

საქართველოს
საბჭოთაო აკადემია

524/
1974/2
876 აზ

საქართველოს სსრ
მეცნიერებათა აკადემიის

მოაზა

СООБЩЕНИЯ

АКАДЕМИИ НАУК
ГРУЗИНСКОЙ ССР

BULLETIN

OF THE ACADEMY OF SCIENCES
OF THE GEORGIAN SSR

ტომი 76 ტომ

№ 2

ბოჰაბაბო 1974 ნოჰბრ

თბილისი • თბილისი • TBILISI

საქართველოს სსრ
მეცნიერებათა აკადემიის

გზაგადასახვევები

СООБЩЕНИЯ

АКАДЕМИИ НАУК
ГРУЗИНСКОЙ ССР

BULLETIN

OF THE ACADEMY OF SCIENCES
OF THE GEORGIAN SSR

ტომი 76 ტომ

№ 2

ნოემბერი 1974 НОЯБРЬ

თბილისი • ТБИЛИСИ • TBILISI

საქართველოს მეცნიერებათა აკადემია

18445

ს ა რ ა დ ა კ ტ ო რ ი კ ო ლ ე გ ი ა

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

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

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

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

ბელოწერილია დასაბუქდად 22.11.1974; შვევ. № 2842; ანაწობის ზომა 7×12; ქალაქის ზომა 70×108; ფიზიკური ფურცელი 16; სალიტიცებო-სავაგომოცემლო ფურცელი 18,5; ნაბეჭდი ფურცელი 22,5; უფ 01082; ტირაჟი 1800

* * *

Подписано к печати 22.11.1974; зак. № 2842; размер набора 7×12; размер бумаги 70×108; физический лист 16; уч.-издательский лист 18,5; печатный лист 22,5; УЭ 01082; тираж 1800

* * *

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

* * *

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

შინაარსი

მათემატიკა

| | |
|---|-----|
| *რ. ჩიტაშვილი. მართვადი სასრული მარკოვის ჭაჭვი გადაწყვეტილებათა ზოგადი სიმრავლით | 276 |
| *გ. ყიფიანი. ოპერატორთა მიმდევრობის შეფასებები | 279 |
| *ი. მაჭავარიანი. უტოლობები განსაკუთრებული ინტეგრალბისათვის | 284 |
| *გ. არსენიშვილი. ერთარხიანი მასობრივი მომსახურების სისტემა რიგის სილიდეზე დამოკიდებული შემავალი ნაკადის ინტენსივობით | 287 |
| *ს. თოფური. ფურიეს ორმაგი მწკრივების შეჯამებადობის ერთი მეთოდის შესახებ | 292 |
| *ი. მელამელი. დახასიათების ზოგიერთი ამოცანა, რომელიც ეხება გაწევის და მასშტაბის პარამეტრების ასიმპტოტურ შეფასებას | 295 |
| *მ. შკუბულიანი. ორი ცვლადის ფუნქციონალის დიფერენცირების შესახებ | 300 |
| *ა. მამუჩიშვილი. ნილპოტენტური გრეხილი ნამრავლის ფინიტურად აპროქსიმირებადობის შესახებ | 303 |
| *ა. ძიძიგური (საქართველოს სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი), ა. სეფიანიშვილი, დ. ოშიაძე. შეყურსული მართვადი ზემოქმედების მქონე ტალღური სისტემების ანალიზური მოდელირების დროს წაკეთილი ტრიგონომეტრიული მწკრივების გამოყენების შესახებ | 308 |

ღრმაკლოზის თეორია

| | |
|---|-----|
| *ი. ბეჟუაშვილი. თერმოდრეკადობის ბმული თეორიის ზოგიერთი ბრტყელი შერეული სასაზღვრო ამოცანის მიახლოებითი ამოხსნები | 312 |
|---|-----|

კიბერნეტიკა

| | |
|---|-----|
| *ვ. ჭავჭავანიძე (საქართველოს სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი). სახეთა გამოცნობის ზოგადი ამოცანის აბსტრაქტულ-თეორიული გადაწყვეტა კონცეპტუალური ინტელექტის თვალსაზრისით | 315 |
| *ნ. ნანობაშვილი, მ. შიშიგინი. სიჭარბის შემცირების ერთი მეთოდის შესახებ ბინარული ვექტორების გადაცემაზე შემთხვევაში | 320 |
| *ა. გიორგაძე, თ. ჭეხაშვილი. ალბათური ავტომატების დეკომპოზიციის საკითხისათვის | 323 |

შიზიკა

| | |
|---|-----|
| *გ. სამხარაძე, ო. მიხაილოვი. პერში გვირგვინა ელექტროდის ტემპერატურის გავლენის შესახებ განმუხტვის დენის სილიდეზე | 326 |
| *გ. ადამაშვილი. სპინური დიფუზია და ორმაგი ბირთვული რეზონანსი | 331 |
| *ნ. კეკელიძე, გ. კეკელიძე, გ. ერციანი, ს. ლაითაძე, ლ. მილოვანოვა, ვ. სააკიანი. 50 მმმ ენერჯის ელექტრონებით დასხივებული ინდიუმის ფოსფიდისა და ინდიუმის არსენიდის კრისტალების ელექტროგამტარებლობა | 336 |

* ეარსკვლავით აღნიშნული სათაური ეკუთვნის წერილის რეზიუმეს.

გეოზიზიკა

- *რ. გაჩეჩილაძე, ა. ხანთაძე, ვ. ხოჭოლაძე, თ. გვანცელაძე. ამბიპოლარული დიფუზიის არასტაციონარული განტოლების რიცხვითი ამოხსნისათვის 340
- *ლ. თულიანი. კავკასიის რეგიონის ქერქში დაძაბულობათა განაწილების შესახებ 344
- *გ. ბუაჩიძე, ნ. გოდერძიშვილი. საქართველოს ტერიტორიაზე დედამიწის ქერქში ტემპერატურათა განაწილების საკითხი 348
- *გ. სულაქველიძე, ზ. ხვედელიძე, ი. სულაქველიძე, ნ. კალანდაძე, ს. ნიორაძე. ზოგიერთი შენიშვნა ატმოსფეროს თერმოდინამიკის განტოლებათა შესახებ 352

ანალიზური ძიება

- *გ. ცინცაძე, ი. შათირიშვილი, ფ. ბროუჩეკი, გ. ქუთათელაძე. კადმიუმის სორბციული ქცევის გამოკვლევა სამამულო ანიონტების როდანიდულ ფორმებზე 356

ობრანული ძიება

- *ჯ. ლალიძე, ე. ქერდიყოშვილი, ნ. სანიკიძე, დ. უშარაული, რ. ლალიძე. ტრიეთილენფოსფორამიდის, ტრიეთილენთიოფოსფორამიდის და დი-(2-ქლორეთილ)ამინის ზოგიერთი ალიფატურ-არომატული ანალოგის სინთეზი 360

ფიზიკური ძიება

- *ე. მდივანი, ვ. მოსიძე, ნ. ჩოჩიშვილი. დისოციაციის პროცესების აქტივაციის ენერჯიის განსაზღვრის თერმოგრაფიამეტრიული მეთოდი 364
- *თ. ანდრონიკაშვილი, თ. ბანახი. ვერცხლის კათიონების გავლენა Y ტიპის ცეოლიტების ქრომატოგრაფიულ თვისებებზე 367

ძიების ტექნოლოგია

- *რ. აგლაძე (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი), გ. გველესიანი. ელექტროლიტური მანვანუმის ანოდური შლამის აღდგენითი გამოწვა მდლურე შრეში 372
- *ა. დიდიძე, ალ. პეტროვი, ნ. ბექაური, თ. შაქარაშვილი. იზოალკანების და ციკლანების იდენტიფიკაცია ნორიოს ნავთობის 200—370°C ფრაქციიდან ორჯერადი თერმოდინამიკის გამოყენებით 375

ფიზიკური გეობრაფია

- *რ. ხაზარაძე. ზემო სვანეთის მეოთხეული გამყინვარების საზღვრები 379

გეოლოგია

- *ა. ამბოკაძე. საქართველოს ვერცხლისწყლის მანერალიზაციის კავშირი ლოკალურ ნაპარაღთან სტრუქტურებთან 383

პეტროლოგია

- *დ. შენგელია, დ. კეცხოველი, გ. ჭიჭინაძე. მეტამორფიტებში შავი კალიუმის მინდრის შპატების პოვნის შესახებ 388

საფინანსო მუშაობა

- მ. ყალაბეგაშვილი. უბან-უბან მულმივი სისქის დისკოს გაანგარიშების შესახებ 389
- *გ. გაბრიჩიძე. სამვანზომილებიანი ღრეკადი ტანების დაძაბულ-დეფორმირებულ მდგომარეობის შესწავლის ერთი ექსპერიმენტულ-ანალიზური ხერხის შესახებ 395

საბაღოთა დამუშავება და გაფორმება

- *ა. ძიძიგური (საქართველოს სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი), ა. სეფიაშვილი, თ. იამანიძე. ბრუნვა-დარტყმითი საბურღი დაზვის გრებიით რბევების ქრობის შესახებ 399
- *ქ. შუბითიძე, გ. ბუცრიკიძე, გ. ტიტვინიძე. საშახტო წყალსაქევი და-
ნადგარების ავტომატური რეგულირება ელექტრომაგნიტური ქუროს მეშვეობით 403
- *ა. ძიძიგური (საქართველოს სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი), ი. ცინცაძე,
გ. ქოლიკიძე. გარდამავალი გაზოდინამიკური პროცესების კვლევა შახტე-
ბის გამოსაღებ უბნებზე 408

მანქანათმშენობა

- *ლ. ვოროტინცევი, მ. ხვინგია. იძულებითი და ავტოპარამეტრული რბევე-
ბის ურთიერთქმედების შესახებ სისტემაში რეზონანსული აღზნებით 411
- *დ. თავტელიძე (საქართველოს სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი),
ნ. დემურიშვილი, ნ. დავითაშვილი. სფერული ოთხბოლა სახსრია-
ნი მექანიზმების კინემატიკური კვლევის საკითხისათვის 415
- *გ. ცინცაძე. საქსელე ლილვაკის მდგრადობა და საყრდენი ზამბარების სისხტე 420
- *ვ. სვანიძე. ვიბრაციული მანქანების დრეკად სისტემაში გრებიითი რბევის კანაქების
განლაგების შესახებ 424

ნიადაგთმშენობა

- მ. ვერულავა. შთანქმული ფუძეების შემცველობა ტყის ყავისფერ ნიადაგებში
მათ გაკულტურებასთან დაკავშირებით 425

მემცენარეობა

- ჯ. ონიანი. მდელის აღუვივრ ნიადაგზე გაშენებულ ვენახში მწკრივთშორისების
ღრმად გაფხვიერების გავლენა ვაზის ფესვების ზრდა-განვითარებაზე 429

ბოტანიკა

- მ. გაჩეჩილაძე. *Oenothera*-ის ტიპის ჩანასახის პარკის განვითარება 435

მცენარეთა ფიზიოლოგია

- *გ. მამულაშვილი. აღზნების გადაცემა მცენარის (*Cucurbita Maxima*) ღეროში
ხანმოკლე დაბალი ტემპერატურის ზემოქმედებით 439

ალამინისა და ცხოვალთა ფიზიოლოგია

- *რ. რიჭინაშვილი, ვ. მოსიძე. თავის ტვინის კომისურალური სისტემის მნი-
შვნელობა ძილისა და ღვიძლის ლატერალიზაციაში 443
- *ა. უნგიაძე. ენტორინალური ქერქისა და ჰიპოჰამის ფუნქციური ურთიერთქმედე-
ბის შესახებ 447
- *რ. სვანიშვილი. სპორტსმენთა კარდიოდინამიკა კუნთური მუშაობის დროს 451

ბიოქიმია

- *ჯ. მეშველიშვილი. იპრაზიდისა და ტრანსამინის ინტრაპერიტონეალური შეყვა-
ნის გავლენა ბიოგენური ამინების განაწილებაზე ვირთავის თავის ტვინის ფრონ-
ტალური უბნის ქერქისა და ქერქქვეშა თეთრ ნივთიერებებში 454
- *ქ. მეტრეველი. სისხლში გაზთა შედგენილობის დინამიკა ვირუსული ჰეპატიტის
დროს 459
- *ე. ზაალიშვილი, ე. კლვინი. სინაპტოსომალური მემბრანების ცილების
შესახებ 464

მიკრობიოლოგია და ვირუსოლოგია

- *ზ. ორჯონიკიძე, ვ. ყურაშვილი, რ. სალაყაია. ნადვლის ბუშტისა და სანადვლე გზების ქრონიკული დაავადების დროს გამოყოფილი სტაფილოკოკების ბიოლოგიური დახასიათება 467

ფიტოპათოლოგია

- *ლ. პაიჭაძე, ზ. იარემენკო. ხორბლის ყვითელი ჟანგას გამომწვევი სოკოს სპეციალიზაცია ველურ მარცვლოვნებზე 471

ციტოლოგია

- *რ. ბერიძე, ა. პოლოსიანი. ველური და კულტურული ფლორის ზოგიერთი წარმომადგენლის ავტოტეტრაპლოიდთა ბუნების შეცნობისათვის 476

ექსპერიმენტული მიმდინარეობა

- *ქ. კუკაშვილი. ნაწლავის ჩხირის და გამოყოფილი კოლიბაქტერიოფაგის ბიოლოგიური თვისებების შესწავლა 479

პალეობიოლოგია

- *ე. შუვალოვი, ვ. ჩხიკვაძე. ბამბუ-ყუღუყუი — ზედაცარცულ კეთა ახალი დიდი ადგილსაოვებელი სამხრეთ-დასავლეთ მონღოლეთში 483
- ე. ახვლედიანი. ახალი გეარი *Pseudoarcicardium Akhvlediani* gen. nov. შაეი ზღვის აუზის უეაკიმერიული ნალექებიდან 488

ფსიქოლოგია

- *მ. ცისკარიძე, გ. ქუჩაველი. განწყობის გავლენა ადამიანის ქცევაზე ამორჩევის სიტუაციაში 491
- გ. ოდილაძე. გრაფემების სიხშირის ასახვა და ფიქსირებული განწყობა 493

არქეოლოგია

- მ. ფირცხალავა. სკვითური სამყაროსა და ძველი საქართველოს მოსახლეობის ურთიერთობის საკითხისათვის 497

ხელოვნების ისტორია

- *ბ. გულიასვილი. პირველი ჰეპტატონიკის ნეიტრალური ავტენტური კილოები ქართულ ხალხურ სიმღერაში 504
- *ბ. ბორცღა. მუსიკალური შეტყობინების სიხშირეთა სტრუქტურა 507

СОДЕРЖАНИЕ

МАТЕМАТИКА

| | |
|--|-----|
| Р. Я. Читашвили. Управляемая конечная цепь Маркова с произвольным множеством решений | 273 |
| Г. Г. Кипиани. Оценка последовательности операторов | 277 |
| И. Д. Мачавариани. Неравенства для особых интегралов | 281 |
| Г. Л. Арсенишвили. Однолинейная система массового обслуживания с зависящей от величины очереди интенсивностью входящего потока | 285 |
| С. Б. Топурия. Об одном методе суммирования двойных рядов Фурье | 289 |
| И. А. Меламед. Характеризационные задачи, возникающие при асимптотическом оценивании параметров сдвига и масштаба | 293 |
| М. С. Шкубулиани. О дифференцировании функционалов двух переменных | 297 |
| А. И. Мамучишвили. О финитной аппроксимируемости нильпотентного сплетения | 301 |

МЕХАНИКА

| | |
|--|-----|
| А. А. Дзидзигури (академик АН ГССР), А. Д. Сепиашвили, Д. И. Омиадзе. О применении усеченных тригонометрических рядов для аналогового моделирования волновых систем с сосредоточенным управляющим воздействием | 305 |
|--|-----|

ТЕОРИЯ УПРУГОСТИ

| | |
|--|-----|
| Ю. А. Бежуашвили. Приближенные решения некоторых плоских смешанных граничных задач связной теории термоупругости | 309 |
|--|-----|

КИБЕРНЕТИКА

| | |
|---|-----|
| В. В. Чавчанидзе (академик АН ГССР). Абстрактно-теоретическое решение общей задачи распознавания образов с точки зрения теории концептуального интеллекта | 313 |
| Н. Д. Нанобашвили, М. И. Шишигин. Об одном методе сокращения избыточности при передаче множества неупорядоченных бинарных векторов | 317 |
| А. Х. Гиоргадзе, Т. Л. Джебашвили. К вопросу о декомпозиции вероятностного автомата | 321 |

ФИЗИКА

| | |
|--|-----|
| Г. П. Самхарадзе, О. С. Михайлов. К вопросу влияния температуры коронирующего электрода на величину разрядного тока в воздухе | 325 |
| Г. Т. Адамашвили. Спиновая диффузия и двойной ядерный резонанс | 329 |
| Н. П. Кекелидзе, Г. П. Кекелидзе, Г. Н. Ерицян, С. Л. Лайтадзе, Л. С. Милованова, В. А. Саакян. Электропроводность кристаллов фосфида индия и арсенида индия, облученных электронами с энергией 50 Мэв | 333 |

* Заглавие, отмеченное звездочкой, относится к резюме статьи.

ГЕОФИЗИКА

- Р. Г. Гачечиладзе, А. Г. Хаптадзе, Г. М. Хочолава, Т. А. Гванцеладзе. О численном решении нестационарного уравнения амбиполярной диффузии 337
- Л. И. Тулиани. О распределении напряжений в коре Кавказского региона 341
- Г. И. Буачидзе, И. А. Годердзишвили. К вопросу распределения температур в земной коре на территории Грузии 345
- Г. К. Сулаквелидзе, З. В. Хведелидзе, Я. Г. Сулаквелидзе, Н. А. Каландадзе, С. М. Ниорадзе. Некоторые замечания по поводу уравнений термодинамики атмосферы 349

АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- Г. В. Циццадзе, И. Ш. Шатиришвили, Ф. И. Броучек, Г. Ш. Кутателадзе. Исследование сорбционного поведения кадмия на роданидных формах отечественных анионитов 353

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- Д. Р. Лагидзе, Э. И. Кердикошвили, Н. С. Саникидзе, Д. З. Ушараули, Р. М. Лагидзе. Синтез некоторых жирноароматических аналогов триэтиленфосфорамидов, триэтилендифосфорамидов и ди-(2-хлорэтил)-аминов 357

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- В. М. Мдивани, В. П. Мосидзе, Н. М. Чочишвили. Термогравиметрический метод определения энергии активации процессов диссоциации 361
- Т. Г. Андроникашвили, О. С. Банах. Влияние катионов серебра на хроматографические свойства цеолитов типа Y 365

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

- Р. И. Агладзе, К. П. Гвелесиани. Восстановительный обжиг анодного шлама производства электролитического марганца в кипящем слое 369
- А. В. Дидидзе, Ал. А. Петров, Н. Г. Бекаури, Т. С. Шакарашвили. Идентификация изоалканов и цикланов из фракции 200—370°C нефти Норю с применением двухкратной термической диффузии 373

ФИЗИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ

- Р. Д. Хазарадзе. Границы четвертичного оледнения Верхней Сванетии 377

ГЕОЛОГИЯ

- А. Н. Амбокадзе. О связи ртутной минерализации Грузии с локальными трещинными структурами 381

ПЕТРОЛОГИЯ

- Д. М. Шенгелиа, Д. Н. Кецохвели, Г. Л. Чичинадзе. О находке черных калиевых полевых шпатов в метаморфитах 385

СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА

- * М. Г. Калабегашвили. О расчете диска кусочно-постоянной толщины 392
- Г. К. Габричидзе. Об одном экспериментально-аналитическом способе исследования напряженно-деформировочного состояния трехмерных упругих тел 393

РАЗРАБОТКА МЕСТОРОЖДЕНИИ И ОБОГАЩЕНИЕ

- А. А. Дзидзигури (академик АН ГССР), А. Д. Сепиашвили, Т. Ш. Яманидзе. О гашении крутильных колебаний станка вращательно-ударного бурения 397
- К. З. Шубитидзе, Г. Д. Буцхрикидзе, Г. Д. Титвинидзе. Автоматическое регулирование шахтных водоотливных установок с помощью электромагнитной муфты 401
- А. А. Дзидзигури (академик АН ГССР), Ю. Д. Цинцадзе, Г. В. Чоликидзе. К исследованию переходных газодинамических процессов на выемочных участках шахт 405

МАШИНОВЕДЕНИЕ

- Л. К. Воротынцев, М. В. Хвингия. О взаимодействии вынужденных и автопараметрических колебаний в системе с резонансным возбуждением 409
- Д. С. Тавхелидзе (чл.-кор. АН ГССР), Н. В. Демуришвили, Н. С. Давиташвили. К вопросу о кинематическом исследовании сферических четырехзвенных шарнирных механизмов 413
- Г. Ш. Цинцадзе. Устойчивость сновальных валиков и жесткость опорных пружин 417
- В. С. Сванидзе. О расположении узлов крутильных колебаний в упругой системе вибрационных машин 421

ПОЧВОВЕДЕНИЕ

- * М. Г. Верулава. Содержание поглощенных оснований в коричневых лесных почвах в связи с их окультуренностью 427

РАСТЕНИЕВОДСТВО

- * Д. И. Онииани. Влияние глубокого рыхления лугово-аллювиальных почв в междурядьях виноградника на рост и развитие корневой системы 431

БОТАНИКА

- М. И. Гачечиладзе. Развитие зародышевого мешка типа *Oenothera* 433

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

- Г. Г. Мамулашвили. Передача возбуждения в стебле растения (*Cucurbita maxima*) при кратковременных низкотемпературных воздействиях 437

ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

- Р. С. Рижинашвили, В. М. Мосидзе. Значение комиссуральной системы мозга в латерализации сна и бодрствования 441
- А. А. Унгиадзе. О функциональном взаимоотношении между энторинальной областью и гиппокампом 445
- Р. А. Сванишвили. Кардиодинамика у спортсменов при мышечной работе 449

БИОХИМИЯ

- Д. Ф. Мешвелишвили. Влияние интраперитонеального введения нипразида и трансаминна на распределение фонда биогенных аминов в фронтальной доле коры и белого вещества подкорки мозга крыс 453
- К. М. Метревели. Динамика газового состава крови при вирусном гепатите 457
- Э. А. Заалишвили, Е. Э. Клейн. О белках синапсомальных мембран 461

МИКРОБИОЛОГИЯ И ВИРУСОЛОГИЯ

- З. В. Орджоникидзе, В. Е. Курашвили, Р. Г. Салакая. Биологическая характеристика стафилококков, выделенных из желчи при хронических заболеваниях желчного пузыря и желчных путей 465

ФИГОПАТОЛОГИЯ

- Л. В. Пайчадзе, З. И. Яременко. Специализация возбудителя желтой ржавчины пшеницы к дикорастущим злакам 469

ЦИТОЛОГИЯ

- Р. К. Беридзе, А. И. Погосян. К познанию природы автотетраплоидов у некоторых представителей дикой и культурной флоры 473

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

- К. И. Кучашвили. Изучение биологических свойств колиштаммов и выделенных колибактериофагов 477

ПАЛЕОБИОЛОГИЯ

- В. Ф. Шувалов, В. М. Чхиквадзе. Бамбу-Худук — новое крупное местонахождение верхнемеловых черепах на юго-западе Монголии 481
- Е. Г. Ахвледиани. О новом роде *Pseudoarcicardium Akhvlediani* gen. nov. из среднекimmerийских отложений Черноморского бассейна 485

ПСИХОЛОГИЯ

- М. А. Цискаридзе, Г. Е. Журавлев. Влияние установки на поведение человека в ситуации выбора 489
- * Г. Ф. Одиладзе. Отражение частот графем и фиксированная установка 494

АРХЕОЛОГИЯ

- * М. С. Пирцхалава. К вопросу о взаимоотношениях скифского мира с населением древней Грузии 498

ИСТОРИЯ ИСКУССТВ

- Б. А. Гулисашвили. Нейтральные автентические лады первой гептатоники в грузинской народной песне 501
- М. Г. Борода. О частотной структуре музыкальных сообщений 505

CONTENTS*

MATHEMATICS

| | |
|---|-----|
| R. I. Chitashvili. A controlled finite Markov chain with an arbitrary set of actions | 276 |
| G. G. Kipiani. Estimates of operator sequences | 280 |
| J. D. Machavariani. Inequalities for singular integrals | 284 |
| G. L. Arsenishvili. A single-line queueing system with the intensity of input flow dependent on the queue length | 288 |
| S. B. Topuria. On one method of summation of double Fourier series | 292 |
| I. A. Melamed. Some characterization problems occurring in the theory of asymptotical estimation of the parameters of translation and scale | 295 |
| M. S. Shkubuliiani. On the differentiation of two-variable functionals | 300 |
| A. I. Mamuchashvili. On the residually finite property of a nilpotent wreath product | 303 |

MECHANICS

| | |
|---|-----|
| A. A. Dzidziguri, A. D. Sepiashvili, D. I. Omiadze. On the application of truncated trigonometric series in analog modelling of wave systems with concentrated controlling action | 308 |
|---|-----|

THEORY OF ELASTICITY

| | |
|---|-----|
| Yu. A. Bezhuashvili. Approximate solutions of some mixed boundary value problems in linked plane thermoelasticity | 312 |
|---|-----|

CYBERNETICS

| | |
|---|-----|
| V. V. Chavchanidze. Abstract theoretical solution of a general problem of pattern recognition from the point of view of conceptual intellect theory | 316 |
| N. D. Nanobashvili, M. I. Shishigin. On one method of redundancy reduction when communicating a set of unordered binary vectors | 320 |
| A. Kh. Giorgadze, T. L. Jebashvili. Towards the decomposition of probabilistic automata | 323 |

PHYSICS

| | |
|--|-----|
| G. P. Samkharadze, O. S. Mikhailov. Concerning the influence of the corona electrode temperature upon the value of the discharge current in the air | 327 |
| G. T. Adamashvili. Spin diffusion and double nuclear resonance | 331 |
| N. P. Kekelidze, G. P. Kekelidze, G. N. Eretsian, S. L. Laitadze, L. S. Milovanova, V. A. Saakian. Electroconductivity of indium phosphide and indium arsenide crystals irradiated with 50 Mev electrons | 335 |

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

GEOPHYSICS

- R. G. Gachechiladze, A. G. Khantadze, G. M. Khocholava, T. A. Gvantseladze. On the numerical solution of a nonstationary equation of ambipolar diffusion 340
- L. I. Tuliani. On the strain distribution in the crust of the Caucasus region 344
- G. I. Buachidze, N. A. Goderdzishvili. On temperature distribution in the earth's crust on the territory of Georgia 348
- G. K. Sulakvelidze, Z. V. Khvedelidze, Ya. G. Sulakvelidze, N. A. Kalandadze, S. M. Nioradze. Some notes on the equations of atmosphere thermodynamics 352

ANALYTICAL CHEMISTRY

- G. V. Tsintsadze, I. Sh. Shatirishvili, F. I. Broushek, G. Sh. Kutateladze. Study of the sorptional behaviour of cadmium on rhodanide forms of home anionites 356

ORGANIC CHEMISTRY

- J. R. Lagidze, E. I. Kerdikoshvili, N. S. Sanikidze, D. Z. Usharauli, R. M. Lagidze. Synthesis of some new aliphatic-aromatic analogues of triethylene phosphorus amide, triethylene phosphorus thioamide and di-(2-chloroethyl) amine 360

PHYSICAL CHEMISTRY

- V. M. Mdivani, V. P. Mosidze, N. M. Chochishvili. A thermogravimetric method for determining the activation energy of dissociation processes 364
- T. G. Andronikashvili, O. S. Banakh. The influence of silver cations on chromatographic properties of type Y zeolites 368

CHEMICAL TECHNOLOGY

- R. I. Agladze, K. P. Gvelesiani. Reduction burning of electrolytic manganese anodic slimes in a boiling bed 372
- A. V. Dididze, A. I. Petrov, N. G. Bekauri, T. S. Shakarashvili. Identification of isoalkanes and cyclanes in the 200°-370° C fraction of Norio petroleum at repeated thermal diffusion 375

PHYSICAL GEOGRAPHY

- R. D. Khazaradze. Quaternary glacial boundaries in Upper Svaneti 380

GEOLOGY

- A. N. Ambokadze. On the relation of mercuric mineralization of Georgia to the local fissure textures 384

PETROLOGY

- D. M. Shengelia, D. N. Ketskhoveli, G. L. Chichinadze. On the find of black potash feldspar in metamorphic rocks 388

STRUCTURAL MECHANICS

- M. G. Kalabegashvili. On the analysis of a disk of piece-wise thickness 392
- G. K. Gabrichidze. On one experimental-analytical technique of the stress-strain investigation of three-dimensional elastic bodies 395

EXPLOITATION OF DEPOSITS AND CONCENTRATION

- A. A. Dzidziguri, A. D. Sepiashvili, T. Sh. Iamanidze. On torsional oscillation damping of a rotary-percussion drilling rig 399
- K. Z. Shubitidze, H. D. Butskhrikidze, G. D. Titvinidze. Water-removal plant automatic control by means of electromagnetic coupling 403
- A. A. Dzidziguri, Yu. D. Tsintsadze, G. V. Cholikidze. On the investigation of transient gas-dynamic processes at mine extraction sections 408

MACHINE BUILDING SCIENCE

- L. K. Vorotyntsev, M. V. Khvingia. On the interaction of forced and auto-parametric vibrations in a system with resonance excitation 412
- D. S. Tavkhelidze, N. V. Demurishvili, N. S. Davitashvili. Towards the kinematic study of four-link plane hinged mechanisms 416
- G. Sh. Tsintsadze. Warping spindle stability and bearing spring tension 420
- V. S. Svanidze. On the disposition of the torsional vibration nodes in the elastic system of vibration machines 424

SOIL SCIENCE

- M. G. Verulava. Absorbed bases content in cinnamonic forest soils in relation to their amelioration 427

PLANT GROWING

- D. I. Oniani. The effect of deep inter-row hoeing of meadow-alluvial soils of vineyards on the growth of the root system 432

BOTANY

- M. I. Gachechiladze. Development of the *Oenothera*-type embryo sac 436

PLANT PHYSIOLOGY

- G. G. Mamulashvili. Transfer of excitation in the plant stem (*Cucurbita Maxima*) under transitory low-temperature influences 439

HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY

- R. S. Rizhinashvili, V. M. Mosidze. The role of the commissural system of the brain in the lateralization of sleep and wakefulness 443
- A. A. Ungiadze. On the functional relationship between the entorhinal area and the hippocampus 448

R. A. Svanishvili. Cardiodynamics of sportsmen in muscular work

BIOCHEMISTRY

- D. F. Meshvelishvili. The influence of intraperitoneal injection of iprazide and transamine on the distribution of biogenic amines in cortical and subcortical white matter of the rat brain 455
- K. M. Metreveli. The dynamics of gas composition of the blood during virus hepatitis 460
- E. A. Zaalishvili, H. E. Klein. On the synaptosomal membrane proteins 464

MICROBIOLOGY AND VIROLOGY

- Z. V. Orjonikidze, V. E. Kurashvili, R. G. Salakaia. The biological characteristics of staphylococci extracted from the bile during chronic diseases of the bile cyst and bile ducts 468

PHYTOPATHOLOGY

- L. V. Paichadze, Z. I. Yaremenko. Specialization of the causal agent of yellow rust to wild grasses 471

CYTOLOGY

- R. K. Beridze, A. I. Pogosyan. Towards the understanding of the nature of autotetraploids in certain representatives of wild and cultivated flora 476

EXPERIMENTAL MEDICINE

- K. I. Kuchashvili. A study of the biological properties of the coli strains and isolated coli bacteriophages 479

PALAEOBIOLOGY

- V. F. Shuvalov, V. M. Chkhikvadze. Bambu-Huduk—a new large occurrence of Upper Cretaceous turtles in south-western Mongolia 484
- H. G. Akhvlediani. A new genus *Pseudoarcicardium* Akhvlediani gen. nov. from the Middle Cimmerian deposits of the Black-Sea region 488

PSYCHOLOGY

- M. A. Tsiskaridze, G. E. Zhuravlov. The influence of set on human behaviour in a choice situation 492
- G. Ph. Odiladze. Reflection of grapheme frequencies and fixated set 495

ARCHAEOLOGY

- M. S. Pirtskhalava. On interrelations of the Scythian world and the population of ancient Georgia 499

HISTORY OF ART

- B. A. Gulisashvili. Neutral authentic modes of the first heptatonic in Georgian folk song 504
- M. G. Boroda. On the frequency structure of musical information 508



Р. Я. ЧИГАШВИЛИ

УПРАВЛЯЕМАЯ КОНЕЧНАЯ ЦЕПЬ МАРКОВА С
 ПРОИЗВОЛЬНЫМ МНОЖЕСТВОМ РЕШЕНИЙ

(Представлено академиком И. Н. Векua 7.3.1974)

Рассматривается управляемая цепь Маркова, определяемая совокупностью следующих объектов: конечного множества S состояний $s \in S$, произвольного множества A решений $a \in A$, семейства переходных вероятностей $\{Q_{ss'}^a; Q_{ss'}^a \geq 0, \sum_{s'} Q_{ss'}^a = 1, s, s' \in S, a \in A\}$, некоторого множества

Ω с неубывающим семейством $\{F_n; n \geq 1\}$ σ -алгебр подмножеств Ω , двумерной последовательности $\{s_n, a_n; n \geq 1\}$ отображений Ω в S и A и марковского момента τ , согласованных с $\{F_n; n \geq 1\}$, семействах всех вероятностных мер $\{P^\pi; \pi \in \Pi\}$ со следующим свойством условных распределений:

$$P^\pi \{s_{n+1} = s' / F_n\} = Q_{s_n s'}^{a_n}, \quad P^\pi \{\tau = n + 1 / F_n \{\tau > n\}\} = \delta,$$

$$0 \leq \delta \leq 1, \quad n \geq 1, \quad s' \in S.$$

Распределение $\{s_n, a_n; n \geq 1\}$ полностью определяется заданием политики $\pi \in \Pi$, т. е. семейства условных вероятностей

$$\pi = \{\pi_n(B) = P^\pi \{a_n \in B / F_{n-1} \{s_n = s\}\}, \quad s \in S, \quad B \subset A, \quad n \geq 1\}.$$

Политика называется марковской, если $\pi_n(B) = P^\pi \{a_n \in B / s_n = s\}$, $s \in S$, $B \subset A$, $n \geq 1$, нерандомизованной марковской, если при этом $\pi_n(B)$ вырождены, и стационарной, если дополнительно $\pi_n(B)$ не зависят от n . В последнем случае политика π отождествляется с функцией f , отображающей S в A , для которой $\pi_n(\{a\}) = 1$ при $f(s_n) = a$.

Через $E_s^\pi L$ обозначаются условные средние $E^\pi \{L / s_1 = s\}$ по мере P^π от случайных величин L ; при векторной записи индекс s опускается.

Критерием оптимальности служит максимизация среднего

$$R_s^\pi(s) = E_s^\pi L, \quad \text{где } L = \sum_{n=1}^{\tau} r(s_n, a_n) + c(s_\tau, a_\tau) \text{ и } r(s, a), \quad c(s, a) -$$

числовые ограниченные функции, определенные на $S \times A$. В A предполагается введенной метрика $\rho(a, a') = \|Q^a - Q^{a'}\| + \|r^a - r^{a'}\| + \|c^a - c^{a'}\|$, $a, a' \in A$, где $\|Q^a\|$ — норма матрицы Q^a , $\|r^a\|$, $\|c^a\|$ — нормы соответствующих векторов, вследствие чего A оказывается вложенным в действительное

18445



конечномерное пространство. Множество стационарных политик обозначается через F , \bar{F} —замыкание F , соответствующее метрике ρ .

Политика π_ε называется (k, ε) -оптимальной, если

$$\liminf_{\delta \rightarrow 0} \delta^{-k} (R_\delta^{\pi_\varepsilon} - R_\delta^\pi) \geq -\varepsilon \quad \text{при всех } \pi \in \Pi,$$

$(k, 0)$ -оптимальная политика называется просто k -оптимальной, $k \geq -1$, $\varepsilon > 0$. Множество k -оптимальных политик обозначается через $\Pi'_k(F_k)$.

Нижеприведенная теорема 1 сводит вопрос существования (k, ε) -оптимальных политик в Π к вопросу существования стационарных политик из F , (k, ε) -оптимальных в \bar{F} . В теореме 2 приводятся условия существования (k, ε) -оптимальных и k -оптимальных в \bar{F} политик и дается описание k -оптимальных стационарных политик в терминах уравнений для членов разложения R_δ^f по степеням δ .

Для $f \in \bar{F}$ через Q^f , r^f , c^f обозначаются матрица $Q^{f(s)}$ и векторы $r(s, f(s))$, $c(s, f(s))$, $s, s' \in S$. Из определения получаем, что R_δ^f разлагается в ряд Лорана в окрестности точки $\delta = 0$:

$$R_\delta^f = [I - (1 - \delta)Q^f]^{-1} (r^f + \delta c^f) = \sum_{n=-1}^{\infty} \delta^n R_n^f.$$

Если для матрицы Q^f ввести матрицы \bar{Q}^f , H , где $\bar{Q}^f = \lim_{N \rightarrow \infty} N^{-1} \times \sum_{n=0}^{N-1} (Q^f)^n$ —матрица стационарных вероятностей и $H = [I - Q^f + \bar{Q}^f]^{-1} - \bar{Q}^f$ так называемая фундаментальная матрица, то можно получить

$$R_{-1}^f = \bar{Q}^f r^f, \quad R_0^f = H^f r^f + \bar{Q}^f c^f, \quad R_n^f = (-1)^n (Q^f)^{n-1} (H^f)^n [Q^f H^f r^f - c^f], \quad n > 1.$$

Введем лексикографическое упорядочение в пространстве последовательностей векторов $(R_n, n \geq -1)$, в соответствии с которым

$$(R_n, n \geq -1) > 0$$

тогда и только тогда, когда первый ненулевой член в последовательности $(R_n(s), n \geq -1)$ положителен при всех $s \in S$. Через $\overline{\sup}$ обозначим супремум по такому упорядочению. Пусть

$$(R'_n, n \geq -1) = \overline{\sup}_{f \in \bar{F}} (R_n^f, n \geq -1).$$

Пусть T_k^f обозначает оператор, отображающий пространство векторов $(R_n, -1 \leq n \leq k)$ в себя, определяемый из

$$T_k^f(R_n, -1 \leq n \leq k) = (R'_n, -1 \leq n \leq k),$$

где

$$R'_{-1} = Q^f R_{-1}, \quad R'_0 = Q^f R_0 + r^f - Q^f R_{-1}, \quad R'_1 = Q^f R_1 + c^f - Q^f R_0, \\ R'_n = Q^f R_n - Q^f R_{n-1}, \quad n > 1.$$

Через U_k обозначим оператор $U_k = \sup_{f \in \bar{F}} T_k^f$.

Лемма. Для всех $f \in \bar{F}$ ($R_n^f, -1 \leq n \leq k$) представляет единственное решение уравнения

$$(R_n^f, -1 \leq n \leq k+1) = T_{k+1}^f(R_n^f, -1 \leq n \leq k+1).$$

Если $(R_n^f, -1 \leq n \leq k+1)$ конечен, то он удовлетворяет уравнению

$$(R_n^f, -1 \leq n \leq k+1) = U_{k+1}(R_n^f, -1 \leq n \leq k+1).$$

При этом $(R_n^f, -1 \leq n \leq k)$ представляет единственное решение этого уравнения.

В частности, уравнение

$$R = \sup_{f \in \bar{F}} [r^f + Q^f R]$$

Имеет решение тогда и только тогда, когда $\sup_{f \in \bar{F}} \bar{P}^f r^f = 0$ и $\sup_{f \in \bar{F}_{-1}} H^f r^f$ конечен, множество всех решений этого уравнения исчерпывается векторами вида $R = \sup_{f \in \bar{F}_{-1}} [H^f r^f + \bar{P}^f c^f]$, где $c^f, f \in \bar{F}$, — некоторый вектор.

Обозначим через $\bar{F}_m, -1 \leq m$, подмножества \bar{F} :

$$\bar{F}_m = \{f: T_m^f(R_n^f, -1 \leq n \leq m) = (R_n^f, -1 \leq n \leq m)\}.$$

Теорема 1. Если существует (k, ε) -оптимальная политика в Π , то существует (k, ε) -оптимальная политика в \bar{F} , причем

$$\liminf_{\delta \rightarrow 0} \delta^{-k} \left[\sup_{f \in \bar{F}_{k-1}} R_\delta^f - \sup_{\pi \in \Pi_{k-1}} R_\delta^\pi \right] = 0$$

и

$$\lim_{\delta \rightarrow 0} \delta^{-k} \left[\sup_{f \in \bar{F}_{k-1}} R_\delta^f - \sum_{n=1}^{k-1} \delta^n R_n^f \right] = R_k^f.$$

Теорема 2. Если $\sup_{f \in \bar{F}} (R_n^f, -1 \leq n \leq k) = (R_n^f, -1 \leq n \leq k)$ конечен, то (k, ε) -оптимальная политика в F существует тогда и только тогда, когда $\bar{P}^f \bar{R}_{-1} \geq \bar{P}^f r^f, f \in \bar{F}, \bar{P}^f \bar{R}_0 \geq \bar{P}^f c^f, f \in \bar{F}_{k-1}, \bar{P}^f \bar{R}_n \geq 0, f \in \bar{F}_{k-1}$ при $n > 0$. Политика $f \in F$ k -оптимальна тогда и только тогда, когда $f \in \bar{F}_k$ и $\bar{P}^f R_{-1} = \bar{P}^f r^f$ при $k = -1, \bar{P}^f R_0 = \bar{P}^f c^f$ при $k = 0, \bar{P}^f R_k = 0$ при $k > 0$.

Заметим, что, в отличие от случая конечного множества A , рассмотренного в работах [1, 2], когда существует k -оптимальная стационарная

ნარნაჲ პოლიტიკა ვ F , ვ ნაშე სლუაჲ მჲჲე ნე სუჲსტოვოვარე (k, ε) -ოპტიმალნოჲ სტაციონარნოჲ პოლიტიკი ვ F .

Пример 1. $S = \{1, 2\}$, $A = \{0, 1\}$, $Q_{ii}^1 = 1$, $Q_{ii}^2 = a$, $r(1, a) = 0$, $r(2, a) = 1$.
 Для стационарной политики $f(2) = a < 1$, $R_{-1}^f(2) = 0$, тогда как для марковской политики $\pi = \{\pi_n, n \geq 1\}$, $\pi_n(\{a_n\} / s_n = 2) = 1$, такой, что

$\lim_{N \rightarrow \infty} \prod_{n=1}^N a_n = 1 - \varepsilon$, $\lim_{\delta \rightarrow 0} \delta R_\delta^f(2) = 1 - \varepsilon$, и не существует $(\varepsilon, -1)$ -оптимальной стационарной политики.

მალნოჲ სტაციონარნოჲ პოლიტიკი.

Академия наук Грузинской ССР

Институт экономики и права

(Поступило 7.3.1974)

მათემატიკა

6. ჩიბაშვილი

მართვადი სასრული მარკოვის ჯაჭვი გადაწყვეტილებათა
 ზოგადი სიმრავლით

რეზიუმე

განხილულია სასრული მარკოვის ჯაჭვის მართვის ამოცანა გადაწყვეტილებათა ზოგადი სიმრავლის და შეწყვეტის ალბათობის მცირე მნიშვნელობებისათვის. ნაჩვენებია, რომ სტაციონარული პოლიტიკების სიმრავლის ჩაკეტვაში არსებობს (k, ε) -ოპტიმალური პოლიტიკები. მოყვანილია აუცილებელი და საკმარისი პირობები (k, ε) -ოპტიმალური და k -ოპტიმალური სტაციონარული პოლიტიკების არსებობისა არაწრფივ განტოლებათა სისტემის ამოხსნათა ტერმინებში.

MATHEMATICS

R. I. CHITASHVILI

A CONTROLLED FINITE MARKOV CHAIN WITH AN ARBITRARY SET OF ACTIONS

Summary

The paper deals with the problem of controlling a finite Markov chain in the case of an arbitrary set of actions and a small probability of termination. It is shown that there exists a stationary (k, ε) -optimal policy in the closure of the set of stationary policies. The necessary and sufficient conditions of existence of (k, ε) -optimal and k -optimal stationary policies are obtained in terms of solutions of the system of nonlinear equations.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. D. Blackwell. Discrete dynamic programming. The Annals of Math. Stat., vol. 33, 1962.
2. A. F. Veinott Jr. Discrete dynamic programming with sensitive discount optimality criteria. The Annals of Math. Stat., vol. 40, 1969.

Г. Г. КИПИАНИ

ОЦЕНКИ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ ОПЕРАТОРОВ

(Представлено членом-корреспондентом Академии В. Г. Челидзе 5.4.1974)

Пусть (Ω, F, μ) — пространство с конечной μ -мерой, T_n — последовательность линейных непрерывных по мере операторов, действующих из $L_p(\Omega, F, \mu)$ ($1 \leq p < \infty$) в пространство измеримых конечных почти всюду функций.

В работе [1] Сейер доказал следующую теорему:

Теорема 1. Пусть

$$T^*(f, x) = \sup_n |T_n(f, x)|,$$

\mathcal{E} — некоторое эргодическое семейство преобразований Ω , сохраняющих меру, и пусть для любого $E \in \mathcal{E}$ и любой функции $f \in L_p(\Omega, F, \mu)$ ($1 \leq p \leq 2$) выполняется неравенство

$$T^*(Ef, x) \geq T^*(f, Ex)$$

почти всюду на Ω , где $Ef(t) = f(Et)$.

Если при этих предположениях

$$T^*(f, x) < \infty$$

почти всюду на Ω для любой функции $f \in L_p(\Omega, F, \mu)$ ($1 \leq p \leq 2$), тогда оператор $T^*(f, x)$ имеет слабый тип (p, p) , т. е.

$$\mu\{x : T^*(f, x) > \lambda\} \leq \frac{C}{\lambda^p} \|f\|_{L_p}^p$$

для всех $\lambda > 0$ и всех $f \in L_p(\Omega, F, \mu)$ ($1 \leq p \leq 2$).

Эта теорема обобщает теорему, полученную Штейном в работе [2].

Сейер заметил также, что теорема остается справедливой и тогда, когда $2 < p < \infty$, если операторы T_n положительны.

Е. М. Никишин в работах [3—5] исследовал аналогичные вопросы для надлинейных операторов и получил ряд теорем, в некотором смысле обобщающих теорему 1. Полученные результаты Е. М. Никишин применил, в частности, для исследования различных видов сходимости ортогональных рядов.

В настоящей статье мы рассмотрим оператор вида

$$T(f, \lambda) = \sup_n \mu\{x : |T_n(f, x)| > \lambda\},$$

где T_n — указанная выше последовательность.

Справедливы следующие леммы и теоремы:

Лемма 1. Если

$$\lim_{\lambda \rightarrow \infty} T(f, \lambda) = 0$$

для всех $f \in L_p(\Omega, F, \mu)$ ($1 \leq p < \infty$), тогда имеется положительная убывающая функция $C(\lambda)$, определенная для $\lambda > 0$ стремящаяся к нулю, когда $\lambda \rightarrow \infty$, такая, что для всех $f \in L_p(\Omega, F, \mu)$ ($1 \leq p < \infty$) справедливо неравенство

$$T(f, \lambda \|f\|_{L_p}) \leq C(\lambda) \quad (1)$$

для любого $\lambda > 0$.

Заметим, что лемма 1 остается справедливой, если пространство $L_p(\Omega, F, \mu)$ заменить произвольным полным нормированным пространством, а от операторов T_n потребовать вместо линейности сублинейность (см. [6], стр. 167).

Лемма 2. Если операторы $T(f, \lambda)$ удовлетворяют неравенству (1), тогда система функций $f \in L_p(\Omega, F, \mu)$ ($1 \leq p < \infty$), для которой последовательность $T_n(f, x)$ сходится по мере, является замкнутой.

Используя лемму 1 и метод доказательства теоремы 1, можно доказать следующую теорему:

Теорема 2. Пусть \mathcal{E} — некоторое эргодическое семейство преобразований Ω , сохраняющих меру, и пусть для каждого $E \in \mathcal{E}$, каждого T_n и любой функции $f \in L_p(\Omega, F, \mu)$ ($1 \leq p \leq 2$) имеет место неравенство

$$T_n(Ef, x) \geq T_n(f, Ex)$$

почти всюду на Ω .

При этих предположениях условие

$$\lim_{\lambda \rightarrow \infty} T(f, \lambda) = 0$$

для любой функции $f \in L_p(\Omega, F, \mu)$ ($1 \leq p \leq 2$) и неравенство

$$T(f, \lambda) \leq \frac{C}{\lambda^p} \|f\|_{L_p}^p$$

для любой функции $f \in L_p(\Omega, F, \mu)$ ($1 \leq p \leq 2$) являются эквивалентными.

Заметим, что теорема остается справедливой для $2 < p < \infty$, если операторы T_n положительны.

Приведем теперь примеры, иллюстрирующие возможность применения приведенных результатов.

Пусть $\{\varphi_n(x)\}$ — система ограниченных функций F измеримых на Ω . Для любой функции $f \in L_p(\Omega, F, \mu)$ ($1 \leq p < \infty$) составим ряд

$$\sum_{k=1}^{\infty} a_k \varphi_k(x),$$

где

$$a_k = \int_{\Omega} f(t) \cdot \varphi_k(t) d\mu.$$

Можно показать, что

$$T_n(f, x) = \sum_{k=1}^n a_k \varphi_k(x)$$

есть непрерывные по мере и линейные операторы.

Из лемм 1 и 2 следует

Теорема 3. Для того чтобы ряд (2) сходилась по мере на Ω для любой функции $f \in L_p(\Omega, F, \mu)$ ($1 \leq p < \infty$), необходимо и достаточно, чтобы ряд (2) сходилась по мере для любой функции $f \in A$, где A — какое-нибудь всюду плотное в $L_p(\Omega, F, \mu)$ ($1 \leq p < \infty$) множество функций, и для любой $f \in L_p(\Omega, F, \mu)$ ($1 \leq p < \infty$) выполнялось условие

$$\lim_{\lambda \rightarrow \infty} \sup_n \mu \left\{ x : \left| \sum_{k=1}^n a_k \varphi_k(x) \right| > \lambda \right\} = 0.$$

Аналогично, рассматривая оператор

$$T'_n(f, x) = \sum_{k=1}^n |a_k \varphi_k(x)|$$

и учитывая замечания к лемме 1, при помощи теоремы Ф. Рисса (см. [7], стр. 110) можно доказать следующую теорему:

Теорема 4. Для того чтобы ряд (2) сходилась абсолютно почти всюду на Ω для любой функции $f \in L_p(\Omega, F, \mu)$ ($1 \leq p < \infty$), необходимо и достаточно, чтобы ряд (2) сходилась абсолютно почти всюду на Ω для любой функции $f \in A$, где A — какое-нибудь всюду плотное в $L_p(\Omega, F, \mu)$ ($1 \leq p < \infty$) множество функций, и для любой $f \in L_p(\Omega, F, \mu)$ ($1 \leq p < \infty$) выполнялось условие

$$\lim_{\lambda \rightarrow \infty} \sup_n \mu \left\{ x : \sum_{k=1}^n |a_k \varphi_k(x)| > \lambda \right\} = 0.$$

Тбилисский государственный университет

(Поступило 11.4.1974)

მათემატიკა

ბ. უიზიანი

ოპერატორთა მიმდევრობის შეფასებები

რეზიუმე

ვთქვათ (Ω, F, μ) სივრცეა სასრული μ ზომით, T_n წრფივი ზომით უწყვეტი $L_p(\Omega, F, \mu)$ ($1 \leq p < \infty$) სივრციდან თითქმის ყველგან შემოსაზღვრულ ფუნქციათა სივრცეში მოქმედ ოპერატორთა მიმდევრობაა.

ნაშრომში მიღებულია შეფასებები ოპერატორისთვის

$$T(f, \lambda) = \sup_n \mu \{x : |T_n(f, x)| > \lambda\}$$

და მოცემულია მიღებული შედეგების ზოგიერთი შესაძლებელი გამოყენება, კერძოდ, ორთოგონალური მწკრივის სხვადასხვა სახის კრებადობისათვის.

MATHEMATICS

G. G. KIPIANI

ESTIMATES OF OPERATOR SEQUENCES

Summary

Let (Ω, F, μ) be a space with finite μ measure and T_n a sequence of operators which are linearly continuous by measure and act from $L_p(\Omega, F, \mu)$ ($1 \leq p < \infty$) into the space of finite functions measurable almost everywhere.

In the paper the estimates are obtained for an operator of the form

$$T(f, \lambda) = \sup_n \mu \{x : |T_n(f, x)| > \lambda\}$$

and some possible applications of the obtained results are indicated, in particular for various types of convergence of orthogonal series.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. S. Sawyer. Ann. Math., 84, № 1, 1966, 157—173.
2. E. M. Stein. Ann. Math., 74, 1961, 140—170.
3. E. M. Никишин. УМН, т. 25, вып. 6, 1970, 129—191.
4. E. M. Никишин. Докт. дисс., 1971.
5. E. M. Никишин. Изв. АН СССР, сер. матем., т. 36, № 4, 1972, 795—813.
6. А. Зигмунд. Тригонометрические ряды, т. II. М., 1965.
7. И. П. Натансон. Теория функций вещественной переменной. М., 1957.



И. Д. МАЧАВАРИАНИ

НЕРАВЕНСТВА ДЛЯ ОСОБЫХ ИНТЕГРАЛОВ

(Представлено академиком В. Д. Купрадзе 3.4.1974)

Пусть Γ — простая спрямляемая кривая, уравнение которой относительно дуговой абсциссы $s \in [0, l]$ имеет вид $\zeta = \zeta(s)$.

В дальнейшем через $\Theta = \Theta(r)$, $r > 0$ обозначается некоторая неотрицательная функция, такая, что при некотором $\alpha \in [0, 1]$ функция $r^\alpha \Theta(r)$ представляет собой ограниченную и неубывающую функцию. Через $\Pi = \Pi(\zeta, \eta)$ обозначим функцию двух переменных, определенную на $\Gamma \times \Gamma$, неотрицательную, ограниченную и полунепрерывную снизу. Положим

$$H_\alpha^*(\Theta, \Pi, \Gamma) = \{f: f(\zeta) - f(\eta) = O(|\zeta - \eta|^\alpha \Theta(|\zeta - \eta|)) \Pi(\zeta, \eta), \zeta, \eta \in \Gamma\},$$

$$H_\alpha^*(\Theta, \Gamma) = \left\{ f: f(\zeta) - f(\eta) = O \left(|\zeta - \eta| \int_{|\zeta - \eta|}^{\infty} r^{-2+\alpha} \Theta(r) dr \right), \zeta, \eta \in \Gamma \right\}.$$

Для каждого $\rho > 0$ и $\gamma \in [0, 2\pi]$ определим величины (см. [1], а также [2])

$$U_\Gamma^\Pi(\eta) = \int_0^\infty \rho^{-1} \left(\sum_{\zeta \in K_\rho(\eta)} \Pi(\zeta, \eta) \right) d\rho, \quad K_\rho(\eta) = \{\zeta: \zeta \in \Gamma; |\zeta - \eta| = \rho\},$$

$$V_\Gamma^\Pi(\eta) = \int_0^{2\pi} \left(\sum_{\zeta \in \Delta_\gamma(\eta)} \Pi(\zeta, \eta) \right) d\gamma, \quad \Delta_\gamma(\eta) = \{\zeta: \zeta \in \Gamma; \zeta = \eta + re^{i\gamma}, r > 0\}.$$

При $\Pi \equiv 1$ вместо $V_\Gamma^\Pi(\eta)$ будем писать $R_\Gamma(\eta)$ (см. [3]).

Пусть $f \in L_p(\Gamma)$, $p \geq 1$. Рассмотрим сингулярные интегральные операторы

$$S(f, \zeta_0) = (V \cdot P) \int_\Gamma f(\zeta) (\zeta - \zeta_0)^{-1} d\zeta, \quad A_\Gamma(f, \zeta_0) = \text{Im } S(f, \zeta_0).$$

Пусть $d = \sup_{\zeta, \eta \in \Gamma} |\zeta - \eta|$. Следующие две теоремы имеют место для произвольного спрямляемого контура.

Теорема 1. Пусть $f \in H_\alpha^*(\Theta, \Gamma)$, $\alpha \in (0, 1)$. Далее, предположим, что $\varepsilon \in [0, \alpha]$ и при некотором $\beta \in (0, \alpha - \varepsilon]$ имеет место соотношение

$$\|f\|_\varepsilon \leq (l/2)^\beta (1 - \alpha + \varepsilon)^{-1} M_\alpha^0(f) d^{\alpha - \varepsilon - \beta} \|\Theta\|_\infty, \quad (1)$$

тогда при любом $p > 0$ имеем

$$\|f\|_c \leq \left\{ \frac{\|f\|_p}{K_p(\beta)} \right\}^{\frac{\rho\beta}{1+\rho\beta}} \{(1-\alpha+\varepsilon)^{-1} M_\alpha^0(f) d^{\alpha-\varepsilon-\beta} \|\Theta\mu^\varepsilon\|_\infty\}^{\frac{1}{1+\rho\beta}}.$$

Если же соотношение (1) не выполнено, то

$$\|f\|_c \leq (2/l)^{1/\rho} \frac{\|f\|_p}{K_p(\beta)},$$

где

$$K_p(\beta) = \left\{ \int_{-1}^1 (1-|v|^\beta)^\rho dv \right\}^{1/\rho}, \quad M_\alpha^0(f) = \sup_{\zeta, \eta \in \Gamma} \frac{|f(\zeta) - f(\eta)|}{|\zeta - \eta| \int_{|\zeta-\eta|}^1 r^{-2+\alpha} \Theta(r) dr}.$$

Теорема 2. Пусть $f \in H_\alpha^*(\Theta, \Pi, \Gamma)$, $\alpha \in [0, 1]$ и $\varepsilon \in [0, \alpha]$. Если

$$\|f\|_c \leq (l/2)^{\alpha-\varepsilon} M_{\alpha, \Pi}^0(f) \|\Theta\mu^\varepsilon\|_\infty \|\Pi\|_\infty, \quad (2)$$

то при любом $\rho > 0$ имеем

$$\|f\|_c \leq \left\{ \frac{\|f\|_p}{K_p(\alpha-\varepsilon)} \right\}^{\frac{\rho(\alpha-\varepsilon)}{1+\rho(\alpha-\varepsilon)}} \{M_{\alpha, \Pi}^0(f) \|\Theta\mu^\varepsilon\|_\infty \|\Pi\|_\infty\}^{\frac{1}{1+\rho(\alpha-\varepsilon)}}.$$

Если же (2) не выполнено, то

$$\|f\|_c \leq \frac{\|f\|_p}{K_p(\alpha-\varepsilon)} (2/l)^{1/\rho},$$

где

$$M_{\alpha, \Pi}^0(f) = \sup_{\zeta, \eta} \frac{|f(\zeta) - f(\eta)|}{|\zeta - \eta|^\alpha \Theta(|\zeta - \eta|) \Pi(\zeta, \eta)}.$$

Теорема 3. Пусть $f \in H_\alpha^*(\Theta, \Gamma)$ и $R_\Gamma(\zeta) \in L_p(\Gamma)$, $\rho > 1$. Тогда в зависимости от того, выполнено или нет условие (1), справедливы неравенства

$$\|S(f, \zeta)\|_p \leq A_{\rho, \beta}^{\alpha, \varepsilon}(\Gamma) \{M_\alpha^0(f)\}^{\frac{1}{1+\rho\beta}} \|f\|_p^{\frac{\beta}{1+\rho\beta}},$$

или

$$\|S(f, \zeta)\|_p \leq A_{\rho, \varepsilon}^{\alpha, \varepsilon}(\Gamma) \|f\|_p.$$

Если же $f \in H_\alpha^*(\Theta, \Pi, \Gamma)$ и $R_\Gamma(\zeta) \in L_p(\Gamma)$, $\rho > 1$, то в зависимости от того, выполнено или нет условие (2), справедливы неравенства

$$\|S(f, \zeta)\|_p \leq \tilde{A}_{\rho, \beta}^{\alpha, \varepsilon}(\Gamma) \{M_{\alpha, \Pi}^0(f)\}^{\frac{1}{1+\rho(\alpha-\varepsilon)}} \|f\|_p^{\frac{\alpha-\varepsilon}{1+\rho(\alpha-\varepsilon)}},$$

или

$$\|S(f, \zeta)\|_p \leq \tilde{A}_{\rho, \varepsilon}^{\alpha, \varepsilon}(\Gamma) \|f\|_p,$$

где постоянные $A_{\rho, \beta}^{\alpha, \varepsilon}(\Gamma)$, $A_{\rho, \varepsilon}^{\alpha, \varepsilon}(\Gamma)$, $\tilde{A}_{\rho, \beta}^{\alpha, \varepsilon}(\Gamma)$ и $\tilde{A}_{\rho, \varepsilon}^{\alpha, \varepsilon}(\Gamma)$ не зависят от функции f .

В дальнейшем через $\{f_n\}$ обозначим последовательность функций, таких, что

$$1) f_n \in H_\alpha^*(\Theta, \Pi, \Gamma), \quad 2) \|f - f_n\|_c = o(1), \quad 3) M_{\alpha, \Pi}^0(f_n) \leq B,$$



где B — некоторая постоянная, не зависящая от n . Скажем, что $\Gamma \in I^{\Pi}(\Gamma)$, если $U_{\Gamma}^{\Pi}(\eta) + V_{\Gamma}^{\Pi}(\eta) < +\infty$ для всех $\eta \in \Gamma$.

Теорема 4. Пусть $f \in H_{\alpha}^*(\Theta, \Pi, \Gamma)$, $\alpha \in (0, 1)$, $\Gamma \in I^{\Pi}(\Gamma)$ и $R_{\Gamma}(\zeta) \in L_p(\Gamma)$, $p > 1$. Тогда если для функции $\{f - f_n\}$ и $\{S(f - f_n, \zeta)\}$ выполнены соответственно соотношения (2) и (1), то

$$\|S(f, \zeta) - S(f_n, \zeta)\|_c \leq A_p \|f - f_n\|_c \frac{p^2 \beta (\alpha - \varepsilon)}{(1 + p^2) [1 + p(\alpha - \varepsilon)]}.$$

Если для функции $\{f - f_n\}$ и $\{S(f - f_n, \zeta)\}$ соответственно соотношения (2) и (1) не выполнены, то

$$\|S(f, \zeta) - S(f_n, \zeta)\|_c \leq A \|f - f_n\|_c.$$

Если же для функции $\{f - f_n\}$ выполнено соотношение (2), а соотношение (1) не выполнено для функции $\{S(f - f_n, \zeta)\}$ или же наоборот, то

$$\|S(f, \zeta) - S(f_n, \zeta)\|_c \leq \tilde{A}_p \|f - f_n\|_c \frac{p(\alpha - \varepsilon)}{1 + p(\alpha - \varepsilon)},$$

или же

$$\|S(f, \zeta) - S(f_n, \zeta)\|_c \leq \tilde{\tilde{A}}_p \|f - f_n\|_c \frac{p\beta}{1 + p\beta},$$

где постоянные A_p , A , \tilde{A}_p и $\tilde{\tilde{A}}_p$ не зависят от последовательности f_n .

Теорема 5. Пусть $f \in H_{\alpha}^*(\Theta, \Pi, \Gamma)$ и $\Gamma \in I^{\Pi}(\Gamma)$. Если $R_{\Gamma}(\zeta) \in L_{\infty}(\Gamma)$, тогда, каково бы ни было $\varepsilon > 0$, существует постоянная A_{ε} , такая, что

$$\|S(f, \zeta) - S(f_n, \zeta)\|_c \leq A_{\varepsilon} \|f - f_n\|_c^{\varepsilon}$$

где A_{ε} — положительная постоянная, не зависящая от последовательности f_n .

Для оператора $A_{\Gamma}(f, \zeta)$ аналогичную теорему можно доказать для более общих классов кривых, чем кривые, рассмотренные в предыдущей теореме, а именно, справедлива

Теорема 6. Пусть $f \in H_{\alpha}^*(\Theta, \Pi, \Gamma) \cup H_{\alpha}^*(\Theta, \Gamma)$. Если при некотором $p > 0$ имеем $R_{\Gamma}(\zeta) \in L_p(\Gamma)$, тогда

$$\|A_{\Gamma}(f, \zeta) - A_{\Gamma}(f_n, \zeta)\|_{bc} \leq A_p^{\alpha} \|f - f_n\|_c \frac{p\alpha}{1 + p\alpha},$$

где A_p^{α} — положительная постоянная, не зависящая от последовательности f_n .

Аналогичные результаты получаются для обобщенных особых интегралов (см. [4]). Теоремы сходимости по мере последовательностей особых интегралов в случае сходимости по мере соответствующей последовательности плотностей можно получить из результатов работы [5].

Академия наук Грузинской ССР

Вычислительный центр

(Поступило 5.4.1974)

ი. მახავარიანი

უტოლობები განსაკუთრებული ინტეგრალებისათვის

რეზიუმე

შესწავლილია სინგულარულ ინტეგრალთა თანაბრად კრებადობის საკითხი, როცა შესაბამის სიმკვრივეთა მიმდევრობა თანაბრად კრებადია. დადგენილია კრებადობის სისწრაფე, რომელიც საზოგადოდ დამოკიდებულია წირის გეომეტრიაზე.

MATHEMATICS

I. D. MACHAVARIANI

INEQUALITIES FOR SINGULAR INTEGRALS

Summary

The problem of uniform convergence of a sequence of singular integrals is studied in the case when a sequence of corresponding densities is uniformly convergent. The rate of convergence is obtained, which in the general case is dependent on the geometry of the curve.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. I. Kral, I. Lukes. Czech. Math. J., 22 (96), 1972, 663—682.
2. И. Д. Мачавариანი. Сообщения АН ГССР, 73, № 1, 1974.
3. И. Д. Мачавариანი. Сообщения АН ГССР, 69, № 1, 1973.
4. И. Д. Мачавариანი. Сообщения АН ГССР, 67, № 1, 1972.
5. И. Д. Мачавариანი. Сообщения АН ГССР, 73, № 2, 1974.



Г. Л. АРСЕНИШВИЛИ

ОДНОЛИНЕЙНАЯ СИСТЕМА МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ
 С ЗАВИСЯЩЕЙ ОТ БЕЛИЧИНЫ ОЧЕРЕДИ ИНТЕНСИВНОСТЬЮ
 ВХОДЯЩЕГО ПОТОКА

(Представлено членом-корреспондентом Академии Б. В. Хведелидзе 24.4.1974)

Рассмотрим однолинейную систему массового обслуживания с неограниченной очередью. Входящий поток простейший, а время обслуживания экспоненциальное. На обслуживающее устройство поступает поток требований с параметром λ_1 до тех пор, пока в очереди не накопится s требований. После этого в очередь поступают требования с параметром λ_2 ($\lambda_2 < \lambda_1$). Время обслуживания распределено с параметром μ .

Обозначим: $P_n^{(1)}(t)$ — вероятность того, что к моменту времени t в системе находится n требований ($n=0, 1, 2, \dots, s$); $P_n^{(2)}(t)$ — вероятность того, что к моменту времени t в системе n требований ($n=s+1, s+2, \dots$).

Вероятностные уравнения для такой системы будут иметь следующий вид [1]:

$$\begin{aligned}
 P_0(t + \Delta t) &= P_0(t) [1 - \lambda_1 \Delta t] + P_1^{(1)}(t) \mu \Delta t + o(\Delta t), \\
 P_n^{(1)}(t + \Delta t) &= P_{n-1}^{(1)}(t) \lambda_1 \Delta t + P_{n+1}^{(1)}(t) \mu \Delta t + P_n^{(1)}(t) [1 - \\
 &\quad - \lambda_1 \Delta t - \mu \Delta t] + o(\Delta t) \quad (n=1, 2, \dots, s-1), \\
 P_s^{(1)}(t + \Delta t) &= P_{s-1}^{(1)}(t) \lambda_1 \Delta t + P_{s+1}^{(2)}(t) \mu \Delta t + P_s^{(1)}(t) [1 - \\
 &\quad - \lambda_2 \Delta t - \mu \Delta t] + o(\Delta t), \\
 P_{s+1}^{(2)}(t + \Delta t) &= P_s^{(1)}(t) \lambda_2 \Delta t + P_{s+2}^{(2)}(t) \mu \Delta t + P_{s+1}^{(2)}(t) [1 - \\
 &\quad - \lambda_2 \Delta t - \mu \Delta t] + o(\Delta t), \\
 P_n^{(2)}(t + \Delta t) &= P_{n-1}^{(2)}(t) \lambda_2 \Delta t + P_{n+1}^{(2)}(t) \mu \Delta t + P_n^{(2)}(t) [1 - \\
 &\quad - \lambda_2 \Delta t - \mu \Delta t] + o(\Delta t) \quad (n=s+2, s+3, \dots).
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

Если перейти в (1) к пределу при $\Delta t \rightarrow 0$, легко получить

$$\frac{dP_0(t)}{dt} = -\lambda_1 P_0(t) + \mu P_1^{(1)}(t),$$

$$\frac{dP_n^{(1)}(t)}{dt} = \lambda_1 P_{n-1}^{(1)}(t) - (\lambda_1 + \mu) P_n^{(1)}(t) + \mu P_{n+1}^{(1)}(t) \quad (n=1, 2, \dots, s-1),$$

$$\frac{dP_s^{(1)}(t)}{dt} = \lambda_1 P_{s-1}^{(1)}(t) - (\lambda_2 + \mu) P_s^{(1)}(t) + \mu P_{s+1}^{(2)}(t),
 \tag{2}$$

$$\frac{dP_{s+1}^{(2)}(t)}{dt} = \lambda_2 P_s^{(1)}(t) - (\lambda_2 + \mu) P_{s+1}^{(2)}(t) + \mu P_{s+2}^{(2)}(t),$$

$$\frac{dP_n^{(2)}(t)}{dt} = \lambda_2 P_{n-1}^{(2)} - (\lambda_2 + \mu) P_n^{(2)}(t) + \mu P_{n+1}^{(2)}(t) \quad (n=s+2, s+3, \dots).$$

Нас интересует стационарное решение этой системы. Переходя к пределу при $t \rightarrow \infty$, получаем [1] бесконечную систему линейных алгебраических уравнений:

$$\mu P_1^{(1)} - \lambda_1 P_0 = 0,$$

$$\mu P_{n+1}^{(1)} - (\lambda_1 + \mu) P_n^{(1)} + \lambda_1 P_{n-1}^{(1)} = 0 \quad (n=1, 2, \dots, s-1),$$

$$\mu P_{s+1}^{(2)} - (\lambda_2 + \mu) P_s^{(1)} + \lambda_1 P_{s-1}^{(1)} = 0, \quad (3)$$

$$\mu P_{s+2}^{(2)} - (\lambda_2 + \mu) P_{s+1}^{(2)} + \lambda_2 P_s^{(1)} = 0,$$

$$\mu P_{n+1}^{(2)} - (\lambda_2 + \mu) P_n^{(2)} + \lambda_2 P_{n-1}^{(2)} = 0 \quad (n=s+2, s+3, \dots).$$

Решим эту систему с помощью производящих функций [2]. Обозначим:

$$F^{(1)}(z) = \sum_{n=1}^s P_n^{(1)} z^n, \quad F^{(2)}(z) = \sum_{n=s+1}^{\infty} P_n^{(2)} z^n.$$

Умножив (3) на z^n и просуммировав, получим следующие выражения:

$$F^{(1)}(z) \left[(z-1) \left(z - \frac{\mu}{\lambda_1} \right) \right] \lambda_1 = [\lambda_2 - \lambda_1] P_s^{(1)} z^{s+1} + \\ + \lambda_1 P_s^{(1)} z^{s+2} - \mu P_{s+1}^{(2)} z^{s+1} + \lambda_1 z (1-z) P_0, \quad (4)$$

$$F^{(2)}(z) \left[(z-1) \left(z - \frac{\mu}{\lambda_2} \right) \right] \lambda_2 = z^{s+1} [\mu P_{s+1}^{(2)} - \lambda_2 P_s^{(1)} z]. \quad (5)$$

Если подставить в (4) $z=1$ и $z = \frac{\mu}{\lambda_1}$, получим соответственно

$$P_{s+1}^{(2)} = \rho_2 P_s^{(1)}, \quad (6)$$

$$P_s^{(1)} = \rho_1^s P_0, \quad (7)$$

где $\rho_1 = \frac{\lambda_1}{\mu}$, $\rho_2 = \frac{\lambda_2}{\mu}$. Далее, легко видеть, что

$$F^{(1)}(z) = \rho_1 z \frac{1 - (\rho_1 z)^s}{1 - \rho_1 z} P_0 = P_0 \sum_{n=1}^s \rho_1^n z^n. \quad (8)$$

Следовательно,

$$P_n^{(1)} = \rho_1^n P_0 \quad (n=1, 2, \dots, s).$$

Так как $P_{s+1}^{(2)} = \rho_2 P_s^{(1)}$, то

$$F^{(2)}(z) = \rho_2 \rho_1^s \frac{z^{s+1}}{1 - \rho_2 z} P_0. \quad (10)$$

Вспомнив определение $F^{(2)}(z)$, можно написать

$$P_n^{(2)} = \rho_2^{n-s} \rho_1^s P_0 \quad (n = s+1, s+2, \dots). \quad (11)$$

Для получения явных выражений вероятностей $P_n^{(1)}$ и $P_n^{(2)}$ надо вычислить P_0 . Значение P_0 получаем из нормировочного условия

$$P_0 + \sum_{n=1}^s P_n^{(1)} + \sum_{n=s+1}^{\infty} P_n^{(2)} = 1. \quad (12)$$

Отсюда

$$P_0 = \frac{(1 - \rho_1)(1 - \rho_2)}{1 - \rho_2 - (\rho_1 - \rho_2)\rho_1^s}. \quad (13)$$

Подставляя значение P_0 в (9) и (11), получаем явные выражения для $P_n^{(1)}$ и $P_n^{(2)}$:

$$P_n^{(1)} = \rho_1^n \frac{(1 - \rho_1)(1 - \rho_2)}{(1 - \rho_2) - (\rho_1 - \rho_2)\rho_1^s} \quad (n=1, 2, \dots, s). \quad (14)$$

$$P_n^{(2)} = \rho_1^s \rho_2^{n-s} \frac{(1 - \rho_1)(1 - \rho_2)}{(1 - \rho_2) - (\rho_1 - \rho_2)\rho_1^s} \quad (n=s+1, s+2, \dots). \quad (15)$$

Тбилисский государственный университет

(Поступило 25.4.1974)

მათემატიკა

ბ. არსენიშვილი

ერთარხიანი მასობრივი მომსახურების სისტემა რიგის სიღიღეზე
 დამოკიდებული უმაკვალე ნაკადის ინტენსივობით

რ ე ზ ი უ მ ე

განიხილება ერთარხიანი მასობრივი მომსახურების სისტემა უმარტივესი
 უმაკვალე ნაკადითა და ექსპონენციალური კანონის მიხედვით განაწილებული
 მომსახურების დროთი. როდესაც რიგის სიგრძე მიაღწევს S -ს, უმაკვალე ნაკა-
 დის პარამეტრის მნიშვნელობა λ_1 იცვლება λ_2 -ით.

G. L. ARSENISHVILI

A SINGLE-LINE QUEUEING SYSTEM WITH THE INTENSITY
OF INPUT FLOW DEPENDENT ON THE QUEUE LENGTH

Summary

A single-line queueing system is considered. The intensity of input flow depends on the length of the queue. The probabilities of stationary states are found.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. Я. Хинчин. Работы по математической теории массового обслуживания. М., 1963.
2. К. Н. Мейер. Wartesysteme mit variabler Bearbeitungsrate. Berlin-Heidelberg-New York, 1971.

С. Б. ТОПУРИЯ

ОБ ОДНОМ МЕТОДЕ СУММИРОВАНИЯ ДВОЙНЫХ РЯДОВ ФУРЬЕ

(Представлено членом-корреспондентом Академии В. Г. Челидзе 4.5.1974)

В теории приближения функций различными средними частных сумм ряда Фурье одним из основных вопросов является конкретное указание точек сходимости. Например, с точки зрения теории приближения задача окончательно не решена, если получена только сходимость почти всюду без указания, в каких именно точках имеет место сходимость. В случае функции одной переменной точками суммируемости являются точки Лебега данной суммируемой функции. В случае функций многих переменных этот вопрос является открытым. И. Марцинкевичем и А. Зигмундом [1] доказано, что для любой суммируемой функции $f(x, y)$ ряд Фурье почти всюду суммируем методом $(C, 1, 1)_\lambda$. Однако указать точку суммируемости этого процесса им не удалось. Аналогичные результаты достигнуты и в последующих работах.

В данной статье строится новый процесс суммирования двойных рядов Фурье, посредством которого удается установить не только суммируемость почти всюду, но и указать множество точек полной меры, в которых имеет место суммируемость. Таким образом, для построенного процесса суммирования поставленная задача решена окончательно.

Пусть $f(x, y)$ — суммируемая на $R = (-\pi, \pi; -\pi, \pi)$ и 2π -периодическая функция по каждой переменной в отдельности. Положим

$$\Delta_r(f; x, y) = \frac{2}{\pi r^3} \int_{C(P; r)} [f(t, \tau) - f(x, y)] ds(t, \tau),$$

где $C(P; r)$ — окружность радиуса r с центром в точке $P(x, y)$. Обобщенный оператор Лапласа ([2], стр. 61, [3], стр. 746, [4], стр. 279) $\Delta^* f(P)$ функции $f(P) = f(x, y)$ в точке $P(x, y)$ определяется равенством

$$\Delta^* f(P) = \lim_{r \rightarrow 0} \Delta_r(f; P).$$

Оператор Ω на R определяется равенством ([4], стр. 281, [5], стр. 293)

$$\Omega f(x, y) = \Omega_R f(x, y) = -\frac{1}{2\pi} \iint_R f(t, \tau) g(x, y, t, \tau) dt d\tau,$$

где $g(x, y, t, \tau)$ — функция Грина на R .

Точка $P(x, y)$ называется L^* -точкой функции $f(t, \tau)$, если

$$\iint_{I(P; r)} |f(t, \tau) - f(x, y)| dt d\tau = o(r^2) \text{ при } r \rightarrow 0,$$

где $I(P; r)$ — круг радиуса r с центром в точке $P(x, y)$.

Как известно, если $f \in L(R)$, то почти все точки (x, y) сегмента R являются L^* -точками функции $f(t, \tau)$.

Справедлива ([4], стр. 282, [5], стр. 296).

Лемма А. Пусть $f \in L(R)$ и $P(x, y)$ является L^* -точкой функции $f(t, \tau)$. Тогда $\Omega f(x, y)$ конечна и

$$\Delta^* \Omega f(x, y) = f(x, y).$$

Далее,

$$\begin{aligned} \Delta^*(\sin mx \cos ny) &= \frac{\partial^2}{\partial x^2} (\sin mx \cos ny) + \frac{\partial^2}{\partial y^2} (\sin mx \cos ny) = \\ &= -(m^2 + n^2) \sin mx \cos ny, \end{aligned}$$

откуда ([5], стр. 294)

$$\Omega \Delta^*(\sin mx \cos ny) = -(m^2 + n^2) \Omega (\sin mx \cos ny) = \sin mx \cos ny.$$

Следовательно,

$$\Omega (\sin mx \cos ny) = -\frac{1}{m^2 + n^2} \sin mx \cos ny.$$

Рассмотрим двойной тригонометрический ряд

$$\sum_{m, n=0}^{\infty} \lambda_{m, n} A_{m, n}(x, y), \quad (1)$$

где

$$\lambda_{m, n} = \begin{cases} \frac{1}{4}, & \text{когда } m=n=0, \\ \frac{1}{2}, & \text{когда } m=0, n>0 \text{ или } m>0, n=0, \\ 1, & \text{когда } m>0, n>0, \end{cases}$$

$$\begin{aligned} A_{m, n}(x, y) &= a_{m, n} \cos mx \cos ny + b_{m, n} \sin mx \cos ny + \\ &+ c_{m, n} \cos mx \sin ny + d_{m, n} \sin mx \sin ny. \end{aligned}$$

Из членов ряда (1) составим ряд

$$\begin{aligned} &\frac{a_{0,0}(x^2 + y^2)}{16} - \frac{1}{2} \sum_{m=1}^{\infty} \frac{a_{m,0} \cos mx + b_{m,0} \sin mx}{m^2} - \\ &- \frac{1}{2} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{a_{0,n} \cos ny + c_{0,n} \sin ny}{n^2} - \sum_{m, n=1}^{\infty} \frac{A_{m,n}(x, y)}{m^2 + n^2}. \quad (2) \end{aligned}$$

Допустим, что ряд (2) является рядом Фурье функции $F \in L(R)$.

Определение. Ряд (1) назовем R_1^* -суммируемым к значению $S(x, y)$ в точке $P(x, y)$, если

$$\Delta^* F(x, y) = S(x, y).$$

Справедлива следующая

Лемма. Пусть $f \in L(R)$ и

$$\sigma[f] = \sum_{m, n=0}^{\infty} \lambda_{m,n} A_{m,n}(x, y),$$

тогда $\Omega_R f \in L(R)$ и

$$\sigma[\Omega_R f] = \frac{a_{0,0}(x^2+y^2)}{16} - \sum_{m, n=0}^{\infty} \lambda_{m,n} \frac{1}{m^2+n^2} A_{m,n}(x, y)^{(1)}.$$

Доказательство. В самом деле, как известно ([5], стр. 294), $\Omega_R f \in L(R)$ и потому

$$\begin{aligned} & \iint_R \Omega_R f(x, y) \sin mx \cos ny \, dx dy = \\ &= -\frac{1}{2\pi} \iint_R \sin mx \cos ny \, dx dy \iint_R f(t, \tau) g(x, y; t, \tau) \, dt d\tau = \\ &= -\frac{1}{2\pi} \iint_R f(t, \tau) \, dt d\tau \iint_R \sin mx \cos ny g(x, y; t, \tau) \, dx dy = \\ &= \iint_R f(t, \tau) \Omega(\sin mt \cos n\tau) \, dt d\tau = \\ &= -\frac{1}{m^2+n^2} \iint_R f(t, \tau) \sin mt \cos n\tau \, dt d\tau. \end{aligned}$$

Следовательно,

$$b_{m,n}(\Omega_R f) = -\frac{b_{m,n}(f)}{m^2+n^2}.$$

Аналогично доказываются соответствующие равенства и для других коэффициентов. Лемма доказана.

Теорема. Для любой суммируемой функции $f(x, y)$ ряд $\sigma[f]$ R_1^* -суммируем во всех L^* -точках этой функции к $f(x, y)$.

Доказательство. Пусть

$$\sigma[f] = \sum_{m, n=0}^{\infty} \lambda_{m,n} A_{m,n}(x, y).$$

¹⁾ Где Σ' означает, что $m^2+n^2 \neq 0$.

Тогда, согласно лемме,

$$\sigma[\Omega_R f] = \frac{\alpha_{0,0}(x^2 + y^2)}{16} - \sum_{m,n=0}^{\infty} \frac{\lambda_{m,n}}{m^2 + n^2} A_{m,n}(x, y).$$

Теперь допустим, что точка (x, y) является L^* -точкой функции $f(t, \tau)$. Тогда, в силу леммы А,

$$\Delta^* \Omega_R f(x, y) = f(x, y).$$

Теорема доказана.

Грузинский политехнический институт
им. В. И. Ленина

(Поступило 5.5.1974)

მათემატიკა

ს. თოპურია

ფურიეს ორმაგი მწკრივების შეჯამებადობის ერთი
მეთოდის შესახებ

რეზიუმე

ნაშრომში აგებულია ფურიეს ორმაგი მწკრივების შეჯამებადობის ახალი მეთოდი. მტკიცდება, რომ ორი ცვლადის ჯამებადი ფუნქციის ფურიეს მწკრივი შეჯამებადია მოყვანილი მეთოდით მოცემული ფუნქციისაკენ მის ყოველ L^* -წერტილზე.

MATHEMATICS

S. B. TOPURIA

ON ONE METHOD OF SUMMATION OF DOUBLE FOURIER SERIES

Summary

A new method of summation of double Fourier series is constructed. It is proved that the double Fourier series of the summarized function of two variables is summarized by the above method to the given function in all its L^* -points.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. J. Marcinkiewicz, A. Zygmund. Fund. Math., 32, 1939, 112—132.
2. А. Ф. Тиман, В. Н. Трэфимов. Введение в теорию гармонических функций. М., 1968.
3. И. И. Привалов и В. К. Пчелин. Матем. сб., 2 (44), 1937, 745—758.
4. W. Rudin. Trans. Am. Math. Soc., 68, 1950, 278—286.
5. W. Rudin. Trans. Am. Math. Soc., 68, 1950, 237—303.



И. А. МЕЛМЕД

ХАРАКТЕРИЗАЦИОННЫЕ ЗАДАЧИ, ВОЗНИКАЮЩИЕ ПРИ АСИМПТОТИЧЕСКОМ ОЦЕНИВАНИИ ПАРАМЕТРОВ СДВИГА И МАСШТАБА

(Представлено академиком И. Н. Векуа 3.4.1974)

В этом сообщении мы интересуемся вопросом, когда оценки Пит-эна (см. [1]) и их полиномиальные аналоги асимптотически эквивалентны некоторым общеупотребительным оценкам. Исследуется также вопрос о характеристизации распределений свойством минимума фишеровской информации о θ при мешающем σ .

Обозначим

$$T_h = \left\{ \tilde{\theta} = \tilde{\theta}(x_1, \dots, x_n) : \tilde{\theta} = \bar{x} + sQ_h(Z); \bar{x} = \frac{1}{n} \sum_1^n x_i, \right.$$

$$\left. s^2 = \frac{1}{n} \sum_1^n (x_i - \bar{x})^2, Z = \left(\frac{x_1 - \bar{x}}{s}, \dots, \frac{x_n - \bar{x}}{s} \right) \right\},$$

Q_h (здесь и ниже) — произвольный полином степени не выше k ;

$$T = \{ \tilde{\theta} : \tilde{\theta} = \bar{x} + s\psi(Z) \},$$

ψ (здесь и ниже) — произвольная функция;

$$V_h = \{ \tilde{\sigma} = \tilde{\sigma}(x_1, \dots, x_n) : \tilde{\sigma} = sQ_h(Z) \};$$

$$V = \{ \tilde{\sigma} : \tilde{\sigma} = s\psi(Z) \}.$$

Теорема 1. Пусть x_1, \dots, x_n — простая выборка объема n из совокупности с ф. р. $F\left(\frac{x-\theta}{\sigma}\right)$. Предположим, что $F(x)$ имеет более чем k

точек роста, $\alpha_j = \int_{-\infty}^{\infty} x^j dF(x) < \infty$, $j=1, 2, \dots$ и $\alpha_1=0$. Тогда, для того

чтобы \bar{x} было асимптотически оптимальной оценкой θ в классе T_h , необходимо и достаточно, чтобы либо $\alpha_1, \dots, \alpha_{h+1}$ совпадали с соответствующими моментами некоторого нормального распределения, либо $\alpha_1, \dots, \alpha_{h+1}$ совпадали с одноименными моментами некоторого смешанного (положительного или отрицательного) гамма-распределения. Оценка \bar{x} асимптотически оптимальна в классе T тогда и только тогда, когда $F(x)$ — функция пер-



мльного либо сдвинутого (положительного или отрицательного) распределения.

Теорема 2. Пусть выполнены условия теоремы 1 и, кроме того, $\alpha_3=0$. Тогда, для того чтобы s была асимптотически оптимальной оценкой $\alpha_2^{1/2}\sigma$ в классе V_k , необходимо и достаточно, чтобы $\alpha_1, \dots, \alpha_{k+2}$ совпадали с одноименными моментами распределения, задаваемого плотностью

$$f(x) = \frac{a^{p/2}}{\Gamma\left(\frac{p}{2}\right)} |x|^{p-1} e^{-ax^2}, \quad x \in R^1. \quad (1)$$

Оценка s асимптотически оптимальна в классе V тогда и только тогда, когда $F(x) - \phi$. р. закона (1).

Теорема 2'. Пусть выполнены условия теоремы 2. Для того чтобы s^2 была асимптотически оптимальной оценкой $\alpha_2\sigma^2$ в классе оценок вида

$$\tilde{v}(x_1, \dots, x_n) = s^2 Q_k(Z), \quad (2)$$

необходимо и достаточно, чтобы $\alpha_1, \dots, \alpha_{k+2}$ совпадали с одноименными моментами распределения, задаваемого плотностью (1). Оценка s^2 асимптотически оптимальна в классе оценок вида

$$\tilde{v}(x_1, \dots, x_n) = s^2 \psi(Z) \quad (3)$$

тогда и только тогда, когда $F(x) - \phi$. р. закона (1).

Стоит заметить, что оптимальность $k_n s^2$ (k_n — подходящая постоянная) как оценки $\alpha_2\sigma^2$ в классе (3) при конечном n имеет место только для нормального закона (см. [2]), получающегося из (1) при $p=1$.

Переходя к оцениванию параметра σ ф. р. $F\left(\frac{x}{\sigma}\right)$, введем следующие классы оценок:

$$W = \{\tilde{w} = \tilde{w}(x_1, \dots, x_n) : \forall \lambda > 0 \quad \tilde{w}(\lambda x_1, \dots, \lambda x_n) = \lambda \tilde{w}(x_1, \dots, x_n)\}, \quad (4)$$

$$W_k^{(1)} = \left\{ \tilde{w} = \tilde{w}(x_1, \dots, x_n) : \tilde{w} = a_2^{1/2} Q_k \left(\frac{x_1}{a_2^{1/2}}, \dots, \frac{x_n}{a_2^{1/2}} \right) \right\};$$

$$a_2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i^2, \quad (5)$$

$$W_k^{(2)} = \left\{ \tilde{w} = \tilde{w}(x_1, \dots, x_n); \quad \tilde{w} = x^{-1} Q_k \left(\frac{x_1}{x}, \dots, \frac{x_n}{x} \right) \right\}. \quad (6)$$

Теорема 3. Пусть x_1, \dots, x_n — повторная выборка объема n из совокупности с ф. р. $F\left(\frac{x}{\sigma}\right)$. Предположим, что $F(x)$ имеет более чем k точек роста, $\alpha_j < \infty$, $j=1, 2, \dots$ и $\alpha_1=0$. Тогда, для того чтобы $a_2^{1/2}$ была асимптотически оптимальной оценкой $\alpha_2^{1/2}\sigma$ в классе $W_k^{(1)}$, необходимо и достаточно, чтобы $\alpha_1, \dots, \alpha_{k+2}$ совпадали с одноименными моментами

ფ. რ., задаваемой плотностью (1). Оценка $a_2^{1/2}$ асимптотически оптимальна в классе W тогда и только тогда, когда $F(x) - \phi$. р. закона (1).

Теорема 4. Пусть x_1, \dots, x_n — повторная выборка объема n из совокупности с ф. р. $F\left(\frac{x}{\sigma}\right)$, причем $F(+0) = 0$, $\alpha_j < \infty$, $j = 1, 2, \dots$ и $F(x)$

имеет более чем k точек роста. Тогда, для того чтобы \bar{x} было асимптотически оптимальной оценкой $\alpha_1 \sigma$ в классе $W_k^{(1)}$, необходимо и достаточно, чтобы $\alpha_1, \dots, \alpha_{k+1}$ совпадали с одноименными моментами некоторого гамма-распределения. Оценка \bar{x} асимптотически оптимальна в классе W тогда и только тогда, когда $F(x)$ — функция некоторого гамма-распределения.

Отметим, что подобные характеризационные теоремы для малых выборок рассматривались в [2—5] и других работах.

Рассмотрим теперь класс K_{a_2} абсолютно непрерывных плотностей

$$f(x), \text{ таких, что } J_1 = -\frac{f'(x)}{f(x)} \in L_f^2, \quad J_2 = -\left(1 + x \frac{f'(x)}{f(x)}\right) \in L_f^2,$$

$$\int_{-\infty}^{\infty} x f(x) dx = 0, \quad \int_{-\infty}^{\infty} x^2 f(x) dx = \alpha_2 < \infty. \quad \text{Обозначим } \tilde{J}_1 = J_1 - \frac{J_{12}}{J_{22}} J_2,$$

$$I_{ij} = \int_{-\infty}^{\infty} J_i J_j f(x) dx, \quad i, j = 1, 2; \quad I_j = \int_{-\infty}^{\infty} \tilde{J}_i^2 f(x) dx.$$

I_f имеет смысл фишеровской информации о параметре θ при мешающем σ , содержащейся в наблюдении над совокупностью с плотностью $\frac{1}{\sigma} f\left(\frac{x-\theta}{\sigma}\right)$.

Теорема 5. $\min_{f \in K_{a_2}} I_f$ достигается только на нормальном или сдвинутом (положительном или отрицательном) гамма-распределении.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 5.5.1974)

მათემატიკა

ი. მელაშვილი

დახასიათების წომიერითი ამოცანა, რომელიც ეხება გაწვევის და მასშტაბის პარამეტრების ასიმპტოტურ შეფასებას

რეზიუმე

ნაშრომში წოდებული განაწილების ფუნქციები დახასიათებულია სტანდარტული შეფასებების ასიმპტოტური ოპტიმალობის თვისებით და ფიშერის ინფორმაციის მინიმუმის თვისებით.

I. A. MELAMED

SOME CHARACTERIZATION PROBLEMS OCCURRING IN THE
THEORY OF ASYMPTOTICAL ESTIMATION OF THE PARAMETERS
OF TRANSLATION AND SCALE

Summary

Some analytical problems of the characterization of distributions by means of asymptotical optimality of certain frequently used estimates or by means of the minimum of Fisher information are considered.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. E. Pitman. *Biometrika*, 30, 3—4, 1938.
2. L. Bondesson. *Z. Wahr. verw. Geb.*, 26, 4, 1973.
3. А. А. Зингер, А. М. Каган. Тезисы докладов Вильнюсской международной конференции по теории вероятности и мат. статистике, 1973.
4. А. М. Каган, А. Л. Рухин. *Теория вероятн. и ее примен.*, XII, 4, 1967.
5. L. Bondesson. *Теория вероятн. и ее примен.*, XVIII, 2, 1973.

I. A. MELAMED

SOME CHARACTERIZATION PROBLEMS OCCURRING IN THE
THEORY OF ASYMPTOTICAL ESTIMATION OF THE PARAMETERS
OF TRANSLATION AND SCALE

Summary

Some analytical problems of the characterization of distributions by means of asymptotical optimality of certain frequently used estimates or by means of the minimum of Fisher information are considered.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. E. Pitman. *Biometrika*, 30, 3—4, 1938.
2. L. Bondesson. *Z. Wahr. verw. Geb.*, 26, 4, 1973.
3. А. А. Зингер, А. М. Каган. Тезисы докладов Вильнюсской международной конференции по теории вероятности и мат. статистике, 1973.
4. А. М. Каган, А. Л. Рухин. *Теория вероятн. и ее примен.*, XII, 4, 1967.
5. L. Bondesson. *Теория вероятн. и ее примен.*, XVIII, 2, 1973.



М. С. ШКУБУЛИАНИ

О ДИФФЕРЕНЦИРОВАНИИ ФУНКЦИОНАЛОВ ДВУХ ПЕРЕМЕННЫХ

(Представлено членом-корреспондентом Академии В. Г. Челидзе 14.5.1974)

Для построения современного дифференциального исчисления функционалов многих аргументов и современного вариационного исчисления важное значение имеет разновидность непрерывности функционалов и операторов, порожденных в результате их дифференцирования. Ниже приводятся некоторые достаточные условия усиленной непрерывности функционала и его градиента в банаховых пространствах.

Пусть E_x и E_y — вещественные банаховы пространства, на которых линейные функционалы представимы соответственно скалярными произведениями $(\cdot)_{E_x}$ и $(\cdot)_{E_y}$. Всякую упорядоченную пару элементов $x \in E_x$ и $y \in E_y$ назовем точкой пространства $E_x \times E_y$ и обозначим символом (x, y) . Предположим, что функционал $f(x, y)$ определен для всех пар $(x, y) \in E_x \times E_y$. Назовем $f(x, y)$ непрерывным в точке $(x^*, y^*) \in E_x \times E_y$, если для произвольных последовательностей $\{x_n\} \subset E_x$ и $\{y_n\} \subset E_y$ из условий $\lim_{n \rightarrow \infty} \|x_n - x^*\| = 0$,

$\lim_{n \rightarrow \infty} \|y_n - y^*\| = 0$ вытекает $\lim_{n \rightarrow \infty} f(x_n, y_n) = f(x^*, y^*)$. Функционал $f(x, y)$ непрерывен всюду на $E_x \times E_y$, если он непрерывен для $\forall (x^*, y^*) \in E_x \times E_y$.

Далее, $f(x, y)$ будем называть усиленно непрерывным в точке $(\bar{x}, \bar{y}) \in E_x \times E_y$, если для произвольных последовательностей $\{x_k\} \subset E_x$ и $\{y_k\} \subset E_y$ со слабыми пределами \bar{x} и \bar{y} соответственно имеем $\lim_{k \rightarrow \infty} f(x_k, y_k) = f(\bar{x}, \bar{y})$.

Если $f(x, y)$ усиленно непрерывен во всех точках $(\bar{x}, \bar{y}) \in E_x \times E_y$, то его будем называть усиленно непрерывным на $E_x \times E_y$.

Очевидно, функционал $f(x, y)$, усиленно непрерывный в точке (\bar{x}, \bar{y}) , непрерывен в этой же точке.

Функционал $f(x, y)$ дифференцируем в точке $(x, y) \in E_x \times E_y$ приращении $(\Delta x, \Delta y) \in E_x \times E_y$, $\Delta x \in E_x$, $\Delta y \in E_y$, если существуют два функционала:

$$A = A[(x, y); (\Delta x, \Delta y)] \quad \text{и} \quad \omega_f = \omega_f[(x, y); (\Delta x, \Delta y)],$$

такие,

$$f(x + \Delta x, y + \Delta y) - f(x, y) = A + \omega_f, \tag{1}$$

где A — линейная однородная форма первой степени относительно Δx и Δy , т. е.

$$A[(x, y); (\Delta x, \Delta y)] = L_f^{(x)}(x, y) \Delta x + L_f^{(y)}(x, y) \Delta y, \quad (2)$$

причем $L_f^{(x)}(x, y) \Delta x$ и $L_f^{(y)}(x, y) \Delta y$ — линейные функционалы по Δx и Δy соответственно. Второе слагаемое ω_f удовлетворяет условию

$$\lim_{\|\Delta x\|_{E_x} + \|\Delta y\|_{E_y} \rightarrow 0} \frac{\omega_f[(x, y); (\Delta x, \Delta y)]}{\|\Delta x\|_{E_x} + \|\Delta y\|_{E_y}} = 0 \quad \text{и} \quad \omega_f[(x, y); (\theta_{E_1}, \theta_{E_2})] = 0, \quad (3)$$

где θ_{E_1} и θ_{E_2} — нулевые элементы пространств E_x и E_y соответственно. Если выполнены (1), (2), (3), тогда функционал A назовем полным дифференциалом $f(x, y)$ и обозначим через $df[(x, y); (\Delta x, \Delta y)]$, а $L_f^{(x)}(x, y) \Delta x$ и $L_f^{(y)}(x, y) \Delta y$ назовем частными дифференциалами $f(x, y)$ по x и y , $L_f^{(x)}(x, y)$ и $L_f^{(y)}(x, y)$ — частными производными $f(x, y)$, ω_f — остатком дифференциала $f(x, y)$. Известно [1], что

$$\begin{aligned} L_f^{(x)}(x, y) \Delta x &= \left[\frac{d}{dt} f(x + t \Delta x, y) \right]_{t=0}, \\ L_f^{(y)}(x, y) \Delta y &= \left[\frac{d}{dt} f(x, y + t \Delta y) \right]_{t=0}, \end{aligned} \quad (4)$$

где t — действительный параметр дифференцирования.

Очевидно, имеет место представление

$$\begin{aligned} L_f^{(x)}(x, y) \Delta x &= (L_f^{(x)}(x, y) \cdot \Delta x)_{E_x}, \\ L_f^{(y)}(x, y) \Delta y &= (L_f^{(y)}(x, y) \cdot \Delta y)_{E_y} \end{aligned} \quad (5)$$

и поэтому

$$df[(x, y); (\Delta x, \Delta y)] = (L_f^{(x)}(x, y) \cdot \Delta x)_{E_x} + (L_f^{(y)}(x, y) \cdot \Delta y)_{E_y}, \quad (6)$$

причем $L_f^{(x)}(x, y) \in E_x^*$, $L_f^{(y)}(x, y) \in E_y^*$, где E_x^* и E_y^* — сопряженные к E_x и E_y пространства. Ясно, что с изменением точки (x, y) изменяются частные производные $L_f^{(x)}(x, y)$ и $L_f^{(y)}(x, y)$. Это означает, что они являются операторами (вообще нелинейными), действующими из $E_x \times E_y$ соответственно в E_x^* и E_y^* .

Введем несколько определений. Частную производную, например $L_f^{(x)}(x, y)$, будем называть усиленно непрерывным оператором в точке (\bar{x}, \bar{y}) , $\bar{x} \in E_x$, $\bar{y} \in E_y$, по совокупности своих аргументов, если для любых последовательностей $\{x_n\} \subset E_x$ и $\{y_n\} \subset E_y$, которые слабо сходятся соответственно к слабым пределам \bar{x} и \bar{y} , имеем $L_f^{(x)}(x_n, y_n) \Rightarrow L_f^{(x)}(\bar{x}, \bar{y})$. Если же из $x_n \xrightarrow{\text{сл}} \bar{x}$, $y_n \xrightarrow{\text{сл}} \bar{y}$ вытекает $L_f^{(x)}(x_n, y_n) \xrightarrow{\text{сл}} L_f^{(x)}(\bar{x}, \bar{y})$, то оператор $L_f^{(x)}(x, y)$ будем называть слабо непрерывным в точке (\bar{x}, \bar{y}) .

Далее, $L_f^{(x)}(x, y)$ непрерывен по совокупности своих аргументов в точке (x^*, y^*) , $x^* \in E_x$, $y^* \in E_y$, если для любых последовательностей $\{x\} \subset E_x$ и $\{y\} \subset E_y$, сходящихся по норме соответственно к пределам x^* и y^* , имеем $L_f^{(x)}(x_n, y_n) \Rightarrow L_f^{(x)}(x^*, y^*)$. Если же из $x_n \Rightarrow x^*$, $y_n \Rightarrow y^*$ следует $L_f^{(x)}(x_n, y_n) \xrightarrow{\text{сл}} L_f^{(x)}(x^*, y^*)$, то $L_f^{(x)}(x, y)$ будем называть ослабленно непрерывным в точке (x^*, y^*) .

Оператор, усиленно непрерывный (непрерывный, слабо непрерывный, ослабленно непрерывный) в каждой точке (x, y) , будем называть усиленно непрерывным (непрерывным, слабо непрерывным, ослабленно непрерывным) всюду на $E_x \times E_y$.

Оператор двух переменных $L^{(\varphi)}(x, y)$, усиленно непрерывный на $E_x \times E_y$, непрерывен, слабо непрерывен и ослабленно непрерывен на $E_x \times E_y$. Доказывается это так же, как для оператора, зависящего от одного аргумента [2—4].

Допустим, что для дифференцируемого на $E_x \times E_y$ функционала $f(x, y)$ существуют два функционала $l' \in E_x$, $l'' \in E_y$, линейных на E_x и E_y соответственно, и постоянная $\mu > 0$, такие, что равномерный относительно $(x, y) \in E_x \times E_y$ остаток дифференцирования удовлетворяет условию

$$|\omega_f[(x, y); (\Delta x, \Delta y)]| \leq \mu |l'(\Delta x) + l''(\Delta y)|. \quad (7)$$

Имеет место следующая

Теорема. Если $f(x, y)$ дифференцируем на $E_x \times E_y$ и остаток его дифференцирования удовлетворяет условию (7), то $f(x, y)$ усиленно непрерывен всюду на $E_x \times E_y$.

Для установления усиленной непрерывности функционала $f(x, y)$ можно воспользоваться другим условием, отличным от (7), накладываемым на остаток дифференцирования ω_f . Речь идет о справедливости следующего предложения:

Теорема. Пусть $\{\Delta x_n\} \subset E_x$ и $\{\Delta y_n\} \subset E_y$ — две последовательности, такие, что $\Delta x_n \xrightarrow{\text{сл}} \theta_{E_x}$ и $\Delta y_n \xrightarrow{\text{сл}} \theta_{E_y}$ при $n \rightarrow \infty$, остаток дифференцирования функционала $f(x, y)$ удовлетворяет условию

$$\omega_f[(x, y), (\Delta x_n, \Delta y_n)] \rightarrow \omega_f[(x, y); (\theta_{E_x}, \theta_{E_y})] = 0,$$

тогда $f(x, y)$ усиленно непрерывен на $E_x \times E_y$.

В следующей теореме приводятся достаточные условия усиленной непрерывности операторов $L^{(\varphi)}(x, y)$ и $L^{(\psi)}(x, y)$ в случае, когда E_x и E_y есть самосопряженные пространства.

Теорема. Пусть выполнены следующие условия:

- 1) $f(x, y)$ — усиленно непрерывный дифференцируемый функционал на $E_x \times E_y$;
- 2) $L^{(\varphi)}(x, y)$ и $L^{(\psi)}(x, y)$ — слабо непрерывные операторы на $E_x \times E_y$;
- 3) функционал $\omega_f[(x, y); (\Delta x, \Delta y)]$ усиленно непрерывен по совокупности своих аргументов.

Тогда $L^{(\varphi)}(x, y)$ и $L^{(\psi)}(x, y)$ суть усиленно непрерывные операторы на $E_x \times E_y$, действующие соответственно из $E_x \times E_y$ в E_x и E_y .

Другие достаточные условия усиленной непрерывности (непрерывности, слабой непрерывности, ослабленной непрерывности) операторов $L^{(\varphi)}(x, y)$ и $L^{(\psi)}(x, y)$ будут представлены отдельно.

მ. შკუბულიანი

ორი ცვლადის ფუნქციონალის დიფერენცირების შესახებ

რეზიუმე

შრომში შესწავლილია ორი ცვლადის ფუნქციონალის და მისი დიფერენცირებით წარმოქმნილი ოპერატორების ძლიერი უწყვეტობის საკმარისი პირობები.

MATHEMATICS

M. S. SHKUBULIANI

ON THE DIFFERENTIATION OF TWO-VARIABLE FUNCTIONALS

Summary

Sufficient conditions for strong continuity of two-variable functionals and operators derived through their differentiation are studied.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Л. А. Люстерник, В. И. Собслев. Элементы функционального анализа. М., 1965.
2. К. Э. Цитланадзе. Сообщения АН ГССР, 64, № 1, 1971, 29—32.
3. К. Э. Цитланадзе. Сообщения АН ГССР, 64, № 2, 1971, 285—288.
4. Э. С. Цитланадзе. Матем. сб., 29 (71), 1951, 3—12.



А. И. МАМУЧИШВИЛИ

О ФИНИТНОЙ АППРОКСИМИРУЕМОСТИ НИЛЬПОТЕНТНОГО СПЛЕТЕНИЯ

(Представлено академиком Г. С. Чогошвили 5.7.1974)

Известен следующий результат Грюнберга [1]: пусть группы A и B финитно аппроксимируемы; их дискретное сплетение $P = A \wr B$ финитно аппроксимируемо тогда и только тогда, когда либо группа B конечна, либо группа A абелева.

Естественно, возникает вопрос, справедлива ли аналогичная теорема для произвольного вербального сплетения. Как показывает пример, приведенный в конце статьи, в общем случае это не так.

В данной статье дается необходимое и достаточное условие финитной аппроксимируемости нильпотентного сплетения, когда пассивная группа конечно порождена.

Предложение 1. Пусть k -ступенно нильпотентное сплетение $P = A \wr B$ групп A и B финитно аппроксимируемо и группа B бесконечна.

Υ_{k+1}
Тогда A — k -ступенно нильпотентная группа.

Предположим, что группа A не является k -ступенно нильпотентной. Покажем, что в этом случае $1 \neq \Upsilon_{k+1}(A) \leq B^P$, где B^P — нормальное замыкание группы B в P , а через $\Upsilon_{k+1}(A)$ обозначен $(k+1)$ -й централ группы A . Легко заметить, что если $b \neq b'$, то тогда $[A_b, \Upsilon_k(A_b')] = 1$, где A_b — b -я копия группы A . Возьмем элементы $a(e) \in \Upsilon_k(A)$, $b \in B$ и рассмотрим коммутатор $[b, a(e)]$. Ясно, что $[b, a(e)] = a(b)^{-1} a(e)$. Теперь вычислим коммутатор $[[b, a(e)], c(e)]$, где $c(e) \in A$. Будем иметь $[[b, a(e)], c(e)] = [a(b)^{-1} a(e), c(e)] = a(e)^{-1} a(b) c(e)^{-1} a(b)^{-1} a(e) c(e) = a(e)^{-1} a(b) a(b)^{-1} c(e)^{-1} a(e) c(e) = [a(e), c(e)] \in \Upsilon_{k+1}(A)$. Из этого и из того, что группа $\Upsilon_{k+1}(A)$ порождается элементами вида $[a(e), c(e)]$, где $a(e) \in \Upsilon_k(A)$, $c(e) \in A$, ясно, что $\Upsilon_{k+1}(A) \leq B^P$. Так как группа A не является k -ступенно нильпотентной, то существует неединичный элемент $a(e) \in \Upsilon_{k+1}(A)$. Пусть N — нормальная подгруппа группы P , такая, что $a(e) \notin N$ и $|P : N| < \infty$. Тогда $N \cap B = 1$, так как в противном случае $N \cap B \geq B^P \geq \Upsilon_{k+1}(A)$ и получили бы, что $a(e) \in N$. Из этого ясно, что группа B конечна.

Предложение 2. Пусть A — конечно порожденная k -ступенно нильпотентная группа, B — финитно аппроксимируемая группа. Тогда группа $P = A \wr B$ финитно аппроксимируема.

Υ_{k+1}



Пусть x — неединичный элемент группы P . Если $x \notin B$, где B — базисная подгруппа сплетения, то положим $N_x = B$. Тогда группа P/N_x , по предложению относительно группы B , финитно аппроксимируема. Если $x \in B$, то возьмем какую-нибудь запись элемента x и допустим, что в эту запись входят элементы из b_1, b_2, \dots, b_n -х копий группы A . Пользуясь простым и хорошо известным рассуждением, можно показать, что существует нормальная подгруппа C группы B , такая, что $|B:C| < \infty$ и в B/C элементы $b_i C$ различны. Согласно результату А. Л. Шмелькина [2] (лемма 1,4), существует гомоморфизм $\alpha: P \rightarrow P'$, где $P' = A \wr (B/C)$.

Гомоморфизм α задается следующим образом: пусть $\beta: B \rightarrow B/C$ — естественный гомоморфизм и $g = b\bar{a}$, где $b \in B$, $\bar{a} = \prod_{i=1}^n a_i(b_i)$; тогда $g^\alpha = (b\bar{a})^\alpha = b^\beta \prod_{i=1}^n a_i(b_i^\beta)$. Ясно, что $x^\alpha \neq 1$ и так как конечно порожденная нильпотентная группа финитно аппроксимируема, то группа P' финитно аппроксимируема.

Предложение 3. Пусть A — конечно порожденная финитно аппроксимируемая группа, B — конечная группа. Тогда группа P финитно аппроксимируема.

Достаточно показать финитную аппроксимируемость базисной подгруппы B . Пусть x — неединичный элемент группы B . Если $x \notin D$, где D — декартова подгруппа, то строим гомоморфизм $\pi: B \rightarrow \sum_{b \in B} A_b$. Ясно, что

$\pi(x) \neq 1$ и группа $\sum_{b \in B} A_b$ финитно аппроксимируема. Если $x \in D$, то рассмотрим гомоморфизмы $\alpha: A \rightarrow A/\gamma_{k+1}(A) = A'$, $\beta: B = \gamma_{k+1} \prod_{b \in B} A_b \rightarrow \gamma_{k+1} \prod_{b \in B} (A/\gamma_{k+1}(A))_b = B'$. Фактор-группа $A/\gamma_{k+1}(A)$ группы A — k -ступенно нильпотентная группа, и по предыдущему группа B' финитно аппроксимируема. Остается показать, что $\beta(x) \neq 1$. Для этого достаточно показать, что при гомоморфизме β группа D изоморфно отображается на группу D' — декартову подгруппу группы B' . Построим обратный гомоморфизм $\beta': D' \rightarrow D$ следующим образом: возьмем любой элемент $d' \in D'$,

любую его запись $d' = [a'_1, g'_1]^{c'_1} \dots [a'_n, g'_n]^{c'_n}$, где $a'_i \in A'_{s(i)}$, $g'_i \in A'_{r(i)}$, $c'_i \in B'$, и определим $\beta'(d')$ так: выберем как-нибудь прообразы a_i, g_i, c_i элементов a'_i, g'_i, c'_i соответственно в группах $A_{s(i)}, A_{r(i)}, B$ и положим $\beta'(d') = [a_1, g_1]^{c_1} \dots [a_n, g_n]^{c_n}$. Докажем корректность β' . Пусть $\bar{a}_i, \bar{g}_i, \bar{c}_i$ — другие прообразы. Надо показать, что $[a_1, g_1]^{c_1} \dots [a_n, g_n]^{c_n} = [\bar{a}_1, \bar{g}_1]^{\bar{c}_1} \dots [\bar{a}_n, \bar{g}_n]^{\bar{c}_n}$. Для этого покажем, что $[a_i, g_i]^{c_i} = [\bar{a}_i, \bar{g}_i]^{\bar{c}_i}$. Легко видеть, что \bar{a}_i отличается от a_i на элемент ε_i из $\gamma_{k+1}(A_{s(i)})$, т. е. $\bar{a}_i = a_i \varepsilon_i$. Аналогично $\bar{g}_i = g_i \omega_i$ и $\bar{c}_i = c_i \nu_i$, где $\omega_i \in \gamma_{k+1}(A_{r(i)})$ и $\nu_i \in \gamma_{k+1}(B)$. Тогда $[\bar{a}_i, \bar{g}_i]^{\bar{c}_i} =$



$= [a_i \varepsilon_i, \bar{g}_i] = [a_i, \bar{g}_i] \varepsilon_i^i [a_i, \bar{g}_i] = [a_i, \bar{g}_i] [[a_i, \bar{g}_i], \varepsilon_i] = [a_i, \bar{g}_i]$, так как элементы $[[a_i, \bar{g}_i], \varepsilon_i]$ и $[\varepsilon_i, \bar{g}_i]$ лежат одновременно в группе $\gamma_{h+1}(B)$ и в группе D . Таким же образом покажем, что $[a_i, \bar{g}_i] = [a_i, g_i w_i] = [a_i, g_i]$. Далее, $[\bar{a}_i, \bar{g}_i] \bar{v}_i = ([a_i, g_i]^{C_i})^{v_i} = [v_i^{-1} [a_i, g_i]^{C_i} v_i, ([a_i, g_i]^{C_i})^{-1}] [a_i, g_i]^{C_i} = [a_i, g_i]^{C_i}$, так как выражение в скобках, будучи коммутатором, лежит, с одной стороны, в D , а с другой — в $\gamma_{h+1}(B)$. Корректность β' доказана. Так как для любого $x \in D$ $\beta'(\beta(x)) = x$ и любого $x' \in D'$ $\beta(\beta'(x')) = x'$, то ясно, что $D^\beta \simeq D$. Предложение доказано. Эти три предложения дадут в совокупности следующее утверждение.

Теорема. Пусть A — конечно порожденная финитно аппроксимируемая группа, B — финитно аппроксимируемая группа. Их k -ступенно нильпотентное сплетение $P = A \wr B$ финитно аппроксимируемо тогда и только

$$\gamma_{k+1}$$

тогда, когда или B — конечная группа, или A — нильпотентная группа ступени k .

Пример. Рассмотрим двустепенно нильпотентное сплетение $P = (Z_p \oplus Z_q) \wr_{Z_3} C_2$ прямой суммы $Z_p \oplus Z_q$ аддитивной группы Z_p целых p -

адических чисел и аддитивной группы Z_q целых q -адических чисел с циклической группой второго порядка C_2 . Можно показать, что группа P не может быть финитно аппроксимируемой.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 5.7.1974)

მათემატიკა

ა. მამუჩიშვილი

ნილპოტენტური გრეხილი ნამრავლის ფინიტურად
აპროქსიმირებადობის შესახებ

რ ე ზ ი უ მ ე

დამტკიცებულია შემდეგი თეორემა: ვთქვათ A სასრულო წარმოქმნილიანი ფინიტურად აპროქსიმირებადი ჯგუფია, B ფინიტურად აპროქსიმირებადი ჯგუფია. მაი k საფეხურის ნილპოტენტური გრეხილის ნამრავლი მაშინ და მხოლოდ მაშინაა ფინიტურად აპროქსიმირებადი, როდესაც ან B ჯგუფია სასრული, ან A არის k საფეხურის ნილპოტენტური ჯგუფი.

MATHEMATICS

A. I. MAMUCHISHVILI

ON THE RESIDUALLY FINITE PROPERTY OF A NILPOTENT
WREATH PRODUCT

Summary

The following theorem is proved: if A is a finitely generated residually finite group and B is a residually finite group, then their k step nilpotent

wreath product is residually finite iff either B is a finite group or A is a k step nilpotent group.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. K. W. Gruenberg. Proc. London, Math. Soc., (3) 7, 1957.
2. А. Л. Шмелькин. Изв. АН СССР, сер. матем., 29, 1965.



А. А. ДЗИДЗИГУРИ (академик АН ГССР), А. Д. СЕПИАШВИЛИ,
 Д. И. ОМИАДЗЕ

О ПРИМЕНЕНИИ УСЕЧЕННЫХ ТРИГОНОМЕТРИЧЕСКИХ
 РЯДОВ ДЛЯ АНАЛОГОВОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ВОЛНОВЫХ
 СИСТЕМ С СОСРЕДОТОЧЕННЫМ УПРАВЛЯЮЩИМ
 ВОЗДЕЙСТВИЕМ

Рассматривается система

$$\begin{aligned} -\frac{d}{dx} u(x, p) &= pL_n v(x, p), \\ -\frac{d}{dx} v(x, p) &= pC_n u(x, p) \end{aligned} \quad (1)$$

при нулевых начальных условиях и граничных условиях вида

$$u(0, p) = f(p) - Z_0 v(0, p), \quad u(l, p) = Z_l v(l, p). \quad (2)$$

Здесь $u(x, p)$, $v(x, p)$ — изображение Лапласа управляемых координат; $f(p)$ — изображение Лапласа сосредоточенного в $x=0$ управляющего воздействия; L_n, C_n — погонные параметры; Z_0, Z_l — операторы, устанавливающие соответствие между u и v на границах.

Решение системы (1), (2) имеет следующий вид:

$$u(x, p) = \frac{D_1}{D} f(p), \quad v(x, p) = \frac{D_2}{D} f(p), \quad (3)$$

где

$$D_1 = Z \left(Z \operatorname{sh} \frac{l-x}{a} p + Z_l \operatorname{ch} \frac{l-x}{a} p \right); \quad D_2 = Z_l \operatorname{sh} \frac{l-x}{a} p + Z \operatorname{ch} \frac{l-x}{a} p;$$

$$D = (Z^2 + Z_0 Z_l) \operatorname{sh} \frac{l}{a} p + Z(Z_0 + Z_l) \operatorname{ch} \frac{l}{a} p;$$

$Z = \sqrt{\frac{L_n}{C_n}}$ — волновое сопротивление; $a = \frac{1}{\sqrt{L_n C_n}}$ — скорость звука.

Целью работы является приближенное представление (3) дробными рациональными функциями.

Нетрудно убедиться, что при любых Z_0 и Z_l выражения (3) могут быть представлены посредством гиперболических функций вида

$$\frac{\operatorname{sh} \frac{l-x}{a} p}{\operatorname{ch} \frac{l}{a} p}, \quad \frac{\operatorname{ch} \frac{l-x}{a} p}{\operatorname{ch} \frac{l}{a} p}, \quad \operatorname{th} \frac{l}{a} p, \quad \frac{1}{\operatorname{ch} \frac{l}{a} p}. \quad (4)$$



Этим функциям во временной плоскости соответствуют ряды

$$\frac{\operatorname{sh} \frac{l-x}{a} p}{\operatorname{ch} \frac{l}{a} p} \div \frac{2}{\pi} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^{n-1}}{n - \frac{1}{2}} \sin \left(n - \frac{1}{2} \right) \pi \frac{l-x}{l} \sin \left(n - \frac{1}{2} \right) \pi \frac{a}{l} t, \quad (5)$$

$$\begin{aligned} \frac{\operatorname{ch} \frac{l-x}{a} p}{\operatorname{ch} \frac{l}{a} p} \div 1 + \frac{2}{\pi} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^n}{n - \frac{1}{2}} \cos \left(n - \frac{1}{2} \right) \pi \frac{l-x}{l} \times \\ \times \cos \left(n - \frac{1}{2} \right) \pi \frac{a}{l} t, \end{aligned} \quad (6)$$

$$\operatorname{th} \frac{l}{a} p \div \frac{2}{\pi} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n - \frac{1}{2}} \sin \left(n - \frac{1}{2} \right) \pi \frac{a}{l} t, \quad (7)$$

$$\frac{1}{\operatorname{ch} \frac{l}{a} p} \div 1 + \frac{2}{\pi} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^n}{n - \frac{1}{2}} \cos \left(n - \frac{1}{2} \right) \pi \frac{a}{l} t. \quad (8)$$

Усеченным рядам (5)–(8) для гармоник в операторной плоскости могут быть поставлены в соответствие полиномы

$$\begin{aligned} \frac{\operatorname{sh} \frac{l-x}{a} p}{\operatorname{ch} \frac{l}{a} p} \approx \frac{2a}{l} \sum_{n=1}^m (-1)^{n-1} \sin \left[\left(n - \frac{1}{2} \right) \pi \frac{l-x}{l} \right] \times \\ \times \frac{p}{p^2 + \left[\left(n - \frac{1}{2} \right) \pi \frac{a}{l} \right]^2}, \end{aligned} \quad (9)$$

$$\begin{aligned} \frac{\operatorname{ch} \frac{l-x}{a} p}{\operatorname{ch} \frac{l}{a} p} \approx 1 + \frac{2}{\pi} \sum_{n=1}^m \frac{(-1)^n}{n - \frac{1}{2}} \cos \left[\left(n - \frac{1}{2} \right) \pi \frac{l-x}{l} \right] \times \\ \times \frac{p^2}{p^2 + \left[\left(n - \frac{1}{2} \right) \pi \frac{a}{l} \right]^2}, \end{aligned} \quad (10)$$

$$\operatorname{th} \frac{l}{a} p \approx \frac{2a}{l} \sum_{n=1}^m \frac{p}{p^2 + \left[\left(n - \frac{1}{2} \right) \pi \frac{a}{l} \right]^2}, \quad (11)$$

$$\frac{1}{\operatorname{ch} \frac{l}{a} p} \approx 1 + \frac{2}{\pi} \sum_{n=1}^m \frac{(-1)^n}{n - \frac{1}{2}} \frac{p^2}{p^2 + \left[\left(n - \frac{1}{2} \right) \pi \frac{a}{l} \right]^2}. \quad (12)$$

Результат принятого приближения превосходит по точности результаты, полученные в [1] с применением другой методики.

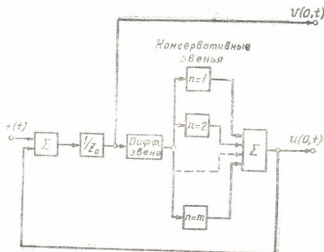


Рис. 1

Как показывает рассмотрение примеров, формулы (9) — (12) могут быть рекомендованы для приближенного представления функций (3), описывающих волновые системы с сосредоточенным управляющим воздействием, дробными рациональными функциями, что облегчает нахождение их оригиналов, производимое на АВМ. Например, для моделирования управляемых координат в сечении $x=0$ при $Z_l=0$ может быть предложена блок-схема рис. 4. Соответствующее устройство моделирования защищено авторским свидетельством [2].

Результаты настоящей работы были использованы при аналоговом моделировании системы турбомашин-сеть. Наличие на кривых давления осевых турбомашин впадин и разрывов накладывает на переходные процессы ограничение: процесс не должен выходить за пределы рабочего участка кривой давления, в противном случае работа турбомашин может оказаться неустойчивой [3]. Исследовалась устойчивость системы в функции углового коэффициента кривой давления турбомашин. Изучались переходные процессы с целью определения оптимальных параметров управляющих воздействий при регулировании на ходу, пуске и реверсе установки.

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

ბ. ძიძიგური (საქართველოს სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი),
ა. სეპიასვილი, დ. ომიადე

ზეპურსული მართვადი ზემოქმედების მქონე ტალღური
სისტემების ანალოგური მოდელირების დროს წაკვეთილი
ტრიგონომეტრიული მწკრივების გამოყენების შესახებ

რეზიუმე

ტალღური სისტემების გადამცემი ფუნქციები წარმოდგენილია წაკვეთილი ტრიგონომეტრიული მწკრივებით, რითაც ადვილდება მათი მოდელირება სტანდარტული ხერხების გამოყენებით. ნაჩვენებია მიღებული შედეგების გამოყენების არე.

MECHANICS

A. A. DZIDZIGURI, A. D. SEPIASHVILI, D. I. OMIADZE

ON THE APPLICATION OF TRUNCATED TRIGONOMETRIC SERIES
IN ANALOG MODELLING OF WAVE SYSTEMS WITH
CONCENTRATED CONTROLLING ACTION

Summary

The transfer functions of wave systems are represented in the form of truncated trigonometric series, thus simplifying their modelling by the use of standard techniques. The application field of the obtained results is indicated.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. А. Дзидзигური, А. Д. Сепиашвили и др. Сообщения АН ГССР, 66, № 1, 1972.
2. А. А. Дзидзигური, А. Д. Сепиашвили и др. Устройство для моделирования линий с распределенными параметрами. Решение по заявке № 1678406/18—24 от 5.VII. 1972.
3. А. А. Дзидзигური, Т. И. Матикашвили. Неустойчивая работа вентиляторов и способы ее предупреждения. М., 1965.

Ю. А. БЕЖУАШВИЛИ

ПРИБЛИЖЕННЫЕ РЕШЕНИЯ НЕКОТОРЫХ ПЛОСКИХ
 СМЕШАННЫХ ГРАНИЧНЫХ ЗАДАЧ СВЯЗНОЙ ТЕОРИИ
 ТЕРМОУПРУГОСТИ

(Представлено академиком В. Д. Купрадзе 23.5.1974)

Пусть \mathcal{E}^2 —двумерное евклидово пространство; $x=(x_i)$, $y=(y_i)$, ..., $i=1, 2$ —точки этого пространства; $D_k \subset \mathcal{E}^2$ —конечная область, ограниченная простой замкнутой кривой $S_k \subset J_2(\alpha)$, $\alpha > 0$, $k=0, 1, \dots, m$ [1], т. е. кривизна кривой S_k непрерывна в смысле Гельдера; $S_k \cap S_j = \emptyset$, $k, j=0, 1, \dots, m$, S_0 охватывает все остальные, а эти последние не охватывают друг друга; $\bar{D}_k = D_k \cup S_k$, $S = \bigcup_{k=0}^m S_k$, $D^+ = D_0 \setminus \bigcup_{k=1}^m \bar{D}_k$, т. е. D^+ —конечная связная область с границей S ; $D^- = \mathcal{E}^2 \setminus \bigcup_{k=1}^m \bar{D}_k$ —бесконечная связная область с границей $S' = \bigcup_{k=1}^m S_k$.

Задача $M^+(\omega)$. Найти в D^+ регулярный вектор $U=(u; u_3)$ —решение системы уравнений связной теории термоупругости [1]

$$\mu \Delta u + (\lambda + \mu) \text{grad div } u - \gamma \text{grad } u_3 + \rho \omega^2 u = \varphi,$$

$$\Delta u_3 + \frac{i\omega}{z} u_3 + i\omega \eta \text{div } u = \varphi_3 \quad (1)$$

по граничным условиям

$$\begin{aligned} \{u(y)\}^+ = F^{(k)}(y), \quad \{u_3(y)\}^+ = F_3^{(k)}(y), \quad y \in S_k, \quad k=0, 1, \dots, m_1, \\ \{H(\partial y, n) U(y)\}^+ = F^{(k)}(y), \quad \left\{ \frac{\partial u_3(y)}{\partial n} \right\}^+ = F_3^{(k)}(y), \quad y \in S_k, \\ k = m_1 + 1, \dots, m_2, \end{aligned} \quad (2)$$

$$\{u(y)\}^+ = F^{(k)}(y), \quad \left\{ \frac{\partial u_3(y)}{\partial n} \right\}^+ = F_3^{(k)}(y), \quad y \in S_k, \quad k = m_2 + 1, \dots, m_3, \quad (3)$$

$$\begin{aligned} \{H(\partial y, n) U(y)\}^+ = F^{(k)}(y), \quad \{u_3(y)\}_1^+ = F_3^{(k)}(y), \quad y \in S_k, \quad k = m_3 + 1, \dots, m_4, \\ \{[u(y)]_n\}^+ = F_1^{(k)}(y), \quad \{[HU(y)]_\tau\}^+ = F_2^{(k)}(y), \end{aligned} \quad (4)$$

$$\left\{ \frac{\partial u_3(y)}{\partial n} \right\}^+ = F_3^{(k)}(y), \quad y \in S_k, \quad k = m_4 + 1, \dots, m_5, \quad (5)$$

$$\begin{aligned} \{[HU(y)]_n\}^+ = F_1^{(k)}(y), \quad \{[u(y)]_\tau\}^+ = F_2^{(k)}(y), \quad \{u_3(y)\}^+ = F_3^{(k)}(y), \\ y \in S_k, \quad k = m_5 + 1, \dots, m_6, \end{aligned} \quad (6)$$

$$\{[u(y)]_n\}^+ = F_1^{(k)}(y), \quad \{[HU(y)]_\tau\}^+ = F_2^{(k)}(y), \quad \{u_3(y)\}^+ = F_3^{(k)}(y),$$

$$y \in S_k, \quad k = m_0 + 1, \dots, m_7, \quad (7)$$

$$\{[HU(y)]_n\}^+ = F_1^{(k)}(y), \quad \{[u(y)]_\tau\}^+ = F_2^{(k)}(y),$$

$$\left\{ \frac{\partial u_3(y)}{\partial n} \right\}^+ = F_3^{(k)}(y), \quad y \in S_k, \quad k = m_7 + 1, \dots, m. \quad (8)$$

Здесь $\Phi = (\varphi; \varphi_3) = (\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3) \in C^{0,\alpha}(\bar{D}^+)$, $\alpha > 0$ — заданный вектор класса Гельдера; $F^{(k)}(y) = (F_1^{(k)}(y), F_2^{(k)}(y), F_3^{(k)}(y))$, $y \in S_k$, $k = 0, \dots, m$ — соответственно заданные векторные и скалярные функции, причем $F^{(k)}(y)$, $F_3^{(k)}(y) \in C^{1,\alpha}(S_k)$, $\alpha > 0$;

$$y \in S_k, \quad k = 0, 1, \dots, m_1, \quad F^{(k)}(y), \quad F_3^{(k)}(y) \in C^{0,\alpha}(S_k), \quad \alpha > 0,$$

$$y \in S_k, \quad k = m_1 + 1, \dots, m_2;$$

$$F^{(k)}(y), \quad F_3^{(k)}(y), \quad \frac{\partial F_3^{(k)}(y)}{\partial \tau} \in C^{0,\alpha}(S_k), \quad \alpha > 0, \quad y \in S_k, \quad k = m_7 + 1, \dots, m;$$

$u = (u_1, u_2)$ — вектор упругих смещений; u_3 — изменение температуры; $HU = Tu - \gamma n u_3$ — вектор термонапряжения; Tu — вектор упругих напряжений [1]; $n = (n_1, n_2)$ — орт нормали в точке $y \in S$, внешней по отношению к D^+ ; $\tau = (-n_2, n_1)$ — орт касательной в той же точке, $[u]_n$, $[u]_\tau$ и $[HU]_n$, $[HU]_\tau$ — нормальные и касательные составляющие соответственно вектора смещения и вектора термонапряжения; $\frac{\partial}{\partial \tau}$ — производная по касательному на-

правлению; $\lambda, \mu, \kappa, \eta, \rho, \gamma$ — упругие и термические постоянные среды; Δ — двумерный оператор Лапласа; ω — параметр, вообще говоря комплексный; случай $\omega = p > 0$ соответствует гармоническим колебаниям, а случай $\omega = i\tau$, $\tau = \sigma + iq$, $\sigma > 0$ — задачам общей динамики [2]; m_i , $i = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7$ — произвольные натуральные числа, удовлетворяющие условиям $0 \leq m_1 \leq \dots \leq m_7 \leq m$. В дальнейшем дифференциальные операторы размера 3×3 , соответствующие граничным условиям (2), (3), (4), (5), (6), (7), (8), будем обозначать $R(\partial y, n)$, $Q(\partial y, n)$, $P(\partial y, n)$, $N(\partial y, n)$, $\Omega(\partial y, n)$, $L(\partial y, n)$, $I(\partial y, n)$ соответственно.

В [3] на основании известных результатов из [1, 2], доказана теорема существования и единственности для решения задачи $M^+(\omega)$. В данной статье строится приближенное выражение этого решения по методу обобщенных рядов Фурье [1].

Построим вспомогательные области и контуры. Пусть \tilde{D}_k — область, расположенная строго внутри D_k , $\tilde{D}_k \subset D_k$, $k = 1, \dots, m$; \tilde{D}_0 — область охватывающая \tilde{D}_0 , $\tilde{D}_0 \supset \tilde{D}_0$; S_k — достаточно гладкий контур — граница \tilde{D}_k , $k = 0, 1, \dots, m$; $\tilde{S} = \bigcup_{k=0}^m \tilde{S}_k$, $\tilde{S}^r = \bigcup_{k=1}^m \tilde{S}_k$; $\{x^k\}_{k=1}^\infty$ — всюду плотное на \tilde{S} счетное множество точек. Введем матрицу $M(y-x, \omega, \gamma) = \|M, M, M\|_{3 \times 3}$, определенную формулой



$$M(y-x, \omega, \gamma) = \left\{ \begin{array}{l} \Gamma(y-x, \omega, \gamma), \quad y \in \bigcup_{k=0}^{m_1} S_k, \quad R(\partial y, n) \Gamma(y-x, \omega, \gamma), \quad y \in \bigcup_{k=m_1+1}^{m_2} S_k, \\ Q(\partial y, n) \Gamma(y-x, \omega, \gamma), \quad y \in \bigcup_{k=m_2+1}^{m_3} S_k, \quad P(\partial y, n) \Gamma(y-x, \omega, \gamma) \quad y \in \bigcup_{k=m_3+1}^{m_4} S_k, \\ N(\partial y, n) \Gamma(y-x, \omega, \gamma) \quad y \in \bigcup_{k=m_4+1}^{m_5} S_k, \quad \Omega(\partial y, n) \Gamma(y-x, \omega, \gamma) \quad y \in \bigcup_{k=m_5+1}^{m_6} S_k, \\ L(\partial y, n) \Gamma(y-x, \omega, \gamma), \quad y \in \bigcup_{k=m_6+1}^{m_7} S_k, \quad I(\partial y, n) \Gamma(y-x, \omega, \gamma), \quad y \in \bigcup_{k=m_7+1}^m S_k, \end{array} \right.$$

где $x \in \mathcal{G}^2$, $\Gamma(y-x, \omega, \gamma)$ — матрица фундаментальных решений системы уравнения (1), которая строится явно и в элементарных функциях [1].

Доказываются следующие теоремы:

Теорема 1. *Счетная совокупность векторов*

$$\{M(y-x^k, i\tau, \gamma)\}_{k=1}^j, \quad j=1, 2, 3, \quad y \in S = \bigcup_{v=0}^m S_v, \quad \text{Re } \tau > 0$$

линейно независима и полна в пространстве $L_2(S)$.

Теорема 2. *Счетная совокупность векторов*

$$\{M(y-x^k, p, \gamma)\}_{k=1}^j, \quad j=1, 2, 3, \quad y \in S = \bigcup_{v=0}^m S_v, \quad p > 0$$

линейно независима и полна в пространстве $L_2(S)$, если p отлично от собственных чисел однородной задачи $M_0^+(p)$.

Пусть $U(x) \equiv U(x, \omega)$ — точное решение задачи $M^+(\omega)$. На основании теорем 1, 2, доказывается

Теорема 3. *Если $\omega = i\tau$, $\text{Re } \tau > 0$ или $\omega = p > 0$, то для любого $\varepsilon > 0$ найдется натуральное число N_0 , такое, что при $N > N_0$ в любой области $\bar{D}' \subset D^+$ равномерно соблюдается неравенство*

$$|U(x) - \overset{(N)}{U}(x)| < \varepsilon, \quad x \in \bar{D}',$$

$$\text{где } \overset{(N)}{U}(x) = \sum_{k=1}^N \sum_{j=1}^k \chi_k a_k^j \Gamma(x-x^k)^{[j+2]} \overset{(1)}{\quad}, \quad \omega, \gamma) - \frac{1}{2} \int_{D^+} \Gamma(x-y, \omega, \gamma) \Phi(y) dy;$$

$$l_k = k - 3 \left[\frac{k-1}{3} \right]; \quad \chi_k = \int_S \chi(y) \varphi(y)^k dS; \quad \chi(y) - \text{вектор, выражающийся че-}$$

$$\text{рез граничные данные задачи; } \varphi(y) = \sum_{j=1}^k a_k^j \phi^j(y), \quad k=1, 2, \dots, \quad y \in S - \text{орто-}$$

⁽¹⁾ $[k]$ — наибольшая целая часть числа k .

нормированная на S система векторов, a_k^i — коэффициенты ортонормированная, $\psi(y) = M(y - x^{\lfloor \frac{k+2}{3} \rfloor})$, ω, γ , $k = 1, 2, \dots$

Теоремы 1, 2, 3 обобщаются для внешних задач $M^-(i\tau)$, $M^-(p)$, при этом приближенное решение задачи $M^-(p)$ строится для произвольного $p > 0$; исследуются дополнительные вопросы, связанные с поведением решения на бесконечности.

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

(Поступило 24.5.1974)

დრეკადონის თეორია

ი. ბეჟუაშვილი

თერმოდრეკადონის გაშლილი თეორიის ზოგიერთი ბრტყელი
 ფორმული სასაზღვრო ამოცანის მიახლოებითი ამოხსნები

რეზიუმე

ფურცის განზოგადებულ მწკრივთა მეთოდით აგებული მიახლოებითი ამოხსნები თერმოდრეკადონის ბმული თეორიის შერეული ტიპის სასაზღვრო ამოცანებისათვის ბრტყელი მრავალბმული არეების შემთხვევაში.

THEORY OF ELASTICITY

Yu. A. BEZHUASHVILI

APPROXIMATE SOLUTIONS OF SOME MIXED BOUNDARY VALUE
 PROBLEMS IN LINKED PLANE THERMOELASTICITY

Summary

Approximate solutions of some mixed boundary value problems of plane thermoelasticity are constructed by means of generalized Fourier series.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. Д. Купрадзе, Т. Г. Гегелиа, М. О. Башелейшвили, Т. В. Бурчуладзе. Трехмерные задачи математической теории упругости. Тбилиси, 1968.
2. Т. В. Бурчуладзе. Труды Тбилисского матем. ин-та им. А. М. Размадзе АН ГССР, т. 44, 1974.
3. Ю. А. Бежуашвили. Тезисы докладов конференции молодых ученых и аспирантов. Институт прикладной математики ТГУ, 1974.



В. В. ЧАВЧАНИДЗЕ (академик АН ГССР)

АБСТРАКТНО-ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ РЕШЕНИЕ ОБЩЕЙ ЗАДАЧИ РАСПОЗНАВАНИЯ ОБРАЗОВ С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ ТЕОРИИ КОНЦЕПТУАЛЬНОГО ИНТЕЛЛЕКТА

В настоящее время известны многочисленные попытки общего решения проблемы распознавания образов [1—4]. Известны и негативные выводы о возможности общего решения этой проблемы на основе так называемых перцептральных методов [5]. В данной работе указанная проблема рассматривается исходя из теории ИКИ (искусственного концептуального интеллекта), развитой ранее в статьях [6—9]. Будем исходить из того, что единственным «учителем» мозга, распознающего образы, в эволюционном и прижизненном процессе развития мозга, была и есть внешняя среда, что обратные отражения целостных картин (образцов, объектов, картин, ситуаций), а не просто одноканальные обратные связи и создали все без исключения высшие психические и интеллектуальные способности мозга, в том числе и способность распознавать образы. Все дело в конкретных механизмах замыкания «совокупно отраженных» данных (картин, паттернов, понятий), в способах их фиксации, хранения, взаимосочетания этих «картинообразующих» данных в памяти [10—14] (точнее, «картинных» полей) («принцип отражения»). Это означает, что для такой теории принципиально нельзя допускать никакого априоризма, никаких априорных или теоретически-элегантных критериев («принцип отрицания априоризма»). Более недопустимы объяснения механизмов распознавания при помощи сверхупрощенных универсального типа критериев (компактность, линейность и т. п.).

В настоящей работе нас интересует абстрактно-теоретическое решение проблемы распознавания, независимое от материала и элементов, из которых построены или могут состоять распознаваемые объекты, картины, паттерны, ситуации вообще, на основе теории ИКИ [6—9].

Сформулируем основной принцип.

Принцип понятийной природы образов. В голове субъекта S формируемый образ C обо всех объектах класса σ имеет ту же природу, что и понятия, вырабатываемые им в процессе эксперимента, наблюдения, опыта. Авторы [15] не указали на функционально-модельное единство сравниваемых интеллектуальных процессов ни в плане естественных механизмов, ни в плане моделей, ни в абстрактно-математическом плане.

Пусть задана конечная совокупность $\sigma(\sigma_1, \sigma_2, \dots, \sigma_n)$ нетождественных между собой, принадлежащих, с точки зрения одного оцени-

ка, одному классу (типу, виду) объектов произвольной природы, характеризующихся конечным набором признаков $(P_1^{\vee}, P_2^{\vee}, \dots, P_m^{\vee})$, принимающих на объекте $\sigma_i \in \sigma$ определенные „значения“ (в основном это бинарное описание [6—9], например, σ_i может иметь свойство P_k или \bar{P}_k). Здесь атрибутивно то, что n конечно и объекты класса σ нетождественны между собой (например, как нетождественны между собой конкретные люди, яблоки, камни и т. д.).

Будем считать, что каждый субъект S в процессе наблюдения (эксперимента, практической деятельности) атрибутивно способен быть и наблюдателем (H) и оценщиком (M), т. е. пробовать соотносить каждый объект $\sigma_i \in \sigma$ к одной из подсовокупностей: либо к $\sigma^{(+)} = \sigma(A^+) \subset \sigma$, либо к $\sigma^{(-)} = \sigma - \sigma(A^+) = \sigma(A^-)$. Здесь A^+ — те наборы значений для признаков, которые заставляют $H(M)$ совершать акт отбора и заставили его признать принцип независимости всего „мира“ совокупностей различных объектов (σ) от субъектов (S), наблюдателей (H) и оценщиков (M). Этот принцип атомарно-логического типа отбора не носит характера какой-либо априорности, предопределимой или сводимой к каким-либо заранее подготовленным универсальным критериям или закономерностям.

Способ селекции совокупности $\sigma(A^+)$, позволяющий субъекту S вольно или невольно, сознательно или неосознанно отнестись позитивно к $\sigma(A^+)$ и негативно к $\sigma(A^-)$ и разделивший тем самым в его голове „мир“ этих σ на две части, будем называть индуктивным способом формирования образа C^+ от $\sigma(A^+)$ в голове субъекта S на основе опыта, эксперимента, практики.

Именно этот двуединый акт селекции объектов и неравноценной степени запечатления в мозгу бинарно оцененных объектов [10] и становится основой тополого-физически различной фиксации «картин» от $\sigma^{(+)}$ и $\sigma^{(-)}$ на различных нейронных ансамблях пространственно разделенных «мемополей» [10]. Одинаково оцененные «картины» суперпозируют между собой [10—13] и формируют на соответствующем «мемополе» образ $C^+ = C[\sigma^{(+)}]$ (или $C^- = C[\sigma^{(-)}]$). Сама реакция мозга на отбор не исчерпывается только «голым» реагированием на «хорошее» или «плохое», а связана с одновременным «срабатыванием» целой специальной нейронной сети, выполняющей роль ортонормированной системы фильтров [11—13], дающих дуальную систему реакций на любую «картину». Эта система реакций, разворачивающаяся во времени, сама запечатлевается на новом дуальном мемополе» и т. д.

Согласно [11—13] „каналы“ фиксируют концепты, т. е. $C^+ = C[\sigma^{(+)}]$ или $C^- = C[\sigma^{(-)}]$. Эта форма фиксации реакций естественных ансамблей нейронов не единственна [10]. Поскольку нас интересует решение общей задачи распознавания, то концепт C^+ (или C^-) может быть записан в форме [6—9] $\varphi^+(K) = \bigvee_{+} \psi_1^{\varepsilon_1} \cdot \psi_2^{\varepsilon_2} \dots \psi_m^{\varepsilon_m}$, где дизъюнктивная сумма \bigvee конститuent единицы („траекторий“, „картин“) берется по тем наборам „поляризации“ величин ε_i , где

$$\varepsilon_i = \begin{cases} 1, & \text{если } \frac{\phi_i}{\psi_i} \quad i \in I = \{1, 2, \dots, m\}, \\ 0, & \text{если } \frac{\phi_i}{\psi_i} \end{cases}$$

которые обеспечивают условие $\sigma_j \in \sigma^{(+)}$ (или $\sigma^{(-)}$) ($j \in N = \{1, 2, \dots, n\}$).

Концепт или образ C^+ , вычисленный на основе процедур, данных в [6—8] на K „картинах“ („траекториях“, образцах, реализациях), позволяет решить задачу распознавания. Произвольная конstituента („картина“, образец, ситуация и т. п.) может быть проверена на предмет принадлежности или непринадлежности к $\varphi^+(K)$. Если конъюнкция „картины“ χ и $\varphi^+(K)$ дает для всех существенных компонент отличные от \emptyset (пустой элемент) значения, то χ принадлежит к концепту C^+ . Если хоть один компонент пустой, то имеем дело с иным классом объектов. Если существенные („поляризованные“) компоненты $\varphi^+(K)$ выделить в форме $\chi^+(K)$, то тогда имеем

$$\varphi^+(K) = \chi^+(K) \& \check{\psi}(K), \quad (1)$$

где $\check{\psi}(K)$ содержит „неполяризованные“ компоненты типа $\check{\psi}_j = \psi_j \check{\vee} \bar{\psi}_j$. Представление $\varphi^+(K)$ в форме (1) будем называть каноническим. Нахождение $\chi^+(K)$ есть вопрос эффективности соответствующих „технологий“ при заданных величинах $\{n, m, K\}$. Чем больше число K , тем ближе $\chi^+(K)$ к идеальному или к абсолютному образу $\chi^+(+\infty)$ („абсолютный“ или „объектконцепт“). Чем точнее умеет оценивать M , тем ближе будет $\chi(K)$ к $\chi^+(+\infty)$ (т. е. к абсолютному концепту, т. е. реальнее отражение опыта в голове S) и тем полнее, объективнее, символическая или иная форма отражения реальности в форме концептов (образа, понятия и т. п.).

Каждый класс предметов, объектов, картин требует составления своего концепта на основе той или иной процедуры [6—10, 16]. При этом чем больше число точек, по которым идет распознавание, тем надежнее распознавание.

Применение метода бинаризационного формализма в системе ИКИ дает основание считать подход концептуальной теории распознавания образов эффективным методом, не соприкасающимся с проблемой перебора и в модельной форме воспроизводящим логику работы естественного понятийного интеллекта в процессе его индуктивно-дедуктивной деятельности.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт кибернетики

(Поступило 7.6.1974)

კონკრეტული

3. შავჭავჭავაძე (საქართველოს სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი)

სახეთი გამომცემის ზოგადი ამოცანის აბსტრაქტულ-
 თეორიული გადაწყვეტა კონკრეტულად
 ინტელექტის თვალსაზრისით

რეზიუმე

ნაჩვენებია, რომ ბინარულად დისკრეტული სიგნალებისა და კონტინუალური ღონის სიგნალების შემოღობვით (რომლებიც შეესაბამება კონკრეტულურ



ნეირონულ ანსამბლებს) ფიქსაციის ატომურ-ალბათური პრინციპი იძლევა სახეთა ჩამოყალიბებისა და წარმოდგენილი ნებისმიერი „სურათის“ სახესთან შედარების დროს გამოცნობის შესაძლებლობას.

CYBERNETICS

V. V. CHAVCHANIDZE

ABSTRACT THEORETICAL SOLUTION OF A GENERAL PROBLEM
OF PATTERN RECOGNITION FROM THE POINT OF VIEW OF
CONCEPTUAL INTELLECT THEORY

Summary

An abstract problem of pattern recognition is considered from the point of view of a conceptual intellect model. It is shown that the atomic-probability principle of binary-discrete signals and continual level of signals by memorons (corresponding to the conceptual ensemble of neurons) allows to explain image formation and the feasibility of recognition of a presented arbitrary "picture" when comparing it with the "image".

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. С. Себастиан. Процессы принятия решений при распознавании образов. Киев, 1965.
2. З. Ф. Розенблат. Принципы нейродинамики. М., 1964.
3. Methodologies of Pattern Recognition. Edited Solosi Watanabe. Academic Press. N. Y., L., 1969.
4. А. Г. Ивахненко. Самообучающиеся системы распознавания и автоматического управления. Киев, 1969.
5. М. Минский, С. Лейперт. Перцептроны. М., 1971.
6. В. В. Чавчанидзе. Сообщения ИК АН ГССР, март, 1973.
7. В. В. Чавчанидзе. Аналитические эвристики искусственного интеллекта при формировании понятий, опознании образов и классификация объектов. Деп. ВИНИТИ, № 2080—70.
8. В. В. Чавчанидзе. Сообщения АН ГССР, 61, № 1, 1971.
9. В. В. Чавчанидзе. Проблемы принятия решений, формирования понятий и эвристической структуризации больших систем. Деп. ВИНИТИ, № 3949—72.
10. В. В. Чавчанидзе. Сообщения АН ГССР, 74, № 1, 1974.
11. V. V. Chavchanidze. Self-Organization of Discrete Systems. Extract from 6th International Congress on Cybernetics. AIC Nanur, (Belgique), 1972.
12. М. В. Чавчанидзе. Материалы Коллоквиума по «Концептуальному системному анализу естественных и искусственных систем» (медицина, наука, техника), г. Батуми, 24—28 апреля 1973 г. Тбилиси, 1973, 110.
13. В. В. Чавчанидзе, И. Ш. Челидзе. Об одном возможном подходе к построению концепт-ансамблей нейронов (Там же), 113.
14. Э. Хант, Дж. Марин, Ф. Стоун. Моделирование процесса формирования понятий на вычислительной машине. М., 1970.
15. Concept Learning: an Information Processing Problem. Wiley, New York, 1962.
16. V. V. Chavchanidze. Towards the General Theory of Conceptual Systems. Cybernetics. Vol. 3, 1974, 17-25.



Н. Д. НАНОБАШВИЛИ, М. И. ШИШИГИН

ОБ ОДНОМ МЕТОДЕ СОКРАЩЕНИЯ ИЗБЫТОЧНОСТИ ПРИ ПЕРЕДАЧЕ МНОЖЕСТВА НЕУПОРЯДОЧЕННЫХ БИНАРНЫХ ВЕКТОРОВ

(Представлено академиком В. Б. Чавчавадзе 22.5.1974)

При передаче больших массивов информации возникает задача сжатия [1] этой информации с целью уменьшения времени передачи информации по каналу связи.

В данной статье делается попытка построения комбинаторного метода [2], позволяющего сокращать избыточность при передаче множества неупорядоченных бинарных векторов.

Пусть задано множество из m неупорядоченных бинарных векторов длины $n + 1$:

$$m \begin{cases} A_1 = (a_n^1, a_{n-1}^1, \dots, a_0^1), \\ A_2 = (a_n^2, a_{n-1}^2, \dots, a_0^2), \\ \dots \\ A_m = (a_n^m, a_{n-1}^m, \dots, a_0^m), \end{cases}$$

где $a_j^i \in \{0, 1\}$, $i = 1, 2, \dots, m$, $j = 0, 1, \dots, n$.

Непосредственная передача множества неупорядоченных векторов $\{A_1, A_2, \dots, A_m\}$ потребует $m(n+1)$ битов:

$$\begin{pmatrix} A_1 \\ A_2 \\ \dots \\ A_m \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a_n^1 & a_{n-1}^1 & \dots & a_0^1 \\ a_n^2 & a_{n-1}^2 & \dots & a_0^2 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_n^m & a_{n-1}^m & \dots & a_0^m \end{pmatrix}.$$

В связи с этим укажем теоретический метод, позволяющий для передачи множества из m неупорядоченных бинарных векторов длины $n + 1$ ограничиться передачей „образа“ из $l < m(n + 1) - m(m + 1) + 2^\alpha$ битов, если $\alpha < n + 1$, и „образа“ из $l < a(m - n + 1) - n$ битов, если $\alpha > n + 1$, где $a = 2^{n+1} - 1$ и α — показатель наивысшей степени при разложении m по степеням 2.

Векторы A_1, A_2, \dots, A_m можно интерпретировать как двоичные записи чисел:

$$\begin{aligned} A_1 &= a_n^1 \cdot 2^n + a_{n-1}^1 \cdot 2^{n-1} + \dots + a_0^1, \\ &\dots \\ A_m &= a_n^m \cdot 2^n + a_{n-1}^m \cdot 2^{n-1} + \dots + a_0^m. \end{aligned}$$

На первом этапе произведем естественное упорядочение чисел, соответствующих векторам A_1, A_2, \dots, A_m .

Положим $A_1 \leq A_2 \leq \dots \leq A_m$.

Введем функцию

$$f(A_1, A_2, \dots, A_m) = C_{A_m+m-1}^{\Delta m} + C_{A_{m-1}+m-2}^{m-1} + \dots + C_{A_1}^1 = \\ = \frac{(A_m+m-1)(A_m+m-2) \dots A_m}{m!} + \frac{(A_{m-1}+m-2)(A_{m-1}+m-3) \dots A_{m-1}}{(m-1)!} + \\ + \dots + A_1.$$

Покажем, что для записи числа $f(A_1, A_2, \dots, A_m)$ достаточно $l < m(n+1) - m(m+1) + 2^\alpha$ битов, если $\alpha < n+1$, $ul < a(m-n+1) - n$ битов, если $\alpha > n+1$, где $a = 2^{n+1} - 1$ и α — показатель наивысшей степени при разложении m по степеням 2, $m = 2^\alpha + \dots$.

Так как по условию $A_1 \leq A_2 \leq \dots \leq A_m \leq 2^{n+1} - 1$,

то

$$f(A_1, \dots, A_m) \leq C_{a+m-1}^m + C_{a+m-2}^{m-1} + \dots + C_a^1 = C_{a+m}^m - 1,$$

где $a = 2^{n+1} - 1$.

Введем функцию $D(A)$, представляющую собой длину вектора A , с которым отождествляется число в двоичной системе счисления. Легко доказать, что эта функция обладает следующим свойством:

$$1) D \left\{ \frac{(a+m)!}{a! m!} \right\} = \begin{cases} m(n+1) - m(m+1) + 2^\alpha - 1, & \text{если } \alpha < n+1, \\ m = 2^m + \dots, \\ a = 2^{n+1} - 1, \\ a(m-n+1) - n, & \text{если } \alpha > n+1. \end{cases}$$

Используя свойство 1), укажем оценку коэффициента сжатия информации k , который обеспечивает рассмотренный метод.

В случае

$$\alpha < n+1 \quad k > \frac{m(n+1)}{m(n+1) - m(m+1) + 2^\alpha} > \frac{1}{1 - \frac{m-1}{n+1}}.$$

В случае

$$\alpha > n+1 \quad k > \frac{m(n+1)}{(2^{n+1} - 1)(m-n+1) - n} > \frac{n \cdot 2^{\alpha-n-1}}{m+1}.$$

Нетрудно убедиться, что, имея „образ“ $f(A_1, A_2, \dots, A_m)$, можно однозначно восстановить числа A_1, A_2, \dots, A_m . Для этого достаточно показать, что функция $f(A_1, A_2, \dots, A_m)$ является инъективной, т. е. для произвольного натурального числа K можно указать единственное множество чисел $\{A_1, A_2, \dots, A_m\}$, обладающее тем свойством, что $A_1 \leq A_2 \leq \dots \leq A_m$ и $K = C_{A_m+m-1}^m + C_{A_{m-1}+m-2}^{m-1} + \dots + C_{A_1}^1$.

Восстановление. Действительно, рассмотрим разность

$$K - \frac{m(m-1), \dots, 2 \cdot 1}{m!}.$$

Если $K - \frac{m(m-1), \dots, 2 \cdot 1}{m!} > 0$, то перейдем к рассмотрению разности

$$K - \frac{(m+1)(m+2), \dots, 2}{m!} \cdot$$

Продолжая процесс, найдем число A_m , обладающее тем свойством, что

$$K - \frac{(A_m + m - 1)(A_m + m - 2) \cdots A_m}{m!} \geq 0,$$

$$K - \frac{(A_m + m)(A_m + m - 1) \cdots (A_m + 1)}{m!} < 0.$$

Положим

$$K - \frac{(A_m + m - 1)(A_m + m - 2) \cdots A_m}{m!} = K'.$$

Для K' проведем аналогичный процесс относительно $m-1$:

$$K' - \frac{(A_{m-1} + m - 2)(A_{m-1} + m - 3) \cdots A_{m-1}}{(m-1)!} \geq 0.$$

$$K' - \frac{(A_{m-1} + m - 1)(A_{m-1} + m - 2) \cdots (A_{m-1} + 1)}{(m-1)!} < 0.$$

Далее, положим

$$K' - \frac{(A_{m-1} + m - 2)(A_{m-1} + m - 3) \cdots A_{m-1}}{(m-1)!} = K''.$$

Для K'' проведем аналогичный процесс определения величины A_{m-2} .

В конечном итоге получим множество чисел $\{A_1, A_2, \dots, A_m\}$, обладающих тем свойством, что $f(A_1, A_2, \dots, A_m) = K$.

Поясним, что раньше полученного значения A_m процесс завершить не имеем права, ибо в этом случае

$$K - \frac{(A_m + m - 1)(A_m + m - 2) \cdots A_m}{m!} > 0,$$

$$K - \frac{(A_m + m)(A_m + m - 1) \cdots (A_m + 1)}{m!} = K' > 0,$$

$$K = \frac{(A_m + m - 1) \cdots A_m}{m!} + \frac{(A_m + m) \cdots (A_m + 1)}{m!} - \frac{(A_m + m - 1) \cdots A_m}{m!} +$$

$$+ K' = \frac{(A_m + m - 1) \cdots A_m}{m!} +$$

$$+ \frac{\overbrace{A_{m-1}}}{[(A_m + 1) + m - 2]} \frac{\overbrace{A_{m-1}}}{[(A_m + 1) + m - 1] \cdots \overbrace{A_{m-1}}}{(A_m + 1)} + K'.$$

Но должны иметь $A_m \geq A_{m-1}$.

Аналогично убеждаемся, что рассмотренный подход обеспечивает получение требуемых чисел $A_1, A_2, \dots, A_{m-1}, A_m$, удовлетворяющих условию

$$A_1 \leq A_2 \leq \dots \leq A_m \text{ и } f(A_1, A_2, \dots, A_m) = C_{A_m + m - 1}^m + C_{A_{m-1} + m - 2}^{m-1} + \dots + C_{A_1}^1 = K.$$

Пример. Необходимо передать множество неупорядоченных бинарных векторов $(100)=4$; $(110)=6$; $(011)=3$; $(101)=5$; $(100)=4$ при условии, что получатель знает число передаваемых векторов.

Используем рассмотренный метод:

$$(3, 4, 4, 5, 6) = 355 = 2^8 + 2^6 + 2^5 + 2 + 1 = (101 \ 100 \ 011)$$

$$K = \frac{15}{9} = 1,67.$$

Восстановление. $C_{2+4}^5 < 355$, $C_{3+4}^5 < 355$, $C_{4+4}^5 < 355$, $C_{5+4}^5 < 355$.

$$\left. \begin{array}{l} C_{6+4}^5 < 355 \\ C_{7+4}^5 > 355 \end{array} \right\} \text{ Фиксируем 6.}$$

$$355 - C_{6+4}^5 = 103, \quad C_{2+3}^4 < 103, \quad C_{3+3}^4 < 103, \quad C_{4+3}^4 < 103.$$

$$\left. \begin{array}{l} C_{5+3}^4 = 70 < 103 \\ C_{6+3}^4 > 103 \end{array} \right\} \text{ Фиксируем 5.}$$

Продолжая аналогичные процедуры восстановления, получаем числа $(6, 5, 4, 4, 3)$, т. е. множество бинарных векторов (110) ; (101) ; (100) ; (100) ; (011) .

Тбилисский государственный университет

(Поступило 30.5.1974)

კომბინატორიკა

ბ. ნანობაშვილი, მ. შიშიგინი

სიჭარბის შემცირების ერთი მეთოდის შესახებ
 ბინარული ვექტორების გადაცემის შემთხვევაში

რეზიუმე

სტატიაში განხილულია კომბინატორული მეთოდი ბინარული ვექტორების სიჭარბის შესამცირებლად. სიჭარბის შემცირების მიზნით შემოტანილია სპეციალური ფუნქცია, რითაც იკუმშება დროებითი ვექტორები.

CYBERNETICS

N. D. NANOBASHVILI, M. I. SHISHIGIN

ON ONE METHOD OF REDUNDANCE REDUCTION WHEN COMMUNICATING A SET OF UNORDERED BINARY VECTORS

Summary

The article deals with a combinatorial method of redundancy reduction permitting to increase the information capacity of computing and control systems as well as to decrease the time of information communication by the communication channel.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Ю. Б. Ольховский, О. Н. Новоселов. Сжатие данных при телензмерениях. М., 1971.
2. К. А. Рыбников. Введение в комбинаторный анализ. М., 1972.



В матрице E вычеркнем столбцы, состоящие только из нулей. Соответственно вычеркиваются строки с номерами этих столбцов. Полученную матрицу обозначим через H' . Введем систему разбиений $\tau_1^0, \tau_2^0, \dots, \tau_m^0, \pi^0$, $\tau^0 = \tau_1^0 = \tau_2^0 = \dots = \tau_m^0 = (1, 2, \dots, n; \dots; (m-1)n + 1, \dots, m \cdot n)$. Рассмотрим произвольный блок $B_j(\pi)$. Пусть этот блок содержит состояния i_1, i_2, \dots, i_r . Тогда соответствующий блок π^0 запишется в виде $i_1, i_1 + n, i_1 + 2n, \dots, i_1 + (m-1)n, i_2, i_2 + n, \dots, i_2 + (m-1)n, \dots, i_r, i_r + n, \dots, i_r + (m-1)n$. Наконец, вычеркивая из разбиений τ^0, π^0 и β_1 номера состояний, совпадающие с номерами вычеркнутых строк и столбцов матрицы E_1 , получим разбиения $\tau'_1, \tau'_2, \dots, \tau'_m, \pi'$ и β , относительно которых матрица H' удовлетворяет условиям леммы 1.

Нетрудно указать размерность d матрицы H' $d = \sum_{j=1}^m \left| \bigcup_{i=1}^m B_j(\tau_i) \right|$,

где $\left| \bigcup_{i=1}^m B_j(\tau_i) \right|$ — число элементов множества $\bigcup_{i=1}^m B_j(\tau_i)$.

Лемма 2. Существует матрица D , такая, что для нее найдется разбиение τ'' , по которому D обладает свойством подстановки, и разбиение γ , такое, что $D_\gamma = H$.

Рассмотрим матрицу $H' = \|P'_{ij}\|$ и для блока $B_1(\tau')$ образуем следующие суммы:

$$S_j = \sum_{i \in B_1(\tau')} P_{ij}; \quad j=1, 2, \dots, m; \quad i \in B_1(\tau').$$

Пусть $S_k = \min \{S_1, S_2, \dots, S_m\}$ и $b(r')$ — подмножество $B_1(\tau')$, состоящее из r' элементов. Рассмотрим i -ю строку, $i \in B_1(\tau')$. Элементы P'_{ij} этой строки $j \in b(r')$ представим в виде $P'_{ij} = x_{ij} + y_{ij}$, $x_{ij} \geq 0$, $y_{ij} \geq 0$, так, чтобы выполнялось

$$S_j - \sum_{i \in b(r')} y_{ij} = S_k. \quad (2)$$

Найдем $b(r') \subseteq B_1(\tau')$, удовлетворяющее (2) с минимально возможным $r' = r_1$. В матрице H' добавим $|B_1(\tau')| = Z$ столбцов с номерами $d+1, d+2, \dots, d+Z$. Элементы x_{ij} оставим в клетках i, j , а элементы y_{ij} запишем в добавленных клетках с номерами $i, j+d$ строки i . Под H' припишем строки с номерами, входящими в $B_1(\tau')$. И после этого в полученной матрице вычеркнем нулевые столбцы и строки с номерами этих столбцов. В результате получим матрицу D^1 размерности $d+r_1$, в которой

$\sum_{i \in B_1(\tau')} P_{ij} = \text{const}$ для всех $i=1, 2, \dots, d+r_1$. Пусть для простоты элементами $b(r_1)$ являются $1, 2, \dots, t$. Тогда D^1 будет укрупнена по $\alpha_1 = (B_1(\alpha_1), \dots, B_d(\alpha_1))$, где $B_j(\alpha_1) = j, j+d, j=1, \dots, t$; $B_i(\alpha_1) = i, i=t+1, \dots, d$. Для блоков $B_2(\tau'), \dots, B_m(\tau')$ образуются соответствующие суммы типа (2), так же как и для $B_1(\tau')$, и определяются $b(r_2), \dots, b(r_m)$.



Легко показать, что полученная матрица D будет укрупнима по разбиению $\tau'' = \tau''_1 = \dots = \tau''_{m+1}$. При этом $B_i(\tau'') = B_i(\tau') \forall i=1, 2, \dots, m$, а $B_{m+1}(\tau'')$ будет состоять из состояний с номерами $d+1, d+2, \dots, d+r$,

где $r = \sum_{i=1}^m r_i$. Подобно тому, как мы определили разбиение для D^1 ,

можно найти разбиение α , такое, что $D_\alpha = H$. Блоки разбиения γ имеют вид $B_j(\gamma) = \bigcup_{i \in B_j(\beta)} B_i(\alpha), j=1, 2, \dots, n$.

Пусть заданы автономный вероятностный автомат A , описываемый матрицей H , и система разбиений $\tau_1, \tau_2, \dots, \tau_m, \pi$, удовлетворяющая условиям (1). Согласно лемме 2 найдем матрицу D размерности $n+r+d$ и разбиение $\gamma, D_\gamma = H$. Кроме того, D укрупнима по τ'' .

Теорема. Автомат A декомпозируется на два последовательно соединенных автомата, если:

- 1) найдется разбиение μ , такое, что τ'' и μ окажутся независимыми;
- 2) $r+d < n$;
- 3) система уравнений $\{P_{ij} = x_{ij} + y_{ij}\}$ имеет решение $x_{ij} \geq 0, y_{ij} \geq 0$ для всех $i=1, 2, \dots, n$ и $j \in \bigcup_{k=1}^m b(r_k)$.

Академия наук Грузинской ССР
Институт кибернетики

(Поступило 28.6.1974)

კიბერნეტიკა

ა. გიორგაძე, თ. ჯეაბაშვილი

ალბათური ავტომატების დეკომპოზიციის საკითხისათვის

რეზიუმე

ნაშრომში მოცემულია ალბათური ავტომატების დეკომპოზიციის მეთოდი, რომელიც ეყრდნობა მდგომარეობათა გაყოფის პრინციპს. ამასთან დეკომპოზიციის ჩვეულებრივი პირობები სუსტდება, ხოლო კლასი ავტომატებისა, რომლებიც განიციან დეკომპოზიციას, ფართოვდება.

CYBERNETICS

A. Kh. GIORGADZE, T. L. JEBASHVILI

TOWARDS THE DECOMPOSITION OF PROBABILISTIC AUTOMATA

Summary

A decomposition problem of probabilistic automata is considered. The usual conditions of decomposition are weakened by means of state-splitting techniques.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. G. B a s o n. The Decomposition of Stochastic Automata. Information and Control, v. 7, № 3, 1964, 320—339.

Г. П. САМХАРАДЗЕ, О. С. МИХАИЛОВ

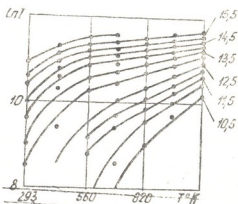
К ВОПРОСУ ВЛИЯНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ КОРОНИРУЮЩЕГО ЭЛЕКТРОДА НА ВЕЛИЧИНУ РАЗРЯДНОГО ТОКА В ВОЗДУХЕ

(Представлено академиком М. М. Мирзиашвили 28.5.1974)

Нами сделана попытка выяснить роль температуры коронирующего электрода на процесс возникновения короны в системе электродов лезвие внутри цилиндра.

Как указано в [1], при фиксированном напряжении, подводимом к разрядному промежутку, величина тока отрицательной короны в воздухе увеличивается с повышением температуры коронирующего электрода.

Рис. 1. Зависимость тока разряда от температуры коронирующего электрода для отрицательной короны. Цифры обозначают величину потенциала коронирующего электрода в кв



Вольтамперные характеристики короны, полученные при разряде с подогреваемого коронирующего электрода, приведены на рис. 1. За исключением начальных температур участков, они могут быть аппроксимированы прямыми, причем, чем выше потенциал коронирующего электрода, тем при более низких температурах наблюдается опрямление кривых, выражающих полулогарифмическую зависимость силы тока I от T . При этом точки перелома лежат на прямой линии, а углы наклона опрямленных участков уменьшаются с увеличением подаваемого на коронирующий электрод потенциала.

Графическая зависимость изменения тангенса угла наклона от напряжения, приложенного к разрядному промежутку, аппроксимируется прямой линией (рис. 2). Это означает, что изменение величины тангенса угла наклона с ростом потенциала коронирующего электрода может быть записано в следующем аналитическом виде:

$$\frac{d(\ln I)}{dT} = A - BU, \tag{1}$$

где A и B — постоянные; I — сила коронного тока; U — потенциал коронирующего электрода.

Решая уравнение (1), находим

$$I = I_0 \exp [(A - BU)T]. \quad (2)$$

Из выражения (2) следует, что ионизация полем не может быть отделена от термического возбуждения газа.

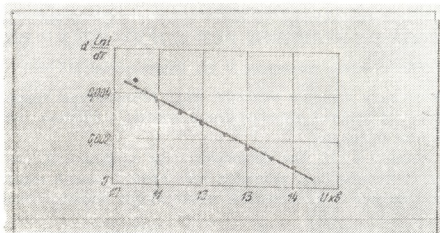


Рис. 2. Зависимость изменения тока разряда, нормированного к единице изменения температуры, от потенциала коронирующего электрода

Основываясь на предположении о том, что температура воздуха в приэлектродном пространстве равна температуре коронирующего электрода, можно говорить об изменении плотности газа в коронирующем слое при изменении его температуры. Поскольку измерения проводились при постоянном давлении, плотность газа в коронирующем слое изменялась обратно пропорционально его абсолютной температуре. В соответствии с формулой Пика для начальной напряженности поля короны [2] разряд должен возникать при более низком потенциале с уменьшением плотности газа, что и наблюдалось в эксперименте. Понижение плотности газа в приэлектродном пространстве обуславливает увеличение длины свободного пробега электронов, следовательно, степень ионизации нейтральных молекул воздуха должна возрастать. Таким образом, влияние температуры коронирующего электрода сводится к изменению степени ионизации газа в коронирующей области, что и обуславливает эффект изменения тока разряда при фиксированном напряжении, приложенном к разрядному промежутку.

Научно-исследовательский институт
электронно-ионной технологии

(Поступило 31.5.1974)

ფიზიკა

ბ. სამხარაძე, ო. მიხაილოვი

ჰაერში გვირგვინა ელექტროდის ტემპერატურის გავლენის
შესახებ განმუხტვის დენის სიდიდებზე

რეზიუმე

განხილულია განმუხტვის დენის ზრდის ეფექტი გვირგვინა ელექტროდის ტემპერატურის ზრდასთან ერთად, როცა მუშა ძაბვა ფიქსირებულია.

მიღებულია ემპირიული დამოკიდებულება განმუხტვის დენსა და ელექტროდის ტემპერატურას შორის.

ეფექტი აიხსნება ჰაერის ნეიტრალური მოლეკულების იონიზაციის ხარისხის ზრდით, რომელიც დაკავშირებულია გვირგვინა ფენაში აირის სიმკვრივის შემცირების გამო ელექტრონების თავისუფალი გარბენის სივრცის ზრდასთან.

PHYSICS

G. P. SAMKHARADZE, O. S. MIKHAILOV

CONCERNING THE INFLUENCE OF THE CORONA ELECTRODE
TEMPERATURE UPON THE VALUE OF THE DISCHARGE
CURRENT IN THE AIR

Summary

The effect of the growth of discharge current with an increase of the corona electrode temperature during fixed operating voltage is examined. The empiric dependence of the current discharge force upon the temperature of the electrode is obtained.

The effect is explained by the increase of the degree of ionization of neutral air molecules, being related to the increase of the length of the free path of electrons due to the decrease of the density of gas in the corona layer.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. Ф. Олофинский. Электрические методы обогащения. М., 1970.
2. Н. А. Канцов. Коронный разряд и его применение в электрофилстрах. М.—Л., 1947.



Г. Т. АДАМШВИЛИ

СПИНОВАЯ ДИФФУЗИЯ И ДВОЙНОЙ ЯДЕРНЫЙ РЕЗОНАНС

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. Р. Хуцишвили 6.5.1974)

Для исследования систем, которые содержат ядерные спины двух сортов, используется метод двойного ядерного резонанса (ДЯР). Этот метод отличается очень высокой чувствительностью и поэтому его использование особенно целесообразно при исследовании систем, содержащих малую концентрацию примесных ядер.

Суть ДЯР состоит в том, что с помощью двух переменных полей приводятся в контакт два резервуара ядерных спинов I и S [1, 2].

Когда переменные поля удовлетворяют условию Ханна

$$\gamma_I H_{1I} = \gamma_S H_{1S} \quad (1)$$

(H_{1I} и H_{1S} — амплитуды переменных полей), происходит кросс-релаксация между I и S -спиновыми резервуарами, в результате которой температура I -спинов увеличивается. Но, так как концентрация S -спинов мала, по сравнению с I -спинами, увеличение температуры обильных спинов будет незначительным. Если процесс перемешивания провести много раз, можно достичь значительного изменения температуры I -спинов.

Связь между спинами I и S осуществляется с помощью механизма $f|ip-f|op$ -переходов. Вероятность переориентации спина ядра пропорциональна r^{-6} , где r — расстояние между ядрами. Поэтому быстрее переориентируются ближайшие ядра I вокруг S спина, а затем более отдаленные, что приводит к тому, что M_I будет функцией положения. А это приводит к диффузии M_I , что обеспечивается механизмом $f|ip-f|op$ -переходов между ядрами I и обуславливается их диполь-дипольным взаимодействием [3]. Заметим, что при спиновой диффузии суммарная зеемановская энергия I -спинов не меняется и поэтому этот процесс идет без участия решетки. В случае, когда спин равен половине (мы только этот случай и рассматриваем), можно ввести понятие о спиновой температуре, которая будет функцией положения, и вместо диффузии M_I будем говорить о диффузии спиновой температуры.

Мы рассмотрим случай, когда поля H_{1I} и H_{1S} в точном резонансе и точно удовлетворяется условие Ханна (1). Тогда можно выделить две зеемановские подсистемы с обратными температурами β_S и $\beta_I(x)$. В процессе ДЯР спин-решеточной релаксацией пренебрегаем.

Гамильтониан во ВСК имеет вид

$$H = H_I + H_S + H_{II} + H_{IS}, \quad (2)$$

H_I и H_S — зеемановские гамильтонианы спинов I и S соответственно, H_{II} и H_{IS} — секулярные части диполь-дипольного взаимодействия:

$$H_{II} = \frac{1}{8} \sum_{nm} V_{nm}^{zz} (I_n^+ I_m^- + I_n^- I_m^+),$$

$$H_{IS} = \frac{1}{4} \sum_{ij} B_{ij}^{zz} (I_i^+ S_j^- + I_i^- S_j^+),$$

где

$$V_{nm}^{zz} = \frac{\gamma_I^2}{r_{nm}^3} (1 - 3 \cos^2 \theta_{nm}), \quad B_{ij}^{zz} = \frac{\gamma_I \gamma_S}{r_{ij}^3} (1 - 3 \cos^2 \theta_{ij}).$$

(Считаем, что $\hbar = 1$).

Для описания эволюции β_S и $\beta_I(x)$ воспользуемся методом НСО, предложенным Д. Н. Зубаревым [4]. В высокотемпературном приближении матрица плотности имеет вид

$$\rho = \frac{1}{Sp \, 1} \left\{ 1 - \beta_S H_S - \int_{-\infty}^0 dx \beta_I(x) H_I(x) + \int dt e^{et} \beta_S K_S(t) + \right. \\ \left. + \int dx \int_{-\infty}^0 dt e^{et} \beta_I(x) K_I(x, t) \right\}.$$

Производные по времени обратных спиновых температур даются формулами

$$\dot{\beta}_s = - \frac{\overline{K_S}}{\langle H_S^2 \rangle}, \quad \dot{\beta}_I(x) = - \frac{\overline{K_I(x)}}{\langle H_I^2(x) \rangle},$$

$$\text{где } \langle H_S^2 \rangle = \frac{\omega_S^2}{2} \langle S^+ S^- \rangle N_S, \quad \langle H_I^2(x) \rangle = \frac{\omega_I^2}{2} \langle I^+ I^- \rangle \frac{N_I}{V},$$

$$\overline{K_S} = Sp(\rho K_S) = \int_{-\infty}^0 dt e^{et} \beta_S \langle K_S(t) K_S \rangle + \int dx \int_{-\infty}^0 dt e^{et} \beta_I(x) \langle K_I(x, t) K_S \rangle,$$

$$\overline{K_I(x)} = Sp[\rho K_I(x)] = \int_{-\infty}^0 dt e^{et} \beta_S \langle K_S(t) K_I(x) \rangle +$$

$$+ \int dx' \int_{-\infty}^0 dt e^{et} \beta_I(x') \langle K_I(x', t) K_I(x) \rangle.$$



Вычисления дают

$$\dot{\beta}_S = \frac{\pi}{8N_S} F \sum_{ij} |B_{ij}^{zz}|^2 [\beta_I(x_i) - \beta_S] + \frac{\beta_{oS} - \beta_S}{T'_{Sx}} - \frac{\beta_S}{T''_{Sx}}, \quad (3)$$

$$\dot{\beta}_I(x) = \frac{\pi}{8} F \sum_j |B_{xj}^{zz}|^2 [\beta_S - \beta_I(x)] + D_{\alpha\beta} \nabla_\alpha \nabla_\beta \beta_I(x) + \frac{\beta_{oI} - \beta_I^{(f)}}{T'_{Ix}} - \frac{\beta_I^{(f)}}{T''_{Ix}}, \quad (4)$$

где

$$F = \int_{-\infty}^{+\infty} d\omega f(\omega) g(\omega),$$

$$D_{\alpha\beta} = \pi/32 \int_{-\infty}^{\infty} d\omega f^2(\omega) \sum_m |V_{\alpha m}^{zz}|^2 (x_\alpha - x_{\alpha m})(x_\beta - x_{\beta m}),$$

$D_{\alpha\beta}$ — коэффициент спиновой диффузии.

В уравнениях (3) и (4) члены типа $\frac{\beta_0 - \beta}{T'_x} - \frac{\beta}{T''_x}$ добавлены феноменологически. Они учитывают спин-решеточную релаксацию во ВСК (см. по этому поводу [5]).

Академия наук Грузинской ССР
Институт физики

(Поступило 30.5.1974)

ფიზიკა

ბ. ადამაშვილი

სპინური დიფუზია და ორმაგი ბირთვული რეზონანსი

რეზიუმე

მიღებულია ზემანის ქვესისტემებისათვის დიფერენციალური განტოლებები მატრიცის ბირთვების სპინური დიფუზიის გათვალისწინებით იმ შემთხვევაში, როდესაც ცვლადი მაგნიტური ველები მოღებულია ზუსტ რეზონანსში და ზუსტად არის დაკმაყოფილებული ჰანის პირობა.

PHYSICS

G. T. ADAMASHVILI

SPIN DIFFUSION AND DOUBLE NUCLEAR RESONANCE

Summary

Differential equations are obtained for Zeeman subsystems with account for spin diffusion of matrix nuclei in the case when alternating fields are applied in an exact resonance and exactly satisfy the Hahn condition.

წიგნების სია — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. S. R. Hartmann, E. L. Hahn. Phys. Rev., 128, 1962, 2042.
2. F. M. Lurie, C. P. Slichter. Phys. Rev., 133, 1964, A 1108.
3. Г. Р. Хуцишвили. УФН, 87, 1965, 211.
4. Д. Н. Зубарев. Неравновесная статистическая термодинамика. М., 1971.
5. Н. С. Бендиашвили, Л. Л. Буишвили, М. Д. Звиададзе. ФТГ, 11, 1969, 726.



ФИЗИКА

Н. П. КЕКЕЛИДZE, Г. П. КЕКЕЛИДZE, Г. Н. ЕРИЦЯН,
 С. Л. ЛАЙТАDZE, Л. С. МИЛОВАНОВА, В. А. СААКJАН

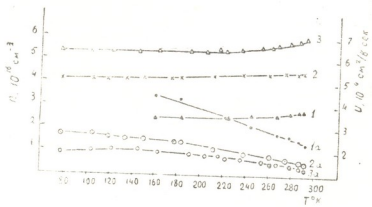
ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТЬ КРИСТАЛЛОВ ФОСФИДА ИНДИЯ И
 АРСЕНИДА ИНДИЯ, ОБЛУЧЕННЫХ ЭЛЕКТРОНАМИ С
 ЭНЕРГИЕЙ 50 МэВ

(Представлено академиком М. М. Мирянашвили 28.5.1974)

Исследованию воздействия различных видов излучений на полупроводниковые соединения InP и $InAs$ посвящено лишь небольшое количество работ [1—5] и, к тому же, в них исследовались кристаллы, облученные или быстрыми нейтронами, или электронами с энергией до 5 МэВ. Поэтому представляло интерес изучить влияние облучения высокоэнергетическими электронами на эти материалы.

В данной работе исследовалось влияние облучения электронами с энергией 50 МэВ на электропроводность фосфида индия и арсенида индия. Исследуемые кристаллы имели электронный тип проводимости и исходную концентрацию носителей тока в InP $n = 1,4 \cdot 10^{16} \text{ см}^{-3}$, в $InAs$ $n = 2,8 \cdot 10^{16} \text{ см}^{-3}$. Кристаллы облучались на линейном ускорителе Ереванского физического института потоком электронов до $1,25 \cdot 10^{16} \text{ эл/см}^2$. При облучении температура поддерживалась близкой к комнатной. Исследование электрических свойств образцов до и после облучения проводилось в интервале температур (77—300)°К.

Рис. 1. Зависимость концентрации носителей тока (кривые 1, 2, 3) и подвижности (кривые 1а, 2а, 3а) от температуры в арсениде индия: 1,1а — до облучения; 2,2а — после облучения потоком электронов $\Phi = 5,0 \cdot 10^{15} \text{ эл/см}^2$; 3,3а — после облучения потоком электронов $\Phi = 1,25 \cdot 10^{16} \text{ эл/см}^2$



Экспериментальные результаты представлены на рис. 1—4. На рис. 1 приведены температурные зависимости концентрации носителей тока и подвижности кристалла арсенида индия до и после облучения. Анализ кривых зависимости концентрации носителей тока от температуры показывает, что концентрация электронов после облучения увеличивается, что находится в согласии с экспериментальными данными работ [1—4]. Такое поведение кристаллов $InAs$ объясняется



введением в материал при облучении структурных дефектов донорного типа. Однако, в отличие от [4], где проводилось облучение арсенида индия быстрыми нейтронами, наши исследования показывают меньший рост концентрации носителей тока. При облучении одним и тем же по величине потоком концентрация электронов в образцах *InAs*, облученных быстрыми нейтронами, выросла в 4 раза, тогда как при облучении электронами — в 2 раза. Из анализа температурной зависимости концентрации носителей тока в *InAs* следует, что введенные облучением дефекты донорного типа имеют мелкие энергетические уровни.

Изменение подвижности в арсениде индия после облучения коррелирует с изменением концентрации носителей тока. Как видно из рис. 1, подвижность уменьшается после облучения во всем исследованном интервале температур, что обусловлено введением дополнительных центров рассеяния. Нами была сделана попытка списать кривую температурной зависимости подвижности *InAs* после облучения на основе теорий рассеяния на ионизированных примесях Брукса-Херринга [6] путем введения эффективного числа рассеивающих центров и рассеяния на оптических колебаниях решетки [7]. На рис. 2 представ-

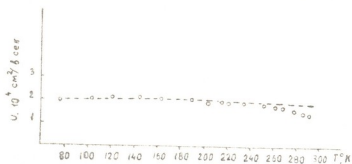


Рис. 2. Температурная зависимость подвижности носителей тока в кристалле *InAs* после облучения потоком электронов $\Phi = 1,25 \cdot 10^{16}$ эл/см²; о — экспериментальные данные; — — — теоретическая кривая

лены экспериментальные данные подвижности кристалла *InAs* после облучения потоком электронов $\Phi = 1,25 \cdot 10^{16}$ эл/см² и соответствующие теоретические расчеты. Как видно из рисунка, согласно теории с экспериментом хорошее во всем исследованном интервале температур, откуда следует, что механизм рассеяния носителей тока в *InAs*, облученных электронами, аналогичен механизму рассеяния носителей тока на ионизированных примесях в исходном материале. Небольшое расхождение имеет лишь в области комнатных температур, что, по-видимому, указывает на то, что высокоэнергетические электроны при бомбардировке создают в объеме кристалла не только точечные дефекты, но и дефекты другого типа: крупные кластеры, разупорядоченные области.

Особый интерес представляет исследование влияния облучения электронами на кристаллы фосфида индия, так как литературных данных о его поведении при облучении очень мало [3, 5].

Анализ полученных нами экспериментальных данных, представленных на рис. 3, показывает, что изменение концентрации носителей тока в *InP* при облучении противоположно изменению, наблюдаемому в *InAs*, а именно, концентрация носителей тока значительно уменьшается после облучения. В области комнатных температур наблюдается уменьшение концентрации электронов более чем на порядок, что указывает на введение в *InP* при облучении дефектов, играющих роль ловушек носителей тока. Такое изменение концентрации находится в со-



ласин с данными исследования электропроводности InP , облученной нейтронами [3, 5]. Как видно из рис. 3, после облучения концентрация носителей тока проявляет сильную температурную зависимость, что является результатом действия введенного облучением глубокого уровня. Энергия ионизации этого уровня, определенная из температурной зависимости концентрации носителей тока, равна 0,19 эв.

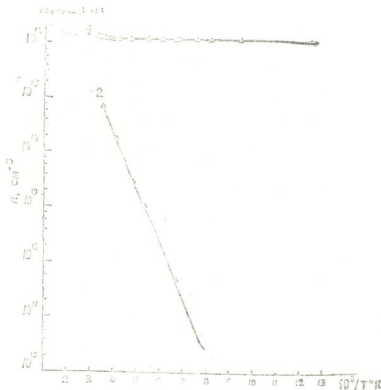


Рис. 3. Зависимость концентрации носителей тока от температуры в фосфиде индия: 1 — до облучения; 2 — после облучения потоком электронов $\Phi = 7,5 \cdot 10^{15}$ эл/см²

Из анализа кривых зависимости подвижности кристалла InP от температуры до и после облучения (рис. 4) видно, что введенные облучением дефекты не только уменьшают подвижность во всем исследуемом интервале температур, но и изменяют ее температурную зависимость.

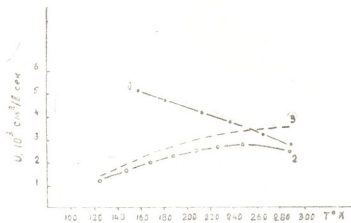


Рис. 4. Зависимость подвижности носителей тока от температуры в фосфиде индия: 1 — до облучения; 2 — после облучения потоком электронов $\Phi = 7,5 \cdot 10^{15}$ эл/см²; 3 — теоретическая кривая

дованном интервале температур, но и изменяют ее температурную зависимость. Проведенное нами сравнение теоретически рассчитанных значений подвижности с экспериментальными данными, аналогичное проведенному выше для $InAs$, дает неудовлетворительное согласие в области температур выше 180°K. Такое расхождение указывает на то,

что введенные при облучении дефекты не являются простыми, одинарно ионизованными центрами.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 31.5.1974)

ფიზიკა

ბ. კეკელიძე, გ. კეკელიძე, გ. ერეციანი, ს. ლაითაძე,
 ლ. მილოვანოვა, ვ. სააკიანი

50 მეგ ენერგიის ელექტრონებით დასხივებული ინდიუმის
 ფოსფიდისა და ინდიუმის არსენიდის კრისტალების
 ელექტროგამტარებლობა

რ ე ზ ი უ მ ე

გამოკვლეულია 50 მეგ ენერგიის მქონე ელექტრონებით დასხივებული *InP* და *InAs* კრისტალების ელექტრული თვისებები ($77-300$)°K ტემპერატურულ ინტერვალში. გაანალიზებულია დენის მატარებლების კონცენტრაციის და ძვრადობის დამოკიდებულება ტემპერატურაზე დასხივების შემდეგ. ძვრადობის ექსპერიმენტული შედეგები შედარებულია იონიზებულ მინარევებსა და კრისტალური მესერის ოპტიკურ რხევებზე დენის მატარებლების გაბნევის თეორიის მონაცემებთან.

PHYSICS

N. P. KEKELIDZE, G. P. KEKELIDZE, G. N. ERETSIAN,
 S. L. LAITADZE, L. S. MILOVANова, V. A. SAAKIAN

ELECTROCONDUCTIVITY OF INDIUM PHOSPHIDE AND INDIUM
 ARSENIDE CRYSTALS IRRADIATED WITH 50 MeV ELECTRONS

Summary

The electrical properties of *InP* and *InAs* crystals irradiated with 50 MeV electrons in the temperature range ($77-300$)°K have been investigated.

The temperature dependences of carrier concentration and mobility after irradiation were analyzed. The experimental data were compared with theoretical calculations based on the theory of scattering over ionized impurities and of polar lattice scattering.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. J. W. Cleland, J. H. Crawford. Bull. Am. Phys. Soc., 3, 1958, 142.
2. L. W. Aukerman. Phys. Rev., 115, 1959, 1133.
3. N. P. Kekelidze, G. P. Kekelidze. Proceedings of the 1972 Reading Conference on Radiation Damage and Defects in Semiconductors. Reading, 1972, 387.
4. Б. И. Болтакс, Э. П. Савин. Сб. «Радиационная физика неметаллических кристаллов». Минск, 1970.
5. L. W. Aukerman. J. Appl. Phys., 30, 1959, 1239.
6. H. Brooks. Phys. Rev., 83, 1951, 879.
7. H. Ehrenreich. J. Phys. Chem. Solids, 8, 1959, 130.



Р. Г. ГАЧЧИЛАДЗЕ, А. Г. ХАНТАДЗЕ, Г. М. ХОЧОЛАВА,
 Т. А. ГВАНЦЕЛАДЗЕ

О ЧИСЛЕННОМ РЕШЕНИИ НЕСТАЦИОНАРНОГО УРАВНЕНИЯ
 АМБИПОЛЯРНОЙ ДИФFUЗИИ

(Представлено академиком Е. К. Харадзе 20.7.1974)

В настоящей статье приводятся результаты численного интегрирования на ЭВМ уравнения неразрывности для электронного газа:

$$\frac{\partial N}{\partial t} = q - \beta_0 \exp(-\rho z) N - d_0 \exp(z) \left[\frac{\partial^2 N}{\partial z^2} + \frac{3}{2} \frac{\partial N}{\partial z} + \frac{N}{2} \right], \quad (1)$$

где $z = \frac{h-h_q}{H}$, H —шкала высот атомарного кислорода, h_q —высота максимума образования ионов при $x=0$, функция ионообразования определялась по формуле $q=q_0 \exp[1-z-\sec x e^{-z}]$, β_0 —коэффициент прилипания при $z=0$, $d_0 = \frac{D_0}{H^2} \sin^2 I$, D_0 —коэффициент диффузии при $z=0$, I —магнитное наклонение.

Решение выполнялось для значений $p=0; 1$ и $1,75$ ($p = \frac{H}{H_m}$, где H_m —шкала высот молекулярной составляющей нейтрального газа). Хотя случай $p=0$ далек от реальных условий, тем не менее он интересен тем, что для высокоширотных областей ионосферы удается получить точное аналитическое решение уравнения (1).

Для решения задачи были взяты следующие расчетные параметры: $H=8 \cdot 10^6$ см, $q_0=360$ см² сек⁻¹, $h_q=18 \cdot 10^6$ см, $\beta_0=1,4 \cdot 10^{-3}$ сек⁻¹, $d_0=10^{-5}$ сек⁻¹.

На высотах 100 и 600 км были заданы нулевые значения концентрации N . Граничные и начальные условия для функции $N(t, z)$ имеют вид

$$N(t; 0,25)=0, \quad N(t; 5,25)=0, \quad N(0; z)=N_0(z), \quad (2)$$

где $N_0(z)$ —стационарное решение уравнения (1) при $t=0$ и $\frac{\partial N}{\partial t}=0$.

Для численного решения этой задачи применялся метод конечных разностей. Разностная аппроксимация уравнения (1) имеет вид

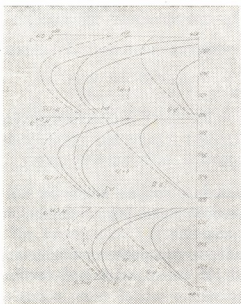
$$N_i^{k+1} = N_i^k + \Delta t \left\{ \left[\frac{d_0 e^z}{\Delta z} \left(\frac{1}{\Delta z} - \frac{3}{4} \right) \right] N_{i-1}^k + \left[\frac{d_0 e^z}{\Delta z} \left(\frac{1}{\Delta z} + \frac{3}{4} \right) \right] N_{i+1}^k + \right.$$

$$+ \left[d_0 e^z \left(\frac{1}{2} - \frac{2}{\Delta z^2} \right) - \beta_0 e^{-pz} \right] N_i^k + q_0 \exp \left(1 - z - \frac{1}{e^z \cos \alpha} \right), \quad (3)$$

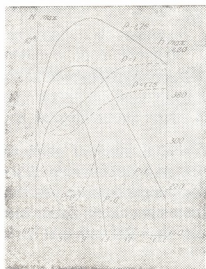
где N_i^k —значение концентрации в i -том узле для $t=k \Delta t$, Δt и Δz —шаги по времени и пространственной переменной.

В результате решения получено высотное распределение электронной концентрации для значений $p=0; 1$ и $1,75$ в различные моменты времени после включения ионизатора на равноденственный период ($\delta=0^\circ$) на широтах $75^\circ; 60^\circ; 30^\circ N$ и 0° .

На фиг. 1 представлен высотный ход электронной концентрации через $t=3; 7$ и 11 часов после включения ионизатора на широтах $\varphi=75^\circ N$ (сплошная линия) и $\varphi=30^\circ N$ (пунктирная линия). Если сравнить результаты анализа этих графиков с экспериментальным материалом по морфологии области F , а именно с суточным ходом величины максимума электронной концентрации и ее высоты, то можно убедиться в том, что в утренние часы профиль с $p=1$ наиболее близок к реальному распределению, тогда как в дневные часы к последнему близок профиль с $p=1,75$. Это значит, что процесс потерь электронов в первом случае определяется концентрацией атомарного кислорода O , а во втором—молекулярного азота N_2 .



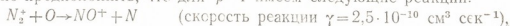
Фиг. 1



Фиг. 2

Как известно [1], отношение концентрации атомарного кислорода к концентрации молекулярного азота $[O]/[N_2]$ увеличивается с ростом высоты за счет увеличения $[O]$ и уменьшения $[N_2]$. Ночью, когда максимум области F располагается на больших высотах (~ 400 км), это отношение увеличивается и распределение электронной концентрации может описываться профилем с $p=1$. Днем $h_{\max} \sim 300$ км и имеем обратную картину, поэтому для моделирования можно использовать профиль с $p=1,75$.

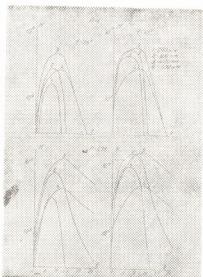
На фиг. 2 представлен суточный ход изменения электронной концентрации (сплошная линия) и высоты максимума F -области (пунктирная линия) на широте 60° , причем отсчет начинается с момента включения ионизатора. Как видно из графика, отмечается понижение высоты в дневные часы с последующим ее ростом в вечерние и ночные часы. На графике отмечается более медленный спад (более чем в 3 раза) электронной концентрации в течение ночи для $p=1,75$ по сравнению с кривой $p=1$. Это, очевидно, можно объяснить разницей в величине скоростей процессов потерь электронов для $p=1,75$ и $p=1$. Дело в том, что исчезновение электронов происходит за счет ионно-молекулярных реакций и последующей реакции диссоциативной рекомбинации. Учитывая вышесказанное объяснение графиков на фиг. 1, можно предположить, что для $p=1$ имеем следующие реакции:



а для $p=1,75$ —



Из оценок величин скоростей реакций видно, что в случае $p=1$ скорость исчезновения электронов на два порядка выше, и это, возможно, обуславливает более резкий спад электронной концентрации по сравнению со случаем $p=1,75$.



Фиг. 3

На фиг. 3 представлено суточное изменение электронной концентрации на фиксированных высотах 260, 300, 400 и 500 км для $p=1$ и $p=1,75$ на широтах 75° и 30° . Из сравнения этих графиков видно, что максимум электронной концентрации наступает раньше на малых высотах, а затем выше. Кроме того, отмечается следующее: максимумы кривых электронной концентрации на различных высотах более близко расположены друг к другу на широте 30° по сравнению с широтой 75° . Это, по-видимому, означает, что высотный градиент изменения

электронной концентрации, обусловленный функцией ионизации $q(z, t)$, в области 260—400 км на широте 75° значительно больше, чем на широте 30° (в 4 раза для $p=1$ и \sim в 3 раза для $p=1,75$). Случай $p=0$, как видно из фиг. 1, качественно правильно описывает высотный ход электронной концентрации, однако количественные значения электронной концентрации и высоты максимума занижены, что является прямым следствием постоянства коэффициента рекомбинации с высотой.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт геофизики

(Поступило 25.7.1974)

გეოფიზიკა

რ. ბაჩილაძე, ა. ხანთაძე, ზ. ხოჯოლავა, თ. გვანცელაძე

ამბიპოლარული დიფუზიის არასტაციონარული განტოლების
 რიცხვითი ამოხსნისათვის

რეზიუმე

მოყვანილია ელექტრულ გამოვლით მანქანაზე უწყვეტობის განტოლების რიცხვითი ინტეგრირების შედეგები. ამოხსნა მიღებულია $p=0$ (ატმოსფეროში მოლეკულების თანაბარი განაწილება, $p=1$ (O_2 და O სრული შერევა) და $p=1,75$ (O_2 და N_2 -სათვის დიფუზური წონასწორობა) მნიშვნელობებისათვის. მიღებულია ელექტრონული კონცენტრაციის დღელამური და სიმაღლის მიხედვით განაწილება სხვადასხვა განედზე.

GEOPHYSICS

R. G. GACHECHILADZE, A. G. KHANTADZE, G. M. KHOCHOLAVA,
 T. A. GVANTSELADZE

ON THE NUMERICAL SOLUTION OF A NONSTATIONARY
 EQUATION OF AMBIPOLAR DIFFUSION

Summary

The results of numerical integration, on a digital computer, of a continuity equation for electron gas are given.

The values were solved: $p=0$ (uniformly distributed molecules in the atmosphere); $p=1$ (full transfer of O_2 and O); $p=1.75$ (diffusion equilibrium for O_2 and N_2). Altitudinal and daily distributions of electron concentration along the latitude are obtained.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. М. Поляков, Л. А. Щепкин, Э. С. Казимировский, В. Д. Кокоуров. Ионосферные процессы. Новосибирск, 1968.



Л. И. ТУЛИАНИ

О РАСПРЕДЕЛЕНИИ НАПРЯЖЕНИЙ В КОРЕ КАВКАЗСКОГО РЕГИОНА

(Представлено академиком Б. К. Балавадзе 20.6.1974)

Особенности распределения напряжений в коре Кавказского региона неоднократно рассматривались в геологической литературе. При этом изучались преимущественно ориентации главных напряжений в очагах землетрясений, которые в общем случае не давали однозначного решения задачи о соотношениях в пространстве осей растяжения и сжатия. Соответственно высказывались различные мнения об ориентировке осей напряжений. Одни исследователи полагали, что вкрест простирания Б. Кавказа происходит наибольшее, а вдоль его оси наименьшее сжатие [1—3]. Другие считали, что в этом регионе имеет место сочетание зон растяжения и сжатия, неоднократно перераспределявшееся на протяжении неотектонического этапа и, более того, может быть противоположное на различных уровнях земной коры [4, 5].

Теоретический анализ напряжений в литосфере, проведенный Е. В. Артюшковым [6, 7], показал, что они возникают из-за горизонтальных неоднородностей самых верхних слоев Земли, прежде всего из-за неоднородностей мощности коры.

В областях поднятий кора обладает излишком потенциальной энергии, а депрессии характеризуются недостатком ее. В результате, чтобы сбросить излишек потенциальной энергии, кора стремится растечься в горизонтальном направлении, т. е. сгладить неоднородности своей мощности. В Кавказском регионе, относящемся к категории внутриконтинентальных поднятий, изменения мощности коры и рельефа поверхности Земли вызывают добавочные нагрузки, в результате которых возникают напряжения, отличные от гидростатически равновесного состояния коры. Особенно большие значения имеют напряжения в областях высоких поднятий, где сильно разогретое вещество мантии проникает в кору и распределяется на небольшой глубине от поверхности Земли. Эти напряжения порядка 10^3 кг/см² и являются причиной деформации горных пород и землетрясений.

Обозначим через δ среднее по толщине литосферы значение разности напряжений $\sigma_{xx} - \sigma_{zz}$. Направим ось Z вертикально вверх, а ось X вкрест простирания структуры. Тогда разность напряжений $\sigma = \overline{\sigma_{xx} - \sigma_{zz}}$ определится по формуле

$$\sigma = \frac{\Sigma}{d}, \quad (1)$$

где Σ — полное добавочное по отношению к гидростатически равновесному состоянию сила, действующая вдоль литосферы вкрест простирания структуры, а d — мощность литосферы.

Расчет величины Σ для Кавказского региона был опубликован автором ранее [8]. На этом основании было проведено геодинамическое районирование Кавказского региона и выделены четыре области: 1) центральной части Б. Кавказа; 2) М. Кавказа; 3) Скифской плиты, Грузинской и Азербайджанской глыб, Черноморской и Южно-Каспийской впадин, 4) Дзирульского поднятия. В первых двух областях действуют преимущественно растягивающие усилия, в третьей — сжимающие, а четвертая представляет собой как бы барьер между ними.

Определение мощности литосферы d , т. е. мощности коры и верхней мантии от дневной поверхности до кровли первого слоя поглощения объемных волн, было выполнено по методике Н. В. Шебалина [9] путем обработки сейсмологических данных (рис. 1).

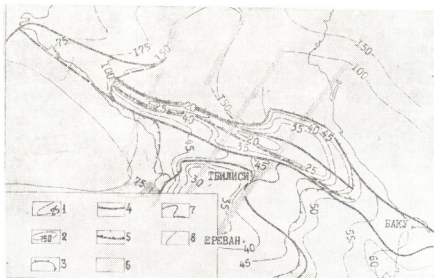


Рис. 1. Схема условий залегания слоя поглощения объемных волн в коре Кавказского региона. Составили Б. К. Балавадзе и Л. И. Тулиани с использованием данных магнитотеллурических зондирований Института геофизики АН ГССР (1974). Условные обозначения: 1 — изогипсы кровли слоя поглощения объемных волн; 2 — изогипсы кровли астеносферы, предполагаемые; 3 — контуры распространения слоя поглощения объемных волн в коре. Продольные разломы, наиболее активные на позднеорогенном этапе; 4 — глубокие; 5, 7 — коровые; 6 — поперечные глубокие разломы; 8 — границы выклинивания или резкого утонения гранитоидного слоя в Черноморской и Южно-Каспийской впадинах

Расчет напряжений, выполненный согласно выражению (1), производился по сетке 50×50 км², стороны которой были ориентированы параллельно и вкрест простирания Б. Кавказа, что обеспечивало среднестатистическую представительность полученных результатов (рис. 2).

Распределение напряжений растяжения и сжатия в литосфере Кавказского региона находится в соответствии с полем действия сил [9]. Интенсивность напряжений наиболее высока в средней зоне поднятий Центрального Кавказа, где она достигает 680—950 кг/см². Они охватывают также поднятия Восточного Кавказа и его северное крыло, где их интенсивность уменьшается до 50—100 кг/см². Вдоль разломов, ограничивающих указанную область и наиболее активных на неотектоническом этапе, происходит изменение знака и растягивающие напряжения сменяются сжимающими, интенсивностью до 50—170 кг/см².

На М. Кавказе также действуют напряжения растяжения, однако их интенсивность составляет не более 140 кг/см². Область относи-

тельно высокой интенсивности растяжения в тектоническом отношении соответствует здесь Севанской зоне поднятий и Центрально-Армянской вулканической зоне, обнаруживая некоторую зависимость от положения поперечных разломов, которые в принципе сказываются на распределении напряжений и на Б. Кавказе (рис. 2). В пределах Азербай-



Рис. 2. Схема распределения и интенсивности напряжений в коре Кавказского региона по Л. П. Тулиани (1974). Условные обозначения: 1 — изолинии напряжений сжатия, кг/см^2 ; 3 — области растяжения на Б. и М. Кавказе; 4 — зоны напряжений растяжения, превышающих 250 кг/см^2 ; 5 — зоны напряжений растяжения свыше 400 кг/см^2 ; 6 — границы выклинивания или резкого утонения гранитоидного слоя в Черноморской и Южно-Каспийской впадинах

джанской и Грузинской глыб повсеместно действуют напряжения сжатия, интенсивность которых увеличивается в направлении к Южно-Каспийской и Черноморской впадинам до $200\text{--}250 \text{ кг/см}^2$. Обращает на себя внимание то, что Дзирульское поднятие, как и в поле действия сил, образует барьер между областями растяжения и сжатия в Кавказском регионе.

На примере Кавказа получают также подтверждение выводы Е. В. Артюшкова [8] о том, что антиизостатические движения в пределах внутриконтинентальных поднятий обусловлены внедрением пластичного и нагретого вещества аномальной мантии в земную кору. Однако нагнетание мантийного материала вызывает не только высокоамплитудные поднятия, но и орогенный вулканизм [10]. Для Кавказа это мнение особенно правомерно, поскольку центры орогенного вулканизма (Казбек, Эльбрус и др.) приурочены к блокам высокого залегания слоя поглощения объемных волн, испытывающим наиболее интенсивное растяжение.

Таким образом, на основании расчета напряжений в коре Кавказского региона, находящейся выше первого слоя поглощения объемных волн, выделяются области растяжения и сжатия. Интенсивность напряжений растяжения наиболее высока в средней зоне поднятий Центрального Кавказа, где она достигает $680\text{--}950 \text{ кг/см}^2$. В направлении к крыльям интенсивность растяжения уменьшается до $50\text{--}100 \text{ кг/см}^2$. На М. Кавказе также действуют напряжения растяжения, однако их интенсивность составляет не более 140 кг/см^2 . В пределах

Азербайджанской и Грузинской глыб повсеместно действуют напряжения сжатия, интенсивность которых увеличивается в направлении к Южно-Каспийской и Черноморской впадинам до 200—250 кг/см². Дзидзульское поднятие образует барьер между областями растяжения и сжатия.

Распределение и интенсивность напряжений обнаруживают зависимость от высотного положения кровли первого проводящего слоя, образование которого вызвано, вероятно, внедрением пластичного и нагретого вещества аномальной мантии в земную кору.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 25.7.1974)

1

გეოფიზიკა

ლ. თულიანი

კავკასიის რეგიონის ძირითადი დაძაბულობათა

ზონალური შესახებ

რეზიუმე

კავკასიის რეგიონის ქერქის ზონაში, რომელიც მოცულობითი ტალღების მთანქმელი პირველი ფენის ზევითაა მოთავსებული, შესწავლილია კუმშვისა და გაჭიმვის ინტენსივობა. დადგენილია კუმშვისა და გაჭიმვის არეები და ნაჩვენებია, რომ მათი ინტენსივობა რელიეფისა და გეოლოგიური პირობების მიხედვით იცვლება მნიშვნელოვან ფარგლებში.

GEOPHYSICS

L. I. TULIANI

ON THE STRAIN DISTRIBUTION IN THE CRUST OF THE CAUCASUS REGION

Summary

In the crust zone of the Caucasus region, which overlies the first layer of body waves absorption, the intensity of compression and dilatation has been studied and their areas have been established. It is shown that the intensity of compression and dilatation varies within considerable limits, depending on the relief and geologic conditions.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. М. В. Гзовский и др. Сб. «Напряженное состояние земной коры». М., 1973.
2. П. Н. Кропоткин. Сб. «Напряженное состояние земной коры». М., 1973.
3. Е. И. Широкова. Изв. АН СССР, сер. геофиз., № 10, 1962.
4. Е. Е. Милановский. Новейшая тектоника Кавказа. М., 1963.
5. Н. И. Николаев. Природа, № 7, 1963.
6. Е. В. Артюшков. ДАН СССР, т. 201, 1971.
7. E. V. Artyushkov. The Stresses in the Lithosphere Caused by Crustal Thickness in Homogeneities. J. Geophys. Res., 78, 1973.
8. Л. И. Тулиани. Сообщения АН ГССР, т. 75, № 3, 1974.
9. Н. В. Щербалин. Определение глубины залегания кровли астеносферы. М., 1961.
10. G. S. Dzotsenidze. Acid Volcanism of the Stage of Subsidence of Geosynclines. JUGG XV General Assembly. Moscow, 1971.



Г. И. БУАЧИДЗЕ, Н. А. ГОДЕРДЗИШВИЛИ

К ВОПРОСУ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕМПЕРАТУР В ЗЕМНОЙ КОРЕ НА ТЕРРИТОРИИ ГРУЗИИ

(Представлено академиком Б. К. Балавадзе 18.7.1974)

Тепловое состояние недр Земли имеет определяющее значение при изучении различных геологических процессов.

По А. Н. Тихонову, до глубин порядка 100 км температурное поле можно считать стационарным, ибо отклонения от него составляют несколько процентов. Пренебрежимое влияние в этом интервале имеют также начальная температура и кривизна Земли [1]. Эти положения подтвердились и в работе Е. А. Любимова по термической истории Земли, в которой показано, что в верхних слоях Земли изменение температур происходит со скоростью в несколько десятков градусов за миллионы лет [2]. В таких условиях для распределения температур можно использовать уравнение теплопроводности

$$\frac{d}{dx} \left(K \frac{dT}{dx} \right) = -A,$$

где K — коэффициент теплопроводности, а A — плотность генерации тепла.

Е. А. Любимова решила это уравнение относительно градиентов температур для модели земной коры с n слоями при условии непрерывности температур и тепловых потоков на границах разделов [3]. А. А. Смыслов провел упрощенный расчет температур для четырехслойной модели для различных структурных зон и выделил шесть основных типов земной коры [4]. Е. А. Сакварелидзе провел исследование по изменению теплопроводности пород в зависимости от температуры в интервале 100—500°C [5].

Нами рассчитана температура для трехслойной модели — осадочный, гранитный и базальтовый слой — с учетом генерации тепла в каждом из них и изменения λ [1].

Строение земной коры на территории Грузии взято из [6] и устного сообщения Б. К. Балавадзе. Данные по генерации тепла за счет распада радиоактивных элементов взяты из [4]; они хорошо совпадают с величинами, приводимыми Ф. Берчем [7]. Коэффициент теплопроводности для осадочных пород вычислялся по нашим данным с учетом изменения λ от температуры, а для гранитного и базальтового слоев использовался экспериментальный материал из [5].

При формировании температурного поля одним из определяющих факторов является глубинный тепловой поток. Его значения рассчитывались по материалам прецизионных замеров температур в кондиционных скважинах (на море использовалась автономная аппаратура —

(1 Для глубоководной впадины Черного моря (области отсутствия гранитного слоя) и вулканических районов Эльбруса и Казбека взята двухслойная модель.



термоградиентографы) после внесения соответствующих поправок. В распределении плотности тепловых потоков наибольшее значение имеет общая приуроченность к геотектонике. Самые высокие величины наблюдаются в складчатых системах — до 150 mWm^{-2} на Б. Кавказе и около 90 mWm^{-2} в центральной части Аджаро-Триалетии (район Боржоми). К перифериям систем эта величина убывает (в Тбилисском районе — $50\text{--}55 \text{ mWm}^{-2}$), а на глыбах имеет наименьшие значения — 30 mWm^{-2} в Восточной Кахетии, около 40 mWm^{-2} — в Западной Грузии [8]. Глубоководная часть Черного моря характеризуется также сравнительно низкой величиной теплового потока — менее 40 mWm^{-2} .

Значения температур рассчитаны для оснований осадочного и гранитного (рис. 1) и базальтового (рис. 2) слоев.

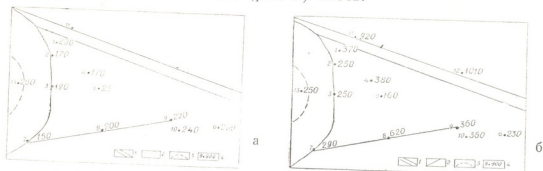


Рис. 1. Схема распределения температур на основаниях осадочного (а) и гранитного (б) слоев. Значения температур округлены до 10°C . 1 — Большой Кавказ, 2 — Аджаро-Триалетская система, 3 — граница области отсутствия гранитного слоя, 4 — пункты расчета температур, слева номер, взятый из таблицы, справа — значения температур в $^\circ\text{C}$.

На первой поверхности наиболее рельефно выступает роль теплосопротивлений, что отражает состав и мощность осадочной толщи. В сходных (сравнительно) геологических условиях температура в общем прямо пропорциональна мощности пород (Тбилиси—Рустави, Моква — Кутаиси). С другой стороны, влияние плотности теплового потока

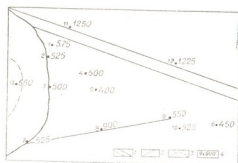


Рис. 2. Схема распределения температур на поверхности «М». Значения температур округлены до 25°C . Обозначения те же, что и на рис. 1.

также является значимым. Так, температуры в районе Поти и Восточной Кахети из-за малых величин тепловых потоков не очень высоки, хотя мощность осадочных толщ здесь наибольшая. И наоборот, в районе Боржоми аналогичные температуры получены под осадками в 2 раза меньшей мощности, опять-таки из-за увеличения значений тепловых потоков. Наименьшие температуры отмечены на охлажденном (ввиду малого теплосопротивления) Дзирульском кристаллическом массиве, где под маломощными осадочными отложениями температура достигает всего 25°C . В осадочной толще глубоководной впадины Чер-

ного моря геофизически выделяются два слоя: мощностью до 3 км (плотность — 1,8 г/см³, скорость упругих волн — 1,5—2,0 км/сек) и мощностью 10—12 км (плотность 2,4 г/см³, скорость упругих волн 3—4 км/сек) [9]. По теплофизическим параметрам первый слой мы приняли соответствующим современным донным отложениям, а аналогами второго взяты вулканы палеогена Аджаро-Триалетии. Здесь температура оказывается наибольшей (250°C), но и мощность толщи наибольшей.

Аналогичная температура отмечается на основании гранитного слоя в прибрежных районах, что соответствует модели выклинивания к центральной впадине. Система Б. Кавказа на этом уровне выделяется особенно резко. Развитые под вулканическими районами Эльбруса и Казбека температуры порядка 1000°C указывают на наличие здесь очагов расплава. В районах, близких к складчатой системе, Моква, Кутаиси и Рустави имеем несколько повышенные значения (свыше 350°C), по сравнению с фоном для глыбы (230—250°C). По-прежнему выделяется низкой температурой Дзирульский массив. Высокие температуры отмечаются в районе Боржоми (свыше 600°C).

| № | Пункты наблюдений | Суммарная мощность земной коры, км | Мощность осадочного слоя, км | Мощность гранитного слоя, км | Мощность базальтового слоя, км | $Q, \text{ mWm}^{-2}$ | $T_1, ^\circ\text{C}$ | $T_2, ^\circ\text{C}$ | $T_3, ^\circ\text{C}$ |
|----|-------------------|------------------------------------|------------------------------|------------------------------|--------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1 | Моква | 50 | 8 | 17 | 25 | 55,9 | 196 | 370 | 567 |
| 2 | Анаклия | 47 | 8 | 14 | 25 | 39,1 | 173 | 246 | 521 |
| 3 | Поти | 48 | 9 | 11 | 25 | 36,1 | 191 | 248 | 490 |
| 4 | Кутаиси | 50 | 6 | 19 | 25 | 57,5 | 165 | 375 | 589 |
| 5 | Сурамский хребет | 41 | 1 | 14 | 26 | 42,8 | 25 | 164 | 389 |
| 6 | Восточная Кахетия | 49 | 10 | 14 | 25 | 31,9 | 200 | 228 | 456 |
| 7 | Джихидзирн | 42 | 6 | 15 | 21 | 50,4 | 148 | 288 | 514 |
| 8 | Боржоми | 48 | 5 | 20 | 23 | 84,8 | 196 | 622 | 889 |
| 9 | Тбилиси | 49 | 8 | 16 | 25 | 51,2 | 219 | 364 | 562 |
| 10 | Рустави | 50 | 9 | 16 | 25 | 47,9 | 243 | 359 | 527 |
| 11 | Эльбрус | 55 | 0 | 25 | 30 | 126 | — | 921 | 1261 |
| 12 | Казбек | 50 | 0 | 23 | 27 | 143 | — | 1010 | 1225 |
| 13 | Черное море | 28 | 11 | 0 | 14 | 37,8 | 250 | — | 551 |

На поверхности основания базальтов картина распределения температур становится более однородной. На общем фоне (500—550°C) с тенденцией к уменьшению на восток (Кахетия—450°C) выделяются вулканические области Б. Кавказа с температурами свыше 1200°C и Боржомский район (около 900°C). На этом уровне Дзирульский массив почти подтягивается до фоновых значений.

Градиент температур в районе Эльбруса и Казбека на глубинах 40—50 км достигает 8—11 град/км, что дает удовлетворительное совпадение с теоретическими расчетами [3]. Хорошие соответствия с некоторыми другими регионами получаются и для абсолютных значений температур. Так, для Сибирской платформы для поверхности «М» отмечают 400°C, для сооружений герцинской консолидации Алтае-Саян—600°C, а для Байкальской рифтовой зоны — 1100—1200°C [10].

Полученная картина распределения температур в земной коре в пределах Грузии в общем отвечает модели Смыслова [4]. По температурным характеристикам глубоководная часть Черноморской впадины отвечает второму типу земной коры (район островных дуг Ти-



хого океана, где мощные осадочные отложения залегают на базальте). Система Б. Кавказа входит в четвертый тип (подвижные пояса в среднем этапе их развития — Альпы, Карпаты, Гималаи). Интересным здесь является наличие областей магматических очагов расплава в гранитном слое. Эти очаги для центральной части Аджаро-Триалетин смещены вниз в базальтовый слой. Можно отметить, что в этой складчатой зоне в температурном отношении особенно выделяется Боржомский район, причем аномалии прослеживаются до самых больших глубин. Возможно, что причиной этого явления служит наличие предполагаемого здесь И. П. Гамк्रेлидзе срединного блокового поднятия. Наконец, Дзиркульский массив по температурным особенностям относится к пятому типу (область выходов на поверхность кристаллических и метаморфизованных пород палеозоя).

Академия наук Грузинской ССР

Сектор гидрогеологии
и инженерной геологии

(Поступило 18.7.1974)

გეოფიზიკა

ბ. ბუაჩიძე, ნ. გოდერძიშვილი

საქართველოს ტერიტორიაზე დედამიწის ტემპერატურათა განაწილების საკითხი

რეზიუმე

დედამიწის ქერქის აგებულებისა და სითბური ნაკადის სიდიდეთა საფუძველზე გამოთვლილია ტემპერატურის განაწილება სხვადასხვა დონეზე. მაქსიმალური სიდიდე მიღებულია კავკასიონისათვის (1200°C), მინიმალური კი — ძირულის კრისტალური მასივისათვის (400°C) „M“ ზედაპირზე.

GEOPHYSICS

G. I. BUACHIDZE, N. A. GODERDZISHVILI

ON TEMPERATURE DISTRIBUTION IN THE EARTH'S CRUST ON THE TERRITORY OF GEORGIA

Summary

Temperature distribution at various levels of the Earth's crust has been calculated on the basis of its structure and heat flow value. The maximal value was obtained for the Caucasus Range (1200°C) and the minimal for the Dzirula crystalline massif (400°C) on the "M" surface.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. Н. Тихонов. Изв. АН СССР, сер. географ. и геоф., № 3, 1937.
2. Н. А. Любинова. Geophys. S. R. A. S., 1, № 2, 1958.
3. Е. А. Любимова. Изв. АН СССР, сер. геофиз., № 12, 1959.
4. А. А. Смыслов. Изв. АН СССР, сер. геол., № 7, 1960.
5. Е. А. Сакварелидзе. Сообщения АН ГССР, т. 51, № 1, 1968.
6. Б. К. Балавадзе. Гравитационное поле и строение земной коры в Грузии. Тбилиси, 1957.
7. Ф. Берч. Ядерная геология. М., 1956.
8. Г. И. Буачидзе, М. П. Шаоршадзе. Сб. «Геотермия», № 1—2, 1974.
9. Б. К. Балавадзе, П. Ш. Миндели. Сб. «Строение Черноморской впадины». М., 1966.
10. А. Д. Дучков, Л. С. Соколова. Сб. «Геотермия», № 1—2, 1974.



ГЕОФИЗИКА

Г. К. СУЛАКВЕЛИДZE, З. В. ХВЕДЕЛИДZE, Я. Г. СУЛАКВЕЛИДZE,
 Н. А. КАЛАНДАДZE, С. М. НИОРАДZE
 НЕКОТОРЫЕ ЗАМЕЧАНИЯ ПО ПОВОДУ УРАВНЕНИЯ
 ТЕРМОДИНАМИКИ АТМОСФЕРЫ

(Представлено академиком Б. К. Балавадзе 17.5.1974)

Уравнение Пуассона, с помощью которого можно описать сухо-
 адиабатический процесс в атмосфере, может быть представлено в виде
 [1—3]

$$\frac{T(z)}{T(0)} = \left[\frac{P(z)}{P(0)} \right]^{\frac{k-1}{k}}, \quad (1)$$

где $T(z)$, $T(0)$, $P(z)$ и $P(0)$ — соответственно температура и давление воз-
 духа на высотах z и 1000 мб, а $k = \frac{C_p}{C_v}$, где C_p и C_v — удельные тепло-
 емкости воздуха при постоянном давлении и объеме. Используя уравнение
 Майера и учитывая с точностью до второго порядка малости, что сухо-
 адиабатический градиент температуры $\gamma_c = \frac{Ag}{C_p}$ и градиент автоконвекции

$\gamma_a = \frac{g}{R_c}$ (где A — тепловой эквивалент работы, R_c — удельная газовая по-
 стоянная сухого воздуха, а g — ускорение силы тяжести), величину $\frac{k-1}{k}$

можно представить в виде отношения величины сухоадиабатического гра-
 диента температуры (γ_c) к величине градиента автоконвекции (γ_a). Внося
 это значение в уравнение Пуассона, получим

$$\frac{T(z)}{T(0)} = \left[\frac{P(z)}{P(0)} \right]^{\frac{\gamma_c}{\gamma_a}} \quad (2)$$

или

$$P(z) = P(0) \left[\frac{T(z)}{T(0)} \right]^{\frac{\gamma_a}{\gamma_c}} \quad (3)$$

После интегрирования основного уравнения статики атмосферы
 зависимость между $P(z)$ и $T(z)$ при линейном изменении темпера-
 туры с высотой ($T(z) = T(0) - \gamma z$, γ — градиент температуры) запишется
 в следующем виде:

$$P(z) = P(0) \left[\frac{T(z)}{T(0)} \right]^{\frac{\gamma_a}{\gamma}} \quad (3')$$

или

$$T(z) = T(0) \left[\frac{P(z)}{P(0)} \right]^{\frac{\gamma}{\gamma_a}}. \quad (3'')$$

Для потенциальной температуры вместо выражения

$$Q(z) = T(z) \left[\frac{P(0)}{P(z)} \right]^{\frac{k-1}{k}}$$

после аналогичных преобразований получим

$$Q(z) = T(z) \left[\frac{P(0)}{P(z)} \right]^{\frac{\gamma_c}{\gamma_a}}. \quad (4)$$

Используя уравнение (3') и интегрируя основное уравнение статики атмосферы, выражаем величину потенциальной температуры $Q(z)$ через температуру $T(0)$, давления $P(0)$ на уровне 1000 мб $P(z)$ на уровне z и величину среднего градиента γ в интервале высот $0-z$:

$$Q(z) = T(0) \left[\frac{P(0)}{P(z)} \right]^{\frac{\gamma_c - \gamma}{\gamma_a}}. \quad (5)$$

Уравнение (5) позволяет сравнить величины $Q(z)$ и $T(0)$ в зависимости от значения $\gamma_c - \gamma$ без каких-либо добавочных рассуждений и построений. Так, если $\gamma > \gamma_c$, то $Q(z) < T(0)$ и атмосфера стратифицирована неустойчиво; если же $\gamma = \gamma_c$, то $Q(z) = T(0)$, и это означает, что состояние равновесия атмосферы безразлично; если $\gamma < \gamma_c$, то $Q(z) > T(0)$ и атмосфера стратифицирована устойчиво.

Из уравнения (3) после логарифмирования, дифференцирования и простых преобразований получим величину производной температуры по давлению:

$$\frac{dT}{dP} = \frac{\gamma}{\gamma_a} \frac{T(z)}{P(z)}. \quad (6)$$

Формула (6) показывает, что величина $\frac{dT}{dP}$ имеет знак, обратный знаку γ ; так как $\gamma_a < 0$, иначе говоря при $\gamma < 0$, $\frac{dT}{dP} > 0$; при $\gamma = 0$ (изотермия) $\frac{dT}{dP} = 0$ и при $\gamma > 0$ (инверсия) $\frac{dT}{dP} < 0$.

Уравнение (2)—(3) и (4)—(6) раскрывают связь этих параметров с градиентом температуры.

При выводе условия равновесия атмосферы методом слоя делается допущение о равенстве поднимающихся и опускающихся масс воздуха (количество движения) через горизонтальное сечение на любом уровне конвенции. Это условие записывается следующим образом [2—5]:

$$M' W' = - M'' W'', \quad (7)$$

где M' , W' , M'' , W'' — соответственно массы и скорости поднимающегося и опускающегося воздуха. Равенство (7) не может выполняться на всех уровнях конвекции, так как в этом случае не могли бы возникнуть восходящие движения. Однако, так как общая масса воздуха в слое конвекции остается неизменной, то на какой-то одной высоте z_p это условие будет соблюдено.

Исходя из условия равенства масс до начала и после окончания конвекции определим z_p в вертикальном цилиндрическом столбе воздуха высотой $z_p - z_h$ с поперечным сечением 1 см. Так как масса воздуха, заключенного в этом столбе, должна остаться неизменной, то

$$\int_{z_h}^{z_p} \rho_1 dz = \int_{z_h}^{z_p} \rho_2 dz, \quad (8)$$

где z_h — высота нижней границы конвекции⁽¹⁾, а ρ_1 и ρ_2 — плотности воздуха до начала и после окончания конвекции.

Воспользовавшись уравнением (6), уравнение (8) можно представить в виде

$$\begin{aligned} & \frac{1}{T(0) \frac{\gamma_a}{\gamma_1} \cdot \gamma_1} \int_{z_h}^{z_p} [T_h - \gamma_1 z] \frac{\gamma_a - \gamma_1}{\gamma_1} dz = \\ & = \frac{1}{T(0) \gamma^* \cdot \gamma^*} \int_{z_h}^{z_p} [T_h - \gamma_1^* z] \frac{\gamma_a - \gamma^*}{\gamma^*} dz, \end{aligned} \quad (9)$$

где T_h — температура на уровне конденсаций, γ_1 — температурный градиент до начала конвекции, γ^* — равновесный градиент температуры, устанавливающийся после разрешения неустойчивости. Величина равновесного градиента, как известно [5], равна

$$\gamma^* = \gamma_b + (\gamma_c - \gamma_b) \cdot S,$$

где S — балльность конвективных облаков. Для значения $S = 1/2$ получаем [4]

$$\gamma^* = \frac{\gamma_c + \gamma_b}{2}.$$

Интегрируя уравнение (9), находим зависимость, которую можно привести к следующему виду:

⁽¹⁾ Для простоты расчетов принимается, что нижний уровень конвекции совпадает по высоте с уровнем конденсации. Учет сухадиабатического подъема ниже уровня конденсации не представляет трудности, но приводит к более громоздким выкладкам.

$$\left(\frac{T(0) - \gamma_1 \cdot z_p}{T(0)} \right)^{\frac{1}{\gamma_1}} = \left(\frac{T(0) - \gamma^* \cdot z_p}{T(0)} \right)^{\frac{1}{\gamma^*}} \quad (10)$$

Из уравнения (10) методом последовательных приближений определяется уровень z_p , на котором выполняется условие (7). Этот уровень, как показали результаты сравнения расчетов и наблюдений, расположен несколько выше так называемого уровня максимальных скоростей z_m [4, 5]. Разность $z_p - z_m$ на порядок меньше величины z_p .

Этот вывод показывает, что метод слоя следует использовать, разделяя весь промежуток конвекции на два слоя: первый — до уровня максимальных скоростей z_m (активный слой облакообразования) [4], второй — от уровня z_m до верхней границы конвекции z_b ; при таком делении пренебрегаем величиной разности $z_p - z_m$ ввиду ее малости.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 23.5.1974)

გეოფიზიკა

ბ. სულაქველიძე, ზ. ხვედელიძე, ი. სულაქველიძე,
 ნ. კალანდაძე, ს. ნიორაძე

ზოგიერთი შენიშვნა ატმოსფეროს თერმოდინამიკის
 განტოლებათა შესახებ

რეზიუმე

დაზუსტებულია ატმოსფეროს თერმოდინამიკის ზოგიერთი ძირითადი განტოლება, რომლებსაც განიხილავენ მეტეოროლოგიისა და ატმოსფეროს ფიზიკის თითქმის ყველა სახელმძღვანელოსა და მონოგრაფიაში.

GEOPHYSICS

G. K. SULAKVELIDZE, Z. V. KHVEDELIDZE, Ya. G. SULAKVELIDZE,
 N. A. KALANDADZE, S. M. NIORADZE

SOME NOTES ON THE EQUATIONS OF ATMOSPHERE THERMODYNAMICS

Summary

In the basic equations of atmosphere thermodynamics the ratio of the value of the dry adiabatic gradient of the temperature γ_e to the value of the autoconvection gradient γ_a is substituted for the specific heat capacity of the air at constant pressure (C_p) and specific heat capacity of the air at constant volume (C_v). It is demonstrated that the basic condition of the layer method is met only for a single, absolutely definite, height.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Л. Т. Матвеев. Основы общей метеорологии. Л., 1965.
2. П. Н. Тверской. Курс метеорологии. Л., 1964.
3. А. Х. Хргиан. Физика атмосферы. Л., 1969.
4. Н. С. Шишкин. Облака, осадки и грозовое электричество. Л., 1964.
5. Г. К. Сулаквелидзе, Н. И. Глушкова, Л. М. Лаптева. Прогноз града, гроз и ливневых осадков. Л., 1970.

Г. В. ЦИНЦАДЗЕ, И. Ш. ШАТИРИШВИЛИ, Ф. И. БРОУЧЕК,
Г. Ш. КУТАТЕЛАДЗЕ

ИССЛЕДОВАНИЕ СОРБЦИОННОГО ПОВЕДЕНИЯ КАДМИЯ НА РОДАНИДНЫХ ФОРМАХ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ АНИОНИТОВ

(Представлено академиком Н. А. Ланда 12.5.1974)

Известно, что роданид-ионы образуют с кадмием многочисленные соединения различными свойствами и, следовательно, с различными структурами [1—5]. Эти свойства роданидов кадмия часто используются в аналитической химии для качественного и количественного определения, а также для экстракционного отделения кадмия от других элементов. Однако в литературе отсутствуют данные о применении растворов роданидов для хроматографического отделения кадмия от других элементов на колонках с катионитами и анионитами.

С этой целью было изучено сорбционное поведение катионов кадмия на SCN-формах анионитов АВ-16, АВ-17 и АН-2Фг.

Предварительная обработка и перевод ОН-форм анионитов в SCN-форму производились по методике, указанной в [6]. Для выбора оптимального сорбента (выяснения сорбционных и кинетических свойств SCN-форм исследуемых сорбентов) в динамических условиях изучалась сорбция катионов кадмия из кислых водных сульфатных растворов на SCN-формах указанных анионитов путем построения выходных кривых сорбции при различных скоростях фильтрации. При этом через ионообменную колонку, предварительно загруженную 10 г набухшего анионита в SCN-форме (высота слоя анионита 9 см, объем 18 мл), при скоростях фильтрации 1, 5 и 10 мл/мин пропускались растворы сульфата кадмия с концентрацией 0,2 мг/мл кадмия, с pH 2 до полного насыщения исследуемых анионитов ионами кадмия. Фильтраты собирались фракциями по 10 мл, в которых количественно определялось содержание кадмия полярографическим методом [7]. Результаты этих экспериментов отражены на рис. 1.

Как видно из рис. 1, для всех трех анионитов оптимальной скоростью фильтрации (W) можно считать скорость 5 мл/мин. На основании выходных кривых сорбции (рис. 1) были рассчитаны величины динамических сорбционных емкостей (ДСЕ) [8—11] исследованных анионитов до начала проскока кадмия в фильтрат (табл. 1).

Данные табл. 1 показывают также, что оптимальной скоростью фильтрации можно считать скорость, равную 5 мл/мин. Выше этой скорости происходит размывание фронта сорбции, что нежелательно отражается на сорбционных свойствах анионитов.

Было проведено рентгенографическое и ИК-спектральное исследование образцов анионитов до и после насыщения их кадмием (о методике получения рентгенограмм и ИК-спектров поглощения см. в [6]).

В табл. 2 приведены межмолекулярные расстояния RSCN-форм анионитов до и после их насыщения кадмием, которые показывают, что межмолекулярные расстояния различаются лишь на 0,15—0,35 Å.

Это, очевидно, указывает на малое влияние процессов сорбции кадмия на структурные особенности исследуемых анионитов.

ИК-спектры поглощения SCN-форм анионитов после насыщения их кадмием (рис. 2) показывают, что в них присутствуют полосы погло-

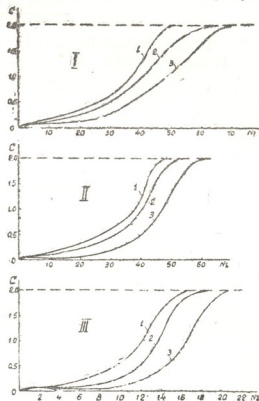


Рис. 1. Выходные кривые сорбции кадмия на SCN-формах анионитов при различных скоростях потока (W): C — содержание кадмия во фракциях фильтрата, мг/10 мл; № — номера фракций фильтрата; I — анионит АН-2Фг; II — анионит АВ-16; III — анионит АВ-17; 1— $W=1$ мл/мин; 2 — $W=5$ мл/мин; 3 — $W=10$ мл/мин

щения координированных SCN-групп, для которых частота колебаний (SCN) лежит около ~ 2060 , ~ 2060 и 2055 см^{-1} . Другие частоты SCN-групп, вероятно, маскируются поглощением анионитов.

Таблица 1

Зависимость величины ДСЕ SCN-форм анионитов по кадмию от скорости потока кадмийсодержащего раствора

| Марка анионита | Скорость потока, мл/мин | | | | | |
|----------------|-------------------------|----------|-----------|----------|-----------|----------|
| | 1 | | 5 | | 10 | |
| | мг-экв/мл | мг-экв/г | мг-экв/мл | мг-экв/г | мг-экв/мл | мг-экв/г |
| АН-2Фг | 0,0029 | 0,0033 | 0,0029 | 0,0093 | 0,00 | 0,00 |
| АВ-16 | 0,0029 | 0,0109 | 0,0029 | 0,0109 | 0,00 | 0,00 |
| АВ-17 | 0,0029 | 0,0120 | 0,0029 | 0,120 | 0,00 | 0,00 |

Таблица 2

Результаты рентгенографического исследования анионитов АН-2Фг, АВ-16 и АВ-17
 $[R-SCN]$ —анионит в SCN -форме,
 $[R_n-Cd(SCN)_m]$ —анионит после насыщения кадмием

| Марки и формы анионитов | Положение максимумов $\left(\frac{s'nQ}{\lambda}\right)_{max}$ | Межмолекулярные расстояния R_{max} , Å | |
|-------------------------|---|---|-------------|
| АН-2Фг | $R-SCN^*$ | $\sim 0,104$ | $\sim 5,50$ |
| | $R_n-Cd(SCN)_m$ | $\sim 0,091$ | $\sim 6,75$ |
| АВ-16 | $R-SCN^*$ | $\sim 0,105$ | $\sim 5,80$ |
| | $R_n-Cd(SCN)_m$ | $\sim 0,113$ | $\sim 5,44$ |
| АВ-17 | $R-SCN^*$ | $\sim 0,108$ | $\sim 5,70$ |
| | $R_n-Cd(SCN)_m$ | $\sim 0,115$ | $\sim 5,35$ |

* Данные по [6].

Здесь же следует отметить, что, в отличие от ИК-спектров SCN -форм анионитов после насыщения их индием, в ИК-спектрах SCN -форм анионитов после насыщения их кадмием отсутствуют полосы поглощения SO_4^{2-} -групп, что указывает на образование однородных роданидных комплексов кадмия $R_m-Cd(SCN)_n$, в отличие от смешанных комплексов индия $R_m-[In(SCN)_m(SO_4)_k]$ [6].

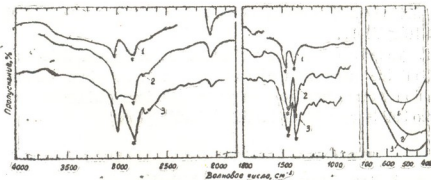


Рис. 2. ИК-спектры поглощения SCN -форм анионитов после насыщения их кадмием: 1—АВ-17; 2—АВ-16; 3—АН-2Фг

Сравнение аналитических емкостей SCN -форм анионитов после насыщения их индием и кадмием показывает, что аналитическая емкость SCN -форм анионитов по кадмию гораздо меньше, чем по индию (см. табл. 1 [6]). Это дает основание заключить, что SCN -формы исследованных анионитов, очевидно, можно использовать для хроматографического разделения кадмия и индия.

Грузинский политехнический институт
им. В. И. Ленина

(Поступило 23.5.1974)

ბ. ცინცაძე, ი. შათირიშვილი, ფ. ბროუჩეკი, ვ. კუთათელაძე

კადმიუმის სორბციული ძვევის გამოკვლევა სამამულო
ანიონიტების როდანიდულ ფორმებზე

რეზიუმე

დინამიკურ პირობებში გამოკვლეულია კადმიუმის კათიონების სორბცია სულფატური ხსნარებიდან ანიონიტების AH-2Φr, AB-16 და AB-17 SCN ფორმებზე. დადგინდა იქნა სორბენტების ეფექტურობის რიგი: AH-2Φr < AB-16 < AB-17.

ინტრაწითელი სპექტრალური მონაცემების საფუძველზე გამოთქმულია მოსაზრება, რომ სულფატური ხსნარებიდან ზემოთ აღნიშნული ანიონიტების SCN-ფორმებზე კადმიუმის კათიონების სორბციის მექანიზმი მიმდინარეობს როდანიდული კომპლექსის წარმოქმნით.

ANALYTICAL CHEMISTRY

G. V. TSINTSADZE, I. Sh. SHATIRISHVILI, F. I. BROUCHEK, G. Sh. KUTATELADZE

STUDY OF THE SORPTIONAL BEHAVIOUR OF CADMIUM ON
RHODANIDE FORMS OF HOME ANIONITES

Summary

The sorption of cadmium cations from sulphate solutions on SCN-forms of AH-2Φr, AB-16 and AB-17 anion exchangers has been studied in dynamic conditions.

The efficiency series of the sorbents have been ascertained to be AH-2Φr < AB-16 < AB-17.

On the grounds of IR spectrochemical investigation data an assumption is made about the mechanism of the sorption of cadmium cations on SCN-forms of anion exchangers from sulphate solutions owing to the formation of anion rhodanide complexes in the anionite phase.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. I. Leden. Z. Phys. Chem; Abt. A., 188, 1941, 160.
2. D. N. Hume, D. D. Deford, A. S. Cave. J. Am. Chem. Soc., 73, 1951, 5323.
3. И. А. Коршунов, Н. И. Малюгина, С. М. Калабанова. ЖОХ, 21, 1951, 620.
4. М. А. Порай-Кошиц, Г. В. Цинцадзе. Сб.: «Кристаллохимия», сер. «Итоги науки». М., 1967.
5. Г. В. Цинцадзе. Исследование цианатных, тиоцианатных и селеноцианатных соединений металлов. Автореферат, Тбилиси, 1971.
6. Г. В. Цинцадзе, И. Ш. Шатиришвили, Ф. И. Броучек. Труды ГПИ им. В. И. Ленина, 5 (153), 1972.
7. Г. А. Крюкова, С. И. Синикова, Т. В. Арефьева. Полярографический анализ. М., 1959.
8. О. Самуэльсон. Ионнообменные разделения в аналитической химии. М., 1966.
9. О. Гельферих. Иониты. Основы полного обмена. М., 1962.
10. Р. Грисбах. Теория и практика ионного обмена. М., 1963.
11. Б. Трёмийон. Разделения на ионнообменных смолах. М., 1967.

Д. Р. ЛАГИДЗЕ, Э. И. КЕРДИКОШВИЛИ, Н. С. САНИКИДЗЕ,
Д. З. УШАРАУЛИ, Р. М. ЛАГИДЗЕ

СИНТЕЗ НЕКОТОРЫХ ЖИРНОАРОМАТИЧЕСКИХ АНАЛОГОВ ТРИЭТИЛЕНФОСФОРАМИДА, ТРИЭТИЛЕНТИОФОСФОРАМИДА И ДИ-(2-ХЛОРЭТИЛ)АМИНОВ

(Представлено членом-корреспондентом Академии И. М. Гвердцители 4.5.1974)

Ранее было показано, что увеличение длины боковой цепи на два атома углерода в 5-фенилгексил-N,N-ди-(2-хлорэтил)-амине по сравнению с 3-фенилбутил-N,N-ди-(2-хлорэтил)амином вызывает заметное увеличение его физиологической активности. Для объяснения этого факта были привлечены некоторые конформационные представления [1]. С целью изучения влияния указанных факторов на физиологическую активность в настоящей работе мы осуществили синтез четырех новых соединений типа 4-арилпентил-N,N-ди-(2-хлорэтил)аминов (XIII)—(XVI) и первого аналога ранее описанных N,N,N',N'-диэтиленимидов 3-арилбутилфосфоновых кислот — N,N,N',N'-диэтиленимида 5-фенилгексилфосфоновой кислоты (XVIII) с шестью атомами углерода в боковой цепи. Нами получены и охарактеризованы также N,N,N',N'-диэтиленимид 3-фенилбутилтиофосфоновой кислоты (XXIV), N,N,N',N'-диэтиленимид 3-(*p*-нитрофенил)бутилфосфоновой кислоты (XXI) и 0,0-диэтил-3-(фенилсульфонамид)бутилфосфонат (XXII). Из них (XXIV) и (XXI) могут быть рассмотрены как соответствующие жирноароматические аналоги ТиоТЭФа и ТЭФа. Наряду с указанными соединениями, в настоящей работе приводится также описание ряда новых промежуточных продуктов (I)—(XII), (XVII), (XIX), (XX), (XXIII), представляющих самостоятельный интерес.

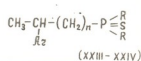
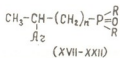
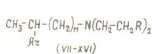
Основные показатели синтезированных соединений приведены в таблице.

В ИК-спектре соединения (XXI) имеются характеристические полосы поглощения в области 1276 см^{-1} P=O-группы, 1360 и 1533 см^{-1} NO₂-группы, а также пульсационное колебание 1195 см^{-1} , асимметричное колебание 945 и 867 см^{-1} , характерные для этилениминового кольца. В спектре соединения (XXII) имеются полосы поглощения в области 960, 1032 и 1058 см^{-1} , характерные для P—O—C-связи, 1337 см^{-1} (асимметричное колебание S=O-группы), 1166 см^{-1} (симметричное колебание S=O-группы) и полосы поглощения 3295, 3210, 1572 см^{-1} NH₂-группы.

4-(*m*-ксилил)пентанол-1 (I), 4-(*o*-ксилил)пентанол-1 (II), 4-(*n*-этилфенил)пентанол-1 (III) синтезированы на основе соответствующих аралкилбромидов с помощью реакции Гриньяра по обычной схеме [2]. Соединение (I): выход 40,2%, т. кип. 105—106° (0,5—1 мм); n_D^{20} 1,5179; d_4^{20} 0,9646. Найдено, %: C 81,05; H 10,27; MR 60,30. C₁₃H₂₀O. Вычислено, %: C 81,19; H 10,48; MR 60,15. Соединение (II): выход 47,7%, т. кип. 103—104° (0,5 мм); n_D^{20} 1,5188; d_4^{20} 0,9631. Найдено, %: C 80,92; H 10,27; MR 60,46. C₁₃H₂₀O. Вычислено, %: C 81,19; H 10,48; MR 60,15. Соединение (III): выход 65,3%,



т. кип. 81—82° (1—1,5 мм); n_D^{20} 1,5192; d_4^{20} 0,9635. Найдено, %: С 80,75; Н 10,25; MR 60,75. $C_{13}H_{20}O$. Вычислено, %: С 81,19; Н 10,48; MR 60,15.



| № соед | Az | R | Выход в % | Т. кип. (Р. в. мм) Т. пл. °С | n_D^{20} | d_4^{20} | Найдено, % | | | | Формула | Вычислено, % | | | |
|-----------|---|---------------------------------------|--------------|------------------------------------|------------|------------|------------|-------|-------|-------|-------------------------|--------------|-------|-------|-------|
| | | | | | | | C | H | N | Cl | | C | H | N | Cl |
| VII | C_6H_5 | OH | 60,6 | 158-159 (0,5) | 1,5247 | 1,0294 | 71,56 | 9,93 | 5,24 | — | $C_{15}H_{25}NO_2$ | 71,67 | 10,02 | 5,57 | — |
| VIII | $n\text{-C}_3\text{H}_7\text{-C}_6\text{H}_4$ | OH | 48,0 | 175 (1) | 1,5842 | 1,0229 | 72,16 | 10,28 | 5,55 | — | $C_{16}H_{27}NO_2$ | 72,41 | 10,25 | 5,27 | — |
| IX | $n\text{-C}_2\text{H}_5\text{-C}_6\text{H}_4$ | OH | 64,2 | 164-165 (0,5) | 1,5201 | 1,0096 | 72,87 | 10,22 | 5,47 | — | $C_{17}H_{29}NO_2$ | 73,07 | 10,46 | 5,01 | — |
| X | $o\text{-(CH}_3)_2\text{-C}_6\text{H}_3$ | OH | 55,5 | 179-180 (1) | 1,5242 | 1,0158 | 73,02 | 10,46 | 5,37 | — | $C_{17}H_{29}NO_2$ | 73,07 | 10,46 | 5,01 | — |
| XI | $m\text{-(CH}_3)_2\text{-C}_6\text{H}_3$ | OH | 45,4 | 191-192 (1) | 1,5231 | 1,0105 | 73,40 | 10,46 | 5,30 | — | $C_{17}H_{29}NO_2$ | 73,07 | 10,46 | 5,01 | — |
| XII | $p\text{-(CH}_3)_2\text{-C}_6\text{H}_3$ | OH | 64,0 | 189-190 (1) | 1,5225 | 1,0162 | 72,59 | 10,29 | 5,12 | — | $C_{17}H_{29}NO_2$ | 73,07 | 10,46 | 5,01 | — |
| XIII | C_6H_5 | Cl | 78,4 | звст. жид. | — | — | — | — | 4,50 | 32,73 | $C_{15}H_{24}NCl_3$ | — | — | 4,31 | 32,76 |
| XIV | $o\text{-(CH}_3)_2\text{-C}_6\text{H}_3$ | Cl | 74,8 | 119-120 | — | — | — | — | 4,23 | 30,08 | $C_{17}H_{28}NCl_3$ | — | — | 3,96 | 30,15 |
| XV | $m\text{-(CH}_3)_2\text{-C}_6\text{H}_3$ | Cl | 55,2 | 108-110 | — | — | — | — | 4,06 | 30,40 | $C_{17}H_{28}NCl_3$ | — | — | 3,96 | 30,15 |
| XVI | $p\text{-(CH}_3)_2\text{-C}_6\text{H}_3$ | Cl | 32,4 | 98-99 | — | — | — | — | 4,07 | 30,16 | $C_{17}H_{28}NCl_3$ | — | — | 3,96 | 30,15 |
| XVII | C_6H_5 | Cl | 66,6 | 123-124 (0,5) | 1,5271 | 1,1989 | — | — | — | 25,56 | $C_{16}H_{27}Cl_2O^a$ | — | — | — | 25,44 |
| XVIII | C_6H_5 | $\overline{N\text{-CH}_2\text{CH}_2}$ | 60,0 | 135-136 (1,4·10 ⁻³) | 1,5275 | 1,0542 | 65,78 | 8,67 | 9,27 | — | $C_{16}H_{25}N_2O^b$ | 65,75 | 8,56 | 9,58 | — |
| XIX | $n\text{-NO}_2\text{-C}_6\text{H}_4$ | OC_2H_5 | 65,0 | 150-152 (1,6·10 ⁻³) | 1,5077 | 1,1736 | 53,17 | 7,22 | 4,61 | — | $C_{16}H_{22}NO_5P$ | 53,33 | 6,98 | 4,44 | — |
| XX | $n\text{-NO}_2\text{-C}_6\text{H}_4$ | Cl | 60,0 | 159-160 (1,4·10 ⁻³) | 1,5623 | 1,3661 | 40,74 | 4,37 | — | 23,49 | $C_{16}H_{22}Cl_2NO_5P$ | 40,54 | 4,05 | — | 23,98 |
| XXI | $n\text{-NO}_2\text{-C}_6\text{H}_4$ | $\overline{N\text{-CH}_2\text{CH}_2}$ | 70,0 | звст. жид. | — | — | 54,00 | 6,83 | 13,17 | — | $C_{16}H_{20}N_3O_3P$ | 54,36 | 6,51 | 13,58 | — |
| XXII | $SO_2NH_2\text{-C}_6\text{H}_4$ | OC_2H_5 | 81,0 | 116 | — | — | — | — | 4,10 | — | $C_{16}H_{24}NO_5PS^e$ | — | — | 4,01 | — |
| XXIII | C_6H_5 | Cl | 55,0 | 128-129 (0,5) | 1,5768 | 1,2636 | — | — | — | 26,47 | $C_{16}H_{24}Cl_2PS^g$ | — | — | — | 26,59 |
| XXVI | C_6H_5 | $\overline{N\text{-CH}_2\text{CH}_2}$ | 70,0 | 141-142 (1,4·10 ⁻³) | 1,5698 | 1,2362 | 60,07 | 7,43 | 9,96 | — | $C_{16}H_{21}N_2PS^A$ | 60,0 | 7,5 | 10,0 | — |

1) Соединения XIII—XVI характеризованы в виде хлоргидратов.

2) VII—XVI $n=3$; XVII—XVIII $n=4$; XIX—XXIV $n=2$.

3) ^a Найдено, %: P 10,97. Вычислено, %: P 11,11.

4) ^b Найдено, %: S 9,25. Вычислено, %: S 9,16.

5) ^c Найдено, %: S 11,13. Вычислено, %: S 11,42.

6) ^d Найдено, %: P 10,03. Вычислено, %: P 10,61.

7) ^e Найдено, %: S 12,11. Вычислено, %: S 11,98.

Бромированием (I)—(III) 40% бромистоводородной кислотой в обычных условиях [3, 4] получены 4-(*m*-ксилил)-1-бромпентан (IV), выход 58,2%, т. кип. 98—100° (0,5—1 мм); n_D^{20} 1,5314; d_4^{20} 1,1820. Найдено, %: Br 30,83; MR 66,78. $C_{13}H_{19}Br$. Вычислено, %: Br 31,33; MR



66,34; 4-(*o*-ксилил)-1-бромпентан (V), выход 80%, т. кип. 113—114° (1 мм); n_D^{20} 1,5328; d_4^{20} 1,1744. Найдено, %: Br 31,04; MR 67,37. $C_{13}H_{19}Br$. Вычислено, %: Br 31,33; MR 66,34; 4-(*n*-этилфенил)-1-бромпентан (VI), выход 98%, т. кип. 75—77° (0,5—1 мм); n_D^{20} 1,5309; d_4^{20} 1,1748. Найдено, %: Br 31,66; MR 67,14. $C_{13}H_{19}Br$. Вычислено, %: Br 31,33; MR 66,34.

Исходные аралкилгалогениды 4-фенил-1-бромпентан, 4-(*n*-толил)-1-бромпентан и 4-(*p*-ксилил)-1-бромпентан описаны ранее [3, 4].

Хлоргидраты 4-арилпентил-*N,N*-ди(2-хлорэтил)аминов (XIII)—(XVI) синтезированы в условиях, описанных в предыдущих сообщениях [1, 5], взаимодействием диэтанолamina с соответствующими аралкилбромидами и последующим хлорированием полученных таким путем 4-арилпентил-*N,N*-ди(2-гидроксиэтил)аминов (VII)—(XII) хлористым тиоилом.

N,N,N',N'-диэтиленимид 5-фенилгексилфосфоновой кислоты (XVIII) и соответствующий дихлорангидрид (XVII) получены в условиях, описанных в работе [3].

O,O-диэтил-3-(*p*-нитрофенил)бутилфосфонат (XIX). К 10,8 г (0,04 м) *O,O*-диэтил-3-фенилбутилфосфоната [6] при перемешивании и охлаждении добавляли по каплям предварительно охлажденную до 10° нитрующую смесь (4 мл HNO_3 и 4,8 мл H_2SO_4). Затем смесь перемешивали полчаса при комнатной температуре и в течение 2 часов при 50°. Реакционную смесь осторожно выливали в 100 мл ледяной воды при перемешивании. Водный раствор экстрагировали эфиром (5×10 мл), объединенные эфирные вытяжки промывали водой, слабым раствором бикарбоната натрия до нейтральной реакции, опять водой и сушили над Na_2SO_4 . Растворитель отгоняли и остаток перегоняли в вакууме. Получено 8,2 г (XIX).

Хлорированием (XIX) пятихлористым фосфором [3] выделен и охарактеризован дихлорангидрид 3-(*p*-нитрофенил)бутилфосфоновой кислоты (XX), взаимодействием последнего с этиленимидом в присутствии трэтиламина [3] получен целевой продукт (XXI).

O,O-диэтил-3-(фенилсульфонамид)бутилфосфонат (XXII). К раствору 9,6 г *O,O*-диэтил-3-фенилбутилфосфоната [6] в 15 мл хлороформа при 0° и непрерывном перемешивании добавляли по каплям раствор 20,9 г хлорсульфоновой кислоты в 20 мл хлороформа. Затем перемешивание продолжали еще 4 часа при комнатной температуре и оставляли на ночь. На другой день смесь кипятили полчаса и после охлаждения выливали на измельченный лед. Водный слой отделяли и извлекали хлороформом (5×20 мл). Объединенные вытяжки хлороформа промывали холодной водой, сушили над Na_2SO_4 и растворитель отгоняли. Полученный таким путем сырой сульфохлорид (13,3 г) добавляли к 40 мл концентрированного раствора аммиака при комнатной температуре. Перемешивание продолжали в течение 4 часов. На другой день из реакционной смеси продукт извлекали хлороформом (5×20 мл), затем промывали водой до нейтральной реакции и сушили над Na_2SO_4 . Растворитель отгоняли. Получено 10,27 г сырого продукта (XXII). После двукратной перекристаллизации из 50% C_2H_5OH продукт имеет т. пл. 116°.

Взаимодействием P_2S_5 с дихлорангидридом 3-фенилбутилфосфоновой кислоты [3] по известной прописи [7] получен дихлорангидрид

3-фенилбутилтиофосфоновой кислоты (XXIII). Обработкой последнего этиленимином в присутствии триэтиламина [3] получен N,N,N'-диэтиленимид 3-фенилбутилтиофосфоновой кислоты (XXIV).

Институт экспериментальной и
 клинической хирургии
 МЗ СССР

(Поступило 12.5.1974)

ორგანული ქიმია

ჯ. ლალიძე, ე. ჰერდიკოშვილი, ნ. სანიკიძე, დ. უშარაული, რ. ლაგიდზე

ტრიეთილენფოსფორამიდის, ტრიეთილენთიოფოსფორამიდის
 და დი-(2-ქლორეთილ)ამინის ზოგირათი ალიფატურ-
 არომატული ანალოგის სინთეზი

რეზიუმე

განხორციელებულია ტრიეთილენფოსფორამიდის, ტრიეთილენთიოფოსფორამიდისა და დი-(2-ქლორეთილ)ამინის შვიდი ახალი ალიფატურ-არომატული ანალოგისა და მათი გამოსავალი პროდუქტების სინთეზი.

ORGANIC CHEMISTRY

J. R. LAGIDZE, E. I. KERDIKOSHVILI, N. S. SANIKIDZE,
 D. Z. USHARAULI, R. M. LAGIDZE

SYNTHESIS OF SOME NEW ALIPHATIC-AROMATIC ANALOGUES OF
 TRIETHYLENE PHOSPHORUS AMIDE, TRIETHYLENE PHOSPHORUS
 THIOAMIDE AND DI-(2-CHLOROETHYL) AMINE

Summary

Seven aliphatic-aromatic analogues of triethylene phosphorus amide, triethylene phosphorus thioamide and di-(2-chloroethyl) amine and their intermediates have been synthesized.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Р. М. Лагидзе, Д. Р. Лагидзе, Н. С. Саникидзе и др. Сообщения АН СССР, 69, № 2, 1973, 341.
2. А. Н. Несмеянов, Н. А. Несмеянов. Начало органической химии, II, М., 1970.
3. Р. М. Лагидзе, Э. И. Кердиқошвили и др. Труды Грузинского политехнического института им. В. И. Ленина, № 8 (156), 1972, 224.
4. Д. Р. Лагидзе, Д. А. Палавандишвили, Н. С. Саникидзе и др. Сообщения АН СССР, 68, № 2, 1972, 341.
5. Р. М. Лагидзе, А. И. Двалишвили, Р. Н. Ахвледиани. Сообщения АН СССР, 41, № 2, 1966, 329.
6. Р. М. Лагидзе, Д. Р. Лагидзе, Э. И. Кердиқошвили. Сообщения АН СССР, 62, №1, 1971, 65.
7. М. И. Кабачник, Н. Н. Годовиков. ДАН СССР, 110, 1956, 217.

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

В. М. МДИВАНИ, В. П. МОСИДЗЕ, Н. М. ЧОЧИШВИЛИ

ТЕРМОГРАВИМЕТРИЧЕСКИЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭНЕРГИИ АКТИВАЦИИ ПРОЦЕССОВ ДИССОЦИАЦИИ

(Представлено академиком Н. А. Ландиа 5.1.1974)

В литературе описаны способы определения энергии активации реакции дегидратации и диссоциации, проводимых в неизотермических условиях [1—8]. Они условно разделены на интегральный и дифференциальный методы в зависимости от предлагаемого уравнения [7]. Каждый метод имеет свои достоинства и недостатки, которые подробно обсуждены в работах [7, 8].

Предлагаемый в настоящем сообщении метод является одним из вариантов методов, основанных на применении дериватограммы для оценки энергии активации процессов дегидратации и диссоциации [1, 2, 4]. На дериватограмме регистрированы температура пробы, разность температур между образцом и эталоном, величина и скорость изменения веса (кривые Т, ДТА, ТГ и ДТГ соответственно).

Суть метода заключается в следующем: скорость многочисленных реакций дегидратации и диссоциации хорошо описывается уравнениями

$$\frac{dC}{dt} = -KC^n, \quad (1)$$

$$K = Ze^{-\frac{E}{RT}}, \quad (2)$$

где C — концентрация, мольная доля или количество реактанта, K — постоянная скорости, n — порядок реакции, R — газовая постоянная, T — температура, $^{\circ}K$, Z — предэкспоненциальный множитель, E — кажущаяся энергия активации. Далее, кривая ДТГ является производной термогравиметрической кривой по времени $\frac{dm}{dt} = bg'(t)$ (3). В случае постоянной скорости нагрева температурная и временная зависимости отклонения гальванометра тождественны [9]:

$$\frac{dm}{dt} = a \frac{dT}{dt},$$

где

$$a = \frac{dT}{dt},$$

и поэтому

$$\frac{dm}{dt} = bg'(t) = dg'(T). \quad (4)$$

Таким образом, величина отклонения кривой ДТГ от базисной линии является пропорциональной скорости уменьшения веса образца и можно написать

$$L = A_0 K C^n, \quad (5)$$

где L —величина отклонения кривой ДТГ от базисной линии, мм, A_0 —коэффициент пропорциональности, $C = W - W_k$ (где W и W_k —веса образца, отнесенные к температурам в начале и в конце реакции соответственно мг или мм).

Подстановка (2) в (5) дает

$$\frac{L}{C^n} = Z_0 e^{-\frac{E}{RT}}, \quad (6)$$

где Z_0 объединяет все постоянные уравнений (2) и (5).

Порядок реакции n можно определить по уравнению, предложенному в работе [6]:

$$C_m \approx 1 - 1,062 n \frac{1}{1-n}, \quad (7)$$

где C_m —доля превращения вещества при максимальной скорости превращения, n —порядок реакции. Максимальной скорости превращения соответствует точка наибольшего отклонения кривой ДТГ от базисной линии. Спроектировав эту точку на кривую ТГ, можно найти C_m , а по уравнению (7) определить n .

Из уравнения (6) следует, что график зависимости $(\ln L - n \ln C)$ от $1/T$ должен дать прямую линию, тангенс угла наклона которой равен E/R . Справедливость уравнения (6) нами проверена на примере следующих реакций:



Двуокись марганца была получена пиролизом азотнокислого марганца. Экспериментальные данные и результаты расчета для реакции (3) приведены в табл. 1. Порядок реакции (3), рассчитанный по формуле (7), равен 1,07. Данные, полученные с дериватограмм, были обработаны на ЭВМ «Наири-2» способом наименьших квадратов.

Из полученных нами данных для сравнения были рассчитаны величины энергии активации с помощью методов, предложенных в работах [1, 2, 4]. Величины E определены с помощью метода наименьших квадратов на ЭВМ «Наири-2». Результаты сведены в табл. 2.



По литературным данным, энергия активации реакций (1) равна 20—22 [1, 3, 4, 7, 11], реакций (2) — 39—54 [1, 4, 8, 11], реакций (3) в зависимости от активности двуокиси марганца может меняться от 47—56 [12] до 86—101 ккал/моль [13].

Таблица 1

| № | t °C | L мм | C мг | 10 ³ /T °K | ln L - n ln C | |
|----|------|------|------|-----------------------|---------------|--------|
| | | | | | выч. | эксп. |
| 1 | 823 | 7 | 165 | 1,215 | -3,225 | -3,517 |
| 2 | 843 | 32 | 155 | 1,186 | -1,830 | -1,930 |
| 3 | 850 | 49 | 145 | 1,176 | -1,358 | -1,433 |
| 4 | 853 | 63 | 135 | 1,172 | -1,157 | -1,105 |
| 5 | 855 | 74 | 125 | 1,169 | -1,024 | -0,862 |
| 6 | 858 | 80 | 115 | 1,165 | -0,823 | -0,596 |
| 7 | 862 | 85 | 105 | 1,160 | -0,565 | -0,537 |
| 8 | 865 | 91 | 85 | 1,156 | -0,370 | -0,243 |
| 9 | 868 | 94 | 75 | 1,152 | -0,177 | -0,076 |
| 10 | 871 | 95 | 65 | 1,148 | 0,015 | 0,088 |
| 11 | 875 | 94 | 55 | 1,142 | 0,228 | 0,255 |
| 12 | 877 | 92 | 45 | 1,140 | 0,395 | 0,448 |
| 13 | 885 | 82 | 25 | 1,129 | 0,893 | 0,962 |
| 14 | 893 | 65 | 15 | 1,119 | 1,383 | 1,277 |
| 15 | 905 | 33 | 5 | 1,101 | 2,101 | 1,774 |

Таблица 2

| № | Уравнение (обозначения унифицированы) | Лит-ра | Реакция | E ккал/моль |
|---|--|--------|------------------|------------------------------------|
| 1 | $\frac{\Delta \ln dC/dt}{\Delta \ln C} = n - \frac{E}{R} \frac{\Delta \left(\frac{1}{T}\right)}{\Delta \ln C}$ | [4] | 1 2 3 4 | 20,1 39,61 89,58 183,19 |
| 2 | $\ln C - 2 \ln T = A - \frac{E}{RT}$ | [2] | 1 2 3 4 | 14,43 51,35 73,17 270,64 |
| 3 | $\ln \Delta t = A - \frac{E}{RT}$ | [2] | 1 2 3 4 | 14,73 51,33 121,23 182,51 |
| 4 | $\ln \ln \frac{w - w_f}{w_R - w_f} = \frac{E\theta}{RT^2_{\max}} \quad \theta = T_{\max} - T_t$ | [1] | 1 3 4 | 21,88 82,88 216,03 |
| 5 | $\ln L - n \ln C = Z_0 - \frac{E}{RT}$ | — | 1 2 3 4 | 20,1 46,04 96,13 182,89 |

Сравнение результатов расчетов (табл. 2) с литературными данными позволяет рекомендовать уравнение (6) для определения вели-



ჩინი кажუფეის ენერჯი აკტივაცი რეაქცი, პროტეაუიჩი ს ხმენი
 ნიშ ვეა ი დოვლეთვორიუიჩი ურენიენი (1) ი (2), თ. ე. დაუიჩი
 პრამუი დია $(\ln L - n \ln C) = f \left(\frac{1}{T} \right)$.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт неорганической химии
 и электрохимии

(Поступило 7.6.1974)

ფიზიკური ქიმია

ვ. მდივანი, ვ. მოსიძე, ნ. ჩოჩიშვილი

დისოციაციის პროცესების აქტივაციის ენერჯიის
 განსაზღვრის თერმოგრავიმეტრიული მეთოდი

რეზიუმე

შემუშავებულია დისოციაციისა და დეჰიდრატაციის პროცესების აქტივაციის ენერჯიის განსაზღვრის ახალი მეთოდი დერივატოგრაფის საფუძველზე.

PHYSICAL CHEMISTRY

V. M. MDIVANI, V. P. MOSIDZE, N. M. CHOCHISHVILI

A THERMOGRAVIMETRIC METHOD FOR DETERMINING THE ACTIVATION ENERGY OF DISSOCIATION PROCESSES

Summary

On the basis of the derivatogram a new method has been developed for determining the activation energy of dehydration and dissociation processes.

The activation energy of the dehydration of the monohydrate of calcium oxalate dissociation has been calculated by the proposed method. The values obtained are in agreement with the literature data.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. H. H. Horwitz, G. Metzger. *Anal. Chem.*, 35, 10, 1464, 1963.
2. Г. О. Пилоян, О. С. Новикова. *ЖХХ*, XII, 3, 1967, 602.
3. A. W. Coats, I. P. Redfern. *Nature*, 201, 4914, 1964.
4. E. S. Fraeman, B. Caroli. *J. Phys. Chem.*, 62, 394, 1958.
5. A. J. Beardell, A. D. Kirshenbaum. *Thermochim. Acta*, 8, 35, 1974.
6. G. Gyulai, E. J. Greenhow. *Thermochim. Acta*, 6, 254, 1973.
7. I. Sestak, V. Šatava, W. W. Wendlandt. *Thermochim. Acta*, 7, 462, 1973.
8. I. Vachuška, M. Vobořil. *Thermochim. Acta*, 2, 5, 379, 1971.
9. L. Erdey, F. Paulik, I. Paulik. *Acta Chim. Hung.*, 10, 6, 1956.
10. D. Fătu, E. Sagal. *Rev. Roum. Chem.*, 16, 3, 343, 1971.
11. P. K. Callagher, D. W. Johnson. *Thermochim. Acta*, 2, 413, 1971.
12. A. Hegedűs. *Acta Ch'm. Acađemize Sc'entiarum Hungaricae*, 46, 4, 311, 1965.

Т. Г. АНДРОНИКАШВИЛИ, О. С. БАНАХ

ВЛИЯНИЕ КАТИОНОВ СЕРЕБРА НА ХРОМАТОГРАФИЧЕСКИЕ
 СВОЙСТВА ЦЕОЛИТОВ ТИПА Y

(Представлено академиком Г. В. Цицишвили 20.5.1974)

Ионы серебра, имеющие свободные 5 sp и заполненные 4 d орбиты, придают цеолитам ряд специфических свойств, в частности, вызывают прочное поглощение H_2 , CO и олефинов [1—3] на цеолитах типа X. Представляет интерес изучение цеолитов типа Y, которые имеют идентичное кристаллическое строение, но отличаются от типа X плотностью заселенности катионов в элементарной ячейке.

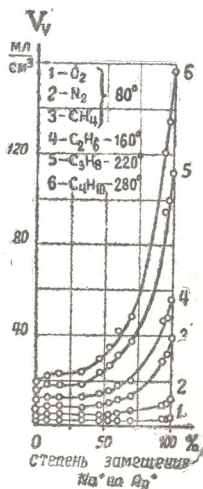


Рис. 1. Зависимость объемов удерживания V_v от степени замещения катионов натрия на серебро в цеолите

Нами использован порошкообразный цеолит NaY-П-1298 (ГОБ ВНИИМП), для которого установлена химическая формула в дегидрированном состоянии: $0,96 Na_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 4,55 SiO_2$. Путем ионообмена было приготовлено десять образцов цеолитов с различной степенью замещения натрия катионами серебра.

Порошки полученных серебросодержащих форм прессовались в таблетки без связующего, из которых после нагревания и гранулирования отбиралась фракция 1—0,5 мм для заполнения однометровых колонок хроматографа «Цвет-4». Гранулы активировались в колонках при 300°C (3 часа) в токе газа-носителя гелия, который во время опытов подавался с постоянной скоростью 50 мл/мин. По временам удерживания для алканов C_1 — C_4 , O_2 и N_2 были рассчитаны удерживаемые объемы V_v , приходящиеся на единицу объема активированных гранул. На образцах, содержащих до 30% замещенных ионов Ag^+ , величины V_v повышаются медленно, но с увеличением степени замещения свыше 30% наблюдается для алканов резкий скачок объемов удерживания. Так, на образце AgY (полное замещение Na^+) величины V_v в 5—8 раз больше, чем на исходном цеолите NaY (рис. 1).

Небольшой рост величины V_v на образцах, содержащих меньше 30% замещенных катионов серебра, подтверждает вывод Эйленбергера [4] о том, что в цеолитах типа Y катионы Ag^+ занимают наиболее экранированные S_{II} -позиции в гексагональных призмах, вмещающих не более 16 из 55 катионов, приходящихся на одну элементарную ячейку. При дегидратации (активации) цеолита слабо гидратируемые катионы серебра мигрируют в эти укрытые S_{II} -позиции, где осуществляется их наиболее полная координация [5], но одновременно и самое слабое удерживание ими молекул адсорбата.

После занятия всех мест в S_{II} -позиции начинают резко повышаться объемы удерживания, так как катионы серебра находятся уже в открытых S_{III} - и S_{IV} -позициях, где оказывают сильное действие на адсорбированные молекулы. Этот вывод подтверждают также данные по теплотам адсорбции (Q) алканов, рассчитанные нами из хроматографических данных (рис. 2). Теплота адсорбции каждого алкана на об-

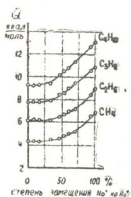


Рис. 2. Влияние степени замещения катионов натрия на серебро в цеолите на теплоты адсорбции Q алканов

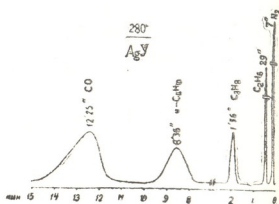


Рис. 3. Хроматограмма разделения смеси N_2 — C_2H_6 — C_3H_8 — C_4H_{10} — CO на цеолите AgY

разе AgY примерно на 3 ккал/моль больше, чем на NaY . Начало крутого подъема кривых при степени замещения натрия на катионы серебра свыше 30% свидетельствует о повышении энергии взаимодействия с катионами серебра, расположенными в неэкранированных позициях.



Увеличение количества ионов Ag^+ в цеолите приводит также к улучшению критерия разделения K_c [6] газовых смесей (см. таблицу).

Критерий разделения K_c бинарных смесей

| Бинарная смесь | T°C | Степень замещения Na^+ на Ag^+ , % | | | | | | | | | | |
|----------------------|-----|--|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | | 0,0 | 8,48 | 16,93 | 34,1 | 46,8 | 53,5 | 60,4 | 69,8 | 92,6 | 97,6 | 100 |
| N_2-O_2 | 0 | — | 0,55 | 0,51 | 0,53 | 0,54 | 0,57 | 0,65 | 0,65 | 0,83 | 0,89 | 0,89 |
| $C_2H_6-CH_4$ | 80 | 0,76 | 0,71 | 0,75 | — | 0,79 | 0,80 | 0,82 | 0,83 | 0,88 | 0,89 | 0,88 |
| $C_3H_8-C_2H_6$ | 180 | 0,60 | 0,60 | 0,61 | 0,61 | 0,66 | 0,68 | 0,69 | 0,70 | 0,78 | 0,78 | 0,80 |
| $n-C_4H_{10}-C_3H_8$ | 280 | 0,48 | 0,48 | 0,48 | 0,48 | — | 0,55 | 0,56 | 0,57 | 0,61 | 0,64 | 0,64 |

Серебряные формы цеолитов типа Y, в отличие от типа X, способны элюировать окись углерода в процессе хроматографирования, но это свойство сильно ухудшается с понижением температуры и ростом содержания серебра. Если на цеолитах NaY окись углерода элюируется вслед за метаном, то на образце AgY она появляется только после бутана (рис. 3). Прочная фиксация олефинов C_2-C_4 на образце AgY напоминает такое же свойство серебряных форм цеолитов типа X [2].

Таким образом, вследствие пониженной заселенности катионов в элементарной ячейке цеолитов типа Y наблюдается качественное новое свойство, позволяющее серебряной форме этого цеолита элюировать CO в процессе хроматографирования.

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

(Поступило 24.5.1974)

ფიზიკური ქიმია

თ. ანდრონიკაშვილი, ო. ბაყანი

ვერცხლის კათიონების გავლენა Y ტიპის ცეოლითების
 პრომატობრაფიულ თვისებებზე

რეზიუმე

დადგენილია, რომ ცეოლითში ვერცხლის კათიონების ჩანაცვლების ხარისხის ზრდა იწვევს ნაჯერი ნახშირწყალბადების C_1-C_4 შეკავებითი მოცულობების, შესაბამისი ადსორბციის სიბოძა და ცალკეული ბინარული ნარევების დაყოფის კრიტერიუმების მკვეთრ ზრდას.

X ტიპის ცეოლითებისაგან განსხვავებით ვერცხლის კათიონების შემცველ Y ტიპის ცეოლითებს ახასიათებთ ნახშირყვანის ელუირების უნარი მისი ქრომატოგრაფირების პროცესში.

T. G. ANDRONIKASHVILI, O. S. BANAKH

THE INFLUENCE OF SILVER CATIONS ON CHROMATOGRAPHIC
PROPERTIES OF TYPE Y ZEOLITES

Summary

A sharp increase of retention volumes V_v , adsorption heat and separation criterion K_s for saturated hydrocarbons on type Y zeolites with the increase of the degree of sodium replacement by silver cations is shown.

The possibility of elution of carbon monoxide on columns filled with silver-contained forms of type Y zeolite has been established.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. H. W. Nabgood. Can. J. Chem., 42, 10, 1964, 2340.
2. Т. Г. Андроникашвили, Ш. Д. Сабелашвили, Г. В. Цицишвили. Нефтехимия, 2, 2, 1962, 248.
3. Г. В. Цицишвили, Т. Г. Андроникашвили, Ш. Д. Сабелашвили, З. И. Коридзе. Сообщения АН ГССР, 35, № 1, 1964, 87.
4. G. R. Eulenberger, D. P. Schoemaker, I. G. Keil. J. Phys. Chem., 71, 1967, 1812.
5. Г. В. Цицишвили. Адсорбционные, хроматографические и каталитические свойства цеолитов. Тбилиси, 1972, 9.
6. А. А. Жуховицкий. Труды III Всесоюзной конференции по газовой хроматографии. М., 1964, 6.



ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

Р. И. АГЛАЗЕ (академик АН ГССР), К. П. ГВЕЛЕСИАНИ

ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЙ ОБЖИГ АНОДНОГО ШЛАМА
ПРОИЗВОДСТВА ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКОГО МАРГАНЦА
В КИПЯЩЕМ СЛОЕ

В настоящее время на Зестафонском заводе ферросплавов в процессе получения электролитического марганца в анодном пространстве накапливается не крупнокристаллическая, загрязненная окислами и сульфатом свинца двуокись марганца, которая не находит промышленного применения из-за своей низкой активности.

Основной причиной низкой активности полученной двуокиси марганца является то обстоятельство, что электролиз протекает при 15—35°C. Полученная в таких условиях двуокись марганца полностью идет на отвал.

Цель работы — изучение процесса химической переработки анодного шлама для получения сульфатных хлоридных растворов марганца, которые в дальнейшем могут быть использованы в производстве активной двуокиси марганца, электролитического марганца и свинца.

Первая стадия химической переработки анодного шлама заключается в восстановительном обжиге, который приводится в кипящем слое с использованием в качестве восстановительного агента окиси углерода.

Высокотемпературное восстановление окислов марганца изучалось многими авторами [1—3]. Однако исследования проводились в различных условиях и на разных рудах. Данных по восстановительному обжигу анодного шлама в литературе не имеется. Нами изучена скорость восстановления анодного шлама в зависимости от различных факторов.

На рис. 1 показана принципиальная схема лабораторной установки, по которой двуокись углерода из баллона (1) проходит через влагоочиститель (2), реометр (3) и подается в реактор (4), заполненный активированным углем марки БАУ. В этом реакторе температура меняется в пределах 600—1200°C в зависимости от требуемого количества СО в восстановительном газе. Замер температуры осуществляется платино-платинородневой термопарой (7). Газообразный восстановитель проходит систему влаго- и пылеочистителей, реометр (5) и подается в смеситель (13), туда же подается аргон через баллон (12). Газ после смесителя проходит общий реометр (11), ресивер (10) и поступает в аппарат кипящего слоя (9), помещенный в муфельную печь (8). Газовая фаза после печи КС направляется в трубчатую печь (6), наполненную CuO . Окись углерода, реагируя с CuO , переходит в CO_2 и отводится в атмосферу. Газ после смесителя, а также после печи КС подвергается анализу по СО и CO_2 . Восстановленная масса анализируется на содержание марганца.

Химический состав основных компонентов исходного шлама следующий: MnO_2 —65,05—76,2%, Pb —8,5—13,15% (PbO , PbO_2 , $PbSO_4$), SO_4^{2-} —6,35—10,5% и другие примеси.

Изучалось влияние на степень восстановления марганца следующих трех факторов: ξ_1 — температуры восстановительного обжига шлама, ξ_2 — времени восстановительного обжига шлама, ξ_3 — скорости подачи газа-восстановителя.

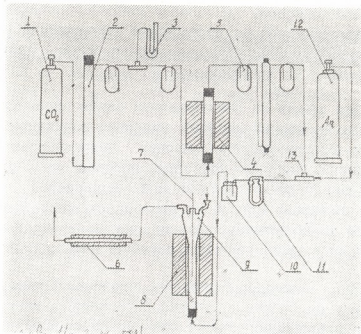


Рис. 1. Схема восстановительного обжига анодного шлама в печи КС

Для получения линейного математического описания процесса восстановления был применен полный факторный эксперимент типа 2^3 .

Центр плана, основной уровень факторов и интервалы их варьирования были выбраны на основании предварительно поставленных опытов и литературных данных.

Необходимый для составления матрицы планирования переход от натуральных переменных ξ_1 , ξ_2 , ξ_3 к кодированным X_1 , X_2 , X_3 был осуществлен согласно соотношениям

$$X_1 = \frac{\xi_1 - 300}{50}; \quad X_2 = \frac{\xi_2 - 67,5}{22,5}; \quad X_3 = \frac{\xi_3 - 90}{30}.$$

План проведения эксперимента и результаты опытов, реализованных согласно плану, приведены в таблице.

Опыты № 9, 10, 11 были поставлены для определения воспроизводимости экспериментов.

Были подсчитаны коэффициенты регрессионного уравнения

$$Y = 72,25 + 10,35 X_1 + 3,70 X_2 + 1,20 X_3, \quad (1)$$

адекватно описывающего процесс (проверка на адекватность осуществлялась по F-критерию) [4, 5].

Анализ полученного регрессионного уравнения исходя из абсолютных величин коэффициентов регрессии показывает, что в исследован-

ных пределах преимущественное влияние на степень восстановления марганца из анодного шлама оказывает температура обжига ($b_1=10,35$), далее следует время обжига ($b_2=3,70$), а затем скорость подачи газа в дутье ($b_3=1,20$).

С учетом найденных значений коэффициентов при линейных членах в (1) и интервалов варьирования проводилось крутое восхождение в область максимальных значений выхода целевого продукта.

Расчет шагов крутого восхождения приведен в таблице.

Планирование эксперимента и результаты оптимизации процесса восстановительного обжига анодного шлама

| Условия планирования экспериментов | | | | | | | |
|---|--------------------|---------|---------|---------|---------|------------------------------|-----------|
| Натуральные величины факторов | | ξ_0 | ξ_1 | ξ_2 | ξ_3 | Степень восстановления $Y\%$ | |
| | | | | | | эксп. | вычис. |
| Основной уровень | | | 300 | 67,5 | 90 | — | — |
| Интервал варьирования | | | 50 | 22,5 | 30 | — | — |
| Верхний уровень (+1) | | | 350 | 90 | 120 | — | — |
| Нижний уровень (-1) | | | 250 | 45 | 60 | — | — |
| Кодовое обозначение Факторов | | X_0 | X_1 | X_2 | X_3 | \hat{Y} | \bar{Y} |
| эксп. | Порядок реализации | | | | | | |
| 1 | 7 | + | - | - | - | 56,5 | 57,0 |
| 2 | 5 | + | - | - | + | 63,5 | 61,4 |
| 3 | 1 | + | - | + | - | 63,5 | 61,4 |
| 4 | 2 | + | - | + | + | 64,1 | 66,80 |
| 5 | 6 | + | + | - | - | 76,5 | 77,70 |
| 6 | 8 | + | + | - | + | 77,7 | 80,05 |
| 7 | 3 | + | + | + | - | 87,7 | 85,10 |
| 8 | 4 | + | + | + | + | 88,5 | 87,50 |
| 9 | | | + | - | + | 78,9 | |
| 10 | | | + | - | + | 78,4 | |
| 11 | | | + | - | + | 78,1 | |
| Расчет и движение вдоль линии крутого восхождения | | | | | | | |
| b_i | | + 10,35 | + 3,7 | + 1,20 | | | |
| $b_i p_i$ | | +517,5 | +83,25 | +36 | | | |
| Шаг | | + 15 | + 2,42 | + 1,04 | | | |
| | 12 | | 365 | 92,42 | 121,04 | 90,4 | 91,01 |
| | 13 | | 380 | 94,84 | 122,08 | 93,1 | 94,52 |
| | 14 | | 395 | 97,26 | 123,12 | 95,3 | 98,03 |
| | 15 | | 410 | 99,68 | 124,16 | 98,2 | 101,54 |
| | 16 | | 425 | 102,10 | 125,20 | 99,6 | 104,05 |
| | 17 | | 440 | 104,52 | 126,24 | 99,51 | 107,56 |

В строке b_i выписаны коэффициенты линейного регрессионного уравнения (1). По данным следующей строки (значение $b_i p_i$) подсчитаны значения шагов крутого восхождения Δ , соответствующих изменению ξ_1 на 15°C .



Последовательное алгебраическое прибавление к основному уровню соответствующих значений шагов Δ дало координаты исследованных точек линии крутого восхождения исходных переменных.

Экспериментальная проверка шести точек линии крутого восхождения показала, что наилучшее восхождение имеет место на пятом шаге.

Реализация дальнейших шагов вдоль направления крутого восхождения не проводилась, так как при этом значительного увеличения степени восстановления марганца не ожидалось, а в связи с дальнейшим повышением температуры и времени обжига техно-экономические показатели процесса могли лишь ухудшиться.

В результате проведенных исследований по восстановлению анодного шлама производства электролитического марганца найдено математическое описание процесса, позволяющее определить количественное влияние каждого из исследуемых факторов.

Установлено, что заметное восстановление анодного шлама начинается выше температуры 350°C и достигает максимума (99,6%) при условиях: температура процесса 440°C , время восстановительного обжига 105 сек, скорость подачи газа в дутье 126 л/час.

Грузинский политехнический институт
им. В. И. Ленина

(Поступило 6.6.1974)

ქიმიური ტექნოლოგია

რ. აბლაძე (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი),
კ. გველესიანი

ელექტროლიტური მანგანუმის ანოდური შლამის აღდგენითი
გამოწვა მდულარე შრეში

რეზიუმე

შესწავლილია ზესტაფონის ფეროშენადნობთა ქარხნის ელექტროლიტური მანგანუმის ანოდური შლამის ნახშირბადის მდულარე შრეში აღდგენის პირობები თანამედროვე მათემატიკური სტატისტიკის გამოყენებით — უსწრაფესი ასვლის მეთოდით. დადგენილია აღდგენითი გამოწვის ოპტიმალური პირობები, რომელიც უზრუნველყოფს შლამის აღდგენას 99,6%-ით.

CHEMICAL TECHNOLOGY

R. I. AGLADZE, K. P. GVELESIANI

REDUCTION BURNING OF ELECTROLYTIC MANGANESE
ANODIC SLIMES IN A BOILING BED

Summary

The conditions of reduction of anodic slimes of electrolytic manganese by carbon monoxide in a boiling bed has been studied at the Zestaphoni Ferro-alloys Plant with the aid of modern methods of mathematical statistics. Optimal conditions of reduction burning have been evolved, ensuring 99.6 per cent reduction of the slimes.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Е. Я. Роде. Кислородные соединения марганца. М., 1952.
2. Э. Д. Чхиквадзе. Электрохимия марганца, т. II. Тбилиси, 1963.
3. Х. Г. Пурцеладзе, П. М. Чантурия, И. Г. Зедгенидзе, О. Джаошвили, Н. И. Вешапидзе. Сообщения АН ГССР, 54, № 1, 1969.
4. В. В. Налимов, Н. А. Чернова. Статистические методы планирования экстремальных экспериментов. М., 1965.
5. И. Г. Зедгенидзе. Оптимизация технологических процессов. Тбилиси, 1969.

А. В. ДИДИДЗЕ, Ал. А. ПЕТРОВ, Н. Г. БЕКАУРИ, Т. С. ШАКАРАШВИЛИ

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ИЗОАЛКАНОВ И ЦИКЛАНОВ ИЗ ФРАКЦИИ 200—370°C НЕФТИ НОРИО С ПРИМЕНЕНИЕМ ДВУХКРАТНОЙ ТЕРМИЧЕСКОЙ ДИФфуЗИИ

(Представлено академиком Р. И. Агладзе 26.4.1974)

При исследовании состава нефти часто приходится сталкиваться с проблемой разделения исследуемой фракции на отдельные углеводородные группы. Методы для разделения некоторых углеводородных групп хорошо изучены, проблемой оставалось отделение изопарафинов от циклопарафинов. Термическая диффузия дала возможность решить эту проблему [1].

Нами была использована вертикальная конвекционная термодиффузионная колонка типа труба в трубе [2], характеризующаяся следующими параметрами: высота колонки — 110 см, зазор — 0,4 мм, рабочая емкость — 80 мл.

Исследовались фракции нефти Норлио в температурных интервалах 200—270; 270—370°C. После выделения из фракций *n*-парафинов и ароматических углеводородов была получена смесь изопарафинов и циклопарафинов. Для разделения этих смесей применялся метод термической диффузии. Для каждого температурного интервала в отдельности проводилось термодиффузионное деление при следующих условиях: $\Delta T = 100^\circ\text{C}$, $t = 50$ часов. После выключения колонки отбиралось по 10 фракций. Для выделения из каждой фракции изолированных групп углеводородов проводилась вторичная термодиффузия. Фракции 1—6, в основном содержащие концентрат изопарафинов, и 7—10, содержащие концентрат нафтеновых углеводородов, в отдельности загружались в колонку. Деление проводилось при тех же условиях, что и первоначальный опыт. После вторичной термодиффузии для каждой фракции были вновь определены n_D^{20} , d_{20}^4 и M . Из полученных данных методом $p-d-M$ были рассчитаны: % парафинически связанного углерода (% Sp), % нафтенически связанного углерода (% Sp), среднее число нафтеновых колец в молекуле K_n [3]. Полученные результаты представлены в таблице.

Как видно из таблицы, вторичная термодиффузия дала положительные результаты. Для температурного интервала 200—270°, а также 270—370°C после разделения изопарафинового концентрата (в обоих случаях) из полученных 10 фракций верхние фракции обладали свойствами чистых изопарафинов. Разделение нафтеновых концентратов дало также 10 фракций, взятые нами нижние фракции обладали свойствами чистых нафтенов. Среднее число нафтеновых колец в молекуле было равно 1,70 для легких фракций и возросло до 3,22 для тяжелых фракций.

Результаты, полученные после проведения анализа методом $n-d$ -м, групп, изолированных двукратной термодиффузией:

а) нефть Норнио, фракция 200—270°C; б) нефть Норнио, фракция 270—370°C

а

| Фракции | n_D^{20} | d_{20}^4 | M | % C_{II} | % C_{II} | K_{II} |
|---|------------|------------|-----|------------|------------|----------|
| Исходная изопарафинафтенo-вая фракция 200—270°C | 1,4539 | 0,8311 | 190 | 44 | 56 | 0,85 |
| Изолированные изопарафины | 1,4385 | 0,7945 | 180 | 34 | 66 | 0,22 |
| Изолированные нафтены | 1,4696 | 0,8680 | 220 | 55 | 45 | 1,70 |

б

| | | | | | | |
|---|--------|--------|-----|----|----|------|
| Исходная изопарафинафтенo-вая фракция 270—370°C | 1,4701 | 0,8720 | 280 | 52 | 48 | 1,84 |
| Изолированные изопарафины | 1,4564 | 0,8315 | 273 | 38 | 62 | 0,49 |
| Изолированные нафтены | 1,4843 | 0,9028 | 303 | 67 | 33 | 3,22 |

Процесс термодиффузионного деления можно представить графически. На рис. 1 показано вторичное термодиффузионное деление нефтевых концентратов. Заштрихованная часть графика соответствует процессу деления.

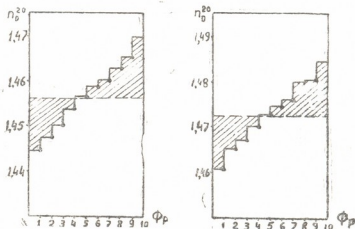


Рис. 1. Вторичное термодиффузионное деление нефтевых концентратов в температурных интервалах 200—270°C и 270—370°C

Полученные верхние фракции изопарафиновых концентратов после вторичной термодиффузии были хроматографированы на капиллярной колонке типа «Цвет», модель 2—65. После расшифровки хроматограммы стало известно, что верхняя фракция для температурного интервала 200—270°C состоит приблизительно из 50% изопреноидов, а в фракции 270—370°C содержание изопреноидов заметно уменьшается.

ა. დიდიძე, ალ. პეტროვი, ნ. ბეკაური, თ. შაკარაშვილი

იზოალკანების და ციკლანების იდენტიფიკაცია ნორიოს
ნავთობის 200—370°C ფრაქციიდან ორჯერადი
თერმოდირფუზიის გამოყენებით

რეზიუმე

განხილულია ნორიოს ნავთობის 200—270 და 270—370°C-იანი ფრაქციების ორჯერადი თერმოდირფუზია. მიღებული პარამეტრების და ანალიზის n-d-M მეთოდის გამოყენებით გამოთვლილია %C_n, %C_n და K_n, რის შემდეგაც შეიძლება ითქვას, რომ ჩვენს მიერ ჩატარებულმა ორჯერადმა თერმოდირფუზიამ დადებითი შედეგი მოგვცა. კერძოდ, ნახშირწყალბადების ნარევიდან იდენტიფიცირებულ იქნა იზოლირებული ჯგუფები: იზოპარაფინები და ბი- და ტრიციკლური ნაფტენები.

CHEMICAL TECHNOLOGY

A. V. DIDIDZE, AL. A. PETROV, N. G. BEKAURI, T. S. SHAKARASHVILI

IDENTIFICATION OF ISOALKANES AND CYCLANES IN THE
200-370°C FRACTION OF NORIO PETROLEUM AT REPEATED
THERMAL DIFFUSION

Summary

Repeated thermal diffusion of Norio petroleum fraction in the temperature range of 200-270°C and 270-370°C has been examined. The percentage of C_n, C_n and K_n has been computed using the obtained parameters and the analytical method of n-d-M. Consequently, it can be assumed that repeated thermal diffusion yields positive results. Particularly, the isolated group, isoparaffins and bi- and tricyclic naphthenes have been identified in hydrocarbonic mixtures.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. A. Л. Джонс, Г. Р. Браун. Новейшие достижения нефтехимии и нефтепереработки, т. III, 3, 1962.
2. С. Гала, М. Кураш, С. Ланда. Технология топлив. Прага, 7, 1964.
3. R. N. Hazelwood. Ann. Chem., 26, 6, 1073, 1954.

Р. Д. ХАЗАРАДЗЕ

ГРАНИЦЫ ЧЕТВЕРТИЧНОГО ОЛЕДЕНЕНИЯ ВЕРХНЕЙ СВАНЕТИИ

(Представлено академиком Ф. Ф. Давитая 19.6.1974)

По числу и размерам современных ледников Верхняя Сванетия (бассейн Ингури) занимает первое место среди районов и бассейнов Южного склона Большого Кавказа. По нашим данным, на исследуемой территории представлено 180 ледников, общая площадь которых составляет 319,22 км².

В Верхней Сванетии, где современные ледники широко распространены, хорошо сохранились также признаки древнего оледенения. Почти все предыдущие исследователи при изучении вопроса о четвертичном оледенении Верхней Сванетии основываются на моренах и гляциальных формах рельефа. Они устанавливают максимальные границы древних ледников и высказывают мнение о весьма мощном былом оледенении. Во многих случаях расположение морен совпадает с устьями притоков Ингури. Это обстоятельство порождает сомнения при решении вопроса, откуда принесен моренный материал. Для решения задачи, применив петрографический метод, мы изучили литологический состав спорных морен. Это дало возможность увидеть материал морен по составу с коренными выходами материнских пород и установить границы четвертичного оледенения.

А. Л. Рейнгард [1], основываясь на моренном материале у с. Хаиши, делает предположение о распространении древнего Ингурского ледника до этого места. На указанном участке нами не было обнаружено моренного материала. Поэтому считаем сомнительным распространение ледника Ингури до с. Хаиши. Мореноподобный материал (порфириновые глыбы) в основном местного происхождения, часть же его принесена р. Тхеиши.

Сомнительно также существование древнего ледника на участке выше Хаиши, так как эта часть ущелья вообще характеризуется чисто эрозионным рельефом и нигде не замечается моренного материала.

Распространенные в окрестностях сс. Пари и Эцери валуны почти всеми исследователями (А. Л. Рейнгард [1], А. Н. Краснов [2], Д. В. Церетели [3] и др.) считаются стадияльными моренами вюрмского ледника Ингури. Петрографическое изучение указанного материала показало, что они вынесены из эцерского интрузива вюрмскими ледниками. Ледник Ингури не распространялся до сс. Пари и Эцери.

Изучением стадияльных морен с. Латали установлено, что они вынесены вюрмским ледником Мулхура и не связаны с Ингурским ледником.

Мы полагаем, что стадияльными моренами максимального распространения вюрмского ледника Ингури нужно считать морены, распространенные на территории с. Ипарн, материал которых принесен с



истоков Ингури и его верхних притоков. Принимая во внимание указанные факты, считаем возможным провести границу максимального распространения вюрмского ледника ущелья Ингури в пределах с. Ипари. Морены, расположенные на территории сс. Кала и Ушгули, считаем стадийными моренами, оставленными во время отступления вюрмского ледника Ингури.

Судя по тому, что в ущелье Адиш-чала самая низкая стадийная морена находится на высоте 1700—1720 м, следует допустить сползание Адишского вюрмского ледника до этой отметки. Распространение его еще ниже, до Ингурского ущелья считаем сомнительным, так как на этом участке не замечено морен и других признаков бывшего существования ледника.

В результате изучения морен с. Латали выяснилось, что вюрмский ледник Мулхура вместе с ледником долины своего правого притока Местиа-чала сползал до с. Латали (1227 м н. у. м.) и, возможно, намного ниже. Если принять во внимание то обстоятельство, что распространенные на южном склоне Угвирского перевала и в окрестностях с. Ипари глыбы (микроклиновый гранит) принесены с истоков Твибери и Цанери, можно заключить, что вюрмский ледник Мулхура переползал в Ингурское ущелье через перевал Угвири.

Несмотря на то, что в районе устья Долра (1142 м н. у. м.) не наблюдалось морфологически выраженной стадийной морены, присутствующий здесь моренный материал и троговый характер Долринской долины дают возможность распространить вюрмский ледник Долра до Ингурского ущелья.

Описанные нами в ущелье Накра стадийные морены и гляциальные формы делают бесспорным распространение вюрмского ледника Накра до Ингурского ущелья.



Рис. 1. Границы четвертичного оледенения Верхней Сванетии

В ущелье Ненскра на самом низком уровне (750—800 м) находится фрагмент стадийной морены, сохранившийся на территории с. Лахами. Можно предположить, что ледник Ненскра, к которому присоединялись многочисленные притоки, оканчивался на абсолютной высоте 750—800 м у с. Лахами.

К вюрмскому леднику Ингури в верхней части присоединялись малые ледники (Дадиаши, Мушури, Гури и Кошра), в нижней части до Ингурского ущелья спускался только ледник Лайл (1230 м), который впадал у конца ледника Мулхура. В долинах остальных левых притоков границы максимального распространения вюрмских ледников



проходят на следующих абсолютных высотах: Ласили — 1600 м, Аршира — 1500 м, Хумпрери — 1150 м, Тхеиши — 1050 м.

На основании полученных нами фактических данных мы вычислили для верхней Сванетии депрессию вюрмской снеговой линии в долинах Ингури и ее притоков, которая колеблется от 600 до 850 м.

К настоящему времени в Верхней Сванетии плохо сохранились признаки предпоследнего (рисского) оледенения, поэтому, говоря о характере названного оледенения, приходится в основном опираться на сохранившиеся на склонах ущелья боковые морены и фрагменты трогового дна. Имеющиеся на Угвирском перевале, над моренами вюрмского оледенения (90—100 м), продольная выровненная поверхность и расположенные на ней гряды выветренных боковых морен позволяют думать, что в эпохи обоих оледенений (рисс и вюрм) имело место переползание ледника из ущелья Мулхура в Ингурское ущелье. Если вюрмский ледник стекал по направлению с. Ипари в виде узкого языка, то рисский ледник двигался более широким фронтом и достигал даже с. Цвирми. Аналогичное переползание рисского ледника Мулхури в ущелье Ингури намечается через седловину у деревни Хешкили.

Уточнить границы рисского ледника Мулхура трудно, так как не сохранились его стадияльные морены. Принимая во внимание, что в выветренных валунах, имеющих на оконечности хребта Бали над вюрмскими моренами, представлен обломочный материал кварцевых диоритов (основные выходы их распространены только у истоков рр. Местиа-чала и Мулхура), можно допустить распространение рисского ледника Мулхура до устья р. Долра и ниже.

В самом ущелье Ингури нами не были обнаружены признаки рисского оледенения, но если считать остатками рисского трога выровненные поверхности, на которых расположились сс. Цвирми и Иели, то можно предположить, что рисский ледник Ингури выходил за пределы с. Ипари и, возможно, достигал даже с. Иели.

На склонах долин притоков Ингури — рр. Долра, Кидрила, Накра и Ненскра — описанные нами остатки рисских морен и трогов указывают, что названные долины в эпоху рисского оледенения до самого устья были заняты мощными ледниками.

Выявленные местонахождения рисских ледниковых образований слишком малочисленны для точной и полной реконструкции этого оледенения, но все же можно утверждать, что последнее перекрывало арал вюрмского оледенения.

Академия наук Грузинской ССР
Институт географии
им. Вахушти

(Поступило 29.6.1974)

— ფიზიკური გეოგრაფია

რ. ხაზარაძე

ზემო სვანეთის მეოთხეული გამყინვარების საზღვრები

რ ე ზ ი მ ე

ზემო სვანეთში წარმოდგენილია ორჯერადი გამყინვარების (რისული და ვეურმული) ნიშნები. ვეურმული გამყინვარების გავრცელების საზღვრები მდ. ენგურისა და მის შემდინარეთა ხეობებში შემდეგ აბსოლუტურ სიმაღლეებს ემთხვევა: ენგური — 1500 მ, მულხურა — 1280 მ, დოლრა — 1142 მ, ნაკრა —

900 მ, ნენსკრა — 750—800 მ, ლასილი — 1600 მ, ხუმფერერი — 1150 მ, თხეიში — 1050 მ ზ. დ.

რისული გამყინვარების საზღვრები ნაწილობრივ სცილდება ვიურმულისას. ზემო სვანეთში ვიურმული თოვლის ხაზის დეპრესია მერყეობს 600—800 მ ფარგლებში.

PHYSICAL GEOGRAPHY

R. D. KHAZARADZE

QUATERNARY GLACIAL BOUNDARIES IN UPPER SVANETI

Summary

Signs of two-fold glaciation (Riss and Würmian) are present in Upper Svaneti. The boundaries of Würmian glaciation in the valleys of the Inguri river and its tributaries run along the following absolute heights: Inguri 1500 m., Mulkhura 1280 m., Dolra 1142 m., Nakra 900 m., Nenskra 750—800 m., Lasili 1600 m., Khumpreri 1150 m., Tkheishi 1050 m. The limits of Riss glaciation are slightly above those of Würm. The depression of Würmian snow line in Upper Svaneti varies from 600 to 850 m.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. Л. Рейнгард. Доклады Академии наук, № 19, 1927.
2. А. Н. Краснов. Изв. Имп. русск. географ. о-ва, т. 27, вып. 5, 1891.
3. Д. В. Церетели. Плейстоценовые отложения Грузии. Тбилиси, 1966.

А. Н. АМБОКАДЗЕ

О СВЯЗИ РТУТНОЙ МИНЕРАЛИЗАЦИИ ГРУЗИИ С ЛОКАЛЬНЫМИ ТРЕЩИННЫМИ СТРУКТУРАМИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. А. Твалчрелидзе 28.5.1974)

Эмпирически давно установлено, что подавляющее большинство ртутных месторождений и проявлений Южного склона Большого Кавказа приурочено к аспидной формации ранней юры. Как правило, эта формация слагает антиклинальные зоны внутри синклиналий и инверсионных антиклинорий, осложненные разломами с крутыми углами падения. Здесь получил развитие трещинный тип структур ртутной минерализации (проявления Ахейской, Авадхарской, Сванетской и Рачинской групп) с большим вертикальным размахом оруденения [1]. При этом пространственное размещение и характер минерализации находятся в прямой зависимости от тектоники сланцевых и вулканогенных толщ. Статистический анализ [2] около 3000 трещин, сопряженных со складчатостью, позволил разделить их на четыре группы: 1) связанные со складчатостью (синхронные), 2) наложенные на складчатость, 3) возникшие в результате более поздних тектонических движений и 4) первичные (?). Данный метод статистической оценки позволяет изучить пространственное (т. е. трехмерное) соотношение тектонических элементов. Последующим геометрическим анализом устанавливается функциональная соподчиненность тектонических процессов (генетически и во времени).

Наиболее выдержанной и многочисленной является группа трещин, связанная со складчатостью (I группа) и представленная сколовыми трещинами сброса и сдвига, реже трещинами отрыва. Большинство сбросовых трещин этой группы не содержат минерализации, лишь иногда к ним приурочены диккитовые прожилки. Сколовые трещины сдвига более многочисленны и содержат кварц-диккитовую минерализацию. Трещины отрыва малочисленны, часто пересекают и смещают трещины первых двух типов. Брекчированные зоны вдоль них вмещают киноварное оруденение и сопровождаются диккитизацией. Наложенные на складчатость сбросовые системы трещин (II группы) развиты по ранее заложеным сколовым и часто содержат киновар-диккит-карбонатную минерализацию.

Группа трещин, не связанная генетически со складчатостью (III группа), проявлена вблизи поперечных нарушений, вдоль пояса даек и в интрузивах. Эти системы трещин, часто выполненных ртутной минерализацией, играли роль рудоподводящих и экранирующих структур. Наибольшим развитием пользуются трещины северо-западного простирания. Так, на рудопроявлениях Шура, Тхасоу и Макратела они часто заполнены кварцем или кварц-карбонат-киноварными скоплениями. Отдельные жилы кварц-киноварного состава внутри трещинных зон мощностью до 20 см прослеживаются по простиранию на 10—30 м и по падению на 30—50 м. Обычно трещинные зоны пересекают по



мощности песчаники, аргиллиты и дайки изверженных пород. Массовое развитие трещины отрыва получают в приконтактовых и апикальных частях интрузивных тел, где они образуют зоны штокверкового типа.

На рудопоявлении Ахача зоны трещин отрыва ориентированы косо по отношению к простиранию пород. Рудоносные зоны представлены сближенными, почти параллельными полосами и заключены между плоскостями с глиной трения. Наиболее выдержаны и значительны вертикальные брекчированные полосы меридионального направления.

В пределах Цители-Хевского рудопоявления киноварь-кальцитовая минерализация приурочена к трещинам северо-восточного простирания, оперяющим нарушения с азимутом падения 120° . Мелкие трещины, круто падающие на восток и параллельные оси Хаишской антиклинали, относятся к кливажу осевой плоскости. Рудоносная зона мощностью 1—3 м падает на юго-запад под углом $20\text{--}25^\circ$. Залегание зоны осложнено трещинами северо-восточного и близширотного направлений. Морфологически рудоносная зона представляет систему сближенных трещин скальвания с глиной трения, оперяющих разломы субширотного простирания.

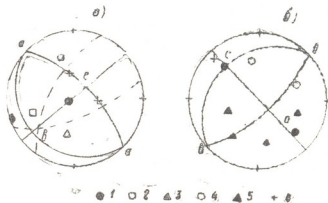


Рис. 1. Диаграммы ориентировки трещин: а — Ахейского месторождения, б — Цители-Хевского, 1 — сколовые трещины сброса, 2 — сколовые трещины сдвига, 3 — трещины отрыва, 4 — трещины, наложенные на складчатость, 5 — первичные трещины, 6 — полюс слонистости (полосчатости)

Нами условно выделена система трещин в сланцах и туфогенных породах, относенная к первичной трещиноватости, ориентированной перпендикулярно полосчатости туфов и слонистости сланцев. В редких случаях трещины этой системы содержат незначительную киноварную минерализацию. Возникновение трещин связывается с планетарными напряжениями ротационного происхождения.

По морфологическим признакам все отмеченные генетические группы трещин (кроме первичных) можно представить как сочетание простых и сложных [3] трещин отрыва и скальвания. Все системы трещин, связанные со складчатостью, являются простыми трещинами скальвания и отрыва, образованными в период сжатия. В результате формирования взбросовых нарушений общекавказского направления, наложенных на складчатость, происходило приоткрывание простых трещин скальвания и объединение их в единые разрывные нарушения с последующим преобразованием в обстановке затухания тангенциальных сил в трещины отрыва. К подобным сложным трещинам отрыва относятся нарушения, вмещающие дайковые тела. Сложные трещины



скальвания образованы часто по ослабленным направлениям в результате проскальзывания вдоль поверхностей слоистости.

На основании вышеизложенного можно сделать следующие выводы: зарождение трещин I группы связано с батской тектонической фазой, вызвавшей консолидацию геосинклинальных отложений лейаса и байоса, а развитие трещин II группы — с общим процессом формирования взбросовых нарушений общекавказского простиранья, обусловивших возникновение мелких разломов и складчатости, осложнивших структуры глинистых сланцев лейаса. Трещины III группы обусловлены вертикальными восходящими движениями в раннем мелу, с которыми связано растяжение пород, параллельное простиранью складчатости структур. Дальнейшие тангенциальные движения, ориентированные поперек складчатости, вызвали малоамплитудные смещения по трещинам отрыва и возникновение оперяющих систем. В результате последующих перемещений по древним трещинам скальвания формировались брекчированные зоны, благоприятные для рудоотложения. Основные дорудные субмеридиональные близвертикальные структуры были сформированы в позднеорогенную стадию альпийского тектонического цикла. Максимальные концентрации ртути в рудоносных зонах находятся в прямой зависимости от наличия литологически благоприятных пород и трещин близмеридионального направления. Форма рудных тел определяется рудовмещающими нарушениями, вследствие чего обычно развиты ветвящиеся жилообразные, реже пластообразные линзы с раздувами вблизи субмеридиональных нарушений. Рудоносные близмеридиональные крутые нарушения и трещины северо-западного простиранья, как правило, пересекают по мощности благоприятные для рудоотложения породы, чередующиеся с экранящими сланцами. Практически это единственные существенные структурные элементы, по которым дренировались рудные растворы.

Кавказский институт
минерального сырья

(Поступило 30.5.1974)

გეოლოგია

ა. აბოშაძე

საქართველოს მერცხლისწყლის მინერალიზაციის კავშირი
ლოკალურ ნაპრალოვან სტრუქტურებთან

რ ე ზ ი ე მ ე

აფხაზეთისა და სვანეთის ვერცხლისწყლის საბადოთა ნაპრალების სტატისტიკური ანალიზი საშუალებას გვაძლევს გამოვყოთ ნაპრალოთა ოთხი ჯგუფი, რომელთა წარმოშობა დაკავშირებულია დიდი კავკასიონის ნაოჭა ნაგებობის განვითარების განსაზღვრულ პროცესებთან. სპეციფიურმა პირობებმა განსაზღვრეს მდინაგამოვლინების ნაპრალოვანი ტიპის ფორმირება, სადაც მდინეულ სხეულთა ფორმა დამოკიდებულია ნაპრალოვანი სტრუქტურების მორფოლოგიაზე. უკანასკნელნი წარმოადგენენ ძირითად ელემენტებს, რომლებშიც ხდება მდინიანი ხსნარების დრენირება.

A. N. AMBOKADZE

ON THE RELATION OF MERCURIC MINERALIZATION OF
GEORGIA TO THE LOCAL FISSURE TEXTURES

Summary

Statistic analysis of fissures occurring in mercuric deposits of Abkhazia and Svaneti allows the identification of four groups whose formation is related to certain processes of the Greater Caucasus folded system. Specific conditions determined the formation of fissure type manifestations where the form of ore bodies depends on the morphology of fissure textures, the latter being the main elements in the draining of ore solutions.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. Р. Надирадзе, А. Л. Цагарели. Сообщения АН ГССР, 68, № 3, 1972.
2. R. Adler, W. Fenchel, A. Pilger. Statistische Methoden in der Tektonik. II. Claus-thaler tektonische Hefte, 4, 1965.
3. В. А. Невский. Изв. вузов, Геол. и разв., № 2, 1963.

ПЕТРОЛОГИЯ

Д. М. ШЕНГЕЛИА, Д. Н. КЕЦХОВЕЛИ, Г. Л. ЧИЧИНАДЗЕ

О НАХОДКЕ ЧЕРНЫХ КАЛИЕВЫХ ПОЛЕВЫХ ШПАТОВ
В МЕТАМОРФИТАХ

(Представлено члном-корреспондентом Академии Г. М. Заридзе 12.6.1974)

На Южном склоне Большого Кавказа в структурной зоне Главного хребта в районе Верцхлис-тба (Горная Абхазия) нами были выявлены метаморфизованные терригенные глиноземистые осадки, слагающие свиту, названную верцхлистбиской [1]. По геологическому положению и характеру метаморфизма свита эта отнесена к верхам лабинской серии. Большая часть минеральных парагенезисов верцхлистбиской свиты соответствует зеленосланцевой фации, местами достигающей фации эпидотовых амфиболитов; тип регионального метаморфизма — низких давлений. Совершенно черные порфиробластические калиевые полевые шпаты, переполненные частицами графита, обнаружены в пачке графитсодержащих порфиробластических кварцево-мусковитово-полевошпатовых сланцев свиты (рис. 1), к югу от озера с от-



Рис. 1. Кварцево-мусковитово-полевошпатовый сланец с черным порфиробластом калишпата (натуральная величина)

меткой 2443 м. Описаний подобных порфиробластов в литературе не имеется, лишь В. Н. Лодочников [2] упоминает углистые частицы в полевых шпатах кристаллических сланцев.

Результаты оптического, рентгеноструктурного (рис. 2) и химического (табл. 1) изучения черных порфиробластических калишпатов свидетельствуют о том, что они представлены высокоупорядоченными разностями — промежуточными и максимальными микрклинами: $2\gamma = 25$. „მოამბე“, ტ. 76, № 2, 1974



—74—80, $\angle Ng \perp (010) = 16-18^\circ$ (микроклиновная решетка обнаруживается редко), $(131) = 3,032 \text{ \AA}$; $(\bar{1}31) = 2,959 \text{ \AA}$; $\Delta p = 0,91$; $d(20\bar{1}) = 4,229 \text{ \AA}$; состав калишпатовой фазы (гомогенной) — $Or_{95}Ab_5$. Дифрак-

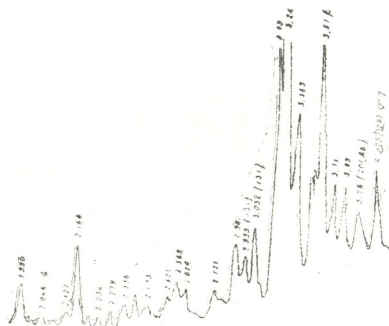


Рис. 2. Дифрактограмма черного калишпата (Fe-излучение без фильтра, скорость $1^\circ/\text{мин}$)

тограмма черного порфиробласта калишпата (рис. 2), снятая в рентгеноструктурной лаборатории ГИ АН ГССР Р. А. Ахвледiani, помимо

Таблица 1

Химический состав черного порфиробласта калишпата

| Состав | Вес. % | Состав | Вес. % | Состав | Вес. % |
|-----------|--------|---------|--------|----------|--------|
| SiO_2 | 65,43 | MnO | 0,03 | п.п.п. | 1,25 |
| TiO_2 | 0,05 | MgO | 0,12 | P_2O_5 | 0,09 |
| Al_2O_3 | 16,70 | CaO | 0,94 | Сумма | 99,73 |
| Fe_2O_3 | 0,26 | Na_2O | 1,60 | | |
| FeO | 0,45 | K_2O | 12,50 | | |

Аналитик Н. Д. Джабуа.

Таблица 2

Результаты исследований в отраженном свете углеродистого вещества, содержащегося в черном калишпате и основной ткани породы

| R_{\min}^a | 15,0 | 14,0 | 14,0 | 14,0 | 15,0 | 14,0 | 14,3 | 14,5 |
|--------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| R_{\max}^a | 17,2 | 15,5 | 16,0 | 15,5 | 16,5 | 15,0 | 16,3 | 16,7 |

основных линий калишпата, дополнительно обнаруживает отражения, которые индексируются с графитом (3,36; 2,13; 2,05; 1,66 \AA). Линии диф-

рактограммы графита показывает, что он по структуре соответствует низкотемпературному уровню зеленосланцевой фации регионального метаморфизма [3]. По данным исследования полированных шлифов в отраженном свете (табл. 2), углеродистое вещество, содержащееся в калишпате и основной ткани породы, имеет одинаковую отражательную способность и представлено наиболее низкотемпературными разностями графита, сформировавшегося в начальной стадии графитизации антрацита (R^a 14,3—16,1).

Зарождение черного калишпата обычно происходит в скоплениях графита. Видимо, благоприятным условием для возникновения зародышей калишпатов является наличие частиц графита, играющих роль затравок. Большая адсорбционная способность поверхности частиц графита, очевидно, обуславливает быстрый рост калишпата и возникновение его порфириобластов. Начальная стадия развития калишпата — это зачатки неправильной формы в густых анхимономинеральных скоплениях графита, определяемые при больших увеличениях. При нарастании процесса калишпатизации в темных скоплениях графита улавливаются индивидуализированные калишпаты, переполненные включениями графита (рис. 3). Чем мельче включения графита, тем гуще



Рис. 3. Иллюстрация механизма роста порфириобласта калишпата с включениями графита: А — в анхимономинеральных скоплениях графита просвечивают участки с нечетко индивидуализированным калишпатом (ув. 70); Б — в ксенобласте калишпата скопления графита по

периферии больше, чем в ядре (ув. 70); В — в направлении ядра в порфириобласте калишпата постепенно уменьшается размер густо расположенных частиц графита (ув. 70); Г — хорошо индивидуализированный типичный черный порфириобласт калишпата верцхланстбиской свиты (ув. 25)

они расположены в калишпате. Наиболее распространены калишпаты размером 3—5 мм, окрашенные графитовой пылью, максимальные размеры их 20 мм. При кристаллизации с отложением молекул на нейтральное вещество графита растущие грани калишпата, очевидно, оттапливают частицы графита и вызывают распад их на более мелкие частички; параллельно происходит их захват растущим кристаллом.

Крупные (> 1 мм) порфиروبласты черных калишпатов представляют собой твердые псевдоразтворы. Изучение их при большом увеличении (до 1600 раз), показывает, что примесь тонкораспыленного графита размером частиц от 0,1 μ до 0,01 мм внутри калишпата располагается беспорядочно.

Таким образом, черная окраска высокоупорядоченных порфиробластических калишпатов верхнелистбнской свиты аллохроматическая и обусловлена тонкорассеянными механическими примесями низкотемпературной разности графита, застрявшими в кристалле при его образовании.

Академия наук Грузинской ССР

Геологический институт

(Поступило 14.6.1972)

პეტროლოგია

დ. შენგელია, დ. კეცხოველი, გ. ჭიჭინაძე

მეტამორფიტებში შავი კალიუმის მინდვრის შპატების
 კომისის შესახებ

რეზიუმე

შვეანე ფიქლების ფაციესის პირობებში მეტამორფირებულ პალეოზოურ ვერცხლისტბის წყების (მთიანი აფხაზეთი) მეტაპელიტებში ჩვენ ვნახეთ გრაფიტის უწყრილესი ჩანართებიანი შავი ფერის კალიუმის მინდვრის შპატების პორფირობლასტები. ამგვარი წარმონაქმნები ლიტერატურაში აღწერილი არ არის. ნაჩვენებია, რომ კალიშპატის კრისტალიზაციის ცენტრების წარმოშობისათვის ხელსაყრელ პირობებს ქმნის ქანში არსებული გრაფიტის ნაწილაკები. შესწავლილი კალიშპატების შეფერვა ალოქრომატულია და გაპირობებულია კრისტალის ზრდის პროცესში მირეული გრაფიტის უწყრილესი მექანიკური ჩანართებით.

PETROLOGY

D. M. SHENGELIA, D. N. KETSKHOVELI, G. L. CHICHINADZE

ON THE FIND OF BLACK POTASH FELDSPAR IN
 METAMORPHIC ROCKS

Summary

Porphyroblasts of black potash feldspar with fine inclusions of graphite have been found in the Veriskhlis-Tba Palaeozoic suite (mountainous Abkhazia) of metapelites. Such type of mineral has not hitherto been described in the literature. In the authors' view a favourable condition for the origin of centres of crystallization of potash feldspar is the presence of graphite particles. The black colouring of the investigated potash feldspar was allochromatic due to the finely dispersed admixtures of graphite which participated in the process of the growth of potash feldspar crystals.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Д. М. Шенгелиа, Д. Н. Кецховели, Г. Л. Чичинадзе. Сообщения АН ГССР, 76, № 1, 1974.
2. В. Н. Лодочников. Главнейшие породообразующие минералы. М., 1955.
3. Б. А. Блюман, Ю. С. Дьяконов, Т. Н. Красавина. ДАН СССР, 206, № 5, 1972.



მ. ხალაბაძე

უბან-უბან მუდმივი სისქის დისკოს ბანზარისებრი შესახებ

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა შ. მიქელაძემ 5.6.1974)

1. განვიხილოთ უბან-უბან მუდმივი სისქის რგოლური დისკოს ღუნვა. დისკოს წინასწორების განტოლებას აქვს სახე [1]:

$$\frac{d^2 \varphi}{dr^2} + \frac{1}{r} \frac{d\varphi}{dr} - \frac{1}{r^2} \varphi = \frac{6(1-\nu^2)qa_1^2}{Eh^3r} \left[1 - \left(\frac{r}{a_1} \right)^2 \right], \quad (1)$$

სადაც φ აღნიშნავს დისკოს ცილინდრული კვეთის მობრუნების კუთხეს, r — რადიალურ კოორდინატს, h — რაიმე m საფეხურისგან შედგენილ, უბან-უბან მუდმივ სისქეს, a_1 — გარე რადიუსს, q — განაწილებული დატვირთვის ინტენსივობას, E — იუნგის მოდულს, ν — პუასონის კოეფიციენტს.

(1) განტოლების წყვეტილი ამონახსნის მიღების მიზნით ვსარგებლობთ შ. მიქელაძის თეორიით [2], რომლის საფუძველზეც (1) განტოლება მიიყვანება ვოლტერას ტიპის მეორე გვარის შემდეგი სახის ინტეგრალურ განტოლებაზე:

$$\varphi''(r) = B(r) - \int_a^r \frac{t}{r^2} \varphi''(t) dt,$$

სადაც

$$B(r) = A \frac{1 - \left(\frac{r}{a_1} \right)^2}{h^3 r} + \frac{\varphi(a)}{r^2} - \sum_{k=0}^{m-1} \frac{C_k b_k}{r^2}, \quad A = \frac{6(1-\nu^2)}{E} qa_1^2,$$

$C_0 = \varphi'(a)$, ხოლო $C_k (k=1, 2, \dots, m-1)$ აღნიშნავს $\varphi'(r)$ -ის ნახტომს b_k წერტილში. ინტეგრალური განტოლების ამოხსნა ჩაიწერება შემდეგი სახით [2]:

$$\varphi''(r) = B(r) + \lambda \int_a^r \Gamma(r, t, \lambda) B(t) dt,$$

სადაც $\lambda = -1$, ხოლო $\Gamma(r, t, \lambda)$ რეზოლვენტი, რომელიც ამ შემთხვევაში იქნება: $\Gamma(r, t, \lambda) = t^2/r^3$.

შესაბამისად

$$\varphi(r) = \varphi(a) \left(\frac{r}{2a} + \frac{a}{2r} \right) + \sum_{k=0}^{m-1} C_k \left(\frac{r}{2} - \frac{b_k^2}{2r} \right) +$$

$$+ A \sum_{k=0}^{m-1} \left(\frac{1}{h_{k+1}^3} - \frac{1}{h_k^3} \right) \left[0,5 r \ln \left(\frac{r}{b_k} \right) - 0,25 r \left(1 + 0,5 \frac{r^2}{a_1^2} + \frac{b_k^2}{a_1^2} \right) + 0,25 \frac{b_k^2}{r} \left(1 - 0,5 \frac{b_k^2}{a_1^2} \right) \right].$$

საინტეგრო მუდმივები $\varphi(a)$ და $\varphi'(a)$, აგრეთვე $C_k (k=1, 2, \dots, m-1)$ განისაზღვრება სასაზღვრო (შიგა და გარე კონტურებზე) და რადიალური მომენტის უწყვეტობის (სისქის ცვლილების წერტილებში) პირობებიდან.

2. ესლა განვიხილოთ ცენტრიდანული $T(r)$ ძალებით გაჭიმული დისკო. იმავე [2] თეორიის შესაბამისად სათანადო ინტეგრალური განტოლება ჩაიწერება შემდეგნაირად:

$$T''(r) = B(r) - \int_a^r \frac{3}{r} T''(t) dt,$$

სადაც

$$B(r) = -\frac{(3+\nu)\gamma\omega^2}{g} \sum_{k=0}^{m-1} (h_{k+1} - h_k) - \frac{3}{r} \sum_{k=0}^{m-1} \zeta_k, \quad h_0=0, \quad \zeta_0=T''(a),$$

ζ_k ($k=1, 2, \dots, m-1$) აღნიშნავს $T''(r)$ -ის ნახტომს b_k წერტილში, $b_0=a$ -დისკოს შიგა რადიუსს, ν — მასალის ხვედრით წონას, g — სიმძიმის ძალის აჩქარებას, ω — ბრუნვის კუთხურ სიჩქარეს.

შესაბამისი რეზოლვენტი იქნება: $\Gamma(r, t, \lambda) = 3 t^3/r^4$.

აქედან გამოდინარე,

$$T(r) = T(a) + \sum_{k=0}^{m-1} \zeta_k (r - b_k) - 0,125 \frac{(3+\nu)\gamma\omega^2}{g} \sum_{k=0}^{m-1} (r - b_k)^2 (h_{k+1} - h_k) - \sum_{k=0}^{m-1} \left[\frac{1}{6r^2} + \frac{r}{3b_k^3} - \frac{1}{2b_k^2} \right] \left[\frac{0,75(3+\nu)\gamma\omega^2}{g} b_k^3 (h_{k+1} - h_k) + 3\zeta_k b_k^3 \right].$$

მუდმივები $T(a)$ და $T'(a)$, აგრეთვე $T''(r)$ ფუნქციის ნახტომები ζ_k განისაზღვრება სასაზღვრო (შიგა და გარე კონტურებზე) და რადიალური ძალის უწყვეტობის (სისქის ცვლილების წერტილებში) პირობებიდან.

3. მიღებული ამონა-სსნები საშუალებას გვაძლევენ ავადოთ ზღვრული დამოკიდებულების გრაფიკი ბრუნვის კუთხურ სიჩქარესა და ღერძულ დატვირთვის შორის, ლუნვაზე გამჭიმავი ძალების გავლენის გათვალისწინების გარეშე. ზღვრულად ნაგულისხმევია მდგომარეობა, როდესაც მაქსიმალურად დაძაბულ ბოჭკოებში წარმოიქმნება პლასტიკური დეფორმაცია.

განხილულია შემთხვევა, როცა გარე კონტური თავისუფალია, შიგა კი სახსრულადაა დაყრდნობილი. შესაბამისად გვაქვს პლასტიკურობის პირობა: $\sigma_\theta = \sigma_s$, სადაც σ_θ აღნიშნავს რგოლურ ნორმალურ ძაბვას, σ_s — მასალის დენადობის ზღვარს გაჭიმვის დროს.

სასაზღვრო და შეუღლებების პირობები შემდეგია [1]:

ა) მბრუნავი დისკოსთვის

$$T(a) = T(a_1) = 0, \quad \left[\frac{dT(r)}{dr} \right]_{b_k} = \frac{T(b_k)(\nu - 1)}{b_k} - \frac{h_k C_k}{h_k - h_{k+1}}.$$

ბ) დისკოს ღუნვისას

$$\varphi'(a) = -\frac{\nu}{a} \varphi(a), \quad \varphi'(a_1) = -\frac{\nu}{a_1} \varphi(a_1),$$

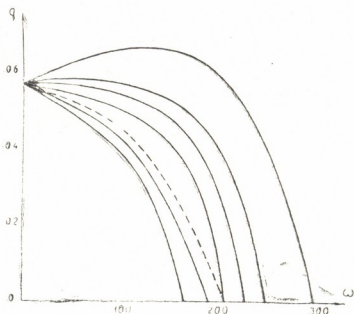
$$C_k = \left(\frac{D_k}{D_{k+1}} - 1 \right) \left[\varphi'(b_k) + \frac{\nu \varphi(b_k)}{b_k} \right],$$

სადაც ნიშნაკი „-“ (b_k -) აღნიშნავს ფუნქციის მნიშვნელობას b_k წერტილში მარცხნიდან, D_k კი — ცილინდრულ სიხისტეს ღუნვის დროს.

გამოთვლები ჩატარებულია დისკოსთვის, რომლის სისქეც ნახტომისებურად იცვლება ორ წერტილში: $b_1 = 50$ სმ, $b_2 = 70$ სმ, $a = 20$ სმ, $a_1 = 100$ სმ, $h_1 = 4$ სმ, $h_2 = 2$ სმ, $h_3 = 1$ სმ, $\sigma_s = 2500$ კგ/სმ², $E = 2,1 \cdot 10^6$ კგ/სმ², $\nu = 0,3$, $g = 981$ სმ/წმ², $\gamma = 0,00785$ კგ/სმ³.

ზღვრული დამოკიდებულება წარმოდგენილია ნახაზზე წყვეტილი მრუდით (იხ. ნახ. 1).

ანალოგიური მრუდები აგებულია ღუნვაზე გამჭიმავი ძალების გავლენის გათვალისწინებით, რისთვისაც რიცხვითი გზით ამოხსნილია შემდეგი განტოლება [1, 3]:



ნახ. 1

$$\frac{d^2 \varphi}{dr^2} + \frac{1}{r} \frac{d\varphi}{dr} - \left[\frac{1}{r^2} + \frac{T(r)}{D} \right] \varphi = \frac{6(1-\nu^2)qa_1^2}{Eh^3r} \left[1 - \left(\frac{r}{a_1} \right)^2 \right].$$

რადიალური მომენტის უწყვეტობის პირობა ამჯერად გვაძლევს [1]:

$$C_k = \left(\frac{D_k}{D_{k+1}} - 1 \right) \left[\varphi'(b_k) + \frac{\nu}{b_k} \varphi(b_k) \right] - \frac{T(b_k) \Delta_k}{D_{k+1}}, \quad (k = 1, 2),$$

სადაც Δ_k აღნიშნავს შუა სიბრტყის ნახტომს.



შედგები, როცა $\Delta \neq 0, \Delta_2 = 0$, წარმოდგენილია ნახაზზე უწყვეტი მრუდებით, რომლებიც შესაბამისად ავებულება Δ_1 -ის შემდეგი მნიშვნელობებისთვის (მარცხნიდან მარჯვნივ): $\Delta_1 = -1,0; -0,5; 0,0; 0,25; 0,5; 1,0$.

4. მბრუნავი დისკოს კონკრეტულ მაგალითზე შეფასებულია სიზუსტე ცვლადი სისქის შეცვლის უზან-უზან მუდმივი სისქით. ვაანგარიშებულია დისკო, რომლის სისქე იცვლება კანონით $h = 10 e^{-0,02(r-20)}$. სისქე თანმიმდევრულად შეცვლილია ორი, სამი, ოთხი, ხუთი და ექვსი საფეხურით. აღმოჩნდა, რომ ძალებისა და გადაადგილების საკმარისი სიზუსტით განსაზღვრისთვის საკმარისი დისკოს სისქე შეიცვალოს არანაკლებ ექვსი საფეხურით.

შეფასება ჩატარებულია ზიდვის უნარის თვალსაზრისითაც. განსაზღვრულია ბრუნვის კუთხური სიჩქარე, რომლის დროსაც დისკო მთლიანად გადადის პლასტიკურ მდგომარეობაში. აღმოჩნდა, რომ სისქის შეცვლა სამი საფეხურით უზრუნველყოფს საკმარის სიზუსტეს.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

ა. რაზმაძის სახელობის

თბილისის მათემატიკის ინსტიტუტი

(შემოვიდა 6.6.1974)

СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА

М. Г. КАЛАБЕГАШВИЛИ

О РАСЧЕТЕ ДИСКА КУСОЧНО-ПОСТОЯННОЙ ТОЛЩИНЫ

Резюме

Согласно общей теории [2], построены аналитические решения для диска кусочно-постоянной толщины, когда диск: 1) изгибается, 2) вращается и 3) подвергается изгибу с растяжением.

Построены предельные кривые зависимости между угловой скоростью вращения и интенсивностью распределенной осевой нагрузки, которые соответствуют появлению пластической деформации в наиболее напряженных волокнах диска.

На конкретном примере дана оценка точности замены переменной толщины диска кусочно-постоянной.

STRUCTURAL MECHANICS

M. G. KALABEGASHVILI

ON THE ANALYSIS OF A DISK OF PIECE-WISE THICKNESS

Summary

According to the general theory [2] analytic solutions are constructed for a disk of piece-wise thickness when it is subjected (1) to bending (2) to extension by centrifugal forces; and (3) to extension and bending.

The limit relation curves between the angular velocity of rotation and intensity of axially distributed load are constructed when the plastic deformation appears in the most stressed fibres of the disk.

An estimation of accuracy when the variable thickness of the disk is replaced by a piece-wise thickness is illustrated by an example.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. М. Ш. Микеладзе. Инженерный сборник, т. XV, 1953.
2. Ш. Е. Микеладзе. Некоторые задачи строительной механики. М.—Л., 1948.
3. А. Д. Коваленко. Теория расчета на прочность колес турбомашин. Киев, 1950.

СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА

Г. К. ГАБРИЧИДЗЕ

ОБ ОДНОМ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-АНАЛИТИЧЕСКОМ СПОСОБЕ
ИССЛЕДОВАНИЯ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВОЧНОГО
СОСТОЯНИЯ ТРЕХМЕРНЫХ УПРУГИХ ТЕЛ

(Представлено академиком К. С. Завриевым 11.4.1974)

Современные конструкции бывают весьма сложными, в особенности пространственные. Для их исследования широко применяются экспериментальные способы, которые в некоторых случаях, когда аналитические методы расчета наталкиваются на трудности, дают возможность получить картину напряженно-деформированного состояния конструкции. Однако измерение напряжений во внутренних точках трехмерных тел, как известно, все еще связано с большими трудностями. В статье ставится вопрос о возможности применения одного экспериментально-аналитического способа, который для определенного класса задач позволяет вычислять внутренние напряжения, используя перемещения, замеренные только на поверхности исследуемого тела.

Пусть требуется определить напряженно-деформированное состояние какого-либо линейно-деформируемого трехмерного тела D , находящегося в равновесии под воздействием известных внешних поверхностных усилий (X_s, Y_s, Z_s) (рис. 1).

Покажем, что достаточно на граничной поверхности S тела D измерить перемещения (U_s, V_s, W_s) , вызванные заданными усилиями (X_s, Y_s, Z_s) , после чего перемещения и напряжения в любой точке как на поверхности, так и внутри тела можно определить аналитически в квадратурах.

Допустим, нас интересует перемещение U_c произвольной точки c внутри тела D (рис. 1).

Назовем заданное равновесное состояние состоянием 1 и создадим другое равновесное состояние тела D следующим образом. Рассмотрим бесконечное упругое пространство и в точке c в том направлении, в котором нас интересует перемещение, приложим единичную силу $P=1$ (рис. 2) и определим вызванные этой силой смещения (U_s, V_s, W_s) и напряжения (X_s, Y_s, Z_s) в бесконечной упругой области на поверхности S . Упругое тело D , как часть бесконечного упругого пространства, будет на-

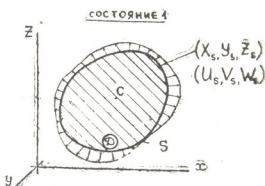


Рис. 1

ходится в равновесии. Назовем это равновесное состояние состоянием 2 (рис. 3).

Следовательно, для тела D мы имеем два равновесных состояния. Применяв к ним теорему о взаимности перемещений, можем написать

$$U_c = \iint [(X_s \bar{U}_s + Y_s \bar{V}_s + Z_s \bar{W}_s) - (\bar{X}_s U_s + \bar{Y}_s V_s + \bar{Z}_s W_s)] dS. \quad (a)$$

В этом выражении все величины, входящие под знак интеграла, известны: (X_s, Y_s, Z_s) заданы, (U_s, V_s, W_s) измерены, $(\bar{X}_s, \bar{Y}_s, \bar{Z}_s)$ и $(\bar{U}_s, \bar{V}_s, \bar{W}_s)$ вычислены по известным формулам для бесконечного пространства находящегося под воздействием сосредоточенной силы [1]. Таким образом, перемещение U_c , вызванное внешними усилиями (X_s, Y_s, Z_s) , определено в квадратурах.

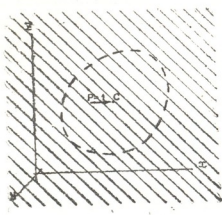


Рис. 2

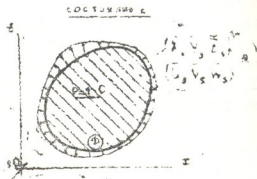


Рис. 3

Ясно, что, умея определять перемещения, можно вычислять и деформации, и напряжения. Так, например, выражение для определения деформации в точке c будет иметь вид

$$\varepsilon_c = \iint \left[\left(X_s \frac{\partial \bar{U}_s}{\partial x} + Y_s \frac{\partial \bar{V}_s}{\partial x} + Z_s \frac{\partial \bar{W}_s}{\partial x} \right) - \left(U_s \frac{\partial \bar{X}_s}{\partial x} + V_s \frac{\partial \bar{Y}_s}{\partial x} + W_s \frac{\partial \bar{Z}_s}{\partial x} \right) \right] dS. \quad (б)$$

Выражения (а) и (в) представляют собой общие решения уравнений теории упругости и они известны [1].

Резюмируя вышесказанное, сформулируем экспериментально-аналитический способ исследования линейно-деформируемых тел: для определения напряженно-деформированного состояния тела под воздействием известных внешних усилий (X_s, Y_s, Z_s) следует:

- 1) измерить в точках поверхности S перемещения (U_s, V_s, W_s) ,
- 2) вычислить интересующие нас величины с помощью выражений (а) и (в) в любой точке тела D .

При практической реализации способа предполагается, что интегралы в выражениях (а) и (в) будут заменены конечными суммами. Таким образом, для вычисления интересующих нас величин внутри те-

ლა დასაჭიროებს გაზომვას გადაადგილებების სამი მიმართულებით ზედაპირზე. ამის დასაწყისად უნდა იქნას დადგინებული სტრუქტურის სიმეტრია და სიმართლე. ამის დასაწყისად უნდა იქნას დადგინებული სტრუქტურის სიმეტრია და სიმართლე.

Академия наук Грузинской ССР
Институт строительной механики
и сейсмостойкости

(Поступило 18.4.1974)

საშენობის მექანიკა

ბ. გაბრიჩიძე

სამბანჯონიანი დრეკის ტენიონის დასაჭიროებს გადაადგილებების სამი მიმართულებით ზედაპირზე. ამის დასაწყისად უნდა იქნას დადგინებული სტრუქტურის სიმეტრია და სიმართლე.

რეზიუმე

სტრუქტურაში დასაჭიროებს გადაადგილებების სამი მიმართულებით ზედაპირზე. ამის დასაწყისად უნდა იქნას დადგინებული სტრუქტურის სიმეტრია და სიმართლე.

STRUCTURAL MECHANICS

G. K. GABRICHIDZE

ON ONE EXPERIMENTAL-ANALYTICAL TECHNIQUE OF THE
STRESS-STRAIN INVESTIGATION OF THREE-DIMENSIONAL
ELASTIC BODIES

Summary

The question is raised of the possible use of an experimental-analytical technique which allows to compute the quadrature stresses in the internal points of the body under investigation with the aid of displacements measured on a three-dimensional body surface.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. Ляв. Математическая теория упругости. М.—Л., 1935.



РАЗРАБОТКА МЕСТОРОЖДЕНИИ И ОБОГАЩЕНИЕ

А. А. ДЗИДЗИГУРИ (академик АН ГССР), А. Д. СЕПИАШВИЛИ,
Т. Ш. ЯМАНИДZE

О ГАШЕНИИ КРУТИЛЬНЫХ КОЛЕБАНИЙ СТАНКА
ВРАЩАТЕЛЬНО-УДАРНОГО БУРЕНИЯ

При работе станков вращательно-ударного бурения возникают продольные и крутильные колебания инструмента, которые распространяются по штангам и воздействуют на вращатель и корпус машины. Вопросу гашения продольных вибраций, действующих на корпус станка, посвящена работа [1]. В работе [2] на примерах валопровода горных машин исследован вопрос гашения крутильных колебаний полубесконечного стержня с помощью виброгасителей, расположенных непосредственно у источника вибраций, т. е. над режущим инструментом. Однако в станках вращательно-ударного бурения из-за малого диаметра разбуриваемой скважины установка виброгасителей над коронкой по конструктивным причинам затруднена.

Цель работы — анализ крутильных волн, действующих на вращатель бурильной машины, и подбор параметров виброгасителей, устанавливаемых между штангами и вращателем.

Уравнение распространения крутильных волн в штангах в операционной форме имеет вид

$$-\frac{d}{dx} M(x, p) = (pJ_0 + R_0) \cdot n(x, p), \tag{1}$$

$$-\frac{d}{dx} n(x, p) = \frac{p}{J_0 a_k^2} M(x, p), \tag{2}$$

где $M(x, p)$ и $n(x, p)$ — изображения Лапласа динамических составляющих момента и угловой скорости соответственно; J_0 — погонный момент инерции относительно оси штанг; a_k — скорость распространения крутильных волн в штангах; R_0 — погонное сопротивление.

Исследуем систему для граничных условий

$$x = 0 - M(0, p) = M_c(p), \tag{3}$$

$$x = l - M(l, p) = \left(pJ_{вр} + R_r + \frac{K_r}{p} \right) \cdot n(l, p), \tag{4}$$

где $M_c(p)$ — изображение Лапласа динамической составляющей момента сопротивления; $J_{вр}$ — момент инерции подвижных частей гасителя; R_r — коэффициент сопротивления гасителя; K_r — жесткость гасителя на кручение; l — общая длина штанг.

Решение системы (1)–(4) имеет вид

$$M(x, p) = \frac{Z \operatorname{sh} \gamma (l-x) + \left(pJ_{\text{вп}} + R_r + \frac{K_r}{p} \right) \operatorname{ch} \gamma (l-x)}{Z \operatorname{sh} \gamma l + \left(pJ_{\text{вп}} + R_r + \frac{K_r}{p} \right) \operatorname{ch} \gamma l} \cdot M_c(p), \quad (5)$$

$$n(x, p) = \frac{1}{Z} \cdot \frac{\left(pJ_{\text{вп}} + R_r + \frac{K_r}{p} \right) \operatorname{sh} \gamma (l-x) + Z \operatorname{ch} \gamma (l-x)}{Z \operatorname{sh} \gamma l + \left(pJ_{\text{вп}} + R_r + \frac{K_r}{p} \right) \operatorname{ch} \gamma l} \cdot M_c(p), \quad (6)$$

где $Z = J_0 a_k \sqrt{1 + \frac{R_0}{J_0 p}}$ — волновое сопротивление штанг;

$\gamma = \sqrt{(pJ_0 + R_0) \frac{p}{J_0 a_k^2}}$ — коэффициент распространения.

Примем в качестве исследуемой координаты $n(l, p)$. Потери в виброгасителе по величине значительно превосходят суммарные погонные потери в инструменте, поэтому последними можно пренебречь. Полагая $R_0 = 0$ и производя подстановку $p = i\omega$, после некоторых преобразований получаем

$$\frac{n(l, i\omega)}{M_c(i\omega)} = \frac{1}{Z} \cdot \frac{\frac{i\omega}{\cos \frac{l}{a_k} \omega}}{\left[(K_r - \omega^2 J_{\text{вп}}) - \omega \operatorname{tg} \frac{l}{a_k} \omega \right] + i\omega R_r}. \quad (7)$$

Исследуем зависимость модуля (7)

$$\left| \frac{n(l, i\omega)}{M_c(i\omega)} \right| = \frac{1}{Z} \cdot \frac{\frac{\omega}{\cos \frac{l}{a_k} \omega}}{\sqrt{\left[(K_r - \omega^2 J_{\text{вп}}) - \omega \operatorname{tg} \frac{l}{a_k} \omega \right]^2 + \omega^2 R_r^2}} \quad (8)$$

от сопротивления гасителя. Как видно из выражения (8), амплитуда вынужденных колебаний угловой скорости вращения на любой частоте в функции R_r приближается к кривой гиперболического типа. Это подтверждает наши физические представления о колебательных процессах и позволяет сделать вывод о необходимости применения для виброзащиты гасителей с наибольшей демпфирующей способностью.

Как показывает анализ (8), жесткость гасителя K_r влияет в основном на первую резонансную частоту системы

$$\omega_{p1} \approx \sqrt{\frac{K_r}{J_{\text{вп}}}}. \quad (9)$$



Значения жесткости гасителя, при которых осуществляется демпфирование вращателя станка, не уведат первую резонансную частоту выше единиц герц. Вторая резонансная частота в основном зависит от длины штанг

$$\omega_{p_2} \simeq \frac{\pi}{2} \frac{a_h}{l} \tag{10}$$

и лежит в интервале сотен герц. Учитывая, что спектр возмущений лежит в основном интервале десятков герц, жесткость гасителя следует подбирать из условия отстройки в дорезонансную область. При этом следует учитывать необходимость работы гасителя в условиях суммарной статической и динамической нагрузок.

На основании полученных результатов в качестве упруго-демпфирующих элементов для гашения крутильных колебаний станков вращательно-ударного бурения наиболее целесообразным представляется применение металлической резины [3].

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

(Поступило 14.6.1974)

საბადოთა დამუშავება და ბამფირება

ბ. ძიძიგური (საქართველოს სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი),
ბ. სეფიაშვილი, თ. იამანიძე

**ბრუნვა-დარტყმითი საბურღი დაზგის ბრუნითი
რხევების ძრობის შემსახებ**

რეზიუმე

საბურღ მანქანაზე მოქმედი გრებიით ტალღების ანალიზის საფუძველზე შეჩინულია ბრუნვა-დარტყმითი საბურღი დაზგის ვიბროტრობის პარამეტრები. დადგენილია, რომ საბურღი მანქანის ვიბროდაცვის მიზნით საჭიროა ისეთი ვიბროტრობის გამოყენება, რომელსაც გაჩნია მაქსიმალური დემფირების საშუალება. ამ მოთხოვნას ყველაზე უკეთ აკმაყოფილებს ლითონური რეზინის ელემენტები.

EXPLOITATION OF DEPOSITS AND CONCENTRATION

A. A. DZIDZIGURI, A. D. SEPIASHVILI, T. Sh. IAMANIDZE
**ON TORSIONAL OSCILLATION DAMPING OF A ROTARY-
PERCUSSION DRILLING RIG**

Summary

Proceeding from an analysis of torsional waves affecting the rig framework, the vibrodamper parameters have been selected. It is concluded that use of maximum damping capacity vibrodampers is necessary in order to ensure the rig framework vibration protection. Elements of "metal rubber" have been used for the purpose.



ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. Д. Сепиашвили, Т. Ш. Яманидзе. Сообщения АН ГССР, 71, № 3, 1973.
2. Г. Г. Касрадзе, А. Д. Сепиашвили, Б. Р. Бандзеладзе, Р. А. Саидухадзе, Т. Ш. Яманидзе. Горная механика и рудничная аэрология. Тбилиси, 1972.
3. А. А. Дзидзигури, А. Д. Сепиашвили, Г. М. Диланов, Т. Ш. Яманидзе. Горнорудная промышленность, Грузинский НИИ научис-технической информации и технико-экономических исследований, № 2, 1973.

РАЗРАБОТКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ И ОБОГАЩЕНИЕ

К. З. ШУБИТИДZE, Г. Д. БУЦХРИКИДZE, Г. Д. ТИТВИНИДZE

АВТОМАТИЧЕСКОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ШАХТНЫХ
 ВОДООТЛИВНЫХ УСТАНОВОК С ПОМОЩЬЮ
 ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ МУФТЫ

(Представлено академиком А. А. Дзидзигури 11.5.1974)

Анализ организации и автоматизации водоотлива на шахтах и рудниках показывает, что с целью уменьшения емкости водосборников, снижения трудоемкости по их очистке следует перейти на водосборники колодезного типа [1, 2] с постоянным регулированием производительности центробежных насосов по притоку шахтной воды.

Расчеты и эксперименты показали [3, 4], что для регулирования центробежных насосов простым и надежным средством является электромагнитная муфта индукторного типа. Из характеристик $H-Q$, $\eta-Q$, $N-Q$, снятых при разных скоростях вращения рабочего колеса [4], видно, что регулируемый привод позволяет в широких пределах изменять производительность насоса и уменьшать потребляемую насосом мощность.

Применение этих муфт в условиях шахтного водоотлива обеспечивает непрерывную откачку воды, плавность и глубину регулирования [5], смягчение возмущений в системе как со стороны привода, так и со стороны насоса.

С целью исследования динамики процесса автоматического регулирования водоотливных установок с помощью индукторной муфты по блок-схеме, показанной на рис. 1, составлены дифференциальные уравнения и передаточные функции всех звеньев, входящих в следующую систему:

Блок-схема



Рис. 1

I звено — электромагнитная муфта:

$$K_1 U_{oy} = M + T_1 \frac{dM}{dt}, \quad (1)$$

$$W_1(P) = \frac{K_1}{T_1 P + 1}, \quad (2)$$



где U_{0y} —напряжение обмотки управления, M —момент электромагнитной муфты, T_1 —постоянная времени, K_1 —коэффициент передачи;

II звено — насос:

после линеаризации

$$K_2(M + M_{ст.}) = Q + T_2 \frac{dQ}{dt}, \quad (3)$$

$$W_2(P) = \frac{K_2}{T_2 P + 1}, \quad (4)$$

где $M_{ст.}$ —постоянная составляющая момента, Q —производительность насоса, K_2 —коэффициент передачи, T_2 —постоянная времени;

III звено — приемный бак:

$$h = K_3 \int (Q_{пр} - Q) dt, \quad (5)$$

$$W_3(P) = \frac{K_3}{P}, \quad (6)$$

где $Q_{пр}$ —приток воды в приемный бак, h —уровень воды в приемный бак, K_3 —коэффициент передачи;

IV звено — датчик:

$$U_g = K_4 h, \quad (7)$$

$$W_4(P) = K_4, \quad (8)$$

где U_g —напряжение датчика, K_4 —коэффициент передачи;

V звено — магнитный усилитель:

$$K_5 U_2 = U_3 + T_5 \frac{dU_3}{dt}, \quad (9)$$

$$W_5(P) = \frac{K_5}{T_5 P + 1}, \quad (10)$$

где U_2 —напряжение на входе магнитного усилителя, U_3 —напряжение на выходе магнитного усилителя, K_5 —коэффициент передачи, T_5 —постоянная времени.

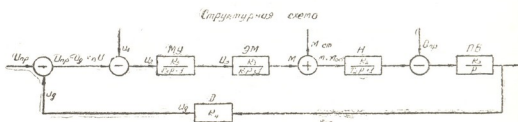


Рис. 2

На основе вышеизложенного получена структурная схема системы, изображенная на рис. 2, где U_1 —напряжение на обмотке управления магнитного усилителя, $U_{пр}$ —программное напряжение, соответствующее программному уровню воды.

Общая передаточная функция системы с учетом всех входящих в нее сигналов

$$W(P)_{U_{np}} = \frac{K_1 K_2 K_3 K_5}{P(T_5 P + 1) \cdot (T_1 P + 1) \cdot (T_2 P + 1) + K_4 K_5 K_1 K_2 K_3 - K_1 K_2 K_3 K_5};$$

$$W(P)_{U_1} = \frac{-K_1 K_2 K_3 K_5}{P(T_5 P + 1) \cdot (T_1 P + 1) \cdot (T_2 P + 1) + K_1 K_2 K_3 K_4 K_5 - K_2 K_3 (T_5 P + 1) \cdot (T_1 P + 1)};$$

$$W(P)_{M_{ст.}} = \frac{-K_2 K_3 (T_5 P + 1) \cdot (T_1 P + 1)}{P(T_2 P + 1) \cdot (T_5 P + 1) \cdot (T_1 P + 1) + K_1 K_2 K_3 K_4 K_5};$$

$$W(P)_{Q_{np}} = \frac{K_3 (T_5 P + 1) \cdot (T_1 P + 1) \cdot (T_2 P + 1)}{P(T_5 P + 1) \cdot (T_1 P + 1) \cdot (T_2 P + 1) + K_1 K_2 K_3 K_4 K_5};$$

Из этих четырех уравнений методом суперпозиции можно написать

$$h_{(0)} = \frac{K_1 K_2 K_3 K_5 \bar{U}_{np} + K_1 K_2 K_5 K_3 \bar{U}_1 - K_2 K_3 (T_5 P + 1) \cdot (T_1 P + 1) \bar{M}_{ст.} + K_3 (T_5 P + 1) \cdot (T_1 P + 1) \cdot (T_2 P + 1) \bar{Q}_{np}}{P(T_5 P + 1) \cdot (T_1 P + 1) \cdot (T_2 P + 1) + K_1 K_2 K_3 K_4 K_5} \cdot$$

После экспериментального определения параметров $K_1 K_2 K_3 K_4 K_5 T_1 T_2 T_3 T_4 T_5$ анализ уравнений даст возможность исследовать систему на устойчивость, оценить качество регулирования, улучшить ее статические и динамические характеристики.

Академия наук Грузинской ССР
Институт горной механики

(Поступило 23.5.1974)

საბაღოთა დაწმუშავება და გადამღერება

ქ. შუბიტიძე, ზ. ბუტსხრიკიძე, გ. ტიტვინიძე

საშახტო წყალსატყევი დანადგარების ავტომატური რეგულირება ელემტრომაგნიტური ქსეროს მეშვეობით

რეზიუმე

მოყვანილია აღნიშნული სისტემის ბლოკ-სქემა, მოცემულია მასში შემავალი რგოლების დიფერენციალური განტოლებები და გადამცემი ფუნქციები. მათ საფუძველზე შედგენილია სისტემის სტრუქტურული სქემა და განსაზღვრულია გადამცემი ფუნქცია.

EXPLOITATION OF DEPOSITS AND CONCENTRATION

K. Z. SHUBITIDZE, H. D. BUTSKHRIKIDZE, G. D. TITVINIDZE
WATER-REMOVAL PLANT AUTOMATIC CONTROL BY MEANS
OF ELECTROMAGNETIC COUPLING

Summary

The paper presents a block diagram of the system and the differential equations and transfer functions of its links. Proceeding from the above a structural diagram and the general transfer function have been determined.

Общая передаточная функция системы с учетом всех входящих в нее сигналов

$$W(P)_{U_{np}} = \frac{K_1 K_2 K_3 K_5}{P(T_5 P + 1) \cdot (T_1 P + 1) \cdot (T_2 P + 1) + K_4 K_5 K_1 K_2 K_3} ;$$

$$W(P)_{U_1} = \frac{-K_1 K_2 K_3 K_5}{P(T_5 P + 1) \cdot (T_1 P + 1) \cdot (T_2 P + 1) + K_1 K_2 K_3 K_4 K_5} ;$$

$$W(P)_{M_{ст.}} = \frac{-K_2 K_3 (T_5 P + 1) \cdot (T_1 P + 1)}{P(T_2 P + 1) \cdot (T_5 P + 1) \cdot (T_1 P + 1) + K_1 K_2 K_3 K_4 K_5} ;$$

$$W(P)_{Q_{np}} = \frac{K_3 (T_5 P + 1) \cdot (T_1 P + 1) \cdot (T_2 P + 1)}{P(T_5 P + 1) \cdot (T_1 P + 1) \cdot (T_2 P + 1) + K_1 K_2 K_3 K_4 K_5} ;$$

Из этих четырех уравнений методом суперпозиции можно написать

$$h_{(0)} = \frac{K_1 K_2 K_3 K_5 \bar{U}_{np} + K_1 K_2 K_5 K_3 \bar{U}_1 - K_2 K_3 (T_5 P + 1) \cdot (T_1 P + 1) \bar{M}_{ст.} + K_3 (T_5 P + 1) \cdot (T_1 P + 1) \cdot (T_2 P + 1) \bar{Q}_{np}}{P(T_5 P + 1) \cdot (T_1 P + 1) \cdot (T_2 P + 1) + K_1 K_2 K_3 K_4 K_5} .$$

После экспериментального определения параметров $K_1 K_2 K_3 K_4 K_5 T_1 T_2 T_3 T_4 T_5$ анализ уравнений даст возможность исследовать систему на устойчивость, оценить качество регулирования, улучшить ее статические и динамические характеристики.

Академия наук Грузинской ССР
Институт горной механики

(Поступило 23.5.1974)

საბაღრთთა დამუშავება და გადამღობა

ქ. შუბითიძე, ზ. ბუცხრიკიძე, გ. ტიტვინიძე

საშახტო წყალსაქცევი დანადგარების ავტომატური რეგულირება
ელემენტარმაგნიტური ძურღს ვეშვებობით

რეზიუმე

მოყვანილია აღნიშნული სისტემის ბლოკ-სქემა, მოცემულია მასში შემავალი რგოლების დიფერენციალური განტოლებები და გადამცემი ფუნქციები. მათ საფუძველზე შედგენილია სისტემის სტრუქტურული სქემა და განსაზღვრულია გადამცემი ფუნქცია.

EXPLOITATION OF DEPOSITS AND CONCENTRATION

K. Z. SHUBITIDZE, H. D. BUTSKHRIKIDZE, G. D. TITVINIDZE
WATER-REMOVAL PLANT AUTOMATIC CCNTRCL BY MEANS
OF ELECTROMAGNETIC COUPLING

Summary

The paper presents a block diagram of the system and the differential equations and transfer functions of its links. Preceding from the above a structural diagram and the general transfer function have been determined.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. Г. Алексеевский. Труды Горно-геологического института Уральского филиала АН СССР, вып. 54. Свердловск, 1960.
2. В. Г. Гейер. Горный журнал, № 2, 1962.
3. Б. С. Лезнов. Водоснабжение и санитарная техника, № 1, 1962.
4. Б. С. Лезнов. Водоснабжение и санитарная техника, № 5, 1965.
5. Отделение ВНИИЭМ по научно-технической информации в электротехнике (ИНФОРМЭЛЕКТРО). Электропривод переменного тока с индукторной муфтой скольжения.



РАЗРАБОТКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ И ОБОГАЩЕНИЕ

А. А. ДЗИДЗИГУРИ (академик АН ГССР), Ю. Д. ЦИНЦАДЗЕ,
Г. В. ЧОЛИКИДZE

К ИССЛЕДОВАНИЮ ПЕРЕХОДНЫХ ГАЗОДИНАМИЧЕСКИХ
ПРОЦЕССОВ НА ВЫЕМОЧНЫХ УЧАСТКАХ ШАХТ

Изменение режимов проветривания добычных участков шахт, обусловленное нарушением соотношения аэродинамических сопротивлений горных выработок и перераспределением подаваемого в шахту воздуха, часто сопровождается осложнениями газовой обстановки. Особенно значительные осложнения имеются в условиях управления кровлей обрушением. Исследованию газовых режимов очистных забоев с выработанным пространством посвящены много работ ([1—3] и др.). В этих работах явление «всплеска» концентрации метана на исходящей струе участка при скачкообразном изменении расхода воздуха объясняется скоплением метана в неомываемой части выработанного пространства, вынос которого активизируется при увеличении расхода воздуха.

Однако до настоящего времени не дано аналитическое описание процесса с физической трактовкой параметров, определяющих динамическую составляющую концентрации метана и оптимальные режимы проветривания. В связи с этим изучение переходных газодинамических процессов добычных участков с целью определения и последующей оптимизации концентрации метана является актуальной задачей безопасного ведения горных работ.

Нами сделана попытка математического описания процесса изменения концентрации метана на исходящей струе участка за счет газовыделения из выработанного пространства, предопределяющего в основном газодинамику добычного участка.

При постоянном расходе воздуха количество метана, выделяемое из выработанного пространства за время Δt , будет

$$\bar{q}_{\text{вн}} = Q C \Delta t,$$

где Q , C —расход свежего воздуха и концентрация метана на исходящей струе соответственно.

Исходя из механизма перемещения воздушного потока в выработанном пространстве, движущийся объем загазованного воздуха представим как функцию от расхода воздуха $Q(t)$:

$$V_{\text{вн}} = K V_{\text{л}} \sqrt{R_{\text{л}}} Q(t) / Q R_{\text{вн}},$$

где $V_{\text{л}}$ —объем лавы; Q , $Q(t)$ —начальный и изменяющийся расход воздуха; $R_{\text{л}}$, $R_{\text{вн}}$ —аэродинамические сопротивления лавы и выработанного про-

пространства соответственно; K — коэффициент пропорциональности, учитывающий заполнение выработанного пространства обрушенной массой.

При увеличении расхода воздуха на ΔQ за время Δt из выработанного пространства выносятся газ в количестве

$$\tilde{q} = KV_n \sqrt{R_n} Q(t) C_{\text{нп}} \Delta t / QR_{\text{нп}},$$

где $C_{\text{нп}}$ — концентрация метана в выработанном пространстве.

За короткий промежуток времени выделение метана из выработанного пространства в зависимости от расхода воздуха считаем постоянным. Тогда увеличение количества воздуха на ΔQ вызывает приращение количества метана на исходящей струе на величину $V\Delta C$ (где $V = V_n + V_{\text{нп}}$).

Составим уравнение баланса для количества метана

$$KV_n \frac{\sqrt{R_n} Q(t) C_{\text{нп}}}{R_{\text{нп}} Q} \Delta t - Q(t) C(t) \Delta t = V\Delta C. \quad (1)$$

Разделив уравнение (1) на Δt и переходя к пределу $\Delta t \rightarrow 0$, получаем уравнение исследуемого процесса:

$$\frac{dC(t)}{dt} + \frac{1}{V} Q(t) C(t) = BQ(t), \quad (2)$$

где

$$B = K \frac{V_n \sqrt{R_n} C_{\text{нп}}}{VR_{\text{нп}} Q}.$$

При постоянном расходе воздуха $Q(t) = \text{const}$ решение уравнения (2) при начальных условиях $C(t)|_{t=0} = C_0$ имеет вид

$$C(t) = BV + (C_0 - BV) \exp[-Qt/V] \quad (3)$$

и представляет собой монотонно снижающуюся экспоненту, минимум которой равен

$$BV = KV_n \sqrt{R_n} C_{\text{нп}} / R_{\text{нп}} Q.$$

С целью исследования реакций системы на скачкообразное изменение расхода воздуха ограничимся экспоненциальными воздействиями при условии $\tau \rightarrow 0$.

Для положительного скачка расхода воздуха воспользуемся законом изменения $Q(t) = Q_k - A_0 \exp\left[-\frac{t}{\tau}\right]$, где Q_k — конечная величина расхода, а A_0 — величина скачка. Подставив значение $Q(t)$ в уравнение (2) и решая относительно $C(t)$, при начальных условиях $C(t)|_{t=0} = C_0$, имеем

$$C(t) = BV + (C_0 - BV) \exp\left\{-\frac{Q_k}{V} t + \frac{A_0}{\tau V} \left(1 - \exp\left[-\frac{t}{\tau}\right]\right)\right\}. \quad (4)$$

Аналогично для отрицательного регулирования

$$Q(t) = Q_k + A_0 \exp\left[-\frac{t}{\tau}\right]$$

$$C(t) = BV + (C_0 - BV) \exp \left\{ -\frac{Q_h}{V} t - \frac{A_0}{\tau V} \left(1 - \exp \left[-\frac{t}{\tau} \right] \right) \right\}. \quad (5)$$

Анализом решения (4) установлено, что показатель степени экспоненты имеет пикообразную характеристику (рис. 1, кривая 3), а концентрация $C(t)$ при ее нулевом значении равна C_0 . Графически вид изменения $C(t)$ показан на рис. 2 (кривая 1). Как видно из построенных графиков, с увеличением скачка расхода (A_0) относительно Q_h амплитуда «всплеска» метана резко увеличивается и наоборот, чем больше Q_h относительно A_0 , тем незначительнее «всплеск» метана. Другими словами, с увеличением кратности расхода воздуха «всплеск»

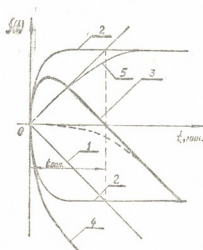


Рис. 1. Зависимости изменения отдельных составляющих (кривые 1 и 2) и суммарных (кривые 3, 4) показателя степени экспонент решений (5) и (6); кривая 5 характеризует оптимальный режим проветривания

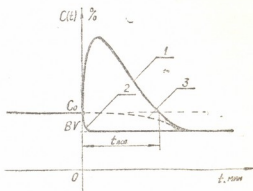


Рис. 2. Зависимости изменения динамической составляющей концентрации метана

метана увеличивается. При этом время стабилизации процесса и соответственно продолжительность «всплеска» метана обратно пропорциональны расходу (Q_h) и прямо пропорциональны объему (V). В свою очередь, с увеличением объема (V) снижается амплитуда «всплеска».

При отрицательном скачке расхода воздуха показатель степени экспоненты решения (5) уменьшается в сторону отрицательных величин (рис. 1, кривая 4), а соответствующая решению (5) кривая изменения $C(t)$ снижается резко от C_0 до его установившегося значения BV (рис. 2, кривая 2).

Таким образом, аналитическая модель газодинамических процессов на выемочных участках дает хорошую сходимость с результатами экспериментальных исследований [3]. Кроме того, по характеру изменения показателя степени решений (4) можно судить об оптимальных управляемых режимах проветривания. В частности, как видно из построенных кривых, с целью предотвращения «всплесков» концентрации метана, показатель степени экспоненты не должен быть больше нуля.

Это возможно в том случае, если $Q_k t \geq A_0 \left(1 - \exp \left[-\frac{t}{\tau} \right] \right)$. Однако оптимизации управляемого проветривания следует исходить из равенства обеих частей последнего выражения, откуда после несложного расчета находится постоянная времени $\tau = A_0 V / Q_k$ оптимального управляемого воздействия $Q(t)_{\text{опт.}} = Q_k - A_0 \exp \left[-\frac{t}{\tau} \right]$. Характер изменения $Q(t)_{\text{опт.}}$ показан на рис. 1 (кривая 5), а соответствующая кривая концентрации $C(t)$ — на рис. 2 (кривая 3).

Кроме того, предложенная математическая модель системы позволяет исследовать газодинамику выработанного пространства и при любом другом законе изменения режима проветривания. А решение характеризующего процесс уравнения можно осуществить как аналитически, так и с помощью аналоговых вычислительных машин.

Академия наук Грузинской ССР

Институт горной механики

им. Г. А. Цулукидзе

(Поступило 6.6.1974)

საბავროთა დამუშავება და გამწვანება

ბ. ძიძიგური (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი),
 ი. ცინცაძე, გ. პოლიკიძე

ბარდამავალი ბაზოლინამიკური პროცესების კვლევა
 უახტების გამოსალბ უზენაშე

რეზიუმე

მოცემულია გამოსალბი უზენების გამომუშავებული სივრციდან გაზის გამოყოფის პროცესის ანალიტიკური კვლევის შედეგები. მიღებულია უზნის ამომავალ ჰავლზე მეთანის კონცენტრაციის ცვლილების დიფერენციალური განტოლება და შესრულებულია შესაბამისი ანალიზი. მიღებული შედეგები კარგად ემთხვევა ექსპერიმენტულ მონაცემებს. დადგენილია განიავების რეჟიმის ცვლილების ოპტიმალური კანონი (ხაზოვანი) და მისი ძირითადი პარამეტრები.

EXPLOITATION OF DEPOSITS AND CONCENTRATION

A. A. DZIDZIGURI, Yu. D. TSINTSADZE, G. V. CHOLIKIDZE

ON THE INVESTIGATION OF TRANSIENT GAS-DYNAMIC
 PROCESSES AT MINE EXTRACTION SECTIONS

Summary

The paper presents the results of analytical investigations of the gas division process at the mine extraction sections. The differential equation of the methane concentration change has been received at the outflowing jet and the corresponding analysis has been carried out. The results obtained comply well with the experimental data. The optimum (linear) law of the ventilation regime change of the extraction sections and its main parameters have been established.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Л. П. Фельдман, Ф. А. Абрамов и др. Изв. вузов, Горный журнал, № 3, 1967.
2. В. А. Бсйко, А. А. Петречук. Изв. вузов, Горный журнал, № 10, 1972.
3. А. А. Дзидзигური, Ю. Д. Цинцадзе. Газообильность шахт Ткибули-Шаорского каменноугольного месторождения. Тбилиси, 1965.

Л. К. ВОРОТЫНЦЕВ, М. В. ХВИНГИЯ

О ВЗАИМОДЕЙСТВИИ ВЫНУЖДЕННЫХ И
 АВТОПАРАМЕТРИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ В СИСТЕМЕ
 С РЕЗОНАНСНЫМ ВОЗБУЖДЕНИЕМ

(Представлено академиком Р. Р. Двали 16.5.1974)

Рассматриваются колебания системы (рис. 1), настроенной на внутренний и внешний резонансы $\Omega_2/\Omega_1 = 2$, $\Omega_2 \approx 2\nu$, где $\Omega_{1,2}$ — собственные частоты, 2ν — частота внешнего воздействия. Показано, что в некотором диапазоне частот, захватывающем точку $\Omega_2 = 2\nu$, имеет место неустойчивость стационарных вынужденных колебаний, соответствующих второй собственной форме. Результатом неустойчивости

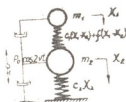


Рис. 1

является рождение субгармоники, поглощающей энергию вынужденных колебаний таким образом, что их амплитуда становится не зависящей от амплитуды внешней силы и может быть уменьшена до сколь угодно малой величины при малом затухании в системе. Явление имеет место благодаря квадратичной нелинейности [1, 2] характеристики восстанавливающей силы и представляет интерес для теории и практики вибромашиностроения, а также может быть использовано для гашения резонансных вынужденных колебаний [3].

Движение системы для безразмерных $x_{1,2}$ описывается уравнениями

$$\begin{aligned} \ddot{x}_1 + \varepsilon\eta_1(\dot{x}_1 - \dot{x}_2) + \omega_1^2(x_1 - x_2) + \varepsilon(x_1 - x_2)^2 + \varepsilon_1(x_1 - x_2)^3 &= 0, \\ R\ddot{x}_2 - \varepsilon\eta_1(\dot{x}_1 - \dot{x}_2) + \varepsilon\eta_2\dot{x}_2 + R\omega_0^2x_2 - \omega_1^2(x_1 - x_2) - \varepsilon(x_1 - x_2)^2 - \\ - \varepsilon_1(x_1 - x_2)^3 &= R\omega_0^2\cos 2\nu t, \end{aligned} \quad (1)$$

где

$$\begin{aligned} x_i = X_i/X_0, \quad X_0 = P_0/c_2, \quad R = m_2/m_1, \quad \varepsilon\eta_1 = k_1/m_1, \\ i = 1, 2 \quad \varepsilon\eta_2 = k_2/m_1, \quad \varepsilon = c_1E_1X_0/m_1, \quad \varepsilon_1 = c_1E_2X_0^2/m_1, \\ E_{1,2} - \text{малые положительные параметры (константы пружины),} \\ \omega_1^2 = c_1/m_1, \quad \omega_2^2 = (c_1 + c_2)/m_2, \quad \omega_0^2 = c_2/m_2. \end{aligned}$$



Переходя к нормальным координатам $z_{1,2}$, вводимым соотношениями $x_1 = z_1 + z_2$, $x_2 = \mu_1 z_1 + \mu_2 z_2$, и учитывая в (1) лишь квадратичную нелинейность, определяющую величину комбинационного воздействия [4], подерживающего субгармонику, получаем уравнения

$$\begin{aligned} \ddot{z}_1 + \nu^2 z_1 &= \varepsilon [\varepsilon^{-1} (\nu^2 - \Omega_1^2) z_1 - \delta_1 \dot{z}_1 - B_1 z_1^2 - 2 C_1 z_1 z_2 - D_1 z_2^2 - F \cos 2\nu t], \\ \ddot{z}_2 + 4 \nu^2 z_2 &= \varepsilon [\varepsilon^{-1} (4 \nu^2 - \Omega_2^2) z_2 - \delta_2 \dot{z}_2 - B_2 z_2^2 - 2 C_2 z_1 z_2 - D_2 z_1^2 + \\ &+ F \cos 2\nu t], \end{aligned} \quad (2)$$

где

$$\begin{aligned} \Omega_{1,2} &= 1/2 (\omega_1^2 + \omega_2^2) \mp [1/4 (\omega_1^2 + \omega_2^2)^2 - \omega_1^2 \omega_0^2]^{1/2}, \\ \mu_{1,2} &= (1/2 \omega_1^2) + \{\omega_1^2 + \omega_2^2 \pm [(\omega_1^2 + \omega_2^2)^2 - 4 \omega_1^2 (\omega_1^2 - \omega_0^2)]^{1/2}\}^{-1/2}, \\ \delta_1 &= \frac{\mu_2}{\mu_2 - \mu_1} [(1 - \mu_1)^2 \eta_1 - \mu_1^2 \eta_2], & C_1 &= \frac{(1 - \mu_1)^2 (1 - \mu_2) \mu_2 \omega_1^2}{\mu_2 - \mu_1}, \\ \delta_2 &= \frac{\mu_1}{\mu_1 - \mu_2} [(1 - \mu_2)^2 \eta_1 - \mu_2^2 \eta_2], & B_2 &= \frac{(1 - \mu_2) (1 - \mu_1)^2 \mu_1 \omega_1^2}{\mu_1 - \mu_2}, \end{aligned}$$

B_1, C_2, D_1, D_2 имеют вид, подобный $B_2, C_1, \varepsilon F = \omega_0^2 / (\mu_2 - \mu_1)$.

Согласно методу усреднения [2], введем новые переменные:

$$\begin{aligned} z_1 &= A_1(t) \cos[\nu t + \Psi_1(t)], & \dot{z}_1 &= -A_1(t) \nu \sin[\nu t + \Psi_1(t)], \\ z_2 &= A_2(t) \cos[2\nu t + \Psi_2(t)], & \dot{z}_2 &= -2A_2(t) \nu \sin[2\nu t + \Psi_2(t)]. \end{aligned} \quad (3)$$

Подставив (3) в (2) и произведя замену переменных:

$$\begin{aligned} \tau &= \varepsilon t \sqrt{B_2} / 2 \sqrt{2} \Omega_1, & \gamma &= (\Omega_1^2 - \nu^2) \sqrt{2} / \varepsilon \sqrt{B_2}, & A_1 &= b_1 \sqrt{2} / \sqrt{B_2}, \\ A_2 &= b_2 / \sqrt{2} B_2, & \delta_1 &= \delta_2 = \delta \sqrt{B_2} / 2 \Omega_1, & C_1 / B_2 &= m, \end{aligned}$$

получим следующие уравнения первого приближения:

$$\begin{aligned} ab_1/d\tau &= \delta b_1 + m b_1 b_2 \sin(2\Psi_1 - \Psi_2), \\ b_1 d\Psi_1/d\tau &= \gamma b_1 + m b_1 b_2 \cos(2\Psi_1 - \Psi_2), \\ d b_2/d\tau &= -\delta b_2 - b_1^2 \sin(2\Psi_1 - \Psi_2) F \sin \Psi_2, \\ b_2 d\Psi_2/d\tau &= 2\gamma b_2 + b_1^2 \cos(2\Psi_1 - \Psi_2) - F \cos \Psi_2. \end{aligned} \quad (4)$$

Исследование системы (4) для стационарных состояний обнаруживает возможность реализации двух основных качественно различных режимов колебаний:

$$\text{а) } b_1^0 = 0, \quad b_2^0 = F / \sqrt{\delta^2 + 4\gamma^2}; \quad (5)$$

$$b_2^0 = (1/m) \sqrt{\delta_2 + \gamma^2}, \quad (6)$$

$$\text{б) } m(b_1^0)^2 = 2\gamma^2 - \delta^2 \pm \sqrt{m^2 F^2 - 9\delta^2 \gamma^2} \quad (7)$$

с плавной сменой одного режима другим на границе устойчивости (границе бифуркации режима (5)):

$$F_{кр} = (1/m) \sqrt{(\delta^2 + \gamma^2)(\delta^2 + 4\gamma^2)}. \quad (8)$$



При $F < F_{кр}$ устойчивы чисто вынужденные колебания (5), от которых при $F \geq F_{кр}$ ответвляется субгармоническая составляющая (7), вызывающая смену функции (5) на (6), не зависящую от F . Решая равенства (8) и (7) при $b_1^0 = 0$ относительно γ^2 , получаем один и тот же результат, подтверждающий, что генерация субгармоники (7) является результатом неустойчивости вынужденных колебаний (5). Обратный переход от (б) к (а) при расстройках $|\gamma| > 0$ обычно совершается скачком, вызывая гистерезисные явления в областях $F_{кр} > F > (1/m)3\delta|\gamma|$ жесткого возбуждения субгармоники. На рис. 2, 3 построены функции (5), (6) и (7) для раз-

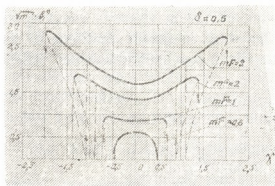


Рис. 2

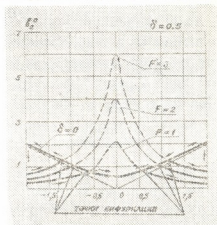


Рис. 3



Рис. 4

личных F , нереализуемые состояния обозначены пунктиром. На рис. 4 показаны осциллограммы испытаний физической модели системы, собранной согласно рис. 1 и состоящей из плоской пружины и криволинейных опор [4] при отношении $m_1/m_2 = 0,1$ и $\Omega_2 = 12$ гц и $\Omega_1 = 6$ гц. Колебания масс m_2 и m_1 зафиксированы на осциллограммах (а) и (б) соответственно при плавном изменении γ .

Академия наук Грузинской ССР
Институт механики машин

(Поступило 17.5.1974)

მანქანათმშენებლობა

ლ. შოროტიანი, ა. ხინიანი

იძულებითი და ავტოპარამეტრული რხევების ურთიერთქმედების შესახებ სისტემაში რეზონანსული ალგორითმით

რეზიუმე

შესწავლილია არაავტონომური ორმასიანი დრეკადი სისტემის მოძრაობა, რომელიც აწყობილია შინაგან და გარე რეზონანსებზე. ნაჩვენებია, რომ სუბ-

ჰარმონიკაზე იძულებითი რხევის ენერგიის გადაცემა იძლევა ამ უკანასკნელის ამპლიტუდის შემცირების საშუალებას.

MACHINE BUILDING SCIENCE

L. K. VOROTYNTSEV, M. V. KHVINGIA

ON THE INTERACTION OF FORCED AND AUTOPARAMETRIC
 VIBRATIONS IN A SYSTEM WITH RESONANCE EXCITATION

Summary

The motion of a nonautonomous two-mass spring system tuned to internal and external resonances is investigated. It is shown that due to the transfer of energy to a subharmonic from the forced vibrations the amplitude of the latter may be decreased.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. М. Богачев, Ю. А. Кравцов. Изв. вузов, «Радиофизика», 6, № 6, 1963.
2. П. Сетна. Прикладная механика. «Мир». № 3, 1965.
3. Р. Хакстон, А. Барр. Конструирование и технология машиностроения. «Мир», № 1, 1972.
4. М. В. Хвингия, Л. К. Воротынцев и др. Колебания и устойчивость упругих систем машин и приборов. Тбилиси, 1974.

Д. С. ТАВХЕЛИДZE (чл.-кор. АН ГССР), Н. В. ДЕМУРИШВИЛИ,
 Н. С. ДАВИТАШВИЛИ

К ВОПРОСУ О КИНЕМАТИЧЕСКОМ ИССЛЕДОВАНИИ
 СФЕРИЧЕСКИХ ЧЕТЫРЕХЗНАЧНЫХ ШАРНИРНЫХ
 МЕХАНИЗМОВ

Рассмотрим общую задачу кинематического исследования сферического четырехзвенного шарнирного механизма $ABCD$ (рис. 1). Размеры звеньев сферического механизма l_1, l_2, l_3, l_4 выражены сферическими расстояниями. Эти размеры удовлетворяют условию $0 < l_i < \pi$, где l_i — длина i -го звена.

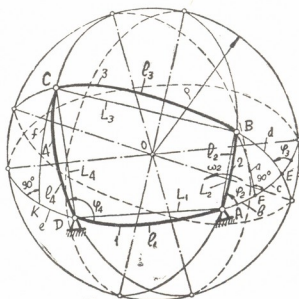


Рис. 1

При кинематическом исследовании сферических четырехзвенных механизмов, кроме размеров звеньев, заданы также углы поворота φ_2 кривошипа 2 и радиус сферы ρ .

Требуется определить положение звеньев 3 и 4, угловые скорости и ускорения этих же звеньев, а также линейные скорости и ускорения отдельных точек механизма.

Рассмотрев сферические треугольнички ABE , CDK , BEF и CEK , напишем систему уравнений;

$$\begin{aligned}
 & m_1 \cos \varphi_4 (m_2 - m_3 \cos \varphi_3 - m_5 \sqrt{m_4 - \cos^2 \varphi_3}) - \\
 & - m_6 - m_7 \cos \varphi_3 + m_8 \sqrt{m_4 - \cos^2 \varphi_3} = 0, \\
 & m_1 \sin \varphi_4 - m_9 \sqrt{m_4 - \cos^2 \varphi_3} - m_{10} = 0,
 \end{aligned} \tag{1}$$



где

$$\begin{aligned}
 m_1 &= \sin l_4; \\
 m_2 &= \cos l_1 \cos l_2 \cos l_3 - \sin l_1 \sin l_2 \cos l_3 \cos \varphi_2 - \\
 &\quad - \frac{1}{2} \sin l_1 \sin^3 l_2 \cos l_3 \sin 2\varphi_2 \sin \varphi_2 - \sin^2 l_2 \cos l_1 \cos l_2 \cos l_3 \sin^2 \varphi_2; \\
 m_3 &= \sin l_1 \sin l_3 \cos l_2 + \sin l_2 \sin l_3 \cos l_1 \cos \varphi_2; \\
 m_4 &= 1 - \sin^2 l_2 \sin^2 \varphi_2; \\
 m_5 &= \sin l_2 \sin l_3 \cos l_1 \cos l_2 \sin \varphi_2 + \frac{1}{2} \sin l_1 \sin^2 l_2 \sin l_3 \sin 2\varphi_2; \\
 m_6 &= \sin l_1 \cos l_2 \cos l_3 \cos l_4 + \sin l_2 \cos l_1 \cos l_3 \cos l_4 \cos \varphi_2 - \\
 &\quad - \sin l_1 \sin^2 l_2 \cos l_2 \cos l_3 \cos l_4 \sin^2 \varphi_2 - \\
 &\quad - \frac{1}{2} \sin^3 l_2 \cos l_1 \cos l_3 \cos l_4 \sin 2\varphi_2 \sin \varphi_2; \\
 m_7 &= \sin l_3 \cos l_1 \cos l_2 \cos l_4 - \sin l_1 \sin l_2 \sin l_3 \cos l_4 \cos \varphi_2; \\
 m_8 &= \sin l_1 \sin l_2 \sin l_3 \cos l_2 \cos l_4 \sin \varphi_2 + \frac{1}{2} \sin^2 l_2 \sin l_3 \cos l_1 \cos l_4 \sin 2\varphi_2; \\
 m_9 &= \sin l_3; \\
 m_{10} &= \sin l_2 \cos l_3 \sin \varphi_2.
 \end{aligned}$$

Решением системы уравнений (1) определяются углы φ_3 и φ_4 , а следовательно, и положение звеньев 3 и 4.

Угловая скорость и угловые ускорения звеньев 3 и 4 [1]

$$\begin{aligned}
 \omega_3 &= i_{32} \omega_2, & \omega_4 &= i_{42} \omega_2, \\
 \varepsilon_3 &= \omega_2^2 i'_{32} + i_{32} \varepsilon_2, & \varepsilon_4 &= \omega_2^2 i'_{42} + i_{42} \varepsilon_2,
 \end{aligned} \quad (2)$$

где i_{32} и i_{42} —аналоги угловых скоростей (i_{32} и i_{42} определяются дифференцированием системы уравнений (1) по обобщенной координате φ_2); ω_2 —заданная угловая скорость ведущего звена 2; i'_{32} и i'_{42} —аналоги угловых ускорений, равные производным по обобщенной координате φ_2 соответствующих аналогов угловых скоростей; ε_2 —заданное угловое ускорение ведущего звена 2.

Определив угловые скорости и ускорения звеньев механизма, найдем также и линейные скорости и ускорения отдельных точек механизма.

Если сферические расстояния l_i выразить радиусом сферы ρ и соответствующими хордами L_i , тогда при $\rho \rightarrow \infty$ как частный случай получаем известные выражения [1] для кинематического анализа четырехзвенного плоского механизма (рис. 2).

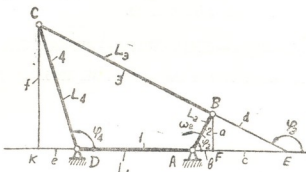
В этом частном случае система уравнений (1) примет вид

$$\begin{aligned}
 M_1 \cos \varphi_4 - M_6 - M_7 \cos \varphi_3 &= 0, \\
 M_1 \sin \varphi_4 - M_9 \sin \varphi_3 - M_{10} &= 0,
 \end{aligned} \quad (3)$$

გდე

$$\begin{aligned} M_1 &= L_4; \\ M_2 &= M_4 = 1; \\ M_3 &= M_5 = M_8 = 0; \\ M_6 &= L_1 + L_2 \cos \varphi_2; \\ M_7 &= M_9 = L_3; \\ M_{10} &= L_2 \sin \varphi_2. \end{aligned}$$

უგლვის სკორისი დ უსკორენი ვენივე 3 დ 4 ოპრედელავთს სოთ-
 ვესთვენნი ფორმულანი (2).



რის. 2

ტაკიმ ობრავს, რესენა ვადაკა კინემატისკის ისლედუვანი სფე-
 რისკისკის ვენივერუნნი მეხანიზმანი.

პოლუენნი ვერავენი ოსიყ ვარკტერი დ მოგუტ ბუფი ისო-
 ლივოსენი ვადე რესენი ვადაკა კინემატისკის ისლედუვანი კაკ ვადე
 სფერისკისკის, ტაკი დ ვადე პლესკის ვენივერუნნი მეხანიზმანი.

გურივსკი პოლთეხნიკისკი ინსტიტუტ
 იმ. ვ. ი. ლენინა

თბილისკი ფილიალ ვნიიმ
 იმ. დ. ი. მენდელეევა

(პოსუპილო 7.6.1974)

მანანათმცოდნეობა

დ. თავეზილიძე (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი),
 ნ. დეგუბიანი, ნ. დავითაშვილი

სფერული ოთხზოგოლა სახსრიანი მემანიშმების კინემატისკური
 კვლვის საკითხისათვის

რეზიუმე

შრომში ვანხილულია სფერული ოთხზოგოლა სახსრიანი მემანიშმების
 კინემატისკური კვლვის ამოცანის ვადეწვევტი, რომლისთვისაც მიღებული ვა-
 მოსახულებები ზოგადი ხასიოთისაა დ შეიძლება ვამოყენებულ იქნეს როგორც
 ოთხზოგოლა სფერული, ისე ოთხზოგოლა ბრტყელი სახსრიანი მემანიშმების კინე-
 მატისკური კვლისათვის.

D. S. TAVKHELIDZE, N. V. DEMURISHVILI, N. S. DAVITASHVILI

TOWARDS THE KINEMATIC STUDY OF FOUR-LINK
PLANE HINGED MECHANISMS

Summary

The problem of kinematic investigation of four-link hinged mechanisms is considered. The results obtained enable an overall kinematic investigation of the above mechanisms, for the findings are of general character and can be used in solving the problems of kinematic investigations of both spherical and four-link plane hinged mechanisms.

შიბრებებია — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. И. Артоболовский. Теория механизмов. М., 1965.

Г. Ш. ЦИЦАДЗЕ

УСТОЙЧИВОСТЬ СНОВАЛЬНЫХ ВАЛИКОВ И ЖЕСТКОСТЬ ОПОРНЫХ ПРУЖИН

(Представлено членом-корреспондентом Академии Д. С. Тавхелидзе 4.5.1974)

Подготовленную на партионных сновальных машинах основу шлихтуют с нескольких сновальных валиков. Схемы размещения валиков на сновальной стойке шлихтовальной машины и способы соединения пряжи с отдельных валиков могут быть различными. Основным критерием оценки схем заправки стоек является однородность натяжения пряжи, сходящей с различных валиков.

В настоящее время в хлопчатобумажном производстве применяется показанная на рис. 1 схема заправки сновальных валиков.

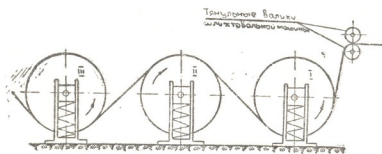


Рис. 1

Серьезным недостатком этой схемы являются различные натяжения и вытяжка пряжи, сматываемой с отдельных валиков, но она облегчает контроль обрывности пряжи, срезку хомутов и привязку оборванных концов.

Видимо, благодаря перечисленным положительным сторонам, в ущерб качеству продукции, эта схема и нашла самое широкое распространение. Рассмотрим вопросы устойчивости сновальных валиков и жесткости опорных пружин при заправке сновальных валиков по схеме, приведенной на рис. 1.

В момент пуска шлихтовальной машины первый от машины сновальный валик под действием динамических нагрузок совершает вертикальное перемещение, вследствие чего может произойти его выпадение из направляющих или в лучшем случае ослабление основы в зоне «мягкой пряжи».

Для предотвращения этих явлений на стойках, применяемых в настоящее время, вкладыши опор сновальных валиков закрывают пла-



стинками, которые препятствуют вертикальному перемещению сновального валика. Следует отметить, что такой способ ограничения вертикального перемещения вызывает чрезмерное вытягивание основы в зоне «мягкой пряжи».

В предложенной нами конструкции сновальной стойки [1] при правильном подборе жесткости опорных пружин это явление может быть исключено.

В работе [2] было выведено уравнение, согласно которому усилие, воспринимаемое упругим звеном (основой) в процессе пуска шлицтовальной машины, равно

$$T = \frac{c_1 c_2}{c_1 + c_2} Vt + \frac{Vc_1^2}{c_1 + c_2} \sqrt{\frac{m}{c_1 + c_2}} \sin \sqrt{\frac{c_1 + c_2}{m}} t, \quad (1)$$

где c_1 — жесткость основы; c_2 — жесткость опорной пружины; V — скорость движения основы в момент начала движения сновального валика; m — масса сновального валика; t — текущее время.

Анализируя данное уравнение, заметим, что T может иметь отрицательное значение при отрицательном значении второго члена уравнения. Это означает, что сновальный валик в некоторый момент времени совершит подскок вверх и затем падение вниз. Последнее вызовет ударную нагрузку на основу. Таким образом, задача сводится к подбору жесткости опорной пружины.

Из уравнения видно, что вероятность ослабления основы возможна преимущественно в первой волне колебания. Этому моменту соответствует приблизительно значение

$$\sin \sqrt{\frac{c_1 + c_2}{m}} t = -1,$$

откуда

$$t = \frac{3\pi}{2} \sqrt{\frac{c_1 + c_2}{m}}.$$

Условие, исключающее возможность «подскока» сновального валика, будет иметь вид

$$V \sqrt{\frac{m}{c_1 + c_2}} \frac{3\pi c_2}{2(c_1 + c_2)} > \frac{Vc_1}{c_1 + c_2} \sqrt{\frac{m}{c_1 + c_2}} \quad (2)$$

или после очевидных сокращений

$$\frac{3\pi}{2} > c_1. \quad (3)$$

Максимальная деформация основы

$$\Delta = \frac{T_{\max} L_0}{zEF}, \quad (4)$$

где z — число нитей в основе; E — модуль упругости нити; F — площадь поперечного сечения нити; L_0 — расчетная длина нити, которая складыва-

ется из L -длины в отрезке „тянущий вал“ — точка схода основы со сновального валика и $L_{\text{экв}}$ — эквивалентной длины нити, величина которой определяется по формуле [3]

$$L_{\text{экв}} = \frac{\rho}{f} \left(1 + \frac{T_0 z}{T_{\text{max}}} \right).$$

Здесь ρ — радиус намотки на сновальном валике; f — коэффициент трения пряжи на намотке; T_0 — натяжение нити в намотке.

Подставляя значение L_0 в (4), получаем

$$\Delta = \frac{T_{\text{max}}}{zEF} \left[L + \frac{\rho}{f} \left(1 + \frac{T_0 z}{T_{\text{max}}} \right) \right]. \quad (5)$$

Соответственно жесткость основы

$$c_1 = \frac{T_{\text{max}}}{\Delta} = \frac{EFz}{L + \frac{\rho}{f} \left(1 + \frac{T_0 z}{T_{\text{max}}} \right)}. \quad (6)$$

Подставляя значение c_1 в (3), имеем

$$\frac{3\pi c_2}{2} > \frac{EFz}{L + \frac{\rho}{f} \left(1 + \frac{T_0 z}{T_{\text{max}}} \right)}. \quad (7)$$

Если принять, что в первом приближении нить имеет круглое сечение, получим

$$c_2 > \frac{d^2 Ez}{6 \left[L + \frac{\rho}{f} \left(1 + \frac{T_0 z}{T_{\text{max}}} \right) \right]}, \quad (8)$$

где d — диаметр нити.

Для крученой нити в формуле (8) вместо E следует подставлять приведенный модуль упругости, который можно определить по формуле А. Н. Динника [4]:

$$E_{\text{пр}} = E \cos^4 \varphi \cos^4 \varphi_1, \quad (9)$$

где φ — угол свивки пряжи в одиночной нити; φ_1 — угол свивки одиночной нити.

Подставляя значение $E_{\text{пр}}$ в (8), получаем

$$c_2 > \frac{Ed^2 z \cos^4 \varphi \cos^4 \varphi_1}{6 \left[L + \frac{\rho}{f} \left(1 + \frac{T_0 z}{T_{\text{max}}} \right) \right]}. \quad (10)$$

Таким образом, для предотвращения «подскока» сновального валика в момент пуска шпихтовальной машины проектирование опорной пружины следует вести с учетом условий (8) и (10).

Грузинский политехнический институт
им. В. И. Ленина

(Поступило 5.7.1974)

ბ. ცინცაძე

სასქელე ლილვაკის მღვრადობა და საყრდენი
 ზამზარების სიხისტე

რეზიუმე

საქსელე მანქანის გაშვების პროცესში მოსალოდნელია პირველი საქსელე ლილვაკის მიმართველიდან ამოვარდნა ან, უკეთეს შემთხვევაში, ქსელის ძაფის მოშვება. აღნიშნულის თავიდან აცილებისათვის საჭიროა საყრდენი ზამზარა განგარიშებულ იქნას ქსელის ძაფების სიხისტის გათვალისწინებით.

MACHINE BUILDING SCIENCE

G. Sh. TSINTSADZE

WARPING SPINDLE STABILITY AND BEARING SPRING TENSION

Summary

When starting the warp sizing machine the first-to-the-machine warping spindle may fall out of guide or loosening of the warp may occur, at best. In order to avoid these phenomena the bearing spring should be designed with allowance for warp tension.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. О. С. Езикашвили, Г. Ш. Цинцадзе, Ж. Г. Сурмава. Механизм регулирования натяжения нитей к машинам ткацкого производства. Авт. свид. № 318415. Бюлл. № 32, 1971.
2. Г. Ш. Цинцадзе. Труды ГПИ им. В. И. Ленина, № 7 (163), 1973.
3. В. А. Гордеев. Динамика механизмов отпуска и натяжения основы ткацких станков. М., 1965.
4. А. Н. Динник. Вестник инженеров и техников, № 11, 1932.

В. С. СВАНИДЗЕ

О РАСПОЛОЖЕНИИ УЗЛОВ КРУТИЛЬНЫХ КОЛЕБАНИЙ В УПРУГОЙ СИСТЕМЕ ВИБРАЦИОННЫХ МАШИН

(Представлено академиком Р. Р. Двали 8.5.1974)

Рассмотрим вибрационные машины, состоящие из двух масс — активной и реактивной, подвешенных в узловых точках изгибных колебаний рессорного пакета [1]. При некоторых соотношениях параметров вибромашин возникают резонансные паразитные крутильные колебания масс относительно узловых точек рессорного пакета. Это вызывает снижение производительности машины, может привести к ее поломке при больших амплитудах крутильных колебаний, а также повышает шум, активная борьба с которым на стадии проектирования является одной из основных задач конструктора.

Ввиду того что при сборке не удастся симметрично укрепить на рессорном пакете активную часть машины между обоймами корпуса реактивной части, возникает необходимость определения положения узловых точек рессорного пакета и амплитуды угла закручивания масс при крутильных колебаниях с несимметрично расположенными массами.

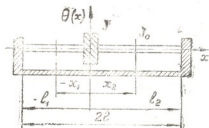


Рис. 1

Двухмассовая система вибромашин, показанная на рис. 1, состоит из активной и реактивной масс с моментами инерции J и i , соединенных между собой упругой балкой с моментом инерции J_0 .

Предположим, что левая и правая стороны балки совершают одно из главных колебаний [2]. Закручивание балки вызвано инерционными крутильными моментами закрепленных на ней масс, кроме того, углы скручивания в местах сопряжения участков балки с закрепленными на ней массами равны, поэтому имеем следующие условия сопряжения:

$$G J_k [\Theta'_1(-l_1) - \Theta'_2(l_2)] = i [\ddot{\Theta}_1(-l_1) + \ddot{\Theta}_2(l_2)], \quad (1)$$

$$-G J_k [\Theta'_1(0) - \Theta'_2(0)] = J [\ddot{\Theta}_1(0) + \ddot{\Theta}_2(0)]. \quad (2)$$

$$\begin{aligned}\Theta_1(-l_1) &= \Theta_2(l_2), \\ \Theta_1(0) &= \Theta_2(0),\end{aligned}\quad (4)$$

где GJ_R — крутильная жесткость балки.

Из характеристического уравнения

$$\begin{aligned}\left(1 + \frac{m}{n}\right) (\cos \beta_1 \sin \beta_2 + \cos \beta_2 \sin \beta_1) + \left(\frac{1}{n\beta} - 2m\beta\right) \sin \beta_1 \sin \beta_2 + \\ + \frac{1}{n\beta} (1 - \cos \beta_1 \cos \beta_2) = 0,\end{aligned}\quad (5)$$

где

$$m = \frac{J}{J_0}; \quad n = \frac{i}{J_0}; \quad \beta_j = \beta \frac{l_j}{l} \quad (j = 1, 2),$$

и уравнений углов закручивания для левой и правой сторон балки

$$\frac{1}{C_1} \Theta_1(x_1) = \frac{\cos \beta_1 - \cos \beta_2 + 2m\beta \sin \beta_2}{\sin \beta_1 + \sin \beta_2} \sin \xi_1 + \cos \xi_1, \quad (6)$$

$$\frac{1}{C_2} \Theta_2(x_2) = \frac{\cos \beta_1 - \cos \beta_2 - 2m\beta \sin \beta_2}{\sin \beta_1 + \sin \beta_2} \sin \xi_2 + \cos \xi_2, \quad (7)$$

где $\xi_j = \beta \frac{x_j}{l}$ — условная безразмерная координата, определяем корень β и координату узла x_j/l . В результате этого получаем узловые точки на левой и правой сторонах упругой балки. Решение уравнений (5), (6) и (7) относительно соответствующих корней β и x_j/l осуществлялось на ЭЦВМ по единой программе с начальным шагом $x_j/l = 0,1$, который уменьшался по мере приближения к корню до $x_j/l = 1 \cdot 10^{-5}$, что диктовалось требуемой точностью определения корней.

Рассмотрим пример определения узловых точек. Электровибропитатели типа 174-ПТ конструкции института «МЕХАНОБР», выпускаемые Цхинвальским заводом «ВИБРОМАШИНА», имеют следующие параметры:

$$\begin{aligned}J &= 10,08 \text{ кг} \cdot \text{м} \cdot \text{сек}^2, & i &= 1,08 \text{ кг} \cdot \text{м} \cdot \text{сек}^2, \\ J_0 &= 0,00685 \text{ кг} \cdot \text{м} \cdot \text{сек}^2, & l &= 200 \text{ мм},\end{aligned}$$

чему соответствуют значения $m = 1470$ и $n = 158$.

На рис. 2 построены объединенные графики расположения узловых точек левой и правой сторон балки для симметричного (поверхность 1) и несимметричного ($l_1/l = 0,9$, поверхность 2) расположений масс в зависимости от значений m и n , характерных для реальных машин. Точки b , b_1 и c , c_1 соответствуют смещению положения узлов крутильных колебаний для правой и левой сторон балки при смещении активной массы влево. Координаты точек равны $b = 0,0914 l$, $c = -b$, $b_1 = 0,102 l$ и $c_1 = -0,0823 l$, т. е. правая узловая точка смещается на 10,6%, а левая — на 9,1% от смещения активной массы. Для тех же условий узел изгибных колебаний находится на расстоянии $0,51 l$ от активной массы [1].

Оптимальными параметрами вибромашины для осуществления узловой подвески надо считать значения m и n , обеспечивающие сов-

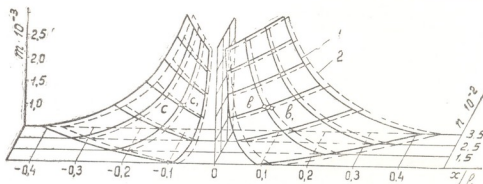


Рис. 2

падение узлов крутильных и изгибных колебаний. Для этого следует уменьшить момент инерции активной массы, а момент инерции реак-

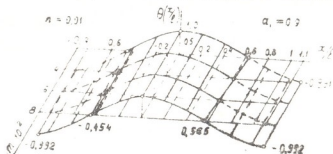


Рис. 3

тивной массы увеличить без изменения величины обеих масс. Анализ показывает, что в существующих машинах это условие не выполняется.

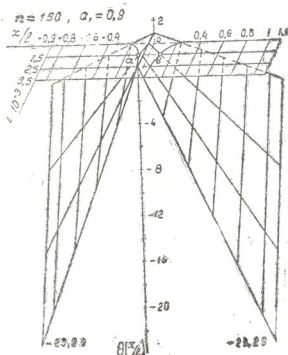


Рис. 4

Как видно из графиков, показанных на рис. 3 и 4, при больших значениях m и n не наблюдается влияние момента инерции балки,

вследствие чего эпюра угла скручивания представляет собой прямую линию.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт механики машин

(Поступило 12.5.1974)

მანქანათმშენობლა

3. სვანიძე

მიზრაციული მანქანების დრეკალ სისტემაში ბრახვიითი
 რხევის კვანძების განლაგების შესახებ

რეზიუმე

განხილულია ვიბრაციული მანქანების გრეხვიითი რხევა შეყურსული მასების არასიმეტრიული განლაგების დროს.

მოცემულია განტოლებები, რომელთა საშუალებითაც შეიძლება განსაზღვრულ იქნეს კვანძების განლაგება აქტიური და რეაქტიული მასების ინერციის მომენტების სიდიდეების მიხედვით.

MACHINE BUILDING SCIENCE

V. S. SVANIDZE

ON THE DISPOSITION OF THE TORSIONAL VIBRATION NODES IN THE ELASTIC SYSTEM OF VIBRATION MACHINES

Summary

The torsional vibration of vibration machines with non-symmetrical disposition of the masses is given. Equations are given allowing to determine the units of vibration nodes of the spring packet depending on the value of inertia momenta of active and reactive masses.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. С. Сванидзе, М. В. Хвингия. Научные труды вузов Лит. ССР, «Вибротехника», 2 (15), 1971.
2. С. П. Тимошенко. Колебания в инженерном деле. М., 1967.



УДК 631.412(47.922)

ენილატომოგრაფიით

ა. ვერულავა

შთანთქმული ფუძეების შემცველობა ტყის ყანვისფერ ნიადაგებში მათ ბაკალტურებასთან დაკავშირებით

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა მ. საბაშვილმა 10.6.1974)

ნიადაგის ნაყოფიერება სხვა ფაქტორებთან ერთად განპირობებულია შთანთქმული კათიონების შედგენილობით და შთანთქმის ტევადობით. შთანთქმის საშუალებით ნიადაგში გროვდება საკვები ნივთიერებები, რომლებიც თანდათანობით გადადიან მცენარისათვის შესათვისებელ ფორმაში. შთანთქმული კათიონების საშუალებით ხდება ნიადაგში კოლოიდურ ნივთიერებათა კოაგულაცია და განმტკიცება. ამის მიხედვით ნიადაგის მშთანთქმავი კომპლექსის შედგენილობაზე დამოკიდებული ნიადაგში ჰუმუსის რაოდენობა და მასთან დაკავშირებით სტრუქტურა, ფიზიკური და ბიოლოგიური თვისებები.

ცნობილია, რომ ნიადაგის ათვისებით მნიშვნელოვნად იცვლება მისი როგორც წყლიერ-ფიზიკური, ისე ქიმიური და მიკრობიოლოგიური მაჩვენებლები. ცვლილებას განიცდის აგრეთვე შთანთქმული ფუძეების შედგენილობა და შთანთქმის ტევადობა. ამ მიმართულებით საქართველოს ნიადაგები შედარებით ნაკლებად არის შესწავლილი.

აღნიშნული საკითხის გარკვევის მიზნით ჩვენ კვლევა ჩავატარეთ მეტალოზების, მევენახეობისა და მეღვინეობის ინსტიტუტის თელავის საცდელი სადგურის ტერიტორიაზე ტიპობრივ ტყის ყავისფერ ნიადაგებზე. ყამირის ვარიანტად შევარჩიეთ ტყით დაფარული ფართობი. მასთან შესადარებლად ავიღეთ სხვადასხვა ხნოვანების ვენახის ნაკვეთები.

ნიადაგის ნიმუშები აღებულია გენეზისური ჰორიზონტების მიხედვით, რომლებშიც შთანთქმული კათიონების (Ca, Mg) გარდა განვსაზღვრეთ გრანულომეტრული შედგენილობა, ჰუმუსის რაოდენობა და სხვა მაჩვენებლები, რომლებიც განპირობებენ შთანთქმის ტევადობას და შთანთქმული კათიონების შედგენილობას.

როგორც ანალიზური მონაცემებიდან ჩანს, საკვლევი ნიადაგები გრანულომეტრული შედგენილობით მძიმე თიხნარი და თიხიანია. ყამირი ნიადაგის ჰუმუსიან ფენაში (A+B) ლექის ფრაქციის (<0,001) შემცველობა 40—51% ფარგლებშია, კარბონატული-ილუვიურ ჰორიზონტში კი მისი შემცველობა საგრძნობლადაა შემცირებული (24—17%).

ვენახეებში ნიადაგის პლანტაჟური დამუშავების, ორგანული და მინერალური სასუქების შეტანის და სხვა აგროტექნიკური ღონისძიებების შედეგად მთელ პლანტაჟირებულ ფენაში გადიდებულია წვრილდისპერსიული ნაწილაკების რაოდენობა (43—61%). გაყულტურების პროცესში ადგილი აქვს ნიადაგის გენეზისური ჰორიზონტების ურთიერთშეფარდებისა და მორფოლოგიური ნიშნების ცვალებადობას, გადიდებულია ჰუმუსიანი ფენის სისქე, ჰუმუსისა და საკვები ელემენტების რაოდენობა.

ყამირი ნიადაგის აკუმულაციურ ჰორიზონტში ჰუმუსის რაოდენობა 5,23% შეადგენს, სიღრმით კი მისი შემცველობა მცირდება და 37—47 სმ ფენაში 0,63% აღემატება, ვენახის ნიადაგების სახნავ ფენაში ჰუმუსი 3,6—3,9% ფარგლებშია, უფრო ღრმად კი პლანტაჟის გამო 2,5%-მდე ინარჩუნებს თავის სიდიდეს, ე. ი. ყამირთან შედარებით პროფილში უფრო თანაბრად არის განაწილებული.



ტყის ყავისფერი ნიადაგები შთანთქმულ ფუძეებს, კერძოდ Ca და Mg, საკმაო რაოდენობით შეიცავენ, რაც დაკავშირებულია მათ გენეზისურ თავისებურებასთან და ღელაქანის ბუნებასთან [3, 4].

შთანთქმული ფუძეები მჭიდროდაა დაკავშირებული კოლოიდური ნაწილაკების შემცველობასთან და მინერალოგიურ შედგენილობასთან. ტყის ყავისფერი ნიადაგების წვრილდისპერუსული ნაწილი წარმოდგენილია ჰიდროქსარსებითა და მონტმორილონიტის ჯგუფის მეორადი თიხოვანი მინერალებისგან, რომლებსაც, როგორც ცნობილია [5, 6], მაღალი შთანთქმის უნარიანობა ახასიათებს.

ტყის ყავისფერი ნიადაგების გრანულომეტრული და ქიმიური შედგენილობის ზოგიერთი მონაცემი (სოფ. ვახსუბანი)

| ნიადაგი, ქრლი № | ჰორიზონტი | სიღმნაღუბის სიღრმე, სმ | ჰუმუსი, % | pH წყლის გამზიანურში | მექანიკური შედგენილობა | | შთანთქმული ფუძეები მ. ექვ. 100 გ ნიადაგში | | | % , ჯამიდან | |
|----------------------------|------------------------------------|------------------------|--------------|----------------------|------------------------|----------------|---|--------------|----------------|----------------|----------------|
| | | | | | < 0,01 | > 0,01 | Ca | Mg | ჯამი | Ca | Mg |
| | | | | | | | | | | | |
| ყამირი 215 | A | 0—17 | 5,23 | 7,6 | 40,56 | 68,63 | 35,94 | 5,23 | 41,17 | 87,29 | 12,71 |
| | B | 20—30 | 2,94 | 8,0 | 51,27 | 76,65 | 37,93 | 3,27 | 41,20 | 92,66 | 7,94 |
| | C ₁ | 37—47 | ა, 63 | 8,4 | 28,30 | 68,84 | 24,18 | 2,61 | 26,79 | 90,26 | 9,74 |
| | C ₂ C ₁ D | 50—60 80—90 | 0,47 — | 8,4 8,4 | 24,60 17,18 | 59,08 47,53 | 20,59 18,62 | 1,63 1,93 | 22,22 20,55 | 92,66 90,60 | 7,34 9,40 |
| 6—7 წლის ვენახი, 200 | A სახნავი | 0—20 | 3,60 | 7,3 | 46,99 | 69,04 | 33,0 | 3,92 | 36,92 | 89,39 | 10,61 |
| | B პლანტ. | 25—35 | 3,92 | 7,5 | 54,42 | 76,81 | 34,96 | 3,59 | 38,55 | 93,28 | 6,72 |
| | B პლანტ. C ₁ | 36—46 75—86 | 2,52 1,76 | 7,5 7,6 | 52,24 51,86 | 76,98 78,53 | 33,33 37,25 | 4,25 4,25 | 37,58 41,50 | 88,69 89,78 | 11,31 10,22 |
| 25 წლის ვენახი, 211 | A სახნავი | 0—15 | 3,36 | 7,9 | 37,09 | 74,68 | 37,93 | 2,61 | 40,54 | 93,56 | 6,44 |
| | B პლანტ. B პლანტ. | 20—30 50—60 | 3,21 1,02 | 7,7 7,9 | 47,67 61,35 | 71,69 89,59 | 40,52 43,78 | 1,96 3,92 | 42,48 47,70 | 95,42 91,78 | 4,58 8,22 |
| 45 წლის ვენახი, 206 | A სახნავი | 0—15 | 2,28 | 8,0 | 43,68 | 78,28 | 37,25 | 1,31 | 38,56 | 96,60 | 3,40 |
| | B პლანტ. | 16—26 | 1,63 | 8,0 | 51,40 | 85,51 | 39,21 | 1,31 | 40,52 | 94,29 | 5,71 |
| | B პლანტ. | 30—40 | 2,15 | 7,9 | 50,48 | 81,48 | 39,86 | 2,61 | 42,47 | 93,38 | 6,62 |
| | C პლანტ. | 45—55 | 2,36 | 7,8 | 52,58 | 80,64 | 40,52 | 2,61 | 43,13 | 93,34 | 6,66 |

შთანთქმულ ფუძეებს შორის მეტი ხვედრი მოდის Ca-ის იონზე, რომელსაც დიდი მნიშვნელობა ენიჭება მცენარის კვებასა და ნიადაგის მტკიცე სტრუქტურული აგრეგატების შემქმნაში. ტყის ყავისფერი ყამირი ნიადაგის ჰუმუსის ფენაში, ჩვენი მონაცემების თანახმად, შთანთქმული Ca და Mg ჯამი შეადგენს 40—41 მილიექვივალენტს 100 გ ნიადაგში (იხ. ცხრილი), სიღრმით კი მათი რაოდენობა თანდათანობით მცირდება და 80—90 სმ ფენაში 20 მილიექვივალენტს არ აღემატება. შთანთქმული ფუძეებიდან, როგორც მოსალოდნელი იყო, მეტი წილი მოდის Ca-ის იონზე. ვენახების გაკულტურებულ ვარიანტებში, ყამირთან შედარებით, შეინიშნება შებრუნებული სურათი — შთანთქმული ფუძეების ჯამის რაოდენობა, ზემოთ აღნიშნული მიზეზების გამო, პროფილში ზევით დასრული თანდათანობით მატულობს. სხვადასხვა ხნოვანების ნაკვეთებს შორის ამ მხრივ არსებითი განსხვავება არ შეიმჩნევა.

ჰუმუსის და წვრილდისპერუსული ნაწილაკების მეტი რაოდენობის გამო ძველი ვენახების პლანტაციურებულ ფენაში, ყამირთან შედარებით, მეტია შთანთქმული ფუძეების შემცველობა და მათ შორის ქვედა ფენებში Mg რაოდენობა. ამრიგად, შთანთქმული ფუძეების ჯამის და მასში შთანთქმული Ca-ის რაოდენობის მატება ტყის ყავისფერი ნიადაგების გაკულტურების ერთ-ერთ მაჩვენებლად შეიძლება მივიჩნიოთ.

ნიადაგთმკვლევობის, აგროქიმიისა და მელორაციის ინსტიტუტი

(შემოვიდა 14.6.1974)

М. Г. ВЕРУЛАВА

СОДЕРЖАНИЕ ПОГЛОЩЕННЫХ ОСНОВАНИЙ В КОРИЧНЕВЫХ ЛЕСНЫХ ПОЧВАХ В СВЯЗИ С ИХ ОКУЛЬТУРЕННОСТЬЮ

Резюме

В плантажированном слое коричневых лесных почв, освоенных виноградниками разного возраста, по сравнению с целиной, замечается большее содержание суммы поглощенных оснований и в том числе поглощенного кальция, что увязывается с повышенным содержанием гумуса и тонкодисперсных частиц.

Повышение суммы поглощенных оснований, в том числе Са, можно считать одним из показателей окультуренности коричневых лесных почв.

SOIL SCIENCE

M. G. VERULAVA

ABSORBED BASES CONTENT IN CINNAMONIC FOREST SOILS IN RELATION TO THEIR AMELIORATION

Summary

The total amount of absorbed bases, including absorbed calcium, in the overdeep-plowed layer of cinnamonic forest soils under different age vineyards is found to be greater in comparison with that of virgin soil. This agrees well with the increased content of humus and fine-dispersive particles.

The increase of the total amount of absorbed bases, including Ca, may be considered to be one of the amelioration indicators of cinnamonic forest soils.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. М. Н. Сабашвили, В. И. Черепяхина. Труды Тбилисской лаборатории ВИА, вып. 2, 1938.
2. ნ. კვარაცხელია, გ. დ. ახვლედიანი. ნიადაგმცოდნეობის ინსტიტუტის შრომები, ტ. VII. თბილისი, 1949.
3. შ. საბაშვილი. საქართველოს სსრ ნიადაგები. თბილისი, 1965.
4. ი. ანჯაფარიძე. საქართველოს ყავისფერი ნიადაგები. თბილისი, 1972.
5. Э. К. Накаидзе. Почвоведение, № 4, 1970.
6. რ. პეტრიაშვილი საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 67, № 1, 1972.

ჯ. მონანი

მდელოს ალუვიური ნიადაგზე გაზენებულ ვენახში
მწკრივთშორისეების ღრმად გაფხვიერების გავლენა
მაზის ფენის ფორმირების ზრდა-ბანკითარებაში

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა შ. ჭანიშვილმა 25.5.1974)

მანავის მდელოს ალუვიური თიხნარი, სილიან-ლექიანი ნიადაგის ღრმად გაფხვიერების გავლენას ვაზის ფესვების ზრდა-განვითარებაზე ვსწავლობდით 1968 წელს, 1962 წლის შემოდგომაზე დაყენებული ცდის ვარიანტებში:

1 ვარიანტი — საკონტროლო — ვაზის მწკრივთშორისეებში ნიადაგის დამუშავება აგროწესების მიხედვით.

2 ვარიანტი — ნიადაგის ღრმად გაფხვიერება ვაზის მწკრივებიდან თანდათან დაშორებით: ა) პირველ წელს — ნიადაგის გაფხვიერება ორ ზოლად მწკრივებიდან 30 სმ მოცილებით, ნიადაგის დამუშავების სიღრმე 30—40 სმ; ბ) მეორე წელს — იმავე მწკრივთშორისეებში ნიადაგის გაფხვიერება ორ ზოლად მწკრივებიდან 60 სმ მოცილებით, ნიადაგის დამუშავების სიღრმე 40—50 სმ; გ) მესამე წელს — იმავე მწკრივთშორისეებში ნიადაგის გაფხვიერება ერთ ზოლად მწკრივებიდან 1 მ მოცილებით, ნიადაგის დამუშავების სიღრმე 50—60 სმ.

3 ვარიანტი — რომელიც მეორე ვარიანტის ანალოგიურია, ერთი მწკრივთშორისის გამოტოვებით.

4 ვარიანტი — ნიადაგის გაფხვიერება სამ წელიწადში ერთხელ ორ ზოლად მწკრივებიდან 60 სმ მოცილებით, ნიადაგის დამუშავების სიღრმე 50—60 სმ.

5 ვარიანტი — ნიადაგის გაფხვიერება სამ წელიწადში ერთხელ სამ ზოლად მწკრივებიდან 45 სმ მოცილებით, ნიადაგის დამუშავების სიღრმე 25—45—25 სმ (ორი კიდური და შუა საფხვიერებელი).

დანაყოფზე 6 მწკრივია, აქედან ორი შუა სააღრიცხვო. განმეორება სამჯერადი. ჯიში რქაწითელი დამყნობი რიპარია X რუპესტრის 3309-ზე. ვენახი გაშენებულია 1936 წელს. ღრმად გაფხვიერებას ვატარებდით 35მ-60-ით.

მწკრივთშორისეებში ნიადაგის ღრმად გაფხვიერების გავლენის დასადგენად ვიყენებდით ჩვენს მიერ შემუშავებულ მეთოდს [1].

აღნიშნული მეთოდის გამოყენებით მიღებული ციფრობრივი მონაცემების გაანალიზების შედეგად ირკვევა, რომ საკონტროლოში ფესვების მთლიანი სიგრძე 0—20, 20—40, 40—60, 60—80 და 80—100 სმ-იან ფენებში 10,1; 29,8; 36,1; 15,2 და 8,7%-ია, ხოლო იმავე მაჩვენებლები 4 ვარიანტში აღნიშნული სიღრმეების შესაბამისად უდრის 5,5; 43,2; 33,4; 12,1 და 5,8%-ს. ამრიგად, ღრმად გაფხვიერების შედეგად იცვლება ფენების მიხედვით ფესვების ვანლაგების კანონზომიერება, რასაც ნათლად ადასტურებს 0—20 და 40—60 სმ-იან ფენებში ფესვების სიგრძის მნიშვნელოვანი შემცირება, ხოლო 20—40 სმ-იან ფენაში მათი მკვეთარი ზრდა. ამიტომ ფესვების სიგრძის ძირითადი მატება 20—40 სმ-იან ფენაშია და ამ უკანასკნელშია გაძაფრებული მიერ გადაჭრილი ფესვების უმეტესობაც. 40 სმ ქვევით ვადაჭრილი ფესვები უმნიშვნელო რაოდენობით გვხვდება და ამის გამო ნიადაგის ღრმად გაფხვიერების დადებითი ან უარყოფითი გავლენა ფესვების მთლიანი სიგრძის მატებაზე ნაკლებად შეინიშნება.

საკონტროლო ვარიანტში ფესვების მთლიანი სიგრძე მაქსიმუმს (36%) აღწევს 40—60 სმ-იან, ხოლო გაფხვიერებულ ვარიანტებში (46%) 20—40 სმ-იან ფენაში.



ღრმად გაფხვიერების გავლენა ფრაქციების მიხედვით ფესვების სიგრძეზე, ზედაპირის ფართობზე და წონაზე

| ვარიანტები | ფრაქციები, მმ | ერთი ვაზის ფესვები | | | | | |
|---------------|------------------|--------------------|------|---------------------------|------|--------|------|
| | | სიგრძე | | ზედაპირის მოლიანი ფართობი | | წონა | |
| | | მ | % | სმ ² | % | გ | % |
| 1 ვარიანტი | <1 | 67,5 | 22,4 | 1410 | 6,4 | 75,0 | 2,4 |
| | 1-2 | 68,6 | 22,8 | 3030 | 13,6 | 188,4 | 5,9 |
| | 2-4 | 60,0 | 21,9 | 3416 | 15,3 | 397,7 | 12,5 |
| | 4-8 | 54,4 | 18,0 | 7849 | 35,3 | 1466,8 | 46,0 |
| | 8-16 | 43,3 | 14,4 | 4612 | 20,8 | 615,2 | 19,3 |
| | >16 | 1,7 | 0,5 | 1901 | 8,6 | 444,4 | 13,9 |
| ს უ ლ | | 301,5 | 100 | 22218 | 100 | 3187,5 | 100 |
| 2 ვარიანტი | <1 | 96,2 | 26,6 | 2134 | 7,6 | 104,4 | 3,2 |
| | 1-2 | 77,8 | 21,5 | 2392 | 8,5 | 225,1 | 6,9 |
| | 2-4 | 74,1 | 20,5 | 7939 | 28,2 | 861,2 | 26,4 |
| | 4-8 | 70,3 | 19,4 | 10174 | 36,2 | 1102,6 | 33,8 |
| | 8-16 | 43,5 | 12,0 | 5490 | 19,5 | 968,9 | 29,7 |
| | >16 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ს უ ლ | | 361,9 | 100 | 28129 | 100 | 3262,2 | 100 |
| 3 ვარიანტი | <1 | 113,4 | 31,0 | 2396 | 8,3 | 117,9 | 3,6 |
| | 1-2 | 87,4 | 23,9 | 2760 | 9,6 | 249,0 | 7,6 |
| | 2-4 | 71,6 | 19,6 | 7031 | 24,4 | 619,2 | 18,9 |
| | 4-8 | 48,6 | 13,3 | 7605 | 26,3 | 714,2 | 21,8 |
| | 8-16 | 43,9 | 12,0 | 8749 | 30,2 | 114,1 | 33,7 |
| | >16 | 0,7 | 0,2 | 337 | 1,2 | 471,8 | 17,4 |
| ს უ ლ | | 365,6 | 100 | 28878 | 100 | 3276,2 | 100 |
| 4 ვარიანტი | <1 | 145,1 | 35,5 | 3701 | 10,9 | 139,6 | 4,2 |
| | 1-2 | 99,9 | 24,4 | 3853 | 11,5 | 295,8 | 8,9 |
| | 2-4 | 66,7 | 16,3 | 7125 | 21,2 | 568,4 | 17,1 |
| | 4-8 | 52,3 | 12,8 | 9534 | 28,4 | 944,1 | 28,4 |
| | 8-16 | 45,0 | 11,0 | 9441 | 28,0 | 1376,2 | 41,8 |
| | >16 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ს უ ლ | | 409,0 | 100 | 33654 | 100 | 3324,1 | 100 |
| 5 ვარიანტი | <1 | 125,6 | 32,4 | 3225 | 10,5 | 124,7 | 3,8 |
| | 1-2 | 94,5 | 24,3 | 4058 | 13,3 | 288,8 | 8,8 |
| | 2-4 | 66,0 | 17,0 | 9840 | 32,3 | 482,5 | 14,7 |
| | 4-8 | 57,4 | 14,8 | 9206 | 30,1 | 1365,4 | 41,6 |
| | 8-16 | 43,1 | 11,1 | 3874 | 12,8 | 764,7 | 23,3 |
| | >16 | 1,5 | 0,4 | 304 | 1,0 | 256,0 | 7,8 |
| ს უ ლ | | 388,1 | 100 | 30510 | 100 | 3282,1 | 100 |

ცდის შედეგად გამოირკვა, რომ ფესვების მოლიანი წონიდან 0-20 სმ-იან ფენაში არის 1-5%, 20-40 სმ-იან ფენაში 30-35%, 40-60 სმ-იან ფენაში 40-47%, 60-80 სმ-იან ფენაში 14-18%, ხოლო 80-100 სმ-იან ფენაში 4-8%.



ღრმად გაფხვიერების შედეგად ფესვების სიგრძითი და წონითი მატება მოწვეული უნდა იყოს ვაზის გადაჭრილი ფესვების რეგენერაციის დიდი უხარბოთა და მათი ზრდა-განვითარებისათვის საჭირო ოპტიმალური პირობების შექმნით.

ცხრილიდან ნათლად ჩანს, რომ საშუალოდ ერთი ვაზის ფესვების მთლიანი სიგრძე მე-2, მე-3, მე-4 და მე-5 ვარიანტებში 20,0; 21,2; 3ა,6 და 28,7%-ით აღემატება საკონტროლოს, რაც ჰექტარზე გადაანგარიშებით 200, 214, 359 და 289 კმ შეადგენს. ღრმად გაფხვიერების შედეგად ფესვების სიგრძის მატება სხვადასხვა პირობებში შესწავლილი აქვთ მკვლევარებს [2—5].

საშუალოდ ერთი ვაზის აქტიური (<2 მმ) ფესვების სიგრძე მე-2, მე-3, მე-4 და მე-5 ვარიანტებში საკონტროლოსთან შედარებით იზრდება 39,9; 64,7; 108,9 და 84,0 მ-ით, რაც ჰექტარზე გადაანგარიშებით 126,3; 215,6; 362,9 და 279,9 კმ შეადგენს.

საშუალოდ ერთი ვაზის ფესვების ზედაპირის მთლიანი ფართი მე-2, მე-3, მე-4 და მე-5 ვარიანტებში 26,6; 29,5; 51,4 და 37,3%-ით აღემატება საკონტროლოს, რაც ჰექტარზე გადაანგარიშებით 1720, 2220, 3812 და 2764 მ² შეადგენს.

საშუალოდ ერთი ვაზის აქტიური ფესვების (<2 მმ) ზედაპირის ფართი მე-2, მე-3, მე-4 და მე-5 ვარიანტებში საკონტროლოსთან შედარებით იზრდება 86, 716, 3114 და 2843 სმ²-ით, რაც ჰექტარზე გადაანგარიშებით 28, 238, 1038 და 947 მ² შეადგენს.

საშუალოდ ერთი ვაზის ფესვების მთლიანი წონა მე-2, მე-3, მე-4 და მე-5 ვარიანტებში 2,3; 2,8; 4,3 და 3,0%-ით აღემატება საკონტროლოს, რაც ჰექტარზე გადაანგარიშებით 250, 297, 457 და 317 კგ შეადგენს.

საშუალოდ ერთი ვაზის აქტიური (<2 მმ) ფესვების წონა მე-2, მე-3, მე-4 და მე-5 ვარიანტებში საკონტროლოსთან შედარებით იზრდება 66, 103, 172 და 150 გ-ით, რაც ჰექტარზე გადაანგარიშებით 220, 343, 573 და 500 კგ შეადგენს.

ფრაქციების ზრდის მიხედვით ყველა ვარიანტში მცირდება ფესვების სიგრძე, ხოლო მათი ზედაპირის ფართი და წონა შებრუნებულ სურათს გვაძლევს.

გამოცდილი ვარიანტიდან როგორც ფესვების სავრთო სიგრძის, მათი ზედაპირის ფართისა და წონის, ისე აქტიური (<2 მმ) ფესვების სიგრძის, ზედაპირის ფართისა და წონის მიხედვით პირველ ადგილს მე-4 ვარიანტი იკავებს და მოსავლიანობის მატებაც ამ ვარიანტში აღწევს მაქსიმუმს (29%).

ვარიანტების შესაბამისად აქტიური ფესვების (<2 მმ) სიგრძე 45—60%, ზედაპირის ფართი 16—24%, ხოლო წონა 8—13% ფარგლებში მერყეობს. ამიტომ ფესვების აქტიურობის მიხედვით შეფასების ღროს ძირითადი მნიშვნელობა აქვს მათს მთლიან სიგრძეს და არა ზედაპირის მთლიან ფართსა და წონას.

საქართველოს სსრ სოფლის მეურნეობის
სამინისტროს მეხადეობის, შეეწინააღმდეგებინა
და შეღვევითვის ინსტიტუტი

(შემოვიდა 7.6.1974)

РАСТЕНИЕВОДСТВО

Д. И. ОНИАНИ

ВЛИЯНИЕ ГЛУБОКОГО РЫХЛЕНИЯ ЛУГОВО-АЛЛЮВИАЛЬНЫХ ПОЧВ В МЕЖДУРЯДЬЯХ ВИНОГРАДНИКА НА РОСТ И РАЗВИТИЕ КОРНЕВОЙ СИСТЕМЫ

Резюме

По вариантам опыта изучено влияние глубокого рыхления лугово-аллювиальных суглинчатых почв в междурядьях виноградника на распределение корневой системы по слоям почвы 0—20, 20—40, 40—60.

60—80 и 80—100 см, на длину и вес корней, в том числе активных корней. Наилучшие результаты получены при проведении глубокого рыхления до 50—60 см в 3 года раз.

PLANT GROWING

D. I. ONIANI

THE EFFECT OF DEEP INTER-ROW HOEING OF MEADOW-
ALLUVIAL SOILS OF VINEYARDS ON THE GROWTH OF
THE ROOT SYSTEM

Summary

The effect of deep inter-row hoeing of meadow-alluvial loam soils on the growth and development of the root system was studied in various experiments.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. ჯ. ონიანი. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 65, № 1, 1972.
2. Н. П. Бузин. Сад и огород, 9, 1952.
3. П. М. Бушин. ДАН УзССР, 2, 1957.
4. П. И. Литвинюв. Автореферат, Воронеж, 1958.
5. А. А. Рыбаков, Ю. М. Джавакянц. Сад и огород, 10, 1959.

М. И. ГАЧЕЧИЛАДЗЕ

РАЗВИТИЕ ЗАРОДЫШЕВОГО МЕШКА ТИПА *OENOTHERA*

(Представлено академиком В. Л. Менабде 28.5.1974)

Своеобразие процесса развития зародышевого мешка типа *Oenothera* по сей день является характерным и устойчивым признаком всего семейства онагровых [1]. Зародышевый мешок, как правило, берет начало с микропилярной макроспоры, является униполярным, и конечное его формирование происходит вследствие всего лишь двух митотических делений [2—5].

Нами изучались последовательные фазы развития зародышевого мешка у *Epilobium hirsutum* L., которые в основном, как и следовало ожидать, не выходят за пределы рамок развития зародышевого мешка типа *Oenothera*.

На ранних фазах развития семязачки среди клеток нуцеллуса начинает выделяться крупная, богатая плазмой археспоральная клетка. Она непосредственно превращается в материнскую клетку макроспор, которая, претерпев I и II деление мейоза, дает начало четырем линейно расположенным клеткам макроспор. Свободные концы верхней и нижней макроспор заостренные, средние же макроспоры четырехугольной формы. После возникновения верхняя микропилярная макроспора, по сравнению с остальными тремя, несколько увеличивается в размерах (рис. 1), а ядро ее делится митотически. Продольная ось веретена этого первого митоза расположена вдоль оси зародышевого мешка, в связи с чем возникшие два ядра, как правило, расположены одно под другим в микропилярной части зародышевого мешка (рис. 2).

Похожие по форме и строению эти два ядра во время второго митоза резко отличаются ориентировкой ахроматинового веретена, в частности, их веретена, как правило, взаимно перпендикулярны (рис. 3). Полюса веретена верхнего ядра расположены поперек оси зародышевого мешка, а продольная ось веретена нижнего ядра и зародышевого мешка совпадают. Отмеченная ориентировка веретен ядер во время второго митоза типична. Вследствие этого деления из четырех ядер два верхних располагаются поперечно, а два нижних — одно под другим. За четырехъядерной стадией следует дифференциация зародышевого мешка. Из верхних двух ядер образуются синергиды удлиненной формы, своими концами замыкающие свод микропиле; на верхних, заостренных концах синергид ясно вырисовываются крючкообразные выросты; нижнюю часть клеток занимает хорошо выраженная вакуоля, небольшие ядра же располагаются в верхней, богатой плазмой части. Яйцеклетка и полярное ядро образуются из нижних двух ядер. Яйцеклетка расположена между синергидами, ее нижняя, расширенная часть, богатая плазмой, содержит ядро, вакуоля же занимает верхнюю часть клетки. Центральная клетка содержит лишь единственное — микропилярное полярное ядро [4, 5].

Своеобразная поляризация зародышевого мешка типа *Oenothera*, как известно, обуславливает отсутствие наличия в халазальной части его элементов.

Поведение ядер в процессе развития зародышевого мешка типа *Oenothera* в некоторой мере интересно в связи с высказанными предположениями о генезисе зародышевых мешков покрытосеменных



Рис. 1

растений. Генезис зародышевого мешка покрытосеменных с давних пор привлекает внимание исследователей. С этой точки зрения особый интерес представляет своеобразная поляризация зародышевых мешков (перемещение ядер к противоположным полюсам на двухъядерной фазе), которая обуславливает возникновение четверки ядер на микропиларном и халазальном концах и тем самым конечную конструкцию зародышевого мешка. Некоторые исследователи связывают этот процесс с вакуолизацией зародышевого мешка [6—8], другие — с его интенсивным ростом на двухъядерной стадии, а также с движением цитоплазмы [9]. Фагерлинд [10] и Е. Н. Герасимова-Навашина

[11, 12] возможной причиной перемещения ядер считают взаимное отталкивание сестринских ядер митотическими силами.

Поляризация зародышевого мешка типа *Oenothera* весьма своеобразна. В этом случае на двухъядерной фазе, в отличие от других зародышевых мешков, оба ядра остаются в микропилярной части. При этом особое внимание привлекает, как указывалось выше, совпадение оси веретена первого митоза с продольной осью зародышевого мешка (рис. 2). В данном случае расположение веретена и возникших при этом митозе ядер идентично расположению ядер в тех зародышевых мешках, в которых ядра перемещаются к противоположным полюсам. Здесь же, в зародышевых мешках типа *Oenothera*, оба ядра остаются в микропилярной части. Это обстоятельство и ставит под сомнение существование митотических взаимоотталкивающих сил, обуславливающих перемещение ядер.

Если бы веретено ориентировалось поперечно (схема 1,6), тогда еще можно было бы допустить воздействие митотических сил на ядра; можно было бы допустить, что под действием митотических сил ядра отталкиваются и перемещаются к боковым стенкам зародышевого мешка, где их дальнейшему движению препятствует механический барьер — стенки зародышевого мешка.

В случае же типа *Oenothera* полюса веретена во время первого митоза направлены к противоположным — микропилярному и халазальному концам зародышевого мешка, соответственно и ядра, возникшие при этом делении, расположены друг под другом. Если на ядра действовали бы взаимоотталкивающие митотические силы, тогда нижнее ядро могло бы свободно двигаться по направлению халазы зародышевого мешка (рис. 2), так как в этом направлении до попадания ядра в халазальную часть не имеется механического барьера в виде стенки зародышевого мешка.

Необходимо отметить, что по классификациям типов зародышевых мешков покрытосеменных [1, 9] в зародышевом мешке типа *Oenothera* на двухъядерной фазе ядра расположены поперечно в микропилярной части зародышевого мешка (схема по И. Д. Романову, 1971), что не соответствует существующему расположению ядер. На двухъядерной фазе расположение ядер друг под другом (рис. 2) и полученный результат при последующем митозе определяют то типичное расположение синергид, яйцеклетки и полярного ядра во время дифференциации зародышевого мешка (рис. 4, 5), которое имеет место в зародышевом мешке типа *Oenothera*.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт ботаники

(Поступило 20.6.1974)

ბოტანიკა

ა. ბაჩიჩილაძე

OENOTHERA-ის ტიპის ჩანასახის პარკის განვითარება

რეზიუმე

შესწავლილია *Epilobium hirsutum* L.-ის ჩანასახის პარკის განვითარება, რომელიც საწყისი იღებს ზედა მაკროსპორადან. ჩანასახის პარკის საბოლოო

Своеобразная поляризация зародышевого мешка типа *Oenothera* как известно, обуславливает отсутствие наличия в халазальной части его элементов.

Поведение ядер в процессе развития зародышевого мешка типа *Oenothera* в некоторой мере интересно в связи с высказанными предположениями о генезисе зародышевых мешков покрытосеменных



Рис. 1

растений. Генезисе зародышевого мешка покрытосеменных с давних пор привлекает внимание исследователей. С этой точки зрения особый интерес представляет своеобразная поляризация зародышевых мешков (перемещение ядер к противоположным полюсам на двухъядерной фазе), которая обуславливает возникновение четверки ядер на микропиларном и халазальном концах и тем самым конечную конструкцию зародышевого мешка. Некоторые исследователи связывают этот процесс с вакуолизацией зародышевого мешка [6--8], другие — с его интенсивным ростом на двухъядерной стадии, а также с движением цитоплазмы [9]. Фагерлинд [10] и Е. Н. Герасимова-Навашина



[11, 12] возможной причиной перемещения ядер считают взаимное отталкивание сестринских ядер митотическими силами.

Поляризация зародышевого мешка типа *Oenothera* весьма своеобразна. В этом случае на двухъядерной фазе, в отличие от других зародышевых мешков, оба ядра остаются в микропилярной части. При этом особое внимание привлекает, как указывалось выше, совпадение оси веретена первого митоза с продольной осью зародышевого мешка (рис. 2). В данном случае расположение веретена и возникших при этом митозе ядер идентично расположению ядер в тех зародышевых мешках, в которых ядра перемещаются к противоположным полюсам. Здесь же, в зародышевых мешках типа *Oenothera*, оба ядра остаются в микропилярной части. Это обстоятельство и ставит под сомнение существование митотических взаимоотталкивающих сил, обуславливающих перемещение ядер.

Если бы веретено ориентировалось поперечно (схема 1,б), тогда еще можно было бы допустить воздействие митотических сил на ядра; можно было бы допустить, что под действием митотических сил ядра отталкиваются и перемещаются к боковым стенкам зародышевого мешка, где их дальнейшему движению препятствует механический барьер — стенки зародышевого мешка.

В случае же типа *Oenothera* полюса веретена во время первого митоза направлены к противоположным — микропилярному и халазальному концам зародышевого мешка, соответственно и ядра, возникшие при этом делении, расположены друг под другом. Если на ядра действовали бы взаимоотталкивающие митотические силы, тогда нижнее ядро могло бы свободно двигаться по направлению халазы зародышевого мешка (рис. 2), так как в этом направлении до попадания ядра в халазальную часть не имеется механического барьера в виде стенки зародышевого мешка.

Необходимо отметить, что по классификациям типов зародышевых мешков покрытосеменных [1, 9] в зародышевом мешке типа *Oenothera* на двухъядерной фазе ядра расположены поперечно в микропилярной части зародышевого мешка (схема по И. Д. Романову, 1971), что не соответствует существующему расположению ядер. На двухъядерной фазе расположение ядер друг под другом (рис. 2) и полученный результат при последующем митозе определяют то типичное расположение синергид, яйцеклетки и полярного ядра во время дифференциации зародышевого мешка (рис. 4, 5), которое имеет место в зародышевом мешке типа *Oenothera*.

Академия наук Грузинской ССР
Институт ботаники

(Поступило 20.6.1974)

ბოტანიკა

В. ბანიშვილი

OENOTHERA-ის ტიპის ჩანასახის პარკის განვითარება

რეზიუმე

შესწავლილია *Epilobium hirsutum* L.-ის ჩანასახის პარკის განვითარება, რომელიც საწყისი იღებს ზედა მაკროსპორადან. ჩანასახის პარკის საბოლოო

ფორმირება მოიცავს ორ მიტოზურ დაყოფას. დიფერენცირებული უნიპოლარული ჩანასახის პარკი შეიცავს კვერცხუჯრედის აპარატს და ცენტრალურ უჯრედს ერთდერტი პოლარული ბირთვით. აღსანიშნავია, რომ პირველი მიტოზის დროს თითისტარას მდებარეობა თანხვედბა ჩანასახის პარკის სიგრძე ღერძს, რაც საეჭვოს ხდის მკვლევართა მიერ გამოთქმულ მოსაზრებას ყუავილოვანთა ჩანასახის პარკში ორბირთვიან ფაზაზე ბირთვების გადაადგილებაზე მიტოზური ძალების შემოქმედების შესახებ.

BOTANY

M. I. GACHECHILADZE

DEVELOPMENT OF THE *OENOTHERA*-TYPE EMBRYO SAC

Summary

The development of the embryo sac of *Epilobium hirsutum* L., which takes rise from the upper macrospore, has been studied. The *Oenothera*-type embryo sac assumes its final form only after two mitotic divisions. A differentiated, unipolar embryo sac contains the egg apparatus and the central cell with a single polar nucleus. Notably, at the time of the first mitosis the spindle situation coincides with the longitudinal axis of embryo sac, which throws doubt on the views of some authors regarding the influence of mitotic forces on the transference of nuclei in the embryo sacs of flowering plants in the binucleate phase.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. П. Марешвари. Эмбриология покрытосеменных. М., 1954.
2. W. Hofmeister. Bot. Ztg., 5, 1847.
3. I. M. Geerts. Ber. deutsch. bot. Gesell., 26 A, 1908.
4. I. S. Modilewsky. Ber. deutsch. bot. Gesell., 27, 1909.
5. A. Johansen. Bulletin of the Torrey Botanical Club, vol. 56, No. 6, June, 1929.
6. F. Rutgers. Ann. Gard. Bot. Buitenzorg., 33, 1923.
7. D. Simoni. Lavori eseguiti nell' Instituto di Bot. generale dell' Universitadi zurigo, sep. 11, 23, 1938.
8. J. Eimè. Botaniste, 49, № 1—4, 1965.
9. И. Д. Романов. Проблемы эмбриологии. Киев, 1971.
10. F. Fagerlind. Arkiv f. Bot., Bd. 311, № 1, 1944.
11. Е. Н. Герасимова-Навашина. Двойное оплодотворение покрытосеменных, его природа и происхождение. Автореферат, Л., 1954.
12. Е. Н. Герасимова-Навашина. Проблемы эмбриологии. Киев, 1971.



ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

Г. Г. МАМУЛАШВИЛИ

ПЕРЕДАЧА ВОЗБУЖДЕНИЯ В СТЕБЛЕ РАСТЕНИЯ
(*CUCURBITA MAXIMA*) ПРИ КРАТКОВРЕМЕННЫХ
НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ

(Представлено академиком Н. Н. Кецохели 15.4.1974)

В настоящее время многими авторами исследуются распространяющиеся биоэлектрические потенциалы, или потенциалы действия (ПД), с целью изучения физиологической роли последних в организме растения [1—4].

ПД возникают при химическом и физическом раздражении различных органов растения — листа, стебля, корня. Существует мнение, что одним из наиболее чувствительных органов является корень [5]. Тогда корень действительно должен иметь преимущества в восприятии возбуждения. Поэтому изучение особенностей восприятия возбуждения различными органами, в частности между корнем и стеблем, видимо, позволит выявить место возникновения ПД от воспринимающей и проводящей ткани и, надо надеяться, поможет расшифровать механизм передачи ПД. В наших исследованиях мы в основном пользовались трехэлектродным методом регистрации разности электрических потенциалов.

В ранее проведенных исследованиях способности корня и стебля к передаче возбуждения при различных раздражителях, при акропетальном и базипетальном распространении возбуждения проявилась одна и та же закономерность: биоэлектрическая реакция регистрировалась в стебле растения и не регистрировалась в корне [6]. Это заставило нас провести сравнительное изучение потенциалов корня и стебля; в качестве раздражителя служил контакт различных частей корня и стебля (~1 сек) с охлажденной водой +1°C; 0; —2°C.

На рис. 1 приведены схема и результаты одного из таких экспериментов. В момент, отмеченный стрелкой 1, корень погружали в охлажденный раствор Кнопа наполовину. Через 45 сек раствор поднимали до уровня 1 см ниже корневой шейки (2), затем погружали корневую шейку (3). Через несколько секунд после контакта охлажденного раствора с корневой шейкой возникал импульс (J), бездекрементно (без затухания) распространяющийся вдоль гипокотыля. После получасовой экспозиции корня в растворе нормальной температуры на стебель над корневой шейкой наносили каплю ледяной воды. Сразу же после нанесения раздражения (4) возникал аналогичный импульс (J). Затем проводили быстрый срез корня под корневой шейкой (5) и после получасовой экспозиции срезанного торца в растворе Кнопа нормальной температуры погружали торец в охлажденный раствор (6). Полученные данные показали, что охлаждение корня не вызывает распространяющегося ПД, в то время как охлаждение стебля дает одинаковый эффект как при наличии корня, так и после его удаления.

Такой переход от невозбудимости к появлению ПД совершается на очень малом расстоянии в зоне корневой шейки, которая, вероятно, характеризуется специфическими функциями. Предположение о регулирующей роли корневой шейки в метаболизме растений было высказано в работе [7]. Интересно отметить, что на коротком участке зоны корневой шейки, равном зачастую нескольким миллиметрам, происходит перестройка общего строения корня, связанная с превращением его в стебель, и в частности перестройка проводящих пучков. Вероятно, подобная перестройка имеет преимущества для распространения возбуждения.

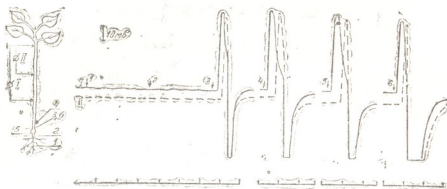


Рис. 1. ПД, возникающие при кратковременном охлаждении стебля (3, 4, 6), при срезе корня (5); при охлаждении корня (1, 2) ПД не возникают; отметка времени — 15 сек

Следует отметить, что на способность корня генерировать распространяющиеся ПД указывала, независимо от нас, Пикард [8].

Таким образом, по-видимому, ткани корня и стебля сильно отличаются по способности генерировать и проводить ПД. Охлаждение со временем 1 сек приводит к появлению бездекрементно распространяющегося ПД, приложенного к поверхностным тканям стебля, но не корня. Не исключено, что порог раздражения для этих тканей различны. Возможно также, что охлаждение всех тканей не происходит одновременно. По-видимому, большая зона коровой паренхимы охлаждается постепенно, и для проводящих пучков корня, заключенных в глубине центрального цилиндра, охлаждение не является внезапным, они успевают адаптироваться к изменившимся условиям. Тем самым мы не склонны отрицать принципиальной возможности генерации ПД в корне. Однако эти ПД не могут быть зарегистрированы экстраклеточно даже в том случае, когда раздражение корня хлористым калием определенно передается в стебель и когда при этом же способе отведения в стебле регистрируется ПД. Но, если в проводящих пучках корня и генерируются распространяющиеся ПД, электрический барьер, находящийся между центральным цилиндром и поверхностными клетками (возможно, эндодерма), не позволяет зарегистрировать ПД при экстраклеточном отведении либо с помощью микроэлектродов, введенных в клетки корня.

Итак, кратковременное локальное охлаждение стебля растения (не влияя на гидродинамику) приводит к возникновению бездекрементно распространяющегося ПД. Переход от невозбудимости к возбудимости происходит в зоне корневой шейки.

В связи с приведенными данными, наряду с другими важными физиологическими процессами (фотосинтез, транспирация и др.), нам

представляются целесообразными дальнейшие исследования способности растительного организма, различных его органов к генерации и распространению бездекрементно биоэлектрической реакции при действии такого важного фактора, как колебание температуры окружающей среды в широком диапазоне (от +3 до -30°C) при изучении морозостойчивости растений.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт кибернетики

(Поступило 5.5.1974)

მცენარეთა ფიზიოლოგია

ბ. მამულაშვილი

აღზნების გადაცემა მცენარის (*CUCURBITA MAXIMA*)
 ღეროში ხანმოკლე დაბალი ტემპერატურის ზემოქმედებით

რ ე ზ ი ე მ ე

ქმედითი პოტენციალები აღირიცხება მცენარის ღეროში პოტენციალთა სხვაობის უკრედგარეშე რეგისტრაციის საშუალებით (1 სმ ფესვის ყელის ზემოთ) ფესვში კი ქმედითი პოტენციალი არ აღირიცხება (1 სმ ფესვის ყელის ქვემოთ). ფესვის სხვადასხვა ნაწილების ხანმოკლე გაცივება (-2°) არ იწვევს ქმედითი პოტენციალის წარმოქმნას ღეროში, ხოლო ფესვის ყელის და ღეროს ქსოვილების გაცივება იწვევს ქმედითი პოტენციალის გადაცემას ღეროში. გაკეთებულია დასკვნა ფესვისა და ღეროს ქსოვილების აღზნებადობის უნარიანობის შესახებ. განიხილება ამ მოვლენების შესაძლო მიზეზები.

PLANT PHYSIOLOGY

G. G. MAMULASHVILI

TRANSFER OF EXCITATION IN THE PLANT STEM
 (*CUCURBITA MAXIMA*) UNDER TRANSITORY LOW-
 -TEMPERATURE INFLUENCES

Summary

Action potentials can be registered in the stem (1cm above the root neck) but not in the root (1cm below the root neck). Transitory cooling of different root sites down to -2°C does not induce action potentials in the stem, while cooling of the root neck and the stem tissues induces propagating impulses.

Therefore, the tissues of the stem and the root differ in their ability to perceive and to transfer the excitation. The possible reasons of this phenomenon are discussed.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. И. Гунар, А. М. Сиюхин. Физиол. раст., т. 10, вып. 3, 1963.
2. В. В. Горчаков. Сб. «Кибернетика в растениеводстве». М., 1967.
3. А. И. Духовный. Биоэлектрическая реакция женских генеративных органов кукурузы при опылении. Автореферат, Кишинев, 1969.
4. В. А. Опригов, В. А. Қалинин, В. О. Крауз. Труды симпозиума «Механизмы поглощения веществ растительной клетки». Иркутск, 1971.
5. А. М. Сиюхин, В. В. Горчаков. Физиол. раст., т. 13, вып. 5, 1966.
6. Г. Г. Мамулашвили, М. С. Красавина, О. О. Лялин. Физиол. раст., т. 19, вып. 3, 1972.
7. Г. В. Лебедев, Е. Д. Сабининз, В. Г. Егоров, В. И. Савицкая, Н. Ф. Берко. ДАН СССР, т. 176, 1967.
8. В. Q. Pickard. Planta, v. 102, n. 2, 1972.

ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

Р. С. РИЖИНАШВИЛИ, В. М. МОСИДЗЕ

ЗНАЧЕНИЕ КОМИССУРАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ МОЗГА
В ЛАТЕРАЛИЗАЦИИ СНА И БОДРСТВОВАНИЯ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. Н. Ошани 3.6.1974)

Исследования ряда авторов [1—3] показали, что каждая половина мезэнцефалической ретикулярной формации (МРФ) влияет главным образом на электрическую активность коры гомолатеральной гемисферы, но, вместе с тем, некоторое влияние оказывает и на контралатеральное полушарие.

Установлено, что в результате одностороннего повреждения МРФ у животных в электрической активности коры больших полушарий возникает асимметрия, которая сохраняется недолго. Эксперименты, проведенные в острых опытах на кураризованных кошках [3], показали, что синхронизированная активность, возникающая после одностороннего повреждения ствола на уровне среднего мозга, затухает через 1,5—2 часа, а в хронических условиях она исчезает через 5—8 дней [2]. Из этих исследований остается неясным, за счет каких мозговых структур наступает такая быстрая компенсация синхронизированной активности и какова роль комиссуральной системы в данном процессе.

Целью проведенной работы являлось изучение роли мозговых комиссур в латерализации сна и бодрствования.

Электрофизиологические опыты проводились в хронических условиях на 10 кошках, у которых были вживлены в симметричные участки сенсомоторной коры константановые электроды диаметром 0,2 мм. Электрическая активность отводилась монополярно (индифферентный электрод фиксировался на затылочной кости). Запись электрической активности производилась на 16-канальном чернильнопишущем электроэнцефалографе.

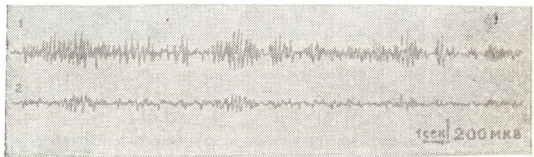


Рис. 1. ЭЭГ кошки с интактной комиссуральной системой после левосторонней гемисекции ствола мозга (4-й день после операции): 1 — левая сенсомоторная кора, 2 — правая сенсомоторная кора

Глубокое расщепление мозга, т. е. среднесагиттальная перерезка мозолистого тела, промежуточной массы, гиппокампальной, хабенулярной, передней и задней комиссур, производилось за 1—1,5 месяца до

одностороннего повреждения ствола мозга. Гемисекции производились на разных уровнях (большой частью на уровне передних бугров четверохолмия). Исследования на животных после операции проводились в течение длительного времени. По окончании экспериментов кошки забивались, мозг извлекался и определялись объем перерезки мозговых комиссур, величина и уровень повреждения ствола мозга.

В первой серии опытов у интактных кошек устанавливался фон электрической активности во время бодрствования и сна, а затем производилась гемисекция ствола мозга. У интактных животных в фоновой ЭЭГ во время сна и бодрствования не отмечалось никаких признаков асимметрии. После гемисекции ствола мозга у кошек спонтанные всплески веретен регистрировались в обоих полушариях, но на стороне перерезки веретена всегда были большей амплитуды и лучше выражены, чем в контралатеральном полушарии (рис. 1). Синхронизированная активность, вызванная гемисекцией у кошек, полностью исчезала в обоих полушариях на 5—7-й день после операции. Эти факты согласуются с данными Кордо и Манча [2]. Следует отметить, что затухание веретен в контралатеральном полушарии происходило раньше, чем на стороне гемисекции. Эти данные еще раз указывают на то, что каждая половина ретикулярной формации ствола мозга связана преимущественно с ипсилатеральным полушарием.

С целью установления роли комиссуральной системы мозга в билатерализации синхронизированной активности, вызванной гемисекцией ствола мозга, опыты были проведены на кошках с предварительно расщепленным мозгом.

Сперва у комиссуротомированных кошек изучалась фоновая электрическая активность во время бодрствования и сна, а затем производилась гемисекция ствола мозга. Следует отметить, что у животных с расщепленным мозгом латерализация сна и бодрствования никогда не наблюдалась. Эти данные согласуются с наблюдениями Сперри [4], проведенными на комиссуротомированных пациентах.

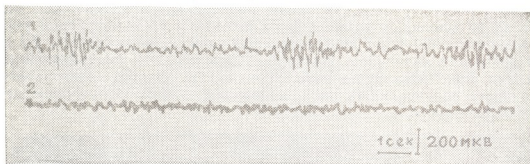


Рис. 2. ЭЭГ кошки с расщепленным мозгом после левосторонней гемисекции ствола мозга (27-й день после операции). На стороне гемисекции (1) регистрируется синхронизированная активность с веретенами, а на интактной стороне (2) — десинхронизация

После же гемисекции на уровне передних бугров четверохолмия у животных с расщепленным мозгом синхронизированная активность с веретенами возникала только в гомолатеральном полушарии. Так, во время бодрствования животного в «интактном» полушарии регистрировалась десинхронизация, в то время как в полушарии на стороне гемисекции регистрировалась синхронизированная активность с веретенами (рис. 2). Такая латерализация сна и бодрствования у животных с расщепленным мозгом отмечалась на протяжении 25—32 дней. В том случае, когда у животных с расщепленным мозгом гемисекция произ-



водилась на премезэнцефалическом уровне, в гомолатеральном полушарии возникали медленные высокоамплитудные волны, а на «интактной» стороне (во время бодрствования животного) регистрировалась десинхронизация. Такая функциональная асимметрия через 3—4 недели сменялась функциональной симметрией, т. е. во время бодрствования животного в обоих полушариях одновременно наступала десинхронизация ЭЭГ. Таким образом, эксперименты показали, что у животных с расщепленным мозгом при одностороннем повреждении стволовых структур возникает длительная латерализация сна и бодрствования. Полученные нами данные указывают на то, что в билатерализации синхронизированной активности, вызванной гемисекцией ствола мозга, важную роль играет комиссуральная система.

Тот факт, что у животных с интактной комиссуральной системой синхронизированная активность после гемисекции затухает намного быстрее (через 5—7 дней), чем у животных с расщепленным мозгом (через 25—32 дня), дает основание полагать, что «интактное» полушарие через комиссуральную систему оказывает на поврежденную сторону тоническое десинхронизирующее влияние, тем самым способствуя быстрому восстановлению исходной электрической активности. У животных же с расщепленным мозгом компенсация синхронизированной активности на стороне гемисекции, видимо, происходит за счет структур, лежащих роstralнее уровня перерезки.

Академия наук Грузинской ССР

Институт физиологии

(Поступило 6.6.1974)

აღიანიანა და ცხოველთა ფიზიოლოგია

რ. რიზინაშვილი, ვ. მოსიძე

თავის ტვინის კომისურალური სისტემის მნიშვნელობა ძილისა და ღვიძილის ლატერალიზაციაში

რეზიუმე

ცდები ტარდებოდა კატებზე ქრონიკულ პირობებში. დადგენილია, რომ ტვინის ღეროს ჰემისექცია შუა ტვინის დონეზე ტვინგაყოფილ ცხოველებში იწვევს ძილისა და ღვიძილის ხანგრძლივ ლატერალიზაციას (25 ან 32 დღემდე).

HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY

R. S. RIZHINASHVILI, V. M. MOSIDZE

THE ROLE OF THE COMMISSURAL SYSTEM OF THE BRAIN IN THE LATERALIZATION OF SLEEP AND WAKEFULNESS

Summary

The study was carried out on chronic cats. The commissural system of the brain was found to play the main role in the bilateralization of the synchronous activity evoked by the hemisection on the midbrain level. It is shown that the brain stem hemisection in split brain animals results in long-lasting lateralization of sleep and wakefulness (from 25 to 32 days).

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. A. Mollica. Arch. Sci. Biol., 40, 179, 1956.
2. J. P. Cordeau, M. Mancía. Arch. Ital. Biol., 96, 374, 1958.
3. С. П. Нарикашвили и Э. С. Мошала. Вопросы нейрохирургии, 1, 26, 1962.
4. R. W. Sperry. In: J. C. Eccles (ed.), Brain and Conscious Experience, Study Week, Vol. 50, Springer, Berlin, 298, 1966.



ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

А. А. УНГИАДЗЕ

О ФУНКЦИОНАЛЬНОМ ВЗАИМООТНОШЕНИИ МЕЖДУ
ЭНТОРИНАЛЬНОЙ ОБЛАСТЬЮ И ГИППОКАМПОМ

(Представлено членом-корреспондентом Академии А. Н. Бакурадзе 6.6.1974)

Гиппокамп обладает обширными эфферентными и афферентными связями со многими структурами мозга. Еще Пейпец [1] высказал предположение, что энторинальная кора, гиппокамп, передние таламические ядра, поясная извилина, гипоталамус и их взаимосвязи составляют гармонически работающий механизм, лежащий в основе возникновения эмоций и участвующий в их выражении. Одним из основных афферентных входов в гиппокамп является височно-аммонов тракт, идущий через латеральные области энторинальной коры к аммонову рогу [2, 3]. Количество аксонов нейронов височной области, проникающих в гиппокамп в составе перфорантного и альвеарного трактов, и количество контактов, которые они образуют с нейронами в каждом отделе гиппокампа, неодинаковы [4]. Описаны также коллатерали аксонов пирамидных клеток гиппокампа, контактирующие с коллатералами нейронов энторинальной коры [2, 3].

Данные, полученные в опытах на сумчатых (*Trichosurus vulpecula*) с изучением взаимоотношений гиппокампа (поле CA_4) с энторинальной корой, допускают значительную региональную дифференциацию в связях между энторинальной областью и различными частями гиппокампа. Связи между энторинальной областью и вентральным гиппокампом представляются менее обширными, чем с дорсальным отделом гиппокампа [5].

В настоящем сообщении представлены результаты опытов на кошках с изучением взаимоотношений между энторинальной областью и различными частями гиппокампа, его дорсальным и вентральным отделами (поля CA_1 и CA_2).

Эксперименты проводились на кошках. Острые опыты—под нембутальным наркозом (35 мг/кг) В хронических экспериментах, как и в условиях острого опыта, константные электроды диаметром неизолированного кончика 100—150 мк вживлялись в дорсальный и вентральный гиппокампы (поля CA_1 и CA_2) и энторинальную кору при помощи стереотаксического прибора. Электрическая активность структур мозга регистрировалась двухлучевым катодным осциллографом фирмы «Диза электроник». Отведение монополярное. Раздражение прямоугольными импульсами от генератора с высокочастотным выходом. Локализация электродов определялась гистологически на фронтальных срезах мозга.

При одиночном электрическом раздражении энторинальной области в дорсальном и вентральном гиппокампах регистрировались хорошо выраженные стабильные многокомпонентные потенциалы. За начальной электроположительностью длительностью 20—25 мсек и амплитудой 1—2 мВ следовали потенциалы отрицательной полярности, длительностью 10—15 мсек и амплитудой 1—2 мВ.



литудой 200 мкв, следовало отрицательное колебание, после регистрировался еще ряд положительно-отрицательных отклонений (рис. 1, 2). Разницы в ответах полей CA_1 и CA_2 не отмечалось.

При применении парных одиночных раздражений, когда тестирующему раздражению энторинальной коры предшествовала стимуляция дорсального гиппокампа (пороговая — 10 в, 1 в сек, 0,1 мсек), при определенных интервалах между стимулами (120 мсек и меньше) наблюдалось угнетение ответа в контралатеральном вентральном гиппокампе: уменьшалась амплитуда начальной положительной волны и исчезали дополнительные отклонения (рис. 1).

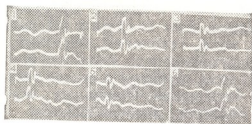
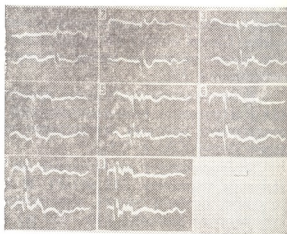


Рис. 1. Ответы вентрального гиппокампа (верхний луч—поле CA_1 , нижний—поле CA_2), вызванные тестирующим раздражением энторинальной коры (перед вызванными потенциалами — артефакт раздражения) (1, 6) и парными раздражениями с различным межстимульным расстоянием между кондиционирующим раздражением (дорсальный гиппокамп) и тестирующим раздражением (2, 3, 4, 5). Калибровка на всех рисунках: 100 мкв, время 100 мсек

Аналогичные изменения ответов наблюдались при применении в качестве кондиционирующего раздражения пачек импульсов (частотой 200 в сек).

Иная картина наблюдалась, если кондиционирующее раздражение применяется в отношении вентрального гиппокампа (рис. 2). Если под

Рис. 2. Ответы дорсального гиппокампа (верхний луч — поле CA_1 , нижний — поле CA_2), вызванные раздражением энторинальной коры (1) и парными раздражениями с различным межимпульсным расстоянием (от 210 до 50 мсек) между кондиционирующим раздражением (вентральный гиппокамп) и тестирующим раздражением энторинальной коры (2, 3, 4, 5, 6, 7)



влиянием раздражения дорсального гиппокампа имело место подавление всех компонентов ответа контралатерального вентрального гиппокампа, вызванного раздражением энторинальной коры, то ответы дорсального гиппокампа облегчались, если раздражению энторинальной области предшествовало раздражение вентрального гиппокампа: возрастали амплитуды двухфазного потенциала и появлялись дополнительные отклонения.

Различные части гиппокампа, с своей стороны, оказывают неоднородное влияние на ответы энторинальной коры, вызванные стимуляцией контралатерального гиппокампа. Рис. 3 иллюстрирует эффект облегче-

ния этих ответов: с уменьшением межстимульного интервала между кондиционирующим раздражением (вентральный гиппокамп) и тестирующим раздражением (дорсальный гиппокамп) имеет место облегчение ответа, увеличивается амплитуда положительного отклонения.

Рис. 3. Ответы энторинальной коры в ответ на раздражение дорсального гиппокампа (1, 7) и парные одиночные раздражения с различным межимпульсным интервалом (от 400 до 100 мсек), когда тестирующему раздражению дорсального гиппокампа предшествует стимуляция вентрального гиппокампа (2, 3, 4, 5, 6).



Полученные, а также указанные выше литературные данные [5] дают возможность предположить региональные различия в нервных связях энторинальной коры с отдельными частями гиппокампа. Можно заключить о тормозящем влиянии дорсального отдела гиппокампа и облегчающем — вентрального на ответы контралатерального гиппокампа, вызванные раздражением энторинальной коры, и о сходном влиянии на вызванные потенциалы энторинальной области в ответ на раздражение гиппокампа.

Эти данные соответствуют представлению о реципрокном взаимоотношении дорсального и вентрального гиппокампов (16—81и др.).

Академия наук Грузинской ССР
Институт физиологии

(Поступило 7.6.1974)

საქართველოს მედიცინის ინსტიტუტი

ა. შანიკაძე

ენტორინალური ქერქისა და ჰიპოკამპის ფუნქციური
შრტიბრტყმედევის შესახებ

რეზიუმე

კატეგორიაში მწვავე და ქრონიკული ცდების პირობებში შევისწავლეთ ენტორინალური ქერქის ურთიერთობა ჰიპოკამპის დორსალურ და ვენტრალურ ნაწილებთან. ცდის შედეგად დაგადგინეთ, რომ დორსალური ჰიპოკამპი მოქმედებს

შემაკავებლად, ხოლო ვენტრალური — გამადვილებლად კონტრალატერალური ჰიპოკამპის იმ პასუხებზე, რომლებსაც ვლემბულობით ენტორინალური ქერქის გალიზიანებით. ჰიპოკამპი, თავის მხრივ, გავლენას ახდენს ენტორინალურ ქერქზე: დორსალური ჰიპოკამპი მოქმედებს შემაკავებლად, ხოლო ვენტრალური — გამადვილებლად. ეს შედეგები კიდევ ერთი საბუთია იმ კონცეფციის სასარგებლოდ, რომლის თანახმადაც დორსალურ და ვენტრალურ ჰიპოკამპს შორის რეციპროკული ურთიერთობაა.

HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY

A. A. UNGIADZE

ON THE FUNCTIONAL RELATIONSHIP BETWEEN THE ENTORHINAL AREA AND THE HIPPOCAMPUS

Summary

The functional relationship of the dorsal and ventral hippocampus and entorhinal area were studied in adult cats under nembutal anaesthesia and in those with chronically implanted electrodes. The dorsal hippocampus was shown to suppress the responses in the entorhinal area evoked by stimulation of the contralateral ventral hippocampus and the responses in the contralateral hippocampus evoked by entorhinal stimulation. The ventral hippocampus facilitates the entorhinal responses evoked by the dorsal hippocampus stimulation and the responses of the contralateral dorsal hippocampus to the entorhinal stimulation.

The data suggest the functional differentiation of the dorsal and ventral parts of the hippocampus in relation to the entorhinal area.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. I. W. Papez. Arch. Neurol. Psychiat., 38, 1937, 725.
2. R. Lorente de No. J. für Psychol. und Neurol., 45, 1934, 113.
3. R. Y. S. Cajal. Studies of the Cerebral Cortex (Limbic Structures). London, Lloyd-Luke LTD, 1955.
4. В. С. Белокриницкий. Физиол. ж. (УССР), 15, 5, 1969, 652.
5. W. R. Adey, M. D. Sunderland, C. W. Dunlop. Electroenceph. Clin. Neurophysiol., 9, 1957, 2, 309.
6. Н. Н. Дзидзишвили, А. А. Унгиадзе. Материалы 23-го совещания по проблемам ВНД, 1. Горький, 1972, 189.
7. Н. Н. Дзидзишвили, А. А. Унгиадзе. ЖВНД, 19, 2, 1974, 260.
8. В. А. Крауз. ЖВНД, 24, 1, 1974, 33.

ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

Р. А. СВАНИШВИЛИ

КАРДИОДИНАМИКА У СПОРТСМЕНОВ ПРИ МЫШЕЧНОЙ РАБОТЕ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Д. М. Гедеванишвили 27.6.1974)

При изучении функционального состояния сердечно-сосудистой системы важное значение имеет фазовый анализ сердечного сокращения — кардиодинамики во время мышечной работы [1—3].

Известно, что путем изучения длительности фаз сердечного цикла и показателей кардиодинамики можно объективно судить о сократительной способности мышцы сердца. Анализ сдвигов параметров сердечной деятельности в процессе выполнения мышечной работы может быть использован для оценки качества регулирования аппарата кровообращения у спортсменов [4—7].

В лабораторных условиях с целью изучения кардиодинамики при мышечной работе нами экспериментально исследовались 111 квалифицированных спортсменов (мужчин в возрасте 18—26 лет). Исследования проводились полнкардиографическим методом (прибором «Мингограф» — 42—13), при котором велась синхронная запись электрокардиограммы, фонокардиограммы и сфигмограммы сонной артерии по методу Блюмбергера в модификации Холдек и В. Л. Карпмана. Параметры кардиодинамики регистрировались в положении сидя в покое, во время мышечной работы и в восстановительном периоде, на 3, 6 и 20-й минутах отдыха. В качестве физической нагрузки обследуемым давалась работа на велоэргометре фирмы «Элема». Испытуемые выполняли физическую нагрузку 500—600, 1000—1300 и 2000 кгм/мин. Продолжительность каждой нагрузки была равна 5 минутам при pedalировании с частотой 60 об/мин.

Установлено, что при мышечной работе наблюдаются изменения показателей кардиодинамики, в частности уменьшение сердечного цикла, длительности фаз асинхронного и изометрического сокращения, фаз напряжения и изгнания, механической и общей систолы и индекса напряжения миокарда. Внутрисистолический показатель и время изгнания минутного объема при мышечной работе проявляли тенденцию к увеличению (см. таблицу).

Более значительные сдвиги были получены со стороны кардиодинамики у спортсменов во время выполнения мышечной работы — 2000 кгм/мин. Если в состоянии покоя у испытуемых лиц в среднем сердечный цикл был равен $0,880 \pm 15,4$, фаза изометрического сокращения — $0,060 \pm 0,0126$, фаза изгнания — $0,220 \pm 0,025$ и механическая систола — $0,260 \pm 0,025$ сек, то во время данной работы были зарегистрированы следующие изменения показателей кардиодинамики: сердечный цикл в 1-ю минуту работы был равен $0,410 \pm 28$; 3-ю — $0,380 \pm 3,15$; 4-ю — $0,370 \pm 2,84$; 5-ю — $360 \pm 3,15$ сек; фаза изометрического сокращения на 1—5-й минуте доходила до 0: фаза изгнания в 1-ю минуту составляла $0,170 \pm 0,003$; 3-ю — $0,16 \pm 0,0063$; 4-ю — $0,150 \pm 0,0094$; 5-ю — $0,150 \pm 0,0094$

сек; механическая систола в 1-ю— $0,180 \pm 0,0031$; 3-ю— $0,160 \pm 0,0094$; 4-ю— $0,160 \pm 0,0126$; 5-ю— $0,150 \pm 0,0126$ сек.

Из полученных данных видно, что с увеличением мощности мышечной работы у тренированных спортсменов адекватно изменяются показатели кардиодинамики. Так, например, параллельно с уменьшением сердечного цикла во время выполнения всех трех видов работ ($P < 0,001-0,05$), т. е. с учащением сердцебиения (частота сердечных сокращений в минуту доходила в среднем: при первой работе до 103, при второй до 146 и при третьей до 200 ударов), явно выраженные

Средняя длительность фаз сердечного сокращения (сек) и некоторых показателей кардиодинамики спортсменов при мышечной работе

| Фазы и показатели | В покое (сидя) | Мышечная работа, кгм/мин | |
|---------------------------------------|-------------------|--------------------------|--------------------|
| | | 500—600 | 1000—1300 |
| Сердечный цикл | $1090 \pm 0,001$ | $0,580 \pm 0,01$ | $0,410 \pm 0,073$ |
| Фаза асинхронного сокращения | $0,070 \pm 0,001$ | $0,0,0 \pm 0,0013$ | $0,000 \pm 0,001$ |
| Фаза изометрического сокращения | $0,050 \pm 0,001$ | $0,030 \pm 0,001$ | $0,020 \pm 0,0015$ |
| Фаза напряжения | $0,112 \pm 0,001$ | $0,000 \pm 0,0015$ | $0,070 \pm 0,0019$ |
| Фаза изгнания | $0,2,0 \pm 0,002$ | $0,210 \pm 0,0024$ | $0,170 \pm 0,0015$ |
| Механическая систола | $0,310 \pm 0,002$ | $0,240 \pm 0,003$ | $0,150 \pm 0,0037$ |
| Общая систола | $0,380 \pm 0,002$ | $0,250 \pm 0,003$ | $0,2,0 \pm 0,048$ |
| Внутрисистолический показатель (%) | $83,5 \pm 0,3$ | $87 \pm 5,58$ | $89 \pm 8,54$ |
| Индекс напряжения миокарда (%) | $30,9 \pm 0,3$ | $29,8 \pm 4,4$ | $27,7 \pm 5,81$ |
| Время изгнания минутного объема (сек) | $15,5 \pm 3,85$ | $21,6 \pm 4,88$ | $24,5 \pm 5,39$ |

изменения были зарегистрированы: при работе 500—600 кгм/мин со стороны фаз асинхронного сокращения, изометрического сокращения и периода изгнания ($P < 0,001-0,05$), а при работе 1000—1300 кгм/мин—дополнительно к вышеуказанному со стороны механической систолы ($P < 0,05$) и индекса напряжения миокарда ($P < 0,001$).

Изменения, полученные со стороны остальных фаз и показателей кардиодинамики при первой и второй работе, оказались статистически недостоверными. Во время выполнения физической нагрузки 2000 кгм/мин на протяжении 5 минут было выражено явное укорочение сердечного цикла, периода изгнания и механической систолы ($P < 0,001$), а фаза изометрического сокращения была равна 0.

Динамика восстановительного периода показала, что возвращение к исходным величинам показателей кардиодинамики, т. е. стабилизация структуры сердечного сокращения, происходит не одинаково в течение периода стандартных наблюдений — 3 и 6 минут. Приближенные или же полное восстановление длительности фаз до исходных величин покоя обычно достигается на 20-й минуте отдыха.

Таким образом, следует считать, что исследование кардиодинамики у спортсменов при мышечной работе позволяет получить представление о связи между изменением фазовой структуры сердечного сокращения и объемом выполняемой мышечной работы, что следует считать ценной информацией для регулирования тренировочного процесса.

Полученный нами комплекс изменения фазовой структуры сердечного сокращения при всех трех видах мышечной работы в основном укладывается в понятие фазового синдрома гипердинамики [8], что, как

сек; механическая систола в 1-ю— $0,180 \pm 0,0031$; 3-ю— $0,160 \pm 0,0094$; 4-ю— $0,160 \pm 0,0126$; 5-ю— $0,150 \pm 0,0126$ сек.

Из полученных данных видно, что с увеличением мощности мышечной работы у тренированных спортсменов адекватно изменяются показатели кардиодинамики. Так, например, параллельно с уменьшением сердечного цикла во время выполнения всех трех видов работ ($P < 0,001-0,05$), т. е. с учащением сердцебиения (частота сердечных сокращений в минуту доходила в среднем: при первой работе до 103, при второй до 146 и при третьей до 200 ударов), явно выраженные

Средняя длительность фаз сердечного сокращения (сек) и некоторых показателей кардиодинамики спортсменов при мышечной работе

| Фазы и показатели | В покое (сидя) | Мышечная работа, кгм/мин | |
|---------------------------------------|-------------------|--------------------------|--------------------|
| | | 500—600 | 1000—1300 |
| Сердечный цикл | $1090 \pm 0,001$ | $0,580 \pm 0,01$ | $0,410 \pm 0,073$ |
| Фаза асинхронного сокращения | $0,070 \pm 0,001$ | $0,000 \pm 0,0013$ | $0,000 \pm 0,001$ |
| Фаза изометрического сокращения | $0,050 \pm 0,001$ | $0,030 \pm 0,001$ | $0,020 \pm 0,0015$ |
| Фаза напряжения | $0,112 \pm 0,001$ | $0,000 \pm 0,0015$ | $0,070 \pm 0,0019$ |
| Фаза изгнания | $0,200 \pm 0,002$ | $0,210 \pm 0,0024$ | $0,170 \pm 0,0015$ |
| Механическая систола | $0,310 \pm 0,002$ | $0,240 \pm 0,003$ | $0,150 \pm 0,0037$ |
| Общая систола | $0,380 \pm 0,002$ | $0,250 \pm 0,003$ | $0,200 \pm 0,0048$ |
| Внутрисистолический показатель (%) | $83,5 \pm 0,3$ | $87 \pm 5,58$ | $89 \pm 8,54$ |
| Индекс напряжения миокарда (%) | $30,9 \pm 0,3$ | $29,8 \pm 4,4$ | $27,7 \pm 5,81$ |
| Время изгнания минутного объема (сек) | $15,5 \pm 3,85$ | $21,6 \pm 4,88$ | $24,5 \pm 5,39$ |

изменения были зарегистрированы: при работе 500—600 кгм/мин со стороны фаз асинхронного сокращения, изометрического сокращения и периода изгнания ($P < 0,001-0,05$), а при работе 1000—1300 кгм/мин—дополнительно к вышеуказанному со стороны механической систолы ($P < 0,05$) и индекса напряжения миокарда ($P < 0,001$).

Изменения, полученные со стороны остальных фаз и показателей кардиодинамики при первой и второй работе, оказались статистически достоверными. Во время выполнения физической нагрузки 2000 кгм/мин на протяжении 5 минут было выражено явное укорочение сердечного цикла, периода изгнания и механической систолы ($P < 0,001$), а фаза изометрического сокращения была равна 0.

Динамика восстановительного периода показала, что возвращение к исходным величинам показателей кардиодинамики, т. е. стабилизация структуры сердечного сокращения, происходит не одинаково в течение периода стандартных наблюдений — 3 и 6 минут. Приближенные или же полное восстановление длительности фаз до исходных величин покоя обычно достигается на 20-й минуте отдыха.

Таким образом, следует считать, что исследование кардиодинамики у спортсменов при мышечной работе позволяет получить представление о связи между изменением фазовой структуры сердечного сокращения и объемом выполняемой мышечной работы, что следует считать ценной информацией для регулирования тренировочного процесса.

Полученный нами комплекс изменения фазовой структуры сердечного сокращения при всех трех видах мышечной работы в основном укладывается в понятие фазового синдрома гипердинамики [8], что, как



Д. Ф. МЕШВЕЛИШВИЛИ

ВЛИЯНИЕ ИНТРАПЕРИТОНЕАЛЬНОГО ВВЕДЕНИЯ ИПРАЗИДА И ТРАНСАМИНА НА РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ФОНДА БИОГЕННЫХ АМИНОВ В ФРОНТАЛЬНОЙ ДОЛЕ КОРЫ И БЕЛОГО ВЕЩЕСТВА ПОДКОРКИ МОЗГА КРЫС

(Представлено академиком П. А. Кометвиани 19.4.1974)

В литературе имеются указания на то, что биогенные амины должны принимать непосредственное участие в психической деятельности человека и животных, в формировании и сохранении следовых процессов в ЦНС [1—4]. С целью выяснения роли биогенных аминов в механизмах памяти применяются нейротропные вещества, которые свой эффект на функцию мозга оказывают участием в обмене биогенных аминов. К таким нейротропным веществам принадлежат ипразид и транс-амин-ингибиторы моноаминоксидазы (МАО).

Ранее проведенными исследованиями [5, 6] нами было показано, что интраперитонеальное (ИП) введение ипразида и трансаминна вызывает ухудшение способности крыс решать лабиринтные задачи. Восстановление памяти происходило через 24, 72 и 48 часов после введения ипразида (0,4 и 4 мг/кг) и трансаминна (4 мг/кг) соответственно. Следует отметить, что нормализация памяти во всех случаях происходила на фоне заторможенной МАО.

В настоящем сообщении приводятся данные изменения уровня биогенных аминов (дофамина, адреналина, норадреналина и серотонина) в условиях ИП введения ипразида и трансаминна в фронтальную долю коры и белого вещества подкорки мозга крыс. Количество биогенных аминов мы определяли тонкослойной хроматографией дансил-производных моноаминов [7]. Полученные данные суммированы на рис. 1.

Как видно из рис. 1, ИП введение ипразида и трансаминна вызывает резкое повышение уровня биогенных аминов в исследуемых областях головного мозга. Особенно сильные сдвиги наблюдаются при ИП введении ипразида (4 мг/кг). Этот эффект выражен в меньшей степени в опытах с введением трансаминна. При ИП введении 4 мг/кг ипразида уровень серотонина возрастает в 8—11 раз. Повышение содержания серотонина в мозгу во времени совпадает с максимальным ухудшением памяти крыс. В этих же условиях опыта наблюдается увеличение содержания норадреналина, но по сравнению с серотонином в меньшей степени. Количественные изменения адреналина и дофамина выражены слабее, в особенности в опытах с трансаминном. Сравнительный анализ данных изменения распределения биогенных аминов в мозгу показал, что увеличение их содержания более резко проявляется в подкорковых образованиях белого вещества, где их уровень в норме (в частности, серотонина) больше [4], а активность МАО выражена слабее [5, 6]. Содержание биогенных аминов после восстановления памяти оставалось повышенным.

Следовательно, тот факт, что восстановление памяти происходит на фоне заторможенной МАО при повышенном уровне биогенных аминов, указывает на то, что ингибирование МАО активности на 40—

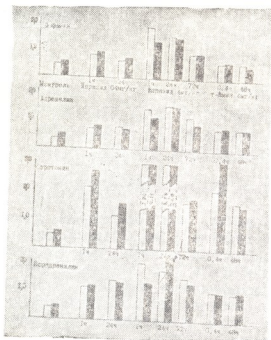


Рис. 1. Влияние ИП введения ингибира и трансаминна (Т-амин) на распределение фонда биогенных аминов в фронтальной доле коры (белые столбики) и подкорки белого вещества (черные столбики) мозга крыс. Количество биогенных аминов выражено в мкг/г свежей ткани на ординате, на абсциссе — время на часах после введения ингибиторов

45% [5, 6] и повышение общего уровня катехоламинов (дофамина, адреналина, норадреналина) и серотонина в мозгу не являются коррелирующим биохимическим показателем в психонервном поведении крыс в Т-образном лабиринте.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 25.4.1974)

ბიოქიმია

ჯ. მახვილიშვილი

იპრაზიდისა და ტრანსამინის ინტრაპერიტონეალური შეყვანის გავლენა ბიოგენური ამინების ბანაჟილებაზე ვირთაგვას თავის ტვინის ფრონტალური უბნის ძირის ძირისა და ძირძვეთა თეთრ ნივთიერებაზე

რეზიუმე

იპრაზიდის (0,4 და 4 მგ/კგ) და ტრანსამინის (4 მგ/კგ) ინტრაპერიტონეალური შეყვანისას ვირთაგვას ფსიქონერვული ქცევა ცუდდება. პარალელურად თავის ტვინის ფრონტალური უბნის ქერქსა და ქერქქვეშა წარმონაქმნებში მატულობს სეროტონინის და ნორადრენალინის რაოდენობა. შედარებით სუსტი რაოდენობრივი ძვრები აღინიშნება ადრენალინის და დოფამინის გაწაწილებაში. ფსიქონერვული ქცევის გაუმჯობესება აღინიშნება ბიოგენური ამინების მომატებული რაოდენობის ფონზე.

D. F. MESHVELISHVILI

THE INFLUENCE OF INTRAPERITONEAL INJECTION OF
IPRAZIDE AND TRANSAMINE ON THE DISTRIBUTION
OF BIOGENIC AMINES IN CORTICAL AND SUBCORTICAL
WHITE MATTER OF THE RAT BRAIN

Summary

Intraperitoneal injection of iprazide (0.4 and 4 mg/kg) and transamine (4 mg/kg) causes psychoneural behaviour disturbances along with an increase of serotonin and noradrenaline contents in cortical and subcortical white matter of the rat brain. Comparatively small changes have been noted in the quantitative distribution of adrenaline and dopamine. Improvement of psychoneural behaviour is accompanied by an increase in the amount of biogenic amines.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Е. А. Громова. Успехи физ. наук, 1, 3, 1970, 25.
2. M. N. Aprison, G. B. Ferster. J. Neurochem., 6, 1961, 350.
3. D. W. Wooley. The Van Der Hoeven. Science, 139, 1962, 610.
4. Е. А. Громова. Серотонин и его роль в организме. М., 1966.
5. Н. Г. Алексидзе, Д. Ф. Мешвелишвили, Р. П. Белецкая. Сообщения АН ГССР, 67, № 1, 1972, 193.
6. Н. Г. Алексидзе, Р. П. Белецкая, Д. Ф. Мешвелишвили. Сообщения АН ГССР, 61, № 3, 1971, 693.
7. А. О. Чилингаров. Сообщения АН ГССР, 65, № 2, 1972, 461.



К. М. МЕТРЕВЕЛИ

ДИНАМИКА ГАЗОВОГО СОСТАВА КРОВИ ПРИ ВИРУСНОМ ГЕПАТИТЕ

(Представлено академиком П. А. Кометиани 22.5.1974)

Вирусный гепатит по сей день остается еще одним из наиболее распространенных инфекционных заболеваний, которое относится к числу неуправляемых инфекций. Печень является центральным органом, регулирующим обменные процессы, включая межклеточный обмен. Естественно, что при поражении печени по типу вирусного гепатита здесь наступают значительные нарушения обменных процессов, интимно связанных с субклеточными структурами гепатоцитов. Одними из наиболее чувствительных индикаторов этих нарушений являются показатели в крови кислотно-щелочного, газового и электролитного баланса. Как известно, патология печени сопровождается явлениями интоксикации, которая может быть причиной развития гипоксии.

Необходимо указать, что обоснованные литературные данные о газовом обмене в крови при патологии печени весьма скудны и противоречивы [1—8]. В литературе мы не нашли данных об использовании коэффициента pO_2/pCO_2 как одного из информативных показателей не только газового баланса, но и одного из индикаторов гомеостатического механизма кислотно-щелочного равновесия.

Целью нашей работы было уточнение значения сдвига газового обмена, в частности значения соотношения концентрации O_2 и CO_2 в крови для прогноза болезни Боткина.

Под наблюдением находилось 65 больных с диагнозом вирусного гепатита в возрасте от 16 до 40 лет (31 женщина и 34 мужчины). Легкая форма болезни отмечалась у 34, среднетяжелая форма у 24 и тяжелая у 7 больных. У 2 больных тяжелая форма вирусного гепатита осложнилась предистрофией печени. Состояние кислотно-щелочного и газового обмена определялось у больных в венозной крови по методу Аструпа с использованием номограммы Зигарда—Андерсена. Исследование проводилось в динамике — в периодах разгара болезни, стихания и ранней реконвалесценции. Контрольную группу составили 15 практически здоровых людей в возрасте от 16 до 40 лет. (Нормальные показатели: pO_2 — $40,1 \pm 0,8$ мм рт. ст., pCO_2 — $41,4 \pm 0,8$ мм рт. ст., коэффициент pO_2/pCO_2 — $0,96 \pm 0,02$). Полученные результаты были обработаны методом вариационной статистики, а также посредством доверительных пределов процентов, данных в таблицах В. С. Генса (1967).

Как видно из данных, представленных в таблице, средний показатель напряжения кислорода в периоде разгара болезни при легкой и среднетяжелой формах вирусного гепатита значительно понижался, причем достоверно часто отмечалось существенное снижение показателя pO_2 ($<33,96$ мм рт. ст.), что можно связать с развитием венозной гипоксемии, которая является следствием повышенного использования



кислорода тканями. В периоде ранней реконвалесценции у данной группы показатель pO_2 несколько повышался, однако оставался ниже нормы. У больных тяжелой формой болезни Боткина, в отличие от других форм, в периоде разгара болезни средний показатель напряжения кислорода, по сравнению с контрольной группой, был достоверно высоким, что указывает на низкое поглощение кислорода тканями организма, вследствие которого наступает гистотоксическая гипоксия. Перед выпиской, в периоде ранней реконвалесценции, показатель напряжения кислорода у больных данной группы был относительно понижен.

Динамика средних показателей парциального напряжения кислорода (pO_2), углекислоты (pCO_2) и коэффициента pO_2/pCO_2 крови при различных формах и периодах вирусного гепатита

| Показатели | | Легкая форма | | | Среднетяжелая форма | | | Тяжелая форма | | |
|-----------------------------|---------|--------------|---------|----------|---------------------|---------|----------|---------------|---------|----------|
| | | n=34 | n=34 | n=3 | n=24 | n=24 | n= | n=7 | n=7 | n=7 |
| | | I обл. | II обл. | III обл. | I обл. | II обл. | III обл. | I обл. | II обл. | III обл. |
| pO_2 мм рт. ст. | M | 31,50 | 34,20 | 36,70 | 32,10 | 33,10 | 35,50 | 46,40 | 40,10 | 36,50 |
| | $\pm m$ | 0,80 | 0,78 | 0,77 | 1,01 | 1,16 | 1,0 | 2,29 | 1,02 | 1,02 |
| | p | <0,001 | <0,001 | <0,0 | <0,001 | <0,001 | <0,001 | <0,02 | >0,0 | <0,02 |
| pCO_2 мм рт. ст. | M | 40,20 | 41,20 | 42,20 | 39,10 | 40,10 | 42,50 | 32,50 | 38,10 | 42,50 |
| | $\pm m$ | 0,57 | 0,81 | 0,65 | 0,74 | 0,87 | 1,18 | 0,69 | 1,47 | 1,80 |
| | p | >0,2 | >0,5 | >0,2 | <0,05 | >0,2 | >0,1 | <0,001 | >0,1 | >0,5 |
| Коэффициент pO_2/pCO_2 | M | 0,79 | 0,83 | 0,87 | 0,83 | 0,83 | 0,85 | 1,41 | 1,05 | 0,85 |
| | $\pm m$ | 0,03 | 0,01 | 0,02 | 0,02 | 0,03 | 0,0 | 0,01 | 0,0 | 0,03 |
| | p | <0,001 | <0,001 | <0,0 | <0,001 | <0,001 | <0,01 | <0,001 | <0,01 | <0,01 |

Частота (%) существенного изменения показателей

| Показатели | n=34 | n=34 | n=34 | n=2 | n=24 | n=24 | n=7 | n=7 | n=7 |
|-------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | $M \pm \sigma$ | $M \pm \sigma$ | $M \pm \sigma$ | $M \pm \sigma$ | $M \pm \sigma$ | $M \pm \sigma$ | $M \pm \sigma$ | $M \pm \sigma$ | $M \pm \sigma$ |
| pO_2 ↓ мм рт. ст. | 52±8 | 50±9 | 26±8 | 38±10 | 40±10 | 39±10 | 0±14 | 0±14 | 0±14 |
| pCO_2 ↓ мм рт. ст. | 21±2 | 32±8 | 18±7 | 47±10 | 38±10 | 78±9 | 100±7 | 28±18 | 43±20 |
| Коэффициент pO_2/pCO_2 ↑ | 0±3 | 0±3 | 3±3 | 4±4 | 4±4 | 4±4 | 86±14 | 14±14 | 0±14 |

У больных среднетяжелой и тяжелой формой вирусного гепатита в периоде разгара болезни отмечалось существенное снижение напряжения углекислого газа, причем при тяжелой форме эти показатели были снижены значительно. Относительно существенная гипокания (<37,79 мм рт. ст.) имела место у 51 из 65 больных вирусным гепатитом. В периоде ранней реконвалесценции у больных среднетя-

желой и тяжелой формой болезни этот показатель в основном не выходит за пределы нормы.

Как показывают данные таблицы, в периоде разгара болезни при легкой и среднетяжелой формах вирусного гепатита среднее значение коэффициента pO_2/pCO_2 в венозной крови значительно понижалось ($p < 0,001$). В периоде ранней реконвалесценции у больных данной группы коэффициент pO_2/pCO_2 несколько повышался, однако оставался ниже нормы. У больных тяжелой формой вирусного гепатита в периоде разгара болезни коэффициент pO_2/pCO_2 , по сравнению с контрольной группой, был высоким ($p < 0,001$). Перед выпиской, в периоде ранней реконвалесценции, он был ниже нормы. Частота достоверного повышения коэффициента pO_2/pCO_2 ($> 1,16$) при легкой и среднетяжелой формах болезни была незначительной. У больных тяжелой формой вирусного гепатита в периоде разгара болезни коэффициент pO_2/pCO_2 достоверно повышался у большинства больных (у 6 из 7).

Таким образом, при тяжелой форме вирусного гепатита достоверное повышение показателя коэффициента pO_2/pCO_2 ($> 1,16$) является чувствительным индикатором. При легкой и среднетяжелой формах болезни этот коэффициент менее чувствителен. Как показали наши исследования, у больных тяжелой формой вирусного гепатита по мере нарастания метаболического ацидоза компенсаторно увеличивается гипервентиляция легких, ведущая к снижению нарастания pCO_2 ; одновременно увеличивается гистотоксическая гипоксия, сопряженная со снижением коэффициента использования кислорода тканью. За счет этих изменений возрастает величина показателя pO_2 венозной крови.

Исходя из вышеизложенного можно считать целесообразным использование показателя коэффициента pO_2/pCO_2 в качестве важного прогностического ориентира, который может указывать на опасность развития прекоматозного состояния.

Республиканская клиническая
инфекционная больница
МЗ ГССР

(Поступило 24.5.1974)

ბიომიშია

ა. მობრძელო

სისხლში გაზთა უმდგენილობის დინამიკა
ვირუსული ჰეპატიტის დროს

რეზიუმე

გაზთა ცვლა დინამიკაში შესწავლილია 65 ავადმყოფზე ასტრუბის აპარატის საშუალებით. გამოკვლევებმა გვიჩვენა, რომ ვირუსული ჰეპატიტის მძიმე ფორმით დაავადების დროს, მეტაბოლური აციდოზის მატებასთან ერთად, კომპენსატორულად იზრდება ფილტვების ჰიპერვენტილაცია, რასაც თან ახლავს pCO_2 დაქვეითება; ამასთანავე ერთდროულად მატულობს ჰისტოტოქსიური ჰიპოქსია, რაც გამოწვეულია ქსოვილების მიერ ენგაზდის მოხმარების კოეფიციენტის დაქვეითებით, ხოლო აღნიშნული ცვლილებების შედეგად იზრდება ვენური სისხლის pO_2 მაჩვენებლის სიდიდე; აქედან გამომდინარე, შეიძლება მიზანშეწონილად მივიჩნიოთ pO_2/pCO_2 კოეფიციენტის მაჩვენებლის გამოყენება, როგორც მნიშვნელოვანი საპროგნოზო ორიენტირი, რომელსაც შეუძლია მიუთითოს პრეკომატოზული მდგომარეობის განვითარების საშიშროებაზე.

K. M. METREVELI

THE DYNAMICS OF GAS COMPOSITION OF THE BLOOD
DURING VIRUS HEPATITIS

Summary

The gas exchange of 65 patients has been investigated in dynamics with the micro-Astrup apparatus. The study shows that in patients suffering from grave virus hepatitis lung ventilation increases in a compensatory manner with an increase of metabolic acidosis, leading to a decrease of the $p\text{CO}_2$ increment; simultaneously, histotoxic hypoxia, combined with a decrease of the coefficient of oxygen utilization by the tissue, is augmented. The value of the $p\text{O}_2$ index of venous blood increases at the expense of these alterations. Hence, the use of the index of the $p\text{O}_2/p\text{CO}_2$ coefficient can be considered advisable as an important prognostic reference point which may indicate the imminent development of a precoma state.

ЎҚИБИЛАТЛАР — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. М. Чарный. Патофизиология гипоксических состояний. М., 1961.
2. П. В. Кузюнов, У. Ю. Ибрагимов. Мед. ж. Узбекистана, 12, 1967, 20—22.
3. П. И. Стрелов, Ю. М. Аргов. Тер. архив, 10, 1968, 74—76.
4. Э. Ш. Бонвадзе. Клинико-эпидемиологическая характеристика и некоторые вопросы патогенеза болезни Боткина. Автореферат, Тбилиси, 1970.
5. В. П. Безуглый. Успехи гепатологии, III, 1971, 94—111.
6. P. M. Tyor, H. O. Sieker. Am. J. Med., 27, 1, 1959, 50—54.
7. N. R. Alpert. Ann. N. Y. Acad. Sci., 119, 3, 1965, 995—1011.
8. J. James *et al.* Acta Hepato-splenol., 18, 5, 1971, 421.

Э. А. ЗААЛИШВИЛИ, Е. Э. КЛЕИН

О БЕЛКАХ СИНАПТОСОМАЛЬНЫХ МЕМБРАН

(Представлено академиком П. А. Кометнани 5.6.1974)

Процессы, связанные с осуществлением функции головного мозга, в частности восприятие, хранение и воспроизведение информации, разыгрываются в синапсах, в их мембранах [1]. Поэтому большое значение имеет исследование мембранных белков синапсом. Изучению мембранных белков в настоящее время уделяется большое внимание, но основные сведения получены главным образом относительно белков бактериальных клеток, эритроцитов, митохондрий [2].

Мембранные белки синапсом изучены пока очень мало. Имеющиеся сведения касаются только количественного распределения фракций и аминокислотного состава [3, 4]. Между тем, для понимания функции синаптических мембран необходимы детальные сведения о свойствах их основных компонентов — белков. Работами последних лет установлено, что мембранные белки делятся на две большие группы — «внутренние» и «внешние». Особый интерес представляет изучение «внутренних» (погруженных в липидную матрицу мембран) белков. Они определяют специфический характер и функции мембран. Однако изучение вообще мембранных белков, а в особенности «внутренних», связано с большими трудностями, ввиду того что для их солиubilизации приходится употреблять детергенты, которые меняют нативные свойства белков и создают много помех при дальнейшем исследовании экстрактов.

Перед нами была поставлена задача охарактеризовать белки синапсомальных мембран. Примененные нами методы и объект исследования отличаются от методов других авторов, цитированных выше. В настоящей статье приводятся результаты первого этапа этой работы.

Синапсомы из головного мозга крысы мы получали методом Уиттекера [5]. Для солиubilизации был применен 1% раствор анионного детергента додецилсульфата натрия (ДДС), а также, для сравнения, 1% тритон х-100. С помощью ДДС в наших опытах экстрагировалось около 83% белков, что согласуется с литературными данными [6]. Фракционирование белков экстракта производилось дисковым электрофорезом на 12% полиакриламидном геле. Использовалась буферная система, примененная Венельтом и Шутером [7].

Выявлен довольно сложный состав мембранных белков ДДС экстракта синапсом (рис. 1,А). Они разделяются на 13 электрофоретических зон. Основное количество белков сосредоточено в четырех фракциях (фракции 5, 6, 7, 9), остальные являются минорными компонентами (таблица, графа 2). Для сравнения приводится денситограмма синапсомальных белков, экстрагируемых тритоном х-100 (рис. 1,В). Денситограммы показывают, что белковые спектры тритонового и ДДС экстрактов синапсом различаются существенно. Это можно было ожидать, так как известно, что неионный детергент тритон х-100 и ани-



онный детергент ДДС экстрагируют белки с неодинаковыми физико-химическими свойствами. При этом ДДС в большей степени разрушает белковые молекулы, расщепляя их до субъединиц.

Далее мы определяли молекулярный вес белков ДДС экстракта, пользуясь методом Вебера и Осборн [8]. В качестве стандартных белков нами были взяты: альбумин сывороточный, овальбумин, пепсин и трипсин. Стандартная кривая приводится на рис. 2. Наши данные показали, что полученные фракции обладают молекулярными весами от 25 000 до 130 000. Большая часть белков имеет молекулярные веса 59 000—82 000 (таблица, графа 3). Это примерно соответствует сведениям о средних величинах молекулярных весов мембранных белков [9].

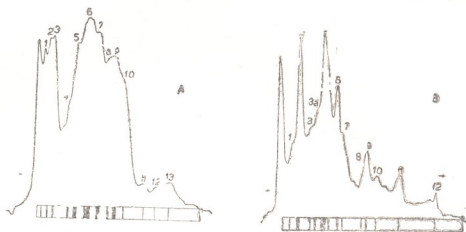


Рис. 1. Распределение фракций синапсомембранных белков: А — при экстракции 1% ДДС, В — при экстракции 1% тритоном X-100

В последнее время обнаружено, что для функции мембран большое значение имеют гликопротеиды [10]. Исследование их роли пока ведется на мембранах эритроцитов [10] и миелина [11]. Нами изучено присутствие гликопротеидов в фореграммах ДДС-экстракта синапти-

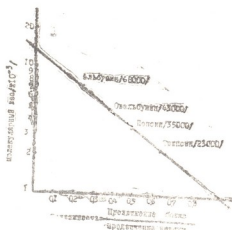


Рис. 2. Кривая зависимости подвижности белков от величин молекулярных весов

ческих белков при помощи окраски фореграмм фуксином по Захарису [12]. Выявлена одна фракция. Она совпадает с третьей белковой фракцией, имеющей молекулярный вес около 110 000 и составляющей 7,7% от суммарных белков. Кроме того, при этом способе электрофореза нами обнаружена липопротеидная (окрашивание суданом

Количественное распределение фракций синапсомембранных белков и их молекулярные веса

| № фракций | Количественное распределение фракций | Молекулярные веса фракций |
|-----------|--------------------------------------|---------------------------|
| 1 | 5,7 | 110 000 |
| 2 | 6,9 | 118 000 |
| 3 | 7,7 | 110 000 |
| 4 | 7,5 | 98 000 |
| 5 | 12,3 | 82 000 |
| 6 | 19,7 | 78 000 |
| 7 | 10,2 | 70 000 |
| 8 | 7,4 | 64 000 |
| 9 | 9,6 | 59 000 |
| 10 | 6,8 | 52 000 |
| 11 | 2,1 | 46 000 |
| 12 | 1,9 | 32 000 |
| 13 | 3,9 | 25 000 |

черным В), а также нуклеопротейдная (окрашивание пиронином Ж) фракции [13].

Имея в виду, что вышеуказанные компоненты, связывающие специфические красители, идентичны одной и той же третьей белковой фракции на фореграмме (рис. 3), можно предположить, что в данной области фореграммы сосредоточены разные соединения с одинаковой подвижностью (глико-, липо- и нуклеопротейды) или же в ней находится один сложный комплекс.



Рис. 3. Местоположения фракций, связывающих специфические красители на электрофореграммах синапсомембранных белков: I — схематическое изображение белковых фракций, II — электрофореграмма, окраска амидошварцем, III — электрофореграмма, окраска фуксином (гликопротеиды), IV — электрофореграмма, окраска суданом черным В (липопротеиды), V — электрофореграмма, окраска пиронином Ж (нуклеопротейды)

В дальнейшем предполагается исследовать аминокислотный состав и растворимость этих белков при использовании различных способов экстракции, которые дадут возможность получить более точные представления о характере мембранных белков синапсом и их локализации: какие из них относятся к «внешним», какие к «внутренним» белкам синапсомембранных мембран.

Академия наук Грузинской ССР
Институт физиологии

(Поступило 7.6.1974)

ა. ზაალიშვილი, ე. კლინე

სინაპტოსომალური მემბრანების ცილების შესახებ

რეზიუმე

შესწავლილია სინაპტოსომების მემბრანული ცილების დოდეცილსულფატური და, შედარებისათვის, ტრიტონის ექსტრაქტი. 12%-იან აკრილამიდის გელზე ელექტროფორეზის შედეგად დოდეცილსულფატური ექსტრაქტი დაიყო 13 ელექტროფორეტულ ფრაქციად, რომელთაგანაც 4 ძირითად, ხოლო დანარჩენი მინორულ კომპონენტებს წარმოადგენენ. ფრაქციათა მოლეკულური წონები 25000—130000 ფარგლებში ძევს. ცილის ძირითადი მასა თავმოყრილია 59000—82000 მოლ წონების უბანში. გამოვლენილია გლიკო-, ლიპო- და ნუკლეოპროტეიდული ფრაქციები, რომლებიც შეესაბამებიან შესაბამე ელექტროფორეტულ ფრაქციას მოლეკულური წონით 110000.

BIOCHEMISTRY

E. A. ZAALISHVILI, H. E. KLEIN

ON THE SYNAPTOSOMAL MEMBRANE PROTEINS

Summary

Sodium dodecyl sulphate and, for comparison, triton x-100 extracts of synaptosomal membrane proteins have been studied. Discontinuous electrophoresis in SDS-containing 12% gel extracts yielded 13 protein bands, four being major and the rest minor components. The values of molecular weight of the proteins ranged from 25,000 to 130,000. The main quantities of proteins were concentrated in the 59,000-82,000-region. Complex proteins: glyco-, lipo- and nucleoproteins have been identified, corresponding to the third electrophoretic band, with weight of about 110,000.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. П. А. Кометиани. Биохимические аспекты памяти животных. Тбилиси, 1972.
2. G. Guidotti. Ann. R. Biochem., 41, 804, 1972.
3. C. W. Cotman, D. A. Matheus. Biochim. Biophys. Acta, 249, 380, 1971.
4. I. G. Morgan, I. P. Zanetta, W. C. Breckenridge, G. Vincendon, G. Gombos. Br. Res., 62, 405, 1973.
5. V. P. Whittaker. Ann. N. Y. Acad. Sci., 137, 1966.
6. T. V. Waehneltd, R. M. Grossfeld, E. M. Shooter. II Int. Meet. Soc. Neurochem., 1969.
7. T. V. Waehneltd, E. M. Shooter. Br. Res., 57, 1973.
8. K. Weber, M. Osborn. J. Biol. Chem., 244, 1969.
9. R. Capaldi, D. Green. FEBS Letters, 25, 205, 1972.
10. M. S. Bretsher. J. Mol. Biol., 58, 775, 1971.
11. R. H. Quarles, Y. L. Everly, R. O. Brady. Br. Res., 58, 505, 1973.
12. R. M. Zacharius, T. E. Zell, J. H. Morrison, J. J. Woodlock. Anal. Biochem., 30, 148, 1969.
13. Т. Маурер. Диск-электрофорез. М., 1971.

МИКРОБИОЛОГИЯ И ВИРУСОЛОГИЯ

З. В. ОРДЖОНИКИДZE, В. Е. КУРАШВИЛИ, Р. Г. САЛАКАЯ

БИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СТАФИЛОКОККОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ ИЗ ЖЕЛЧИ ПРИ ХРОНИЧЕСКИХ ЗАБОЛЕВАНИЯХ ЖЕЛЧНОГО ПУЗЫРЯ И ЖЕЛЧНЫХ ПУТЕЙ

(Представлено академиком В. Г. Окуджава 28.4.1974)

За последние годы во всем мире возросло число заболеваний стафилококковой этиологии. Более 40 нозологических форм, регистрируемых у людей, могут быть вызваны стафилококками [1]. Многие исследователи [2—4] придают стафилококкам большую роль в этиологии хронических заболеваний желчного пузыря и желчных путей. На нашем материале при этом заболевании стафилококки были выделены из желчи в 12,4% случаев.

Вполне естественно, что это вызывает большой интерес к изучению биологических свойств стафилококков, в частности их ферментативной активности, как показателя потенциальной патогенности и вирулентности штаммов.

В процессе своей жизнедеятельности в определенных условиях стафилококки могут утрачивать способность к продукции тех или иных ферментов и токсинов, не снижая своей вирулентности. В то же время наличие многих факторов патогенности далеко не всегда указывает на высокую вирулентность культур. Это лишний раз свидетельствует о том, что вирулентность представляет собой сложное явление, в котором участвует не только микроб, но и макроорганизм.

В настоящей работе нами изучен ряд биологических свойств стафилококков, выделенных из желчи. Выделено и изучено 50 стафилококковых культур.

Из биологических свойств, определяющих патогенность стафилококков, изучены: морфологические и культурные свойства; пигментообразование на молочно-солевом агаре; гемолитическая активность на агаре с 5% кроличьих эритроцитов; время коагуляции кроличьей цитратной плазмы; способность продуцировать фибринолизин и лецитиназу; лизоцимная и ДНК-азная активность; ферментация маннита в анаэробных условиях и образование некротоксина. Кроме того, у выделенных культур определяли фаготип и вирулентность на белых мышах и в культуре ткани.

Результаты исследования показали (см. таблицу), что все исследованные штаммы стафилококков, выделенные при хронических заболеваниях желчевыводящей системы, представляли собой грамположительные кокки, образовавшие на агаре гладкие блестящие колонии. Золотистый пигмент образовали 39 (78%) штаммов, белый — 11 (22%). Интенсивный гемолиз вызывали все штаммы, коагулировали плазму 37 (74%), растворяли фибрин 36 (72%), маннит в анаэробных условиях ферментировали 42 (84%), обладали лизоцимной активностью 49 (38%), образовали лецитиназу 42 (84%), обладали ДНК-азной активностью 37 (74%), вызывали некроз кожи 38 (76%) штаммов.

Все культуры стафилококков были типированы фагами международного набором стафилококковых диагностических бактериофагов, выпускаемых Институтом эпидемиологии и микробиологии им. Гамалея АМН СССР. Из выделенных культур стафилококков при помощи фагов типировалось около 50%, из них фагами второй группы лизировались 41,6%, третьей — 37% и лишь 2 штамма — первой группы. Фагомозаика остальных культур была представлена смешанными и внегрупповыми фагами.

Биологическая характеристика стафилококков, выделенных из желчи при хронических заболеваниях желчного пузыря и желчных путей

| Свойства культур | Число штаммов с положительной реакцией | |
|--|--|-----------|
| | абс. | % ± m |
| 1. Образование пигмента | 39 | 78 ± 5,8 |
| а) золотистого | 11 | 22 ± 5,8 |
| б) белого | 36 | 72 ± 6,4 |
| 2. Плазмоагглютинация | 36 | 72 ± 6,4 |
| 3. Плазмокоагуляция | 37 | 74 ± 6,2 |
| 4. Ферментация маннита в анаэробных условиях | 42 | 84 ± 5,1 |
| 5. Гемолитическая активность | 50 | 100 ± 1,4 |
| 6. Фибринолизин | 36 | 72 ± 6,4 |
| 7. ДНК-аза | 37 | 74 ± 6,2 |
| 8. Лецитиназа | 42 | 84 ± 5,1 |
| 9. Лизоцим | 49 | 98 ± 5,5 |
| 10. Дермонекротическая проба | 38 | 76 ± 6,0 |
| 11. Чувствительность к поливалентному фагу | 33 | 66 ± 8,2 |
| 12. Фаготипирование | 24 | 48 ± 7,0 |

Как известно, основным показателем патогенности стафилококков является фермент коагулаза [5—8]. Представляет большой интерес выявление корреляционной связи между коагулазной активностью и другими свойствами патогенности стафилококков. По нашим данным, наиболее тесная связь отмечалась между коагулазной активностью и ДНК-азной, фибринолитической, лецитиназной активностями и ферментацией маннита. Коэффициент корреляции составляли соответственно 0,9; 0,95; 0,96 и 0,7.

В последние годы в литературе часто появляются сообщения о выделении плазмонегативных стафилококков из различного патологического материала [9—12]. Среди изученных штаммов коагулазоотрицательными оказались лишь 13 культур. Изучением их биологических свойств было обнаружено, что плазмокоагулазоотрицательные культуры имели другие признаки патогенности. Так, все культуры обладали гемолитической активностью, 11 продуцировали лизоцим, 6 образовывали лецитиназу, 5 ферментировали маннит; кроме того, две культуры типировались международным набором стафилококковых фагов. Отсюда следует, что тест плазмокоагулазной активности, как основной показатель патогенности, у определенных штаммов может быть отрицательным, так как коагулазонегативные стафилококки обладали другими признаками патогенности, и поэтому их вполне можно отнести к потенциально патогенным штаммам.

Большинство выделенных культур стафилококков обладали сравнительно невысокой вирулентностью при внутрибрюшном заражении белых мышей, несмотря на то, что эти культуры характеризовались всеми признаками патогенности. Наиболее вирулентными оказались те культуры, которые характеризовались меньшей биологической ак-



тивностью. Так, 2 культуры коагулазоотрицательных стафилококков были высоковирулентными, в то время как 7 культур стафилококков, обладающих плазмокоагулирующей и высокой биологической активностью, были менее вирулентными. Эти данные указывают на то, что ферментативная активность не всегда соответствует вирулентности культур.

Помимо этого, для определения вирулентности использовалась культура ткани — первично трипсицизированные клетки фибробластов эмбриона человека (ФЭЧ). Взаимодействие стафилококков с клеткой выражается в цитопатическом действии последних. Проведенные опыты показали, что все исследуемые культуры в дозе 10^8 мик. тел и мл хорошо размножались в культуры ткани в течение 24 часов и оказывали выраженный цитопатический эффект независимо от степени вирулентности (определяемой на белых мышах) и ферментативной активности. Так, штаммы высокой, средней и слабой вирулентности в одинаковой степени вызывали ЦП³, 4 коагулазо- и ДНК-азоотрицательных штамма, имеющие другие признаки патогенности (гемолитическая, лецитиназная, лизоцимная), все же обуславливали ЦПЭ наравне с коагулазоотрицательными стафилококками.

Исходя из вышеизложенного можно предположить, что культура ткани может служить дополнительным тестом для определения вирулентности стафилококков.

Таким образом, частота обнаружения стафилококков в желчи при воспалительных заболеваниях желчевыводящей системы, патогенные и вирулентные свойства говорят об этнологической роли стафилококков при этих заболеваниях.

Тбилисский государственный институт
усовершенствования врачей

(Поступило 24.5.1974)

მიკრობიოლოგია და ვირუსოლოგია

ზ. ორჯონიძე, ვ. ჟურავილი, რ. სალუაძი

ნაღვლის ბუშტისა და სანაღვლე გზების ქრონიკული დაავადების დროს გამოყოფილი სტაფილოკოკების ბიოლოგიური თვისებების შესწავლა

რ ე ზ ი მ ე

ნაღვლის ბუშტისა და სანაღვლე გზების ქრონიკული დაავადების დროს ნაღვლიდან გამოყოფილი სტაფილოკოკების ბიოლოგიური თვისებების შესწავლამ გვიჩვენა, რომ თითქმის ყველა შტამში მაღალი ფერმენტაციული აქტივობისა: ოქროსფერ პიგმენტს წარმოშობდა 78%, თეთრს — 22%, პლაზმოკოაგულაზას — 74%, ფიბრინოლიზის — 72%, ღწმ-აზას — 74%, ლიზოციმს — 98%, ლექტინაზას — 84%, ნეკროტოქსინს — 76%. ყველა შტამში იწვევდა ინტენსიურ პემოლიზს. მანიტს ანაერობულ პირობებში შლიდა 84%. სტაფილოკოკური დიაგნოსტიკური ფაგების საერთაშორისო ნაკრებით ტიპირდებოდა კულტურების თითქმის 50%, აქედან უმრავლესობა (41,6%), მეორე ფაგობისაა.

Z. V. ORJONIKIDZE, V. E. KURASHVILI, R. G. SALAKAIA

 THE BIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF STAPHYLOCOCCI
 EXTRACTED FROM THE BILE DURING CHRONIC DISEASES
 OF THE BILE CYST AND BILE DUCTS

Summary

The study of biological properties of staphylococci extracted from the bile during chronic diseases of the bile cyst and bile ducts revealed that all the investigated strains possessed a high enzymic activity: 78% of the strains formed a golden pigment, 22% a white one. All the strains caused an intensive hemolysis, coagulated plasma 74%, solved fibrin 72%, fermented mannite in anaerobic conditions 84%; lysozyme activity was observed in 38% of strains, lecithinase formation 84%, DNA-ase activity was observed in 74%, and 76% of strains caused skin necrosis. About 50% of strains was typified by the international set of staphylococcus diagnostic phages, among them the majority (41.6%) was lysed by phages of group II.

The majority of extracted staphylococcus cultures possessed a relatively low virulence in intrauterine infection of white mice. All the investigated cultures caused a cytopathic effect in the tissue culture despite the virulence degree (determined for white mice) and their enzymic activity.

Thus, the frequency of staphylococcus occurrence in the bile during chronic diseases of the bile cyst and bile ducts, and their pathologic and virulent properties points to the etiologic role of staphylococci in these diseases.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Л. А. Генчиков, В. Т. Соколовский. ЖМЭИ, 5, 1971, 80—82.
2. М. П. Овсянникова. Материалы III научной сессии Ленинградского института антибиотиков. Л., 1963, 71.
3. О. В. Виноградский, В. Е. Глузбарг. Врачебное дело, 4, 1965, 63.
4. М. С. Поляк. ЖМЭИ, 11, 1965, 115.
5. M. Tager. Yale J. Biol. Med., 20, 1948, 487-501.
6. Г. В. Выгодчиков. Стафилококковые инфекции. М., 1963.
7. Н. Г. Чистович. О рациональной диагностике стафилококков. Стафилококки и стафилококковые инфекции. Л., 1968, 3—26.
8. I. Jeljaszewier *et al.* Dtsch. med., Wschr., 1969, 45, 94, 2349—2354.
9. В. М. Световидова. ЖМЭИ, 5, 1967, 64—69.
10. Т. Н. Судакова. Вопросы инфекционной патологии Забайкалья. Чита, 1957, 120—128.
11. D. Branson. Am. J. Med. Technol., 38, 6, 1972, 202—203.
12. R. Bayston. J. Clin. Patol., 25, 1, 1972, 62—64.

Л. В. ПАЙЧАДЗЕ, З. И. ЯРЕМЕНКО

СПЕЦИАЛИЗАЦИЯ ВОЗБУДИТЕЛЯ ЖЕЛТОЙ РЖАВЧИНЫ ПШЕНИЦЫ К ДИКОРАСТУЩИМ ЗЛАКАМ

(Представлено академиком Л. А. Канчавели 25.7.1974)

Для видов пшениц Грузии одним из вредоносных заболеваний среди ржавчин является желтая ржавчина [1]. Возбудитель желтой ржавчины поражает растения только из семейства злаковых [2].

Установленные Эриксеном специализированные формы многими исследователями отрицаются, и желтая ржавчина рассматривается как широко специализированный вид, поражающий, помимо пшеницы, ячменя, ржи, многие виды пастбищных и дикоорастущих злаковых трав [3].

В пределах Грузии дикие злаки распространены от Черноморского побережья до высоты 400 м н. у. м. [4], а культурные — до 2300 м [5]; те и другие поражаются желтой ржавчиной [6].

Учитывая широкую специализацию желтой ржавчины и большое разнообразие злаковой растительности на небольшой территории Грузии, выяснение роли последних в сохранении и передаче инфекции на посевах пшеницы, изучение специализации, т. е. установление круга питающих растений, очень важны для характеристики биологических особенностей желтой ржавчины. Зная круг растений-хозяев и характер развития гриба на них, можно обосновать мероприятия по борьбе с этим заболеванием.

В задачу наших исследований входило выяснение видового разнообразия дикоорастущих и сеяных злаков, как резерваторов сохранения инфекции, и их роли в перелаче заболевания на пшеницу.

При проведении обследований в 1968—1972 гг. на территории Грузии было собрано 48 образцов диких злаков, пораженных желтой ржавчиной, и установлено, что желтая ржавчина сначала появляется на озимых посевах, а потом на листьях диких злаков. Широко распространенными на территории Грузии и восприимчивыми к желтой ржавчине являются виды диких злаков *Agropyron repens*, *Hordeum bulbosum*, *H. leparinum*, на которых желтая ржавчина отмечена на 10—20 дней позже, чем на озимых. У этих видов поражаются не только листья, но и колосья, чешуи, влагалища и стебли.

Для выяснения возможности перехода инфекции с дикоорастущих злаков на пшеницу в условиях теплицы было проведено сыше 140 инокуляций более 3000 растений восприимчивого сорта пшеницы. В результате исследования отмечено появление на пшенице инфекции желтой ржавчины с 18 видов злаковых трав (табл. 1).

Из табл. 1 видно, что основными носителями и передатчиками возбудителя желтой ржавчины пшеницы на территории Грузии являются кормовой многолетней злак *Agropyron cristatum*, входящий в севооборот, и дикоорастущие злаковые травы *Aegilops cylindrica*, *Agropyron*



caninum, *A. pectinoforme*, *A. repens*, *Bromus japonicus*, *B. scoparinus*, *B. sterilis*, *B. tectorum*, *Hordeum bulbosum*, *H. leparinum*.

Таблица 1

Степень поражения восприимчивого сорта озимой пшеницы Мичиган Амбер популяциями желтой ржавчины, собранными со злаков в природе (1968—1972 гг.)

| Виды злаков | Тип инфекции | Виды злаков | Тип инфекции |
|----------------------------|--------------|-------------------------------|--------------|
| <i>Aegilops cylindrica</i> | 4 | <i>Becmonia erucaeformis</i> | 2(3) |
| <i>Agropyron cristatum</i> | 4 | <i>Calamagrostis epigeios</i> | 0 |
| <i>caninum</i> | 4 | <i>Elymus giganteus</i> | 2(3) |
| <i>pectinoforme</i> | 3 | <i>Festuca gigantea</i> | 2(3) |
| <i>repens</i> | 4 | <i>Hordeum bulbosum</i> | 4 |
| <i>Bromus mollis</i> | 1(2) | <i>leparinum</i> | 4 |
| <i>japonicus</i> | 4 | <i>Lolium perene</i> | 2(3) |
| <i>scoparinus</i> | 4 | <i>rigidum</i> | 2(3) |
| <i>sterilis</i> | 2(3) | <i>temulentum</i> | 2(3) |
| <i>tectorum</i> | 4 | <i>Poa pratensis</i> | 0 |

Большинство этих злаков распространено повсеместно на территории Грузии и в зависимости от микроклиматических условий вегетирует по-разному. В отдельные периоды года они могут быть резерваторами и передатчиками этой болезни на пшеницу.

Таблица 2

Расы возбудителя желтой ржавчины пшеницы, обнаруженные на злаковых травах в 1968—1972 гг. (в порядке доминирования)

| Дикорастущие злаки | Выявленные расы |
|----------------------------|-----------------------------------|
| <i>Agropyron cristatum</i> | 20, 31, 42A ₂ , 40, 19 |
| " <i>caninum</i> | 20, 19 |
| " <i>repens</i> | 20, 31, 40, 42A ₂ , 19 |
| <i>Bromus scoparinus</i> | 20, 42A ₂ , 31 |
| " <i>sterilis</i> | 31, 13 |
| " <i>japonicus</i> | 20, 31, 40, 20A ₂ |
| " <i>tectorum</i> | 20, 19, 31, 40 |
| <i>Elymus giganteus</i> | 31, 20, 25 |
| <i>Lolium rigidum</i> | 40, 31, 20 |
| " <i>temulentum</i> | 31, 20, 19 |
| <i>Hordeum bulbosum</i> | 19, 20, 31, 25 |
| " <i>leparinum</i> | 40, 20, 20A ₂ , 31 |

С целью установления расширенного круга растений-хозяев желтой ржавчины пшеницы было проведено искусственное заражение в теплице более 250 видов диких злаков в фазе кушения уредоспорами желтой ржавчины, собранными с пшеницы. Тип реакции на растении учитывался через 23—25 дней по шкале Фуша [7]. При искусственном заражении злаковых трав популяциями желтой ржавчины с пшеницы инфекция появилась только на 51 виде трав, относящихся к пяти трибам. Наиболее сильно поражались виды *Aegilops*, *Agropyron*, *Bromus*, *Hordeum*, как и в природных условиях. Кроме того, на 3—4 балла были поражены виды из родов *Clinelymus*, *Critesion*, *Elymus* и *Festuca*. На

отдельных видах, таких как *Phalaris minor*, *Alopecurus aequalus*, *Agrostis gigantea*, *Calamagrostis epigios*, отмечались только мелкие пустулы, а виды из рода *Poa* оказались иммунными, на них были обнаружены только некротические пятна.

Для изучения специализации рас желтой ржавчины пшеницы с разных видов диких трав были выделены монопустульные изоляты. В результате их дифференциации выявлено восемь рас гриба (см. табл. 2).

Как видно из табл. 2, восприимчивые к желтой ржавчине пшеницы кормовые и дикорастущие злаковые травы являются вторичными растениями-хозяевами и дополнительными источниками в сохранении и накоплении в природе рас данного гриба.

Выявленные на дикорастущих злаках расы 20, 31, 40, 19, 42A₂, 25, 13, 20A₂ встречаются также и на пшенице.

Грузинский филиал
 Всесоюзного научно-исследовательского
 института фитопатологии
 г. Кобулеги

(Поступило 26.7.1974)

ფიტოპათოლოგია

ლ. პაიჩაძე, ზ. იარემენკო

სომხეთის ყვითელი ჟანგას გამომწვევი სოკოს სპეციალიზაცია
 ველურ მარცვლოვნებზე

რ ე ზ ი მ ე

საქართველოში ფართოდ გავრცელებული ველური მარცვლოვნები (*Agropyron*, *Bromus*, *Elymus*, *Lolium*, *Hordeum*) წარმოადგენენ ხორბლის ყვითელი ჟანგას მეორად პატრონ-მცენარეებს და რასების მატარებლებს.

PHYTOPATHOLOGY

L. V. PAICHADZE, Z. I. YAREMENKO
 SPECIALIZATION OF THE CAUSAL AGENT OF YELLOW RUST
 TO WILD GRASSES

Summary

Wild grasses (*Agropyron*, *Bromus*, *Elymus*, *Lolium*, *Hordeum*), widely distributed in Georgia, are the second host-plants and vectors of races of yellow rust.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Л. Л. Декапрелевич. Бюлл. Всесоюзного ин-та растениеводства, № 10, 1962.
2. Н. А. Наумов. Ржавчина хлебных злаков СССР. М.—Л., 1939.
3. Дж. У. Хендрик. Пшеница и ее улучшение. М., 1970.
4. А. А. Гроссгейм. Растительные богатства Кавказа. М., 1952.
5. В. Л. Менабде. Пшеницы Грузии. Тбилиси, 1948.
6. С. П. Гвритишвили. Труды Ин-та защиты растений. АН ГССР, т. VIII, 1952.
7. E. Fuchs. Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes, 1960, Bd. 12, № 4, S. 49-63.

Р. К. БЕРИДЗЕ, А. И. ПОГОСЯН

К ПОЗНАНИЮ ПРИРОДЫ АВТОТЕТРАПЛОИДОВ У НЕКОТОРЫХ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ ДИКОЙ И КУЛЬТУРНОЙ ФЛОРЫ

(Представлено академиком В. Л. Менабде 14.5.1974)

Общеизвестно большое значение тетраплоидизации в эволюционной дивергенции многих родственных групп растений в составе как дикой, так и культурной флоры. К настоящему времени накоплена огромная литература, в которой описаны многочисленные частные проявления этого процесса, а также изложены обобщающие соображения о значении его для прогрессивной эволюции.

Наиболее показательным и популярным примером в этом отношении может служить хорошо изученная на сегодняшний день эволюция в роде *Triticum*. Однако если до сих пор исследователи ограничивались констатацией самого факта кратного увеличения генома, то для объяснения природы тетраплоидов не всегда приводились экспериментально обоснованные доводы. Ныне необходимы более углубленные исследования с применением самых разнообразных методов. Достаточно привести результаты длительного изучения грузинских эндемичных пшениц, для которых только в последнее время, после многолетних попыток, экспериментально удалось доказать автотетраплоидную природу пшеницы Тимофеева [1—5].

Совсем недавно популяционные исследования комплекса *Veronica gentianoides* Vahl s. l. выявили всеобщий характер полиплоидизации, охватившей высокогорные популяции этого сложнополитипического вида [6—8]. Было показано, что в смешанных популяциях на Большом Кавказе массово распространены тетраплоидные растения самой разнообразной природы — от алло, алло-авто до чистых автотетраплоидов.

В настоящей статье мы остановимся на двух цитологически хорошо изученных нами автотетраплоидах популяции дикой и культурной флоры.

В первом случае мы имеем в виду изолированные в комплексе *V. gentianoides* диплоидные популяции, известные под названием *Veronica schistosa*, распространенные в высокогорьях Центрального Кавказа. Здесь повсеместно среди сравнительно однообразного выровненного фенотипа диплоидной расы ($2n=24$) встречаются единичные более крупные растения тетраплоидной вероники.

Для выяснения природы этого цитотипа и его происхождения нами было осуществлено сравнительное цитологическое изучение обеих рас. На основе многократных определений чисел хромосом достоверно была установлена принадлежность этого цитотипа к 48 хромосомной расе, а более детальными карноморфологическими исследованиями было доказано отличие карiotипа *V. schistosa* от карiotипов других представителей диплоидной *V. gentianoides*.

Об автотетраплоидном происхождении этой 48-хромосомной расы убедительно свидетельствует сравнение изученных кариотипов. Оказалось, что кариотипы исходной диплоидной *V. schistosa* и производной тетраплоидной расы с $2n=48$ вполне идентичны (см. рис. 1, 2 и табл. I).

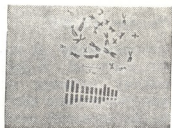


Рис. 1. Метафазная пластинка и кариограмма диплоидной *V. schistosa*

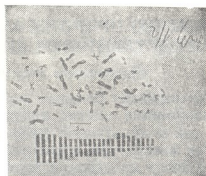


Рис. 2. Метафазная пластинка и кариограмма автотетраплоида от *V. schistosa*.

Таким образом, полное повторение удвоенного набора именно этого исходного кариотипа окончательно убеждает в правильности сделанного вывода об автотетраплоидной природе 48-хромосомного цитотипа, генетически связанного именно с *V. schistosa*.

Таблица 1

| Группы хромосом | Цитотип | Количество хромосом | Размеры хромосом, мк |
|--------------------------------|---------|---------------------|----------------------|
| 1. Крупные метацентрические | $2n=24$ | 2 | 5,0 |
| | $2n=48$ | 4 | 4,5 |
| 2. Средние метацентрические | $2n=24$ | 1 | 4,0 |
| | $2n=48$ | 2 | 3,5 |
| 3. Мелкие метацентрические | $2n=24$ | 5 | 2,5 |
| | $2n=48$ | 10 | 2,0 |
| 4. Крупные субметацентрические | $2n=24$ | 1 | 3,0 |
| | $2n=48$ | 2 | 3,0 |
| 5. Средние субметацентрические | $2n=24$ | 1 | 2,5 |
| | $2n=48$ | 2 | 1,8 |
| 6. Мелкие субметацентрические | $2n=24$ | 2 | 1,8 |
| | $2n=48$ | 4 | 1,5 |

Наблюдения за растениями в различных природных популяциях свидетельствуют о полной стерильности тетраплоидной расы. В связи с этим был изучен мейоз в материнских клетках микроспор у обеих рас.

Оказалось, что у диплоидной *V. schistosa* мейоз протекает сравнительно нормально, хотя и наблюдаются отдельные нарушения, выражающиеся в отставании или опережении 1—2 хромосом. Микроспоры большей частью с дополнительными ядрами, реже встречаются пентады, часто наблюдается дегенерация пыльцы после обособления микроспор. Тем не менее процент нормальной пыльцы достаточно высок.



Совершенно новая картина была обнаружена у производного тетраплоида, где в течение мейоза не наблюдается аномалий в расхождении хромосом, только во втором делении иногда отмечается опережение или отставание 1—2 хромосом. Но с ранней метафазы начинается потемнение цитоплазмы и содержимое клетки постепенно превращается в темную массу, следствием чего является абсолютная стерильность пыльцы.

Для рода *Triticum* наиболее показательным примером может служить упомянутая выше *T. Timopheevi* Zhuk., тетраплоидный ($2n=28$) компонент популяции эндемичной грузинской пшеницы, известной под названием «зандури».

Пшеница Тимофеева была описана П. М. Жуковским [9] и долгое время истинная природа этого тетраплоида оставалась не выясненной. Только благодаря успешному ресинтезу этой пшеницы, полученной путем облучения диплоидного компонента популяции зандури *T. monosocum* v. *hornemanni*, был экспериментально доказан автотетраплоидный путь ее возникновения [2].

Дальнейшее цитологическое изучение [5] показало полную аналогию с естественным тетраплоидным компонентом искусственно полученной расы, которая на четвертом-пятом поколениях выравнилась полностью и стала такой же фертильной, как и естественная пшеница Тимофеева. Об этом свидетельствуют приводимые ниже данные изученного нами мейоза.

Мейоз этих растений в основном протекает нормально. В М-1 образуются только биваленты, лишь в редких случаях наблюдаются аномалии, выражающиеся в образовании открытого типа бивалентов, выпадении отдельных хромосом в цитоплазму и в наличии 1—2 унивалентов в М-1. Последующие стадии в смысле правильности расхождения хромосом полностью выравниваются, и аномалии в ходе мейоза выражаются лишь в потемнении цитоплазмы в единичных случаях с Т-II и с более поздних стадий мейоза. Очевидно, этим и следует объяснить наличие стерильной пыльцы (до 25—30%) у этих тетраплоидов.

Подобные аномалии, варьирующие в пределах 4—33%, отмечены и у естественных линий тетраплоидной *T. timopheevi* [10].

В данном случае автополиплоидия не влияет на хромосомное спаривание, генетически возбуждается бивалентность и почти всегда образуются функционирующие гаметы.

Таким образом, в сопоставлении со стерильной аутотетраплоидной вероникой от диплоидной *V. schistosa*, пшеница Тимофеева может служить примером фертильного автотетраплоида, по-видимому, обязательного гетерозиготности диплоидной основы популяции зандури. Что касается искусственно полученной пшеницы Тимофеева, то быстрому восстановлению ее фертильности сильно способствовало также опыление пыльцой от естественных тетраплоидов, вместе с которыми она культивировалась на опытных участках.

Таким образом, приводимый материал включает данные, на основании которых могут быть высказаны некоторые общепологические соображения о эволюционной неравноценности различных автотетраплоидов.

В случае тетраплоидной вероники это растения без эволюционной судьбы, и, как правило, они существуют только как клоны.

Наоборот, автотетраплоидная *T. timopheevi* — жизненное растение. Очевидно, здесь тетраплоидный уровень вполне обеспечивает фер-

тильность растений, обнаруживающих ряд прогрессивных черт, что доказывается даже на примере искусственно полученных тетраплоидных мутантов.

Ввиду того что комплекс *V. gentianoides* является очень сложным и обширным, здесь в различных популяциях встречаются все переходы от стерильных тетраплоидов до высокофертильных и вполне жизненных.

Академия наук Грузинской ССР
Институт ботаники

Академия наук Армянской ССР
Институт ботаники

(Поступило 16.5.1974)

ციტოლოგია

რ. ბერიძე, ა. პოგოსიანი

ველურნი და კულტურული ფლორის ზოგიერთი წარმომადგენლის ავტოტეტრაპლოიდთა ბუნების შეცნობისათვის

რეზიუმე

შრომში განხილულია ორი ტიპის ავტოტეტრაპლოიდი: ერთი სტერილურია, არსებობს როგორც კლონი და წარმოიშვება მალალი მთის სახეობის *Veronica schistosa*-ს პოპულაციებში. მეორე, ქართული ენდემური ხორბლის „ზანდურის“ პოპულაციის კომპონენტია და ცნობილია *Tr. timopheevi*-ის სახელწოდებით.

CYTOLOGY

R. K. BERIDZE, A. I. POGOSYAN

TOWARDS THE UNDERSTANDING OF THE NATURE OF AUTOTETRAPLOIDS IN CERTAIN REPRESENTATIVES OF WILD AND CULTIVATED FLORA

Summary

Two types of autotetraploid plants are considered in the present paper. The first, which occurs in populations of high mountain species of *V. schistosa*, is entirely sterile and exists only as a clone.

The second is a tetraploid component of the Georgian endemic wheat population *Zanduri*. This type is known as *Tr. Timopheevi* Zhuk. The autotetraploid nature of this type was proved experimentally. This type is quite fertile and evolutionarily progressive.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. Л. Менабде. Сб. «Полиплоидия у растений». М., 1962.
2. А. Д. Горгидзе. Сообщения АН ГССР, 52, № 3, 1968.
3. Р. К. Беридзе и А. Д. Горгидзе. Сообщения АН ГССР, 55, № 3, 1969.
4. Л. К. Чхаидзе. Сообщения АН ГССР, 54, № 3, 1969.
5. Р. К. Беридзе и А. Д. Горгидзе. Генетика, т. VI, № 12, 1970.
6. И. И. Тумаджанов, Р. К. Беридзе. Бот. ж., 54, II, 1969.
7. И. И. Тумаджанов, Р. К. Беридзе, А. И. Погосян. Бот. ж. 57, 12, 1970.
8. И. И. Тумаджанов. Тезисы докладов на V съезде ВБО. Киев, 1973.
9. П. М. Жуковский. Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции, 19, 2, 1928.
10. А. А. Ерицян. Труды Тбилисского бот. ин-та, т. VIII, 1941.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

К. Н. КУЧАШВИЛИ

ИЗУЧЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КОЛИШТАММОВ
И ВЫДЕЛЕННЫХ КОЛИБАКТЕРИОФАГОВ

(Представлено членом-корреспондентом Академии А. Н. Бакурадзе 25.7.1974)

Различным аспектам биологии кишечных палочек, возбудителей некоторых инфекционных патологий, посвящено немалое число исследований [1, 2]. По данным литературы последнего периода, многие примененные для лечения этих заболеваний антибиотики и химиотерапевтические средства в связи с появлением устойчивых форм микробов к этим препаратам не обеспечивают желаемого лекарственного эффекта [3—7]. Поэтому комплексное изучение вопросов биологических и физиологических свойств не только колиштаммов, но и выделенных колибактериофагов — одна из наиболее актуальных проблем микробиологии и инфекционных патологий.

Для решения поставленной перед нами задачи необходимо было выделение колиштаммов непосредственно у больных. В различных клиниках г. Тбилиси нами было выделено 566 штаммов, из коих 63,6% уложились в схему типирования, а остальные оказались серологически нетипируемыми, вызывали специфические колиинфекции.

Исследования биологических свойств преобладающего большинства штаммов не выявили никаких особенностей. Оказалось, что при воспалительных процессах органов мочевой системы выселяются преимущественно патогенные кишечные палочки трех серологических типов: 0—111, 0—26 и 0—55. Эти результаты подтверждаются данными других авторов [4, 8, 9]. Среди штаммов были индолоположительные и индолоотрицательные, а также те, которые в агглютинации отрицательно и положительно реагировали с трилофлавином. Схожие результаты зафиксированы и при реакции плазмокоагуляции. Гемолиз констатирован у 272 штаммов.

В процессе изучения чувствительности штаммов к 9 антибиотикам установлено, что большинство из них резистентны к ним. Свежевыделенные штаммы проявляют наибольшую чувствительность к мономицину (50%) и неомицину (51,2%).

В центре внимания наших исследований находилась селекция производственных рас фагов. Источником для выделения рас служили 277 фильтратов сточной воды. Из 44 рас были отобраны те, которые в отношении штаммов, устойчивых к антибиотикам, проявили наиболее высокую литическую активность.

С целью повышения литической активности использовались методы пассажа на свежевыделенных штаммах и через куриные эмбрионы, а также обогащение среды аллантоиной жидкостью и способ А. Г. Никонова [10]. Следует отметить, что среди испытанных методов наиболее рациональным оказался пассаж фага на свежевыделенных штаммах, при котором активность удалось повысить на 3—4 порядка.



В процессе экспериментов были изучены морфология негативных колоний, влияние температуры и ультрафиолетовых лучей, параметры действия на гомологичные и гетерологичные штаммы, эффективность посева клонов кишечных палочек, биологические, физиологические и серологические свойства выделенных фагов, взаимодействие фага против кишечной палочки с клеткой хозяина и образование фагоустойчивых форм микробов. Для фиксации тончайших ультраструктурных изменений использовался метод электронномикроскопических исследований.

Оказалось, что на твердой питательной среде в результате действия фагов против кишечных штаммов появляются два типа колоний как по форме, так и по величине: мелкие (до 1,5 мм) и крупные (3 мм и более). Электронномикроскопическими исследованиями установлено, что оба фага, выделенные из отдельных негативных колоний и характеризующиеся банальным типом симметрии, не отличаются от известных фагов коидизентерийной группы и полностью соответствуют классификационной схеме А. С. Тихоненко [11]. Выявлено также, что результаты действия температуры на фаги различны. С практической точки зрения важен тот факт, что поливалентный препарат не снижает первоначальной активности при температуре плюс 50—65°.

Ожидаемые результаты получены от фагов, которые показали литическую активность в отношении не только гомологичных штаммов, но и отдельных представителей шпигелл.

Представляло интерес изучение действия фагов, выделенных от больных, в отношении серологических типов *E. coli*. Выяснено, что взятые в опыт фаги (13) неспособны лизировать все серологические типы. На основании данных нейтрализующего действия антифагсывороток представлена характеристика выделенных фагов, которые без исключения оказались обособленными. Установлено, что в отношении гомологичных фагов одинаковую степень нейтрализации проявляют антифаговые сыворотки. Вместе с этим, констатирована перекрестная нейтрализация между антифаговыми сыворотками 0—26, 0—55 и 0—145, что свидетельствует об их антигенном родстве.

В результате тщательно проведенных комплексных исследований рекомендуется использовать в качестве диагностико-лечебно-профилактических средств фаги, которые характеризуются хорошо выраженными адсорбционными свойствами, коротким латентным периодом и высокой урожайностью.

В последнее время большое практическое значение приобретает определение частоты образования фагоустойчивых форм микробов. Поэтому нами изучена фагоустойчивость по методу Т. Г. Чанишвили и Ж. С. Капанадзе [12] и установлено, что частота развития этих свойств у различных серологических типов в отношении взятых в опыт фагов колеблется от $1,2 \cdot 10^{-2}$ до $2 \cdot 10^{-8}$. Отмечается зависимость образования фагоустойчивости от некоторых серологических типов.

На основании исследований можно считать доказанным, что фагоустойчивость непосредственно связана с бактериофагом, поэтому соответствующий подбор различных типов фага обеспечивает стабильный лизис штаммов с низким показателем образования фагоустойчивых мутантов.

Показатели, полученные в результате сопоставления данных адсорбции фагов серологической характеристики и образования фагоустойчивых форм, дают основание сделать вывод о том, что в производственную расу необходимо включать оба серологических типа с ко-

როტკიმ პერიოდმ ადსორბცია, ა ჩასტოტა იბრაოვანია ფაგოუსტოიჩივუხ ფორმ მიკრობოვ დოჯნა ნაოდიჩიასა ვ პრედელახ 10^{-8} — 10^{-10} .

პრაქტიკეშიმ რეზულტატიმ ნაიხი კომპლექსნიხ ისლედოვანიი იაილსი რაზრაოტკა ტეხნოლოგიაი პროიზოვსტვა ფაგოვოვ პროტივ კიშეჩნიხ პალოჩეკოვ ვ პრომიშლენნიხ მასშტაბახ ა იზგოთოვლენი ეფექტივნიო ლეკარსტვენნიო პრეპარატი, კოტორი უჯე ვ ტეჩენი ნესკოლქიხ ლეტ უსლესიო ისპოლჯეტსა ვ შიროკი დო ლეჩებნი დო პრაქტიკე.

თბილსისკი ნაუჩიო-ისლედოვალსკი
ინსტიტიუტი ვაკცინი ა სივოროტოვო
მზს სსსრ

(დოსუტილო 26.7.1974)

აქსაბარეზენტალე ბედიცინა

პ. კუჩაშვილი

ნაწლავის ჩხირის და გამოყოფილი კოლიგაქტერიოფაგის
ბიოლოგიური თვისებების შესწავლა

რეზიუმე

566 ნაწლავის ჩხირის სეროლოგიური ტიპების კვლევის დროს აღმოჩნდა, რომ შტამების 63,6% არის სხვადასხვა სეროლოგიური ტიპისა. მათი უმრავლესობა მიეკუთვნება სამ ძირითად სეროლოგიურ ტიპს.

დადგენილია ნაწლავის ჩხირის მაღალი რეზისტენტობა ზოგიერთი ანტი-ბიოტიკისადმი. ყველაზე დიდი მგრძობელობა გამოვლინდა მონომიცინის და ნეომიცინის მიმართ. დიაგნოსტიკური, სამკურნალო და პროფილაქტიკური მიზნით რეკომენდებულია ფაგი კარგად გამოხატული ადსორბციული თვისებით, მოკლე ლატენციური პერიოდით და მაღალი მოსავლიანობის უნარით.

ფავორეზისტენტობა უშუალო კავშირშია ბაქტერიოფაგთან და ამიტომ სხვადასხვა ტიპის ფაგის შერჩევა უზრუნველყოფს შტამების სტაბილურ ლიზისს.

დამუშავებულია ნაწლავის ჩხირის საწინააღმდეგო ფაგის წარმოების ტექნოლოგია სამრეწველო მასშტაბით და მინიშნებულია ეფექტური პრეპარატი, რასაც წარმატებით იყენებენ სამკურნალო პრაქტიკაში.

EXPERIMENTAL MEDICINE

K. I. KUCHASHVILI

A STUDY OF THE BIOLOGICAL PROPERTIES OF THE
COLI STRAINS AND ISOLATED COLI BACTERIOPHAGES

Summary

An investigation of the serological types of 566 strains of an intestinal rod showed that 63.6% of the strains appeared to be of different serological types. Most of them belonged to three main serological types. High resistance to some antibiotics was noted. Phages with marked adsorption properties, short latent period and high harvest are recommended for use as diag-

nostic, remedial and prophylactic agents. The technology of phage production against intestinal rods on an industrial scale has been worked out and an effective medical preparation made.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. И. Гольдин. Циститы. М., 1960.
2. В. А. Пилипенко. О хроническом пиелонефрите. Автореферат, Донецк, 1963.
3. А. П. Цулукидзе. Руководство по хирургии, 9. М., 1959, 175—190.
4. С. Я. Аршба, К. И. Багдоева. Вопр. клинич. и exper. урологии, III. Тбилиси, 1965, 7—18.
5. Р. Г. Салакая. Комбинированное действие различных сочетаний антибактериальных препаратов и пентоксила на устойчивые уроштаммы кишечной палочки и вызванный ими инфекционный процесс. Автореферат, Ереван, 1969.
6. Л. Д. Цискаришвили. Тезисы докладов Межинститутской конференции по проблеме бактериофагии. Тбилиси, 1955, 47—48.
7. А. Я. Варгапетов. Современные основы иммунотерапии глубоких форм стафилодермии. Тбилиси, 1971.
8. З. Д. Гоголадзе. Тезисы докладов II Межинститутской конференции по проблеме бактериофагии. Тбилиси, 1959, 26—27.
9. Т. С. Кереселидзе, Е. И. Хомасуридзе. Тезисы докладов Конференции Тбилисского НИИВСа. Тбилиси, 1960.
10. А. Г. Никонов, А. М. Хохлова, К. Г. Бигуль, Р. И. Тимофеева. ЖМЭИ, 1, 1959.
11. А. С. Тихоненко. Ультраструктура вирусов бактерий. М., 1968.
12. Т. Г. Чаншвили, Ж. С. Капанадзе. Труды Тбилисского НИИВСа, VI, 1967, 91—98.

В. Ф. ШУВАЛОВ, В. М. ЧХИКВАДЗЕ

БАМБУ-ХУДУК — НОВОЕ КРУПНОЕ МЕСТОНАХОЖДЕНИЕ ВЕРХНЕМЕЛОВЫХ ЧЕРЕПАХ НА ЮГО-ЗАПАДЕ МОНГОЛИИ

(Представлено академиком Л. К. Габуния 16.5.1974)

Наиболее значительные местонахождения мезозойских позвоночных в Монголии (Гурлин-Цав, Бугин-Цав, Ногон-Цав и др.) расположены в Заалтайской Гоби. Все они связаны с верхнемеловыми отложениями, преимущественно с нэмэгэтинской свитой, датируемой маастрихтом [1].

В 1973 г. во время полевых исследований в центральных районах Заалтайской Гоби, к северу от урочища Ингэни-Ховур В. Ф. Шуваловым было обнаружено новое крупное местонахождение позднемеловых черепов. Расположено оно близ старого колодца Бамбу-Худук, в 30 км запад-юго-западнее известного местонахождения динозавров и черепов Бугин-Цав [2]. От указанного колодца новое местонахождение и получило свое название (рис. 1).

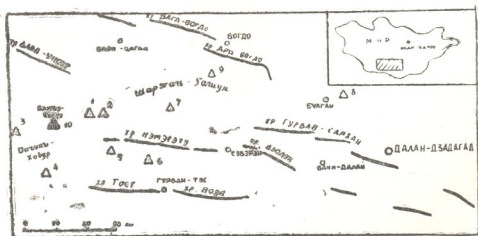


Рис. 1. Схематическая карта центральной и восточной частей Заалтайской Гоби и расположение на ней местонахождений позднемеловых черепов: 1 — Бугин-Цав, 2 — Гурлин-Цав, 3 — Ногон-Цав, 4 — Хэрмин-Цав, 5 — Алтан-Ула, 6 — Нэмэгэту, 7 — Ширэгийн-Гашун, 8 — Бани-Дзак, 9 — Хурэн-Цав, 10 — Бамбу-Худук

Проведенные в районе Бамбу-Худук геолого-стратиграфические исследования свидетельствуют о том, что ископаемые черепahi связаны здесь со средней частью разреза нэмэгэтинской свиты, с горизонтами желтовато-серых и зеленовато-серых плотных и слабо сцементированных песчаников, нередко косослонистых, переслаивающихся с аналогичного цвета и красно-бурыми глинами и гравелитами. Мощности костеносных горизонтов песчаников варьируют от 0,5 — 0,6 до 2,5—3 м.

31. „მეცნიერება“, ტ. 76, № 2, 1974

Местами отчетливо виден линзовидный характер пластов; помимо раковин моллюсков, здесь обнаружены кости крупных динозавров, яйца динозавров и ископаемые пресноводные моллюски — представители родов *Pseudohyria* и *Mesolanistes*, характерные для нэмэгэтинской свиты.

Наибольшее количество скелетов черепов приурочено к горизонту плотных известковистых песчаников, расположенному примерно на высоте 10 м над подошвой уступа обрыва Бамбу-Худука, именно в соседних с ним снизу и сверху пластах слабосцементированных желтовато-серых песчаников (рис. 2). Здесь отобрано для исследования около 50 экземпляров скелетов черепов различной степени сохранности. Общее же количество скелетов ориентировочно составляет несколько сотен, возможно даже более тысячи. По этому показателю местонахождение Бамбу-Худук превосходит все известные не только в Заалтайской Гоби, но и во всей Монголии местонахождения черепов. В Бамбу-Худуке основные костеносные пласты расположены на весьма небольшом участке, не превышающем 0,5—0,3 км². Данное обстоятельство выгодно отличает его от соседних местонахождений Бугин-Цав, Ногон-Цав и др., где скелеты черепов встречаются на более обширных площадях и в значительно меньшем количестве.

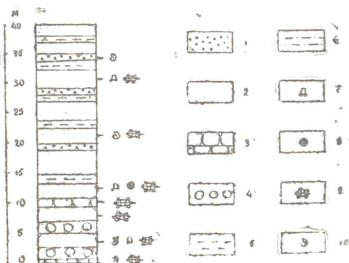


Рис. 2. Разрез верхнемеловых отложений нэмэгэтинской свиты в районе местонахождения Бамбу-Худук: 1 — гравелиты, 2 — рыхлые и слабосцементированные песчаники, 3 — плотные известковистые песчаники, 4 — «ядровидные» песчаники, 5 — глины, 6 — песчаные глины, 7 — динозавры, 8 — яйца динозавров, 9 — черепахи, 10 — моллюски

Предварительная обработка коллекции черепов из местонахождения Бамбу-Худук, выполненная В. М. Чхиквадзе, свидетельствует о том, что подавляющее большинство обнаруженных здесь скелетов относится к установленному ранее виду *Mongolemys elegans* Khosatzky et Mlynarski, 1971 [3]. Кроме монголэмисов, здесь обнаружено несколько фрагментов панцирей черепов из семейства *Trionychidae* (род *Trionyx*); один из них представлен половиной карапака.

Большинство панцирей монголэмисов найдено в естественном сочленении с костями конечностей, шейными позвонками и черепами. Среди них имеются скелеты взрослых и молодых особей. Это позволя-



ет заключить, что причиной массовой гибели черепах могли явиться лишь резкие изменения абиотических условий. Возможно, что этой причиной явилось катастрофическое наводнение, способствовавшее быстрой привнесу в озерные бассейны огромного количества обломочного материала с ближайших возвышенностей.

Подобного типа «кладбища» позднемеловых черепах известны в соседних районах Заалтайской Гоби (урочища Гурлин-Цав, Бугин-Цав, Ногон-Цав и др.) и некоторых других районах Монголии. Все это дает основание предположить, что гибель пресмыкающихся в подобного рода захоронениях могла произойти во время летней или зимней спячки, причем в очень короткие отрезки времени. Иначе трудно объяснить такое массовое скопление скелетов не только в нескольких, но и в одном местонахождении. Не исключено, что большинство из указанных местонахождений черепах в Заалтайской Гоби вероятно, изохронны по времени возникновения и связаны с определенным стратиграфическим уровнем, сформировавшимся в течении одного сезона или даже его части. Во всяком случае геологические данные не противоречат этому предположению.

Местонахождение Бамбу-Худук с точки зрения обилия и сохранности палеонтологического материала является уникальным и заслуживает особого внимания. Проведенные на нем сборы дали и, несомненно, дадут в будущем большой серийный материал по монголемисам, а возможно, и триониксам, которые позволят провести биометрические, палеоэкологические и прочие наблюдения над черепахаи нэмэгэтинского времени.

Академия наук СССР
Институт озероведения

Академия наук Грузинской ССР
Институт палеобиологии

(Поступило 24.5.1974)

პალეობიოლოგია

ბ. შუვალოვი, ვ. ჩხიკვაძე

ბამბუ-ყუდუყი — ზედაცარცულ კუთა ახალი დიდი ადგილსაპოვებელი სამხრეთ-დასავლეთ მონღოლეთში

რეზიუმე

მიერალტაის გობის ცენტრალურ ნაწილში ბუგინ-ცავიდან 30 კმ დასავლეთ-სამხრეთ-დასავლეთით 1973 წელს ვ. შუვალოვმა აღმოაჩინა ზედაცარცულ კუთა დღემდე უცნობი უდიდესი ადგილსაპოვებელი, რომელიც მდებარეობს ჭა ბამბუ-ყუდუყის მიდამოებში.

ძელოვანი შრე მდებარეობს ნემეგეტუს წყების (მაასტრიხტი) შუა ნაწილში. იგი კუთა (*Mongolemys elegans*, *Trionyx* sp.) ნაშთების გარდა შეიცავს დინოზავრების ჩონჩხების ნაწილებს, მათ გაქვავებულ კვერცხებს და აგრეთვე მტკნარი წყლის მოლუსკების ნიჟარებს.

ამ კუთა მასობრივი სიკვდილისა და განამარხების მიზეზს უთუოდ წარმოადგენდა კლიმატური პირობების მკვეთრი ცვლილება ზამთრის ან ზაფხულის ძილქუშის პერიოდში.

V. F. SHUVALOV, V. M. CHKHIKVADZE

BAMBU-HUDUK—A NEW LARGE OCCURRENCE OF UPPER
CRETACEOUS TURTLES IN SOUTH-WESTERN MONGOLIA

Summary

In 1973 V. F. Shuvalov discovered a new large occurrence of the Upper Cretaceous (Maasrichtian) turtles in the central part of Transaltic Gobi (30 km to the WSW of Bugin-Tsav). Besides the turtles (*Mongolemys elegans*, *Trionyx* sp.) bones of large dinosaurs, eggs of dinosaurs and fossil fresh-water mollusks were also found there.

Mass extinction of the turtles must have resulted from a drastic climatic change during summer or winter hibernation.

შიგობებები — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. Г. Мартинсон, А. В. Сочава и Р. Барсболд. ДАН СССР, т. 189, № 5, 1969, 1081—1084.
2. П. К. Чудинов. Материалы по геологии МНР. М., 1966, 74—78.
3. L. I. Khosatzky, M. F. Mlynarski. Paleontologia Polonica, № 25, 1971, 131—144.



Е. Г. АХВЛЕДИАНИ

О НОВОМ РОДЕ *PSEUDOARCICARDIUM* AKHVLEDIANI GEN. NOV.
ИЗ СРЕДНЕКИММЕРИЙСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ
ЧЕРНОМОРСКОГО БАССЕЙНА

(Представлено академиком Л. Ш. Давиташвили 16.5.1974)

Вид *Arcicardium kubanicum* Andrus. занимает особое место среди арцикардиумов. Ни у одного из видов *Arcicardium* в онтогенезе не отмечается развитие зубов. Лишь у *Arc. kubanicum* отмечаются следующие весьма существенные особенности: у взрослых особей замочная пластина узкая, а субапикальная площадка не развита. Молодые особи часто имеют в правой створке один кардинальный зуб и рудиментарные передний и задний боковые зубы, в левой створке наблюдается один маленький кардинальный зуб, ограниченный позади ямкой. С ростом раковины зубы редуцируются и исчезают полностью. Поэтому у взрослых особей на замочной пластине наблюдается часто лишь мозолевидное утолщение на месте кардинального зуба, а боковые зубы отсутствуют или выражены очень слабо. Это обстоятельство можно рассматривать как рекапитуляцию признаков у *Arc. kubanicum* и предположить его происхождение от каких-то иных предков, которые имели более полный зубной аппарат. Поэтому вполне возможно выделение *Arc. kubanicum* в новый род, который мы предлагаем назвать *Pseudoarcicardium* gen. nov., филогенетически не связанный с *Arcicardium*. Наше предположение вполне согласуется с мнением А. Г. Эберзина [1], считавшего возможным выделение *Arc. kubanicum* из рода *Arcicardium* на основании изолированного положения этого вида среди арцикардиумов и отсутствия указаний на близкие к нему формы. „Возможно,— пишет А. Г. Эберзин,— что в результате дальнейших исследований выяснится необходимость выделения этого вида из естественного рода *Arcicardium* в другой род или группу“.

И. Г. Тактакишвили [2] считает происхождение *Arc. kubanicum* совершенно неясным и в построенной им филогенетической схеме помещает его отдельно от основного филогенетического древа арцикардиумов. И. Г. Тактакишвили не исключает возможности происхождения этого вида от одной из групп дидакн. При этом он указывает на сходство *Arc. kubanicum* с представителями группы *Didacna gurieffi* (Desh.) и *Didacna multistriata* (Rouss.). Впрочем, он оставляет этот вопрос открытым до более тщательного изучения. Далее И. Г. Тактакишвили указывает, что формы близкие *Arc. kubanicum*, были им найдены в Гурии,

в отложениях, переходных от верхнего киммерия в нижний кувальневидный. Указываемое И. Г. Тактакишвили сходство *Arc. kubanicum* с представителями таких групп, как *Did. gurieffi* и *Did. multistriata*, не совсем ясно, поскольку эти виды относятся к разным группам кардиид, не связанных между собой филогенетически. Возможно, это сходство имеет чисто конвергентный характер.

Нам кажется, что скорее можно говорить о близости арцикардиумов и плагиодаки, о чем писал Н. И. Андрусов [3]. На близость, по его мнению, указывают трапециевидная форма и килеватость раковины, а также общий характер плоских ребер у обоих родов. Отличием является присутствие высокого, иногда зазубренного килевого ребра, а также присутствие явственного, косо поставленного кардинального зуба у большинства плагиодаки. Этот последний Н. И. Андрусов сравнивал с рудиментами зуба у *Arc. kubanicum*. При этом Н. И. Андрусов отмечал отсутствие переходов между *Plagiodacna carinata* (наиболее древним представителем плагиодаки) и каким-либо из арцикардиумов. Таким образом, Н. И. Андрусов исключает непосредственную преемственность между плагиодаками и арцикардиумами.

Однако, по нашему мнению, не исключено существование общего предка у плагиодаки и *Arc. kubanicum*, занимающего, как мы указывали, обособленное место среди арцикардиумов. Этот предполагаемый предок должен был, вероятно, обладать достаточно полным составом замка. На каком-то этапе развития произошло отщепление этих форм от общего ствола и становление в дальнейшем двух самостоятельных таксонов. Таким представляется нам возникновение „*Arcicardium*“ *kubanicum* Andrus., который мы принимаем за типовой вид выделенного нами нового рода *Pseudoarcicardium* gen. nov. Этот род, конечно гипотетично, мы помещаем в филогенетической схеме развития плагиодаки. Филогенетическое древо плагиодаки нами изучено [4] с достаточной достоверностью, чего нельзя сказать об „*Arc.*“ *kubanicum*, являющимся пока что единственным представителем *Pseudoarcicardium* gen. nov. Последующие поиски и исследования, вероятно, восполнят этот пробел.

Приводим описание нового рода.

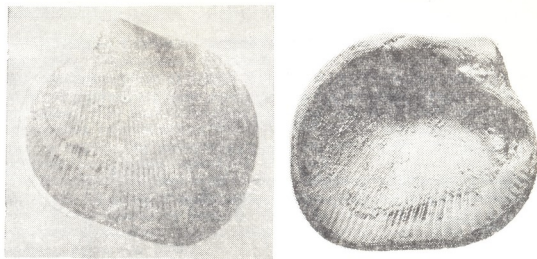
Семейство *Cardiidae* Lamarck, 1819

Род *Pseudoarcicardium* Akhvlediani gen. nov.

(рис. 1)

Диагноз. Раковина крупных размеров, выпуклая, умеренно толстостенная, округло-трапециевидного очертания, неравносторонняя. Передний край несколько короче заднего, оба края выпуклые, плавно соединяются с нижним краем. Замочный край сильно выпуклый, с короткой передней и удлиненной задней ветвью, эта последняя параллельна нижнему краю. Наружная поверхность ребристая, покрыта многочисленными (до 70) радиальными плоскими ребрами, которые разделены нитевидными межреберными промежутками. Тонкие линии нара-

стания, концентрически расположенные на наружной поверхности, к краям раковины становятся грубыми. Замочная пластина узкая, субапикальная площадка не развита. Кардинальные зубы рудиментированы, на их месте развито мозолевидное утолщение; боковые зубы неявно выражены или отсутствуют. Лигаментная пластинка равна половине длины задней ветви замочного края. Внутренняя поверхность ребристая. «Внутренние ребра» узкие и желобчатые, у слияния заднего и нижнего краев раковины пересекают мантийную линию. Мантийная линия цельная. Передний мускульный отпечаток глубокий, задний поверхностный.



а

Рис. 1. *Pseudoarcicardium kubanicum* (Andrus.). Таманский полуостров, гора Костенкова, среднекиммерийские слои. Сборы Н. Б. Васоевича. ПИН АН СССР

Типовой вид: *Arcicardium kubanicum* Andrus. — средний киммерий Таманского полуострова.

Состав рода: *Pseudoarcicardium kubanicum* (Andrus.).

Сравнение: от представителей *Arcicardium* новый род *Pseudoarcicardium* отличается отсутствием субапикальной площадки, наличием мозолевидного рудимента кардинального зуба, а в некоторых случаях и боковых зубов, килеватой макушкой. Примечательно присутствие у молодых представителей нового рода в правой створке одного кардинального и двух рудиментированных боковых зубов (переднего и заднего), а в левой створке одного маленького кардинального зуба.

С представителями *Plagiodacna* новый род сближает сходное округло-трапецидальное очертание раковины, наличие рудимента кардинального зуба, расположенного косо, так же как и кардинальный зуб у плагиодакн, наличие килеватой макушки, а также общий характер плоских ребер наружной поверхности.

Развитие зубного аппарата у *Pseudoarcicardium* позволяет предположить происхождение его представителей от форм, обладавших более полным составом замка. Не исключено также, что

Plagiodacna и *Pseudoarcicardium* могли иметь общих предков—формы с хорошо развитым замочным аппаратом. Однако изменение бионических условий и соответствующее приспособление к ним привели к образованию, с одной стороны, плагиодакн и, с другой, псевдоарцикардиумов.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт палеобиологии

(Поступило 17.5.1974)

პალეობიოლოგია

ბ. ახვლედიანი

ახალი გვარი *PSEUDOARCICARDIUM* AKHVLEDIANI
 GEN. NOV. შავი ზღვის აუზის შუაკიმერიული
 ნალექებიდან

რეზიუმე

დასაბუთებულია კარდიდების ოჯახის ახალი გვარის *Pseudoarcicardium* Akhvlediani gen. nov. გამოყოფა და აღწერა შავი ზღვის აუზის შუაკიმერიული ნალექებიდან.

PALAEOBIOLOGY

H. G. AKHVLEDIANI

A NEW GENUS *PSEUDOARCICARDIUM* AKHVLEDIANI GEN.
 NOV. FROM THE MIDDLE CIMMERIAN DEPOSITS OF
 THE BLACK-SEA REGION

Summary

A new genus of the family *Cardiidae*—*Pseudoarcicardium* Akhvlediani gen. nov. is described from the Middle Cimmerian of the Black-Sea region.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. Г. Эберзин. Солоноватоводные кардииды плиоцена СССР, ч. II. М., 1951.
2. И. Г. Тактакишвили. Сообщения АН ГССР, 59, № 1, 1970.
3. Н. И. Андрусов. Ежегодник по геологии и минералогии России, т. IX, вып. 4—5, 1907.
4. Е. Г. Ахвლედიანი. Сообщения АН ГССР, XLII:2, 1966.



М. А. ЦИСКАРИДЗЕ, Г. Е. ЖУРАВЛЕВ

ВЛИЯНИЕ УСТАНОВКИ НА ПОВЕДЕНИЕ ЧЕЛОВЕКА В СИТУАЦИИ ВЫБОРА

(Представлено академиком А. С. Прангишвили 26.6.1974)

Изучение факторов, регулирующих поведение человека в случайной среде, представляет большой интерес для прикладной психологии: для инженерной психологии, поскольку прогнозирование случайных событий составляет один из основных аспектов деятельности человека-оператора, для патопсихологии, так как при некоторых патологических состояниях нарушенными оказываются именно процессы прогнозирования, а также для кибернетики как эвристического материала при разработке алгоритмов принятия решений.

Большую популярность в исследованиях такого рода приобрела методика «игры в угадывание», которая состоит в следующем: испытуемому предлагается угадать, какое из возможных (двух или более) событий произойдет. После этого ему сообщается, какое событие произошло на самом деле.

В опытах, проведенных по методике «игры в угадывание», а также с измерением времени реакции, изучалась роль статистической структуры последовательности символов [1—5], влияние вознаграждения на процесс угадывания [6], выявлялись возможные тактики поведения испытуемых [7] и т. п.

Целью настоящей работы было изучение роли установки в поведении человека в ситуации выбора. Различная установка испытуемого формировалась с помощью различий в экспериментальных ситуациях.

Использовались две экспериментальные ситуации. В одной из них у испытуемого с помощью специально сконструированного прибора — «управляемой рулетки», генерирующей последовательность двух символов — цифр «1» и «2», создавалось впечатление случайности предъявляемой последовательности сигналов. Испытуемому предлагалось угадать, на какой цифре остановится диск после вращения. Экспериментатор мог незаметно для испытуемого предопределять порядок следования сигналов.

В другом эксперименте испытуемому предлагалась игра в карты с экспериментатором. Каждый из них имел колоду карт с «+» и «0». Испытуемый и экспериментатор должны были одновременно класть на стол по одной карте. Если на столе оказывались две одинаковые карты («++» или «00»), выигрывал испытуемый, в противном случае — экспериментатор.

В обоих экспериментах использовалась одна и та же последовательность символов, которая составлялась по таблице случайных чисел. Опыты отличались друг от друга различием установок испытуемого по отношению к экспериментальной ситуации, которая в одном случае настраивалась на угадывание случайной последовательности, а в другом — на «игру с противником».



Были проведены две серии опытов. В первой серии предъявлялась равновероятная последовательность длиной в 100 символов, во второй — последовательность неравновероятных символов с соотношением частот 80:20. После 100 предъявлений символов структура последовательности неожиданно для испытуемого менялась и предъявлялся только редкий сигнал 25 раз подряд.

В целях сравнительного изучения возрастных особенностей формирования структуры процесса прогнозирования были обследованы испытуемые трех групп: учащиеся 4 класса, учащиеся 9, 10 классов и взрослые испытуемые (24—37 лет). Всего в подготовительной и основной сериях опытов приняло участие 200 испытуемых.

В опыте с равновероятными символами соотношение частот символов в ответных последовательностях испытуемых для всех групп и обеих ситуаций экспериментов не различалось.

Отличия были выявлены при подсчете двух основных показателей прогностического решения: 1) испытуемый в новом прогнозе повторял предшествующий символ в последовательности экспериментатора, 2) испытуемый в новом прогнозе повторял предшествующий прогноз, т. е. сохранял ответное действие.

Оба показателя были исследованы в зависимости от успеха и неудачи предшествующего прогноза.

Оказалось, что учащиеся 4 класса в опыте с рулеткой ориентируются на символ экспериментальной последовательности, чаще всего повторяя предшествующий символ. В серии с картами явно заметно стремление сменить ответное действие, обмануть противника, поступить иначе, чем на предыдущем шаге.

Взрослые испытуемые прежде всего опирались на собственные действия. Существенные различия выявились после неудачи: в серии с рулеткой неудачный прогноз чаще всего повторялся, в серии же с картами имел место частичный отказ от предыдущего прогноза.

Наименьшие различия в результатах двух серий выявились у учащихся 9, 10 классов. С помощью специального опыта по установлению закономерности было показано, что ситуацию с рулеткой они воспринимают как конфликтную.

Интересным оказался результат изучения прогностических решений испытуемых в зависимости от позиции сигнала при одно-, двух-, трех-, четырехкратном повторении одного и того же сигнала в последовательности.

Для младших школьников на всех позициях показательны непосредственное следование символу последовательности в ситуации с рулеткой (67—58%) и примерно равновероятный прогноз в конфликте (54—50%).

Учащиеся 9, 10 классов в опыте с рулеткой лишь в малой степени следуют символу, незначительно опираясь в прогнозе на «объективные» показатели. В опыте с картами они более уверены только на первом шаге (63% повторов) и быстро теряют определенность на последующих позициях.

В ситуации конфликта у взрослых наблюдается стремление повторить символ, а в ситуации с рулеткой чаще происходит смена символа.

Из-за краткости сообщения мы опускаем подробное описание позиционных кривых в зависимости от успеха или неудачи, показавших, что игровое отношение к экспериментальной ситуации проявляется у детей после успеха, а у взрослых — после неудачи. Старшеклассники занимают промежуточное положение.



Во второй серии опытов, так же как и в первой, были использованы те же ситуации: угадывание последовательности генерируемой рулеткой и игра в карты. Соотношение частот символов, в отличие от первой серии, было 80:20.

Соотношение частот символов в ответной последовательности испытуемого, которое, как полагают, отражает способность испытуемого улавливать частотные характеристики предъявляемой последовательности, выявило различия в зависимости от экспериментальной ситуации. В опыте с рулеткой у взрослых и учащихся 9, 10 классов соотношение частот близко к экспериментальному, в опытах же с картами различия между частотами оказываются сглаженными (67:33 и 70:30 для взрослых и учащихся соответственно). У учащихся 4 класса в обеих ситуациях частоты оказываются сближенными (64:36).

Во всех возрастных группах в опыте с рулеткой встречались испытуемые, переходящие на оптимальную стратегию поведения, состоящую в постепенном переходе к называнию только частого символа. В опыте с картами этого не наблюдалось.

Вторая часть опыта, когда испытуемому 25 раз подряд предъявлялся редкий сигнал, также выявила различия в поведении испытуемых в зависимости от установки испытуемого.

В эксперименте с рулеткой все взрослые испытуемые и большинство школьников после нескольких повторений переходили к стабильному называнию редкого символа. При этом в самоотчетах испытуемые отмечали, что «рулетка испортилась», а иногда и вовсе отказывались от дальнейшего участия в эксперименте.

Во время игры в карты большинство испытуемых всех возрастов на протяжении всего ряда повторений редкого символа называли частый символ, ожидая подвоха со стороны экспериментатора.

Приведенные результаты позволяют предположить, что в ситуации с рулеткой испытуемый считает, что прибор генерирует последовательность с определенной статистической закономерностью. Поэтому здесь существенное влияние на поведение испытуемых оказывало соотношение частот символов в последовательности экспериментатора. В ситуации игры в карты, помимо оценки общей закономерности игры экспериментатора, существенно то, что игра идет с противником, который по ходу игры может менять тактику. Поэтому большее отличие соотношения частот в последовательности экспериментатора в этой серии опытов следует рассматривать не как результат худшей оценки вероятностной структуры последовательности, а как следствие стремления избежать подвоха со стороны противника, т. е. как следствие различий установок, создаваемых различием в экспериментальных ситуациях первой и второй серий опытов.

Академия наук Грузинской ССР
Институт кибернетики

Академия наук СССР
Институт психологии

(Поступило 4.7.1974)

ფსიქოლოგია

მ. ცისარიძე, ზ. შურაბერიძე

ბანუშობის ბავლენა აღამიანის ქცევაზე ამორჩევის
სიტუაციაში

რ ე ზ ი უ მ ე

ნაშრომში შესწავლილია განწყობის გავლენა აღამიანის ქცევაზე ამორჩევის სიტუაციაში. სპეციალურად შექმნილ ექსპერიმენტულ სიტუაციაში ერთ

შემთხვევაში ადამიანს ექმნებოდა განწყობა სიმბოლოების შემთხვევითი მიმდევრობის გამოსაცნობად, მეორეში — ექსპერიმენტატორის წინააღმდეგ თამაშისა. გამოვლინებულია განწყობაზე დამოკიდებული პროგნოზული გადაწყვეტილების მიღების სხვადასხვა ხერხი და ასაკობრივი განსხვავებანი.

PSYCHOLOGY

M. A. TSISKARIDZE, G. E. ZHURAVLOV

THE INFLUENCE OF SET ON HUMAN BEHAVIOUR IN A CHOICE SITUATION

Summary

The results of an experimental study of the influence of subjects' set on their behaviour in a choice situation are presented. A set (*ustanovka*) for guessing random sequences of symbols in one case, and for taking part in a game with the experimenter in the other, was evolved in the subjects with the aid of special experimental situations. Different modes of prognostic solving with different sets, as well as the age peculiarities are set forth.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. Е. Журавлев. Сб. «Актуальные проблемы экспериментального исследования скорости реагирования». Тарту, 1971.
2. Г. Е. Журавлев, В. Н. Веселов. Техническая кибернетика, № 4, 1971.
3. И. М. Фейгенберг, М. А. Цискаридзе. Проблемы моделирования психической деятельности. Новосибирск, 1967.
4. М. А. Цискаридзе. Зависимость реакции человека на стимул от некоторых вероятностных характеристик ситуаций. Автореферат, М., 1969.
5. В. В. Чавчанидзе, К. Д. Мдивани, Г. Н. Кечхуашвили и др. Труды семинаров Института кибернетики АН ГССР, т. 45, вып. 1, 1968.
6. И. М. Фейгенберг, М. А. Цискаридзе, В. А. Иванников, В. В. Гульдман. Сб. «Математические методы в психиатрии и неврологии». Л., 1970.
7. И. М. Фейгенберг, М. А. Цискаридзе, В. В. Гульдман, А. И. Осницкий. Сб. «Принципы вероятностной организации поведения, распознавания и медицинской диагностики». Л., 1970.

ბ. ოლილაძე

ზრავმების სინშირის ასახვა და ფიქსირებული განწყობა

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა რ. ნათაქემ 7.7.1974)

აღრე ჩვენ [1] გამოვთქვით მოსაზრება, რომ გრაფემების ფარდობითი სინშირების ასახვა ხდება განწყობისეულად, რომ ის უამრავი განმეორებები, რომელსაც ადგილი აქვს ინდივიდის პრაქტიკაში, ასრულებენ საგანწყობო ექსპონიციანთა ფუნქციას.

ამ მოსაზრების დასამტკიცებლად ჩავატარეთ ცდები, რისთვისაც გამოვიყენეთ ფიქსირებული განწყობის მეთოდი. საგანწყობო ცდების ჩასატარებლად შევადგინეთ ტექსტი, რომელშიც გრაფემები განლაგებულია ობიექტური სინშირების საწინააღმდეგოდ. მაგ., ყველაზე ხშირად მოცემულია ასო ყ (33-ჯერ) და ყველაზე იშვიათად ასო ა (ერთხელ). სულ აღებული გვექონდა 561 ასონიშანი, რომლებიც შემთხვევითი წესით განვალაგეთ ერთ ფურცელზე. მივიღეთ ბურღონის ტესტის ანალოგიური ტესტი, სადაც ასოები განლაგებულია ჩვენს მიერ მითითებული სტოქასტიკური პრინციპით.

ცდაში მონაწილეობდა 45 ცდის პირი (ც. პ.). მათ ეძლეოდათ 16 ტესტი და ევალუბრდნენ თითოეულ ფურცელზე ამოშალათ ორ-ორი ასო, სულ ბოლო ტესტში კი სამი ასო, რადგან ქართული გრაფემების რაოდენობა 33-ია. ასე რომ ც. პ. უხდებოდა ყველა ასოსათვის გაესვა ხაზი.

ც. პ. ეძლეოდა ინსტრუქცია: „ჩვენ ვიკვლევთ თქვენს ყურადღებას. გვეალებათ ამოშალთ გარკვეული ასოები. იყავით ყურადღებით, რომ ამოსაშლელი ასო არ გამოგჩნდეთ“. ინსტრუქციის მიზანი იყო ც. პ. ყურადღების კონცენტრაცია მოხდინა გრაფემების ამოშლაზე და არა მათ განმეორებათა სინშირებზე.

ცდა მიმდინარეობდა საშუალოდ 1 სთ და 30 წ. ცდის პირობის შესრულების შემდეგ ც. პ. ჩამოერთმეოდა ასოებიანი ფურცელი, რომლის შემდეგაც ეძლეოდა ახალი ინსტრუქცია: „თქვენ გეძლევათ ქართული ენის 33 ასო. გვეალებათ ეს ასოები განვალაგოთ განმეორებათა სინშირის კლების მიხედვით. ისე როგორც ეს მოცემულ ტესტში იყო“.

ც. პ. აცხადებენ, რომ მათ ყურადღება არ მიუქცევიათ ასოების განმეორებათა სინშირებისათვის, მთელი ყურადღება მიმართული ჰქონდათ იქითკენ, რომ ამოსაშლელი ასო არ გამოგჩნდოდათ. ჩვენ მაინც ვთხოვდით განცდაზე დაყრდნობით განვალაგებინათ ასოები სინშირის კლების მიხედვით ისე როგორც ტესტში იყო მითითებული.

ც. პ. წინ მაგიდაზე ეწყო ქართული ენის 33 ასო. ც. პ. ადარებდნენ ერთმანეთს ასოებს და სინშირის კლების მიხედვით ალაგებდნენ. მათ უფლება ეძლეოდათ განლაგებაში კორექცია შეეტანათ. დალაგებული ასოების ამოწერის შემდეგ ც. პ. ეძლეოდათ კიდევ ერთი ინსტრუქცია: „როგორც ცნობილია, ყველა ენაში და მათ შორის ქართულშიც ასოები სხვადასხვა სინშირით გვხვდება. ვთხოვთ აქ წარმოადგინოთ ქართული ენის ყველა ასო განვალაგოთ სინშირის კლების მიხედვით“. ც. პ. ინსტრუქციის გაცხობის შემდეგ ჩვეულებრივ იძლეოდნენ კითხვას: „საერთოდ? ისე როგორც ქართულ ენაში გვხვდება?“ და დებითი პასუხის მიღების შემდეგ იწყებენ დავალების შესრულებას.



გამოირკვა, რომ ც. პ. სწორად აფასებენ ტესტში მოცემული ასოების სიხშირეებს. კორელაცია ტესტში მოცემული ასოების განმეორებათა სიხშირეებს და მის სუბიექტურ შეფასებას შორის $r_0=0,54$; მიუხედავად იმისა, რომ ტესტში მოცემული ასოების სიხშირეები, რომელსაც ვაფიქსირებდით, ობიექტური სიხშირეების დიამეტრალურად საწინააღმდეგო იყო, მაინც გარკვეული ზომით აისახა სუბიექტში ($P=0,01$).

ჩვენ გვაინტერესებდა აგრეთვე ცდის მიმდინარეობის დროს ფიქსირებული სიხშირეები იმოქმედებს თუ არა ც. პ. მიერ ქართულ სალიტერატურო ენაში ხმარებული ასოების ობიექტური F_0 სიხშირეების F_s სუბიექტურ შეფასებაზე. გამოირკვა, რომ ექსპერიმენტში ფიქსირებულმა სიხშირეებმა გარკვეული გავლენა იქონია საერთოდ ქართულ ენაში ხმარებული ასოების ობიექტური სიხშირეების F_0 სუბიექტურ F_s შეფასებაზე ($r_0=0,68$)¹. კორელაციის საშუალო მნიშვნელობა, ჩვენს მიერ ქართულ მასალაზე ადრე ჩატარებული ცდის მიხედვით ტოლი იყო $r_0=0,82$. სხვაობა ამ ორ კორელაციას შორის ტოლია $0,14$ ($t=0,5 > 0,06$).

როგორც ვნახეთ, ექსპერიმენტში ფიქსირებულმა სიხშირეებმა უმნიშვნელოდ შეამცირა სუბიექტური „ცოდნის“ ხარისხი. ეს გამოწვეულია იმ გარემოებით, რომ ბუნებრივ პირობებში ფონემების განმეორებები ინდივიდის პრაქტიკაში დიდი, ის იწყება მეტყველების დაფუძვლებასთან ერთად და თანდათანობით ფიქსირდება [2], ხოლო ზრდადამთავრებულ ინდივიდში უკვე საკმაოდ მცირია.

შეიძლება ითქვას, რომ ბუნებრივ პირობებში ანალოგიური გზით ხდება გრაფემების განმეორებათა სიხშირის ფიქსაცია-ასახვა, რომელიც ვადადის ლიტერატურ მდგომარეობაში და შესაბამისი სიტუაციის პირობებში ფიქსირებული განწყობის მექანიზმი უზრუნველყოფს სუბიექტს სათანადო აქტივობაში ჩართვას.

თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

(შემოვიდა 11.7.1974)

ПСИХОЛОГИЯ

Г. Ф. ОДИЛАДЗЕ

ОТРАЖЕНИЕ ЧАСТОТ ГРАФЕМ И ФИКСИРОВАННАЯ УСТАНОВКА

Резюме

В нашем эксперименте были созданы условия, аналогичные естественным условиям фиксации повторяемости частот графем грузинского языка. Выяснилось, что статистическая структура языка — отражение частоты повторяемости графем — является установочным феноменом.

¹ ეს რიცხვი გამოხატავს კორელაციის კოეფიციენტის საშუალო მნიშვნელობას, გამოთვლილია 45 ცდის პირის მაჩვენებლის საფუძველზე.

G. Ph. ODILADZE

REFLECTION OF GRAPHEME FREQUENCIES AND
FIXATED SET

Summary

The author created an experimental situation analogous to the natural situation of fixation of frequencies of the Georgian language graphemes.

The statistical structure of the linguistic reflection of frequencies was found to be phenomenous of set.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. Ф. О д и л а д з е. Симпозиум «Прием информации и установка». Тбилиси, 1969.
2. გ. ო დ ი ლ ა ძ ე. საქ. სსრ მეცნიერებათა აკადემიის შობაზე, 75, № 3, 1974.



მ. ფირცხალავა

სპირითური სამყაროსა და ძველი საქართველოს მოსახლეობის
ურთიერთობის საკითხისათვის

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა გ. მელიქიშვილმა 11.4.1974)

საქართველოს ნივთიერ კულტურაში გამოვლენილია სკვითური სამყაროსათვის დამახასიათებელი ნივთები — სკვითური ტიპისა იმ გაგებით, რომლითაც აღინიშნება ერთობლიობა სამი ისეთი კატეგორიისა, როგორც არის შეიარაღება, ცხენის ავაზმულობა და ე. წ. ცხოველსახოვანი სტილი. საქართველოში აღმოჩენილი ყოველი ამ კომპონენტის ტიპოლოგიური შესწავლა შესაძლებლობას იძლევა გავიხედოთ ზოგიერთი განმარტავადებული ხასიათის დასკვნა ამ ორი სამყაროს ურთიერთობის ხასიათის შესახებ და ამასთან, დამატებითი შუქი მოეფინოს სკვითური კულტურის წარმოშობის საკითხს.

საქართველოს არქეოლოგიურ კომპლექსებში წარმოდგენილია „სკვითური ტრიადის“ ის კომპონენტები, რომლებიც სკვითური არქაიკისათვისაა დამახასიათებელი (ძვ. წ. VII—VI სს.) და ამავე ხანებში უნდა ვივარაუდოთ გარკვეული კონტაქტების არსებობა ამ ორ სამყაროს შორის.

საქართველოში სკვითური ტიპის ნივთების აღმოჩენის შემთხვევებს ჩვეულებრივ ან ჩრდილოეთის მომთაბარეთა წინა აზიაში ლაშქრობას უკავშირებენ [1], ან იმ კავშირით ხსნიან, რომელიც არსებობდა ადრესკვითურ სამყაროსა და ამიერკავკასიას — როგორც შავიზღვისპირეთის ტრამალების მოსახლეობის ძველი აღმოსავლეთის ქვეყნებთან დამაკავშირებელს — შორის [2].

საქართველოს არქეოლოგიურ კომპლექსებში წარმოდგენილი სკვითური ტიპის ნივთების შესწავლა რამდენადაც განსხვავებული დასკვნის გაკეთების საშუალებას გვიძლევს.

სკვითების პირველი ხსენება ასირიულ წყაროებში ხდება ასარხადონის მმართველობის ხანაში, დაახლოებით ძვ. წ. VII საუკუნის 70-იან წლებში. ამ დროისათვის სკვითები უკვე იხსენიებიან აღმოსავლეთში, ურმიის ტბის მიდამოებში [3]. საქართველოს ტერიტორიაზე გამოვლენილი მასალა, რომლის სკვითურ წარმომავლობაზედაც შეიძლება ლაპარაკი, ძვ. წ. VII საუკუნის დასასრულზე ადრეული ხანით არ თარიღდება, ასე რომ არ არის გამართლებული მისი აღმოჩენა ძვ. წ. VII საუკუნის პირველი ნახევრის იმ ლაშქრობას დაუკავშირდეს, როდესაც, ძველი აღმოსავლური წყაროების თანახმად, სკვითები წინა აზიაში ჩნდებიან. ამასთან, არსებობს მოსაზრება, რომ წინა აზიაში ჩრდილოეთიდან შეჭრილი ტომები „წინასკვითური“ იყვნენ არქეოლოგიური თვალსაზრისით [3]. აქვე გვინდა აღვნიშნოთ, რომ საქართველოს არქეოლოგიურ კომპლექსებში გვხვდება სკვითურად აღიარებული ნივთების ის ტიპები, რომელთა გავრცელებას სკვითურ სამყაროში ირანულ აღმოსავლეთს უკავშირებენ. საქმე ეხება სკვითურ კულტურაში ფართოდ გავრცელებული იარაღის — აკინჯის — განსაკუთრებულ ტიპს, რომელსაც აქვს სწორი ძელაკისებური ტარისთავი და მასიური პეპლისებური ვადა, და რომელიც საქართველოს კომპლექსებშიც აღმოჩნდა [4, 5]. მიღებულია, რომ აკინჯის ეს ფორმა წინააზიური წარმოშობისაა [6—8]. წინააზიაში ასევე აკინჯის ქარქაშის ვაფართოებული ბოლოს შემკობის პრინციპიც მორკალული მტაცებელი ცხოველის გამოსახულებით [9, 10], რომელიც პირველად „ზივიეს განძის“ ნივთებზე გვხვდება [11]. ამგვარად შემკობილი რკინის აკინჯები საქართველოს ტერიტორიაზედაც არის აღმოჩენილი



[5], ასე რომ სკვითების მიერ აღმოსავლეთში შეთვისებული და იქ გადამღობული ფორმების არსებობა საქართველოს ტერიტორიაზე თავისთავად გამოიწვევს მათს საქართველოში შავიზღვისპირეთის სკვითური სამყაროდან გავრცელების შესაძლებლობას. ვფიქრობთ, რომ წინააზიური სამყაროდან ძველადმოსავლური ფორმები და მხატვრული სიუჟეტები კავკასიის, კერძოდ, საქართველოს გზით ვრცელდებოდა სკვითებში.

ეს პროცესი, როგორც საქართველოს არქეოლოგიურ კომპლექსებში წარმოადგენილი სკვითური ტიპის მასალა მოწმობს, იმ კონტაქტის საფუძველზე ხორციელდებოდა, რომელიც ძვ. წ. VII საუკუნის დასასრულიდან ჰქონდათ სკვითებსა და საქართველოს ტერიტორიაზე მოსახლე ტომებს. ამ ორი სამყაროს ურთიერთობის შედეგად საკუთრივ სკვითური ფორმები და მტივები ვრცელდება ამიერკავკასიის (კერძოდ საქართველოს) ნივთიერ კულტურაში: ეს არის ცხენის აჯახუნობის ნაწილები — უზანგის მოყვანილობის რგოლით დაბოლოებული ლაგმები და სკვითურისათვის ტიპური ორნამენტაცია ძვლის საყბურებისა — ცხენის ჩლიქით დაბოლოებული ნიმუშები, დიაგნალით ვაყოფილი, ჩაღარული სამკუთხედებით შემკული საყბურები, სოლარული ნიშნების გამოხატულება რქის საყბურებზე [4, 12]. ამავე დროს კავკასიური წარმომავლობის ფორმები და თვით ნივთებიც კი ჩნდება სკვითურ მიწა-წყალზე. მხედველობაში გვაქვს სკვითურ სამყაროში გავრცელებული რკინის საომარი ცულების ერთი ტიპი, სახელდობრ, ჩაქუჩისებრყუიანი საომარი ცულები, რომელთა წარმოებას სკვითურ კულტურაში კავკასიის გავლენით ხსნიან [13], ასევე ფაბრიკონს ნასახლარსა და ერთ სკვითურ ყორღანში აღმოჩენილ კავკასიისათვის ტიპიური ფორმის ბრინჯაოს ჭურჭელი [14] და უკრაინაში აღმოჩენილი ბრინჯაოს ცული [15].

საქართველოს სკვითურინვენტარიანი არქეოლოგიური კომპლექსების შესწავლის საფუძველზე ვფიქრობთ, რომ ძველი საქართველოს ტერიტორია იყო ის მხარე, სადაც ხდებოდა შეხვედრა და ურთიერთგაცვლა სკვითური, კავკასიური და ძველადმოსავლური ტრადიციებისა. თუ სარწმუნოა ამიერკავკასიის ძველი ტოპონიმიკის მონაცემებზე დაფუძნებული ვარაუდი, რომ ჩრდილოეთის ტრამალებიდან სამხრეთისაკენ დაძრული სკვითური ტომების ნაწილი ამიერკავკასიის, კერძოდ, საქართველოს სხვადასხვა პუნქტში უნდა დამკვიდრებულიყო [16], მაშინ საფიქრებელია, რომ აქ დაბინადრებულ სკვითურ ტომებსაც გარკვეული მონაწილეობა უნდა მიეღოთ ამ ურთიერთობათა ჩამოყალიბების პროცესში.

საყურადღებოა აღინიშნოს, რომ სკვითური კულტურა ჩრდილოეთ შავიზღვისპირეთში ჩამოყალიბებული სახით ძვ. წ. VII საუკუნის დასასრულს ჩნდება [17]. ის ვარაუდობა, რომ მისი ადრეული ნიმუშები გვხვდება კავკასიაში, საქართველოს არქეოლოგიურ კომპლექსებში, ერთგვარად იმ თვალსაზრისის სასარგებლოდ მეტყველებს, რომლის თანახმად სკვითური კულტურა წინააზიური კულტურების გავლენით ჩამოყალიბდა და მზა სახით მოველინა ჩრდილოეთ შავიზღვისპირეთში მცხოვრებ ტომებს [17].

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის
არქეოლოგიური კომისია

(შემოვიდა 12.4.1974)

АРХЕОЛОГИЯ

М. С. ПИРЦХАЛАВА

К ВОПРОСУ О ВЗАИМООТНОШЕНИЯХ СКИФСКОГО МИРА С НАСЕЛЕНИЕМ ДРЕВНЕЙ ГРУЗИИ

Резюме

В материальной культуре древней Грузии обнаружены предметы, характерные для скифской культуры — в том понимании термина, которым обозначается единство трех таких категорий, коими являются

оружие, конский убор и звериный стиль. На основе типологического изучения каждого из этих компонентов, выявленных на территории древней Грузии, определяется характер отношений этих двух миров, а также проливается дополнительный свет на проблему происхождения скифской культуры. В материальной культуре древней Грузии представлены компоненты так называемой «скифской триады», характерные для скифской архаики, и с этой поры подразумевается существование определенных взаимоотношений между этими двумя мирами. В археологических комплексах древней Грузии представлены также предметы тех типов, распространение которых в скифской культуре связывают с Иранским Востоком, так что Закавказье может рассматриваться как путь проникновения этих форм в Скифию.

ARCHAEOLOGY

M. S. PIRTSKHALAVA

ON INTERRELATIONS OF THE SCYTHIAN WORLD AND
 THE POPULATION OF ANCIENT GEORGIA

Summary

Components of the so-called "Scythian triad" characteristic of the archaic Scythian world are represented in archaeological complexes of ancient Georgia; since that time definite interrelations of these two worlds are traceable. Georgia was the area where the Scythian, Caucasian and Ancient Eastern traditions converged. As a result of contacts of the Scythian and Ancient Eastern worlds Scythian forms and traditions found their way into the culture of ancient Georgia; on the other hand, forms and objects of Caucasian origin penetrated into Scythia. Scythian objects associated with the Iranian East are also detected in archaeological contexts of ancient Georgia; consequently, these forms may be considered to have penetrated into Scythia via the Transcaucasus.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Е. И. Крупнов. О походах скифов через Кавказ. ВССА, 1954, 186—194.
2. Б. Б. Пиотровский. Ванское царство. М., 1959, 245—256.
3. И. М. Дьяконов. История Индии. М.—Л., 1959, 244—245.
4. რ. აბრამიშვილი. სამთავროს სამაროვანზე აღმოჩენილი გვიანი ბრინჯაოს ხანისა და რკინის ფართო ათვისების ძეგლების დათარიღებისათვის, საქ. სსრ მეცნიერების მოამბე, XIX და XXI, 1957, 115—140; ტაბ. I—II.
5. Б. В. Техов. СА, № 3, 1972.
6. E. H. Minns. Scythians and Greeks. Cambridge, 1913, 68—72.
7. М. И. Ростовцев. Скифия и Боспор, 1925, 470.
8. А. И. Мелюкова. Вооружение скифов. САИ, Д1—4, 1964. М., 60.
9. М. И. Артамонов. СА, № 4, 1968, 27—45.

10. А. И. Шкурко. СА, № 1, 1969, 35.
11. R. Ghirshman. Perse. Proto-Iramens. Mèdes. Achéménides., 1963, Editions Galimard, 98—125.
12. Б. В. Техов. Скифские элементы в материальной культуре Юго-Осетии, კვესის ხალხთა ისტორიის საკითხები, თბილისი, 1966, 40—48.
13. В. А. Ілїнська. Скифські сокири, Археологія, 12, К., 1961, 52.
14. В. А. Ильинская. СА, № 3, 1973, 14—19.
15. В. А. Ильинская. Памятники скифского времени Посулья. Авгореферат. Киев, 1949, 7.
16. Г. А. Меликишвили. К истории древней Грузии. Тбилиси, 1939, 223—224.
17. А. И. Тереножкин. Скифская культура, МИА, 177, 1971, 15—24.

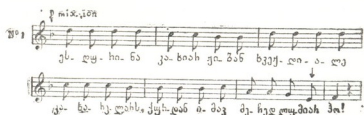
Б. А. ГУЛИСАШВИЛИ

НЕЙТРАЛЬНЫЕ АВТЕНТИЧЕСКИЕ ЛАДЫ ПЕРВОЙ ГЕПТАТОНИКИ В ГРУЗИНСКОЙ НАРОДНОЙ ПЕСНЕ

(Представлено академиком Г. С. Чхатадзе 6.6.1974)

В грузинском народном музыкальном творчестве главным образом встречаются автентические лады с устойчивым квинтовым остовом, как например ионийский, миксолидийский, дорийский, эолийский и фригийский [1—10]. Звукоряд их состоит из пяти больших и двух малых секунд, причем малая секунда следует через две и три большие секунды. Такой звукоряд называют первой гептатоникой [11]. Между этими ладами были обнаружены промежуточные или нейтральные лады, возникшие на основе приближения строя народного музыкального творчества к чистому [4, 6, 12—17]. Анализ показал наличие четырех нейтральных ладов, находящихся между ладами, различающимися одним знаком, двух нейтральных ладов, находящихся между ладами, различающимися двумя знаками, и одного нейтрального лада, находящегося между ладами, различающимися тремя знаками.

Ионийский и миксолидийский лады различаются VII ступенью. Если же лад имеет нейтральную септиму, то он будет промежуточным между ионийским и миксолидийским и его можно назвать нейтральным ионийско-миксолидийским (или миксолидийско-ионийским) ладом [15] (рачинская народная песня «Тамбиль лыпашт» [18], стр. 30, № 15 б) (пример № 1).



Миксолидийский и дорийский лады различаются III ступенью. Если же лад имеет нейтральную терцию, то такой лад будет промежуточным между миксолидийским и дорийским и его можно назвать нейтральным миксолидийско-дорийским (или дорийско-миксолидийским) ладом [15] (карталинская народная песня «В великий пост заболел я» [19], стр. 72, № 20) (пример № 2).

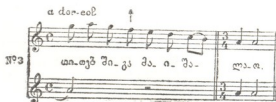
Дорийский и эолийский лады различаются VI ступенью. Если же лад имеет нейтральную сексту, то такой лад будет промежуточным между дорийским и эолийским и его можно назвать нейтральным дорийско-эолийским (или эолийско-дорийским) ладом [15] (хевсурская народная песня «В четверг рассветет» [20], стр. 64, № 8) (пример № 3).

Эолийский и фригийский лады различаются II ступенью. Если же лад имеет нейтральную секунду, то такой лад будет промежуточным

между эолийским и фригийским и его можно назвать нейтральным эолийско-фригийским (или фригийско-эолийским) ладом [15] (карта-



линская народная песня «Поеду я в Агзевань» [19], стр. 74, № 25) (пример № 4).



В музыковедении отмечается случай низкого звучания II ступени эолийского лада, что приближает его к фригийскому [21].



Миксолидийский и эолийский лады различаются III и VI ступенями. Если же лад имеет нейтральную терцию и нейтральную сексту, то такой лад будет промежуточным между миксолидийским и эолийским и его можно назвать нейтральным миксолидийско-эолийским (или эолийско-миксолидийским) ладом (карталинская народная песня «Плясовая» [19], стр. 69, № 16) (пример № 5).



Дорийский и фригийский лады различаются II и VI ступенями. Если же лад имеет нейтральную секунду и нейтральную сексту, то такой лад будет промежуточным между дорийским и фригийским и его можно назвать нейтральным дорийско-фригийским (или фригийско-дорийским) ладом (гурийская народная песня «Швидкаца» [22], стр. 97, № 48) (пример № 6).

Миксолидийский и фригийский лады различаются II, III и VI ступенями. Если же лад имеет нейтральную секунду, нейтральную терцию и нейтральную сексту, то такой лад будет промежуточным между миксолидийским и фригийским и его можно назвать нейтральным



миксолидийско-фригийским (или фригийско-миксолидийским) ладом (гурийская народная песня «Швидкаца» [22], стр. 97, № 48) (пример № 7).

ფ-ჰყ-რ ფ-ჰყ-რ რჳ ფ-ჰყ-ა შჳ

♩ dor-frig

№6

სა-ჭიხ-ე ვე-ლან-ღო-ღო-ღო-ღო-ღო ვი- თი-ღე-ღის-ბა-შო-ნი-ღა-ღა

შჳ . . . შჳ- ა† შჳ შო შა შჳ ა

Легкость ладовых модуляций в народном музыкальном творчестве объясняется приближением строя к чистому [4, 6, 12, 14]. В таких модуляциях принимают участие и нейтральные лады. В рачинской народной песне «Тамбиль лыпашт» ([18], стр. 30, № 15 б) мы встречаем мо-

♩ mix-frig

ფ-ჰყ-რ ფ- ჰყ-რ რჳ ფ-ჰყ-ა შჳ

№7

ვით ვალ-თა-ში ვა-შო-ღე-ღო-ღი-

შა - შა† შჳ† შჳა

дуляцию из миксолидийского в нейтральный миксолидийско-ионийский; в кахетинской народной песне «Рабочая» ([23], стр. 48, № 14) — из дорийского в нейтральный миксолидийско-дорийский; в хевсурской народной песне «В четверг рассветет» ([20], стр. 64, № 8) — из нейтрального дорийско-эолийского в дорийский; в карталинской народной песне «Поеду я в Агзевань» ([19], стр. 74, № 25) — из эолийского в нейтральный фригийско-эолийский; в карталинской народной песне «Плясовая» ([19], стр. 69, № 16) — из эолийского в нейтральный эолийско-миксолидийский и обратно.

Нейтральные лады невозможно воспроизвести в двенадцатизвучном темперированном строе, но можно создать их впечатление, чередуя одноименные малые и большие интервалы. Такое чередование создает имитацию нейтральных интервалов и нейтральных ладов, применяемую в творческой практике композиторов [16, 17]. В обработке мегрельской народной песни «Колыбельная» ([24], стр. 24, № 10) чередуются большая и малая терции [25], что создает имитацию нейтральной терции и нейтрального миксолидийско-дорийского лада, а в ариозо Абдул-араба из оперы «Сказание о Шота Руставели» Аракишвили чередуются большая и малая сексты, что создает имитацию нейтральной сексты и нейтрального натурально-гармонического мажора.

Нейтральные лады в грузинской народной песне придают ей своеобразие и указывают на ее ладовое богатство. Лады эти, так же как и основные лады, легли в основу творчества грузинских композиторов.

ბ. გულიშავილი

პირველი ჰეპტატონიკის ნეიტრალური ავტენტური

კილოები ქართულ ხალხურ სიმღერაში

რეზიუმე

პირველი ჰეპტატონიკის ავტენტურ კილოებს შორის ქართულ ხალხურ სიმღერაში აღმოჩნდა ოთხი ნეიტრალური კილო, რომლებიც მოთავსებულია ერთი ნიშნით განსხვავებულ კილოებს შორის, ორი ნეიტრალური კილო, რომლებიც მოთავსებულია ორი ნიშნით განსხვავებულ კილოებს შორის და ერთი ნეიტრალური კილო, რომელიც მოთავსებულია სამი ნიშნით განსხვავებულ კილოებს შორის. ეს კილოები აძლევენ ქართულ ხალხურ სიმღერას თავისებურებას და მივითითებენ მის კილოებრივ სიმდიდრეზე.

HISTORY OF ART

B. A. GULISASHVILI

NEUTRAL AUTHENTIC MODES OF THE FIRST HEPTATONIC IN GEORGIAN FOLK SONG

Summary

Among the authentic modes of the first heptatonic in Georgian folk song are found four neutral modes placed between modes differing by one sign, two neutral modes between modes differing by two signs, and one neutral mode between modes differing by three signs. These modes impart originality to Georgian folk song and point to its modal richness.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. М. М. Инполитов-Иванов. Ж. «Артист», № 45, 1895.
2. Д. Аракишвили. Ж. «Советская музыка», № 5, 1950.
3. შ. ასლანიშვილი. ქართლ-კახური ხალხური საგუნდო სიმღერების პარმონია. თბილისი, 1950.
4. Б. А. Гулишавили. Сообщения АН ГССР, 17, № 4, 1956.
5. თ. შამალაძე. შრომის სიმღერები კახეთში. თბილისი, 1952.
6. Б. А. Гулишавили. Сообщения АН ГССР, 52, № 1, 1968.
7. А. Мшвелидзе. Грузинская народная музыка. М., 1969.
8. შ. შილაკაძე. ქართული ხალხური საკრავები და საკრავიერი მუსიკა. თბილისი, 1970.
9. ნ. მაისურაძე. აღმოსავლეთ საქართველოს მუსიკალური კულტურა. თბილისი, 1971.
10. ე. ქობულაძე. კრ. «შრომების კრებული». თბილისი, 1973.
11. А. Сохор. Сб. «Вопросы теории и эстетики музыки», вып. 4. М.—Л., 1965.
12. Б. А. Гулишавили. Сб. «Искусство и иностранные языки». Алма-Ата, 1964.
13. Б. А. Гулишавили. Сообщения АН ГССР, 49, № 2, 1968.
14. Б. А. Гулишавили. Сообщения АН ГССР, 64, № 3, 1971.
15. Б. А. Гулишавили. Сообщения АН ГССР, 68, № 2, 1972.
16. Б. А. Гулишавили. Сообщения АН ГССР, 70, № 1, 1973.
17. Б. А. Гулишавили. Сообщения АН ГССР, 73, № 2, 1974.
18. З. П. Палиев. Сборник грузинских народных песен. Тбилиси, 1909.
19. Д. И. Аракиев. Грузинское народное музыкальное творчество. М., 1916.
20. Д. И. Аракиев. Обзор народной песни Восточной Грузии. Тбилиси, 1948.
21. შ. ასლანიშვილი. ნარკვევები ქართული ხალხური სიმღერების შესახებ, 2. თბილისი, 1956.
22. О. Чиджавадзе, В. Цагарейшвили. Грузинские народные песни. М., 1964.
23. Д. И. Аракиев. Краткий очерк развития грузинской карталино-кахетинской народной песни. М., 1905.
24. Д. И. Аракиев. Народные песни и танцы Грузии. М., 1913.
25. Х. А. Араkelov. Сб. «Вопросы теории музыки». М., 1968.

М. Г. БОРОДА

О ЧАСТОТНОЙ СТРУКТУРЕ МУЗЫКАЛЬНЫХ СООБЩЕНИЙ

(Представлено академиком Ш. Я. Амранашвили 26.4.1974)

Исследования музыкальных текстов, основанные на подсчетах частот встреч в них различного рода информационных единиц и анализе их распределений, дали ряд интересных результатов [1, 2]. Однако вопрос о наличии общих принципов организации музыкального текста на уровне частот встреч элементов оставался открытым — частоты эти изменяются от стиля к стилю, что не дает возможности обобщать без грубых «округлений». По-видимому, ответить на этот вопрос позволит анализ не самих распределений информационных единиц, а частотных структур этих распределений — ранжированных по убыванию наборов частот встреч соответствующих единиц в тексте (выборке). (Другие способы представления частотной структуры см. в [3, 4])¹.

В настоящей статье приводятся результаты анализа частотных структур мелодий полных музыкальных текстов, исследованных на уровне «семантической» элементарной единицы «Ф-мотив» [5]. Были выбраны тексты, в которых можно было естественно выделить от начала до конца «главный голос» (мелодия): 1) Д. Тартини. Соната для скрипки с ф-но соль-минор; 2) Д. Скарлатти. Соната для ф-но № 9; 3) И. Гайда. Симфония № 45; 4) В. Моцарт. Маленькая ночная серенада; 5) В. Моцарт. Соната для ф-но № 10; 6) Л. Бетховен. Рондо ор. 51 № 1; 7) Р. Шуман. Концерт для в-челн с оркестром; 8) Ф. Шопен. Соната № 2; 9) Ф. Шопен. Соната № 3; 10) Ф. Шопен. Баллада № 1; 11) Ф. Шопен. Фантазия ор. 49; 12) К. Сен-Санс. Интродукция и рондо-каприччиозо; 13) Д. Кобалевский. Рондо ор. 58; 14) С. Прокофьев. Соната для скрипки соло; 15) П. Хиндемит. Соната для скрипки соло № 1; 16) Ю. Левитин. Сонатина для флейты соло.

Для каждого из этих текстов выделенная мелодия (верхний голос в 1, 2, 5, 6, 8—11, 13—16; партия I скрипок в 3, 4; голос солирующего инструмента и оркестровых «отыгрышей» (верхний) в 7, 12) разбивалась на Ф-мотивы в соответствии с [5] и определялась ее длина (обозначена в работе через N) как число всех Ф-мотивов в ней. Затем определялся интонационный запас мелодии (далее обозначается через n) — число всех разных Ф-мотивов в ней, причем два Ф-мотива считались одинаковыми в том и только в том случае, когда один мог быть получен из другого перемещением по высоте. И наконец, подсчитывались частоты встреч в мелодии каждого из этих разных Ф-мотивов. Полученный набор частот упорядочивался по убыванию, образуя частотную структуру мелодии.

¹ Впервые, насколько нам известно, частотная структура в музыке была исследована в [3, 6] на материале выборки из мелодий Шопена, Фильда и Черни. Выборки просчитывались на уровне мелодических интервалов и их последовательностей — от 2 до 5 интервалов подряд.

Анализ частотных структур мелодий перечисленных выше показал, что структуры эти описываются соотношением

$$P_i = A / (A p_{\max}^{-1} - 1 + i) \quad (1)$$

(i — номер частоты в упорядоченном по убыванию ряду частот, $A = 1 / \ln(N p_{\max})$ и p_{\max} — относительная частота самого частого Ф-мотива в мелодии) — частным случаем обобщенного закона Ципфа—Мандельброта [3]. То есть частотная структура мелодии оказывается функционально зависимой от ее длины N и от p_{\max} и независимой от стиля и формы текста. Это видно на рис. 1 («теоретическая» кривая, построенная по (1), дана сплошной линией, экспериментальные точки

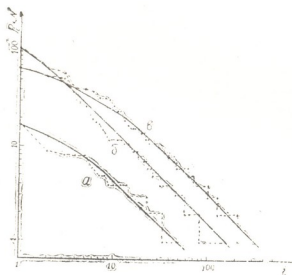


Рис. 1. Графики частотных структур мелодий: а — Д. Скарлатти. Соната для ф-но № 9 ($N = 156$; $p_{\max} = 0,109$; $n = 53$); б — Ф. Шопен. Соната № 2 ($N = 1484$; $p_{\max} = 0,0458$; $n = 330$); в — Ю. Левитин. Сонатина для флейты соло ($N = 763$; $p_{\max} = 0,1145$; $n = 158$). «Степеньки» на экспериментальных графиках объясняются наличием в мелодиях большого количества равночастотных Ф-мотивов (одноразовых, двухразовых и т. д.)

соединены пунктиром, масштаб билогарифмический). «Теоретическая» и «экспериментальная» кривые для остальных текстов обнаруживают аналогичное соответствие.

Как было сказано выше, в каждой из исследованных мелодий определялся ее интонационный запас n . Оказалось, что он также зависит от длины мелодии N и от p_{\max} . Но в [3] было показано, что словарный запас текста, частотная структура которого описывается выражением (1), может быть вычислен по формуле

$$n(N) = (N - p_{\max}^{-1}) / \ln(N p_{\max}), \quad (2)$$

где n , N и p_{\max} имеют тот же смысл, что и выше. И поскольку частотная структура каждой из исследованных мелодий описывается (1), представляло интерес проверить соответствие реального интонационного запаса n и теоретического $n(N)$, вычисленного по (2). Соответствующие данные приведены в таблице. Как видно из таблицы, значения $n(N)$ для большинства проанализированных мелодий оказались хорошо соответствующими реальным интонационным запасам. Относительное отклонение n от $n(N)$ в 14 из 16 мелодий текстов — от 0,3 до 17%. Интересно отметить, что аналогичные данные



получены и на литературном материале [4] (исследовались на уровне слов тексты различного стиля). По-видимому, аналогия с результатами на литературном материале может быть прослежена и в общем «поведении» частотных кривых, которые оказываются функционально зависимыми от длины текста и P_{\max} .

| М а т е р и а л | N | P_{\max} | n | $n(N)$ | $n/n(N)$ |
|---|------|------------|-----|--------|----------|
| 1. Д. Тартини. Соната для скрипки с ф-но соль-минор | 822 | 0,0657 | 217 | 202 | 1,074 |
| 2. Д. Скарлатти. Соната для ф-но № 9 | 156 | 0,1090 | 53 | 52 | 1,019 |
| 3. И. Гайдн. Симфония № 45 («Прощальная») | 1310 | 0,0435 | 342 | 318 | 1,075 |
| 4. В. Моцарт. Соната для ф-но № 10 | 1254 | 0,0510 | 296 | 297 | 0,997 |
| 5. В. Моцарт. Маленькая ночная серенада | 1256 | 0,1153 | 213 | 250 | 0,853 |
| 6. Л. Бетховен. Рондо ор. 51 № 1 | 627 | 0,0957 | 162 | 151 | 1,073 |
| 7. Р. Шуман. Концерт для в-челл с оркестром | 2030 | 0,0537 | 536 | 432 | 1,241 |
| 8. Ф. Шопен. Соната № 2 | 1484 | 0,0458 | 330 | 348 | 0,948 |
| 9. Ф. Шопен. Соната № 3 | 2364 | 0,0533 | 504 | 485 | 1,039 |
| 10. Ф. Шопен. Баллада № 1 | 900 | 0,0934 | 207 | 200 | 1,034 |
| 11. Ф. Шопен. Фантазия ор. 49 | 984 | 0,0588 | 198 | 237 | 0,836 |
| 12. К. Сен-Санс. Интродукция и рондо-каприччиозо | 1185 | 0,0675 | 225 | 237 | 0,844 |
| 13. Д. Кабалевский. Рондо ор. 58 | 623 | 0,0946 | 171 | 150 | 1,140 |
| 14. С. Прокофьев. Соната для скрипки соло | 1333 | 0,0834 | 347 | 281 | 1,235 |
| 15. П. Хиндемит. Соната для скрипки соло № 1 | 1201 | 0,0636 | 305 | 290 | 1,051 |
| 16. Ю. Левитин. Сонатина для флейты соло | 763 | 0,1445 | 158 | 161 | 0,982 |

Приведенные результаты показывают, что частотная структура мелодий различных по стилю и форме музыкальных текстов на уровне «семантической» единицы Φ -мотив подчиняется обобщенному закону Ципфа-Мандельброта. Интонационный запас мелодии зависит от ее длины и частоты самого частого Φ -мотива в ней и может быть описан выражением (2). Можно установить некоторые аналогии полученных результатов с соответствующими результатами на материале литературных (художественных) текстов.

Дальнейшие исследования частотных структур в музыке, а также интонационного запаса и закономерностей его роста представляют, как нам кажется, большой интерес и в свете анализа строения музыкального произведения, и в изучении общих принципов организации художественных текстов.

Тбилисская государственная консерватория

(Поступило 23.5.1974)

ხელოვნების ისტორია

მ. ბორღა

მუსიკალური შეტყობინების სინთირეთა სტრუქტურა

რეზიუმე

გამოკვლეულია სტილით განსხვავებული მუსიკალური ტექსტების მელოდის (ტექსტის „მთავარი ხმის“) სინთირეთა სტრუქტურა. ამ მელოდიაში გარ-

კვეული ტიპის ელემენტების შემხვედრ სისშირეთა თანმიმდევრულად კლება-
 დი რიგი. კვლევა ტარდება „სემანტიკური“ ერთეულის Φ -მოტივ-ის დონეზე.
 ნაჩვენებია, რომ მელოდიის სისშირეთა სტრუქტურა, ტექსტის სტილისაგან და-
 მოუკიდებლად, ექვემდებარება ციფ — მანდელბროტის განზოგადებულ კანონს.

HISTORY OF ART

M. G. BORODA

ON THE FREQUENCY STRUCTURE OF MUSICAL INFORMATION

Summary

The frequency structure of melodies of musical texts differing in style is studied. The frequency structure of melody (the “main voice” of the text) is interpreted as a regulated in diminution series of frequencies occurring in it of elements of a certain type. The study is carried out at the level of the “semantic” elementary unit of F-motive (“ Φ -МОТИВ”) (5). It is shown that the frequency structure of a melody depends on the total number of F-motives in it (its length), N and on the frequency of the most recurrent F-motive in it, P_{max} , coming under the general law of Zipf-Mandelbroth (3). The intonational stock of the melody (the number of all different F-motives in it also depends on these parameters and is described by the formula for “the lexical stock”, obtained from the cited law. A similarity of the present results with those from frequency structure studies of literary texts is noted (4).

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Р. Х. Зарипов. Кибернетика и музыка. М., 1971.
2. М. Ройтерштерн. Сб. «Музыкальное искусство и наука», вып. 2. М., 1973.
3. Ю. К. Орлов. Сообщения АН ГССР, 57, № 1, 1970.
4. Ю. К. Орлов. Научно-техническая информация, сер. 2, № 8, ВИНТИ, 1970.
5. М. Г. Борода. Сообщения АН ГССР, 71, № 3, 1973.
6. М. Г. Борода, Ю. К. Орлов. Сообщения АН ГССР, 57, № 2, 1970.

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 (статья 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 подлинники, 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 табличная 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 ტ რ თ ა ს ა ყ უ რ ა დ ლ ე ბ ო დ

1. ჟურნალ „საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბეში“ ქვეყნდება აკადემიოსთა და წევრ-კორესპონდენტთა, აკადემიის სისტემაში მომღვაწე და სხვა მეცნიერთა მოკლე წერილები, რომლებიც შეიცავს ახალ მნიშვნელოვან გამოკვლევათა ჭერ გამოუქვეყნებელ შედეგებს. წერილები ქვეყნდება მხოლოდ იმ სამეცნიერო დარგებდან, რომელთა ნომენკლატურული სია დამტკიცებულია აკადემიის პრეზიდიუმის მიერ.

2. „მოამბეში“ 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 აკადემიოსთა და წევრ-კორესპონდენტთა წერილები უშუალოდ გადაეცემა გამოსაქვეყნებლად „მოამბის“ რედაქციას, ხოლო სხვა ავტორთა წერილები ქვეყნდება აკადემიოსთა ან წევრ-კორესპონდენტთა წარდგინებით. როგორც წესი, აკადემიოსთა ან წევრ-კორესპონდენტს „მოამბეში“ დასაბუქდალ წელიწადში შეუძლია წარმოადგინოს სხვა ავტორთა არაუმეტეს 12 წერილისა (მხოლოდ თავისი სპეციალობის მიხედვით), ე. ი. თითოეულ ნომერში თითო წერილი. საკუთარი წერილი — რამდენიც სურს, ხოლო თანაავტორებთან ერთად — არაუმეტეს სამი წერილისა. გამოაწყის შემთხვევაში, როცა აკადემიოსთა ან წევრ-კორესპონდენტი მოითხოვს 12-ზე მეტი წერილის წარდგენას, საკითხს წევრებს მთავარი რედაქტორი. წარდგინების გარეშე შემოსულ წერილს „მოამბის“ რედაქცია წარმოსადგენად გადასცემს აკადემიოსთა ან წევრ-კორესპონდენტს. ერთსა და იმავე ავტორს (გარდა აკადემიოსთისა და წევრ-კორესპონდენტისა) წელიწადში შეუძლია „მოამბეში“ გამოაქვეყნოს არა უმეტეს სამი წერილისა (სულ ერთთა, თანაავტორებთან იქნება იგი, თუ ცალკე).

4. წერილი წარმოდგენილი უნდა იყოს ორ ცალად, დასაბუქდალ საგებშით მზა სახით, ავტორის სურვილისამებრ ქართულ ან რუსულ ენაზე, ქართულ ტექსტს თან უნდა ახლდეს რუსული და მოკლე ინგლისური რეზიუმე, ხოლო რუსულ ტექსტს — ქართული და მოკლე ინგლისური რეზიუმე. წერილის მოცულობა ილუსტრაციებითურთ, რეზიუმეებთან და დამოუკიდებელი ლიტერატურის ნუსხითურთ, რომელიც მას ბოლოში ერთვის, არ უნდა აღემატებოდეს ჟურნალის 4 გვერდს (8000 სისტემაში ნიშანი), ანუ საწერ მანქანაზე ორი ინტერვალით გადაწერილ 6 სტანდარტულ გვერდს (ფორმულებიანი წერილი კი 5 გვერდს). არ შეიძლება წერილების ნაწილებად დაყოფა სხვადასხვა ნომერში გამოსაქვეყნებლად. ავტორისაგან რედაქცია ღებულობს თვეში მხოლოდ ერთ წერილს.

5. აკადემიოსთა ან აკადემიის წევრ-კორესპონდენტთა წარდგინება რედაქციის სახელზე დაწერილი უნდა იყოს ცალკე ფურცელზე წარდგინების თარიღის აღნიშვნით. მასში აუცილებლად უნდა აღინიშნოს, თუ რა არის ახალი წერილში, რა მეცნიერული ღირებულება აქვს მას და რამდენად უპასუხებს ამ წესების 1 მუხლის მოთხოვნას.

6. წერილი არ უნდა იყოს ვადრეცირებული შესავლით, მიმოხილვით, ცხრილებით, ილუსტრაციებითა და დამოუკიდებელი ლიტერატურით. მასში მთავარი ადგილი უნდა ჰქონდეს დათმობილი საკუთარი გამოკვლევის შედეგებს. თუ წერილი გზადაგზა, ქვეთადგება 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, წარმოდგენა უნდა წააწეროს, თუ მეცნიერების რომელ დარგს განეკუთვნება წერილი. წერილის ძირითადი ტექსტის ბოლოს, მარჯვენა მხარეს, ავტორმა უნდა აღნიშნოს იმ დაწესებულების სრული სახელწოდება და ადგილმდებარეობა, სადაც შესრულებულია შრომა.

8. ილუსტრაციები და ნახაზები წარმოდგენილ უნდა იქნეს თითო ცალად კონვერტით. ამასთან, ნახაზები შესრულებული უნდა იყოს კალკაზე შავი ტუშით, წარწერები ნახაზებს უნდა გაუკეთდეს კალიგრაფიულად და ისეთი ზომისა, რომ შემეცირების შემთხვევაშიც კარგად იკითხებოდეს. ილუსტრაციების ქვემო წარწერების ტექსტი წერილის ძირითადი ტექსტის ენაზე წარმოდგენილ უნდა იქნეს ცალკე ფურცელზე. არ შეიძლება ფორცებისა და ნახაზე-



ბის დაწებება დედნის გვერდებზე. ავტორმა დედნის კიდვე ფანქრით უნდა აღნიშნოს ავტორის
ადგილას მოთავსდეს ესა თუ ის ილუსტრაცია. არ შეიძლება წარმოდგენილ იქნეს ისეთი
ცხრილი, რომელიც ქურნალის ერთ გვერდზე ვერ მოთავსდება. ფორმულები მელნით მკა-
ფიოდ უნდა იყოს ჩაწერილი ტექსტის ორივე ეგზემპლარში; ბერძნულ ასოებს ქვემოთ ყველ-
გან უნდა გაესვას თითო ხაზი წითელი ფანქრით, მთავრულ ასოებს — ქვემოთ ორ-ორი პა-
ტარა ხაზი შავი ფანქრით. ხოლო არამთავრულ ასოებს — ზემოთ ორ-ორი პატარა ხაზი შავი
ფანქრით. ფანქრითვე უნდა შემოიფარგლოს ნახევარწრით ნიშნაკებიც (ინდექსები და ხარის-
ხის მარკენებლები). რეზიუმეები წარმოდგენილ უნდა იქნეს ცალ-ცალკე ფურცლებზე. წე-
რილში არ უნდა იყოს ჩასწორებები და ჩამატებები ფანქრით ან მელნით.

9. დამოწმებული ლიტერატურა უნდა დაიბეჭდოს ცალკე ფურცელზე. საჭიროა დაეულ
იქნეს ასეთი თანმიმდევრობა: ავტორის ინიციალები, გვარი. თუ დამოწმებულია საქურნალო
შრომა, ვუჩვენოთ ქურნალის შემოკლებული სახელწოდება, ტომი, ნომერი, გამოცემის წე-
ლი. თუ დამოწმებულია წიგნი, აუცილებელია ვუჩვენოთ მისი სრული სახელწოდება, გამო-
ცემის ადგილი და წელი. თუ ავტორი საჭიროდ მიიჩნევს, ბოლოს შეუძლია გვერდების ნე-
ნერაციაც უჩვენოს. დამოწმებული ლიტერატურა უნდა დალაგდეს არა ანბანური წესით,
არამედ დამოწმების თანმიმდევრობით. ლიტერატურის მისათითებლად ტექსტსა თუ შენი-
შვნებში 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, აღნიშ-
ნოს სად მუშაობს და რა თანამდებობაზე, უჩვენოს თავისი ზუსტი მისამართი და ტელეფონის
ნომერი.

10. „მოამბეში“ გამოქვეყნებული ყველა წერილის მოკლე შინაარსი იბეჭდება რეფერა-
ტულ ქურნალებში. ამიტომ ავტორმა წერილთან ერთად აუცილებლად უნდა წარმოადგინოს
მისი რეფერატი რუსულ ენაზე (ორ ცალად).

11. ავტორს წასაკითხად ეძლევა თავისი წერილის გვერდებზე შეკრული კორექტურა
ნაკარად განსაზღვრული ვადით (არაუმეტეს ორი დღისა). თუ დადგენილი ვადისათვის კორ-
ექტურა არ იქნა დაბრუნებული, რედაქციას უფლება აქვს შეაჩეროს წერილის დაბეჭდვა
ან დაბეჭდოს იგი ავტორის ვიზის გარეშე.

12. ავტორს უფასოდ ეძლევა თავისი წერილის 25 ამონაბეჭდი.

(დამტკიცებულია საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის
პრეზიდიუმის მიერ 10.10.1968; შეტანილია ცვლილებები 6.2.1969)

რედაქციის მისამართი: თბილისი 60, კუტუზოვის ქ. № 19; ტელ. 37-22-16, 37-93-42.

საფოსტო ინდექსი 380060

ბ ე ლ მ ო წ ე რ ი ს პ ი რ ო ბ ე ბ ი: ერთი წლით 12 მან.

869/215



ՀՅԹ 1 ՊՅԵ.
ՇԵՆԱ 1 ՐԱԾ.

ИНДЕКС 76181