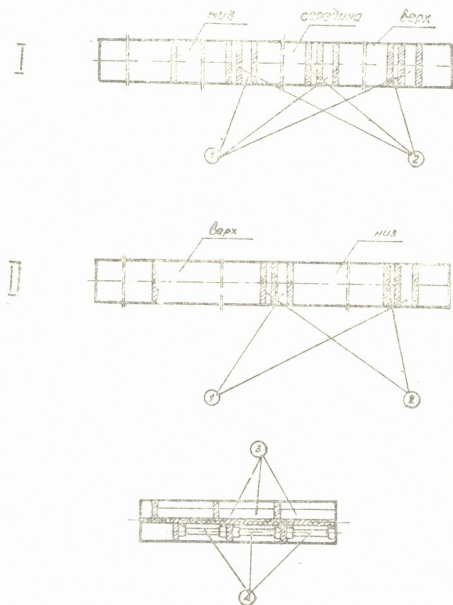


Рис. 1. Схема взятия из слитка образцов для исследований: 1—для микроскопических исследований; 2—для определения пористости; 3—для испытания на разрыв; 4—для испытания на ударную вязкость

При кристаллизации под давлением жидкой фазы основное влияние на поступление жидкого металла в межкристаллические объемы оказывают величина давления жидкой фазы и время пребывания слитка под давлением жидкой фазы.

Для изучения влияния этих факторов проводились исследования свойств силумина, полученного под давлением жидкой фазы 2, 4, 6 и 8 кг/см<sup>2</sup> при выдержках 5, 10 и 15 минут при каждом из указанных давлений. Результаты исследований приведены на рис. 2 и 3.

Рассматривая результаты исследований, можно заметить следующее. В процессе кристаллизации под давлением жидкой фазы повышение значения предельного давления с 2 до 8 кг/см<sup>2</sup> при всех выдержках вызывает непрерывное повышение твердости (НВ), ударной вязкости ( $\alpha_k$ ), относительного удлинения ( $\delta\%$ ) и предела прочности ( $\sigma_b$ ) силумина.

Увеличение продолжительности пребывания слитка под давлением жидкой фазы в интервале от 5 до 15 минут вызывает непрерывное повышение всех свойств без заметного замедления прироста при 15-минутной выдержке.

Разброс средних значений свойств силумина, взятого из различных по высоте участков, невелик. Усредненные значения улучшения свойств, по сравнению с силумином, отлитым при обычных условиях, следующие: твердость (НВ) повышается с 47,5 до 90, т. е. увеличивается в 1,9

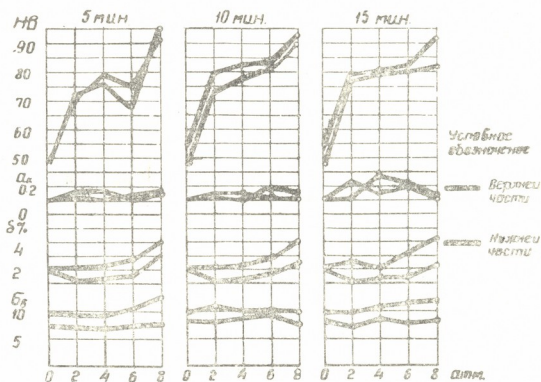


Рис. 2. Влияние давления на свойства силумина, полученного путем кристаллизации под давлением жидкой фазы

раза; ударная вязкость возрастает с 0,1 до 0,2, т. е. увеличивается в 2 раза; предел прочности повышается с 9,4 до 12 кг/мм<sup>2</sup> т. е. увеличивается в 1,3 раза.

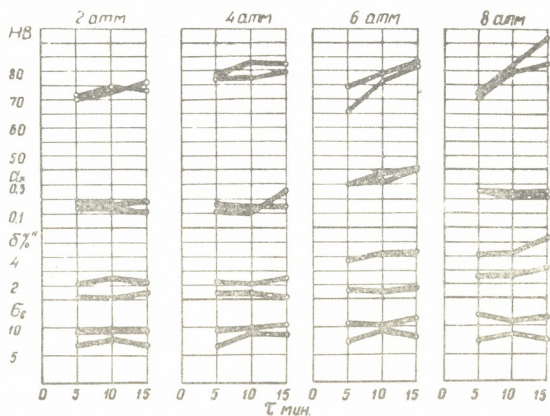


Рис. 3. Влияние продолжительности выдержки под давлением жидкой фазы на свойства силумина



На основании изложенного можно утверждать, что предложенный метод кристаллизации под давлением жидкой фазы дает возможность значительного улучшения свойств большинства применяемых в технике металлов и сплавов.

Академия наук Грузинской ССР  
 Институт металлургии

(Поступило 11.2.1972)

მეტალურგია

ლ. ბერეჟიანი, ვ. ბერეჟიანი, რ. ჯვინცკაია, გ. ონიაშვილი, ნ. იაშვილი,  
 ჯ. ანდრიაშვილი

თხევადი ფაზის წნევის ქვეშ კრისტალიზაციის პროცესის გავლენა  
 სილუმინის თვისებებზე

რ ე ზ ი მ ე

განხილულია თხევადი ფაზის წნევის ქვეშ ლითონების კრისტალიზაციის ახალი მეთოდი. იგი საშუალებას გვაძლევს ერთდროულად გავაუმჯობესოთ ლითონების სიმტკიცე და პლასტიკური თვისებები 2—3-ჯერ.

METALLURGY

L. B. BEREZHIANI, V. M. BEREZHIANI, R. B. ZVENITSKAIA,  
 G. Sh. ONIASHVILI, N. V. IASHVILI, J. A. ANDRIASHVILI

## THE INFLUENCE OF THE PROCESS OF CRYSTALLIZATION UNDER THE PRESSURE OF LIQUID PHASE ON THE PROPERTIES OF SYLUMIN- TYPE ALLOYS

Summary

A new method of metal crystallization under the pressure of liquid phase is discussed. The method enables a simultaneous improvement of the durability and the plastic properties of metals and alloys from 2 to 3 times.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Л. Б. Бережiani, Труды ГПИ им. С. М. Кирова, № 6 (54), 1957, 37.
2. В. М. Бережiani, Л. Б. Бережiani. Тезисы докладов II Всесоюзного совещания по метастабильным состояниям в сплавах, Тбилиси, 1968, 96.
3. ლ. ბერეჟიანი, ვ. ბერეჟიანი, ც. ნაჭყეზია. კრისტალიზაციის პროცესში გაუმჯობესების კერების წარმოქმნა. ვ. ლენინის სახელობის საქართველოს პოლიტექნიკური ინსტიტუტის შრომები, № 3 (143), 1971.
4. Л. Б. Бережiani. Аннотации докладов XVI конфер. вузов закавказских республик, 1971, 6.



Д. Ш. ОЗИАШВИЛИ, В. Г. РЦХИЛАДЗЕ

ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ТРАНСПОРТНОЙ ХИМИЧЕСКОЙ РЕАКЦИИ GaAs—AsCl<sub>3</sub> В АТМОСФЕРЕ НЕЙТРАЛЬНОГО ГАЗА

(Представлено академиком Ф. Н. Тавадзе 12.1.1972)

Применение потока аргона в транспортных химических реакциях, а именно для получения пленок арсенида галлия в системе GaAs—AsCl<sub>3</sub>, представляет значительный интерес. Замена водорода инертным газом позволяет не только исключить реакцию образования хлористого водорода, но и не допустить возможное загрязнение слоя кремнием при его восстановлении из кварца.

В атмосфере аргона могут протекать следующие реакции: в зоне источника



в зоне осаждения



Для выявления возможности протекания реакций (1) и (2) при оптимальных температурных пределах рассчитываем термодинамические константы реакций (1) и (2). Все необходимые величины для проведения расчета приведены в табл. 1 [1—3].

Таблица 1

Термодинамические константы реагирующих веществ

Соединение	Агрегатное состояние	$\Delta H_{298}$ ккал	$S_{298}^0$ кал/моль·град	$T_{\text{пл}}$ °K	$T_{\text{кип}}$ °K	$L_{\text{пл}}$ ккал/моль	$L_{\text{исп}}$ ккал/моль	$S_p^0$ кал/моль·град
AsCl <sub>3</sub>	газ	-71,5	78,2	257	403	—	—	19,7
GaAs	тв.	-18,5	15,6	—	—	—	—	12,0
GaCl	газ	-16,2	56,4	—	—	—	—	8,9
As <sub>4</sub>	газ	+34,5	75	—	—	—	—	19,8
GaCl <sub>3</sub>	тв.	-125	79,7	351	473	5,2	15	19,2

Для расчета изобарно-изотермических потенциалов ( $\Delta Z_T^0$ ) реакций (1) и (2) используем уравнение

$$\Delta Z_T^0 = \left( \Delta H_{298} - \int_0^T \Delta C_p dT \right) + \int_0^T \Delta C_p dT - T \left( \Delta S_{298} - \int_0^T \frac{\Delta C_p}{T} dT \right) - T \int_0^T \frac{\Delta C_p}{T} dT. \quad (3)$$

Определяем  $\Delta H_{298}$  реакции (1):

В результате расчета получаем  $\Delta H_{298} = +112900$ .

Определяем  $\Delta S_{298}$  и  $\Delta C_p$  реакции (1):  $\Delta S_{298} = 119,2$ ,  $\Delta C_p = -9,2$ .



Уравнение  $\Delta C_p$  интегрируется: 
$$\int_0^T \Delta C_p \cdot dT = -9,2 \cdot T.$$

Выражение для  $\Delta C_p$ , деленное на  $T$  и проинтегрированное тем же способом, дает

$$\int_0^T \frac{\Delta C_p}{T} dT = -9,2 \cdot \ln T, \quad \Delta H_0 = \Delta H_{298} - \int_0^{298} \Delta C_p dT,$$

$$\Delta H_0 = 115642, \quad \Delta S_0 = \Delta S_{298} - \int_0^{298} \frac{\Delta C_p}{T} dT, \quad \Delta S_0 = 171,6216.$$

С помощью уравнения

$$\Delta Z_T^0 = \Delta H_0 + \int_0^T \Delta C_p dT - T \cdot \Delta S_0 - T \int_0^T \frac{\Delta C_p}{T} dT \quad (4)$$

находим  $\Delta Z_T^0$  для реакции (1):  $\Delta Z_T^0 = 115642 + 21,1876 \cdot T \lg T - 180,82 \cdot T$  в пределах  $298 - T_{\text{пл}}^{\text{GaAs}^\circ\text{K}}$ . Используя зависимость между изменением изобарно-изотермического потенциала и константой равновесия

$$\Delta Z_T = -RT \ln K_p \quad \left( \ln K_p = -\frac{\Delta Z_T}{4,574 \cdot T} \right) \quad (5)$$

рассчитываем в температурной зависимости константы равновесия. Результаты расчетных данных  $\Delta Z_T^0$  и  $K_p$  представлены в табл. 2.

Таблица 2  
Термодинамические константы для реакции (1) при различных  $t$ -ах

$T^\circ\text{C}$	$T^\circ\text{K}$	$\Delta Z_T$ кал	$K_p$
700	973	+ 1305	0,509
750	1023	- 4100	7,519
800	1073	- 9280	77,76
850	1123	-14840	774,70
900	1173	-20180	5773,0

Определяем  $\Delta Z_T^0$  для реакции (2). Сначала ведем расчеты величин  $\Delta H_{298}$ ,  $\Delta S$  и  $\Delta C_p$  для реакции  $6 \text{ GaCl}_{\text{газ}} + \text{As}_{4\text{газ}} \rightarrow 4 \text{ GaAs}_{\text{тн}} + 2 \text{ GaCl}_{3\text{тв}}$ :

$$\Delta H_{298} = -192300, \quad \Delta S = -191,6, \quad \Delta C_p = 13,2.$$

$$\int_0^T \Delta C_p dT = 13,2 \cdot T, \quad \int_0^T \frac{\Delta C_p}{T} dT = 13,2 \ln T,$$

$$\Delta H_0 = \Delta H_{298} - \int_0^{298} \Delta C_p dT, \quad \Delta H_0 = -196234,0,$$

$$\Delta S_0 = \Delta S_{298} - \int_0^{298} \frac{\Delta C_p dT}{T}, \quad \Delta S_0 = -266,7.$$

Для реакции (2) в пределах  $298 - 351^\circ\text{K}$

$$\Delta Z_T^0 = -196234,0 - 30,4 T \lg T + 280 \cdot T. \quad (6)$$

Для определения  $\Delta Z_T^0$  реакции (2) выше  $351^\circ\text{K}$  (до  $451^\circ\text{K}$ ) необходимо ввести величину  $\Delta Z_T^0$  плавления  $\text{GaCl}_3$ .



Реакцию (7) приводим для того, чтобы при сложении ее с реакцией (2) получилось



Теплота реакции (7) равна теплоте плавления  $\text{GaCl}_3$ :

$$\Delta H_{351} = 5200, \quad \Delta S_{351} = 5200/351 = 14,81.$$

Так как экспериментальные данные  $C_p$  для  $\text{GaCl}_{3\text{ж}}$  отсутствуют, то используется величина 7,25 кал/град/грамматом [1]:

$$C_p = 4 \cdot 7,25 = 29 \text{ кал/моль} \cdot \text{гр},$$

$$\Delta C_p = C_p^{\text{GaCl}_{3\text{ж}}} - C_p^{\text{GaCl}_{3\text{тв}}} = + 9,8,$$

$$\int_0^T \Delta C_p dT = 9,8 \cdot T, \quad \int_0^T \frac{\Delta C_p}{T} dT = 9,8 \cdot \ln T,$$

$$\Delta H_0 = \Delta H_{351} - \int_0^{351} \Delta C_p dT, \quad \Delta H_0 = 1760,$$

$$\Delta S_0 = \Delta S_{351} - \int_0^{351} \frac{\Delta C_p}{T} dT, \quad \Delta S_0 = -22,6359,$$

Для реакции (7)

$$\Delta Z_T^0 = 1760 - 22,6694 \cdot T \lg T + 32,4359 T. \quad (9)$$

Чтобы получить  $\Delta Z_T^0$  реакции (8), суммируем  $\Delta Z_T^0$  (2) и  $\Delta Z_T^0$  (9):

$$\Delta Z_T^0 = -194470 - 52,97 T \lg T + 312,43 T \quad (10)$$

в пределах  $351-473^\circ\text{K}$ .

Аналогично ведем расчет для реакции (2) выше  $473^\circ\text{K}$ .

Для расчета  $\Delta Z_T^0$  реакции  $6 \text{GaCl}_{\text{газ}} + \text{As}_{4\text{газ}} \rightarrow \text{GaAs}_{\text{тв}} + 2 \text{GaCl}_{3\text{газ}}$  рассчитываем  $\Delta Z_T^0$  реакции



Теплота реакции (11) равна теплоте кипения  $\text{GaCl}_3$ :

$$\Delta H_{473} = 15000, \quad \Delta S_{473} = 15000/473 = 31,71.$$

Так как не имеется экспериментальных данных для  $C_p$   $\text{GaCl}_{3\text{газ}}$ , то можно рассчитать по [1, 2] приближенное среднее значение путем прибавления 6 кал/град к учетверенному числу  $Z$  междоатомных связей в молекуле. Таким образом, для  $\text{GaCl}_{3\text{газ}}$

$$C_p = 4 \cdot 3 + 16 = 18 \text{ кал/град}, \quad \Delta C_p = C_p^{\text{GaCl}_{3\text{газ}}} - C_p^{\text{GaCl}_{3\text{ж}}} \Delta C_p = - 11,$$

$$\int_0^T \Delta C_p dT = - 11 \cdot T \int_0^T \frac{\Delta C_p}{T} dT = - 11 \ln T,$$

$$\Delta H_0 = \Delta H_{473} - \int_0^{473} \Delta C_p dT, \quad \Delta H_0 = 20203, \quad \Delta S_0 = \Delta S_{473} - \int_0^{473} \frac{\Delta C_p}{T} dT.$$

Для реакции (11)

$$\Delta Z_T^0 = 20203 + 25,333 \cdot T \lg T - 110,473 \cdot T. \quad (12)$$



Чтобы получить  $\Delta Z_T^0$  реакции (2), суммируем  $\Delta Z_T^0$  (10) и  $\Delta Z_T^0$  (12):

$$\Delta Z_T^0 = -174267 - 27,6 T \lg T + 202 \cdot T. \quad (13)$$

В пределах 473— $T_{\text{пл}}^{\text{GaAs}}$  °К рассчитываем  $K_p$ . Полученные результаты представлены в табл. 3.

Таблица 3

Термодинамические константы для реакции (5) при различных t-ax

t°С	T°К	$\Delta Z_T^0$ ккал	$K_p$ (ат)
600	873	-68759,7	$2,94 \cdot 10^{17}$
650	923	-63246	$2,96 \cdot 10^{17}$
700	973	-58228,5	$2,99 \cdot 10^{13}$
750	1023	-52607,7	$3,01 \cdot 10^{12}$
800	1073	-47253,8	$3,03 \cdot 10^{10}$

Приведенный термодинамический расчет показывает (табл. 2, 3), что реакция (1) в пределах температур 750—900°С протекает слева направо и что с повышением температуры увеличивается выход. По данным для реакции (2), реакция протекает в сторону образования GaAs в пределах температуры 600—800°С, однако с повышением температуры выход уменьшается.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт металлургии

(Поступило 11.2.1972)

მეტალურგია

დ. ოზიშვილი, ვ. გცილაძე

ნეიტრალური აირის ატმოსფეროში GaAs—AsCl<sub>3</sub> ტრანსპორტული  
პროცესის თერმოდინამიკური ანგარიში

რეზიუმე

მოცემულია ნეიტრალური აირის ატმოსფეროში GaAs—AsCl<sub>3</sub> სისტემის ტრანსპორტულ-ქიმიური რეაქციის თერმოდინამიკური ანგარიში.

დადგენილია რეაქციის მინარტული და ოპტიმალური ტემპერატურები აორთქლებისა და GaAs კრისტალიზაციის ზონებში.

METALLURGY

D. Sh. OZIASHVILI, V. G. RTSKILADZE

### THERMODYNAMIC CALCULATION OF THE CHEMICAL- TRANSPORT REACTION OF GaAs—AsCl<sub>3</sub> IN THE ATMOSPHERE OF INERT GAS

#### Summary

Thermodynamic calculation of the chemical-transport reaction of GaAs—AsCl<sub>3</sub> in inert atmosphere is given. The trend of the reaction and the most favourable temperatures in the vaporization and GaAs condensation zones have been established.

#### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. О. Кубашевский, Э. Эванс. Термохимия в металлургии, М., 1954.
2. А. Н. Крестовников и др. Справочник по расчетам равновесий металлургических реакций, М., 1963.
3. R. R. Fergusson, T. J. Gabok. Electrochem. Soc., vol. III, № 5, 1964.



Ш. А. МИРОТАДЗЕ, М. Д. ЛАНЧАВА, Ф. Н. ТАВАДЗЕ (академик АН ГССР)

### ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ РАБОТЫ ШАХТНО- ПЛАМЕННОЙ ЧУГУНОПЛАВИЛЬНОЙ ПЕЧИ С ЭЛЕКТРОКОНТАКТНЫМ НАГРЕВОМ МЕТАЛЛА

В Институте металлургии АН ГССР разработана и опробована в производственных условиях новая чугуноплавильная печь непрерывного действия производительностью 0,8—0,9 т/час, работающая на жидком топливе [1].

Печь представляет собой вертикальную шахту, в которой происходит расплавление шихты в противотоке раскаленных газов, и копильник со встроенным электроконтактным устройством для перегрева жидкого металла до заданной температуры (рис. 1).

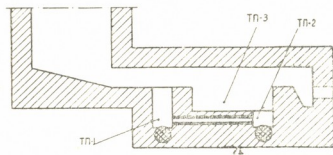


Рис. 1

Электроконтактный нагрев осуществляется подключением находящейся в канале струи жидкого металла к источнику переменного или постоянного тока. С учетом значительной простоты получения и регулирования переменного тока низкого напряжения, по сравнению с постоянным, в данной установке был использован силовой трансформатор типа СТН-200.

Подводимая мощность регулировалась переключением ступеней в первичной цепи силового трансформатора.

Электрическая цепь вторичной обмотки трансформатора состоит из проводов трансформатора, графитовых электродов и расплавленного металла, находящегося в канале. Полное сопротивление в цепи вторичной обмотки трансформатора, которая представляет собой цепь низкого напряжения и высокой силы тока, можно считать состоящим только из активного сопротивления. Реактивным сопротивлением в этом случае можно пренебречь [2, 3], т. е.

$$R = R_{\text{тр}} + R_{\text{пр}} + R_{\text{к}},$$



где  $R$ —полное сопротивление вторичной цепи трансформатора,  $R_{тр}$ —сопротивление вторичной обмотки трансформатора,  $R_{пр}$ —сопротивление токопроводящих проводов, включая и контактные,  $R_k$ —сопротивление струи металла, находящегося в канале.

На рис. 2 показан характер изменения мощности под нагрузкой при работе на разных ступенях включения трансформатора. Как видно из рисунка, при одной и той же ступени мощность под нагрузкой постепенно увеличивается. Увеличение мощности указывает на изменение сопротивления вторичной цепи трансформатора.

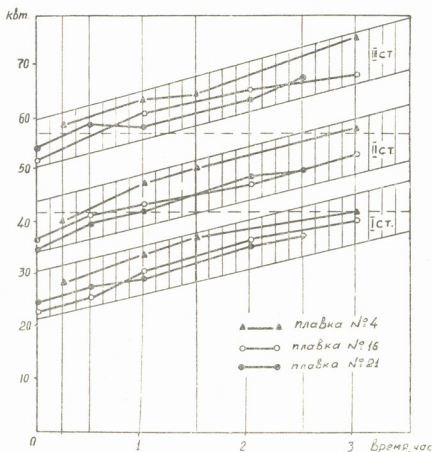


Рис. 2

Но так как  $R = R_{тр} + R_{пр} + R_k$ , а  $R_{тр}$  и  $R_{пр}$ —величины постоянные, изменение мощности вызвано изменением сопротивления струи металла в канале— $R_k$ . Причиной этого является нарушение геометрических размеров канала, т. е. эрозия огнеупорных трубок, вызванная потоком металлического расплава.

Применявшиеся в настоящих экспериментах шамотные трубки размерами  $\varnothing 25 \times \varnothing 75 \times 200$ , из которых выложен канал длиной 600 мм, при продолжительности плавки 6—8 часов дали удовлетворительные результаты. Изменения сопротивления вторичной цепи трансформатора находились в пределах 15—20%, а вызванное ими увеличение мощности компенсировалось переключением ступеней трансформатора (рис. 3).

Для исследования изменения температуры металла в разных точках печи были вмонтированы термодатчики ПР 10/0, показания которых записывались самопишущим электронным потенциометром ЭПП—09 М2.

Результаты при работе на I и II ступенях трансформатора показаны на рис. 4, где кривая 1 соответствует температуре металла до электроперегрева (ТП-1), а кривая 2 — температуре после электроперегрева (ТП-2).

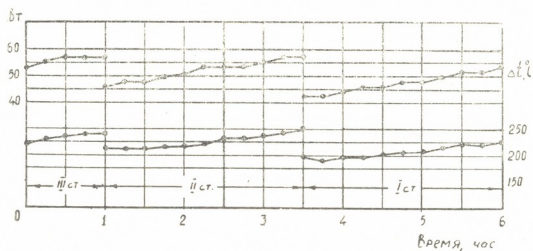


Рис. 3

Как видно из рис. 4, во время работы печи наблюдается значительное колебание температуры перегрева —  $\Delta t$  (кривая 3), которое зависит от скорости протекания металла в канале и от количества тепла, выделившегося при прохождении в нем электрического тока. Количество тепла, выделившегося в канале, зависит только от электрических параметров:  $Q = 0,24 J^2 R$ . Если учесть, что колебания  $J$ , вызванные колебанием напряжения в сети, и  $R$ , вызванные колебанием химического состава жидкого металла, незначительны, то при каждом режиме работы печи  $Q$  можно считать постоянным. Следовательно, изменения  $\Delta t$  в основном зависят от скорости протекания металла через канал, т. е. от производительности печи.

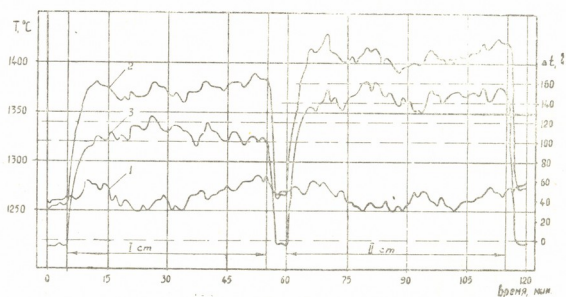


Рис. 4

Таким образом, измеряя  $\Delta t$ , после соответствующего пересчета можно определить колебания производительности, что является важным параметром плавильных печей непрерывного действия и характеризует стабильность плавки.



В отличие от известных шахтно-пламенных печей, работающей жидком топливе, печь, предложенная Институтом металлургии АН ГССР, позволяет получать жидкий металл любой практически необходимой температуры. Температура металла с достаточной точностью поддерживается регулированием рабочего напряжения. Колебания температуры и скорости плавления, впервые обнаруженные в данных исследованиях, не оказывают значительного влияния на среднюю температуру металла в копильнике. Принципиальная схема нового плавильного агрегата позволяет решить проблему стойкости огнеупоров в шахтно-пламенных печах за счет плавки на низких режимах горения топлива и добавочного электроперегрева жидкого металла.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт металлургии

(Поступило 10.3.1972)

მეტალურგია

შ. მიროტაძე, მ. ლანჩავა, ფ. თავაძე (საქართველოს სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი)

ლითონის ელექტროკონტაქტური გახურების მოწყობილობიანი შახტური ალჰმედი თუჯსადნობი ღუმელის მოშობის პარამეტრების გამოკვლევა

რ ე ზ ი მ ე

შემუშავებული და გამოცდილია ახალი მაღალტემპერატურული თუჯსადნობი ღუმელის კონსტრუქცია. გამოკვლეულია მისი ელექტრული და ტემპერატურული პარამეტრები. დადგენილია შახტურ ალჰმედ ღუმელებში კიცილგამქლე მასალების მდგრადობის გაზრდის შესაძლებლობა დნობისათვის სათბობის დაბალ რეჟიმებზე წვისა და თხევადი ლითონის შემდგომი ელექტროგადახურების ხარჯზე.

METALLURGY

Sh. A. MIROTADZE, M. D. LANCHAVA, F. N. TAVADZE

## A STUDY OF THE RUN PARAMETERS OF A SHAFT-FLAME IRON FURNACE WITH ADDITIONAL RESISTANCE HEATING

Summary

A new high-temperature iron melting furnace of continuous action working with liquid fuel and electric power has been developed and tested under production conditions. The electrical and temperature parameters of the furnace have been studied.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Ф. Н. Тавадзе, М. Д. Ланчава, Ш. А. Миротадзе. Авторское свидетельство № 221217, 1968.
2. А. И. Сендлер. Выбор шин и сложных токопроводов. Иваново, 1966.
3. Д. И. Романов. Электроконтактный нагрев металлов. М., 1960.





X

Ф. Л. ЛИТВИН, Р. Ш. ВАРСИМАШВИЛИ

## МЕТОД НАРЕЗАНИЯ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ НЕКРУГЛЫХ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС ПРИМЕНЕНИЕМ СИСТЕМЫ ПРОГРАММНОГО УПРАВЛЕНИЯ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. Я. Шхвацабая 4.2.1972)

Метод прерывистой обработки, используемый для нарезания цилиндрических некруглых зубчатых колес [1], наряду с преимуществами, обладает следующими недостатками: 1) обработка каждой стороны зуба производится за два реза, профиль зуба получается приближенным, очерченным двумя пересекающимися прямыми; уменьшение огранки профиля возможно применением нескольких чистовых проходов, что ведет к снижению производительности; 2) производительность низка.

Для устранения указанных недостатков предлагается метод нарезания, основанный на применении системы программного управления.

Во время нарезания, как и обычно по методу прерывистой обработки, заготовка 2 неподвижна, в качестве инструмента используется вращающаяся рейка. В промежутках между двойными ходами инструмента 1 вдоль зуба перпендикулярно плоскости чертежа (рис. 1) заготовке сообщается по отношению к инструменту поворот вокруг ее оси 3 и смещение перпендикулярно к центроиде рейки 4 по стрелке А. Одновременно с указанными поворотами и смещением, в отличие от обычного метода прерывистой обработки, инструменту по отношению к заготовке сообщается перемещение вдоль центроиды 4. Величина этого перемещения выбирается следующим образом. Шаг  $t$  зубьев рейки делится на некоторое число  $n$  частей. Выполнив двойной ход вдоль зуба, инструмент перемещается на одну из частей шага (если эти части равные, то на величину  $t/n$ ), после следующего двойного хода — еще на одну часть и т. д. ( $n-1$ ) раз. Вместо последнего,  $n$ -ного перемещения, дополняющего предыдущие перемещения до полного шага, фреза перемещается в обратном направлении до возвращения в исходное положение.

Величины указанного выше поворота заготовки вокруг ее оси и смещения в направлении А выбираются так, чтобы они соответствовали перемещению рейки, происходящему одновременно с ними; если после данного двойного хода происходит перемещение рейки в обратном направлении, поворот заготовки и ее смещение производятся на такие величины и в таком направлении, которые соответствуют перемещению рейки в прямом направлении на величину, дополняющую предыдущие перемещения до полного шага.

На рис. 1 вращающаяся рейка для упрощения чертежа показана состоящей из двух дисковых фрез. Шаг зубьев  $t$  условно разбит на четыре равные части. Первое перемещение фрезы производится из положения





1 в положение 5, показанное штрихами, затем после очередных двойных ходов фрезы перемещается последовательно в положения 6 и 7; вместо последнего, четвертого перемещения фреза перемещается обратно из положения 7 в положение 1. После этого описанный цикл перемещения фрезы повторяется до окончания обработки всех зубьев. При каждом перемещении фрезы заготовке сообщаются повороты и смещения, соответствующие перемещению рейки в прямом направлении на величину  $t/4$ .

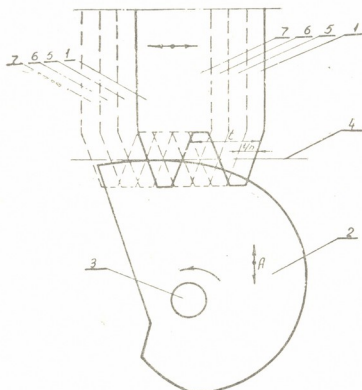


Рис. 1

Движение рабочих органов станка в процессе обработки осуществляется с помощью системы программного управления (рис. 2) с использованием шаговых электродвигателей 10, 11, 12 в качестве автономных приводов, используемых для: а) перемещения каретки фрезы 8 вдоль ее оси; б) поворота заготовки 2 вокруг ее оси 3; в) поступательного движения стола 9 с заготовкой. Остальные движения — вращение фрезы, поступательное движение вдоль образующей зуба — осуществляются обычным образом, от асинхронного привода станка. Элементы этого привода на рис. 2 не приводятся.

Программа каждого из трех перемещений, обеспечивающих обкатку, записывается на соответствующих дорожках программносителя 16. Протягивание программносителя относительно магнитной считывающей головки 17 осуществляется звездочкой тонвала 18, механически связанного с одним из валов кинематической цепи станка, обеспечивающей перемещение каретки фрезы в направлении резания. Таким образом, достигается синхронизация движений обкатки с движением фрезы вдоль образующей зуба. С тем же валом кинематики связаны золотники гидрораспределителя, чем обеспечивается при необходимости зажим стола в процессе резания и отжим при перемещениях. Синхронизация вращения фрезы с указанными выше движениями не требуется. Усиление, формирование и распределение по фазам двигателей сигналов, считанных с магнитной ленты, осуществляется электронными устройствами 19 программного управления.

Данный метод возможно также осуществить, если фрезе сообщить только движение резания, а заготовке—движения обкатки: поворот вокруг оси 3, смещение по стрелке А и перемещение вдоль центриды рейки 4.

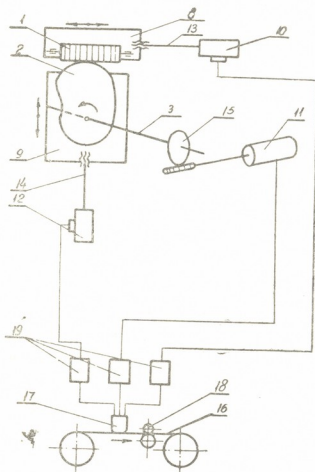


Рис. 2

Предлагаемый метод дает возможность 1) сохранения важного преимущества метода прерывистой обкатки — резания при неподвижной, жестко зажатой заготовке; 2) уменьшения огранки профиля и, следовательно, повышения ее точности путем увеличения числа делений шага и прямых линий, которыми воспроизводится профиль зуба; 3) нарезания высококачественных цилиндрических некруглых зубчатых колес путем фрезерования, что позволит существенно увеличить производительность обработки.

Грузинский политехнический институт  
им. В. И. Лешина

(Поступило 11.2.1972)

მანქანათმშენობლა

ფ. ლიბინი, რ. ვასილავილი

არამრგვალი ცილინდრული კბილანების დამზადების მეთოდი  
პროგრამული მართვის სისტემის გამოყენებით

რეზიუმე

აღწერილია მაღალი სიზუსტის ცილინდრული არამრგვალი კბილანების დამზადების მეთოდი. ჩარხის მუშა ორგანოების მოძრაობაში მოსაყვანად გამოყენებულია პროგრამული მართვის სისტემა. დამოუკიდებელი ბიჭური ელექტროძრავებით განხორციელებულია: ა) ფრეზის გადაადგილება ბრუნვის ღერძის გასწვრივ, ბ) ნამზადის მობრუნება მისი ბრუნვის ღერძის ირგვლივ, ვ) ნამზადის წინსვლით-უკუხვლითი მოძრაობა.

F. L. LITVIN, R. Sh. VARSIMASHVILI

A METHOD OF TOOTHING NON-ROUND CYLINDRICAL  
GEARS THROUGH THE USE OF A PROGRAMMED CONTROL  
SYSTEM

## Summary

A method of toothing high-quality non-round cylindrical gears is described. The motion of the machine tool members during toothing is accomplished by means of a programmed control system. A pitch electric motor with autonomous transmission is utilized for: (a) the displacement of the milling cutter along its axis; (b) the turning of the blank round its axis; and (c) the in-and-out motion of the blank.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Ф. Л. Литвин. Некруглые зубчатые колеса, М., 1956.

Л. К. ВОРОТЫНЦЕВ, М. В. ХВИНГИЯ

АВТОПАРАМЕТРИЧЕСКИЙ РЕЗОНАНС В СИСТЕМЕ  
С НЕЛИНЕЙНЫМ МОДУЛИРОВАНИЕМ ЭНЕРГОЕМКОГО  
ПАРАМЕТРА

(Представлено академиком Р. Р. Двали 10.3.1972)

Исследуется поведение неавтономной системы в критическом состоянии, имеющем место на границах устойчивости режима вынужденных колебаний. Движение осциллятора описывается уравнением

$$\ddot{x} + 2\delta\dot{x} + \omega_0^2(\varepsilon_0 + \varepsilon_1 x + \varepsilon_2 x^2)x = f_0 \sin 2\omega_1 t, \quad (1)$$

где  $\delta$ ,  $\varepsilon_1$ ,  $\varepsilon_2$  — малые параметры системы [1].

Таким уравнением может быть описана система типа Дуффинга с предварительным смещением статического равновесия. Разложение в гармонический ряд энергоемкого параметра — жесткости, модулируемого колебаниями вынужденного режима, в рассматриваемой системе начинается с первой гармоники, совпадающей по частоте с внешним гармоническим воздействием; работа первой гармоники при модуляции параметра соответствует реализации в системе режима деления внешней частоты в 2 раза. Следуя методу Ван-дер-Поля, решение уравнения (1) ищем в форме

$$x = \lambda \sin 2\omega_1 t + a(t) \sin \omega_1 t + b(t) \cos \omega_1 t - z_0(a, b, \lambda, t), \quad (2)$$

где  $\lambda \sin 2\omega_1 t$  — основная гармоника вынужденного режима, амплитуда  $\lambda$  которой определяется в линейном приближении из (1) по формуле

$$\lambda = f_0 / (\varepsilon_0 \omega_0^2 - 4\omega_1^2); \quad (3)$$

$a(t)$ ,  $b(t)$  — медленно меняющиеся функции амплитуды субгармоники;  $z_0$  — динамическое смещение.

После подстановки (2) в уравнение (1) и выполнения стандартных операций по его укорачиванию имеем два уравнения установления колебаний:

$$\Phi(a, b) \equiv \omega_1 \dot{a} = -\frac{1}{2} \left[ \left( \varepsilon_1 \lambda - 3\varepsilon_2 \lambda z_0 + 2 \frac{\partial \omega_1}{\omega_0^2} \right) a + \left( -1 - \xi + \varepsilon_0 + \frac{3}{2} \varepsilon_2 \lambda^2 - 2\varepsilon_1 z_0 + \frac{3}{4} \varepsilon_2 A^2 + 3\varepsilon_2 z_0^2 \right) b \right]; \quad (4)$$

$$\Psi(a, b) \equiv \omega_1 \dot{b} = \frac{1}{2} \left[ \left( -1 - \xi + \varepsilon_0 + \frac{3}{2} \varepsilon_2 \lambda^2 - 2\varepsilon_1 z_0 + \frac{3}{4} \varepsilon_2 A^2 + 3\varepsilon_2 z_0^2 \right) a + \left( \varepsilon_1 \lambda - 3\varepsilon_2 \lambda z_0 - 2 \frac{\partial \omega_1}{\omega_0^2} \right) b \right] \quad (5)$$



и одно уравнение связи амплитуды  $A = \sqrt{a^2 + b^2}$  с  $\lambda$  и  $z_0$  вида

$$\varepsilon_2 z_0^3 - \varepsilon_1 z_0^2 + \left( \varepsilon_0 + \frac{3}{2} \varepsilon_2 \lambda^2 + \frac{3}{2} \varepsilon_2 A^2 \right) z_0 = \frac{\varepsilon_1}{2} (\lambda^2 + A^2) + \frac{3}{2} \varepsilon_2 \lambda ab. \quad (6)$$

В уравнениях (4) и (5)  $\xi = \omega_1^2 / \omega_0^2 - 1$  — расстройка половины частоты внешнего возбуждения относительно собственной частоты  $\omega_0$ . Стационарные состояния определяются из (4) и (5) при  $\dot{a} = 0$ ,  $\dot{b} = 0$ . Нетривиальное решение ( $a \neq b \neq 0$ ) дает для амплитуды субгармоники формулу

$$A^2 = \frac{4}{3 \varepsilon_2} \left[ \xi + 1 - \varepsilon_0 - \frac{3}{2} \varepsilon_2 \lambda^2 + 2 \varepsilon_1 z_0 - 3 \varepsilon_2 z_0^2 \pm \sqrt{(\varepsilon_1 \lambda - 3 \varepsilon_2 \lambda z_0) - \frac{4 \delta^2}{\omega_0^2} (\xi + 1)} \right]. \quad (7)$$

Решая (7) относительно  $\xi$  при  $A = 0$ , получаем область расстройки

$$\xi_{1,2} \approx \varepsilon_0 - 1 + \frac{3}{2} \varepsilon_2 \lambda^2 - 2 \varepsilon_1 z_0 + 3 \varepsilon_2 z_0^2 - 2 \frac{\delta}{\omega_0^2} \mp \quad (8)$$

$$\mp \sqrt{(\varepsilon_1 - 3 \varepsilon_2 z_0)^2 \lambda^2 - 4 \frac{\delta^2}{\omega_0^2} \left( \varepsilon_0 + \frac{3}{2} \varepsilon_2 \lambda^2 - 2 \varepsilon_1 z_0 + 3 \varepsilon_2 z_0^2 - \frac{\delta^2}{\omega_0^2} \right)},$$

в пределах которой существует решение (2).

На рис. 1 показана область  $\xi_2 - \xi_1$  параметрической генерации субгармоники, построенная в соответствии с (8), откуда видно, что в си-

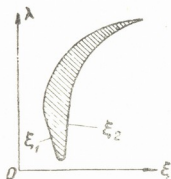


Рис. 1. Область возбуждения субгармоники

стемах с нелинейным модулированием параметра существует не только «порог» возбуждения, но и «потолок» по амплитуде внешнего воздействия, в результате область  $\xi_2 - \xi_1$  оказывается замкнутой. Причина этого ясна из анализа поведения коэффициента изменения параметра  $2(\varepsilon_1 - 3 \varepsilon_2 z_0) \lambda$  в зависимости от  $z_0$ . Устойчивость полученных периодических решений исследуем, левая амплитудам  $a$  и  $b$  в уравнениях (4) и (5) малые возмущения типа вариаций и решая полученные затем линейные вариационные уравнения. Получаем два условия:

$$1) - \frac{2 \delta \omega_1}{\omega_0^2} < 0; \quad 2) - \frac{1}{4} \left[ \left( \varepsilon_1 \lambda - 3 \varepsilon_2 \lambda z_0 + \frac{3}{2} \varepsilon_2 ab \right)^2 - \frac{4 \delta^2}{\omega_0^2} (\xi + 1) \right] + \frac{1}{2} \left[ -(\xi + 1) + \varepsilon_0 + \frac{3}{2} \varepsilon_2 \lambda^2 - 2 \varepsilon_1 z_0 + \frac{3}{4} \varepsilon_2 A^2 + 3 \varepsilon_2 z_0^2 + \frac{3}{2} \varepsilon_2 b^2 \right] \times \times \frac{1}{2} \left[ -(\xi + 1) + \varepsilon_0 + \frac{3}{2} \varepsilon_2 \lambda^2 - 2 \varepsilon_1 z_0 + \frac{3}{4} \varepsilon_2 A^2 + 3 \varepsilon_2 z_0^2 + \frac{3}{2} \varepsilon_2 a^2 \right] > 0, \quad (9)$$



которые для устойчивости начальной формы равновесия (отсутствие параметрических колебаний,  $A=a=b=0$ ) дают, кроме  $\delta > 0$ , критерий

$$\frac{1}{4} \left[ 4 \frac{\varepsilon^2}{\omega_0^2} (\xi + 1) - (\varepsilon_1 \lambda - 3 \varepsilon_2 \lambda z_0)^2 \right] + \frac{1}{4} \left[ -(\xi + 1) + \varepsilon_0 + \frac{3}{2} \varepsilon_2 \lambda^2 - 2 \varepsilon_1 z_0 + 3 \varepsilon_2 z_0^2 \right]^2 > 0,$$

совпадающий, как нетрудно видеть, с полученным ранее результатом (8).

Таким образом, положение равновесия устойчиво всюду вне пределов ширины основания параметрической резонансной криеиы, определяемой разностью  $\xi_2 - \xi_1$ . Дополнительное исследование показывает, что устойчивой будет вся кривая, соответствующая положительному корню в (7).

Эксперимент с возбуждением субгармоники проводился на физической модели осциллятора, состоящего из груза  $Mg=0,86$  кг на конце плоской консольной пружины, входящей по мере роста перемещения  $\lambda$  в контакт с криволинейными направляющими. Реальная характеристика упругой восстанавливающей силы устройства аппроксимировалась полиномом

$$R(x) = K(x + \beta x^3) = 1,25(x + 0,184x^3). \quad (10)$$

После предварительного смещения равновесия системы на величину  $\Delta=0,64$  см за счет  $Mg$  ее движение при возбуждении от колеблющегося с амплитудой  $B$  основания определяется уравнением (1), в котором

$$\varepsilon_0 = 1 + 3\beta\Delta^2; \quad \varepsilon_1 = 3\beta\Delta; \quad \varepsilon_2 = \beta; \quad \omega_0 = \sqrt{K/M}; \quad f_0 = 4B\omega_0^2.$$

Тогда  $\lambda = -4B/3$  в соответствии с (3). Если  $R(x)$  представлена в виде (10), формулы (6) и (7) можно преобразовать к безразмерному виду, умножив все параметры в них на  $\sqrt{\beta}$ . Без учета влияния затухания  $\delta$  на смещение  $z_0$  в (6) уравнения (6) и (7) примут вид

$$A^2 = \frac{4}{3} \left[ \xi - 3(\Delta - z_0)^2 - \frac{3}{2} \bar{\lambda}^2 \pm \sqrt{9\bar{\lambda}^2(\Delta - z_0)^2 - 4 \frac{\delta^2}{\omega_0^2} (\xi + 1)} \right]; \quad (11)$$

$$2z_0 [1 + z_0^2 + 3\Delta(\Delta - z_0)] - 3(\Delta - z_0)(\bar{\lambda}^2 + A^2). \quad (12)$$

Теоретическая кривая субгармоники (рис. 2) построена по (11) и (12) при  $B=0,12$  см;  $\lambda=-0,16$  см;  $\Delta=0,64$  см;  $\delta/\omega_0=0,002$ .

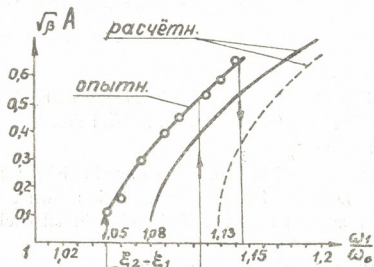


Рис. 2. Амплитудно-частотные характеристики субгармоники

Там же приводится экспериментально снятая кривая. Для кривой субгармоники при автопараметрическом возбуждении характерны жесткие режимы генерации не только у правой границы  $\xi_2$ , но и у левой —  $\xi_1$ . И др.

Вышеизложенное можно рассматривать как попытку распространения теории [2] автопараметрического возбуждения систем с нелиней-



ნიამ модулированием диссипативного параметра колебаниями вынужденного режима на системы с периодически изменяемым энергоемким параметром — крутизной характеристики, или дифференциальной жесткостью системы. В потенциально-автоколебательных системах величину изменения параметра определяет кривизна приведенной характеристики; в рассматриваемой системе коэффициент модуляции  $2(\epsilon_1 - 3\epsilon_2 z_0)\lambda$  и величина  $\xi_2 - \xi_1$  диапазона возбуждения целиком определяются эффективной крутизной, а именно амплитудой  $2\epsilon_1 \lambda$  первой гармоники разложения жесткости в ряд с учетом ее уменьшения на величину  $6\epsilon_2 z_0 \lambda$  из-за влияния сдвигающего эффекта от смещения  $z_0$ .

В заключение можно отметить, что вторая гармоника при изменении жесткости  $dR/dx$  в системах типа Дуффинга вызывает известное явление «скачка» при  $2\omega_1 = \omega_0$ . В этом случае параметрическая генерация накладывается на гармонический резонанс при равенстве частот обоих процессов с частотой возбуждения, что затрудняет разделение вынужденной и параметрической составляющих колебаний и ставит этот случай неустойчивости вынужденного режима в особое положение, согласующееся, однако, с идеей общего нелинейно-параметрического подхода [3]. Остальные гармоники разложения  $dR/dx$  в ряд Фурье могут вызвать ультрагармонические резонансы параметрической природы.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт механики машин

(Поступило 10.3.1972)

შემაჯავთნობიანი

ლ. ვოროტინცევი, მ. ხვინგია

ავტოპარამეტრული რეზონანსი ენერგოტევალი პარამეტრის  
არაწრფივი მოდულირების სისტემაში

რეზიუმე

მანდელსტამის თეორია არაწრფივი ავტორეგულირებადი სისტემების აღგზნების შესახებ გავრცელებულია დუფინგის ტიპის რხევით სისტემებზე. ნაჩვენებია, რომ ავტოპარამეტრულ სისტემაში არსებობს გარეგანი ზემოქმედების როლიორც ზედა, ისე ქვედა ზღვრები.

MACHINE BUILDING SCIENCE

L. K. VOROTYNTSEV, M. V. KHVINGIA

AUTOPARAMETRIC RESONANCE OF A SYSTEM WITH NONLINEAR  
MODULATION OF THE POWER-CONSUMING PARAMETER

Summary

The Mandelstam theory of autoparametric excitation of potentially self-excited systems is extended to the Duffing type systems. It is shown that autoparametric systems have upper as well as lower limits of external exciting force.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

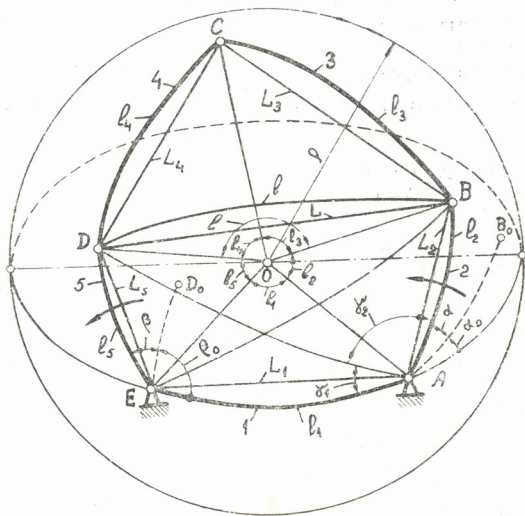
1. М. В. Хвингия, Л. К. Воротынцев и др. Труды VII Польско-Чехословацкой конференции по динамике машин. Польша, Гливице, 1971.
2. Л. И. Мандельштам, Н. Д. Папалекси, ЖТФ, № 7—8, 1932.
3. E. Mettler. Stability and Vibration Problems. Dynamic Stability of Structures. Pergamon Press, Oxford, 1967.

ნ. ღვინიაშვილი

ხუთბოლო სახსრიან მიქანიზმებში რგოლების ბრუნადობის პირობები

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა დ. თავხელიძემ 7.3.1972)

განვიხილოთ ხუთბოლო სფერული სახსრიანი  $ABCDE$  მექანიზმი (ნახ. 1). გვარკვიოთ, რა პირობებს უნდა აკმაყოფილებდეს მექანიზმის პარამეტრები, რომ დგარის მოსაზღვრე 2 და 5 წამყვანი რგოლები დგარის მიმართ ასრულებდნენ სრულ ბრუნს, ე. ი. იყვნენ მრუდმხარები. მანძილი კინემატიკურ წყვილებს შორის დავახასიათოთ სფერული მანძილებით, ე. ი. დიდი წრის რკალეებით.



აღვნიშნოთ სფერული მანძილები  $AE = l_1$ ;  $AB = l_2$ ;  $BC = l_3$ ;  $CD = l_4$ ;  $DE = l_5$ ; სფერული მანძილი  $B$  და  $D$  მოძრავ სახსრებს შორის  $BD = l$ . 2 წამყვანი რგოლის საწყის მდებარეობად მივიღოთ  $AB_0$  მდებარეობა, როდესაც ის დგართან  $\alpha_0$  კუთხეს ადგენს, ხოლო 5 წამყვანი რგოლის საწყის მდებარეობად კი  $ED_0$  მდებარეობა, როდესაც ის დგართან  $\beta_0$  კუთხეს ადგენს.



ვთქვათ, გარკვეული დროის გავლის შემდეგ 2 წამყვანი რგოლი შემობრუნდა  $\alpha$  კუთხით და დაიკავა  $AB$  მდებარეობა, ხოლო იგივე დროის გავლის შემდეგ 5 წყვილი რგოლი შემობრუნდა  $\beta$  კუთხით და დაიკავა  $ED$  მდებარეობა. მოძრაობის განხილული ინტერვალისათვის გადაცემის ფარდობა

$$i_{52} = \beta/\alpha. \quad (1)$$

ხუთრგოლა სფერულ  $ABCDE$  მექანიზმში 2 და 5 წამყვანი რგოლების მოძრაობისას  $B$  და  $D$  მოძრავ სახსრებს შორის  $l$  მანძილი განიცდის ცვალებადობას და თუ მოძრაობა პერიოდულია, მოძრაობის ერთი სრული ციკლის განმავლობაში  $l$  მანძილი თავისი ცვალებადობის დროს მიიღებს რაღაც მაქსიმალურ და მინიმალურ მნიშვნელობებსაც. ამ დროს 2 წამყვანი რგოლის შემობრუნების ერთი ციკლის შესაბამისი  $\alpha_0$  კუთხე ტოლი იქნება:

$$\alpha_0 = 2\pi\alpha. \quad (2)$$

ხუთრგოლა სფერული სახსრიანი მექანიზმების კინემატიკური კვლევის შედეგად [3] ირკვევა, რომ  $l$  მანძილის ცვალებადობა დამოკიდებულია მექანიზმის რგოლების ზომებზე, წამყვანი რგოლების მოძრაობის მიმართულეობაზე, მათ შორის გადაცემის ფარდობის სიდიდესა და მათს საწყის ურთიერთმდებარეობაზე.

დავამყაროთ დამოკიდებულება  $l$  მანძილსა და მექანიზმის პარამეტრებს შორის. ამისათვის განვიხილოთ  $ADE$  და  $ABD$  სფერული სამკუთხედები, საიდანაც დავწერთ:

$$l = \arccos \{ \cos l_1 \cos l_2 \cos l_3 + \sin l_1 \sin l_3 \cos l_1 \cos (\beta_0 + i_{52}\alpha) - \sin l_1 \sin l_2 \cos l_3 \cos (\alpha_0 + \alpha) + \sin l_2 \sin l_3 [\cos l_1 \cos (\alpha_0 + \alpha) \cos (\beta_0 + i_{52}\alpha) + \sin (\alpha_0 + \alpha) \sin (\beta_0 + i_{52}\alpha)] \}. \quad (3)$$

(3) გამოსახულება საშუალებას გვაძლევს მოინახოს  $l$  მანძილი მექანიზმის ნებისმიერი მდებარეობისათვის.

ხუთრგოლა სფერულ სახსრიან მექანიზმში დგარის მოსაზღვრე 2 და 5 წამყვანმა რგოლებმა დგარის მიმართ სრული ბრუნა რომ შეასრულონ, ე. ი. იყენენ მრუდმხარები. საჭიროა 3 და 4 რგოლების ზომები ისე იყოს შერჩეული, რომ მათი ჯამი მეტი იყოს  $B$  და  $D$  სახსრებს შორის  $l$  მანძილის მაქსიმუმზე, ე. ი.

$$l_3 + l_4 \geq l_{\max} \quad (4)$$

და მათი სხვაობა კი ნაკლებ  $B$  და  $D$  სახსრებს შორის  $l$  მანძილის მინიმუმზე, ე. ი.

$$|l_3 - l_4| \leq l_{\min}. \quad (5)$$

მიღებულ გამოსახულებებში შემაჯავლი სფერული მანძილები გამოისახნოთ სფეროს  $\rho$  რადიუსითა და შესაბამისი ქორდებით  $AE = L_1$ ;  $AB = L_2$ ;  $BC = L_3$ ;  $CD = L_4$ ;  $DE = L_5$ ;  $BD = L$  და განვიხილოთ  $\triangle AOE$ ,  $\triangle AOB$ ,  $\triangle BOC$ ,  $\triangle COD$ ,  $\triangle DOE$  და  $\triangle BOD$ , რომლებიდანაც დავწერთ:

$$\cos l_n = 1 - \frac{L_n^2}{2\rho^2}, \quad \text{ხოლო} \quad \cos l = 1 - \frac{L^2}{2\rho^2}, \quad (6)$$

სადაც  $L_n$  არის  $n$ -ური რგოლის სფერული მანძილი;  $L_n$  არის  $L_n$  სფერული მანძილის ქორდა და  $n = 1 \div 5$ ;  $L$  კი  $B$  და  $D$  მოძრავ სახსრებს შორის  $l$  სფერული მანძილის ქორდაა. მაშინ ზემოთ მიღებული გამოსახულებები ასე შეიცვლება:



(3) გამოსახულება

$$L = \sqrt{K}, \quad (7)$$

სადაც

$$K = L_1^2 + L_1^2 + L_5^2 - \frac{1}{2\rho^2} \left( L_1^2 L_2^2 + L_1^2 L_5^2 + L_2^2 L_5^2 - \frac{L_1^2 L_2^2 L_5^2}{2\rho^2} \right) - \\
 - 2L_1 L_5 \sqrt{\left(1 - \frac{L_1^2}{4\rho^2}\right) \left(1 - \frac{L_5^2}{4\rho^2}\right)} \cos(\beta_0 + i_{52}\alpha) + \\
 + 2L_1 L_2 \sqrt{\left(1 - \frac{L_1^2}{4\rho^2}\right) \left(1 - \frac{L_2^2}{4\rho^2}\right) \left(1 - \frac{L_5^2}{2\rho^2}\right)} \cos(\alpha_0 + \alpha) - \\
 - 2L_2 L_5 \sqrt{\left(1 - \frac{L_2^2}{4\rho^2}\right) \left(1 - \frac{L_5^2}{4\rho^2}\right) \left[\left(1 - \frac{L_1^2}{2\rho^2}\right) \cos(\alpha_0 + \alpha) \cos(\beta_0 + i_{52}\alpha) + \right.} \\
 \left. + \sin(\alpha_0 + \alpha) \sin(\beta_0 + i_{52}\alpha)\right]}. \quad (8)$$

(4) და (5) უტოლდება:

$$\sqrt{L_3^2 + L_4^2 + 2L_3 L_4} \sqrt{\left(1 - \frac{L_3^2}{4\rho^2}\right) \left(1 - \frac{L_4^2}{4\rho^2}\right) - \frac{L_3^2 L_4^2}{2\rho^2}} \geq L_{\max}, \quad (8)$$

$$\sqrt{L_3^2 + L_4^2 - 2L_3 L_4} \sqrt{\left(1 - \frac{L_3^2}{4\rho^2}\right) \left(1 - \frac{L_4^2}{4\rho^2}\right) - \frac{L_3^2 L_4^2}{2\rho^2}} \leq L_{\min}. \quad (9)$$

$B$  და  $D$  სახსრებს შორის  $L$  ქორდის  $L_{\max}$  მაქსიმუმი და  $L_{\min}$  მინიმუმი მონახება (7) გამოსახულების ექსტრემალური მნიშვნელობების საშუალებით. ამისათვის მოენახოთ (7) გამოსახულების პირველი და მეორე რიგის წარმოებულები, გვექნება:

$$L' = \frac{K'}{2\sqrt{K}}; \quad (10)$$

$$L'' = \frac{2K''K - (K')^2}{4K\sqrt{K}}. \quad (11)$$

(10) გამოსახულებიდან მოენახოთ  $\alpha$ -ს ის მნიშვნელობები, რომლის დროსაც  $L$  ღებულობს მაქსიმალურ და მინიმალურ მნიშვნელობებს. ამისათვის  $L'$  გავუტოლოთ ნოლს, ე. ი.  $L' = 0$ , ეს კი გვექნება მაშინ, როდესაც

$$K' = 0. \quad (12)$$

(12) განტოლების ამოხსნით მიღებული ფესვებიდან ვარგისი  $\alpha$ -ს მნიშვნელობების დასადგენად საჭიროა ეს ფესვები შევიტანოთ (11) გამოსახულებაში. ამ დროს  $L$  ქორდას  $L_{\max}$  მაქსიმუმი გვექნება მაშინ, როდესაც

$$L' = 0 \quad \text{და} \quad L'' < 0, \quad (13)$$

ხოლო  $L_{\min}$  მინიმუმი, როდესაც

$$L' = 0 \quad \text{და} \quad L'' > 0. \quad (14)$$

$L$  ქორდის  $L_{\max}$  მაქსიმუმისა და  $L_{\min}$  მინიმუმის განსაზღვრის შემდეგ (8) და (9) უტოლობების საშუალებით განსაზღვრება, იძლევიან თუ არა მქანზმის რგოლების ზომები, წამყვანი რგოლების მოძრაობის მიმართულება. მათ შორის გადაცემის ფარდობის სიდიდე და მათი საწყისი ურთიერთმდებარეობა იმის შესაძლებლობას, რომ დგარის მოსაზღვრე წამყვანი რგოლები იყვნენ მრუდმხარები.



მიღებული ფორმულებიდან, როდესაც სვეროს რადიუსი  $\rho \rightarrow \infty$ , როგორც კერძო შემთხვევა, შეგვიძლია მივიღოთ ფორმულები, რომელთა საშუალებითაც განისაზღვრება ხუთრგოლა ბრტყელსახსრიან მექანიზმში რგოლების ბრუნადობის პირობები.

ამრიგად, მიღებული შედეგები ზოგად ხასიათს ატარებენ და შეიძლება გამოყენებულ იქნეს რგოლების ბრუნადობის პირობების განსაზღვრავად როგორც სვერული, ისე ბრტყელსახსრიანი მექანიზმებისათვის.

ვ. ლენინის სახელობის  
 საქართველოს პოლიტექნიკური ინსტიტუტი

(შემოვიღა 16. 3. 1972)

МАШИНОВЕДЕНИЕ

Н. С. ДАВИТАШВИЛИ

## УСЛОВИЯ ПРОВОРАЧИВАЕМОСТИ ЗВЕНЬЕВ В ПЯТИЗВЕННЫХ ШАРНИРНЫХ МЕХАНИЗМАХ

Резюме

Рассматриваются условия проворачиваемости звеньев в пятизвенных шарнирных механизмах. Полученные результаты носят общий характер и могут быть использованы при определении условий проворачиваемости звеньев как для сферических, так и для пятизвенных плоских механизмов.

MACHINE BUILDING SCIENCE

N. S. DAVITASHVILI

## THE CONDITIONS OF THE TURNING OVER OF THE LINKS IN FIVE-LINK HINGED MECHANISMS

Summary

The conditions of the turning over of the links in five-link hinged mechanisms are examined. The obtained results are of a general nature and can be used in determining conditions of the turning over of the links of spherical as well as five-link plane mechanisms.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. И. Артоболевский. Теория механизмов. М., 1965.
2. В. В. Добровольский. Теория сферических механизмов. М., 1947.
3. ბ. დავითაშვილი. საქართველოს სსრ მეც. აკადემიის მოამბე, 64, № 2, 1971.

НГУЕН АНЬ ТУАН, Г. В. САДРАДZE

К ВОПРОСУ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОСНОВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК  
 ГИДРОСТАТИЧЕСКОГО ПОДПЯТНИКА С ВЯЗКОУПРУГОЙ  
 СМАЗКОЙ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Д. С. Тавхелидзе 7.4.1972)

Как известно, поведение растворов полимеров, применяемых в различных опорах в качестве смазочных материалов, отличается от поведения ньютоновских масел II, 2I. Упругость растворов полимеров приводит к появлению нормальных напряжений, которые улучшают работоспособность гидростатического подпятника.

В настоящей работе рассматривается течение вязкоупругих смазочных материалов через зазор между вращающейся пятой 2 (рис. 1) и неподвижным подпятником 1. Жидкость вводится в устройство через кольцевую канавку подпятника от смазочной ванны 3. При вращении пяты в слое жидкости возникают нормальные напряжения (эффект Вейссенберга), которые заставляют жидкость течь к центру вращения, создавая давление и вследствие этого подъемную силу, обеспечивая определенную несущую способность подпятника. Давление в кармане регистрируется манометром 4, а зазор — тремя индикаторами 5 с ценой деления 0,001 мм.

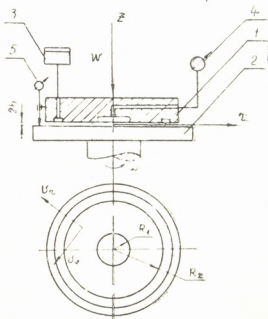


Рис. 1

Для несжимаемых вязкоупругих сред тензор напряжений имеет следующий вид [2]:

$$\tau_{ij} = p\delta_{ij} + p_{ij} \quad (1)$$



где  $p$  — изотропное давление;  $p_{ij}$  — девиатор тензора напряжений;  $\delta_{ij}$  — символ Кронекера.

Так как расход жидкости  $Q$  через зазор подпятника мал, а зазор  $2h \ll R_2$ , можно считать, что  $v_\varphi \gg v_r$ ,  $v_z \approx 0$ . Течение сссимметрично,

поэтому  $\frac{\partial}{\partial \varphi} = 0$ .

Подставляя (1) в известные уравнения движений сплошных сред в цилиндрических координатах и пренебрегая инерционными силами, ввиду их незначительности, получаем

$$-\frac{\partial p}{\partial r} + \frac{\partial p_{rr}}{\partial r} + \frac{p_{rr} - p_{\varphi\varphi}}{r} + \frac{\partial \tau_{rz}}{\partial z} = 0, \quad (2)$$

$$\frac{1}{r^2} \cdot \frac{\partial}{\partial r} \cdot (r^2 \cdot \tau_{r\varphi}) + \frac{\partial \tau_{\varphi z}}{\partial z} = 0, \quad (3)$$

$$-\frac{\partial p}{\partial z} + \frac{1}{r} \cdot \frac{\partial}{\partial r} \cdot (r \cdot \tau_{rz}) + \frac{\partial p_{zz}}{\partial z} = 0. \quad (4)$$

Уравнение неразрывности имеет вид

$$\frac{1}{r} \cdot \frac{\partial}{\partial r} \cdot (r \cdot v_r) + \frac{\partial v_z}{\partial z} = 0. \quad (5)$$

По гипотезе Вейссенберга [2]

$$p_{\varphi\varphi} - p_{rr} = \frac{2 \tau_{\varphi z}^2}{G}, \quad (6)$$

$$p_{zz} - p_{rr} = 0, \quad (7)$$

где  $G$  — модуль сдвига.

Как известно, вязкоупругие смазочные материалы подчиняются степенному закону течения Оствальда — де Вилля [3]:

$$p_0 = 2 \eta (\dot{e}_i)^{n-1} \cdot \dot{e}_0, \quad (8)$$

где  $p_0$  — девиатор тензора напряжений;  $\dot{e}_0$  — девиатор тензора скоростей деформаций;  $\dot{e}_i$  — интенсивность скоростей деформаций;  $\eta$  — коэффициент вязкости.

Из уравнения (8) имеем

$$\tau_{\varphi z} = \eta \cdot \left( \frac{\partial v_\varphi}{\partial z} \right)^n, \quad (9)$$

$$\tau_{rz} = \eta \left( \frac{\partial v_r}{\partial z} \right) \left( \frac{\partial v_\varphi}{\partial z} \right)^{n-1}. \quad (10)$$

Обозначим

$$\frac{\partial \tau_{rz}}{\partial z} = \tau'_{rz}(r).$$

Как известно,

$$v_{\varphi} = \frac{\omega r}{2} \left( 1 - \frac{z}{h} \right)$$

(при  $z = -h$   $v_{\varphi} = \omega r$ , при  $z = h$   $v_{\varphi} = 0$ ).

Тогда

$$\frac{\partial v_{\varphi}}{\partial z} = -\frac{\omega r}{2h}.$$

С учетом граничных условий (при  $z = \pm h$   $v_r = 0$ ) из уравнения (10) получим

$$v_r = \frac{1}{\eta} \left( \frac{\omega r}{2h} \right)^{1-n} \cdot \tau'_{rz}(r) (h^2 - z^2). \quad (11)$$

Расход смазочного материала, протекающего через зазор, определяется выражением

$$Q = 2 \int_0^h 2\pi r v_r dr = \frac{8\pi r h^3}{3\eta} \cdot \eta'_{rz} \left( \frac{\omega r}{2h} \right)^{1-n}. \quad (12)$$

Из уравнений (11) и (12) получим

$$v_r = \frac{3Q(h^2 - z^2)}{8\pi r h^3}, \quad (13)$$

$$\tau'_{rz} = \frac{\partial \tau_{rz}}{\partial z} = \frac{3Q\eta}{8\pi r h^3} \left( \frac{\omega r}{2h} \right)^{n-1}. \quad (14)$$

Из уравнения (2) с учетом выражений (6), (7), (9) и (14) имеем

$$\frac{\partial \tau_{zz}}{\partial r} = \frac{2\eta^2}{Gr} \left( \frac{\omega r}{2h} \right)^{2n} - \frac{3Q\eta}{8\pi r h^3} \left( \frac{\omega r}{2h} \right)^{n-1}$$

и после интегрирования в пределах от  $R_2$  до  $r$

$$\begin{aligned} \tau_{zz} &= \frac{\eta^2}{nG} \left( \frac{\omega}{2h} \right)^{2n} R_2^{2n} \left[ 1 - \left( \frac{r}{R_2} \right)^{2n} \right] - \frac{3Q\eta}{8\pi h^3} \left( \frac{\omega}{2h} \right)^{n-1} \times \\ &\times \frac{R_2^{n-1}}{1-n} \left( \frac{r^{n-1}}{R_2^{n-1}} - 1 \right). \end{aligned} \quad (15)$$

При  $r = R_1$  получится выражение, определяющее давление в кармане:

$$\begin{aligned} \tau_{zz} &= \frac{\eta^2}{nG} \left( \frac{\omega}{2h} \right)^{2n} R_2^{2n} \left( 1 - \frac{R_1}{R_2} \right)^{2n} - \frac{3Q\eta}{8\pi h^3} \left( \frac{\omega}{2h} \right)^{n-1} \times \\ &\times \frac{R_2^{n-1}}{1-n} \left[ \left( \frac{R_2}{R_1} \right)^{1-n} - 1 \right]. \end{aligned} \quad (16)$$



Несущая способность подпятника вычисляется по формуле

$$W = \pi R_1^2 \tau_{zz} + \int_{R_1}^{R_2} 2\pi r \tau_{zz}(r) dr =$$

$$= 2\pi \left\{ \frac{\eta^2}{Gn} \cdot \left(\frac{\omega}{2h}\right)^{2n} \cdot R_2^{2n+2} \cdot \frac{n}{n+1} \left[ 1 - \left(\frac{R_1}{R_2}\right)^{2n+2} \right] - \right.$$

$$\left. - \frac{3Q\eta}{8\pi h^3} \cdot \left(\frac{\omega}{2h}\right)^{n-1} \cdot \frac{R_2^{n+1}}{2(n+1)} \cdot \left[ 1 - \left(\frac{R_1}{R_2}\right)^{n+1} \right] \right\}. \quad (17)$$

Дифференцируя несущую способность по зазору, получаем жесткость подпятника:

$$j = -\frac{\partial W}{\partial h} = 2\pi \left\{ \frac{\eta^2}{G(n+1)} \cdot R_2^{2n+2} \left[ 1 - \left(\frac{R_1}{R_2}\right)^{2n+2} \right] \cdot \left(\frac{\omega}{r}\right)^{2n} \cdot \frac{h^{-2n-1}}{2n} - \right.$$

$$\left. - \frac{3Q\eta}{8\pi h^3} \cdot \left(\frac{\omega}{r}\right)^{n-1} \cdot R_2^{n+1} \cdot \frac{1}{2(1+n)} \left[ 1 - \left(\frac{R_1}{R_2}\right)^{n+1} \right] \cdot \frac{h^{-n}}{n-1} \right\}. \quad (18)$$

Грузинский политехнический институт  
им. В. И. Ленина

(Получено 7.4.1972)

მანქანათმშენობლა

ნაშრომი ან ტუანი, ბ. სადრადე

ბლანტ-დრეკადი საზეთით მომუშავე ჰიდროსტატიკური საქუსლის ძირითადი მახასიათებლებს განსაზღვრის საკითხისათვის

რეზიუმე

განხილულია ქუსლსა და საქუსლეს შორის არსებულ დრეკოში ბლანტ-დრეკადი საზეთი მასალების დინების საკითხები. თეორიული კვლევის შედეგად მიღებულია სიხის წნევის, საქუსლის დატვირთვის უნარიანობისა და სიხისტის გამოსათვლელი ფორმულები.

MACHINE BUILDING SCIENCE

NGUEN AN THUAN, G. V. SADRADZE

## TOWARDS THE DETERMINATION OF THE MAIN CHARACTERISTIC OF A HYDROSTATIC FOOT STEP BEARING WITH A VISCO-ELASTIC LUBRICANT

### Summary

The passage of visco-elastic lubricants through the gap between the rotating pivot and the stationary foot step bearing is examined. The formulae determining the liquid pressure, the supporting capacity and rigidity of the foot step bearing are obtained on the basis of a theoretical study.

### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. Мещнер, Проблемы трения и смазки, т. 90, сер. F, № 3, М., 1968.
2. И. М. Белкин, Г. В. Виноградов, А. И. Леонов, Ротационные приборы, М., 1968.
3. М. Рейнер, Деформация и течение, М., 1963.



В. Ф. ГИОРГОбИАНИ

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕСТА ПОВРЕЖДЕНИЯ НА ЛИНИЯХ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ С УЧЕТОМ ИХ РЕАКТИВНОЙ ПРОВОДИМОСТИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Л. Г. Абелишвили 24.12.1971)

Схема замещения нулевой последовательности длинной линии электропередачи, в которой не учитываются активные сопротивления, фактически является однопроводной линией без потерь, нагруженной на индуктивное сопротивление. Поэтому при повреждении такой линии в любой ее точке между напряжением в месте повреждения и токами  $I'$ ,  $I''$  и напряжениями  $U'$ ,  $U''$  нулевой последовательности, зафиксированными на концах линии, справедливы следующие зависимости:

$$\begin{aligned}U_k &= U' \cos \gamma l' + Z l' \sin \gamma l', \\U_k &= U'' \cos \gamma l'' + Z l'' \sin \gamma l'',\end{aligned}\quad (1)$$

где  $l'$  — расстояние до места повреждения от одного конца линии,  $l''$  — расстояние до места повреждения от другого конца,  $Z$  — волновое сопротивление линии,  $\gamma$  — коэффициент распространения.

Имея в виду (1), по токам  $I'$ ,  $I''$  и напряжениям  $U'$ ,  $U''$  можно построить функции изменения напряжения в месте повреждения  $U'_k = f(l')$  и  $U''_k = f(l'')$  в предположении неизменности зафиксированных величин и перемещения места повреждения от места фиксации к противоположному концу линии.

Значения  $U'_k$  и  $U''_k$  в месте повреждения равны друг другу. Это дает возможность при графическом построении  $U'_k$  и  $U''_k$  определить место повреждения по точке их пересечения, как это показано на рис. 1.

Графики  $U'_k$  и  $U''_k$  изменяются вдоль длинной линии по синусоидальному закону, и их точное графическое построение представляет определенную сложность. Вместе с тем, длина волны напряжения в схеме нулевой последовательности в несколько раз больше длины подавляющего большинства существующих на практике линий. Поэтому для этих линий часть волны напряжения, уместяющаяся в длину линии, не очень отличается от прямой.

В силу сказанного  $U'_k$  и  $U''_k$  можно строить в виде прямых линий, соединяющих две точки, первая из которых определяется напряжением в месте фиксации  $U'$  и  $U''$ , а вторая — напряжением конца линии, противоположного месту фиксации:

$$U'_B = U' \cos \gamma L + I'Z \sin \gamma L$$

и

$$U''_A = U'' \cos \gamma L + I''Z \sin \gamma L, \quad (2)$$

где  $L$  — полная длина линии.

Однако при значениях  $\gamma L > 0,4$  в некоторых точках линии величина напряжения в месте повреждения, определенная по спрямленной линии, может значительно отличаться от истинного напряжения в этой точке, определяемого по выражению (1). Это может внести погрешность в определение места повреждения.

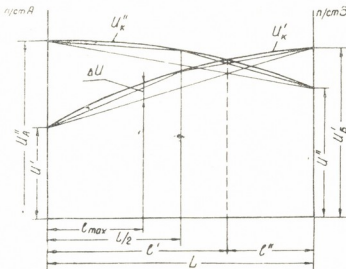


Рис. 1. Диаграммы распределения вдоль линии напряжений  $U'_k$  и  $U''_k$

Обозначим через  $l_{\max}$  расстояние от места фиксации до точки линии, где вышеуказанная погрешность достигает максимальной величины. Численное значение этого расстояния можно рассчитать по выражению

$$l_{\max} = \frac{1}{\gamma} \arcsin \frac{\frac{Z}{X_c} \sqrt{\left(\frac{Z}{X_c}\right)^2 + 1} - k - k}{\left(\frac{Z}{X_c}\right)^2 + 1}, \quad (3)$$

где

$$k = \frac{\cos \gamma L + \frac{Z}{X_c} \sin \gamma L - 1}{\gamma L}. \quad (4)$$

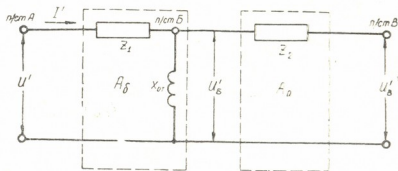
Линию электропередачи, длина которой не превышает 400 км, можно разделить на две равные части и графики изменения напряжения в месте повреждения построить по трем точкам, соответствующим напряжениям в месте повреждения, на концах и в центре линии, как это показано на рис. 1.

Аналогично вышеописанному, на длинных линиях с ответвлением место повреждения можно определить графически по месту пересечения двух графиков  $U'_k$  и  $U''_k$ .

Для построения графика  $U_k$  с учетом реактивной проводимости линии по  $I'$  и  $I''$ , зафиксированным на одном конце линии, представим длинную

линию с ответвлением в виде двух последовательно включенных четырехполюсников  $A_6$  и  $A_a$  (рис. 2).

Рис. 2. Схема размещения нулевой последовательности линии электропередачи с ответвлением с учетом реактивной проводимости



На рис. 2  $X_{от}$  — сопротивление нулевой последовательности подстанции ответвления, а  $Z_1$  и  $Z_2$  — волновые сопротивления линий между подстанциями А и Б, Б и В. Напряжения  $U'_B$  и  $U'_В$  являются напряжениями в предполагаемых местах повреждения соответственно в точках Б и В при неизменности  $U'$  и  $I'$ . Для этих напряжений можно написать следующие уравнения:

$$\begin{aligned} U'_B &= U' K'_{НБ} + I' K'_{ТБ}, \\ U'_В &= U' K'_{НВ} + I' K'_{ТВ}, \end{aligned} \quad (6)$$

где  $K'_{НБ}$ ,  $K'_{ТБ}$ ,  $K'_{НВ}$  и  $K'_{ТВ}$  являются коэффициентами четырехполюсников, зависящими только от параметров линии. При этом  $K'_{НБ}$  и  $K'_{ТБ}$  являются коэффициентами четырехполюсника  $A_6$  и равны  $K'_{НБ} = \cos \gamma_1 L_1$  и  $K'_{ТБ} = Z_1 \sin \gamma_1 L_1$ . Что же касается коэффициентов  $K'_{НВ}$  и  $K'_{ТВ}$ , то они являются коэффициентами результирующего четырехполюсника, составленного из четырехполюсников  $A_a$  и  $A_6$ , и рассчитываются по выражениям

$$\begin{aligned} K'_{НВ} &= \cos \gamma_1 L_1 \left( \cos \gamma_2 L_2 + \frac{Z_2}{X_{от}} \sin \gamma_2 L_2 \right) - \frac{Z_2}{Z_1} \sin \gamma_2 L_2 \sin \gamma_1 L_1, \\ K'_{ТВ} &= Z_1 \sin \gamma_1 L_1 \left( \cos \gamma_2 L_2 + \frac{Z_2}{X_{от}} \sin \gamma_2 L_2 \right) + Z_2 \sin \gamma_2 L_2 \cos \gamma_1 L_1. \end{aligned} \quad (7)$$

В выражениях (6), подобно выражениям (2), напряжения в месте повреждения определяются в виде суммы двух слагаемых, определяемых перемножением тока и напряжения, зафиксированных на концах линии, на постоянные коэффициенты. Это дает возможность все громоздкие расчеты провести заблаговременно, а их результаты свести в таблицу, позволяющую по делениям фиксирующих приборов тока и напряжения находить пропорциональные им составляющие напряжения в месте повреждения, предполагаемого в точке ответвления, или на конце линии, противоположном месту фиксации.

Напряжения  $U'_B$  и  $U'_В$  совместно с напряжением  $U'$  позволяют построить график  $U'_k$ , который, пересекаясь с графиком  $U''_k$ , построенным аналогично по результатам фиксации на п/ст. В, определяет место повреждения.

## 3. ზიოროზიანი

ელექტროგადაცემის ხაზებზე დაზიანების აღბილის მოძებნა მათი რეაქტიული გამტარობის გათვალისწინებით

## რეზიუმე

სტატიაში ნაჩვენებია ელექტროგადაცემის ხაზებზე დაზიანების აღბილის გრაფიკულად მოძებნის შესაძლებლობა ხაზების რეაქტიული გამტარობის გათვალისწინებით. აღწერილ მეთოდს საფუძვლად უდევს დაზიანების აღბილზე ძაბვის ცვლილების ორი ფუნქციის გამოყენება.

ELECTROTECHNICS

V. F. GIORGOBIANI

 DETERMINATION OF THE PLACE OF FAULT ON POWER LINES  
 WITH ACCOUNT OF THEIR SUSCEPTANCE

## Summary

The article deals with the feasibility of graphical determination of the place of fault on power lines with account of the susceptance of the lines. The suggested method is based on the use of two functions of voltage change at the place of fault.

АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ И ВЫЧИСЛИТ. ТЕХНИКА

Н. В. ГОГОБЕРИДЗЕ, И. Г. ЗЕДГИНИДЗЕ

О ГРАДИЕНТНОМ МЕТОДЕ ПОИСКА ЭКСТРЕМУМА  
В СИМПЛЕКСНОЙ СИСТЕМЕ КООРДИНАТ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Н. В. Габашвили 1.3.1972)

При решении экстремальных задач для многокомпонентных систем (смесей) большой интерес представляет реализация крутого восхождения непосредственно на симплексе, высекаемом условием нормированности суммы компонентов —

$$\sum_{i=1}^q x_i = 1 \quad (q \text{ — число компонентов}).$$

В работе предлагается метод определения составляющих градиента для локального линейного приближения функции отклика непосредственно в симплексных координатах.

Предварительно докажем теорему. Пусть задана функция

$$y = b_0 + \sum_{i=1}^q b_i x_i. \quad (1)$$

Обозначим через  $P$  гиперплоскость, задаваемую уравнением  $\sum_{i=1}^q x_i = 1$ .

Тогда имеет место следующая

*Теорема. Необходимым и достаточным условием того, чтобы в любой точке  $X_0 \in P$   $\nabla y \in P$ , является*

$$\sum_{i=1}^q b_i = 0. \quad (2)$$

Для выполнения требований теоремы необходимо и достаточно равенство нулю скалярного произведения векторов  $B$  и  $N$ , где  $B = \{b_1, b_2, \dots, b_q\}$  — направляющий вектор  $\nabla y$ , а  $N = \{1, 1, \dots, 1\}$  — нормальный вектор гиперплоскости  $P$ . Но  $BN = \sum_{i=1}^q b_i = 0$ , что и требовалось.

Пусть на некотором «локальном» симплексе поверхность отклика адекватно описывается линейным полиномом

$$y = \sum_{i=1}^q \beta_i x_i, \quad (3)$$





где  $x_i$  — симплексные координаты, полученные преобразованием исходных симплексных координат, в результате которого матрица-столбец, составленная из векторов вершин «локального» симплекса, принимает вид

$$\begin{pmatrix} X^{(1)} \\ X^{(2)} \\ \vdots \\ X^{(q)} \end{pmatrix} = E_q,$$

где  $E_q$  — единичная матрица  $q \times q$ ,  $X^{(j)} = \{x_1^{(j)}, x_2^{(j)}, \dots, x_q^{(j)}\}$ , ( $j=1, 2, \dots, q$ ) — вектор  $j$ -той вершины «локального» симплекса.

Легко осуществить преобразование (3) в (1) с условием выполнения (2) по следующим формулам:

$$b_0 = \bar{\beta}, \quad (4)$$

$$b_i = \beta_i - \bar{\beta}, \quad (i = 1, 2, \dots, q),$$

где  $\bar{\beta} = \frac{1}{q} \sum_1^q \beta_i$ . Формулы обратного преобразования имеют вид

$$\beta_i = b_i + b_0, \quad (i = 1, 2, \dots, q). \quad (5)$$

Для движения по градиенту смесевые переменные нужно изменять пропорционально соответствующим координатам направляющего вектора градиента  $B$ . Для линейной функции отклика от смесевых переменных, представленной в виде (1), процедура определения движения по градиенту формально совпадает с процедурой при независимых переменных:

$$\Delta X_j = h_j B, \quad (6)$$

где  $h_j$  — коэффициент пропорциональности, а  $\Delta X_j$  — вектор приращений смесевых переменных на  $j$ -том шаге.

При реализации для линейного описания на «локальном» симплексе симплекс-решетчатого плана первого порядка выбор исходной точки  $X_0$  движения по градиенту, осуществляемый из соображений минимума дисперсии предсказания в этой точке, дает в качестве  $X_0$  центр симплекса:

$$X_0 = X^{(1/q)} = \left\{ \frac{1}{q}, \frac{1}{q}, \dots, \frac{1}{q} \right\}.$$

Для определения направления движения в исходных симплексных координатах нужно выразить направляющий вектор градиента в исходной системе координат. Если обозначить через  $Z^{(u)}$  вектор точки  $u$  в исходных симплексных координатах, а через  $B_z$  и  $B_x$  — направляющий вектор градиента соответственно в исходной и преобразованной системах координат,  $B_z$  можно выразить так:

$$B_z = B_x A, \quad (7)$$

где  $A^* (Z^{(1)} Z^{(2)} \dots Z^{(q)})$  — матрица преобразования координат точки в исходные симплексные координаты ( $Z^{(j)} = \{z^{(j)}, z^{(j)}, \dots, z^{(j)}\}$  ( $j = 1, 2, \dots, q$ ) — вектор  $j$ -той вершины «локального» симплекса в исходных координатах).

Геометрическая интерпретация вышеизложенного метода определения градиента в симплексной системе координат для  $q=3$  приведена на рис. 1.

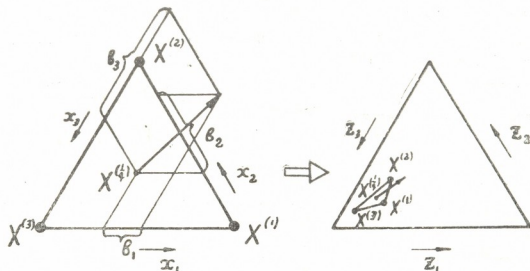


Рис. 1. Определение градиента для линейного локального приближения функции отклика при  $q=3$ .

Если симплекс регулярный и в этой области поверхность отклика адекватно описывается линейной функцией вида (1), то можно провести определенную интерпретацию коэффициентов  $b_1, b_2, \dots, b_q$ .

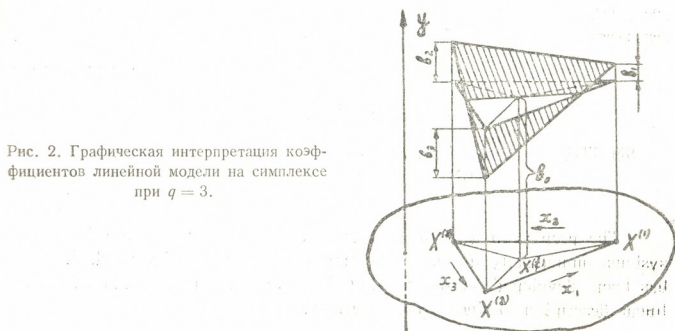


Рис. 2. Графическая интерпретация коэффициентов линейной модели на симплексе при  $q = 3$ .

Легко получить, что

$$\left. \begin{aligned} b_0 &= y(X^{(1/q)}), \\ b_i &= y(X^{(i)}) - y(X^{(1/q)}), \quad (i = 1, 2, \dots, q). \end{aligned} \right\} \quad (8)$$

Из (8) видно, что коэффициент  $b_i$  численно равен изменению функции отклика при переходе из центра симплекса к  $i$ -той вершине. Ввиду зависимости смесевых переменных говорить о влиянии той или иной переменной в смысле, принятом для независимых переменных, нельзя.

Однако разность  $[y(X^{(i)}) - y(X^{(1/q)})]$  можно трактовать как изменение функции отклика при переходе от точки, где все компоненты «равнопредставлены», к точке, в которой один компонент «вытесняет» все остальные. Приписав изменение функции отклика увеличению концентрации  $i$ -го компонента до 1 (что соответствует однозначному уменьшению всех остальных компонентов в совокупности до 0),  $b_i$  можно трактовать как эффект изменения концентрации  $i$ -го компонента относительно центра тяжести симплекса. На рис. 2 представлена геометрическая интерпретация для  $q=3$ .

Предлагаемый алгоритм представляет собой эффективную процедуру градиентного поиска экстремума в симплексной системе координат.

Грузинский политехнический институт  
им. В. И. Ленина

(Поступило 24.3.1972)

ავტომატური მართვა და გამოთვლითი ტექნიკა

ბ. ლომობერიძე, ი. ზედგინიძე

კოორდინატთა სივლამსურ სისტემაში ექსტრემუმის ძიების  
გრადიენტული მეთოდის შესახებ

რეზიუმე

განხილულია მრავალკომპონენტური სისტემების ექსტრემუმის გრადიენტული ძიების საკითხები უშუალოდ კოორდინატთა სიმპლექსურ სისტემაში. დამუშავებულია გრადიენტის განსაზღვრის მეთოდიკა ამოძახილის ზედაპირის ლოკალური წრფივი აღწერის საფუძველზე.

AUTOMATIC CONTROL AND COMPUTER ENGINEERING

N. V. GOGOBERIDZE, I. G. ZEDGINIDZE

ON THE GRADIENT METHOD OF EXTREMUM SEARCH IN A  
SIMPLEX FRAME OF REFERENCE

Summary

The problem of a gradient search of the extremum of multicomponent systems immediately in a simplex frame of reference is discussed. A method has been developed for determining the gradient on the basis of a local linear description of the response surface.

მცენარეთა ფიზიოლოგია

ბ. მიქელაძე, ბ. გიორგობიანი

ამინომჟავების უმეადგენლობის ცვლილება ვაზში ქლოროზთან დაკავშირებით

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ლ. ჯაფარიძემ 22.2.1972)

ვაზის ქლოროზის შესწავლასთან დაკავშირებით ბოტანიკის ინსტიტუტის ანატომიისა და ფიზიოლოგიის განყოფილებაში წლების განმავლობაში ჩატარებულია ნორმალური და ქლოროზით დაზიანებული ვაზების მრავალმხრივი ფიზიოლოგიური და ბიოქიმიური შესწავლა. გამოირკვა, რომ ქლოროზით დაზიანებულ ვაზებში ადგილი აქვს ნივთიერებათა ცვლის მნიშვნელოვან დარღვევას. მათში სხვა პროცესებთან ერთად შესამჩნევად არის დარღვეული აზოტოვან ნივთიერებათა ცვლაც. ქლოროზით დაზიანებულ ვაზში ნორმალურთან შედარებით დაავადების პირველ ფაზაში კლებულობს აზოტის საერთო რაოდენობა, მეორე ფაზაში კი ის ძლიერ მომატებულია. დაავადების მეორე ფაზაში მომატებულია აგრეთვე ხსნადი (არაკილოვანი) აზოტის რაოდენობა [1].

ცხრილი 1

ამინომჟავების უმეადგენლობა ქლოროზიანი და საღი ვაზის ფოთლებში (მუზრანი) 7/8

ამინომჟავები	ი ე ნ ი ს ი							
	რქაწითელი		ალიგოტე		გორული მწვანე		პინო შავი	
	ნორმა- ლური	ქლორო- ზიანი	ნორმა- ლური	ქლორო- ზიანი	ნორმა- ლური	ქლორო- ზიანი	ნორმა- ლური	ქლორო- ზიანი
ცისტინი	კვალი	163	157	187	476	288	428	315
არგინინი	0	0	0	0	270	126	0	0
ლიზინი	0	282	123	166	0	0	0	0
ჰისტიდინი	0	0	0	0	0	38	49	64
ასპარაგინი	0	648	0	261	0	195	147	606
ასპარაგინის მჟავა	326	540	81	145	324	452	0	0
სერინი	0	0	0	0	0	0	210	294
გლუტამინის მჟავა	111	291	92	146	358	356	134	223
ტრეონინი	60	216	102	120	100	172	170	142
ალანინი	96	255	171	154	178	182	85	144
ტიროზინი	294	471	151	195	0	0	486	435
ტრიპტოფანი	0	0	0	0	106	268	147	163
პროლინი	+	+	0	0	0	0	+	+
γ-ამინოვარპოს მჟავა	0	41	48	51	32	58	0	0
მეთიონინი	50	100	29	25	94	170	386	386
ვალინი	55	106	29	23	90	170	212	234
β-ფენილ α-ალანინი	93	141	73	99	184	140	136	181
ლეიცინი	63	165	58	61	224	236	212	288
ჯ ა მ ი	1218	3363	1100	1633	2436	2791	2893	3935



ცნობილია, რომ ცოცხალ ორგანიზმში აზოტოვან ნაერთთა ცვლის სრულყოფილი დახასიათებისათვის დიდი მნიშვნელობა აქვს მათში თავისუფალი ამინომჟავების შემადგენლობის შესწავლას. აღნიშნულიდან გამომდინარე ჩვენ შევესწავლეთ თავისუფალი ამინომჟავების რაოდენობა და შემადგენლობა ნორმალურ და ქლოროზით დაზიანებულ ვაზებში. ლ. შპოტას [2] მონაცემებით მსხლის, ატმისა და ქლიავის ქლოროზით დაზიანებულ ფოთლებში დაზიანების ზრდასთან ერთად იზრდება თავისუფალი ამინომჟავების რაოდენობა და მცირდება ცილოვანი აზოტი. აღსანიშნავია, რომ მსგავსი ხასიათის ცნობები ვაზის ქლოროზთან დაკავშირებით ლიტერატურაში არ შეგვევლინა.

საკვლევ ობიექტებად ავიღეთ აღმოსავლეთ საქართველოში გავრცელებული ვაზის ძირითადი საწარმოო ჯიშები: მუხრანიდან — რქაწითელი, გორული მწვანე, საფერავი, ალიგოტე და პინო შავი. ხირსიდან — რქაწითელი და საფერავი. აღნიშნული ბუნქტები აღმოსავლეთ საქართველოში ქლოროზის გავრცელების ძირითადი კერებია. საანალიზოდ ფოთლებს ვიღებდით ივნისის ბოლოს ყვავილობის ფაზის შემდეგ, როდესაც ქლოროზის გარეგნული ნიშნები მაქსიმალურად არის გამოვლინებული და სექტემბრის ბოლოს (ნაყოფების სიმწიფისას), როდესაც ქლოროზის გარეგანი ნიშნების გამოვლენა შემცირებულია.

თავისუფალ ამინომჟავებს ვსაზღვრავდით ქალაღის ქრომატოგრაფიული მეთოდით ე. უსპენსკაიას, ვ. კრეტოვიჩისა [3] და ტ. პასხიანას [4] მიხედვით.

ქლოროზით დაზიანებულ ვაზებში, ნორმალურ ვაზებთან შედარებით, ივნისში თავისუფალი ამინომჟავების რაოდენობა ბევრად მეტია როგორც თვისობრივი შემადგენლობით, ისე რაოდენობრივად. სხვაობა უფრო თვალსაჩინოა ხირსის ვაზებში, სადაც ქლოროზი მეტადაა გავრცელებული. ჩვენ მიერ საანალიზოდ აღებული ქლოროზიანი ვაზის ფოთლებში მომატებულია თითქმის ყველა ამინომჟავას რაოდენობა.

ცხრილი 2

ამინომჟავების შემადგენლობა ქლოროზიანი და ნორმალურა ვაზის ფოთლებში (ხირსა) 7/3

ამინომჟავები	ი ე ნ ი ს ი			
	რქაწითელი		საფერავა	
	ნორმალური	ქლოროზიანი	ნორმალური	ქლოროზიანი
კისტინა	509	666	418	572
არგინინი	234	434	0	348
ლიზინი	0	0	0	20
ისტეინი	0	0	244	100
ასპარაგინი	0	422	0	508
ასპარაგინის მჟეა	346	524	258	662
სერინი	0	0	0	0
გლუტამინის მჟეა	269	309	302	386
ტრეონინი	131	237	103	112
ალანინი	374	392	284	236
ტიროზინი	35	22	84	40
ტრიპტოფანი	418	469	318	428
პროლაინი	+++	++	+++	++
ჟ-ამინოთერპოს მჟეა	0	0	0	0
მეთიონინი	100	100	115	100
ვალინი	120	126	111	110
მ-ფენილ ა-ალანინი	126	151	201	141
ლეიცინი	161	183	242	315
ჯ ა მ ი	2823	4036	2689	4078



ქლოროზით დაზიანებული ვაზის ფოთლებში დიდი რაოდენობითაა ამინო-  
ლი ასპარაგინი. ასევე ბევრად მატულობს მათში ასპარაგინის მჟავა, ლიზინი,  
კლუტამინის მჟავა, ტრეონინი და ალანინი (ცხრილი 1, 2).

ვეგეტაციის ბოლოს, ვეგეტაციის პირველ პერიოდთან შედარებით, ამინომჟავების საერთო რაოდენობა შემცირებულია როგორც ქლოროზიან, ისე ნორმალურ ვაზებში. ქლოროზიანი და ნორმალური ვაზების ურთიერთშედარებისას კი იგივე სურათი მეორდება, რაც ვეგეტაციის პირველ პერიოდში.

ლიტერატურული მონაცემებით [5—7], განვითარების არახელსაყრელი პირობებისას მცენარეებში ხდება თავისუფალი ამინომჟავების გაზრდა. ამინომჟავების მომატების მიზეზი სხვადასხვაა, მაგრამ ძირითადი მიანიც ცილოვან ნივთიერებათა ცვლის დარღვევა უნდა იყოს.

ვუკავშირებთ რა ჩვენს მიერ მიღებულ შედეგებს ლიტერატურულ მონაცემებს, ვთვლით, რომ ქლოროზით დაზიანებულ ვაზებში ხდება ცილების სინთეზური პროცესების შენელება. ამას ადასტურებს ქლოროზიანი ვაზის ფოთლებში თავისუფალი ამინომჟავების, განსაკუთრებით კი ამიდი ასპარაგინის დაგროვება, რომელიც ცილების ინტენსიური სინთეზის დროს პირველ რიგში უნდა იხარჯებოდეს.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია  
ბოტანიკის ინსტიტუტი

(შემოვიღა 2.3.1972)

## ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИИ

Э. Г. МИКЕЛАДЗЕ, Э. Л. ГЕОРГОБИАНИ

### ИЗМЕНЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ АМИНОКИСЛОТ В СВЯЗИ С ХЛОРОЗОМ ВИНОГРАДНОЙ ЛОЗЫ

#### Резюме

Цель нашей работы заключалась в изучении качественного и количественного состава свободных аминокислот в связи с эдафическим хлорозом виноградной лозы. Для анализа брались нормальные и хлорозные листья основных производственных сортов лоз, распространенных в Восточной Грузии: Ркацители, Горули мцване, Саперави, Алиготе и Пино черный.

Выявлено, что количество свободных аминокислот в хлорозных лозах, по сравнению с нормальными, намного увеличено. Амид аспарагина, не обнаруженный в нормальных лозах, содержится в большом количестве в хлорозных лозах. В хлорозных лозах увеличено также содержание аспарагиновой кислоты, лизина, глютаминовой кислоты, треонина и аланина. Опираясь на полученные результаты, с учетом литературных данных можно заключить, что при хлорозном повреждении виноградной лозы происходит изменение биосинтеза белков.

#### PLANT PHYSIOLOGY

E. A. MIKELADZE, E. L. GEORGOBIANI

### THE CONTENT CHANGE OF AMINO ACIDS DUE TO CHLOROSIS OF GRAPEVINE

#### Summary

The qualitative and quantitative composition of free amino acids in normal and chlorosed leaves of the basic production grape varieties (*Rkatsi-*



*teli, Goruli mtsvane, Saperavi, Aligote, Pinot Noir*) of eastern Georgia was studied. Free amino acids: asparagine, aspartic acid, lysine, glutamic acid, threonine and alanine were found to be considerably increased in chlorosed grapevines in comparison with normal ones. It is concluded that biosynthesis of proteins is altered in grape-vine damaged by chlorosis.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Е. А. Макаревская и Э. Г. Микеладзе. Труды Тбилисского ин-та ботаники, 18, 1956.
2. Л. А. Шпота. Хлороз растений в Чуйской долине и борьба с ним. Фрунзе, 1968.
3. Ж. В. Успенская, В. Л. Кретович. Сб. «Методика количественной бумажной хроматографии сахаров, органических кислот и аминокислот у растений». М.—Л., 1962.
4. Т. С. Пасхина Сб. «Методические письма», М., 1950.
5. Д. Н. Прянишников. Азот в жизни растений и земледелие СССР. М., 1945.
6. П. Н. Шиян, С. И. Лебедев. Физиология растений, 13, 5, 1966.
7. Д. Ф. Проценко, И. Г. Шматько, Е. А. Рубанюк. Физиология растений, 15, 4, 1968.

ბ. ზოდოლაძე, ძ. კობახიძე

ქლორქოლინქლორიდის გავლენა პლასტიკური პიგმენტების სინთეზა და ფოტოსინთეზის ინტენსივობაზე ხორბალში

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა [ლ. ჭაფარიძემ] 23.2.1972)

სინთეზური გზით მიღებული ნივთიერებები, რომლებიც მოქმედებენ მცენარის ზრდაზე და არეგულირებენ ამ პროცესს, ცნობილია რეტარდანტიკების სახელწოდებით. ამ ჯგუფს მიეკუთვნება ქლორქოლინქლორიდიც, რომელსაც ამჟამად მსოფლიოში იყენებენ როგორც ყველაზე ეფექტურ ქიმიურ საშუალებას თავთავიანი კულტურების ჩაწოლის საწინააღმდეგოდ. მისი სტრუქტურული ფორმულა ასეთი სახისაა:



ეს ნივთიერება თავისი აგებულებით ახლო დგას მცენარეთა სამყაროში ფართოდ გავრცელებულ ქოლინთან. ქლორქოლინქლორიდის ფიზიოლოგიური მოქმედება განპირობებულია მის მოლეკულაში არსებული სამი მეთილამონიუმის ჯგუფით. თუ ამ ჯგუფს შევკვლით სხვა რომელიმე ნაერთით, მაშინ ის დაკარგავს რეტარდანტის დამახასიათებელ თვისებას [1].

ქლორქოლინქლორიდი ანელებს მცენარის ზრდას სიმალღეში, ამოკლებს და ასქელებს ღეროს, ის აფართოებს ფოთლის ფირფიტას, ასქელებს მას და აძლევს მუქ მწვანე შეფერვას [2, 3]. მისი მოქმედებით ცვლილებას განიცდის მცენარის სხვა ვეგეტაციური ნაწილები და ძლიერდება მათში მეტაბოლიზური პროცესები [1, 2, 4].

სხვადასხვა ქვეყანაში წარმოებულმა ცდებმა გამოავლინა, რომ ქლორქოლინქლორიდის გავლენის სიძლიერე და მოქმედების ეფექტი უშუალოდ დამოკიდებულია მცენარის სახეობაზე, ჯიშზე და იმ ნიადაგურ-კლიმატურ პირობებზე, სადაც იზრდება და ვითარდება მცენარე [1, 2]. ამიტომ ჩვენ მიზნად დავისახეთ შეგვესწავლა ქლორქოლინქლორიდის გავლენა დოლის პურის 35-4, შავფხასა და ბეზოსტაია-1-ის მცენარეებში პლასტიკური პიგმენტების სინთეზა და ფოტოსინთეზის ინტენსივობაზე აღმოსავლეთ საქართველოს პირობებში. ამ მიზნით ცდებს ვატარებდით მიწათმოქმედების სამეცნიერო-კვლევით ინსტიტუტში მუზრანის ველის სარწყავ პირობებში მდელიოს ყავისფერ ნიადაგზე შემდეგი სქემით: 1) საკონტროლო  $\text{N}_{30} \text{P}_{90} \text{K}_{45}$  მოხენის +  $\text{N}_{30}$  გაზაფხულზე გამოკვებაში (ფონი); 2) ფონი + ქლორქოლინქლორიდის შესხურება აღერების დასაწყისში, დოზა 4 კგ/ჰა-ზე; 3) საკონტროლო  $\text{N}_{90} \text{P}_{120} \text{K}_{45}$  მოხენის წინ +  $\text{N}_{30}$  გაზაფხულზე გამოკვებაში (ფონი). 4) ფონი + ქლორქოლინქლორიდის შესხურება აღერების დასაწყისში, დოზა 4 კგ/ჰა-ზე.

საცდელ ვარიანტებში (2—4) ხორბალს აღერების დასაწყისში ვასხურებდით ქლორქოლინქლორიდის 4 კგ მოქმედ ნივთიერებას, გახსნილს 200 ლ წყალში.



ცდაში ქლორქოლინქლორიდის გავლენას პიგმენტების სინთეზა და ფოტოსინთეზის ინტენსივობაზე ვსაწვლობდით ხორბლის აღერების, დათავთავების და რძისებური სიმწიფის ფაზებში.

პლასტიდური პიგმენტების სინთეზის შესწავლის მიზნით ხორბლის ფოთლებიდან ვაკეთებდით პიგმენტების აცეტონით გამოწაწურს, სპექტროფოტომეტრზე ვსაზღვრავდით მასში ქლოროფილ „ა“, „ბ“ და კაროტინოიდების ჯგუფის პიგმენტების კონცენტრაციას, რომელთა რაოდენობრივ გაანგარიშებას ვახდენდით ვეტშტეინის ფორმულის მიხედვით. ლაბორატორული ანალიზების შედეგად მიღებული მონაცემები მოტანილია პირველ ცხრილში.

ცხრილი 1

ქლორქოლინქლორიდის გავლენა პიგმენტების სინთეზზე ხორბლის მცენარეში (მგ-ით 100 გ მასალაზე გადაანგარიშებით)

საცდელი ჯიშები	ვარიანტები	ხორბლის განვითარების ფაზები					
		აღერება		დათავთავება		რძისებური სიმწიფე	
		ქლოროფილი ა+ბ	კაროტინი	ქლოროფილი ა+ბ	კაროტინოიდები	ქლოროფილი ა+ბ	კაროტინი
დოლის პური 35-4	N <sub>60</sub> P <sub>90</sub> K <sub>45</sub> (ფონი)	127,1	67,2	165,1	108,5	107,6	64,5
	ფონი+ქლორქოლინქლორიდის შესხურება	140,5	78,6	181,4	117,0	124,8	74,5
	N <sub>120</sub> P <sub>120</sub> K <sub>45</sub> (ფონი)	146,6	72,8	186,7	133,9	129,5	76,9
შეფხა	ფონი+ქლორქოლინქლორიდის შესხურება	164,9	85,3	206,7	144,6	150,2	90,0
	N <sub>60</sub> P <sub>90</sub> K <sub>45</sub> (ფონი)	142,0	54,5	158,5	59,5	113,7	93,5
	ფონი+ქლორქოლინქლორიდის შესხურება	151,0	77,5	176,5	66,0	127,8	106,1
ბეზისტა-1	N <sub>120</sub> P <sub>120</sub> K <sub>45</sub> (ფონი)	160,0	78,0	179,5	68,0	140,1	113,6
	ფონი+ქლორქოლინქლორიდის შესხურება	171,5	84,5	196,5	74,0	149,1	122,4
	N <sub>60</sub> P <sub>90</sub> K <sub>45</sub> (ფონი)	145,8	67,3	173,4	106,2	116,3	79,3
მეზისტა-1	ფონი+ქლორქოლინქლორიდის შესხურება	154,1	84,6	203,0	131,7	126,0	86,0
	N <sub>120</sub> P <sub>120</sub> K <sub>45</sub> (ფონი)	143,8	84,9	212,6	115,8	140,7	88,6
	ფონი+ქლორქოლინქლორიდის შესხურება	160,1	103,3	243,5	132,4	148,6	95,0

ცხრილში მოტანილი მონაცემები გვიჩვენებს, რომ პიგმენტების შემცველობა განოყიერების ორივე ფონზე, ხორბლის სამივე ჯიშში და განვითარების სამივე ფაზაში გადიდებულია ქლორქოლინქლორიდით დამუშავებულ მცენარეებში. ვარიანტების შედარებისას აღმოჩნდა, რომ აგროფონზე (N<sub>60</sub> P<sub>90</sub> K<sub>45</sub>) საცდელ მცენარეებში ქლორქოლინქლორიდის შესხურებით პლასტიდური პიგმენტების რაოდენობა დაუახლოვდა მაღალი ფონის (N<sub>120</sub> P<sub>120</sub> K<sub>45</sub>) საკონტროლო შეუსხურებელი ვარიანტის მცენარეებს. ქლორქოლინქლორიდის მოქმედებით გამოწვეული ცვლილებები მკვეთრად გამოვლინდა ქლოროფილ „ა“ და კაროტინოიდების შემცველობაში. ქლორქოლინქლორიდის მოქმედებით გამოწვეულმა პლასტიდური პიგმენტების მეტი რაოდენობით სინთეზირებამ მცენარეში გარკვეული გავლენა მოახდინა ფოტოსინთეზის მსეველობაზე და მის პროდუქტიულობაზე. პოტენციური ფოტოსინთეზის ინტენსივობის აღრიცხვა მოვახდინეთ რადიომეტრული მეთოდით C<sup>14</sup>-ის გამოყენებით. მიღებული მონაცემები მოგვყავს მეორე ცხრილში.

ქლორქოლინქლორიდის გავლენა საშემოდგომო ხორბლის მცენარეში  
 მამდნარე ფოტოსინთეზის ინტენსივობაზე (იმპ/წუთი 1 გ მშრალ  
 მასალაზე გაანგარიშებით)

საცდელი ჯიშები	ვარიანტები	ხორბლის განვითარების ფაზები		
		აღერება	დათავთავება	რძისებური სიმწიფე
დოლის პური 35—4	N <sub>60</sub> P <sub>90</sub> K <sub>45</sub> (ფონი)	6644	16251	4710
	ფონი+ქლორქოლინქლორიდის შესხურება	10399	20527	6213
	N <sub>120</sub> P <sub>120</sub> K <sub>45</sub> (ფონი)	8751	20553	6212
	ფონი+ქლორქოლინქლორიდის შესხურება	12330	25664	7448
შავყვავი	N <sub>60</sub> P <sub>90</sub> A <sub>45</sub> (ფონი)	7346	21244	4154
	ფონი+ქლორქოლინქლორიდის შესხურება	9122	23829	5980
	N <sub>120</sub> P <sub>120</sub> K <sub>45</sub> (ფონი)	10923	25376	5876
	ფონი+ქლორქოლინქლორიდის შესხურება	12352	28875	8813
ბეზოსტაია-1	N <sub>60</sub> P <sub>90</sub> K <sub>45</sub> (ფონი)	9108	20809	6151
	ფონი+ქლორქოლინქლორიდის შესხურება	12443	21635	4363
	N <sub>116</sub> P <sub>120</sub> K <sub>25</sub> (ფონი)	13375	35191	7458
	ფონი+ქლორქოლინქლორიდის შესხურება	15775	45045	8768

მიღებული მონაცემები, რაც მე-2 ცხრილშია მოტანილი, გვიჩვენებს, რომ ქლორქოლინქლორიდის მოქმედებით ხორბლის მცენარეში განოყიერების ორივე ფონზე გაძლიერდა ფოტოსინთეზის პროცესი, განსაკუთრებით მინერალური სასუქების მაღალ ფონზე. საცდელად აღებულ ჯიშებს შორის ფოტოსინთეზის პროცესი უფრო აქტიურად მიმდინარეობდა ბეზოსტაია-1-ში, შემდეგ კი შავყვავიში. აღსანიშნავია, რომ პლასტიდური პიგმენტების შემცველობა და პოტენციალური ფოტოსინთეზი ჩვენ მიერ ჩატარებულ გამოკვლევებში თითქმის კონსტანტურ დამოკიდებულებაშია. შესხურებულ ვარიანტებში განოყიერების ორივე ფონზე იმატებს პლასტიდური პიგმენტების რაოდენობა და შესაბამისად ძლიერდება პოტენციალური ფოტოსინთეზის ინტენსივობა.

ქლორქოლინქლორიდი, რასაც პრაქტიკული გამოყენება აქვს სოფლის მეურნეობაში, ხორბლის მცენარეში ზრდის როგორც პიგმენტების რაოდენობას, ისე ფოტოსინთეზის ინტენსივობას: ამას კი, როგორც ცნობილია, უშუალო კავშირი აქვს მოსავლის მატებასთან.

საქართველოს სსრ მიწათმოქმედების ინსტიტუტი

(შემოვიღა 9.3.1972)

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИИ

Г. Д. ГОДОЛАДЗЕ, К. В. КОБАХИДЗЕ

ВЛИЯНИЕ ХЛОРХОЛИНХЛОРИДА НА СИНТЕЗ ПЛАСТИДНЫХ ПИГМЕНТОВ И ИНТЕНСИВНОСТЬ ФОТОСИНТЕЗА У ПШЕНИЦЫ

Резюме

Изучается влияние хлорхолинхлорида на синтез пластидных пигментов и интенсивность фотосинтеза у сортов пшеницы Долис пური 35—4, Шавиха и Безостая 1. С опыты проводились на поливных корич-



невых луговых почвах, удобренных  $N_{60} P_{90} K_{45}$  и  $N_{120} P_{120} K_{55}$ . Раствором хлорхолинхлорида (4 кг/га) перед стеблеванием. Согласно нашим данным, при опрыскивании пшеницы хлорхолинхлоридом в исследованных фазах (стеблевание, колошение и молочная спелость) наблюдалось повышение содержания пластидных пигментов и интенсивность фотосинтеза. Интенсивность фотосинтеза находится в прямой коррелятивной связи с содержанием пластидных пигментов.

PLANT PHYSIOLOGY

G. D. GODOLADZE, K. V. KOBAKHIDZE

### THE EFFECT OF CHLORINE-CHOLINE-CHLORIDE ON THE SYNTHESIS OF PLASTIDIAL PIGMENTS AND INTENSITY OF PHOTOSYNTHESIS IN WHEAT

#### Summary

The effect of chlorine-choline-chloride on the synthesis of plastidial pigments and intensity of photosynthesis in wheat of *Dolis puri* 35-4, *Shavpkha* and *Awnless* 1 varieties has been studied. The experiments were conducted on cinnamonic meadow soils fertilized with  $N_{60} P_{90} K_{45}$  and  $N_{120} P_{120} K_{45}$ . The spraying of the plants with the solution of chlorine-choline-chloride (4 kg per ha) was performed before the stooling stage. This resulted in an increase of the content of plastidial pigments and of the intensity of photosynthesis in the above varieties of wheat.

#### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. С. М. Маштаков и др. Физиологическое действие некоторых гербицидов на растения. Минск, 1971.
2. Л. А. Петербургский, А. К. Куликни. Изв. Тимирязевской с.-х. академии, I, 1967, 85.
3. А. А. Абраров, А. У. Кариев. Сельскохозяйственная биология, т. VI, № 3, 1971.
4. С. М. Маштаков, В. А. Щербаков. АН СССР, 11, 2, 1967, 169.

ბ. ბერიშვილი

ჰიბრიდული ნეკროზის ბენეტიკა ხორბლებში

(წარმოადგინა აკადემიოსმა ვლ. მენაბდემ 9.3.1972)

მკვლევარები, რომლებიც სწავლობენ ჰიბრიდულ ნეკროზს ხორბლებში, გაიყვნენ ორ ჯგუფად. ერთნი სთვლიან, რომ ჰიბრიდულ ნეკროზს იწვევს ორი დომინანტური კომპლემენტალური გენი  $Ne_1$  და  $Ne_2$  [1—5], მეორენი კი სამ გენს მიიჩნევენ —  $Ne_1$ ,  $Ne_2$  და  $Ne_3$  [6—8].

ჰიბრიდული ნეკროზის შესწავლისას ჩვენ ჩავატარეთ რეცეპროკული შეჯვარებები ენდემურ ქართულ ხორბალ მახსა და რბილი ხორბლის ორ სახესხვაობას (*var. erythrospermum*, *var. lutescens*) და *Tr. sphaerococcum* შორის. ყველა ჰიბრიდულ მცენარეზე გამოვლინდა ნეკროზის კარგად გამოხატული ნიშნები. ამ შეჯვარებათა პირველი, მეორე და მესამე თაობა გამოვიყენეთ საწყის მასალად გენეტიკური ანალიზის ჩატარებისას.

პირველი თაობის ჰიბრიდები აღიზარდა იზოლაციის პირობებში. დათმევა მეორე თაობაში აღინუსხებოდა რამდენიმეჯერ მომწიფებამდე. დათმევისას მიღებული მონაცემები დავამუშავეთ მათემატიკურად,  $X^2$  კრიტერიუმის გამოყენებით.

ჰიბრიდული ნეკროზის ნიშნები  $F_1$  თაობაში სამი ფოთლის ფაზაზე გამოვლინდა. დათავთავების შემდეგ მცენარეთა ყველა ფოთოლი გაყვიტლდა. თავთავები ამ მცენარეებზე სუსტია, წაკვეთილი წვეროებით, მარცვლები კი წვრილია და ბეირი. ნეკროზის გამოვლინების ხასიათი ყველა შეჯვარების მცენარეზე ერთტიპურია, ასევე არ განსხვავდება მცენარეები ერთმანეთისაგან პირდაპირი და რეცეპროკული შეჯვარებისას.

ცხრილი 1

შეჯვარებათა დასახელება	მცენარეთა რაოდენობა			შეფარდება ნეკროზულს ნორმალურთან	$\chi^2$	P
	სულ	ნეკროზული	ნორმალური			
1. <i>Tr. m. v. letschumicum</i> k-305 × <i>Tr. aestivum v. erythrosperm.</i>	432	244	188	9 : 7	0,009	0,99—0,95
2. <i>Tr. m. v. letschumicum</i> k-305 × <i>Tr. aestivum v. lutescens</i>	124	71	53	9 : 7	0,13	0,80—0,50
3. <i>Tr. m. v. letschumicum</i> × <i>Tr. aestivum v. erythrosperm.</i>	62	40	22	9 : 7	2,33	0,50—0,20
4. <i>Tr. m. v. letschumicum</i> × <i>Tr. aestivum v. lutescens</i>	77	42	35	9 : 7	0,04	0,95—0,80
5. <i>Tr. m. v. letschumicum</i> k-305 × <i>Tr. sphaerococcum</i>	60	33	27	9 : 7	0,05	0,95—0,80



პირველი თაობის ჰიბრიდებში გამოვლინდა ახალი ნიშანი, რომელიც მშობლებში არ აღინიშნება, ეს ფაქტი გვაფიქრებინებს, რომ ამ შემთხვევაში მოქმედებს რამდენიმე დომინანტური კომპლემენტალური გენი. ეს მტკიცდება  $F_2$  თაობის ჰიბრიდოვებული ანალიზით (იხ. ცხრილი 1).

მეორე თაობაში მოსალოდნელი იყო დათიშვა ასეთი შეფარდებით — 9 ნეკროზული: 7 ნორმალური, რაც სინამდვილეშიც აღინიშნა. დათიშვის ასეთი სახე შეესაბამება ორი დომინანტური კომპლემენტალური გენის მოქმედებას.

საჭიროა შემდგომი მტკიცება ამ შეფარდების სისწორის შესამოწმებლად. ამისათვის გავანალიზეთ პირველი შეჯვარების (იხ. ცხრილი 1) ჰიბრიდების დათიშვა  $F_3$  თაობაში.

მეორე თაობაში მიღებული შეფარდება 9:7 თუ განპირობებულია ორი დომინანტური კომპლემენტალური გენით, მაშინ ნეკროზული მცენარეების გენოტიპები ასეთი იქნებოდა:

1.  $Ne_1 Ne_1 Ne_2 Ne_2$ ,                      3.  $Ne_1 ne_1 Ne_2 Ne_2$ ,
2.  $Ne_1 Ne_1 Ne_2 ne_2$ ,                      4.  $Ne_1 ne_1 Ne_2 ne_2$ .

თვითდამტკვერვისას მცენარეები ასეთი გენოტიპებით  $F_3$  თაობაში მოგვცემენ დათიშვას ნეკროზულ და ნორმალურ მცენარეებად შემდეგი შეფარდებით: პირველი გენოტიპი 1:0, მეორე და მესამე 3:1 და მეოთხე 9:7.

მესამე თაობაში სულ დაითესა 16 ოჯახი, ცხრა ოჯახი ნეკროზული გენოტიპით და შვიდი ნორმალური. ნორმალური მცენარეები კონსტანტურია, ე. ი. არ დათიშულა, ხოლო მცენარეები ნეკროზული გენოტიპებით დათიშვა (იხ. ცხრილი 2).

ცხრილი 2

ჰიბრიდული თაობის ნომერი	მცენარეთა რაოდენობა	დათიშვა		χ <sup>2</sup>	P
		ცდისეული	მოსალოდნელი		
<b>შეფარდება 3:1</b>					
15	24	18:6	18:6	0	—
17	22	16:6	16:6	0,3	0,95—0,80
18	25	19:6	19:6	0	—
21	17	12:5	13:4	0,27	0,99—0,95
26	11	8:3	8:3	0,1	0,99—0,95
სულ	99	73:26	74:25	0,05	0,95—0,80
<b>შეფარდება 9:7</b>					
10	16	10:6	9:7	0,2	0,99—0,95
22	21	11:9	11:9	0	—
24	27	16:11	15:12	0,14	0,80—0,50
30	19	12:7	11:8	0,19	0,80—0,50
სულ	81	49:33	46:36	0,3	0,99—0,95

მესამე თაობა დათიშვის მიხედვით დაიყო ორ ჯგუფად, სადაც შეფარდება ნეკროზულ და ნორმალურ მცენარეებს შორის შეესაბამება შეფარდებებს 3:1 და 9:7. მაშასადამე დათიშვის შესაძლო სამი ჯგუფიდან გამოვლინდა ორი, მესამე 1:0 არ არის. ეს მოსალოდნელი იყო — მცენარეები, რომლებიც მოიცავდნენ ნეკროზის ოთხ დომინანტურ გენს, დაიღუპა ვიგიტაცების საწყის ფაზაზე.

ამრიგად, შეჯვარებებში *Tr. macha* Dek. et Men.  $\times$  *Tr. aestivum* L. და *Tr. macha*  $\times$  *Tr. sphaerococcum* Pers. ვლინდება ჰიბრიდული ნეკროზი, რომელსაც განაპირობებს ორი დომინანტური კომპლემენტალური გენი.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია  
ბოტანიკის ინსტიტუტი

(შემოვიდა 10.3.1972)

## ГЕНЕТИКА И СЕЛЕКЦИЯ

Т. Т. БЕРИШВИЛИ

### ГЕНЕТИКА ГИБРИДНОГО НЕКРОЗА В ПШЕНИЦАХ

#### Резюме

При скрещивании грузинской эндемичной пшеницы Маха с пшеницами *Tr. aestivum* L. и *Tr. sphaerococcum* Pers. наблюдается гибридный некроз. В  $F_2$  гибриды расщепляются в следующем отношении: 9 некротических: 7 нормальных.

Таким образом, гибридный некроз в этих скрещиваниях обусловлен действием двух доминантных комплементарных генов.

## GENETICS AND SELECTION

T. T. BERISHVILI

### THE GENETICS OF HYBRID NECROSIS IN WHEATS

#### Summary

In crossing the Georgian endemic wheat *Triticum macha* Dek. et Men. with the wheats *Tr. aestivum* L. and *Tr. sphaerococcum* Pers. hybrid necrosis is observable. In  $F_2$  the hybrids split with the ratio: 9 necrotic to 7 normal.

Thus, hybrid necrosis in these crossings is due to the action of two dominant complementary genes.

#### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. Л. Костюченко. Соц. растениеводство, № 19, 1936.
2. Т. Т. Herbert, G. K. Middleton. Agr. J., 47, № 4, 1935.
3. J. G. Th. Hermesen. Euphytica, 6, № 1, 18, 1957.
4. R. M. Caldwell, L. E. Compton. J. Heredity, 34, № 3, 1943, 66.
5. A. C. Zeven. Euphytica, 16, № 3, 1967, 18.
6. J. R. A. McMillan. J. Coun. and Industr. Res., 9, № 4, 1936.
7. J. Nishikava. Ann. Rept. National Inst. Genet., № 14, 64, 1963.
8. А. Ф. Мережко. Генетика, т. 4, № 4, 1970.



ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

А. С. ТИМЧЕНКО, Д. В. КАДЖАЯ,  
С. П. НАРИКАШВИЛИ (член-корреспондент АН ГССР)

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ВЫЗВАННЫХ И СПОНТАННЫХ ВЕРЕТЕН  
КОРЫ БОЛЬШИХ ПОЛУШАРИЙ

Известно, что в определенных условиях на одиночное периферическое раздражение в соответствующей сенсорной области коры вслед за первичным ответом возникает последствие в виде ритмических медленных колебаний [1—3]. Наилучшим образом корковое медленное последствие (КМП) проявляется на препарате, в фоновой активности которого обнаруживаются редкие спонтанные вспышки веретен или имеется тенденция к синхронизированной активности [4].

Было показано [4], что при углублении нембуталового наркоза параллельно (и в соответствии) с падением частоты, амплитуды и количества волн в спонтанных вспышках веретен слуховой коры уменьшается частота, амплитуда и количество волн в КМП, возникающем на звуковой щелчок. Наличие перечисленных общих признаков спонтанных вспышек веретен и КМП указывает на то, что у них должен быть общий механизм генерации. Последствие в таком случае должно представлять собой спровоцированную периферическим раздражением вспышку веретена.

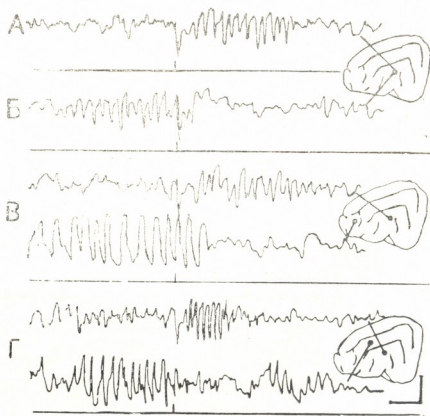


Рис. 1. Взаимодействие КМП слуховой коры с предшествующими локальными спонтанными веретенами слуховой (Б), соматосенсорной (В) и ассоциативной (Г) коры. Калибровка здесь и на следующем рисунке: 0,5 мв и 0,5 сек

Для окончательного решения вопроса об идентичности механизмов, генерирующих спонтанную вспышку веретена и КМП, необходимо было выяснить характер взаимодействия между КМП и спонтанными вспышками веретен, возникающими как в той же, так и в других областях коры.



Опыты проводились на кошках при умеренном нембуталовом наркозе (25—30 мг/кг). КМП вызывались редкими звуковыми щелчками, действующими на оба уха. Регистрация вызванной и спонтанной активности от поверхности коры производилась монополярно (индифферентный электрод в кости лобной пазухи) на электроэнцефалографе Альвар.

Согласно известным данным [5—7], каждая таламо-кортикальная система или даже ее части независимо друг от друга вызывают спонтанную вспышку веретена в соответствующей проекционной области коры. Если КМП является вызванной периферическим раздражением вспышкой веретена (которая периодически может возникать и спонтанно), то звуковое раздражение, подаваемое во время или непосредственно за спонтанной вспышкой в слуховой коре, не должно (из-за «рефрактерности») вызывать КМП. Один из таких опытов отражен на рис. 1, где хорошо видно, что если до дачи звукового щелчка в кривой нет спонтанной вспышки веретена, то он вызывает хорошо выраженное КМП (рис. 1,А); если же звук действует, когда спонтанное веретено в данной области коры не закончилось (рис. 1,Б) то КМП полностью блокируется, возникает только первичный ответ. Однако такое же совпадение звукового щелчка с локальной спонтанной вспышкой веретена в других областях коры, в частности, в соматосенсорной (В) и ассоциативной коре (Г), не препятствует возникновению КМП в слуховой коре.

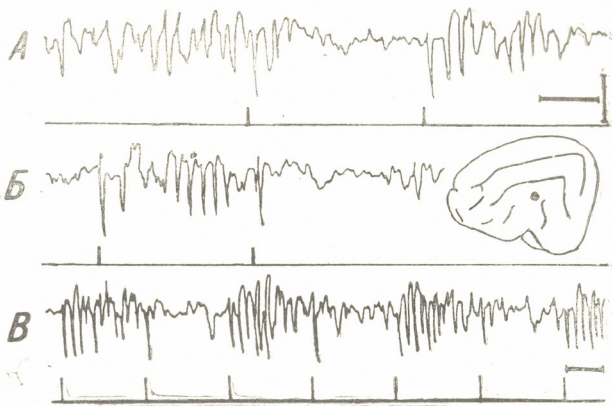


Рис. 2. Взаимодействие КМП слуховой коры с предшествующей спонтанной вспышкой веретена (А) и последствием на щелчок в той же области коры (Б, В)

Подобные отношения проявляются и при повторных звуковых раздражениях определенной частоты (около 0,7—1/сек), когда каждый второй звуковой щелчок падает на конец предшествующего последствия. В этом случае КМП слуховой коры одинаково угнетается как предшествующей спонтанной вспышкой веретена (рис. 2,А), так и предшествующим КМП (рис. 2,Б). Это явление наглядно проявляется при более частых (1/сек) звуковых раздражениях (рис. 2В), в этом случае КМП возникает через одно раздражение.

Полученные данные еще раз свидетельствуют о том, что механизм генерации последствий (КМП) и спонтанных веретен один и тот же и что как спонтанные, так и вызванные веретена генерируются в каждой таламо-кортикальной системе независимо друг от друга.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт физиологии

(Поступило 10.3.1972)

აღაშინანსა და ცხოველთა ფიზიოლოგია

ა. ტიმჩენკო, დ. კაჯაია, ს. ნარიკაშვილი (საქართველოს სსრ მეცნ. აკადემიის  
წევრ-კორესპონდენტი)

ღიღი ტვინის ძირძის გამოწვეული და სპონტანური თითისტარების  
შრთიერთმოქმედება

რეზიუმე

ზერელედ დანარკოზებულ (ნემბუტალი) კატებზე შესწავლებოდა ურთი-  
ერთმოქმედება სმენით ქერქში ბგერაზე აღმოცენებული ე. წ. წელი შემდეგ-  
მოქმედებისა და სმენით, სომატოსენსორულ და ასოციაციურ ქერქში მიმდინარე  
სპონტანურ თითისტრებს შორის. განმეორებითი ბგერითი გალიზიანებე-  
ბისას წელი შემდეგმოქმედება სმენით ქერქში ითრგუნება ქერქის იმავე უბან-  
ში აღმოცენებულ წინამორბედი როგორც წელი შემდეგმოქმედებით, ისე  
სპონტანურად აღმოცენებული თითისტარით. სომატოსენსორულ და ასოცი-  
აციურ ქერქში ლოკალურად მიმდინარე სპონტანური თითისტარები არ უშლიან  
ხელს სმენით ქერქში წელი შემდეგმოქმედების აღმოცენებას.

ყველაფერი ეს იმაზე მიუთითებს, რომ წელი შემდეგმოქმედებისა და სპონ-  
ტანური თითისტრების გენერაციის მექანიზმი ერთი და იგივეა და როგორც  
სპონტანური, ისე გამოწვეული თითისტარები აღმოცენდება სხვადასხვა თა-  
ლამო-კორტიკალურ სისტემაში ერთმანეთისაგან დამოუკიდებლად.

HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY

A. S. TIMCHENKO, D. V. KAJAIA, S. P. NARIKASHVILI

## INTERACTION BETWEEN EVOKED AND SPONTANEOUS CORTICAL SPINDLES

Summary

The interaction between slow cortical afterdischarge (SCA) evoked by sound clicks in the auditory cortex and spontaneous spindles arising locally in the auditory, somatosensory and association cortices was studied in lightly nembutalized cats. During repeated sound stimulations SCA in the auditory cortex was depressed both by the preceding SCA and by a spontaneous burst of spindles appearing in the same area of the cortex. Local spontaneous spindles in the somatosensory and association areas of the cortex do not prevent the appearance of SCA to clicks in the auditory cortex.

All this suggests that the mechanism of the generation of SCA and of spontaneous spindles is the same and that both the spontaneous and evoked spindles are generated independently in each thalamocortical system.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. E. D. Adrian. *J. Physiol. (London)*, 100, 1941, 159.
2. H. T. Chang. *J. Neurophysiol.*, 13, 1950, 235.
3. F. Bremer, V. Bonnet. *Electroenceph. Clin. Neurophysiol.*, 2, 1950, 389.
4. С. П. Нарикашвили, Д. В. Каджая, А. С. Тимченко. *ЖВНД*, т. 22, 1972, 841.
5. P. Andersen. In: *Studies in Physiology*. Springer, Berlin, 1965, 1—5.
6. P. Andersen. In: *The Thalamus*. New York and London, 1966, 143—151.
7. P. Andersen, S. A. Andersson. *Physiological Basis of the Alpha Rhythm*. Appleton-Century-Crofts. New York, 1968.

ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

Т. К. КАПАНАДЗЕ, Э. О. ЧИДЖАВАДЗЕ

ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО РАЗДРАЖЕНИЯ  
ОБОНЯТЕЛЬНЫХ ЛУКОВИЦ НА ПОВЕДЕНИЕ И  
ЭЛЕКТРИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ НЕО- И  
АРХИПАЛЕОКОРТЕКСА КОШКИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. Н. Ониани 9.3.1972)

По своему филогенетическому происхождению обонятельный мозг является древней структурой. Предполагается, что, кроме осуществления функции обоняния, он может участвовать в эффективном поведении [1] и служить неспецифическим активатором для всей коры [2]. Обонятельные луковицы занимают центральную часть обонятельного мозга и своими моно- и полисинаптическими связями могут действовать на структуры лимбической системы. Имеются данные, указывающие, что, регулируя обонятельный процесс, обонятельные луковицы, кроме того, должны участвовать в сложном мотивированном поведении [3—5].

В данном сообщении анализируются результаты влияния раздражения обонятельных луковиц на поведение и электрическую активность нео- и архипалеокортекса. Опыты ставились на кошках с хронически вживленными электродами. Для раздражения применялись высокочастотные прямоугольные электрические импульсы. Производился спектральный анализ и интегрировались различные ритмы электроэнцефалограммы на 5-секундную эпоху. В каждой эпохе интегрировались ритмы: дельта (2—4 гц), тета (4—8 гц), альфа (8—13 гц), бета первый (13—20 гц) и бета второй (20—30 гц).

При высокочастотном раздражении обонятельных луковиц разными силами электрических импульсов наблюдались разные как поведенческие, так и электроэнцефалографические изменения.

На рис. 1 иллюстрируется электрическая активность зрительной коры и симметричных пунктов дорсальных гиппокампов. Даются также интегрированные величины  $\delta$ ,  $\theta$ ,  $\alpha$ ,  $\beta_1$ ,  $\beta_2$  - ритмов зрительной коры (первые пять отклонений) и левого дорсального гиппокампа (следующие пять отклонений). При длительном, но слабом (1,5—3 в) раздражении животное начинает дремать и как в новой, так и в старой коре появляются синхронные высокоамплитудные волны (рис. 1,А). Если раздражение кратковременное, то после его прекращения синхронная активность заменяется десинхронизацией, что коррелируется с поведенческим пробуждением (рис. 1,Б).

Более сильное электрическое раздражение обонятельных луковиц на фоне сонного состояния вызывает десинхронизацию электрической активности нео- и архипалеокортекса. Если раздражение вызывает лишь электроэнцефалографическое пробуждение без поведенческого, тогда вегетативные изменения не наблюдаются. Усиление раздражения обонятельных луковиц вызывает десинхронизацию электроэнцефалограм-





мы и поведенческое пробуждение, которое сопровождается значительными сдвигами электрокардиограммы.

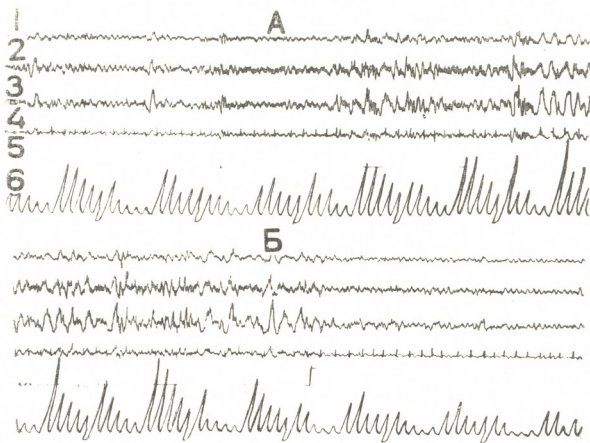


Рис. 1. Изменение электрической активности при раздражении обонятельных луковок (1,5—3 в. 200 в сек, 0,1 мсек) (А) и после выключения раздражения (Б). Отведения и интегрированные величины (1, 2, 3, 6) см. подробно в тексте, 4—кардиограмма, 5—отметка раздражения. Калибровка 200 мв, время 0,1 мсек

На рис. 2 иллюстрируются изменения электрической активности зрительной коры и дорсального гиппокампа спящей кошки в ответ на надпороговое раздражение обонятельных луковок. Регистрируются также кардиограмма и интегрированные величины зрительной коры (первые пять отклонений) и дорсального гиппокампа (остальные пять отклонений). В начале раздражения частота сердечного ритма уменьшается, а затем учащается. Такая же аритмия продолжается после выключения раздражения. При раздражении обонятельных луковок наблюдается десинхронизация не только электроэнцефалограммы, но и электрогиппокампограммы. При этом в обеих структурах изменения сохраняются и после выключения раздражения (рис. 2,Б).

Сильное раздражение обонятельных луковок кошек во время бодрствования вызывало облизывание и обнюхивание. Но эти реакции не соответствовали активации пищевого поведения, так как животные отказывались принимать пищу. При выключении раздражения наступала активация пищевого поведения даже у насыщенных животных. Известно, что обонятельные луковки как морфологически, так и функционально тесно связаны с гипоталамусом, где локализованы координирующие центры мотивированного поведения [6, 7].

Мы думаем, что в наших опытах торможение пищевого поведения вызывалось прямым действием обонятельных луковок на центр



голода в латеральном гипоталамусе. В литературе имеются данные относительно того, что повреждение обонятельных луковиц у животных с заранее поврежденным центром насыщения в вентромедиальном гипоталамусе вызывает усиление гиперфагии [8]. Это указывает на то, что снимается прямое тормозящее влияние обонятельных луковиц на центр голода в латеральном гипоталамусе.

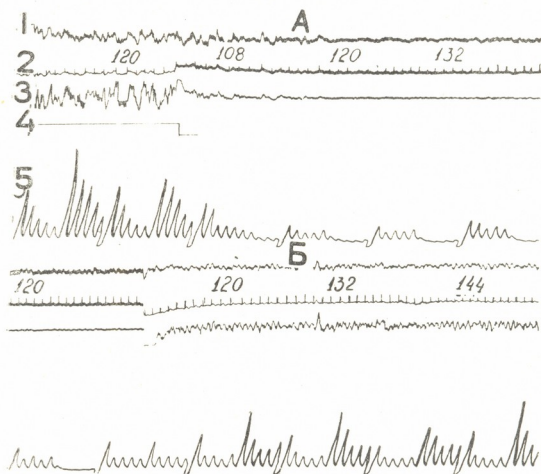


Рис. 2. Изменение электрической активности во время сна при раздражении обонятельных луковиц надпороговым раздражением (9 в, 200 в сек, 0,1 мсек) (А) и после выключения раздражения (Б). Отведения см. подробно в тексте. Калибровка 200 мв, время 0,1 мсек

При бодрствовании надпороговое раздражение обонятельных луковиц в наших опытах вызывало развитие эпилептиформных разрядов в архипалеокортексе. Это еще раз свидетельствует о том, что между обонятельными луковицами и ростральными структурами лимбической системы имеются прочные функциональные связи.

Вышеприведенные факты позволяют заключить, что обонятельные луковицы, осуществляя функции обоняния, могут также участвовать в регуляции цикла бодрствования — сон, с одной стороны, и в регуляции пищевого и оборонительного поведения, с другой. В частности, обонятельные луковицы могут тормозяще влиять на центр голода в латеральном гипоталамусе, тогда как в отношении оборонительных реакций они должны оказывать облегчающее влияние.

თ. კაპანაძე, ე. ჩიჯავაძე

 საყნოსავი ბოლქვების ელექტრული გაღიზიანების გავლენა კატის  
 ქცევისა და ახალი და ძველი ძირების ელექტრულ  
 აქტივობაზე

რეზიუმე

საყნოსავი ბოლქვების გაღიზიანებით აღმოჩნდა, რომ ისინი უნდა მონაწილეობდნენ ძილისა და ღვიძილის ციკლის რეგულაციაში, მეორე მხრივ კი — კვებითი და თავდაცვითი ქცევის რეგულაციაში.

 HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY
 

---

T. K. KAPANADZE, E. O. CHIJAVADZE

 THE EFFECT OF ELECTRICAL STIMULATION OF THE OLFACTORY  
 BULBS ON THE BEHAVIOUR OF CATS AND ON THE ELECTRICAL  
 ACTIVITY OF THE NEO- AND ARCHPALEOCORTEX

## Summary

Electrical stimulation of the olfactory bulbs has shown that they participate in the regulation of the cycles of sleep and wakefulness on the one hand, and in feeding and defensive behaviour, on the other.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. J. W. Papez. Arch. Neurol. Psychia., Chicago, 38, 1937, 725.
2. C. L. Herrick. Proc. Nat. Acad. Sci., 19, 1933, 7.
3. J. W. Scott, C. Pfaffmann. Science, 158, 1967, 1592.
4. Дж. Д. Грин. Ретикулярная формация мозга. М., 1962, 533.
5. И. С. Бериташвили. Гагарские беседы, 5 М., 1968.
6. С. О. Hess. The Organization of Behaviour. New York, John Wiley, 1949.
7. Э. Гельгорц, Дж. Луфборроу. Эмоции и эмоциональные расстройства. М., 1966.
8. C. Larue, Y. L. Magnen. Physiol. Behav., 5, 1970, 509.

## ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

А. В. АСАТИАНИ, А. Н. БАКУРАДЗЕ (член-корреспондент АН ГССР)

## О ГУМОРАЛЬНЫХ МЕХАНИЗМАХ РЕГУЛЯЦИИ ПИЩЕВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Начиная с работ Селье [1], гипофизарно-адреналовой системе придается определенная роль в изменениях реактивности организма. В этом плане представляет большой интерес изучение участия АКТГ и кортикостероидов в регуляции различных проявлений пищевой деятельности. В предпринятом исследовании изучалось действие АКТГ гипофиза, преднизолона и дезоксикортикостерона на двигательную активность крыс в условиях пищевого довольствия, голода и при разрушении «пищевых центров» гипоталамуса. С целью выявления возможных функциональных связей между метаболизмом и потреблением пищи с использованием методики «кровяных кранов», у собак в «печеночной» крови исследовалось содержание глюкозы [2] и лимонной кислоты [3]. Наряду с этим, определялась степень их утилизации мозгом по артерио-венозной разнице (АВР) натощак и в промежутке между моментом принятия пищи и началом пластической и энергетической утилизации в тканях организма вновь поступивших пищевых веществ.

АКТГ в дозе 3—5 ЕД, введенный внутримышечно в условиях приема пищи, тормозил «спонтанную» двигательную активность крыс. Эффект торможения проявлялся и при введении препарата голодному животному.

В известной степени аналогичное влияние на двигательную активность крыс оказывало внутримышечное введение как преднизолона, так и дезоксикортикостерона в дозе 0,5—1 мг/кг, хотя создавалось впечатление, что угнетение «голодного» бега при введении преднизолона было более выражено.

Угнетающее действие АКТГ особенно четко было выражено у крыс с повышенной двигательной активностью, вызванной двусторонним разрушением крайних участков латеральных областей гипоталамуса. Например, одна из таких крыс (№ 52) с двигательной гиперактивностью, достигавшей 10—12 тыс. м за сутки, после введения 5 ЕД АКТГ, пробежала всего 2—3 тыс. м. Вместе с тем, действие АКТГ не сказывалось на двигательной активности крыс с двусторонним разрушением некоторых медиальных областей гипоталамуса.

У четырех собак с «кровяными кранами» в печеночной вене, а у двух дополнительно в брыжеечной вене и артерии содержание глюкозы определялось в порциях крови, взятых 2 раза натощак и с минутными интервалами в течение первых 10 минут после дачи пробного завтрака (200 г вареного мяса) или же предоставления смешанной пищи в неограниченном количестве. Содержание лимонной кислоты в аналогичных условиях опыта определялось троекратно. Кровь собиралась в течение 4—5 минут натощак и дважды после дачи пищи.

Результаты, полученные в опытах по изучению динамики изменений уровня глюкозы и лимонной кислоты в «печеночной» крови при пот-



реблении различного количества пищи на всех четырех собаках, в известной мере совпадают. Эти результаты можно свести к следующему:

1. В первые же минуты после дачи 200 г мяса отмечалось повышение содержания глюкозы в печеночной крови. Уровень лимонной кислоты при этом был несколько понижен.

2. При предоставлении пищи в неограниченном количестве к моменту отказа от нее уровень глюкозы в крови «печеночной» вены понижался, тогда как содержание лимонной кислоты возрастало.

В качестве примера рассмотрим некоторые основные результаты опытов, полученные на собаке № 25 с высокой пищевой возбудимостью. Уровень глюкозы и лимонной кислоты у этого животного натощак был относительно стабильным, соответственно  $M=96$  мг% ( $\sigma=\pm 7$  мг%,  $m=\pm 2,3$  мг%) и  $M=0,78$  мг% ( $\sigma=\pm 0,1$  мг%,  $m=\pm 0,05$  мг%). При даче 200 г вареного мяса, съедаемого за 15—30 секунд, в «печеночной» крови отмечалось нарастание уровня глюкозы с максимумом к началу 4-й минуты ( $M=139$  мг%,  $\sigma=\pm 11$  мг%,  $m=\pm 5,5$  мг%,  $P<0,001$ ). В пользу того, что выброс глюкозы происходил за счет печеночного депо, говорило начальное увеличение разности содержания между глюкозой в крови вены печени и артерии и вены брыжейки. К концу 10-й минуты уровень глюкозы в основном стабилизировался. Что же касается изменения содержания лимонной кислоты, то при повышенном выбросе глюкозы ее содержание уменьшалось более чем в 2 раза.

При предоставлении пищи в неограниченном количестве в процессе еды содержание глюкозы уменьшалось, достигая наименьшей величины к моменту отказа от пищи ( $M=79$  мг%,  $\sigma=\pm 7$  мг%,  $m=\pm 3,5$  мг%,  $P<0,02$ ). Обычно это происходило в течение 4-й минуты от начала еды и за это время животное успевало съесть 500—600 г мяса, 400—500 г хлеба, 1200—1300 мл бульона. В дальнейшем уровень глюкозы, в общей сложности, повышался, но не был стабильным. Наблюдались заметные флюктуации. В этих же опытах в крови, полученной в процессе формирования насыщения, уровень лимонной кислоты, в противоположность уровню глюкозы, увеличивался почти вдвое ( $M=1,53$  мг%,  $\sigma=\pm 0,13$  мг%,  $m=\pm 0,06$  мг%,  $P<0,001$ ). Во второй пробе содержание лимонной кислоты также было несколько выше исходного.

Результаты наших опытов (собаки № 42, 47 и 48) показывают, что АВР в содержании глюкозы натощак для мозга собак составляла  $M=12$  мг% ( $\sigma=\pm 5$  мг%,  $m=\pm 2,5$  мг%). У собаки № 42 после дачи 200 г мяса она увеличивалась параллельно возрастанию содержания глюкозы в периферической крови, достигая максимальной величины к 4-й минуте ( $M=\pm 33\%$ ,  $\sigma=\pm 6,5$  мг%,  $m=\pm 3,2$  мг%,  $P<0,01$ ). При кормлении же до насыщения АВР в содержании глюкозы была наименьшей к моменту отказа от пищи ( $M=5$  мг%;  $\sigma=\pm 2,3$  мг%,  $m=\pm 1,1$ ,  $P<0,05$ ).

По полученным нами данным, АВР в содержании лимонной кислоты для мозга собак натощак и при еде 200 г мяса не была выявлена. Вместе с тем, нам удавалось ее обнаружить к моменту отказа от пищи в опытах с насыщением животных.

При анализе полученных нами результатов о действии АКТГ, преднизолонa и дезоксикортикостерона на двигательную активность крыс в различных условиях опыта необходимо учитывать участие стероидных



гормонов коры надпочечников в обмене углеводов, белков, жиров и витаминов. Именно нормализующее действие стероидных гормонов на обмен веществ, направленное на обеспечение относительного постоянства внутренней среды, должно быть, как нам кажется, основной причиной ослабления голодного возбуждения животных при введении им АКТГ, преднизолона и дезоксикортикостерона.

Изучение динамики изменений уровня глюкозы и лимонной кислоты в крови печеночной вены, а также в притекающей и оттекающей крови головного мозга при потреблении пищи показывает, что с самого же начала принятия пищи, задолго до пластической и энергетической утилизации в тканях организма вновь поступивших пищевых веществ, в метаболизме развиваются сдвиги, которые должны оказывать влияние на деятельность пищевого центра.

Литература располагает данными [4—7], указывающими на возможность рефлекторного выброса глюкозы из депо в кровь с самого начала еды. Что же касается наших данных о динамике изменений уровня лимонной кислоты в крови при потреблении пищи, то они находятся в соответствии с метаболической гипотезой А. М. Уголева [8], связывающей регуляцию потребления пищи с основным метаболическим котлом — циклом Кребса.

Тбилисский государственный  
медицинский институт

(Поступило 12.5.1972)

აღამიანისა და ცხოველთა ფიზიოლოგია

ა. ასათიანი, ა. ბააშრაძე (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი)

კვებითი მოქმედების რეგულაციის ჰუმორალური მექანიზმების შესახებ

რეზიუმე

შესწავლილია ჰიპოფიზის ადრენო-კორტიკოტროპული ჰორმონის (აბტპ), პრედნიზოლონისა და დეზოქსიკორტიკოსტერონის გაკვლევა ვირთაგვების სამოძრაო აქტივობაზე შიმშილის, გაძღომის და ჰიპოთალამუსის „კვებითი ცენტრების“ დარღვევისას. გარდა ამისა, ძაღლებზე შესწავლილია ლეიძლის ვენის სისხლში გლუკოზისა და ლიმონის მჟავას შემცველობა და თავის ტვინის მიერ მათი უტილიზაციის ხარისხი არტერიო-ვენური სხვაობის შესწავლის საფუძველზე უზმოდ და საკვების მიღების პირობებში. დადგენილია, რომ აბტპ, დეზოქსიკორტიკოსტერონი და განსაკუთრებით პრედნიზოლონი იწვევენ ვირთაგვების მოძრაობითი აქტივობის შეკავებას. აბტპ შემკავებელი მოქმედება უფრო ძლიერაა გამოხატული ჰიპერაქტიულ ვირთაგვებში, რომელთაც წინასწარ დანგრეული ჰქონდა ლატერალური ჰიპოთალამუსის განაპირა უბნები. მაშინ როდესაც აბტპ გავლენას არ ახდენს ვირთაგვებზე, რომელთაც დანგრეული ჰქონდა ჰიპოთალამუსის მედიალური უბნების გარკვეული სტრუქტურები.

ცდებით დადგენილია, რომ უკვე საკმლის მიღების დასაწყისშივე ქსოვილების მიერ საკვების პლასტიკურ და ენერგეტიკულ უტილიზაციამდე ნივთიერებათა ცვლაში ხდება ისეთი ძვრები, რომელთაც შეუძლიათ გავლენა მოახდინონ კვების ცენტრზე.





A. V. ASATIANI, A. N. BAKURADZE

## ON THE HUMORAL MECHANISMS REGULATING ALIMENTARY ACTIVITY

## Summary

The effect of the adrenocorticotrophic hormone (ACTH) of the hypophysis, prednisolone and desoxicorticosterone on the rat's motor activity was studied during hunger, satiety and disturbances in the hypothalamic 'alimentary centre'. Besides, the content of glucose and citric acid in the dog's liver venous blood and the extent of their utilization by the brain were examined on the basis of arterovenous difference studied on an empty stomach and during food intake. ACTH, desoxicorticosterone, and especially prednisolone, were found to inhibit the motor activity in rats. The inhibitory action of ACTH was more pronounced in the hyperactive rats with lesions in the marginal portions of the lateral hypothalamus, whereas ACTH had no effect on the rats with lesions in some structures of the medial hypothalamus. The experiments have shown that already at the beginning of food intake, before the fibres start its plastic and energetic utilization, there take place shifts in the metabolism which may affect the alimentary centre.

## შიგნებობები — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. H. Selye. The Physiology and Pathology of exposure to Stress, Montreal, 1950.
2. H. C. Hagedorn, B. V. Jensen. Biochem. Ztschr., 125, 46, 1923.
3. C. Martius. Handb. d. physiol. u. pathol. chemischen Analyse, X Aufl, Bd, III/1, Berlin, 1955.
4. К. М. Быков. Кора и внутренние органы. М.—Л., 1949.
5. А. И. Караев, Л. И. Беленький. Ж. высш. нервн. деят., 15, 6, 1965.
6. S. Nicolaidis. Ann. N. Y. Acad. Sci., 157, 1969.
7. A. B. Steffens, Physiol. and Behav., 4, 1969.
8. А. М. Иголев, В. Г. Кассиль. Успехи совр. биологии, 51, 3, 1961.



В. Б. ПАРЦВАНИЯ

## ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ НА СПОНТАННУЮ АКТИВНОСТЬ НЕЙРОНОВ ВИНОГРАДНОЙ УЛИТКИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. Н. Онiani 14.3.1972)

Для электрической активности нервных клеток брюхоногих моллюсков температура внешней среды является важным фактором, так как хорошо известно, что в организме этих животных отсутствует терморегуляторный механизм, который мог бы обеспечить постоянную температуру тела животного.

В нервных клетках моллюсков существует два механизма спайкового разряда: 1) активность, вызванная синаптическим действием, и 2) спонтанная активность, называемая пейсмерной, которая вызывается внутренним механизмом нейрона.

Электрические свойства нервных клеток моллюсков, в частности пейсмерная активность, изучены в интервале температур  $5 \div 25^\circ\text{C}$  [1, 2]. Информация о поведении пейсмерных потенциалов, полученная в этих работах, недостаточно полна, так как жизнедеятельность этих животных протекает в более широком интервале температур. В связи с этим целью настоящей работы явилось изучение влияния температуры на спонтанную активность гигантских нейронов виноградной улитки в пределах от  $-3^\circ\text{C}$  до  $+45^\circ\text{C}$ .

Опыты проводились на изолированных ганглиях, помещенных в раствор Рингера, электролитный состав которого соответствовал составу гемолимфы моллюска. Ячейка с препаратом термостатировалась ультратермостатом при температуре выше  $10^\circ\text{C}$ . Ниже этой температуры термостатирование производилось регулированием потока пара жидкого азота. Температура измерялась в непосредственной близости от ганглии полупроводниковым термистором. Внутриклеточное отведение потенциалов производилось с помощью микроэлектродов (МЭ), заполненных 2,5 М КСl. Сопротивление МЭ равнялось 25—30 Мом. С экрана осциллографа Сl-15 с блоком усиления постоянного тока Сl-15/4 электрические реакции клеток фиксировались на киноленте с помощью киноприставки. Одновременно регистрация производилась на самописце типа ЭПП-09. После введения МЭ в клетку и получения стабильной активности обычно через 50—60 мин начиналось изменение температуры. Отсчет брался не ранее 15 мин после установления определенной температуры.

По электрическим свойствам нейроны можно разделить на следующие группы [3, 4]: 1) молчание, которые после введения МЭ дают несколько спайков и отвечают на синаптическое воздействие, — тип М; 2) пейсмерные с ритмической спайковой активностью — тип ПР; 3) пейсмерно-синаптические — тип ПС; 4) пейсмерные с фазовой активностью, в которых на деполяризационной волне мембранного потенциала (МП) возникают «взрывы» спайков, — тип ПФ. Кроме вышеуказанных типов, можно обнаружить нейроны пейсмерной природы,

характеризующиеся регулярным ритмичным генерированием пачки ИМ-пульсов, — тип ПП. В пачке присутствует два или несколько спайков. Первый спайк по своей форме похож на пейсмекерный импульс типа ПР, а последующие спайки возникают на 5—8 мВ ниже потенциала покоя нейрона, в отличие от нейронов типа ПФ, где после первого спайка все следующие возникают на деполяризованном уровне МП. На рис. 1 показаны вышеуказанные типы электрических активностей.

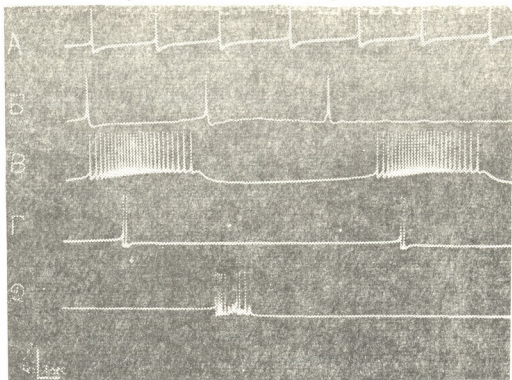


Рис. 1. Виды пейсмекерной активности: А—ПР-тип; Б—ПС-тип; В—ПФ-тип; Г и Д—ПП-тип

Зависимость частоты пейсмекерных спайков от температуры  $\omega = f(T)$  для клеток типа ПР представляет собой регулярную непрерывную функцию с максимумом при температуре 26—29°C. На рис. 2 жирной линией показана эта зависимость для одной клетки данного типа. Повышенные температуры вызывает гиперполяризацию МП этих клеток. Эта ги-

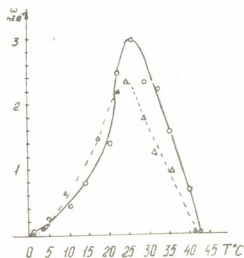


Рис. 2. ○—нейрон ПР-типа; △—нейрон ПП-типа

перполяризация индивидуальна и варьируется от 0,2 до 2 мВ/град, что совпадает с данными работы Карпентера [1]. Кураризирование  $10^{-4}$  М d-тубокурарином на эти соотношения не влияет. Зависимость  $\omega = f(T)$  для нейронов ПП и ПР-типа существенно не отличается (рис. 2 пунктирная линия). При высоких температурах (41—42°C) спонтанная спайковая активность прекращается, хотя нейрон возбудим

(рис. 3). Важно отметить, что повышение температуры до столь высокого значения существенно не меняет МП нейрона, однако дальнейшее нагревание на 1—2°C вызывает гиперполяризацию уже молчащей клет-



Рис. 3. А—спонтанная активность нейрона ПП-типа при 20°C. Б—спонтанная активность нейрона ПП-типа при 2°C; В—отсутствии спонтанной активности при 42°C (нейрон реагирует на синаптическое воздействие)

ки на 3—5 мв. Выше 44°C происходит гибель нейрона, ниже этой температуры при охлаждении все процессы в нейроне восстанавливаются. На рис. 4 показана зависимость частоты медленных колебаний (фаз) от температуры для нейронов ПФ-типа. С повышением температуры частота этих колебаний возрастает, число импульсов в каждой пачке уменьшается, при 38—40°C наступает некоторое плато, а затем в узком диапазоне температур (2—3°C) активность прекращается. Изменение температуры не влияет на потенциал покоя нейронов данного типа.

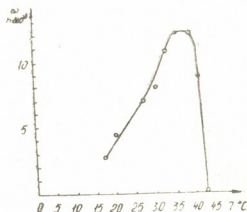


Рис. 4. Нейрон ПФ-типа

Влияние низких температур (до —2—3°C) вызывает сильное замедление электрической активности нейрона. Постоянная времени импульсов возрастает в 4—5 раз (рис. 3,Б). Ответные реакции нейронов ПС-типа на изменение температуры были нерегулярными.

Нами были найдены четыре нейрона, которые до 10—12°C обладали спонтанной активностью; повышение температуры вызывало их гиперполяризацию, после чего спонтанная активность исчезала, что совпадает с данными Карпентера [1]. Недавние исследования [5] показали, что при проведении нервного импульса происходят конформационные изменения белков нейрона. Некоторые авторы [6, 7] объясняют возникновение спайка кооперативными свойствами мембраны нейрона. Однако, исходя из наших экспериментов, в возникновении пейсмекерных импульсов, по-видимому, большая роль принадлежит ферментативной ак-





тивности мембранных белков. Опыты наглядно показали наличие двух устойчивых состояний мембраны нейрона—активное с генерацией пейсмерных колебаний и неактивное метастабильное состояние с отсутствием пейсмерных колебаний. Переход из одного состояния в другое происходит в узком интервале температур, что, очевидно, подтверждает существенную роль белков-ферментов и их конформационных состояний в возникновении пейсмерных колебаний МП.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт кибернетики

(Поступило 16.3.1972)

ბიოფიზიკა

### 3. შარკვანია

ტემპერატურის მოქმედება ვაზის ლოკოკინას ნეირონების სპონტანურ აქტივობაზე

რეზიუმე

შესწავლილია ვაზის ლოკოკინას ნეირონების სპონტანურ აქტივობაზე ტემპერატურის გავლენა. ტემპერატურის აწევით იმპულსთა სიხშირე ჯერ იზრდება, ხოლო შემდგომ მცირდება. დაახლოებით 40°-ის ფარგლებში სპონტანური აქტივობა ქრება. ეს პროცესი შექცევადია.

BIOPHYSICS

V. B. PARTSVANIA

## TEMPERATURE EFFECT ON THE SPONTANEOUS ACTIVITY OF *HELIX POMATIA* NEURONS

Summary

Temperature effect on the spontaneous activity of neurons of the grape helix, *Helix pomatia* has been studied. The frequency of spikes first increases with the rise of temperature and then diminishes. At about 40°C the spontaneous activity disappears. This process is reversible.

### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. D. O. Carpenter. J. Physiol., v. 50, 1469, 1967.
2. С. Н. Айрапетян. Биофизика, т. XIV, № 5, 1969.
3. L. Tauc. In Physiology of Mollusca, v. 11, Acad. Press. New-York, 1966.
4. B. O. Alving. J. Gen. Physiol. v. 51, № 1, 1968.
5. I. Tasaki, L. Garnay, R. Sandlin. Science, 163, 1969, 683.
6. A. L. Lehninger. Proc. Nat. Acad. Sci. USA, 60, 1968, 1069.
7. D. Nachmanson. Proc. Nat. Acad. Sci. USA, 61, 1968, 1034.



С. В. ДУРМИШИДЗЕ (академик АН ГССР), Н. П. ГУМБАРИДЗЕ

### КАТЕХИНЫ И ЛЕЙКОАНТОЦИАНИДИНЫ ПЛОДОВ АЙВЫ

Полифенольные соединения играют важную роль как в биохимии плодов, так и при их переработке. Вкус и аромат многих продуктов растительного происхождения обуславливаются фенольными соединениями. В связи с этим химическое изучение полифенольного состава плодов является одним из основных вопросов биохимии плодов и их переработки.

Цель нашей работы — выделение и идентификация катехинов и лейкоантоцианидинов из суммарного препарата флавоноидных веществ плодов айвы грушевидной. Препарат флавоноидных веществ был получен по следующей схеме: отделение кожицы от плодов — измельчение кожицы в гомогенизаторе в присутствии 10% водного раствора метабисульфита калия → экстракция 85% этанолом в присутствии  $K_2S_2O_5$  — выпаривание экстракта в вакууме — обработка хлороформом — экстракция этилацетатом — выпаривание экстракта в вакууме до получения сухого остатка. Выход препарата составил 3%.

Полученный препарат был разделен на несколько фракций методом адсорбционной хроматографии на колонке полиамидного сорбента капрона. Из фракций, элюирующейся с колонки 70% этанолом, были выделены и идентифицированы флавонолы: гиперин, изокверцитрин и кверцетин [1].

Фракция, элюирующаяся с колонки 60% этанолом, была получена в количестве 2,75 г. Путем использования метода двумерной хромато-

Таблица 1

Идентификация вещества А

Наименование веществ	Хроматография на бумаге							УФ-спектро-скопия $\lambda_{max}$ , мкм	
	Значения $R_f$ в разных системах растворителей					Окраска на хроматограммах			
	н-Бутанол-муравьиная кислота-вода (95 : 10 : 2)	БУВ	Вода	15% уксусная кислота	Фенол	Ванillin-новый реактив	$FeCl_3 + K_3Fe(CN)_6$		Железо-аммонийные квасцы
Продукты расщепления вещества А	0,67					Розов.			
Аутентичный флороглюцин	0,67	0,76				Розовая	Синяя		
Аутентичная протокатеховая кислота		0,76					Синяя		
Вещество А			0,56	0,28	0,40	0,39	Красная	Зеленая	280
Аутентичный (—)-эпикатехин*			0,55	0,28	0,41	0,39	Красная	Зеленая	

\* Аутентичный (—)-эпикатехин любезно был предложен лаборатории профессором М. Н. Запрометовым



графии на бумаге (I раст.: бутанол-уксусная кислота-вода (4:1:5) (БУВ); II раст.: 2% уксусная кислота) и качественной реакции (ванилиновый реактив) было установлено, что данная фракция содержит два катехина ( $R_f$  во II растворе равняется 0,28 (вещество А) и 0,36) [2]. Вещество с  $R_f = 0,36$ , по-видимому (+)-катехин, находится в процессе исследования, и полученные данные будут опубликованы отдельно. Для выделения вещества А мы использовали метод препаративной хроматографии на бумаге (растворитель-вода). Полосу с  $R_f = 0,28$  вырезали, измельчали и несколько раз экстрагировали 85% этанолом при комнатной температуре. Экстракты объединяли, фильтровали и упаривали в вакууме при 35°C до сухого остатка. После высушивания в вакууме над  $P_2O_5$  получили 0,06 г аморфного порошка. Для идентификации вещества А применили щелочное расщепление [3], УФ-спектроскопию и метод хроматографии на бумаге. Полученные данные приведены в табл. 1. На основании этих данных можно считать, что выделенное вещество А представляет собой (—)-эпикатехин.

Фракция, элюирующаяся с колонки 90% этанолом, была получена в количестве 1,3 г в виде коричнево-желтого аморфного порошка. Путем использования метода двумерной хроматографии на бумаге (I раст.: БУВ; II раст.: 2% уксусная кислота) и качественной реакции было установлено, что данная фракция содержит три вещества. Два из них по значению  $R_f$  (I раст.: 0,50; 0,40, II раст.: 0,68; 0,51) и окраске с толуолсульфокислотой можно отнести к лейкоантоцианидинам [4]. Эти лейкоантоцианидины были выделены и иденти-

Таблица 2

## Идентификация антоцианидинов

Антоцианидины	УФ-спектроскопия				Хроматография на бумаге				
	$\lambda_{\text{max}}$ мкм			$\Delta \lambda$ мкм	Значения в разных системах растворителей				Окраска на хроматограммах при дневном свете
	УФ-область	Видимая область	0,1% $HCl_2$ -метанол + 5% $AlCl_3$		УСВ (30:3:10)	Муравьиная кислота-HCl-вода (5:2:3)	n-бутанол-2NHCl (1:1; верхний слой)	n-БУВ	
Вещество В	275	539	557	18	0,50	0,20	0,70	0,57	
Аутентичный цианидин	276	537	555	18	0,50	0,20	0,70	0,57	Розовая
Вещество С	274	525	525	0	0,76	0,33	0,91	0,83	Красная
Аутентичный пелларгонидин	270	522	522	0	0,71	0,30	0,90	0,80	Красная

фицированы в виде соответствующих антоцианидов, полученных путем нагревания аморфного порошка в n-бутанол-HCl [5]. Выделение антоцианидинов мы проводили по ранее описанной методике методом хроматографии на бумаге в системе растворителей уксусная кислота-HCl-вода (30:3:10) (УСВ) [6]. Получили две полосы с  $R_f = 0,50$  (вещество В) и с  $R_f = 0,76$  (вещество С). Для идентификации антоцианидинов были изучены спектры поглощения в УФ и видимой областях и значения  $R_f$  в разных системах растворителей [7, 8]. Полученные данные приведены в табл. 2. На основании этих данных вещество В иден-

ტიფიცირებულა როგორც ციანიდინ — პროდუქტი პრევენციის ლეიკოციანიდინი, ა ვეშტოვო C — როგორც პელარგონინი — პროდუქტი პრევენციის ლეიკოპელარგონინი.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт биохимии растений

(Поступило 30.3.1972)

ბიოქიმიის

ს. დურმიშიძე (საქართველოს სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი), ნ. გუმბარიძე

კომპოსტის ნაყოფების კატეხინები და ლეიკოანთოციანიდინები

რეზიუმე

მსხლისებრი კომპოსტის ნაყოფების კანიდან გამოყოფილია ფლავონოიდების ჯამური პრეპარატი. პრეპარატში შემავალი კატეხინებიდან იდენტიფიცირებულია (—)-ეპიკატეხინი, ხოლო ლეიკოანთოციანიდინებიდან — ლეიკოციანიდინი და ლეიკოპელარგონინი.

BIOCHEMISTRY

S. V. DURMISHIDZE, N. P. GUMBARIDZE

## CATECHINS AND LEUCOANTHOCYANIDINS OF QUINCE FRUIT

### Summary

The total preparation of flavonoids has been isolated from skins of the pear-shaped quince. Among the catechins of the preparation (—)-epicatechin has been identified; while leucyanidin and leucopelargonidin have been identified from leucoanthocyanidins.

### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. П. Гумбаридзе. Сообщения АН ГССР, 65, № 3, 1972, 701.
2. С. В. Дурмишидзе. Дубильные вещества и антоцианы виноградной лозы и вина. М., 1955.
3. М. Н. Запрометов. Биохимия катехинов. М., 1964.
4. D. G. Roux. Nature, 180, 1957, 973.
5. T. Swain, W. E. Hillis. J. Sci. Food Agric., 10, 1959, 63.
6. С. В. Дурмишидзе, А. Н. Сопромадзе. Сообщения АН ГССР, 64, № 3, 1971, 691.
7. J. V. Harborne. J. Chromatog., 1, 1958, 473.
8. J. V. Harborne. Biochem. J., 70, 1958, 22.

Я. П. ЛЕЖАВА

## О КАТЕХОЛАМИНАХ МОЧИ БОЛЬНЫХ ЯЗВЕННОЙ БОЛЕЗНЮ ЖЕЛУДКА И ДВЕНАДЦАТИПЕРСТНОЙ КИШКИ

(Представлено академиком В. С. Асатиани 16.12.1971)

Мы задались целью изучить состояние симпато-адреналовой системы у больных язвенной болезнью желудка и двенадцатиперстной кишки в периоды обострения и ремиссии заболевания.

Под нашим наблюдением находилось 70 больных. В желудке язва локализовалась у 21 больного (13 мужчин и 8 женщин), в двенадцатиперстной кишке — у 49 (38 мужчин и 11 женщин).

Среди больных язвенной болезнью желудка преобладали лица в возрасте свыше 40 лет — 15 (71,4%), а среди больных дуоденальными язвами — до 40 лет — 33 (67, 5%). При обеих локализациях язвы преобладали больные с давностью заболевания до 5 лет (62—65%). Изучая давность заболевания, мы выяснили, что более 70% больных язвенной болезнью двенадцатиперстной кишки заболело в возрасте до 40 лет, в то время как большинство больных с желудочной локализацией язвы — после 40 лет (около 60%).

Функция мозгового слоя надпочечников исследовалась путем определения адреналина (А) и норадреналина (НА) в суточной моче при помощи методики [1], позволяющей использовать основные этапы тригидроксинилового метода [2], применяемого при исследовании катехоламинов в чистых растворах и тканях.

Определения проводились на 3—4-й день поступления больных в клинику (в период обострения) и за 2—3 дня перед выпиской больного из стационара (в период клинической ремиссии заболевания). В среднем больные в стационарных условиях находились 30—35 дней. Обострение болезни длилось до одного месяца. Диагноз заболевания ставился на основании клинической картины и рентгенологического симптома «ниши».

Для контроля было обследовано 20 практически здоровых лиц (15 мужчин и 5 женщин) в возрасте от 24 до 64 лет (основное количество составляли люди до 40 лет).

В период обострения язвенной болезни двенадцатиперстной кишки имеет место достоверное повышение выделения с мочой как А, так и НА. При язвенной болезни желудка повышена экскреция только А, а НА снижена. Пол, возраст больных и длительность заболевания на выделение катехоламинов существенного влияния не оказывают.

В период клинической ремиссии язвенной болезни двенадцатиперстной кишки у больных с консервативным лечением содержание А и НА в моче снижается до нормы, у больных с резекцией желудка выделение катехоламинов находится на нижней границе нормы. В период клинической ремиссии язвенной болезни желудка как у боль-





ных с консервативным лечением, так и у оперированных больных экскреция А снижается до нормы, НА остается пониженной.

Разница между показателями содержания А и НА в моче при различных локализациях язвы как в период обострения, так и в период ремиссии заболевания статистически достоверна только в отношении НА.

Результаты наших исследований согласуются с данными [3, 4], согласно которым при обострении язвенной болезни имеется возбуждение симпато-адреналовой системы. Но мы проводили исследования раздельно, в зависимости от локализации язвы, причем было установлено, что при язвенной болезни желудка имеется снижение медиаторной функции симпатической нервной системы.

Как известно, клетки надпочечников, раздельно секретирующие А и НА, иннервируются различными волокнами с различным представительством в гипоталамусе. При раздражении электрическим током задне-латеральной части гипоталамической области наблюдается увеличение секреции А, а при раздражении переднего гипоталамуса НА.

Основываясь на этом, найденную нами повышенную экскрецию А и пониженную НА в стадии обострения язвенной болезни желудка можно объяснить усилением деятельности заднего гипоталамуса и угнетением передней его части.

Тбилисский государственный  
медицинский институт

(Поступило 2.3.1972)

ბიოქიმია

ი. ლეშავა

კუჭისა და თორმეტგოჯა ნაწლავის წყლულოვანი დაავადებით  
შეპყროვილ ავადმყოფთა შაროს კატეხოლამინების შესახებ

რეზიუმე

დადგენილია, რომ თორმეტგოჯა ნაწლავის წყლულოვანი დაავადების გამწვავების დროს მომატებულია როგორც ადრენალინის, (ა), ისე ნორადრენალინის (ნა) გამოყოფა; კუჭის წყლულოვანი დაავადების დროს კი მომატებულია მხოლოდ ა ექსკრეცია, ნა კი დაქვეითებულია. ასაკი, სქესი და დაავადების ხანგრძლივობა კატეხოლამინების გამოყოფაზე არსებითს გავლენას არ ახდენს. დაავადების რემისიის პერიოდში, დუოდენალური ფორმის დროს ა და ნა გამოყოფა ნორმის ფარგლებშია, გასტრალური ფორმის დროს — დაქვეითდება ნორმამდე, ნა რჩება დაქვეითებულად.

BIOCHEMISTRY

Ya. P. LEZHAVA

ON THE URINE CATECHOLAMINES OF PATIENTS WITH  
ULCEROUS DISEASE OF THE STOMACH AND THE  
DUODENUM

Summary

The secretion of adrenaline (A) and noradrenaline (Na) has been found to increase in the course of exacerbation of the duodenal ulcer, whereas in



gastric ulcer it is only the secretion of A that is heightened, while that of NA is lowered. The sex, age and the duration of the disease have no material effect on catecholamine secretion. During remission of the duodenal ulcer the secretion of A and NA is within the norm, and in the remission of the gastric ulcer A drops to normal, while NA remains low.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. М. Бару. Биохимия, 2, 1962, 26,0.
2. В. О. Осинская. Биохимия, 22,3, 1957, 357.
3. Д. Э. Каган, Р. Я. Сливак. Врачебное дело, 7, 1949, 481.
4. Ю. Н. Кленус. Функциональное состояние надпочечников у больных язвенной болезнью желудка и двенадцатиперстной кишки до и после консервативного и оперативного лечения. Автореферат, Киев, 1965.



Э. А. РАПАВА

## АТФ-АЗНАЯ АКТИВНОСТЬ КЛЕТОЧНЫХ ЯДЕР И ЯДЕРНЫХ МЕМБРАН ГОЛОВНОГО МОЗГА

(Представлено академиком П. А. Кометнани 23.2.1972)

Ядерной мембране принадлежит важная роль во взаимоотношениях ядра и цитоплазмы. В литературе есть сведения об активности АТФ-азы в изолированных ядрах и ядерных оболочках печени крыс [1]. Однако данные об активности этого фермента в изолированных оболочках клеточных ядер нервной ткани отсутствуют.

В настоящей работе исследована АТФ-азная активность клеточных ядер и фракции ядерных мембран мозга крупного рогатого скота, а также проведено сравнительное исследование АТФ-азной активности ядер нейронов и глии.

Клеточные ядра головного мозга выделялись в 2,2 М растворе сахарозы [2]. Фракционирование клеточных ядер головного мозга на ядра нейронов, олигодендро-, микро- и астроцитарной глии достигалось центрифугированием ядерной суспензии в прерывистом градиенте сахарозы [3]. Для исследования брались ядра нейронов и ядра олигодендроглии. Контроль чистоты фракционирования препаратов ядер осуществлялся световым микроскопом при окраске метиленовым синим. Фракция изолированных ядерных оболочек получалась посредством инкубации очищенных изолированных ядер в гипотоническом растворе фосфатного буфера, рН 7,2 [4]. Содержание белка в ядрах и ядерных оболочках определялось по Лоури [5], АТФ-азная активность — по методу неорганического фосфора методом Новикова в модификации Хейза и Барланда [6].

Как видно из данных таблицы, активность АТФ-азы в клеточных ядрах головного мозга оказалась в 3—3,5 раза ниже таковой гомогената. Учитывая то обстоятельство, что нейроны и глия играют различную и иногда взаимодополняющую роль в функциях головного мозга, представляло интерес отделить друг от друга ядра нейронов и глии и провести сравнительное изучение активности АТФ-азы клеточных ядер нейронов и глии головного мозга. Поскольку в литературе есть сведения [7], что АТФ-аза клеток нейроглии характеризуется оптимумом рН 8, тогда как в нейронах оптимум рН фермента захватывает весьма широкую зону (около рН 7,4), мы исследовали активность АТФ-азы в ядрах нейронов и глии как при рН 7,4 так и при рН 8. Во всех случаях активность фермента в ядрах нейронов была незначительно, но достоверно выше, чем в ядрах олигодендроглии (см. таблицу). Обнаруженная нами разница в активности АТФ-азы ядер нейронов и олигодендроглии должна быть обусловлена разным метаболическим уровнем нейронов и нейроглии.

По нашим данным, активность АТФ-азы во фракции оболочек ядра была в 6—7 раз выше, чем в изолированных клеточных ядрах. В литературе есть данные, что АТФ-аза нейронов, в отличие от глиальных клеток, имеет «эндо»локализацию и, для того чтобы выявить ее максималь-



ную активность, нужно подвернуть нейроны предварительной гомогенизации [7, 8]. Можно было допустить, что подобное расположение имеет и АТФ-аза ядер и что в процессе изоляции ядерных оболочек она может высвободиться из ее «эндо»локализации, за счет чего мы и регистрируем увеличение активности фермента. С целью исключения этой вероятности клеточные ядра головного мозга подвергались гомогенизации, однако на активности фермента это не сказывалось.

Следует отметить, что в настоящей работе мы пользовались несколько упрощенным и ускоренным методом выделения ядерных мембран, опуская их дальнейшую очистку в прерывистом градиенте сахаразы. Поскольку исходным материалом служили изолированные ядра, то этот метод мог привести к загрязнениям лишь ядерного происхождения, что могло только преуменьшить истинную активность ядерных оболочек.

В а р и а н т ы	Активность АТФ-азы, мкМ Р <sub>неорг</sub> /мг белка		
	М	м	Р
Гомогенат	5,8	±0,02	<0,001
Суммарные ядра	1,18	±0,01	<0,001
Ядра нейронов	1,44	—	—
Ядра глии	1,0	±0,05	<0,001
Ядерная мембрана	11,2	±0,06	<0,001
Суммарные ядра с оуабаином 1.10 <sup>-4</sup> М	1,10	±0,01	<0,2
Суммарные ядра без Na <sup>+</sup> и К <sup>+</sup>	1,20	±0,06	<0,2

Инкубационная среда: MgCl<sub>2</sub>—2 мМ, АТФ—2 мМ, ЭДТА—0,1 мМ, трио-НСI буфер (рН 7,4)—92 мМ, NaCl—58 мМ, KCl—5 мМ.

Выявленная в наших опытах высокая АТФ-азная активность ядерных мембран нервной ткани указывает на преимущественную локализацию этого фермента в ядерных оболочках, что согласуется с экспериментами, проведенными на ядрах печени [1].

Для характеристики ядерной АТФ-азы мы исследовали действие оуабаина — специфического ингибитора Na<sup>+</sup>, К<sup>+</sup>-активируемой АТФ-азы. В наших опытах оуабаин в концентрации 1.10<sup>-4</sup> М не тормозил активность АТФ-азы клеточных ядер мозга крупного рогатого скота (см. таблицу). Исключение Na<sup>+</sup> и К<sup>+</sup> из состава инкубационной среды не приводило к снижению активности фермента.

По-видимому, клеточные ядра головного мозга, в отличие от микросом, лишены Na<sup>+</sup>, К<sup>+</sup>-активируемой АТФ-азы. В этом отношении наши данные совпадают с результатами, полученными на ядрах печени [1], а также на изолированных ядрах нервных клеток [9].

Данные эти соответствуют существующему в литературе мнению, что высокая концентрация некоторых ионов, в частности ионов Na<sup>+</sup>, в ядре не связана с активным транспортом [10,11].

მ. რაფავა

თაგის ტვინის უჯრედოული ბირთვებისა და ბირთვოული მემბრანების  
ატმ-აზური აქტივობა

რეზიუმე

ნეირონების ბირთვები ხასიათდება უფრო მაღალი ატმ-აზური აქტივობით, ვიდრე ოლიგოდენდროციტული ბირთვები. თავის ტვინის იზოლირებული უჯრედის ბირთვების მემბრანული ფრაქციის ატმ-აზური აქტივობა, უცვლელ ბირთვებთან შედარებით, შვიდჯერ უფრო მაღალია. ნერვული უჯრედის ბირთვები არ ხასიათდება  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ -ატმ-აზური აქტივობით და მათში არ აქვს ადგილი იონების აქტიურ ტრანსპორტს.

BIOCHEMISTRY

E. A. RAPAVA

ADENOSINE-TRIPHOSPHATASE ACTIVITY OF ISOLATED  
BEEF BRAIN NUCLEI AND NUCLEAR ENVELOPES

## Summary

ATP-ase activity of neuronal nuclei was higher than that of oligodendroglial nuclei, while the activity of isolated nuclear envelopes exceeded that of isolated nuclei almost 7 times.  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ -activated ATP-ase, an active mechanism of the transport of sodium ions in the nuclei being absent.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Л. Н. Делекторская, К. А. Первощикова. Биохимия, 34, 1969, 189.
2. J. Chauveau, Y. Moule, G. Roullier. Exper. Cell. Res., II, 1956, 317.
3. H. Lovtrup-Rein, B. S. Mc. Ewen. Brain Res., 16, 1969, 516.
4. И. Б. Збарский, К. А. Первощикова, Л. Н. Делекторская. ДАН СССР, 177, 1967, 445.
5. O. H. Lowry, Rosebrough N. J. Farr A. L., Randall R. J. Biol. Chem. 193, 1951.
6. R. M. Hays, J. Barland, J. Cell. Biol. 31, 1966, 209.
7. J. Cummans, Hyden H. Biochim. Biophys. Acta 60, 1962, 271.
8. H. Hillman, Hyden H. Histochemie, 4, 1965, 446.
9. T. Kato, M. Korokawa, J. Cell Biol., 32, 1967, 647.
10. G. Siebert, H. Langendorf. Physiol. Chem., 343, 1965, 101.
11. G. Siebert, K. Keselling. Nature, 209, 1966, 1130.

**В. С. АСАТИАНИ** (академик АН ГССР),

М. А. БОКУЧАВА (член-корреспондент АН ГССР), А. Н. ЧХАИДЗЕ

## ХАРАКТЕРИСТИКА КАТЕХИНОВ И ПРОДУКТОВ ИХ ОКИСЛЕНИЯ, ВЫДЕЛЕННЫХ ИЗ ПРЕПАРАТА ВИТАМИНА Р ПРОМЫШЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Имеются указания, что высокой Р-витаминной активностью обладают лишь неокисленные катехины и что по мере окисления эта активность снижается [1, 2].

Использование препарата витамина Р промышленного производства, который, наряду с катехинами, содержит много сопутствующих веществ (60%), очень ограничено; препарат этот не используется в качестве средства для инъекций.

Целью настоящей работы является получение препарата высокоочищенных катехинов и продуктов его окисления и изучение их свойств.

Для исследования мы брали препарат витамина Р промышленного производства. Очистку и разделение танино-катехинового комплекса производили на разных марках сефадексов (G=50, G=75, G=100). В результате из препарата витамина Р промышленного производства получили белый препарат танино-катехинового комплекса с пересчетным коэффициентом 4,6. Было проведено сравнительное исследование катехинов препарата витамина Р промышленного производства и полученного из него очищенного препарата по методу М. Н. Запрометова [3] (см. табл. 1).

Таблица 1

Содержание катехинов в препарате витамина Р промышленного производства и полученном из него очищенном препарате

К а т е х и н ы	Препарат витамина Р промышленного произ- водства, полученный из чайного листа		Очищенный препарат	
	мг на 1 г сухого веса	% от суммы катехинов	мг на 1 г сухого веса	% от суммы катехинов
(-) Эпигаллокатехин	59,4	13,4	132,0	15,7
(±) галлокатехин	23,1	5,2	22,0	2,62
(-) Эпикатехин и катехин	66,0	14,9	140,8	10,67
(-) Эпигаллокатехингаллат и				
(-) галлокатехингаллат	221,1	50,4	451,0	50,3
(-) Эпикатехингаллат	72,2	16,3	93,4	11,1
Сумма катехинов	441,8	100	839,2	100

Как видно из данных табл. 1, очищенный препарат витамина Р содержит в 2 раза больше катехинов, чем препарат витамина Р про-





мышленного производства. В нем более чем в 2 раза увеличено содержание (—) эпигаллокатехина. Следует отметить, что соотношение катехинов в обоих препаратах одинаково.

Очищенный препарат танино-катехинового комплекса разделяли на колонке сефадекса  $G=75$ . Получали все известные катехины в индивидуальном виде. Были изучены физико-химические свойства выделенных катехинов (см. табл. 2).

Таблица 2

## Физико-химические свойства катехинов

К а т е х и н ы	$\lambda_{\text{max}}$ мМК	Т. пл. °С	В системе БУВ
(—) эпигаллокатехин	270	214—215	0,4
(±) галлокатехин	271	152—153	0,5
(—) эпикатехин и катехин	277	220—221	0,55
(—) эпигаллокатехингаллат и (—) галлокатехингаллат	275	204—205	0,64
(—) эпикатехингаллат	278,5	227—228	0,78

Каждый из полученных катехинов в ИК-спектре имеет следующие полосы поглощения: 745; 800; 830, 980; 1035; 1150; 1200; 1620; 3350  $\text{cm}^{-1}$ .

Для получения продуктов окисления катехинов танино-катехиновый комплекс пропускали через колонку сефадекса ( $G=50$ ). Элюирование производили этилацетатом, с помощью которого удаляли катехины. Качественную реакцию проводили, используя 1% раствор ванилина в конц. HCl. Продукты окисления катехинов элюировали спиртом. Полученные фракции сгущали в вакуум-испарителе. В результате получали препарат красно-коричневого цвета, в котором определяли количественное содержание катехинов. Окисленные препараты не содержат катехинов. Пересчетные коэффициенты для танино-катехинового комплекса и продуктов его окисления составляют соответственно 4,6 и 8,5.

Разработанный метод очистки и деления суммы катехинов отличается от существующих методов простотой и быстротой. Применяя указанный метод, из препарата витамина Р промышленного производства можно получить высокоочищенный танино-катехиновый комплекс, в котором содержание катехинов составляет 84—90%. При этом можно также выделять продукты окисления катехинов.

Академия наук Грузинской ССР

Институт фармакохимии

им. И. Г. Кутателадзе

(Поступило 3.3.1972)

ბიომედიც

3. ასათიანი (საქართველოს სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი),

მ. ბოკუჩავა (საქართველოს სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი), ა. ჩხანიძე

საწარმოო წესით მიღებული ვიტამინი P-დან გამოყოფილი კატეხინებისა და მათი დაშანგვის პროდუქტების დახასიათება

რეზიუმე

შემუშავებულია კატეხინების ჯამის გასუფთავებისა და დაყოფის ახალი მეთოდი. ამ მეთოდის საშუალებით საწარმოო წესით მიღებული ვიტამინი P-დან გამოყოფილი ტანინ-კატეხინების კომპლექსი სუფთა სახით და ამასთანავე კატეხინების დაჟანგვის პროდუქტები.

V. S. ASATIANI |, M. A. BOKUCHAVA, A. N. CHKHAIDZE

DESCRIPTION OF CATECHOLS AND PRODUCTS OF THEIR  
OXIDATION ISOLATED FROM VITAMIN P BY THE INDUSTRIAL  
TECHNIQUE

Summary

A new method has been developed for the purification and separation of a sum of catechols. Using this method, a complex of tannincatechols, as well as the oxidation products of catechols, has been isolated in pure form by the industrial technique.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. М. А. Бокучава, В. И. Букин, Н. Н. Ерофеева, В. Р. Попов. ДАН СССР, 111, 1956, 152.
2. М. А. Бокучава. Биохимия, 12, 1947, 66.
3. М. Н. Запрометов. Физиология растений, 5, 1958, 296.

М. Ш. ГОРДЕЗИАНИ, Г. Н. ПРУИДЗЕ, Д. Ф. КИНЦУРАШВИЛИ

## ОКИСЛЕНИЕ ГЛЮТАМИНОВОЙ КИСЛОТЫ В МИТОХОНДРИЯХ ЛИСТЬЕВ ВИНОГРАДНОЙ ЛОЗЫ

(Представлено академиком С. В. Дурмишидзе 2.3.1972)

Глютаминовая и аспарагиновая кислоты в головном мозгу млекопитающего могут заменять 1/3 эндогенных источников энергии [1]. Как выяснилось, глютаминовая кислота (ГЛК) вызывает активирование дыхания; вместе с тем, ее аэробный катаболизм характеризуется высокой степенью сопряжения с фосфорилированием [2, 3]. Проведенными нами ранее опытами на срезах листьев виноградной лозы, в которых изучались величины выделяемой энергии дыхания при раздельном действии глюкозы и ГЛК, был установлен факт более интенсивного окисления последней [4].

Целью настоящей работы являлось изучение окисления ГЛК в митохондриях листьев виноградного растения и установление ее энергетической эффективности при создании оптимальных условий переаминирования с кетокислотами. Кроме того, мы сочли необходимым проверить в начале работы полученную митохондриальную фракцию на способность окисления различных субстратов дыхания.

Таблица 1

Интенсивность дыхания срезов, гомогената и митохондриальной фракции листьев виноградной лозы при окислении различных субстратов. Условия опыта: фосфатный буфер pH 8,2; T=28°; темнота; экспозиция опыта 0,5 часа. Концентрация действующих субстратов  $3,4 \cdot 10^{-2}$  мМ в отдельности (полученные данные пересчитаны на 1 г сырого веса среза и на 1 мл гомогената и митохондриальной фракции)

№ опыта	Добавленный субстрат	Потребленный кислород в $\mu$ молях		
		Срезы	Гомогенат	Митохондриальная фракция
1	Фосфатный буфер (контроль)	10,02	5,94	4,46
2	" + глюкоза	11,60	6,69	6,56
3	" + ГЛК	13,83	8,57	5,67
4	" + $\alpha$ -КГК	13,92	9,86	8,49
5	" + ПВК	12,15	7,72	7,90
6	" + ЩУК	11,34	6,69	6,09
7	" + ЯК	13,78	9,24	8,84

Из листьев верхушки многолетней виноградной лозы (сорт Ркацтели) была получена богатая митохондриями фракция [5]. Дыхание изучалось манометрически в аппарате Варбурга. Радиоактивность  $\text{CO}_2$  из  $5\text{-C}^{14}\text{-ГЛК}$  (в каждом опыте радиоактивностью 2  $\mu$  Ci) устанавливалась после его перевода в  $\text{BaC}^{14}\text{O}_3$  на сцинтилляционном спектрометре 30. „მომბე“, ტ. 67, № 2, 1972



СЛ-20. Неорганический фосфор определялся по методу Фиске—Суббароу [6]. Результаты исследования дыхания срезов, гомогената и митохондриальной фракции даны в табл. 1.

Экспериментальные данные показывают, что в срезах и гомогенате  $\alpha$ -кетоглутаровая кислота ( $\alpha$ -КГК), ГЛК и янтарная кислота (ЯК) выделяются высокой степенью окисления. В митохондриях эта закономерность нарушается и, по сравнению с ГЛК, на первый план выступают пировиноградная (ПВК) и щавелевоуксусная (ЩУК) кислоты. Что касается ЯК, то она характеризуется весьма сильным окислением. Заслуживает внимания одно очень интересное обстоятельство: в срезах, т. е. при существовании мембранного барьера клеток, ГЛК и  $\alpha$ -КГК окисляются митохондриями примерно одинаково. Нужно отметить и то, что добавление на срезах листьев виноградной лозы нерадиоактивной  $\alpha$ -КГК к 5-С<sup>14</sup>-ГЛК не меняет интенсивности усвоения кислорода, а также общей радиоактивности выделенного С<sup>14</sup>О<sub>2</sub> [7]. В случае опытов на гомогенате при нарушении целостности клеточных мембран имеет место преимущественное окисление  $\alpha$ -КГК, хотя, по сравнению с остальными субстратами, ГЛК все же остается активным метаболитом. При непосредственном добавлении ГЛК и  $\alpha$ -КГК к митохондриям отчетливо проявляется активный окислительный катаболизм  $\alpha$ -КГК (окисляется на 49,9% преимущественнее). Эти данные позволяют допустить, что дезаминирование ГЛК начинается до ее проникновения в клетку. Можно предположить, что глутаматдегидрогеназная активность обладает также клеточная мембрана. По-видимому, в клеточной плазме процесс дезаминирования ГЛК продолжается и в митохондрию проникает уже более полноценный продукт окисления —  $\alpha$ -КГК.

Интенсивное окисление в митохондриях соединений, не содержащих аминной группы, по сравнению с ГЛК, может указывать на то, что аминная группа не только препятствует проникновению ГЛК через митохондриальный мембранный барьер, но и предохраняет определенную часть ГЛК от участия в окислительных превращениях. Как известно, в митохондриях параллельно с процессами дезаминирования и переаминирования ГЛК происходит ее амидирование.

Таблица 2

Энергетическая эффективность ГЛК при создании оптимальных условий переаминирования. Условия опыта те же, что и в табл. 1; концентрация ПФ 2·10<sup>-2</sup> мМ

№	Вариант опыта	АО <sub>2</sub> μ атом	ΔР μ атом	С <sup>14</sup> О <sub>2</sub> 10 <sup>3</sup> имп/мин	Р/О
1	Митохондрия +5 С <sup>14</sup> -ГЛК	1,06	1,15	3,27	1,08
2	" +5-С <sup>14</sup> -ГЛК+ПФ	1,60	2,37	6,20	1,48
3	" +5-С <sup>14</sup> -ГЛК+ЩУК+ПФ	2,44	6,44	15,10	2,63
4	" +5-С <sup>14</sup> -ГЛК+ПВК+ПФ	2,04	2,79	4,00	1,36
5	" +5-С <sup>14</sup> -ГЛК+α-КГК+ПФ	1,60	3,87	5,92	2,41

Ранние исследования В. Л. Кретовича указывают на то, что добавление к растительным тканям глутамин резко уменьшает потребление кислорода [8], т. е. присоединение к дальнему карбоксилу второй аминной группы создает возможность применять ГЛК в других, не катаболических процессах.

Для окислительного превращения ГЛК, помимо дегидрогенирования, значительную роль играет и трансаминирование. Эти два процесса тесно связаны между собой в митохондриях. Первый полностью ре-





гулируется восстановленным никотинамиднуклеотидом, а второй — устойчивой концентрацией ЦУК [9].

В полученной из листьев водных культур виноградной лозы митохондриальной фракции нами изучена энергетическая эффективность переаминирования ГЛК при создании оптимальных условий для этого процесса (при наличии пиридоксальфосфата — ПФ и соответствующих кетокислот). Полученные результаты приведены в табл. 2.

Согласно данным табл. 2, усиление окисления ГЛК начинается сразу же после добавления ПФ, хотя энергетическая эффективность процесса невысока, что, по-видимому, обусловлено низким уровнем фонда эндогенных кетокислот в митохондриях, в частности ЦУК.

Окислительное декарбоксилирование ГЛК и степень сопряжения ее с фосфорилированием максимальна, если переаминирование происходит с ЦУК. Этот процесс протекает довольно быстро. Следует отметить, что в опытах, проведенных Н. Н. Нуцубидзе [10] на гомогенатах листьев и корней виноградной лозы, было показано, что интенсивность аминирования и переаминирования ЦУК одинакова как при функционировании, так и при ингибировании лимонно-кислого цикла.

Присутствие  $\alpha$ -КГК с ПФ незначительно (на 4,6%) уменьшает выход  $C^{14}O_2$  из 5- $C^{14}$ -ГЛК. С другой стороны, коэффициент РО повышается более чем на 60%. Таким образом, при наличии достаточного количества акцепторов аминной группы в митохондриях  $\alpha$ -КГК не способна изменить интенсивность окисления ГЛК и переаминирование происходит и с этой кетокислотой.

ПВК уменьшает интенсивность включения ГЛК в цикл Кребса и понижает ее энергетическую эффективность. Учитывая, что активация или подавление цикла Кребса не влияет на уровень аминирования или переаминирования ЦУК, можно предположить, что ПВК косвенным путем подавляет активность глутаматдегидрогеназы.

Полученные данные позволяют предположить, что в растительных тканях, так же как и в животных, окислительное превращение ГЛК происходит трансaminaзными и дегидрогеназными путями. Возможно, что последний более тесно связан с энергетическими потребностями клетки, в то время как путем трансaminaрования ГЛК в значительной степени могла бы свободно окисляться, и таким образом, участвовать в обмене веществ.

Академия наук Грузинской ССР

Институт биохимии растений

(Поступило 3.3.1972)

ზოგადიანი

ა. გორდუნიანი, ზ. ფრუიკი, დ. კინწურაშვილი

გლუტამინმჟავას დაჟანგვა ვაზის ფოთლების მიტოქონდრიაში

რეზიუმე

ვაზის ფოთლების ანათლებზე, პომოგენატებსა და მიტოქონდრიალურ ფრაქციებზე ჩატარებული ცდების საფუძველზე გაკეთებულია დასკვნა, რომ გლუტამატდეჰიდროგენაზურ აქტივობას უნდა ფლობდეს უჯრედის გარსი და რომ გლუტამინმჟავას მნიშვნელოვანი ნაწილი დეჰამინირებას უჯრედში შედევრემდე განიცდის. გლუტამინმჟავას გადაამინირების ენერგეტიკული ეფექტურობის შესწავლის შედეგად გამოთქმულია მოსაზრება, რომ უჯრედის ენერგეტიკულ მოთხოვნილებებთან უფრო მჭიდროდ ამ ნაერთის დეჰამინირების პროცესია დაკავშირებული.



M. Sh. GORDEZIANI, G. N. PRUIDZE, D. F. KINTSURASHVILI

GLUTAMIC ACID OXIDATION IN THE MITOCHONDRIA OF  
GRAPEVINE LEAVES

## Summary

On the basis of the experiments carried out with slices of grapevine leaves, homogenates and mitochondrial fractions it is concluded that the cell wall must be characterized by glutamate dehydrogenase activity and that a substantial portion of glutamic acid undergoes deamination before penetrating into the cell. As a result of a study of the energetic efficiency of glutamic acid transamination it is suggested that deamination of this compound is more closely connected with the energetic requirements of the cell.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. E. B. Chain, M. M. Cohen, F. Pochiani. Proc. Roy. Soc., 156, 1962, 963.
2. W. N. Albridge. Biochem. J., 67, 1957, 423.
3. T. M. Brody, J. A. Bain. J. Biol. Chem., 195, 1952, 685.
4. М. Ш. Гордезиани. Сообщения АН ГССР, 55, № 2, 1969.
5. Г. Н. Пруидзе. Сообщения АН ГССР, 64, № 3, 1972.
6. Н. П. Мешкова, С. Е. Северин. Практикум по биохимии животных. М., 1950.
7. М. Ш. Гордезиани. Сообщения АН ГССР, 49, № 2, 1968.
8. В. Крегович, Т. Дроздова. ДАН СССР, № 2, 1948, 167.
9. V. Quagliariello, S. Pora *et al.* Biochem. J., 95, 1965, 742.
10. Н. Н. Нуцубидзе. Ассимиляция азота в виноградной лозе. Автореферат, Тбилиси, 1970.

И. Ф. ЗАЙЦЕВА

## НОВЫЕ ДАННЫЕ О ЗООГЕОГРАФИИ ПОЛУЖЕСТКОКРЫЛЫХ (*HEMIPTERA*) ГОРНЫХ СИСТЕМ ГРУЗИИ

(Представлено академиком В. З. Гулисашвили 28.2.1972)

В течение ряда лет нами изучалась фауна полужесткокрылых горных систем Грузии (Кавказиони и Южно-Грузинское нагорье). По результатам этих исследований в фауне Кавказиони и Южно-Грузинского нагорья в настоящее время насчитывается 357 видов полужесткокрылых.

Зоогеографический состав фауны полужесткокрылых горных систем Грузии отличается большим разнообразием. Здесь можно выделить девять основных зоогеографических групп видов: 1) виды, широко распространенные по всему миру, встречающиеся в нескольких зоогеографических областях, 2) голарктические виды, 3) транспалеарктические, 4) европейско-сибирские, 5) европейские, 6) средиземноморские, 7) туранские, 8) ирано-кавказские, 9) эндемики.

Проведенный зоогеографический анализ фауны полужесткокрылых Кавказиони и Южно-Грузинского нагорья показал, что она складывается прежде всего средиземноморскими (34% всей фауны) и транспалеарктическими (27%) видами. Голарктические виды составляют 11%, почти в равной степени представлены европейские (7%) и европейско-сибирские (8%) виды. Группа видов, живущих в нескольких зоогеографических областях, небольшая (3%). Туранские и ирано-кавказские виды представлены весьма слабо в горной гемиптерофауне Грузии (по 1%). Кавказские эндемики составляют 8%.

В горах Грузии встречаются 23 эндемичных вида и один эндемичный род — *Homolaner* Kir. Род этот монотипический и на Кавказе встречается в Ингушетии, Северной Осетии, Кахетии, на Тriaлетском хребте и в окрестностях оз. Севан. Большая группа эндемичных видов формирует высокогорную фауну субальпийских и альпийских лугов Кавказа. Наибольший интерес в этой группе представляют виды родов *Myrmecophyes* Fieb. и *Scirtetellus* Reut. Оба эти рода встречаются преимущественно в высокогорье Средней Азии и Кавказа. Здесь из рода *Myrmecophyes* Fieb. известно около 30 видов. Род *Scirtetellus* Reut. менее богат видами — на Кавказе всего четыре вида, причем, в отличие от предыдущего рода, все четыре являются эндемиками Большого Кавказа. Для обоих этих родов можно говорить о существовании двух основных горных центров видовой многообразия — среднесизиатского и кавказского.

Интересно отметить, что из 23 эндемиков, встречающихся в горах Грузии, 13 принадлежат к семейству *Miridae*, по два из семейств *Tingidae*, *Lygidae*, *Pentatomidae* и *Aradidae* и по одному из семейств *Anthocoridae* и *Reduviidae*. Таким образом, характерной особенностью ге-



миптерофауны горных систем Грузии является то, что большинство видов миков принадлежит к семейству *Miridae*—филогенетически новейшей ветви отряда.

Проведенный нами сравнительный зоогеографический анализ фауны полужесткокрылых Кавказиони и Южно-Грузинского нагорья показал, что на Кавказиони преобладают транспалеарктические виды (35%) при довольно большом участии средиземноморских элементов (26%). Фауна полужесткокрылых Южно-Грузинского нагорья носит хорошо выраженный средиземноморский характер (38%), хотя транспалеарктические виды также хорошо представлены (30%). Заметно преобладают европейско-сибирские виды на Кавказиони (9%), что вполне совпадает со взглядами Семенова-Тян-Шанского [1], который выделяет Кавказский хребет в качестве самостоятельной провинции Европейско-Сибирской зоогеографической подобласти. Почти одинаково представлены: виды, встречающиеся в нескольких зоогеографических областях (на Кавказиони — 3%; на Южно-Грузинском нагорье — 4%), голарктические виды (на Кавказиони — 12%, на Южно-Грузинском нагорье — 11%) и европейские виды (на Кавказиони — 6%, на Южно-Грузинском нагорье — 5%). Только на Южно-Грузинском нагорье встречаются туранские виды, здесь же выявляется некоторое преобладание ирано-кавказских видов — 2% (на Кавказиони — 1%). Интересно отметить преобладание эндемиков на Кавказиони 8% (Южно-Грузинское нагорье — 4%), что может быть связано с локализацией большинства эндемиков в высокогорной зоне.

Кавказ расположен на стыке нескольких зоогеографических провинций [1]. Такое положение Кавказа и наличие разнообразнейших физико-географических условий сделало возможным существование здесь целого ряда видов из различных зоогеографических областей и провинций. Виды различных зоогеографических групп в своем распространении по горам Грузии тяготеют к определенным вертикально-растительным зонам. Палеарктические, голарктические и виды, встречающиеся в нескольких зоогеографических областях, в горах Грузии распространены повсеместно, начиная от предгорных лесов до субальпийских и альпийских лугов. При этом голарктические виды, как виды умеренного климата Евразии и Северной Америки, в Грузии оказывают предпочтение горным лесам. 60% всех европейско-сибирских видов населяют в основном горные леса, причем явно тяготеют к горным хвойным лесам. Европейские виды также встречаются главным образом в горных лесах (64%), но часть их, преимущественно бореальные виды, живет у верхней границы леса и в субальпийском криволесье. И средиземноморские виды горных систем Грузии связаны в основном с лесами (71%), явно преобладая в предгорных лиственных лесах. 67% ирано-кавказских видов связано с горными лиственными лесами. Туранские виды, представленные в гемиптерофауне горных областей Грузии лишь пятью видами (1% общего числа видов) встречаются преимущественно на склонах южной экспозиции на различных ксерофильных растениях. Эндемики — это преимущественно обитатели субальпийских и альпийских лугов, а затем уже горных лесов.

Таким образом, фауна полужесткокрылых горных систем Грузии имеет четко выраженный средиземноморский характер и складывается из двух основных групп — средиземноморских и транспалеарктических видов.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт зоологии

(Поступило 3.3.1972)

ენტომოლოგია

ი. ზაიტსევა

ახალი მონაცემები საქართველოს მთიანეთის ნახევრალხეივან-  
ფრთიანების (*HEMIPTERA*) ზომობეობრაფიისათვის

რეზიუმე

კავკასიონისა და სამხრეთ საქართველოს მთიანეთის ნახევრალხეივანეთის ფაუნის ზოოგეოგრაფიული ანალიზის შედეგად გამოიკვია, რომ ის შედგება პირველ რიგში ხნელთაშუაზღვისეული სახეობებისაგან, რომელთა რიცხვი სახეობრივი შედგენილობის 34%-ს შეადგენს; მეორე ძირითადი ჯგუფი წარმოდგენილია ტრანსპალეარქტიკული სახეობებით (27%), გოლარქტიკული სახეობები შეადგენენ 11%-ს, ხოლო ევროპული და ევროპულ-კიზილ-წყლის სახეობები წარმოდგენილია თითქმის თანაბარი რაოდენობით (შესაბამისად, 7 და 8%). რამდენიმე ზოოგეოგრაფიულ ოლქში გავრცელებული სახეობების ჯგუფი მცირეა (3%). თურანული და ირანულ-კავკასიური სახეობები საქართველოს მთიანეთის ჰემიფტეროფაუნაში სუსტადაა წარმოდგენილი (მთელ სახეობათა თითო პროცენტი). კავკასიური ენდემები სახეობრივი მთელი შედგენილობის 8%-ს შეადგენენ.

ENTOMOLOGY

I. F. ZAITSEVA

NEW DATA ON THE ZOOGEOGRAPHY OF HEMIPTERANS  
(*HEMIPTERA*) OF MOUNTAINOUS SYSTEMS OF GEORGIA

Summary

The hemipterans fauna (*Hemiptera*) of the mountainous system of Georgia has pronounced Mediterranean characteristics, comprising two principal groups of species: Mediterranean and Transpaleartic.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. Семенов-Тянь-Шанский. Пределы и зоогеографические подразделения Палеарктической области. М.—Л., 1936.



Ц. А. ЧХУБИАНИШВИЛИ, Т. Р. МДЗИНАРАШВИЛИ

ВИРУСНАЯ БОЛЕЗНЬ ЯБЛОННОЙ ПЛОДОЖОРКИ  
*CARPOCAPSA POMONELLA* L. В КАРТЛИ

(Представлено академиком Л. А. Канчавели 16.3.1972)

Яблонная плодовая жорка *Carpocapsa pomonella* L. (Lepidoptera, Tortricidae) — опасный вредитель плодоводства Грузии. Целью нашей работы являлось обнаружение у гусениц вирусного заболевания, являющегося важным фактором в подавлении численности насекомых. В связи с этим на опытном участке Скрыйской опытной станции плодоводства (Грузинский НИИ садоводства, виноградарства и виноделия) нами были выделены модельные деревья, которые в течение 3 лет химической обработке не подвергались. На них накладывались ловчие пояса для сбора гусениц. В период наблюдений (1970—1971 гг.) на одном дереве насчитывалось от 20 до 50 как здоровых, так и больных гусениц. Больные и погибшие особи подвергались микроскопическому анализу в лаборатории экологии Грузинского НИИ защиты растений по методу, принятому в патологической технике [1, 2]. Кроме других естественных врагов (энтомофаги, грибы), на гусеницах было выявлено вирусное заболевание.

По характеру течения болезни, внешним признакам и образованию в поражаемых клетках включений вирусное заболевание яблонной плодовой жорки рассматривалось как типичный гранулез [3—7].

Гранулез — высоковирулентное заболевание вредных видов насекомых, часто являющееся причиной их массовой гибели. Проведенные учеты смертности гусениц от гранулеза в очагах плодового сада Скра в 1970—1971 гг. показали, что вирус поражает здесь от 2,6 до 10% гусениц яблонной плодовой жорки. Следовательно, наряду с другими биотическими факторами, вирусу принадлежит определенная роль в снижении численности вредителя в естественных условиях. Следует отметить также, что в процентном отношении перезимовавшие особи поражаются вирусом больше, чем гусеницы весеннего поколения.

Поскольку гранулез яблонной плодовой жорки в условиях Грузии нами отмечается впервые, приводим диагностику этого заболевания для распознавания больных гранулезом гусениц.

Больные гусеницы грязно-белого цвета, содержимое их молочного цвета гомогенной консистенции, переполнено гранулами или капсулами, в которых заключены палочки вируса. При рассмотрении в световом микроскопе мазка, приготовленного из свежепогибшей от гранулеза гусеницы, обнаруживаются трудноразличимые группы инфекционных тел серого цвета.

Исследованиями с помощью темного поля микроскопа выявлено наличие светлых преломляющих свет группы гранул на общем черном фоне поля зрения. При фазово-контрастной микроскопии группы гранул темные. Эти группы, высвободившиеся из раздавленных клеток, диаметром до 20  $\mu$  содержат многочисленные капсулы.



В организме больных гранулезом гусениц могут встречаться гранулоподобные инфекционные включения. Для установления природы гранул применяется окрашивание карбо-фуксином Циля, предложенное О. И. Швецовой [1], которое дает более ясную картину заболевания. Мельчайшие гранулы и заключенные в них палочки вируса яблонной плодовой гнили лучше всего выявляются в электронном микроскопе. Нами в электронном микроскопе Tesla BS 242E проведено исследование путем нанесения на сетку очищенной суспензии, приготовленной из гусениц, погибших от гранулеза (рис. 1). Согласно литературным данным, средние размеры 11 таких включений составляют  $393,9 \times 207,7$  нм, а 10 вирусных палочек —  $313,5 \times 50,7$  нм [5]. При электронной микроскопии гранулы можно контрастировать 1—2% раствором уранил-ацетата.

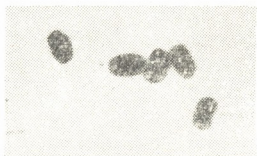


Рис. 1. Электронная микрофотография гранул яблонной плодовой гнили ( $\times 9000$ )

Проведенные исследования вируса гранулеза яблонной плодовой гнили подтвердили его принадлежность к роду *Bergoldiavirus* и сходство с другими вирусами гранулеза [8]. Дальнейшие наши исследования будут направлены на изучение возможности применения вируса гранулеза в микробиологической борьбе с яблонной плодовой гнилью в условиях Грузии.

Грузинский институт защиты растений

(Поступило 17.3.1972)

ინფორმაცია

ც. ჩხუბანიშვილი, თ. მდინარაშვილი

ვაშლის ნაყოფჰამიას *CARPOCAPSA POMONELLA* L.  
 ვირუსული დაავადება ქართლში

რეზიუმე

საქართველოს მეზღობის, მევენახეობისა და მეღვინეობის სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტის მეზღეობის სკრის საცდელი სადგურის ბაღში, ვაშლის ნარგავებზე გამოვლინებულია ვაშლის ნაყოფჰამიას ვირუსული დაავადება, როგორც მავნებლის რიცხოზობის ცვალებადობის ბუნებრივი ფაქტორი.

დადგენილია, რომ მატლის დაზიანებულ ქსოვილებში ვითარდება ინფექციური სხეულაკები — ოვალური ფორმის გრანულები ანუ კაპსულები. დაავადების დიაგნოსტიკა დადგენილია მიკროსკოპული და ელექტრონომიკროსკოპული გამოკვლევებით საქართველოს მცენარეთა დაცვის სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტის ეკოლოგიის ლაბორატორიაში. ინფექციის გამომწვევი ვირუსი მიეკუთვნება გვარს *Bergoldiavirus*.

Ts. A. CHKHUBIANISHVILI, T. R. MDZINARASHVILI

A VIRUS DISEASE OF CODLING MOTH, *CARPOCAPSA*  
*POMONELLA* L. IN KARTLI

## Summary

A virus disease of the codling moth, as a natural factor controlling the pest, has been found on apple-trees on the experimental plot of the Skra experimental Station of Fruit Gardening of the Georgian Research Institute of Horticulture, Viniculture and Wine Production. Infective granular bodies developed in the tissues of infected larvae. The granular virus disease of the codling moth has been determined by microscopic and electron microscopic studies at the Laboratory of Ecology of the Georgian Research Institute of Plant Protection. The virus belongs to the genus *Bergoldiavirus*.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. А. Евлахова, О. И. Швецова. Методы распознавания болезней насекомых. М., 1964.
2. J. Weiser, J. D. Briggs. Microbial Control of Insects and Mites. Academic Press, London, 1970.
3. В. П. Лукьянчиков, Е. Р. Кизилова. Садоводство, 3, 1970, 14.
4. E. A. Falkon *et al.* J. Econ. Ent., 61, 1968, 1208—1213.
5. Y. Tanada. J. Insect Pathol., 6, 1964, 379—380.
6. Y. Tanada *et al.* J. Invert. Pathol., 10, 1968, 39—47.
7. G. R. Stairs *et al.* Virology, 30, 1966, 583—584.
8. A. Huger. Insect Pathology. Academic Press, New York, 1963.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МОРФОЛОГИЯ

Т. П. ЧАНТУРИШВИЛИ

МИКРОСКОПИЧЕСКАЯ КАРТИНА КЛЕТОК ПАНЕТА  
В ТЕРМИНАЛЬНОМ ПЕРИОДЕ ГОЛОДАНИЯ У БЕЛЫХ МЫШЕЙ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Н. А. Джавахишвили 10.2.1972)

Показано, что в терминальном периоде полного голодания в эпителии слизистой тонкой кишки у лабораторных мышей количество бокаловидных клеток значительно увеличивается [1].

У тех же животных нами были изучены железистые клетки Панета. Функция этих клеток, расположенных в фундальной области либеркюновых крипт, окончательно не установлена. Считается весьма вероятным, что они выделяют определенный пищеварительный секрет. Согласно Биццоццо, клетки Панета представляют собой промежуточную фазу формирования бокаловидных клеток [2]. Однако этот взгляд встречает немало возражений.

Нами было исследовано пять контрольных, находящихся в оптимальных условиях питания, 90-дневных белых мышей. Одновременно исследовалось такое же количество животных, испытывавших голодание в течение 70 часов.

Сразу же после декапитации у подопытных и контрольных мышей вырезались фрагменты тонких кишок и помещались в раствор Карнуа. Готовились обыкновенные серийные парафиновые срезы. Материал красился гематоксилином и по Маллори.

Изучение микроскопической картины тонких кишок подопытных и контрольных животных показало, что количество клеток Панета в фундальных частях либеркюновых крипт у подопытных животных намного больше, чем у контрольных. У подопытных на 100 обкладочных клеток в криптах приходится в среднем 10 панетовских клеток, у интактных — две.

Исходя из этих данных можно считать, что предположение Биццоццо о наличии генетической связи панетовских клеток с бокаловидными не лишено основания.

Проведенные исследования подтвердили известное положение, что крупнозернистые секреторные гранулы клеток Панета могут характеризоваться как эозинофильней, так и базофильней, находясь в протоплазме одной и той же клетки. В этом отношении клетки Панета не отличаются от ацинозных клеток слюнных желез и поджелудочной железы, где окраска зимогенных гранул внутри одной клетки бывает различной.

Для выявления гранул клеток Панета пользуются материалом, взятым у животных натощак. В нашем случае они хорошо выявлялись как у голодающих, так и у интактных животных.

Наличие зимогенных гранул у опытных мышей свидетельствует о том, что, в отличие от других белков (скажем, скелетных мышц), экстрагируемых из тканей при голодании, эти белки сохраняются.

Представляет интерес различная окрашиваемость зимогенных гранул у опытных и интактных мышей, что, очевидно, говорит о сходном состоянии зимогенных ферментов в клетках Панета у этих животных.

Отмечаются некоторые морфологические различия. У интактных мышей клетки Панета содержат зимогенные гранулы, которые располагаются в апикальной зоне цитоплазмы, у подопытных они уплотнены и в связи с этим зимогенные гранулы собраны вблизи ядра.

Ядра клеток Панета у интактных мышей сферические, расположены ближе к тембგაჲა გოგია. У голодающих мышей сохраняется такое же расположение ядер, но характеризуются они некоторой угловатостью.

На рис. 1 представлен продольный разрез крипт тонкой кишки контрольной мыши. В фундаментальных областях желез стрелками отмечены группы клеток Панета.



Рис. 1



Рис. 2

На рис. 2 изображен продольный разрез крипт тонкой кишки голодающей мыши. В фундаментальных областях желез стрелками обозначены группы клеток Панета. Видно, что у голодающих мышей вся проксимальная область крипт занята зернистостью клеток Панета.

Тбилисский государственный медицинский институт

(Поступило 11.2.1972)

მეცნიერებათა აკადემიის მდივანობა

თ. ჰანტურიშვილი

თეთრი თაგვების პანეთის უჯრედების მიკროსკოპული სურათი  
 უმედილის ტერმინალურ პერიოდში

რეზიუმე

შეისწავლბოდა თეთრი თაგვების წვრილი ნაწლავის ლორწოვანი გარსი ცხოველთა მწვავე შიმშილის პერიოდში. გამოკვლეულია 5 საცდელი და 5 საკონტროლო ცხოველი. შედარებითა ანალიზმა გვიჩვენა, რომ საცდელი ცხოველების შემთხვევაში პანეთის უჯრედების ბირთვები წახნაგოვან ფორმას ღებულობს. გარდა ამისა, დადასტურდა ის ფაქტი, რომ პანეთის უჯრედის ციტოპლაზმაში შეიძლება ერთდროულად არსებობდეს როგორც ეოზინოფილური, ისე ბაზოფილური გრანულები.

ადრე ჩვენ მიერ აღნიშნული იყო, რომ შიმშილის ტერმინალურ პერიოდში ფილისებრი უჯრედების რაოდენობა საცდელი ცხოველების წვრილი ნაწლავების ლორწოვანაში მნიშვნელოვნად მატულობს. ჩვენ მიერ ჩატარებულ ექსპერიმენტში ასეთივე სურათს წარმოვიდგენს პანეთის უჯრედები. თუ საკონტროლო ცხოველების კრიპტებში ყოველ 100 ყაეთხოვან ეპითელიურ უჯრედზე მოდის საშუალოდ 2 პანეთის უჯრედი, საცდელი ცხოველების შემთხვევაში 100 ყაეთხოვან უჯრედზე მოდის 10 პანეთის უჯრედი. აღნიშნულის საფუძველზე შეიძლება დავასკვნათ, რომ პანეთისა და ფილისებრ უჯრედებს შორის ნამდვილად არსებობს გენეტიკური კავშირი, რომ პანეთის უჯრედები ფილისებრი უჯრედების განვითარების ერთ-ერთ უშამღებარე სტადიას წარმოადგენს.

EXPERIMENTAL MORPHOLOGY

T. P. CHANTURISHVILI

THE MICROSCOPIC PICTURE OF PANETH CELLS IN WHITE MICE IN THE TERMINAL PERIOD OF STARVATION

Summary

The microscopic picture of the mucous membrane of the small intestine has been studied in white laboratory mice during the terminal period of starvation. Five experimental and five intact animals were involved. A comparative analysis has shown that in experimental animals nuclei of Paneth cells change their shape, becoming more irregular. In addition, the present experiment has demonstrated that the cytoplasm of Paneth cells may simultaneously contain both eosinophil and basophil granules. The number of Paneth cells has also been found to be higher in Lieberkuhn's crypts of experimental mice, there being, on the average, 10 Paneth cells per 100 epithelial, whereas intact mice accounted for 2 Paneth cells per 100 epithelial, on the average. As is known, Bizzozzero considered Paneth cells to be an intermedial stage in the development of goblet cells. The present experiment would seem to corroborate this theory.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Т. П. Чантуришвили. Сообщения АН ГССР, 55, № 2, 1969.
2. G. Bizzozzero, D. Otolenghi. *Ergebn. d'Anat., u. Entwickl.*, 9, 1899.



ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МОРФОЛОГИЯ

Н. Г. ЭРАДЗЕ

МОРФОЛОГИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ РЕВАСКУЛЯРИЗАЦИИ  
ИШЕМИЗИРОВАННОЙ СЕРДЕЧНОЙ МЫШЦЫ ПУТЕМ  
ПНЕВМОКАРДИОПЕКСИИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Н. А. Джавахишвили 23.3.1972)

Несмотря на успехи по пересадке сердца пока целесообразнее производить операции по реваскуляризации мышцы сердца.

Из множества методов, предложенных для реваскуляризации миокарда, выполнение операций непосредственно на венечных сосудах в ряде случаев невозможно вследствие значительных изменений в них. Анастомозирование и шунтирование коронарных артерий в подавляющем большинстве случаев малоэффективны. Поэтому не утратили своего значения различные виды реваскуляризации миокарда путем органопексий.

Исходя из вышензложенного в эксперименте на собаках для реваскуляризации ишемизированного сердца мы испытали операцию пневмокардиопексии, несколько видоизменив основные моменты операции Лециуса [1], а именно, вместо смазывания поверхностей сердца и легкого 25—45% раствором трипфлавина произвели скарификацию ишемизированного участка миокарда, деплевризацию пришиваемого участка легкого, частые покалывания толщи миокарда и, наконец, оставляли сердце в открытом ложе перикарда для предотвращения слипчивого перикардита, который сопутствует операции Лециуса.

Одним из критериев определения эффективности произведенной операции было микроморфологическое исследование. В заранее установленные сроки (15 дней, 1, 3 и 6 месяцев) оперированным животным (30 собак) ретроградно, через грудную аорту вводилась тушь-желатиновая смесь по М. Э. Ком а х и д з е [2], а затем животные забивались и извлекался сердечно-легочный комплекс.

Для микроморфологического исследования брались продольные и поперечные срезы сердечно-легочного сращения в области инфаркта. Эти кусочки фиксировались в 10% растворе формалина, через 7—10 дней проводились через спирты восходящей концентрации и заключались в блоки. Делались срезы, тонкие срезы окрашивались гематоксилин-эозином и пикрофуксинном, а толстые прорезывались в ксилоле для изучения структуры капиллярной сети.

Таким способом было исследовано 60 сердец: в 40 случаях была произведена предложенная нами операция, в 10 — операция Лециуса и в 10 — пересечение передней межжелудочковой ветви левой венечной артерии без пневмокардиопексии.

Как показали микроморфологические исследования, через 15 дней после пневмокардиопексии в нашей модификации (10 животных) воспалительные явления в миокарде хорошо выражены. Видны очаги миомаляции, замещающие фиброзной тканью и соединительнотканными клетками. Местами грануляционная ткань проросла миокард и слилась с зарубцевавшимся инфарктом. В инфарцированном участке между волокнами соединительной ткани имеется большое количество уцелевших мышечных волокон. Грануляционная ткань между легким и сердцем богата сосудами, которые сообщаются с субэпикардальными сосудами, и поэтому есть основание предположить, что они в некото-

рой степени принимают участие в кровоснабжении миокарда. В очагах инфаркта структура капиллярной сети нарушена. В очагах миомаляции и в неповрежденном миокарде имеются расширенные синусоиды и толстостенные сосуды типа замыкающих артерий. Но, несмотря на то что ткань легкого, грануляционная ткань и миокард плотно прилегают друг к другу, в опытах двухнедельной давности установить непосредственное общение между сосудами пришитого легкого и миокарда не удается.

Через 1 месяц после операции (10 животных) в миокарде в области выключенной артерии обозначаются волокна соединительной ткани. В области прирастания легкого структура миокарда сохранена, отмечается перестройка стенок сосудов, которые утолщаются, давая начало развитию типичных замыкающих артерий. Особенно наглядно развитие замыкающих артерий в очагах инфарктирования. Замыкающие артерии можно видеть и в неповрежденной части миокарда. В сердечной мышце имеется большое количество расширенных синусоидов, особенно много их на месте пневмокардиопексии. Синусоиды, дренируя поверхностный слой миокарда, выносят венозную кровь в разросшийся рубец. На месте контакта пришитого легкого с сердцем видны мельчайшие сосуды, прорастающие из легкого в эпикардиальный рубец и уже через рубец сообщающиеся с миокардом (см. рис. 1).



Рис. 1. Общность сосудов миокарда и легочных сосудов через 1 месяц после пневмокардиопексии в нашей модификации

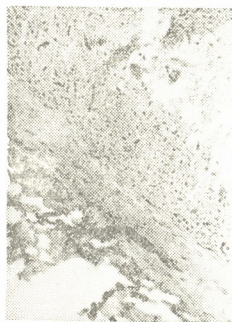


Рис. 2. Неразграниченность сосудистой сети легкого, рубца и миокарда через 3 месяца после пневмокардиопексии

Через 3 месяца после операции (10 животных) рубец, развившийся между пришитым легким и сердечной мышцей, непосредственно связан с тканью как одного, так и другого органа и местами в большом количестве содержит замыкающие артерии. Рубец, развившийся после перевязки ветви венечной артерии благодаря пульмонопексии не столь грубый. Инфарктированный участок миокарда содержит отдельные уцелевшие мышечные волокна. Сосуды рубца, развившегося на месте инфаркта, широко сообщаются с сосудами пришитого легкого. Очаги зарубцевавшегося инфаркта пронизаны толстостенными артериями. В миокарде, граничащем с этими рубцами, встречаются артерии замыкающего типа. Отмечается расширение синусоидов, в некоторых местах



пришитое легкое, рубец и миокард непосредственно переходят одна в другую, не разграничена и их сосудистая сеть (см. рис. 2).

Через 6 месяцев после операции (10 животных) местами миокард под пришитым легким даже восстановил свою обычную структуру, т. е. не видны инфарктированные очаги или рубцы, развившиеся на месте перенесенного инфаркта, но стенки сосудов миокарда несколько утолщены. Рубец между сердцем и легким к этому сроку наблюдений становится более нежным и менее обширным. В рубце, развившемся между легким и миокардом, много сосудов. В некоторых опытах легкое так плотно прилегает к миокарду, что даже не проглядывается соединительная ткань, развивающаяся между ними. На этом сроке эксперимента число замыкающих артерий значительно больше. Сосуды в поверхностных слоях миокарда расширены и не отграничены от сосудов эпикардального рубца (см. рис. 3).



Рис. 3. Олдность сосудов миокарда и эпикардального рубца через 6 месяцев после операции

Микроморфологическая картина пневмокардиопексии по Лещиусу (10 животных) характеризуется развитием обширного рубца между легким и миокардом, который хорошо васкуляризован. Миокард испещрен соединительной тканью, которая заместила инфарктированные мышечные волокна. Местами сердечная мышца очень пострадала. В зарубцевавшихся очагах видны артерии замыкающего типа. Богата толстостенными артериями и рубцевая ткань, развившаяся на месте пришитого легкого. Следует также отметить наличие расширенных синусоидов, которые немногочисленны.

Для серии контрольных опытов с пересечением передней межжелудочковой ветви без пневмокардиопексии (10 животных) характерна повышенная ломкость сосудов, о которой судим по экстравазации. В этой серии, в отличие от предыдущих пневмокардиопексий, не наблюдаются перестройка стенок сосудов и формирование артерий замыкающего типа. Рубцовые перерождения распространяются на большую площадь. Миокард страдает сильно, участки некротизированного миокарда замещены соединительной тканью на большом протяжении и не видно уцелевших мышечных волокон. Соответственно перестраивается и капиллярная сеть.

Из вышесказанного можно заключить, что предложенная нами модификация пневмокардиопексии способствует более интимному сращению легкого с миокардом, рубец между ними в поздние сроки наблюдения (6 месяцев) более нежный и менее обширный, в некоторых случаях соединительная ткань между ними даже не видна, а сосудистая сеть легкого, рубца и миокарда не разграничена.

Благоприятное влияние пневмомиокардиопексии на течение экспериментального инфаркта миокарда подтверждается меньшим объемом инфарктированного участка его неоднородностью, т. е. частичной со-



хранностью отдельных мышечных волокон в бассейне выключенной артерии и выявлением защитных механизмов микроциркуляторного русла — синусоидов и артерий замыкающего типа.

Институт клинической и  
 экспериментальной кардиологии  
 им. В. Д. Цинамдзгвришвили  
 МЗ ГССР

(Поступило 24.4.1972)

მაჰსარიმინტული მორფოლოგია

ნ. ერაძე

პნევმოკარდიოპექსიის გზით რევასკულარიზებული იშემიზებული  
 გულის კუნთის მორფოლოგიური გამოკვლევა

### რეზიუმე

იშემიზებული გულის კუნთის სისხლმიმოქცევის გასაუმჯობესებლად ექსპერიმენტში გამოყენებულ იქნა პნევმოკარდიოპექსიის მეთოდი — ლიციუსისა და ჩვენ მიერ მოდიფიცირებული.

გულის რევასკულარიზაციის შედეგები შესწავლილია 50 ძაღლის მასალაზე, 10 ძაღლზე ჩატარდა საკონტროლო ცდები — გულის ინფარქტი ორგანოპექსიის გარეშე.

გამოკვლევების საფუძველზე დადგენილია, რომ პნევმოკარდიოპექსიის გარეშე გულის იშემიზირებული უბანი განიცდის მკვეთრ ცვლილებებს, ე. ი. ღრმა ნეკროზს. შემდგომი დანაწიბურებითა და კაპილარული ქსელის სათანადო გარდაქმნით, ამასთან ერთად ნაკლებად იჩენენ თავს სისხლის მიმოქცევის აღმდგენი მექანიზმები.

პნევმოპექსიის შემდეგ, განსაკუთრებით კი ჩვენი მოდიფიკაციის გამოყენებისას, აღინიშნება იშემიური გულის კუნთის რევასკულარიზაცია ფილტვის ქსოვილიდან მიოკარდიუმში ახალი სისხლძარღვების ჩაზრდის გზით და დამცველი მექანიზმების თვალნათლივი მობილიზაცია.

### EXPERIMENTAL MORPHOLOGY

M. G. ERADZE

## MORPHOLOGICAL STUDIES OF REVASCULARIZATION IN ISCHEMIC CARDIAC MUSCLE BY MEANS OF PNEUMOCARDIOPEXY

### Summary

Pneumocardioplexy in the author's modification was employed to improve coronary circulation in experimental myocardial ischemia. Revascularization of the heart was carried out in 50 dogs. 10 dogs with experimental myocardial infarction without pneumocardioplexy served as a control group. Morphological studies have revealed marked alterations in the ischemic portion and development of an extended crude cicatrix. Collateral circulation was developed insignificantly. After pneumocardioplexy, especially in the author's modification, a revascularization of the ischemic portion is noted, brought about by the growing in of new vessels from the lung tissue. Activation of the defence mechanisms is also observable.

### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. A. Lezius. Die anatomischen und funktionellen Grundlagen der künstlichen Blutversorgung des Herzmuskels durch die Lunge bei Coronararterienverschluss. In: Arch. Klin. Chir., 1938.
4. Н. А. Джавахишвили, М. Э. Комахидзе. Сосуды сердца, М., 1967.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

Е. И. ДОЛИДЗЕ, Н. В. ГОРГАДЗЕ, Ц. Д. СУЛАДЗЕ

О РОЛИ ЛИМФОЦИТОВ В ОБМЕНЕ НУКЛЕИНОВЫХ КИСЛОТ  
 У ГОЛОДНЫХ И НАКОРМЛЕННЫХ СОБАК

(Представлено академиком И. Я. Татишвили 9.2.1972)

Как известно [1], через 1—3 часа после алиментарного воздействия у собак в обычных (физиологических) условиях развивается резко выраженная лимфопения с уменьшением количества лимфоцитов в крови на 30—50% (соответственно на 800—1200 лимфоцитов в 1 мм<sup>3</sup> крови:  $t=4,1$ ;  $p<0,001$ ;  $n=22$ ). Одновременно увеличивается содержание нуклеиновых кислот (ДНК, РНК) в лейкоцитах периферической крови сытых животных, по сравнению с голодными.

Учитывая, что процессы всасывания и ассимиляции нуклеиновых кислот, в особенности принятых алиментарным путем, недостаточно выяснены, исходя из литературных данных относительно роли лимфоцитов в обмене нуклеиновых кислот [2, 3], мы поставили целью выяснить роль лимфоцитов в механизме ассимиляции нуклеиновых кислот у голодных и накормленных животных.

Опыты проводились на восьми собаках-самцах весом 12—20 кг (пяти опытных и трех контрольных). Все собаки предварительно в течение 10—14 дней находились на одинаковой общевивариальной диете и получали пищу, содержащую натуральные продукты, с расчетом 50 калорий на 1 кг веса. Пища давалась животным однократно в течение всего опытного периода. У всех собак исследовалась кровь утром натощак, а затем через 1—3 часа (холостные опыты). Через несколько дней подопытным собакам вслед за утренним исследованием крови (натощак) давался экспериментальный пищевой рацион (состав которого подробно излагается в [4]) и через 1—3 часа после приема пищи вновь исследовалась кровь. Кровь для исследования бралась из вены голени. Количество лейкоцитов, а также цитоморфологический состав крови изучались общепринятыми методами (в камере Горяева и с окраской

Таблица 1

Показатели содержания ДНК в лимфоцитах крови у голодных и накормленных собак

Состояние животных	n	M	Среднее значение разностей ( $M \pm m$ )	t	P<
Натощак	10	1,99	—	—	—
Через 1 час после приема пищи	10	2,23	+0,30±0,039	7,7	0,001
Через 3 часа после приема пищи	10	2,25	+0,32±0,060	5,3	0,001

мазков крови по методу Романовского—Гимза). Содержание ДНК в лимфоцитах определялось гистохимическим методом Фельгена с оценкой показателей по принятой четырехбалльной системе. Материал обрабатывался статистически с применением разностного вариационного метода [5].



В результате опытов выяснилось, что, несмотря на уменьшение процентного и количественного состава лимфоцитов в крови, цитохимические показатели содержания ДНК в лимфоцитах у накормленных животных, по сравнению с голодными, увеличиваются статистически достоверно (см. табл. 1).

Учитывая перераспределительный характер изменений, регистрируемых в составе лимфоцитов после алиментарного воздействия, мы сочли нужным установить распределение лимфоцитов в крови по насыщенности их нуклеиновыми кислотами натошак и после алиментарного воздействия (см. табл. 2).

Таблица 2

Показатели распределения лимфоцитов в крови по степени насыщенности ДНК у голодных и накормленных собак ( $M \pm m$ )

Состояние животных	Кол-во анализов	Резкоположительные (+++)	Положительные (++)	Слабоположительные (+)	Отрицательные (-)
Показатели распределения лимфоцитов в %					
Н а т о ш а к	10	38 $\pm$ 2,3	30 $\pm$ 1,3	22 $\pm$ 1,5	10 $\pm$ 0,6
После приема пищи:					
через 1 час	10	42 $\pm$ 2,2 t=1,4 p<0,2	43 $\pm$ 1,2 t=7,3 p<0,001	8 $\pm$ 0,5 t=9 p<0,001	7 $\pm$ 0,2 t=10,9 p<0,01
через 3 часа	10	43 $\pm$ 2,1 t=1,7 p<0,2	44 $\pm$ 1,5 t=7 p=,001	11 $\pm$ 1,1 t=10 p<0,001	2 $\pm$ 0,1 t=13 p<0,001
Показатели распределения лимфоцитов в абсолютных количествах (в 1 мм <sup>3</sup> крови):					
Н а т о ш а к	10	974	770	564	256
После приема пищи:					
через 1 час	10	772	719	134	117
через 3 часа	10	746	764	191	35

Как видно из табл. 2, у животных натошак в крови в наибольшем количестве представлены те лимфоциты, которые резко насыщены ДНК. Все остальные формы лимфоцитов, содержание ДНК в убывающем количестве, на 8—12% отстают от предшествующих форм, что в абсолютных количествах соответствует 200—300 лимфоцитам в 1 мм<sup>3</sup> крови.

Через 1—3 часа после алиментарного воздействия распределение лимфоцитов в крови по степени насыщенного ДНК меняется, по сравнению с теми же данными натошак. В частности, содержание в крови резко- и среднеположительных лимфоцитов почти уравнивается, в то время как количество слабоположительных и не содержащих ДНК форм резко уменьшается. Кроме того, из сопоставления данных о содержании различных форм лимфоцитов через 1 и 3 часа после приема пищи выясняется, что в крови почти прекращается поступление резко насыщенных ДНК лимфоцитов, а также значительно тормозятся процессы взаимопревращения более насыщенных лимфоцитов в менее насыщенные формы. Одновременно с этим максимально усиливается выход из крови не содержащих ДНК лимфоцитов. Процессы исчезновения из

крови лимфоцитов у накормленных животных значительно превалируют над процессами поступления в нее насыщенных ДНК форм, в результате чего и развивается лимфопения. На основании данных табл. 2 можно заключить, что у собак натошак имеет место динамическое равновесие между поступлением в кровь насыщенных ДНК лимфоцитов и выходом из нее обедневших по содержанию ДНК лимфоцитов. Это равновесие соответствует 200—300 лимфоцитам в 1 мм<sup>3</sup> крови.

Результаты проведенных опытов позволяют сделать вывод о том, что лимфоциты играют важную роль в транспортировке ДНК в процессе ассимиляции. По-видимому, обедневшие по содержанию ДНК лимфоциты, покидая кровеносное русло, проникают в пищеварительный тракт, и, обогащаясь там нуклеиновыми кислотами (образующимися в процессе пищеварения), вновь поступают в кровь, проходя через лимфатическую систему.

По данным холостых и контрольных собак было установлено, что без какого-либо воздействия в течение 1—3 часов процент и абсолютное количество лимфоцитов в крови, как и содержание в них нуклеиновых кислот, не претерпевают существенных изменений, по сравнению с исходными данными ( $t < 3$ ,  $p > 0,05$ ).

Таким образом, у голодных животных (натошак) превалируют процессы самообновления резко насыщенных ДНК лимфоцитов в крови и израсходования пластического строительного материала, в то время как у сытых животных отмечается усиление процессов перераспределения лимфоцитов из русла крови и, следовательно, транспортировки и депонирования в лимфоцитах пищевых (экзогенных) нуклеиновых кислот.

Тбилисский институт санитарии

и гигиены

им. Г. М. Натадзе

(Поступило 11.2.1972)

მასპერემენტული მედიცინა

ა. დოლიძე, ნ. გორგაძე, ვ. სულაძე

ლიმფოციტების როლის შესახებ მშვიერი და მამლარი ძაღლების  
 ნუკლეინის მჟავების ცვლაში

რეზიუმე

ექსპერიმენტულ პირობებში (ძაღლებზე) დადგენილია, რომ მშვიერ მდგომარეობაში მათ სისხლში დიდი რაოდენობითაა ისეთი სახის ლიმფოციტები, რომლებიც მდიდარია ნუკლეინის მჟავებით. ამასთან, მშვიერ ცხოველებში (უზომოზე) ლიმფოციტებში გაძლიერებულია ნუკლეინის მჟავების ცვლა. მამლარ ცხოველებში (საკვების მიღებიდან 1—3 საათის განმავლობაში) აღინიშნება ნუკლეინის მჟავებისაგან დაცლილი ლიმფოციტების გაძლიერებული გადასვლა სისხლის შემადგენლობიდან, აგრეთვე მასში ნუკლეინის მჟავებით მდიდარი ლიმფოციტების შევსების პროცესის დამუხრუჭება. ლიმფოციტები აქტიურ მონაწილეობას იღებენ საკვებით მიღებული (ექზოგენური) ნუკლეინის მჟავების ცვლაში.

E. I. DOLIDZE, N. V. GORDADZE, Ts. D. SULADZE

ON THE ROLE OF LYMPHOCYTES IN THE EXCHANGE  
OF NUCLEIC ACIDS IN HUNGRY AND FED DOGS

## Summary

Experiments with hungry dogs have revealed a high content of DNA-rich lymphocytes in the blood and an intensified exchange metabolism of nucleic acids in the composition of lymphocytes. In fed dogs there prevail processes of redistribution of lymphocytes impoverished in nucleic acids, as well as an inhibition of the passage into the blood of lymphocytes rich in nucleic acids.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Ц. Д. Суладзе, Н. В. Горгадзе и др. Тезисы докладов VIII научной конференции молодых научных сотрудников Ин-та санитарии и гигиены имени Г. М. Натадзе МЗ ГССР, Тбилиси, 1971.
2. Ф. З. Меерсон. Пластическое обеспечение функции организма, М., 1967.
3. R. Powles. Nature, 231, № 5, 299, 1971, 161-164.
4. Е. И. Долидзе. Сообщения АН ГССР, 59, № 1, 1970, 217—220.
5. И. И. Ойвин. Патол. физиол. и эксп. терапия, т. 4, № 4, 1960, 76—85.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

М. В. МШВИДОБАДЗЕ

ИММУНОМОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА РЕГЕНЕРАТА ПРИ  
РАЗЛИЧНЫХ ВИДАХ ТЕНОПЛАСТИКИ

(Представлено академиком И. К. Пипиа 3.3.1972)

С целью изыскания биологически полноценного пластического материала для замещения дефектов сухожилий мы изучили иммуноморфологические особенности регенератора в динамике его развития при различных видах тенопластики с применением высокоспецифичного метода флюоресцирующих антител.

В дефекте (4 см) ахиллова сухожилия у 60 кроликов было осуществлено 120 пересадок (20—ауто-, 40—гомо-, 40—гетеро- и 20—алло-пластика). Животных забивали декапитацией в различные сроки после операции от 3 дней до 14 месяцев. Исследовали ахиллово сухожилие целиком. Срезы 6—8 мк готовили на замораживающем микротоме и фиксировали в 95° спирте.

Антиколлагеновую сыворотку получали иммунизацией овцы гомогенатом кроличьего коллагена, метили флюоресцентном изотиоцианата с расчетом 3 мг на каждые 100 мг белка. Для контроля приготавливали таким же способом неиммунные сыворотки и антисыворотки к миозину кролика. Работу вели прямым методом Кунса. Изучаемые срезы инкубировали с мечеными сыворотками в течение 15—20 минут во влажной камере. Некоторые препараты для выяснения взаимоотношений клеток с коллагеновыми волокнами флюорохромировали акридиновым оранжевым. Серийные срезы окрашивали также классическими гистологическими методами.

Изучение собственного материала показало, что через 3 дня после всех видов пластики вокруг трансплантата развивается клеточная реакция, более резко выраженная вокруг гетеротрансплантата. В перерезанных концах сухожилия клетки эндо-, пери- и паратенония, а также тенобласты, расположенные между коллагеновыми волокнами, находятся в митотическом состоянии, о чем свидетельствует интенсивный синтез ДНК, проявляющийся в яркой люминесценции ядер. На данном этапе становления регенерационной бластемы специфическое свечение коллагеновых белков отсутствует. Сухожильные трансплантаты микроскопически сохранены, активно связывают меченые антитела. Наблюдается люминесценция единичных ядер.

Спустя 4—6 дней после ауто- и гомопластики и 6—8 дней после гетеро- и аллопластики тенобласты вступают в фазу активного биосинтеза белков, что проявляется в ярком свечении ДНК и предвещает неофибриллогенез. В действительности через 7—10 дней после ауто- и гомопластики и через 12—15 дней после гетеро- и аллопластики в регенерационной бластеме вокруг трансплантата и, в области его соединения с концами сухожилия появляются единичные, беспорядочно разбросанные тонкие светящиеся нити, связывающие специфические антитела. Коллагеновая природа новообразованных волокон подтверждается отсутствием





специфического свечения при контрольной обработке срезов неиммунными и иммунными антисыворотками к мюозину.

В этот срок в трансплантатах люминесцирующие клетки отсутствуют. Коллагеновые фибриллы набухшие, специфическое свечения коллагеновых белков сохраняется.

Через 20—25 дней доминирует процесс интенсивного фибриллогенеза. Новообразованные коллагеновые волокна проявляют тенденцию к упорядочению и параллельному расположению по длинной оси натяжения. В одни и те же сроки обнаруживается большое число коллагеновых волокон и, следовательно, регенерат отличается большей зрелостью при ауто- и гомопластике. В это время сухожильные трансплантаты гомогенизированы, происходит их деколагенизация. Капрон не изменен.

Через 3—6 месяцев трансплантаты в основном рассасываются, сохранившиеся фрагменты не теряют способности связывать специфические антитела. Капрон начинает разволокняться. Регенерат при всех видах пластики микроскопически приобретает все большее сходство с нормальным сухожилием. Но гистологически идентифицированные коллагеновые волокна регенерата при иммунофлюоресценции не проявляют природы зрелого коллагена. Между светящимися волокнами расположены темные полосы, не связывающие специфические антитела, следовательно, неколлагеновой природы, тогда как для зрелой сухожильной ткани характерна сплошная зона свечения. Новообразованные коллагеновые волокна также проявляют меньшую устойчивость к действию коллагеназы, трипсина и пепсина.

Через год после операции капрон в большинстве случаев рассасывается. Но иногда и через 14 месяцев после пластики вокруг его фрагментов отмечается круглоклеточная инфильтрация с наличием гигантских клеток инородных тел. Регенерат и при ауто- и гомопластике имеет более зрелый вид, чем при гетеро- и аллопластике. Между параллельными коллагеновыми волокнами закономерно располагаются тенобласты с овальными и палочковидными ядрами. Коллагеновые волокна остаются тонкими и при иммунофлюоресценции на фоне основного вещества выделяются неярким свечением. Недоразвитость коллагеновых волокон регенерата особенно резко выражена при гетеро- и капронопластике.

Итак, сравнительная иммуноморфологическая оценка ауто-, гомо-, гетеро- и аллопластики сухожилий показала, что все трансплантаты рассасываются. Констатированный нами факт, что фрагменты трансплантата до полного лизиса сохраняют способность связывать специфические антитела, свидетельствует о высокой устойчивости коллагена и ни в коей мере не доказывает жизнеспособности трансплантата. Субституция дефекта происходит клетками реципиента с концов перерезанного сухожилия. Регенерат представляет собой недодифференцированную сухожильную ткань, которая достигает большого совершенства при ауто- и гомопластике. Гетеротрансплантат вызывает гиперергическую реакцию. Капрон рассасывается медленно, поддерживая клеточную реакцию. Поэтому при гетеро- и аллопластике процесс дифференциации регенерата сильно растянут во времени. Количественная и качественная неполноценность коллагеновых волокон отражается в изменении их специфического свечения.

Судя по данным наших экспериментальных исследований, гетеро- и капронопластика дефектов сухожилий является малоэффективной. Эти материалы могут быть использованы лишь в тех случаях, когда по какой-либо причине отсутствует возможность применения ауто- и гомотрансплантатов сухожилий.



Таким образом, метод флюоресцирующих антител дал нам возможность наблюдать за основными этапами формирования коллагеновых волокон и выявить природу регенерата при ауто-, гомо-, гетеро- и аллопластике сухожилий, что внесло ясность в вопрос выбора пластического материала для замещения дефектов сухожилий.

То, что антиколлагеновая сыворотка является специфическим реагентом для коллагеновых белков, подтверждается отрицательными результатами контрольных обработок срезов гетерологичными и неиммунными сыворотками.

Институт ортопедии и травматологии  
 МЗ ГССР

(Поступило 9.3.1972)

ქვეყნიური მედიცინა

მ. მშვიდობაძე

რეგენერატის იმუნომორფოლოგიური შეფასება სხვადასხვა სახის ტენოპლასტიკის დროს

რეზიუმე

იმუნომორფოლოგიურად მაღალსპეციფიკური ფლუორესცირებული ანტი-სხეულების მეთოდით შესწავლილია რეგენერატის მორფოგენეზი 60 ბაჭის 120 აქილევის მყესზე აუტო-, ჰომო-, ჰეტერო- და კაპრონოპლასტიკის დროს 3 დღიდან 14 თვემდე ვადებში.

დადგენილია, რომ დეფექტის სუბსტიტუცია ხორციელდება რეციპიენტის ტენოპლასტიკით. რეგენერატის დიფერენციაციის პროცესი ჰეტერო- და კაპრონოპლასტიკის დროს ძლიერ გაჭიანურებულია დროში, ამიტომ ამ უკანასკნელთა გამოყენება მყესის დეფექტების პლასტიკისათვის არაა რეკომენდებული.

EXPERIMENTAL MEDICINE

M. V. MSHVIDOBADZE

## IMMUNO-MORPHOLOGICAL ASSESSMENT OF THE REGENERATE IN DIFFERENT KINDS OF TENOPLASTY

### Summary

The regenerate morphogenesis of 120 Achilles' tendons of rabbits under conditions of auto-, hetero-, homo- and alloplasty has been studied during periods of from 3 days to 14 months by means of the immunologically highly specific method of fluorescent antibodies.

The defect substitution has been found to take place by means of the recipient tenoplasts. The regenerate represents a tendon tissue, the definitive structure of which reaches higher perfection in auto- and homoplasty. The process of regenerate differentiation by hetero- and capronoplasty is very protracted in time. Therefore the application of the latter for the plastics of tendon defects is not recommended.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

К. Д. ЭРИСТАВИ (академик АН ГССР), Л. К. ШАРАШИДЗЕ,  
Д. И. КАНДЕЛАКИ, Г. Г. ОДИШВИЛИ

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ «ВЖИВЛЕНИЯ»  
АЛЛОТРАНСПЛАНТАТА БРЮШНОЙ АОРТЫ В УСЛОВИЯХ  
ДЛИТЕЛЬНОЙ АНТИКОАГУЛЯНТНОЙ ТЕРАПИИ

Процессы «вживления» аллотрансплантата брюшной аорты на фоне длительной антикоагулянтной терапии в литературе мало освещены, а имеющиеся данные противоречивы [1, 2].

Целью настоящего исследования являлось изучение процессов организации аортального полиэфирного аллотрансплантата как при длительном применении антикоагулянта, так и без него.

Для решения поставленной задачи были проведены опыты в двух сериях на 43 здоровых собаках весом 10—21 кг.

Животные первой серии, которые в то же время служили контрольными, после аллопластики брюшной аорты не получали антикоагулянт, в отличие от собак второй серии, которым с учетом их индивидуальной чувствительности после трансплантации систематически до конца опыта давался пелентан в установленной нами лечебной дозе (2—4 мг на 1 кг веса тела животного). С целью же длительного снижения протромбинового комплекса на уровне 40—50% от исходного вводилась половина вышеназванной первичной дозы через каждые 36—48 часов [3—5].

Техника оперативного вмешательства, характер и сроки обследования животных (определение пульса на бедренных артериях, функциональная нагрузка конечности, коагулограмма, гемограмма, аортограмма, вес тела) во всех опытах были одинаковыми. Операция проводилась под общим эфирно-морфинным наркозом. Доступ к аорте осуществлялся через брюшину. После мобилизации аорта пережималась зажимами типа Гепфнера. Сроки пережатия в условиях нормотермии колебались от 30 до 35 минут. Брюшная аорта резецировалась длиной 4—5 см ниже отхождения почечных артерий и замещалась полиэфирным гофрированным протезом, который вшивался в аорту прямым анастомозом атравматической иглой по методу А. А. Полянцева [6].

После забоя животных в разные сроки (от 1 месяца до 2 лет), макроскопически изучались как анастомоз, так и ткань, окружающая протез, а после удаления протеза вместе с аортой на разрезанном по длиннику препарате определялось состояние внутренней стенки трансплантата в целом (дефекты шва, тромбоз, сужения и т. д.).

После соответствующей обработки микропрепараты окрашивались гематоксилин-эозином, пикрофуксинном по Ван-Гизону, фуксилином на эластические волокна, толудиновой синью на кислые мукополисахариды, производились импрегнация серебром по Футу, ШИК-реакция на нейтральные мукополисахариды и гликоген.

Известно, что «регенерация» замещенной части протеза начинается с момента восстановления кровообращения в аорте, началом которого считается образование пристеночного тромба, первое время рыхло связанного с трансплантатом и легко отделяемого от его стенок. Названный пристеночный тромб задерживает процесс просачивания крови через протез, а гладкая его поверхность выполняет роль первичной интимы [7—9].



В последующем процессы организации пристеночного тромба и формирования наружного фиброзного слоя вокруг протеза (как реакция на инородное тело) происходят почти одновременно.

Спустя месяц после операции синтетический протез как в контрольной, так и в опытной группе уже прорастен волокнистой соединительной тканью с обеих сторон в виде наружной и внутренней капсул (рис. 1).

Наружная соединительнотканная капсула сформирована на всем протяжении протеза, однако толщина ее неодинакова в разных отделах. Наибольшую толщину она имеет в дистальной части (800—900 мк), а наименьшую — в средней части протеза (200—300 мк). Эта капсула состоит из зрелой соединительной ткани, богатой как артериальными, так и венозными и лимфатическими сосудами. В участках наружной капсулы, непосредственно прилегающих к протезу, отмечаются в большом количестве макрофаги, лимфоидные клетки и нейтрофилы; здесь встречаются также гигантские многоядерные клетки инородного тела.

Внутренняя капсула этого протеза полностью организована только на участках, близких к дистальному и проксимальному анастомозу. На этих участках она представлена соединительной тканью, состоящей из коллагеновых пучков, имеющих умеренно выраженную ШИК-положительную реакцию. Клетки в основном относятся к фибробластическому ряду. Внутренняя поверхность капсулы в этих участках выстлана слегка вытянутыми клетками, которые относятся к эндотелию, растущему с внутренней поверхности аорты (рис. 2).



Рис. 1. Образование наружной и внутренней соединительнотканной капсулы (окраска гематоксилин-эозином,  $\times 60$ )



Рис. 2. Эндотелий, растущий с внутренней поверхности аорты (окраска гематоксилин-эозином,  $\times 400$ )

Зрелость внутренней капсулы постепенно уменьшается от наружных слоев к внутренним: если глубокие наружные слои состоят из фуксинофильных по Ван-Гизону коллагеновых пучков, которые при серебрении окрашиваются в коричневый цвет, то во внутренних слоях соединительная ткань более незрелая, представлена аргирофильными при серебрении тонкими преколлагеновыми волокнами. В этих незрелых участках отмечается большое количество фибробластических элементов, а также крупных микрофагальных клеток, в цитоплазме которых при ШИК-реакции выявляются мукопротеиновые зерна. Щели анастомозов полностью организованы. В основном веществе отмечается метакромазия при окраске толуидиновой синью, что свидетельствует о накоплении кислых мукополисахаридов.

В последующие месяцы организация внутренней капсулы прогрессирует. Начиная со 2—3-го месяца появляются тонкие эластические волокна. В этом слое гистохимически выявляются кислые мукополисахара-

риды, при серебрении в нем видны ретикулярные волокна. Глубокий слой внутренней капсулы имеет фиброзный характер и состоит из коллагеновых пучков. При изучении вышеназванных процессов в динамике оказалось, что уже с 6—8-го месяца после трансплантации наружная капсула представлена в виде плотной фиброзной соединительной ткани, прорастающей протез. Эндотелизация внутренней поверхности протеза к 6—8-му месяцу трансплантации закончена (рис. 3). С 8-го месяца наблюдений внутренняя капсула истончается и в ней развиваются дистрофические процессы, что может сопровождаться вторичным отложением фибрина. Степень наблюдаемых изменений зависит от индивидуальных особенностей животных. В более поздние сроки (10—12 месяцев) отмечаются выраженные в разной степени дистрофические изменения. Гистохимически в этих участках обнаруживаются реакция на кислые и нейтральные мукополисахариды и усиление аргирофилии волокон при серебрении. Через полтора и два года внутренняя капсула также носит соединительнотканый характер, поверхность ее эндотелизирована, что, надо полагать, в определенной степени препятствует тромбообразованию.



Рис. 3. Образование грубой внутренней и наружной капсулы (контрольный опыт) (окраска гематоксилин-эозином,  $\times 60$ )

Рис. 4. Образование нежной интимы аллотрансплантата при длительной антикоагулянтной терапии (окраска гематоксилин-эозином,  $\times 100$ )



Таким образом, изученные в динамике макро-микроморфологические изменения аллотрансплантата брюшной аорты как на фоне длительной (до 2 лет) антикоагулянтной терапии, так и без нее показывают, что в послеоперационном периоде основные процессы «оживления» аллотрансплантата протекают почти аналогично.

Однако среди животных, длительное время получавших антикоагулянт палентан с колебанием протромбинового комплекса на уровне 40—50%, выявлены некоторые особенности в развитии вышеназванного процесса, заключающиеся в более медленной организации наружной и внутренней фиброзной выстилки, замедленном образовании соединительнотканной капсулы и развитии более тонкой нежной интимы (рис. 4).

Длительная антикоагулянтная терапия (с учетом индивидуальной чувствительности животных) при вышеназванных состояниях свертывающей системы крови не оказывает заметного влияния на развитие дистрофических изменений и не является опасной в смысле вторичного кроветечения.

Предложенную дозировку пелентана следует применять при аллопластических операциях на магистральных сосудах в послеоперационном периоде, особенно при явлениях гиперкоагулемии с целью предотвращения столь грозного и опасного осложнения, каким является послеоперационный тромбоз аллотрансплантата.

Институт экспериментальной  
и клинической хирургии  
МЗ ГССР

(Поступило 17.3.1972)



ბ. ირისთავი (საქართველოს სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი), ლ. შარაშიძე,  
 ჯ. კანდელაკი, ბ. ოდიშვილი

მუცლის აორტის ალოტრანსპლანტატის „მეხორცევის“ ზოგიერთი  
 თავისებურება ხანგრძლივი ანტიკოაგულანტური თერაპიის  
 პირობებში

რეზიუმე

ექსპერიმენტის პირობებში ძალებზე დადგენილია, რომ მუცლის აორტის რეგენერაციისა და მისი ალოტრანსპლანტატით ჩანაცვლების შემდეგ, როგორც ხანგრძლივად (2 წელი) ჩატარებული ანტიკოაგულანტოთერაპიის პირობებში, ისე მის გარეშე ტრანსპლანტატის „მეხორცევა“ და ნეონტიმის წარმოშობის პროცესები არსებითად იდენტიურია, იმ განსხვავებით, რომ პირველ შემთხვევაში შემაერთებული ქსოვილოვანი კავსულის ორგანიზაცია უფრო ნელი ტემპით მიმდინარეობს და არსებულ ნეონტიმას შედარებით ნაზი შენება აქვს.

ხანგრძლივად ჩატარებული ანტიკოაგულანტოთერაპია არ ახდენს რაიმე სხვა, მნიშვნელოვან გავლენას პროტეზის ორგანიზაციაზე, არ იწვევს მეორად სისხლის დენებს და ამავე დროს უზრუნველყოფს ალოტრანსპლანტატის უბანში თრომბოზის განვითარების თავიდან აცილებას.

EXPERIMENTAL MEDICINE

K. D. ERISTAVI, L. K. SHARASHIDZE, D. I. KANDELAKI,  
 G. G. ODISHVILI

### SOME PECULIARITIES OF THE 'IMPLANTATION' OF AN ALLOGRAFT OF THE ABDOMINAL AORTA UNDER CONDITIONS OF LONG-TERM ANTICOAGULANT THERAPY

Summary

The 'implantation' of an allograft of the abdominal aorta has been found to take a basically analogous course both against the background of long-term (up to two years) anticoagulant therapy, and without it. However, in animals subjected to a prolonged administration of an anticoagulant formation of a fibrous capsule is retarded and the neointima has a thinner and delicate structure. Long-term anticoagulant therapy against the background of a 40 to 50 per cent prothrombin complex has no material effect on the dystrophic alterations of the graft, does not entail secondary hemorrhage, and prevents allograft thrombosis.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. Жемкаускайте. Изменения свертываемости крови при протезировании артерии. Автореферат, Вильнюс, 1958.
2. В. П. Кушелевский. Очерки по антикоагулянтной терапии. М., 1958.
3. J. H. Harrison. Am. J. Surg., 95, 3, 1958, 121.
4. A. Gammelgaard, V. Larsen, K. Siolin, O. Storm. Acta Chir. Scand. 1212, 1961, 103.
5. J. Hamming. J. Cardiovasc. Surg., 4, 5, 1963, 63.
6. А. А. Полянцева. Госпит. дело, 3, 1945, 48.
7. Н. Г. Хлопкин. Ж. общей биологии, 1, V, 1944, 43.
8. Н. С. Красовская. Гистогенез сосудистой стенки при аллопластике брюшной аорты у собак. Автореферат, Пермь, 1966.
9. Н. Б. Добрава. Аллопластика при реконструктивных операциях на сердце и сосудах. Автореферат, М., 1967.





А. А. КОЛАКОВСКИЙ  
(член-корреспондент АН ГССР)

### К ИСТОРИИ ТРЕТИЧНЫХ ГРАБОВ

Новые находки грабов в сармате и понте Колхиды не только восполняют некоторые пробелы палеоботанической летописи, но и заставляют с несколько иных позиций рассматривать историю их происхождения [1].

Обратимся сначала к фактическому материалу.

1. *Carpinus cuspidens* (Sap.) Kol.—вид, известный из олигоцена Франции, сармата и понта Абхазии [2] и сближаемый с восточноазиатским *C. tschonokii* Maxim.; последний отмечается в плиоцене Польши [3], а ряд видов, близких *C. tschonokii*, приводится из плиоцена Европы и Восточной Азии.

2. *C. uniserrata* (Kol.) Rat. известен только из понта Кодора. Сближается с восточноазиатскими *C. londoniana* Winkl. и *C. lanceolata* H. M.

3. *C. pliofauriei* Rat. описан из понта Кодора [4]. Современным его эквивалентом считается восточноазиатский *C. fauriei* Nakai.

4. *C. subcordata* Nath. недавно найден в сармате Абхазии. Сближается с современным восточноазиатским *C. cordata* Bl.

5. *C. subyedoensis* Коппо также из сармата Абхазии. Сближается с современным восточноазиатским *C. yedoensis* Maxim.

6. *C. colchica* Kol. sp. n.—очень интересный вид, представленный фитолеммой плюски с орешком на образце МБ-1—2423 (рис. 1).

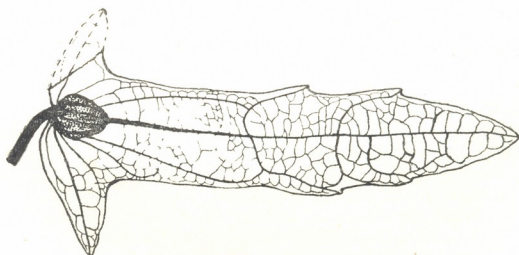


Рис. 1. *Carpinus colchica* Kol. sp. n.—фитолейма плюски с орешком из сармата Абхазии. Образец МБ-1—2423. Коллекция Сухумского ботанического сада

Средняя лопасть плюски удлиненная, длиной 5 см и шириной 12 мм, с двумя парами небольших зубчиков, с резко выраженной глав-



ной жилкой и тремя парами вторичных, из которых первая высоко петлевидно соединяется со второй, а вторая и третья круто отгибаются к краю и заканчиваются в зубчиках. Нижние лопасти треугольные, длиной 10—15 мм. Орешек широко яйцевидный, длиной 5 мм и шириной 4 мм, снаружи с тремя более или менее сближенными ребрышками и двумя отодвинутыми к краю, а с внутренней стороны с тремя также сближенными ребрышками, в верхней части с мелкозубчатой коронкой.

Эта плюска отчетливо отличается от плюсок *C. betulys* и близкородственного ископаемого *C. grandis* тем, что у последних число вторичных жилок не менее пяти, а обычно 10—15 пар. [15]. По малому числу вторичных жилок и мелким боковым лопастям плюски этот вид проявляет значительное сходство с китайскими *C. londoniana* Winkl. и *C. lanceolata* Н. М., причем и по строению орешков это сходство сохраняется.

Небезынтересно отметить, что в этих же слоях найден отпечаток листа *C. cuspidens* (Sap.) Kol., сходного с листьями указанных современных восточноазиатских видов.

7. *C. grandis* Ung. — наиболее широко распространенный вид граба, отмеченный от олигоцен до плиоцена в Евразии и Северной Америке.

8. *C. betulus* L. *fossilis* — вид более молодой, вероятно, производный от *C. grandis* и отмеченный в верхнем плиоцене Сухуми, Гурни, плейстоцене Гумисты; кроме того, обычен в голоцене в различных пунктах Кавказа и Европы, где прекрасно сохранившиеся его плюски известны из плиоцена Виллерсгаузена [5].

9. *C. orientalis* Mill. *fossilis* отмечен только в верхнем плиоцене Сухуми и известен также из некоторых мест Европы; особенно интересны его остатки из плиоцена Виллерсгаузена [5].

Таким образом, первые шесть видов грабов списка, имеющие явные глубокие связи с восточноазиатской флорой, оказались новыми для Европы и неизвестными еще Бергеру [1], причем некоторые из них отмечены начиная с олигоцен-миоцена.

Почти все виды грабов свойственны горным местностям и некоторые из них поднимаются иногда почти до верхних пределов распространения лесной растительности. Это хорошо отражается и в ареале всего рода, который в пределах Евразии оказывается приуроченным к системе альпийской складчатости. Только один вид — *C. betulus* имеет более широкую экологическую амплитуду и доходит в Европе почти до 60° с. ш. При этом, как видно из работ [6, 7] и др., преобладающее число видов граба сосредоточено в Восточной Азии, где сохранились некоторые, вероятно, наиболее примитивные типы с очень длинными соцветиями — *C. fangiana* Hu и *C. rankanensis* Hayata.

Концентрация видов граба в юго-восточной Азии дала основание Бергеру считать, что в западной Евразии грабы являются реликтами миграционной волны раннетретичного времени.

Не исключая возможности миграции грабов в западном направлении миграции из Центральной и Восточной Азии, следует все же отметить, что уже в олигоцен-миоцене в западных частях Тетиса имелись представители почти всех фратрий (*untergruppe*) восточноазиатских грабов, отмеченных Бергером, в особенности виды из фратрий *C. tschonokii* и *C. cordata*, не говоря о многочисленных видах, давших начало современному *C. orientalis*.

Таким образом, несмотря на локализацию основного ядра рода в горах юго-восточной Азии и на наличие там некоторых, вероятно, наиболее древних типов, трудно пока решать вопрос о так называемом восточноазиатском центре происхождения рода, имея в виду и бывшее широкое распространение всех его фратрий на береговых горных сооружениях Тетиса и наличие некоторых видов с широким, иногда даже циркумполярным распространением. Предположение Бергера о восточноазиатской инвазии грабов основывалось при этом на далеко не полных палеоботанических данных.

Академия наук Грузинской ССР  
 Сухумский ботанический сад

(Поступило 20.1.1972)

პალეობიოლოგია

ბ. კოლაკოვსკი

(საქართველოს სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი)

მესამეულის რცხილების ისტორიისათვის

რეზიუმე

კოლხეთის ტერიტორიაზე ნახულია ნამარხი რცხილების 6 სახეობა, რომლებიც ბერგერის შრომაში არაა მოცემული. ერთი მათგანი პირველად აღწერილი. ეს ახალი მონაცემები მიუთითებს ფრატრიის გვარის ყველა ძირითადი ჯგუფის ფართო გავრცელებაზე (დაწყებული ოლიგოცენიდან) ტეტისის სანაპიროს მთიან ადგილებში. ამიტომ ჯერ კიდევ არ შეიძლება საკითხის გადაწყვეტა აღმოსავლეთ აზიის, როგორც გვარის წარმოშობის ცენტრისა, და ამ ცენტრიდან დასავლეთით სახეობების მიგრაციის შესახებ, როგორც ამას ფიქრობდა ბერგერი (მას არ ჰქონდა საკმაოდ სრული პალეობოტანიკური მონაცემები).

PALAEOBIOLOGY

A. A. KOLAKOVSKI

TOWARDS THE HISTORY OF THE TERTIARY HORNBEAM

Summary

Six species of fossil hornbeam—absent from Berger's work—have been discovered in the territory of Kolkheti, one being described for the first time. The new evidence points to a wide distribution—beginning with the Oligocene—of all the main groups of the genus *Carpinus* in the western part of Eurasia. It therefore seems premature to pronounce eastern Asia as the place of origin of the genus in question, from where its species supposedly migrated westwards, as suggested by Berger on the basis of incomplete paleobotanical evidence.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. W. Berger. Botan. Notiser. N. 1. 1953.
2. А. А. Колаковский. Сухум. бот. сад. Монографий, I, 1964.
3. W. Szafer. Inst. geol., Pr. XI, 1954.
4. Н. К. Ратиани. Труды Сухум. бот. сада, XIV, 1962.
5. A. Straus. Argumenta Palaeobotanica, 3, 1969.
6. H. Winkler. In: A. Engler, Pflanzenreich, IV, 1905.
7. Hsen—Hsu Hu. Silva of China. 1948.

Л. Т. ЧЕЛИДЗЕ

## САРМАТСКАЯ ФЛОРА КАХЕТИИ

(Представлено академиком Л. К. Габуния 9.3.1972)

В фаунистически датированных II сарматских отложениях Гаре-Кахетии (Восточная Грузия) в окрестностях с. Норие нами в 1970—1971 гг. было собрано большое количество остатков довольно разнообразной растительности, представленной отпечатками листьев.

Многие отпечатки отличаются сравнительно хорошей сохранностью и определение принадлежности их к тому или иному растению не вызывает больших затруднений.

Остатки растений найдены в песчанисто-глинистой пачке. Местами отпечатков листьев необычайно много, они налегают друг на друга так же, как в подстилке леса. К сожалению, в таких случаях их очень трудно отделить друг от друга и сами отпечатки не отличаются достаточно удовлетворительной сохранностью деталей строения.

По остаткам сарматской флоры с. Норие определены следующие Растения: *Adiantum* sp., *Pinus* sp<sup>1</sup>., *Pinus* sp<sup>2</sup>., *Phragmites oeningensis* A. Br., *Typha latissima* A. Br., *Palmophyllum* sp., *Populus* sp., *Salix varians* Goerr., *Salix* sp., *Myrica banksiaefolia* Ung., *Pterocarya castaneaefolia* Goerr., *Ulmus carpänoies* Goerr., *Cinnamomum lanceolatum* (Ung.) Heer., *C. scheuchzeri* Heer, *Laurus* sp., *Platanus aceroides* Goerr., *Cassia ambigua* Goerr., *C. berenices* Ung., *C. phaseolites* Ung., *Caesalpinia europaea* Ung., *Gleditschia allemanica* Heer, *Robinia regeli* Heer, *Pistacia* sp., *Zizyphus* sp., *Ligustrum* sp.

Ископаемая флора Норие содержит 25 форм, относящихся к 15 семействам и 20 родам, из которых восемь видов (*Palmophyllum* sp., *Pistacia* sp., *Cassia ambigua*, *Zizyphus* sp., *Ligustrum* sp., *Caesalpinia europaea*, *Gleditschia allemanica*, *Robinia regeli*) впервые указываются для сарматской флоры Восточной Грузии, а три (*Pistacia* sp., *Gleditschia allemanica*, *Caesalpinia europaea*)—для Грузии.

Из установленных 25 видов только один принадлежит к папоротникам, два — к голосеянным, а все остальные — к покрытосеянным, причем на долю однодольных приходится три вида.

Большинство остатков растений принадлежит к древесным и кустарниковым породам, представленным вечнозелеными и листопадными формами почти в равном соотношении.

Современные виды, близкородственные к ископаемым формам, встречаются в Юго-Западной Азии, Северной и Центральной Америке, на Канарских островах, в Средиземноморской области, Малой Азии, Центральной Европе и Закавказье.





В исследуемой флоре встречаются остатки растений различных экологических групп. В частности, удается выделить элементы субтропических, влажно-теплоумеренных, субксерофильно-теплоумеренных и умеренных лесных флор.

По генетическим связям и экологическому типу она примыкает к сарматским флорам [2—4] Кавказа и флорам мактровых «сарматских» слоев Средиземноморской области [5—7].

Древние элементы являются в сарматской флоре Кахетии доминирующими. Особенно интересно присутствие восточно- и южно-азиатских типов — представителей семейства лавровых, родов *Laurus* и *Cinnamomum*. Атлантический тип представлен восковниковым — *Myrica*. Заслуживает внимания также присутствие *Palmophyllum* sp.

В точно датированных сарматских отложениях Грузии ископаемые лавры найдены впервые, однако нахождение их здесь является совершенно естественным, особенно же в исследуемой флоре, имеющей определенно субтропический характер.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт палеобиологии

(Поступило 10.3.1972)

პალეობიოლოგია

ლ. ჭელიძე

### კახეთის სარმატული ფლორა

რეზიუმე

კახეთის სარმატული ნალექებიდან აღნიშნულია 25 ნამარხი სახეობა, რომელთაგან 8 პირველად არის ნაპოვნი აღმოსავლეთ საქართველოს სარმატისათვის. ხოლო 3 — საერთოდ საქართველოსათვის. მოცემულია სარმატული ფლორის ანალიზი და შედარება კავკასიისა და ხმელთაშუაზღვის სარმატულ ფლორებთან.

PALAEOBIOLOGY

L. T. CHELIDZE

### SARMATIAN FLORA OF KAKHETI

Summary

The fossil flora of Kakheti, occurring in the Sarmatian beds, contains 25 species belonging to 15 families and 20 genera: of these 8 species have been found for the first time in the Sarmatian flora of eastern Georgia (*Palmophyllum* sp., *Pistacia* sp., *Cassia ambigua* Ung., *Gleditschia allemanica* Heer, *Robinia regeli* Heer, *Caesalpinia europaea* Ung., *Zizyphus* sp., *Ligustrum* sp.) and 3 are all-Georgian species (*Caesalpinia europaea*, *Gleditschia allemanica*, *Pistacid* sp.)

According to its consanguinity and ecological type the flora under study is closely related to the Sarmatian floras of the Caucasus and to floras of the mactrian ("Sarmatian") beds of the Mediterranean region.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Д. А. Булейшвили. Геология и нефтеносность межгорной впадины Восточной Грузии. Л., 1960.
2. М. Д. Уznaдзе. Неогеновая флора Грузии. Тбилиси, 1965.
3. И. В. Палибин. Труды ИГРИ, сер. А, вып. 29, палеобот. сб., 1933.
4. И. В. Палибин. Сб работ, посвященный памяти акад. В. А. Комарова. М., 1939.
5. A. Massalongo, G. F. Scarabelli. Studii sulla flora fossile e geologia stratigrafica del Senigalliese. Jmola. 1859.
6. P. Principi. Att. della Soc. Ligustica di Sci. e di Lett. di Genova. vol. V, fasc. 3, 1926.
7. E. Sismonda. Mem. della Acad. di Torino, vol. XXII, № 4, 1865.



М. А. ЦИСКАРИДЗЕ, В. В. ГУЛЬДАН

## ИССЛЕДОВАНИЕ РЕАКЦИИ ВЫБОРА У БОЛЬНЫХ ЮНОШЕСКОЙ ВЯЛОТЕКУЩЕЙ ШИЗОФРЕНИЕЙ

(Представлено членом-корреспондентом Академии А. С. Прангишвили 23.3.1972)

Уже давно предметом многочисленных исследований является изучение влияния прошлого опыта на поведение индивида [1, 2]. Особый интерес представляет проблема усвоения организмом вероятности поступающих событий, формирования в связи с этим тактики поведения, т. е. сложных систем условных связей, позволяющих ему поддерживать свое существование в вероятностно изменяющейся среде.

Эти исследования основаны на представлении о том, что память человека сохраняет не только следы происходящих событий, но и частоты, с которыми одни события следуют за другими. Это дает возможность предсказывать, с какой вероятностью произойдет то или иное событие, и осуществлять соответствующую подготовку к действиям. Этот процесс был назван вероятностным прогнозированием [3, 4].

Имеются данные, свидетельствующие о том, что при некоторых патологических состояниях нарушена опора на вероятностную структуру прошлого опыта при организации предстоящей деятельности, а также связанного с этим сличения поступающей в мозг информации с текущим вероятностным прогнозом [3].

Задачей нашего исследования было изучение особенностей формирования вероятностного прогноза и его перестройки в соответствии с изменениями статистической структуры среды у больных юношеской вялотекущей шизофренией.

Мы использовали методику регистрации времени реакции (ВР), которое является количественно измеримым показателем, обнаруживающим у больных психическими заболеваниями отклонения от нормы. Выбор ВР в качестве методики исследования был продиктован и тем, что специальными исследованиями, проведенными со здоровыми испытуемыми, было установлено, что ВР в определенных условиях зависит от вероятностного прогноза человека и преднастройки к действиям в прогнозируемой ситуации [5].

Исследованию подверглась группа больных шизофренией (19 человек), начавшейся в юношеском возрасте и характеризующейся вялопрогредиентным течением. Группа состояла из мужчин в возрасте 21—37 лет. В момент исследования девять человек находились на лекарственной терапии, 10 — без нее.

Испытуемым с интервалом в 5 сек предъявлялась случайная последовательность двух цифровых сигналов «2» и «3» с частотами  $P_2=0,9$  и  $P_3=0,1$ . С помощью миллисекундомера МС-1 измерялось время от момента подачи сигнала испытуемому до нажатия соответствующего ключа испытуемым. После достаточно длинного ряда сигналов (200 предъявлений) отчетливо выявлялось различие во ВР на частый и редкий сигналы. Тогда случайная последовательность сменялась тридцать-

тикратным повторением редкого сигнала. Затем вновь следовала случайная последовательность сигналов с теми же частотами.

Результаты, полученные в контрольной группе здоровых испытуемых, исследованных по описанной методике (15 человек), представлены на рис. 1. В случайной последовательности сигналов время реакции (ВР) на редкий и частый сигналы было различным (461 и 304 мсек соответственно) и разность равнялась 157 мсек (отрезок АВ на рис. 1). При тридцатикратном повторении редкого сигнала ВР на повторяемый сигнал вначале увеличивалось, а затем начинало уменьшаться, приближаясь ко времени простой двигательной реакции (отрезок ВС). При последующей подаче случайной последовательности ВР вновь устанавливалось в соответствии с вероятностями сигналов (отрезок СД). Такие результаты являлись, очевидно, следствием зависимости ВР от вероятностного прогноза (субъективной вероятности) испытуемого. Многократное повторение редкого сигнала, являвшегося маловероятным для испытуемого, уловившего структуру последовательности, вызвало первоначальное повышение ВР. По мере увеличения числа повторений испытуемый изменял гипотезу о вероятностной структуре среды, увеличивалось ожидание повторяемого сигнала, чему и соответствовало снижение ВР. Условно за момент смены гипотез был принят момент снижения ВР на повторяемый сигнал ниже полусуммы значений ВР на частый и редкий сигналы в предшествующем случайном ряду. У здоровых испытуемых число повторений, необходимое для снижения ВР ниже полусуммы, в среднем по группе равнялось семи.

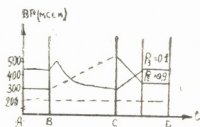


Рис. 1

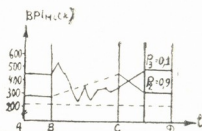


Рис. 2

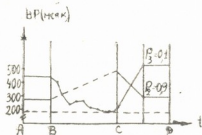


Рис. 3

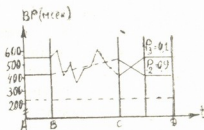


Рис. 4

Динамика ВР в ряду частых сигналов, расположенных между двумя редкими сигналами, также выявила зависимость его от субъективных ожиданий испытуемого. ВР иногда плавно снижалось к концу повторяемого отрезка, и тогда ВР на последующий редкий сигнал оказывалось несколько больше среднего ВР на редкий сигнал по всей последовательности. Иногда к концу отрезка повторения ВР на повторяемый сигнал несколько повышалось. В этом случае ВР на последующий редкий сигнал оказывалось несколько ниже среднего ВР на редкий сигнал. В некоторых случаях такая динамика не наблюдалась.

У группы больных время простой двигательной реакции оказалось таким же, как в норме, не различалось для правой и левой рук и рав-



нялось 225 мсек. ВР на частый сигнал в случайной последовательности равнялось 331 мсек, а на редкий — 447 мсек. Таким образом, у большинства испытуемых имелась разница во ВР на редкий и частый сигналы, равная в среднем по группе 116 мсек, лишь у четырех испытуемых эта разница была мала (в среднем 46 мсек) и являлась статистически незначимой.

По характеру динамики ВР при тридцатикратном повторении редкого сигнала результаты больных были разбиты на три группы. Наиболее близкими к норме по общей динамике ВР оказались результаты семи испытуемых первой группы больных (рис. 2). Однако снижение ВР ниже полусуммы имело место при меньшем повторении редкого сигнала и равнялось четырем. Анализ динамики ВР в случайной последовательности сигналов также выявил отличия этой группы от группы здоровых испытуемых. Здесь в 70—90% всех исследованных случаев (17—20 для каждого испытуемого) наблюдалось почти монотонное снижение ВР на частые сигналы, расположенные между двумя редкими сигналами. Разница ВР на редкий и частый сигналы была меньше, чем в норме, и равнялась 117 мсек.

Во второй группе больных (шесть человек) при тридцатикратном повторении редкого сигнала уже на второй (у двух испытуемых на третий) повторяемый сигнал наблюдалось снижение ВР ниже полусуммы (рис. 3). В 75—100% случаев отмечалось монотонное снижение ВР на частый сигнал в ряду повторений их между двумя редкими сигналами.

У больных третьей группы (шесть человек), для которых характерно общее повышение ВР, не было монотонного снижения ВР на частый сигнал в случайной последовательности. У четырех испытуемых оно наблюдалось лишь в 50% случаев, а у остальных двух ВР колебалось около некоторого среднего значения. При тридцатикратном повторении редкого сигнала у этих испытуемых не наблюдалось ни первоначального повышения ВР, как у больных первой группы, ни его монотонного снижения, как у второй группы больных. ВР, как и в случайной последовательности, колебалось около некоторого среднего значения (рис. 4).

Интересной оказалась картина ошибочных реакций, которая является особенно показательной для выявления динамики ожидания. В то время как в группе больных шизофренией почти не наблюдалось ошибок на редкий сигнал, у здоровых испытуемых они встречались чаще, что говорит об ожидании в большей мере частого сигнала и готовности к соответствующему ответу.

Опыты со здоровыми испытуемыми показали, что у них на основании частотных характеристик предъявляемой последовательности сигналов формируется внутренняя, субъективная модель вероятностной организации этой последовательности, определяющая через механизм преднастрочных реакций в конечном итоге, разницу во ВР на частые и редкие сигналы. Приспособление к среде с изменяющейся статистической структурой осуществляется здоровыми людьми посредством перестройки субъективного прогноза.

У больных юношеской вялотекущей шизофренией, по сравнению со здоровыми испытуемыми, ослаблена способность усвоения вероятностной структуры среды и оптимального использования знаний о структуре среды для организации ответной деятельности, причем степень этого ослабления может быть различна, о чем свидетельствует выделение отдельных групп испытуемых. Особенности структуры предъявляемой последовательности сигналов, а также динамики ВР на повторяемые сигналы при наличии разнородных сигналов, позволяют отнести от-



личия их от здоровых испытуемых за счет меньшей длины ряда сигналов, учитываемых при прогнозировании каждого последующего сигнала.

Институт кибернетики  
 Академия наук Грузинской ССР

Институт психологии  
 им. Д. Н. Узнадзе

(Поступило 24.3.1972)

ფსიქოლოგია

მ. ცისკარიძე, ვ. გულდანი

ნელა მიმდინარე საყმაწვილო შიზოფრენიით დაავადებულთა  
 ამორჩივის რეაქციის გამოკვლევა

რეზიუმე

მოყვანილია ნელა მიმდინარე საყმაწვილო შიზოფრენიით დაავადებულთა ალბათური პროგნოზის თავისებურების შესწავლის შედეგები, გამოყენებულია რეაქციის დროის გაზომვის მეთოდოლოგია (კვლადი სტატისტიკური სტრუქტურის გამლიზიანებელთა წყების წარდგენისას). ამ აქადმყოფებში გამოვლინებულია გარემოს ალბათური სტრუქტურის ათვისების შესუსტება და გარემოს სტრუქტურის ოპტიმალური გამოყენება სპასუხო მოქმედების ორგანიზაციისათვის.

PSYCHOLOGY

M. A. TSISKARIDZE, V. V. GULDAN

## A STUDY OF CHOICE REACTION IN JUVENILE PATIENTS WITH SLUGGISH SCHIZOPHRENIA

Summary

The paper presents the findings of a study of the peculiarities of the probabilistic prognosis of juvenile patients with sluggish schizophrenia. The procedure of reaction time measurement under exposure to a set of stimuli of varying statistical structure was used. These patients manifest a weakened assimilation of the probabilistic structure of the environment and optimal use of the environment structure in organizing their response activity.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. Т. Бжалава. Психология установки и кибернетика. Тбилиси, 1966.
2. Д. Н. Узнадзе. Экспериментальные основы психологии установки. Тбилиси, 1961.
3. И. М. Фейгенберг. Сб. «Физиология в клинической практике». М., 1966.
4. И. М. Фейгенберг. Вопросы психологии, № 2, 1963.
5. И. М. Фейгенберг, М. А. Цискаридзе. Сб. «Проблемы моделирования психической деятельности». Новосибирск, 1967.

## К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ

1. В журнале «Сообщения АН ГССР» публикуются статьи академиков, членов-корреспондентов, научных работников системы Академии и других ученых, содержащие еще не опубликованные новые значительные результаты исследований. Печатаются статьи лишь из тех областей науки, номенклатурный список которых утвержден Президиумом АН ГССР.

2. В «Сообщениях» не могут публиковаться полемические статьи, а также статьи обзорного или описательного характера по систематике животных, растений и т. п., если в них не представлены особенно интересные научные результаты.

3. Статьи академиков и членов-корреспондентов АН ГССР принимаются непосредственно в редакции «Сообщений», статьи же других авторов представляются академиком или членом-корреспондентом АН ГССР. Как правило, академик или член-корреспондент может представить для опубликования в «Сообщениях» не более 12 статей разных авторов (только по своей специальности) в течение года, т. е. по одной статье в каждый номер, собственные статьи—без ограничения, а с соавторами—не более трех. В исключительных случаях, когда академик или член-корреспондент требует представления более 12 статей, вопрос решает главный редактор. Статьи, поступившие без представления, передаются редакцией академику или члену-корреспонденту для представления. Один и тот же автор (за исключением академиков и членов-корреспондентов) может опубликовать в «Сообщениях» не более трех статей (независимо от того, с соавторами она или нет) в течение года.

4. Статья должна быть представлена автором в двух экземплярах, в готовом для печати виде, на грузинском или на русском языке, по желанию автора. К ней должны быть приложены резюме—к грузинскому тексту на русском языке, а к русскому на грузинском, а также краткое резюме на английском языке. Объем статьи, включая иллюстрации, резюме и список цитированной литературы, приводимой в конце статьи, не должен превышать четырех страниц журнала (8000 типографских знаков), или шести стандартных страниц машинописного текста, отпечатанного через два интервала (статьи же с формулами — пяти страниц). Представление статьи по частям (для опубликования в разных номерах) не допускается. Редакция принимает от автора в месяц только одну статью.

5. Представление академика или члена-корреспондента на имя редакции должно быть написано на отдельном листе с указанием даты представления. В нем необходимо указать: новое, что содержится в статье, научную ценность результатов, насколько статья отвечает требованиям пункта 1 настоящего положения.

6. Статья не должна быть перегружена введением, обзором, таблицами, иллюстрациями и цитированной литературой. Основное место в ней должно быть отведено результатам собственных исследований. Если по ходу изложения в статье сформулированы выводы, не следует повторять их в конце статьи.

7. Статья оформляется следующим образом: сверху страницы в середине пишутся инициалы и фамилия автора, затем — название статьи; справа сверху представляющий статью указывает, к какой области науки относится она. В конце основного текста статьи с левой стороны автор указывает полное название и местонахождение учреждения, где выполнена данная работа.

8. Иллюстрации и чертежи должны быть представлены по одному экземпляру в конверте; чертежи должны быть выполнены черной тушью на кальке. Надписи на чертежах должны быть исполнены каллиграфически в таких размерах, чтобы

даже в случае уменьшения они оставались отчетливыми. Подписанные 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).

11. Автору направляется корректура статьи в сверстанном виде на строго ограниченный срок (не более двух дней). В случае невозвращения корректуры к сроку редакция вправе приостановить печатание статьи или 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.

## ს ა მ ბ რ თ ა ს ა უ რ ა ლ ე ბ ო ლ

1. ჟურნალ „საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის სოამბეში“ 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. „სოამბეში“ არ შეიძლება გამოქვეყნდეს პოლემიკური წერილი, აგრეთვე მიმოხილვითი ან აღწერითი ხასიათის წერილი ცხოველთა, მცენარეთა ან სხვათა სისტემატიკაზე, თუ მასში მოცემული არაა მეცნიერებისათვის განსაკუთრებით საინტერესო შედეგები.

3. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსთა და წევრ-კორესპონდენტთა წერილები უშუალოდ გადაეცემა გამოსაქვეყნებლად „სოამბის“ რედაქციას, ხოლო სხვა ავტორთა წერილები ქვეყნდება აკადემიკოსთა ან წევრ-კორესპონდენტთა წარდგინებით. როგორც წესი, აკადემიკოს ან წევრ-კორესპონდენტს „სოამბეში“ დასაბეჭდად წელიწადში შეუძლია წარმოადგინოს სხვა ავტორთა არაუმეტეს 12 წერილისა (მხოლოდ თავისი სპეციალობის მიხედვით), ე. ი. თითოეულ ნომერში თითო წერილი. საკუთარი წერილი — რამდენიც სურს, ხოლო თანავტორებთან 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 „სოამბის“ რედაქცია წარმოსადგენად გადასცემს აკადემიკოსს ან წევრ-კორესპონდენტს. ერთსა და იმავე ავტორს (გარდა აკადემიკოსისა და წევრ-კორესპონდენტისა) წელიწადში შეუძლია „სოამბეში“ გამოაქვეყნოს არა უმეტეს სამი წერილისა (სულ ერთია, თანავტორებთან იქნება იგი, თუ ცალკე).

4. წერილი წარმოდგენილი უნდა იყოს ორ ცალად, დასაბეჭდად სავსებით მზა სახით, ავტორის სტრუქტურისამებრ 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 წერილებს 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 აღნიშნოს, 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 დამოხილვითი საკუთარი გამოკვლევების შედეგებს. თუ წერილი გზადაგზა, ქვეთავებს 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 ნახაზებზე უნდა გაუკეთდეს კალიგრაფულად და ისეთი ზომისა, რომ შემცირების შემთხვევაშიც კარგად





აკითხებოდეს. ილუსტრაციების ქვემო წარწერების ტექსტი წერილის ძირითადი ტექსტის წარმოდგენილ უნდა იქნეს ცალკე ფურცელზე. არ შეიძლება ფოტოებისა და ნახაზების დაყვება დედნის გვერდებზე. ავტორმა დედნის კიდვე ფანქრით უნდა აღნიშნოს, რა ადგილას მოთავსდეს ესა თუ ის ილუსტრაცია. არ შეიძლება წარმოდგენილ იქნეს ისეთი ცხრილი, რომელიც ყურნალის ერთ გვერდზე ვერ მოთავსდება. ფორმულები მელნით მკაფიოდ უნდა იყოს ჩაწერილი ტექსტის ორივე ეგზემპლარში; ბერძნულ ასოებს ქვემოთ ყველგან უნდა ვაესვას 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 საყურნალო შრომა, ვუჩვენოთ ყურნალის შემოკლებული სახელწოდება, ტომი, ნომერი, გამოცემის წელი. თუ დამოწმებულია წიგნი, აუცილებელია ვუჩვენოთ მისი სრული სახელწოდება, გამოცემის ადგილი და წელი. თუ ავტორი საჭიროდ მიიჩნევს, ბოლოს შეუძლია გვერდების ნუმერაციაც უჩვენოს. დამოწმებული ლიტერატურა უნდა დალაგდეს არა ანბანური წესით, არამედ დამოწმების თანმიმდევრობით. ლიტერატურის მისათითებლად ტექსტსა თუ შენიშვნებში კვადრატულ ფრჩხილებში ნაჩვენები უნდა იყოს შესაბამისი ნომერი დამოწმებული შრომისა. არ შეიძლება დამოწმებული ლიტერატურის ნუსხაში შევიტანოთ ისეთი შრომა, რომელიც ტექსტში მითითებული არ არის. ასევე არ შეიძლება გამოუქვეყნებელი შრომის დამოწმება. დამოწმებული ლიტერატურის ბოლოს ავტორმა უნდა მოაწეროს ხელი, აღნიშნოს სად მუშაობს და რა თანამდებობაზე, უჩვენოს თავისი ზუსტი მისამართი და ტელეფონის ნომერი.

10. „მოამბეში“ გამოქვეყნებული ყველა წერილის მოკლე შინაარსი იბეჭდება რეფერატულ ყურნალებში. ამიტომ ავტორმა წერილთან ერთად აუცილებლად უნდა წარმოადგინოს მისი რეფერატი რუსულ ენაზე (ორ ცალად).

11. ავტორს წასაკითხად ეძლევა თავისი წერილის გვერდებად შეკრული კორექტურა შვაცრად განსაზღვრული ვადით (არაუმეტეს ორი ღღისა). 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, კუტუშოვის ქ. № 19; ტელ. 37-22-16, 37-93-42.

საფოსტო ინდექსი 380060

ხ ე ლ მ ო წ ე რ ი ს პ ი რ ო ბ ე ბ ი: ერთი წლით 12 მან.