

624  
1969



W 2

საქართველოს სსრ  
ეცნიერებათა აკადემიის

გ მ ა ე ბ ე



СООБЩЕНИЯ

АКАДЕМИИ НАУК  
ГРУЗИНСКОЙ ССР



BULLETIN

OF THE ACADEMY OF SCIENCES  
OF THE GEORGIAN SSR

ტომი 53 ტომ

№ 2

თბილისი 1969 ФЕВРАЛЬ

თბილისი • ТБИЛИСИ • TBILISI

## ა ბ ტ ო რ ტ ა ს ა უ რ ა დ ლ ე ბ ო ლ

1. ჟურნალ „საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბეში“ ქვეყნდება აკადემიოსთა და წევრ-კორესპონდენტთა, აკადემიის სისტემაში მოქმედად და სხვა მეცნიერთა მოკლე წერილები, რომლებიც შეიცავს ახალ მნიშვნელოვან გამოკვლევებათა გერ გამოქვეყნებულ შედეგებს. წერილები ქვეყნდება მხოლოდ იმ სამეცნიერო დარგებიდან, რომელთა ნოქნ-კლასტურული სია დამტკიცებულია აკადემიის პრეზიდიუმის მიერ.

2. „მოამბეში“ არ შეიძლება გამოქვეყნდეს პალეოქვიური წერილი, აგრეთვე მიმოხილ-ეითი ან აღწერითი ხასიათის წერილი ცხოველთა, მკენარეთა ან სხვათა სისტემატიკაზე, თუ მასში მოცემული არაა მეცნიერებისათვის განსაკუთრებით საინტერესო შედეგები.

3. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიის და წევრ-კორესპონ-დენტთა წერილები უშუალოდ გადაეცემა გამოსაქვეყნებლად „მოამბის“ რედაქციას, ხოლო სხვა ავტორთა წერილები ქვეყნდება აკადემიოსთა ან წევრ-კორესპონდენტთა წარდგინებით. როგორც წესი, აკადემიოსის, ან წევრ-კორესპონდენტის „მოამბეში“ დასაბეჭდად წელიწადში შეუძლია წარმოადგინოს სხვა ავტორთა არაუმეტეს 12 წერილითა (მხოლოდ თავისი სპეციალ-ობის მიხედვით). ე. ი. თითოეულ ნომერში მთლიან წერილი, საკუთარი წერილი—რამდენც სურს, ხოლო თანავტორებთან ერთად—არაუმეტეს სამი წერილისა. გამოცემის შემთხვევაში, როცა აკადემიოსი, ან წევრ-კორესპონდენტი მოითხოვს 12-ზე მეტ წერილის წარდგინას, საითხს წყვეტს მთავარი რედაქტორი. წარდგინების გარეშე შემოსულ წერილის „მოამბის“ რედაქცია წარმოსადგინად გადასცემს აკადემიოსის ან წევრ-კორესპონდენტს. ერთსა და იმავე ავტორს (გარდა აკადემიოსისა და წევრ-კორესპონდენტისა) წელიწადში შეუძლია „მოამბეში“ გამოქვეყნდეს არაუმეტეს სამი წერილისა (სულ ერთთა, თანავტორებთან იქნება იგი, თუ ცალკე).

4. წერილი წარმოდგენილი უნდა იყოს ორ ცალად, დასაბეჭდად სასებით მზა სახით, ავტორის სტრუქტურისამებრ, პართული ან რუსულ ენაზე. პართული ტექსტს თან უნდა ახლდეს რუსული და მოკლე ინგლისური რეზიუმე, ხოლო რუსულ ტექსტს—პართული და მოკლე ინგლისური რეზიუმე. წერილის მოცულობა ილუსტრაციებითურთ, რეზიუმეებითა და დამოწ-მებული ლიტერატურის ნუსხითურთ, რომელზეც მას ბოლოში ვართვის, არ უნდა აღემატებოდეს ჟურნალის 4 გვერდს (8000 სიტყვაში ნიშანი), ანუ საწერ მანქანაზე ორი ინტერვალით გა-დააწერილ 7 სტანდარტულ გვერდს (ფორმულებიანი წერილი კი 6 გვერდს). არ შეიძლება წერილების ნაწილებად დაყოფა (სხვადასხვა ნომერში გამოსაბეჭდებლად). ავტორისაგან რე-დაქცია დებულობს თვეში მხოლოდ ერთ წერილს.

5. აკადემიოსთა ან აკადემიის წევრ-კორესპონდენტთა წარდგინება რედაქციის სახელ-ზე დაწერილი უნდა იყოს ცალკე ფურცელზე წარდგინების თარიღის აღნიშვნით. მასში აუცი-ლებლად უნდა აღინიშნოს, თუ რა არის ახალი წერილიში, რა მეცნიერული ღირებულება აქვს მას და რამდენად უპასუხებს ამ წესების 1 მუხლის მოთხოვნას.

6. წერილი არ უნდა იყოს გადატვირთული შესავლით, მიმოხილვით, ცხრილებით, ილუსტრაციებითა და დამოწმებული ლიტერატურით. მასში მთავარი ადგილი უნდა ჰქონდეს ღამთობილი-საკუთარი გამოკვლევის შედეგებს. თუ წერილიში გზადაგზა, ქვეთავები მიხედვით გამოტყეულია დასკვნები, მაშინ საჭირო არაა მათი განმეორება წერილის ბოლოს.

7. წერილი ასე ფორმდება: თავში ზემოთ უნდა დაიწეროს ავტორის ინიციალები და გვარი, ქვემოთ—წერილის სათაური. ზემოთ მარჯვენა მხარეს, წარმომდგენმა უნდა წააწეროს, თუ მეცნიერების რომელ დარგს განეკუთვნება წერილი. წერილის ძირითადი ტექსტის ბოლოს, მარცხენა მხარეს, ავტორმა უნდა აღნიშნოს იმ დაწესებულების სრული სახელწოდება და ად-გილმდებარეობა, სადაც შესრულებულია შრომა.

8. ილუსტრაციები და ნახაზები წარმოდგენილ უნდა იქნეს თითო ცალად კონვერტით. ამასთან, ნახაზები შესრულებული უნდა იყოს კალკაზე შავი ტუშით. წარწერები ნახაზებს უნდა გაკეთდეს კალგრაფიულად და ისეთი ზომისა, რომ შემკირების შემთხვევაშიც კარგად იკითხებოდეს. ილუსტრაციების ქვემო წარწერების ტექსტი წერილის ძირითადი ტექსტის ენაზე წარმოდგენილ უნდა იქნეს ცალკე ფურცელზე. არ შეიძლება ფოტოებისა და ნახაზების დაწე-ბება დედნის გვერდებზე. ავტორმა დედნის კიდევ ფანქრით უნდა აღნიშნოს, რა დევილას მითავსდეს ესა თუ ის ილუსტრაცია. არ შეიძლება წარმოდგენილ იქნეს ისეთი ცხრილი, რომელიც ჟურნალის ერთ გვერდზე ვერ მოთავსდება. ფორმულები მელნით მკაფიოდ უნდა იყოს ჩაწერილი ტექსტის ორივე ეგზემპლარში; ბერძნულ ასოებს ქვემოთ ყველკან უნდა გაესვას თითო ხაზი წითელი ფანქრით, მთავრულ ასოებს—ქვემოთ ორ-ორი პატარა ხაზი შავი ფანქრით, ხოლო არამთავრულ ასოებს—ზემოთ ორ-ორი პატარა ხაზი შავი ფანქრით. ფანქ-

(გაგრძელება იხილეთ გარკანის მესამე გვერდზე)

კაპანაძე  
85 25/11 79

საქართველოს სსრ  
მეცნიერებათა აკადემიის

გ მ ა ე გ ე

\*

СООБЩЕНИЯ

АКАДЕМИИ НАУК  
ГРУЗИНСКОЙ ССР

\*

BULLETIN

OF THE ACADEMY OF SCIENCES  
OF THE GEORGIAN SSR

1014.

ტომი 53 ტომ

12

№ 2

თბილისი 1969 ФЕВРАЛЬ

ს ა რ ე დ ა კ ტ ო რ ო კ ო ლ ე ზ ი ა

- ა. ბოჭორიშვილი, პ. ვაყერელიძე, დ. გედევანიშვილი, ი. გივინეიშვილი (მთ. რედაქტორის მოადგილე), თ. დავითაია, რ. დვალი, ს. დურმიშიძე, ი. ვეკუა, ნ. კეტოველი, ვ. კუბრაძე, ნ. ლანდია (მთ. რედაქტორის მოადგილე), ვ. მამასახლისოვი, ვ. მახალიანი, გ. მელიქიშვილი, ნ. მუსხელიშვილი, მ. საბაშვილი, გ. ციციშვილი, გ. წერეთელი, ე. ხარაძე (მთავარი რედაქტორი), ა. ჯანელიძე

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

- А. Т. Бочоришвили, И. Н. Векуа, П. Д. Гамкrelidze, Д. М. Гедеванишвили, И. М. Гигишейвили (зам. главного редактора), Ф. Ф. Давитая, Р. Р. Двали, А. И. Джanelidze, С. В. Дурмишidze, Н. Н. Кецохели, В. Д. Купрадзе, Н. А. Ландиа (зам. главного редактора), В. И. Мамасახлисов, В. В. Махалиани, Г. А. Меликишвили, Н. И. Мухелишвили, М. Н. Сабашвили, Е. К. Харадзе (главный редактор), Г. В. Церетели, Г. В. Цишишвили

მასუბინებელი მდივანი კ. აბეიანაძე

Ответственный секретарь К. З. Абжандадзе

ხელმოწერილია დისაბეჭდოდ 14.3.1969; წიგნი № 364; ანაწილის ზომა 7×12; ქაღალდის ზომა 70×108; ფიზიკური ფურცელი 16; სააღრიცხვო-საგამომცემლო ფურცელი 18,7; ნაბეჭდი ფურცელი 22,4; უფ 02738; ტირაჟი 1500

\* \* \*

Подписано к печати 14.3.1969; зав. № 364; размер набора 7×12; размер бумаги 70×108; физический лист 16; уч.-издательский лист 18,7; печатный лист 22,4; УЭ 02738; тираж 1500

\* \* \*

გამომცემლობა „მეცნიერება“, თბილისი, 60, კუტუზოვის ქ. 15  
Издательство «Мецниереба», Тбилиси, 60, ул. Кутузова, 15

\* \* \*

გამომცემლობა „მეცნიერების“ სტამბა, თბილისი, 60, კუტუზოვის ქ. 15  
Типография издательства «Мецниереба», Тбилиси, 60, ул. Кутузова, 15

შ ი ნ ბ ა რ ს ი — СОДЕРЖАНИЕ — CONTENTS

მათემატიკა—МАТЕМАТИКА—MATHEMATICS

Ш. Е. Микеладзе (академик АН Грузинской ССР). Численное решение многоточечных граничных задач для обыкновенных нелинейных дифференциальных уравнений . . . . .	269
*შ. შიქელაძე (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი). ჩვეულებრივ არაწრფივ დიფერენციალურ განტოლებათა მრავალწერტილოვანი სასაზღვრო ამოცანების რიცხვითი ამოხსნა . . . . .	272
*Sh. E. Mikeladze. Numerical solution of multipoint boundary problems for ordinary nonlinear differential equations . . . . .	272
Д. Г. Гордезиани, Е. Г. Евсеев. О факторизации разностных схем . . . . .	273
*დ. გორდეზიანი, ე. ევსეევი. სხვაობანი სქემების ფაქტორიზაციის შესახებ . . . . .	276
*D. G. Gordeziani, E. G. Evseev. On factorization of difference schemes . . . . .	276
Дж. В. Каранадзе. О потенциалах Рисса нефинитных мер . . . . .	277
*ჯ. კარანაძე. არაფინიტური ზომის რისის პოტენციალებს შესახებ . . . . .	279
*J. V. Karanadze. On the Riss potentials of infinite measures . . . . .	280
А. П. Лурсманашвили. О представлении натуральных чисел квадратичными формами с целыми бесквадратными переменными . . . . .	281
*ა. ლურსმანაშვილი. ნატურალური რიცხვების კვადრატული ფორმებით წარმოდგენის შესახებ მთელი უკვადრატო ცვლადებით . . . . .	283
*A. P. Lurmanashvili. On the representation of integers by quadratic forms with square-free variables . . . . .	283
Н. Рудраиа, В. С. Чандрасекара. Магнетогидродинамическое ламинарное течение между пористыми дисками с вдувом с большим числом Рейнольдса . . . . .	285
*ნ. რუდრაია, ბ. ს. ჩანდრასეკარა. მაგნეტიკიდროდინამიკური ლამინარული დინება ფოროვან დისკთა შორის ჩაბერვით რეინოლდსის დიდი რიცხვებისათვის . . . . .	288
*N. Rudraiah, B. S. Chandrasekhara. Magnetohydrodynamic laminar flow between porous disks for large injection reynolds number . . . . .	288

მექანიკა—МЕХАНИКА—MECHANICS

Т. Л. Гвелесиани. К вопросу о колебании вязкой жидкости, возникающем в результате возмущений на дне водоема . . . . .	289
*თ. გველესიანი. წყალსატევს ფსევრზე შეშფოთების შედეგად წარმოშობილი ბლანტი სითხის რხევის საკითხისათვის . . . . .	292
*T. L. Gvelesiani. On the question of viscous liquid oscillation generated by disturbance at the reservoir bottom . . . . .	292

კიბერნეტიკა—КИБЕРНЕТИКА—CYBERNETICS

Л. В. Макаревич. О достижимости в вероятностных автоматах . . . . .	293
*ლ. მაკარევიჩი. მიღწევადობის შესახებ ალბათურ ავტომატებში . . . . .	296
*L. V. Makarevich. On attainability in probabilistic automata . . . . .	296

\* ვარსკვლავით აღნიშნული სათაური ეკუთვნის წერილის რეზიუმეს.  
 \* Заглавие, отмеченное звездочкой, относится к резюме статьи.  
 \* A title marked with an asterisk refers to the summary of the article.

О. И. Галицкая, А. В. Корнеева, И. Ш. Чумбуридзе. Методика проведения психоэвристического эксперимента по планированию научных исследований . . . . . 297

\*ო. გალიცკაია, ა. კორნეევა, ი. ჭუმბურიძე. მეცნიერული გამოკვლევის დაგეგმვის ფსიქოეურისტიკული ექსპერიმენტის ჩატარების მეთოდიკა . . . . . 300

\*О. I. Galitskaya, A. V. Korneeva, I. Sh. Chumburidze. Procedure of conducting a psychoheuristic experiment on planning scientific research . . . . . 300

В. В. Чавчанидзе (член-корреспондент АН ГССР), О. И. Галицкая. Схема ведения психоэвристического эксперимента для планирования научных исследований . . . . . 301

\*ვ. ჭავჭანიძე (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი), ო. გალიცკაია. მეცნიერული გამოკვლევის პლანირებისათვის ფსიქოეურისტიკული ექსპერიმენტის წარმოების სქემა . . . . . 304

\*V. V. Chavchanidze, O. I. Galitskaya. A scheme of conducting a psychoheuristic experiment on planning scientific research . . . . . 304

И. Ш. Чумбуридзе, Г. Н. Микашавидзе, Н. Н. Береникашвили. Анализ эвристических экспериментов по планированию и прогнозированию научных исследований . . . . . 305

\*ი. ჭუმბურიძე, გ. მიქაშავიძე, ნ. ბერენიკაშვილი. მეცნიერული გამოკვლევის დაგეგმვისა და პროგნოზირების ევრისტიკული ექსპერიმენტის ანალიზი . . . . . 308

\*I. Sh. Chumburidze, G. N. Mikashavidze, N. N. Berenikashvili. An analysis of the results of heuristic experiments on planning and predicting scientific research . . . . . 308

ფიზიკა—ФИЗИКА—PHYSICS

Л. Д. Чечелашвили. К вопросу об уточнении некоторых основных физических констант . . . . . 309

\*ლ. ჩეჩელაშვილი. ზოგიერთი ძირითადი ფიზიკური კონსტანტის დაუსტკების საკითხისათვის . . . . . 312

\*L. D. Chechelashvili. On the specification of some fundamental physical constants . . . . . 312

Е. К. Немсадзе. Распределение меди в системе антимонид индия-олово . . . . . 313

\*ე. ნემსაძე. სპილენძის განაწილება სისტემაში ინდიუმის ანტიმონიდი-კალა . . . . . 315

\*E. K. Nemsadze. Distribution of Cu in the InSb—Sn system . . . . . 316

Ф. Баимбетов, Н. Л. Цинцадзе. Влияние ионно-звуковых колебаний на электропроводность слабоионизированной плазмы . . . . . 317

\*ფ. ბაიმბეტოვი, ნ. ცინცაძე. იონო-ბგერითი რხევების გავლენა სუსტადიონიზებული პლაზმის ელექტროგამტარებლობაზე . . . . . 319

\*F. Baimbetov, N. L. Tsintsadze. The influence of ion-sound oscillations on electro-conductivity of weakly ionized plasma . . . . . 319

გეოფიზიკა—ГЕОФИЗИКА—GEOPHYSICS

Д. И. Сихарулидзе, А. Х. Баграмян. Выявление эффекта отражения и преломления поверхностных сейсмических волн в условиях Кавказа . . . . . 321

\*დ. სიხარულიძე, ა. ხაგრაძე. არეკლი და გარდატეხილი ზედაპირული სეისმური ტალღების ეფექტის გამოვლენა კავკასიის პირობებში . . . . . 324

\*D. I. Sikharulidze, A. Kh. Bagramian. Identification of the effect of reflected and refracted surface seismic waves in the Caucasus conditions . . . . . 324

ანალიზური ქიმია—АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ—  
 ANALYTICAL CHEMISTRY

- Д. И. Эристави (член-корреспондент АН ГССР), Ф. И. Броучек, Л. А. Беришвили. Исследование сорбции уранил-ионов на этилендиаминтетраацетатных формах анионитов . . . . . 325  
 \*დ. ერისთავი (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი), ფ. ბროუჩეკი, ლ. ბერიშვილი. ანიონიტების ეთილენდიამინტეტრააცეტატურ ფორმებზე ურანილ-იონების სორბციის გამოკვლევა . . . . . 328  
 \*D. I. Eristavi, F. I. Brouchek, L. A. Berishvili. Investigation of uranyl-ion sorbtion on the EDTA forms of anionites . . . . . 328

 ორგანული ქიმია—ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ—  
 ORGANIC CHEMISTRY

- X. И. Арешидзе (член-корреспондент АН ГССР), А. В. Киквидзе, Т. Н. Чарквиани, Г. О. Чивадзе. Каталитические свойства конденсированной ароматики в реакции разложения n-алканов . . . . . 329  
 \*ქრ. არეშიძე (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი), ალ. კიკვიძე, თ. ჩარკვიანი, გ. ჩივაძე. კონდენსირებული არომატიკის კატალიზური თვისებები n-ალკანების დაშლის რეაქციაში . . . . . 332  
 \*Kh. I. Areshidze, A. V. Kikvidze, T. N. Charkviani, G. O. Chivadze. Catalytic properties of condensed aromatic hydrocarbons in the reaction of n. alkane decomposition . . . . . 332  
 И. М. Гвердцители (член-корреспондент АН ГССР), М. М. Ментешавили, Т. П. Доксопуло, В. А. Чагелишвили. Синтез некоторых бензольных производных германия . . . . . 333  
 \*ი. გვერდციტილი (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი), მ. მენტეშავილი, თ. დოქსოპულო, ვ. ჩაგელიშვილი. გერმანიუმის ზოგიერთი ფენილწარმოებულის სინთეზი . . . . . 336  
 \*I. M. Gverdtiteli, M. M. Menteshashvili, T. P. Dohopulo, V. A. Chagelishvili. Synthesis of some benzene derivatives of germanium . . . . . 336

 ფიზიკური ქიმია—ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ—  
 PHYSICAL CHEMISTRY

- А. Д. Бициашвили, Е. М. Нанобашвили, Р. Г. Барсегов. Образование свободных радикалов в алифатических тиолах при 77°K под действием  $\gamma$ -лучей . . . . . 337  
 \*ა. ბიციაშვილი, ე. ნანობაშვილი, რ. ბარსეგოვი. თავისუფალი რადიკალების წარმოქმნა ალიფატურ თიოლებში  $\gamma$ -ხივიების მოქმედებით 77°K-ზე . . . . . 340  
 \*A. D. Bichishvili, E. M. Nanobashvili, R. G. Barsegov. Formation of free radicals in aliphatic thiols at 77°K under the action of  $\gamma$ -rays . . . . . 340  
 В. В. Коршак (член-корреспондент АН СССР), С. В. Виноградова, Г. Ш. Папава, Н. А. Майсурадзе, Р. С. Величкова, П. Д. Цискаришвили. О кинетике взаимодействия полициклического бисфенола с хлорангидридом терефталевой кислоты . . . . . 341  
 \*ვ. ვორშაკი (სსრ კავშირის მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი), ს. ვინოგრაძოვა, გ. პაპავა, ნ. მაისურაძე, რ. ველიჩკოვა, პ. ცისკარიშვილი. ტერეფტალის მჟავას ქლორანჰიდრიდან პოლიციკლური ბისფენოლის ურთიერთქმედების კინეტიკის შესახებ . . . . . 344  
 \*V. V. Korshak, S. V. Vinogradova, G. Sh. Papava, N. A. Maisuradze, R. S. Velichkova, P. D. Tsiskarishvili. On the kinetics of interaction of polycyclic bisphenol with chloride of terephthalic acid . . . . . 344

P. И. Агладзе (академик АН ГССР), Д. Е. Карчава, Р. К. Кварацхелия. О характере продолжительного восстановления азотной кислоты в различных средах . . . . .	345
*რ. აგლაძე (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი), დ. ე. კარჩავა, რ. კვარაცხელია. სხვადასხვა გარემოში აზოტმჟავას ხანგრძლივი აღდგენის ხასიათის შესახებ . . . . .	348
*R. I. Agladze, J. E. Karchava, R. K. Kvaratskhelia. On the nature of long reduction of nitric acid in various media . . . . .	348

ბიქმიური ტექნოლოგია—ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ—  
CHEMICAL TECHNOLOGY

Н. Г. Джавахишвили. Изменение свойств магнезиальных гидросиликатов при нагревании . . . . .	349
*ნ. ჯავახიშვილი. მაგნეზიალური ჰიდროსილიკატების თვისებების ცვლილება გახურებისას . . . . .	352
*N. G. Javakhishvili. Change of magnesian hydrosilicate properties during heating . . . . .	352
В. Н. Гаприндашвили, О. А. Джаошвили, И. Г. Зедгинидзе. Факторы, влияющие на степень восстановления флотационных баритов . . . . .	353
*ვ. გაპრინდაშვილი, ო. ა. ჯაოშვილი, ი. გ. ზედგინიძე. ფლოტაციური ბარიტების აღდგენის ხარისხზე მოქმედი ფაქტორები . . . . .	356
*V. N. Gaprindashvili, O. A. Jaoshvili, I. G. Zedginidze. Factors affecting the reduction rate of flotative barites . . . . .	356

ფარმაცოქიმია—ФАРМАКОХИМИЯ—PHARMACEUTICAL CHEMISTRY

Г. В. Цагареишвили, Г. С. Башура. К вопросу реологических исследований сульфаниламидных мазей, приготовленных на асканколе . . . . .	357
*გ. ცაგარეიშვილი, გ. ბაშურა. ასკანკოლზე დამზადებული სულფანილამიდური მალაშობების რეოლოგიური გამოკვლევის საკითხისათვის . . . . .	359
*G. V. Tsagareishvili, G. S. Bashura. On a rheological investigation of sulphanilamide liniments prepared on askankol . . . . .	360
Р. М. Лагидзе, Т. Е. Хоштария, Н. С. Саникидзе. Синтез сульфаниламидных соединений типа марфанла . . . . .	361
*რ. ლაიძე, თ. ხოშტარია, ნ. სანიკიძე. მარფანლის ტიპის სულფანილამიდური ნაერთების სინთეზი . . . . .	364
*R. M. Lagidze, T. E. Khoshtaria, N. S. Sanikidze. Synthesis of marphanil-type sulphanilamide compounds . . . . .	364
Э. Д. Гиоргобiani, Н. Ф. Комиссаренко. Действие йодистоводородной и хлористоводородной кислот на производные кумарина . . . . .	365
*ე. გიორგობიანი, ნ. კომისარენკო. იოდწყობად- და ქლორწყობადმჟავების მოქმედება კუმარინის წარმოებულზე . . . . .	368
*E. D. Giorgobiani, N. F. Komissarenko. The action of hydriodic and hydrochloric acids on coumarin derivatives . . . . .	368

გეოლოგია—ГЕОЛОГИЯ—GEOLOGY

გრ. ლობჯანიძე. ახალი მონაცემები მდ. ლობანისწყლის ხეობის მკვეთრ ეკუთვითი ქანების ასაკის შესახებ . . . . .	369
*Г. П. Лобжанидзе. Новые данные о возрасте кислых эффузивных пород устья р. Лобанскали . . . . .	372



*G. P. Lobzhanidze. New data on the age of acid effusive rocks in the Lopanistskali river Gorge . . . . .	372
---	-----

პეტროლოგია—ПЕТРОЛОГИЯ—PETROLOGY

Н. П. Хомасуридзе. Физико-химические условия образования пропилитов Маднеульского месторождения . . . . .	373
*ი. ხომასურიძე. მადნელის საბადოს პროპილიტების წარმოქმნის ფიზიკურ-ქიმიური პირობები . . . . .	376
*I. P. Khomasuridze. Physico-chemical conditions of propylite formation in the Madneuli deposit . . . . .	376

სამშენებლო მექანიკა—СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА—  
STRUCTURAL MECHANICS

М. А. Гоцридзе. Исследование сходности смешанного вариационно-стержневого метода расчета арочных плотин . . . . .	377
*მ. გოცრიძე. თაღოვანი კამხალების ანგარიშის შერეული ვარიაციულ-ღეროვანი მეთოდის კრებადობის გამოკვლევა . . . . .	380
*M. A. Gotsiridze. A study of the convergence of mixed variation-pivotal calculation method of arch dams . . . . .	380

მეტალურგია—МЕТАЛЛУРГИЯ—METALLURGY

Ф. Н. Тавадзе (академик АН ГССР), М. Д. Ланчава, Ш. А. Миrotadze, Д. А. Микая, Д. В. Самкурашвили. Об использовании в чугуноплавильных печах природного газа и жидкого топлива . . . . .	381
*ფ. თავაძე (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი), მ. ლანჩავა, შ. შიროტაძე, ჯ. მიქაია, ჯ. სამყურაშვილი. ბუნებრივი აირისა და თხევადი საწვავის გამოყენება თუჩის სადნობ ღუმელში . . . . .	383
*F. N. Tavadze, M. D. Lanchava, Sh. A. Mirotadze, D. A. Mikaya, D. V. Samkurashvili. Use of natural gas and liquid fuel in blast furnaces . . . . .	384

მანქანათმშენებლობა—МАШИНОВЕДЕНИЕ—  
MACHINE BUILDING SCIENCE

Ш. В. Саришвили, К. В. Жамиерашвили. Экспериментальное исследование влияния внутренней силы трения на динамическое состояние стального каната при посадке груза . . . . .	385
*შ. სარიშვილი, კ. ჯამიერაშვილი. ტუჩოთის დაშვების დროს ფოლადის ბაგირის დინამიკურ მდგომარეობაზე ხახუნის შინაგანი ძალის გავლენის ექსპერიმენტული გამოკვლევა . . . . .	388
*Sh. V. Sarishvili, K. V. Zhamierashvili. An experimental study of the effect of the internal force of friction on the dynamic state of a steel rope during lowering of the load . . . . .	388

ელექტროტექნიკა—ЭЛЕКТРОТЕХНИКА—ELECTROTECHNICS

Б. М. Хачатуров. Широкодиапазонный прямоугольно-координатный компенсатор переменного тока с автоматическим уравновешиванием . . . . .	389
*ბ. ხაჩატუროვი. მართკუთხა-კოორდინატული ფართოდაპაზონიანი ცვლადი დენის კომპენსატორი ავტომატური გაწონასწორებით . . . . .	392
*B. M. Khachaturov. Wide-range rectangular coordinate A. C. compensator with automatic balancing . . . . .	392

გ. ვადაჭკორია. ელექტროგადაცემის ხაზების გამტარობის გაზრდის საკონსტრუქციური საკითხების . . . . . 393

\*Г. В. Вадачкория. К вопросу увеличения пропускной способности линии электропередачи . . . . . 395

\*G. V. Vadachkoria. On the question of increasing the capacity of electro-transmission lines . . . . . 390

ავტომატური მართვა და გამოთვლითი ტექნიკა—АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА—АУТОМАТИС CONTROL AND COMPUTER ENGINEERING

Н. И. Кацитадзе. О нахождении фиктивного экстремума быстродействующим экстремальным регулятором . . . . . 397

\*ნ. კაციტაძე. ფიქტიური ექსტრემუმის მოძებნის შესახებ სწრაფქმედი ექსტრემალური რეგულატორით . . . . . 400

\*N. I. Katsitadze. On finding a fictitious extremum by means of quick-acting extremal controller . . . . . 400

ნიადაგმცოდნეობა—ПОЧВОВЕДЕНИЕ—SOIL SCIENCE

Р. И. Пиковская. Микробиологическое превращение фосфатов в почвах Грузии . . . . . 401

\*რ. პიკოვსკაია. ფოსფატების მიკრობიოლოგიური გარდაქმნა საქართველოს ნიადაგებში . . . . . 404

\*R. I. Pikoyskaya. Microbiological transformation of phosphates in Georgian soils . . . . . 404

აგროქიმია—АГРОХИМИЯ—AGRICULTURAL CHEMISTRY

თ. ზარდალიშვილი, გ. იოსელიანი. ნიტრატებისა და შესათვისებელი ფოსფორის დინამიკა სხვადასხვა ხარისხით ჩამორეცხილ ნეშომპალა-კარბონატულ ნიადაგში . . . . . 405

\*თ. ზარდალიშვილი, გ. იოსელიანი. Динамика нитратов и усвояемого фосфора на перегнойно-карбонатных почвах разной степени смывости . . . . . 407

\*O. Y. Zardalishvili, G. I. Ioseliani. Dynamics of nitrates and assimilated phosphorus in humus-carbonate soils erod to different degrees . . . . . 408

მეტყვეობა—ЛЕСОВОДСТВО—FORESTRY

Э. Д. Лобжанидзе. Особенности распределения влаги в древесине стволов кавказских реликтных сосен в связи с ядрообразованием . . . . . 409

\*ე. ლობჯანიძე. ტენის განაწილების თავისებურებები კავკასიის რელიქტური ფიჭვნის ღეროს მერქანში გულის წარმოქმნის პროცესთან დაკავშირებით . . . . . 412

\*E. D. Lobzhanidze. Peculiarities of humidity distribution in the wood of Caucasian relict pine stems in connection with the nucleus-forming process . . . . . 412

გენეტიკა და სელექცია—ГЕНЕТИКА И СЕЛЕКЦИЯ—GENETICS AND SELECTION

В. А. Елисеев. Микроспорогенез у мандарина уншуну . . . . . 413

\*ვ. ელისეევი. მანდარინ უნშიუს მიკროსპოროგენეზი . . . . . 415

\*V. A. Eliseev. Microsporogenesis in the Unshiu mandarin . . . . . 416

აღამიანისა და ცხოველთა ფიზიოლოგია—ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ—HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY

დ. ცინცაძე. ლემნისკური სისტემის დაზიანების გავლენა პირობით რეფლექსურ მოქმედებაზე . . . . . 417

*Д. Г. Цинцадзе. Влияние повреждения лемнисковой системы на условно-рефлекторную деятельность . . . . .	420
*D. G. Tsintsadze. Effect of lesion in the lemniscal system on conditioned reflex activity . . . . .	420
Г. Ш. Немсидверидзе. Условные речедвигательные рефлексы у больных с различным понижением слуха . . . . .	421
*გ. ნემსიძვერიძე. პირობითი სიტყვიერ-მამოძრავებელი რეფლექსები სმენის სხვადასხვა დაქვეითებით დაავადებულებში . . . . .	424
*G. Sh. Nemsitsveridze. Conditioned verbal-motor reflexes in patients with different types of impairment of hearing . . . . .	424
К. В. Чачава, Л. И. Чарквиани, Т. Г. Жгенти, П. Я. Кинтрая, К. А. Нишнианидзе, А. А. Ломинадзе, И. К. Чачава. Изменения костномозгового кроветворения при воздействии на злокачественные опухоли ионизирующей радиацией и химическими средствами на фоне применения магнитного поля . . . . .	425
*კ. ჩაჩავა, ლ. ჩარკვიანი, თ. ჯღენტი, პ. კინტრაია, ქ. ნიშნიანიძე, ა. ლომინაძე, ი. ჩაჩავა. ძვლის ტვინის სისხლმბადი ფუნქციის ცვლილებები ავთვისებიან სიმსივნეებზე სხივური და ქიმიური საშუალებებით ზემოქმედების დროს მაგნიტური ველის გამოყენების ფონზე . . . . .	428
*K. V. Chachava, L. I. Charkviani, T. G. Zhgenti, P. Y. Kintraya, K. A. Nishnianidze, A. A. Lominadze, I. K. Chachava. Changes of marrow haematopoiesis under the influence of ionizing radiation and chemical substances used in combating malignant tumours against the background of magnetic field usage . . . . .	428
И. Н. Берадзе. О кровоизлиянии на дне глаза и застойном соске при некоторых формах острого нарушения мозгового кровообращения . . . . .	429
*ი. ბერაძე. თვალის ფსკერზე სისხლჩაქცევისა და შეგუბებული დერლის შესახებ თავის ტვინში სისხლის მიმოქცევის მოშლის ზოგიერთი ფორმის დროს . . . . .	432
*I. N. Beradze. On the haemorrhage and haemostatic teat on the eyeground in some disturbed forms of cerebral blood circulation . . . . .	432

**ბიოფიზიკა—БИОФИЗИКА—BIOPHYSICS**

A. P. Егиазарова, М. М. Заалишвили. Диссоциация F-актина и актомиозина в монослое . . . . .	433
*ა. ეგიაზაროვა, მ. ზაალიშვილი. F-აქტინისა და აქტომიოზინის დისოციაცია მონომოლეკულურ შრეში . . . . .	435
*A. R. Egiazarova, M. M. Zaalishvili. Dissociation of F-actin and actomyosin in the monolayer . . . . .	436

**ბიოქიმია—БИОХИМИЯ—BIOCHEMISTRY**

ა. სოფროშაძე. საფერავის უტრანის კანის ანთოციანების დაყოფა ცელულოზის სვეტზე . . . . .	437
*А. Н. Сопромадзе. Разделение антоцианов кожицы винограда саперави на колонке целлюлозы . . . . .	439
*A. N. Sopromadze. Separation of the anthocyanin pigments of the Saperavi grape peel on the cellulose column . . . . .	440
Н. Н. Нущубидзе. Участие кислот лимоннокислого цикла в образовании аминокислот виноградной лозы при вакууминфльтрации . . . . .	441
*ნ. ნუცუბიძე. ლიმონიკჰავა ციკლის მჟავების მონაწილეობა ვახის ამინომჟავების წარმოქმნაში ვაკუუმინფილტრების დროს . . . . .	444

*N. Nutsubidze. Participation of the citric-acid-cycle acids in the formation of the grape-vine amino acids under vacuuminfiltration . . . . .	444
ვ. ბაგრატიონი. ექსპერიმენტული აქოლიის გავლენა სისხლის შრატის ზოგიერთი ფერმენტის აქტივობაზე . . . . .	445
*Э. Д. Баграгиони. Влияние экспериментальной ахолии на активность некоторых ферментов сыворотки крови . . . . .	448
*E. D. Bagrationi. The effect of experimental acholia on the activity of some ferments of the blood serum . . . . .	448

მიკრობიოლოგია და ვირუსოლოგია—МИКРОБИОЛОГИЯ И ВИРУСОЛОГИЯ—  
MICROBIOLOGY AND VIROLOGY

Д. Т. Патарая, А. Г. Кучаева, Л. Л. Митюшина, С. В. Каменская. Серые актиномицеты из почв Грузии . . . . .	449
*დ. პატარაია, ა. კუჩაევა, ლ. მითიუშინა, ს. კამენსკაია. რუხი ფერის აქტინომიცეტები საქართველოს ნიადაგებიდან . . . . .	451
*D. T. Pataria, A. G. Kuchava, L. L. Mityushina, S. W. Kamenskaia. Grey actinomycetes from Georgian soils . . . . .	452

ფიტოპათოლოგია—ФИТОПАТОЛОГИЯ—PHYTOPATHOLOGY

М. Н. Пирцхалайшвили, Г. А. Макашвили, Н. А. Ломтадзе. Аминокислотный состав клеточных стенок фитопатогенного гриба... . . . .	453
*მ. დირცხალაიშვილი, გ. მაყაშვილი, ნ. ლომთაძე. ფიტოპათოგენური სოკოს... უჯრედის გარის ამინომჟავების შედგენილობა . . . . .	455
*M. N. Pirtskhalaiashvili, G. A. Magashvili, N. A. Lomtadze. The amino acid composition of the cell walls of the phytopathogenic fungus... . . . .	455
Н. Н. Чантурия. О фунгицидной активности новых препаратов в отношении гриба... —возбудителя пятнистости листьев шелковицы . . . . .	457
*ნ. ქანტურია. ახალი პრეპარატების ფუნგიციდური აქტივობა თეთის ფოთლის ლაქანობის გამომწვევი სოკოს... მიმართ . . . . .	460
*N. N. Chanturia. Fungicidal activity of new chemicals against the... jach fungus causing mulberry leaf spot . . . . .	460

ენტომოლოგია—ЭНТОМОЛОГИЯ—ENTOMOLOGY

ნ. ცინცაძე. სიმინდის ბეწვიანი ბუგრის... მკვებავი მცენარეების შესწავლისათვის საქართველოში . . . . .	461
*Н. К. Цинцадзе. К изучению кормовых растений волосатой кукурузной тли... в Грузии . . . . .	463
*N. K. Tsintsadze. On the study of the corn leaf aphid host plants . . . . .	463

ჰისტოლოგია—ГИСТОЛОГИЯ—HISTOLOGY

А. И. Чубинидзе. К методике микроморфологического определения тяжести поражения центральной нервной системы . . . . .	465
*ალ. ჩუბინიძე. ცენტრალური ნერვული სისტემის დაზიანების ხარისხის მიკრომორფოლოგიური განსაზღვრის მეთოდისათვის . . . . .	467
*A. I. Chubinidze. On a method of micromorphologic determination of the severity of damage of the central nervous system . . . . .	467

ციტოლოგია—ЦИТОЛОГИЯ—CYTOLOGY

В. А. Шапатава. Определение содержания липидов в клетках периферической крови больных с различными видами анемии . . . . .	469
--	-----

*უ. შაფათაია. ლიპიდების შედგენილობის განსაზღვრა სხვადასხვა სახის ანემიით დაავადებულთა პერიფერიული სისხლის უჯრედებში . . . . .	471
*V. A. Shapatava. Determination of lipid content in the peripheral blood cells of patients with various types of anaemia . . . . .	471

ემსპერიმენტული მორფოლოგია—ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МОРФОЛОГИЯ—  
 EXPERIMENTAL MORPHOLOGY

Д. С. Какнашвили, А. И. Садофьев. Рентгенологические показатели состояния дыхательной системы у лиц пожилого, старческого возраста и долгожителей Абхазии . . . . .	473
*დ. კაკიაშვილი, ა. სადოფიევი. აფხაზეთში მცხოვრებ ხანდაზმულ, მოხუცებულ და ღრმად მოხუცებულ ადამიანთა სასუნთქო სისტემის მდგომარეობის რენტგენოლოგიური მანევრებლები . . . . .	476
*D. S. Kakiashvili, A. I. Sadofev. Roentgenological findings on the condition of the respiratory system in elderly, old age and longevous persons in Abkhazia . . . . .	476
Р. И. Бокерия, Д. М. Эхискелашвили. К вопросу изучения илеоректопластики . . . . .	477
*რ. ბოკერია, დ. ეხისკელაშვილი. ილეორექტალური ანასტომოზის შესწავლისათვის . . . . .	479
*R. I. Bokeria, D. M. Ekhiskelashvili. On ileorectal anastomosis . . . . .	480

ემსპერიმენტული მედიცინა—ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА—  
 EXPERIMENTAL MEDICINE

Д. И. Мшвениерадзе. Факторы, влияющие на метастазирование и некоторые закономерности метастазирования рака молочной железы в костную систему . . . . .	481
*დ. მშვენერაძე. ძვლოვან სისტემაში მეტასტაზირებაზე მოქმედი ფაქტორები და მისი განვითარების ზოგიერთი კანონზომიერება სარძევე გირკვლის კიბოს დროს . . . . .	483
*D. I. Mshvenieradze. Factors influencing metastases and some regularities of metastatic growth from breast cancer to the bones . . . . .	483
Л. И. Абаскулиева. К сравнительной характеристике действия некоторых катехоламинов при эндотрахеальном эфирио-кислородном наркозе . . . . .	485
*ლ. აბასკულიევა. ზოგიერთი კატეხოლამინის მოქმედების შედარებითი დახასიათებისათვის ენდოტრაქეალური ეთერო-ოქსიგენი ნარკოზის დროს . . . . .	488
*L. I. Abaskulieva. On the comparative characteristics of the effect of some catecholamines during endotracheal ethero-oxygen narcosis . . . . .	488
К. Д. Эристави (академик АН ГССР), Ш. К. Махарадзе, Г. В. Пирцхалава, М. Г. Гоциридзе, Г. Д. Пагава. Об экспериментальном испытании модели искусственного левого желудочка сердца . . . . .	489
*კ. ერისთავი (საქართველოს სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი), შ. მახარაძე, გ. ფირცხალავა, მ. გოცირიძე, გ. ფალავა. ხელოვნური მარცხენა პარკუჭის ექსპერიმენტული მოდელის გამოცდის შესახებ . . . . .	492
*K. D. Eristavi, Sh. K. Makharadze, G. V. Pirtskhalava, M. G. Gotsiridze, G. D. Pagava. Experimental trial of an artificial left ventricie . . . . .	492

პალეობიოლოგია—ПАЛЕОБИОЛОГИЯ—PALAEOBIOLOGY

Н. И. Бурчак-Абрамович, О. Г. Бендукидзе. К изучению фауны позвоночных раннего энеолита, найденных в пещере Самеле-клдэ . . . . .	493
*ნ. ბურჩაკ-აბრამოვიჩი, ო. ბენდუკიძე. სამეულ კლდის გამოკვებულში ნაპოვნი ადრეული ენეოლითის ზურზემილიანთა ფაუნის შესწავლისათვის . . . . .	496

- \*N. I. Burchak-Abramovich, O. G. Bendukidze. On the study of  
 farly eneolithic fauna of the Samele Klde cave settlement in Imereti . . . . . 496

ფსიქოლოგია—ПСИХОЛОГИЯ—PSYCHOLOGY

- Г. Н. Кечхуашвили. Об установочном механизме опознания слова . . . . . 497  
 \*გ. კეჩუაშვილი. სიტყვის ცნობის განწყობისეული მექანიზმის შესახებ . . . . . 499  
 \*G. N. Kechkhuashvili. On the set-determined mechanism of word recognition . . . . . 499  
 თ. ბერეკაშვილი. არჩევის რეაქციის დრო და განწყობა . . . . . 501  
 \*O. A. Берекашвили. Время реакции выбора и установка . . . . . 504  
 \*O. A. Berekashvili. Choice reaction time and set . . . . . 504

ენათმეცნიერება—ЯЗЫКОЗНАНИЕ—LINGUISTICS

- გ. კაჭარავა. ერგატივის ერთი უცნობი ფუნქციისათვის ზანურში . . . . . 505  
 \*Г. Н. Качаравა. Об одной неизвестной функции эргатива в занском языке . . . . . 507  
 \*G. N. Kacharava. On one unknown function of the ergative case in the Zan-  
 nian language . . . . . 508

ტექნიკის ისტორია—ИСТОРИЯ ТЕХНИКИ—

HISTORY OF ENGINEERING

- К. Н. Мелитаури. Несколько образцов плотничества в древней Грузии . . . . . 509  
 \*კ. მელითაური. ხიობურობის რამდენიმე ნიმუში ძველ საქართველოში . . . . . 512  
 \*K. N. Melitauri. Some samples of carpentry in old Georgia . . . . . 512



Ш. Е. МИКЕЛАДЗЕ  
 (академик АН Грузинской ССР)

ЧИСЛЕННОЕ РЕШЕНИЕ МНОГОТОЧЕЧНЫХ ГРАНИЧНЫХ  
 ЗАДАЧ ДЛЯ ОБЫКНОВЕННЫХ НЕЛИНЕЙНЫХ  
 ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИИ

В настоящей заметке дается применение общей теории, изложенной в работах автора [1—4], к численному решению многоточечных граничных задач для нелинейного уравнения какого угодно порядка, если только это решение (не равное тождественно нулю), принадлежащее классу  $C^{(m+n)}$  на отрезке  $A = (1+m)h$ , где  $m$ —число внутренних узлов,  $n$ —порядок дифференциального уравнения и  $h$ —шаг интегрирования, существует и единственно.

Точнее, в дальнейшем основное содержание этого исследования будет связано с численным решением граничных задач для нормального уравнения вида

$$y^{(n)} = f(x, y, y', \dots, y^{(n-1)}) \quad (a \leq x \leq b) \quad (1)$$

с граничными условиями, заданными на концах отрезка  $A = b-a$ , и дополнительными условиями, заданными в его  $(n-2)$ -х внутренних точках.

Двухточечные нелинейные граничные задачи были рассмотрены в работе [2].

1. В этом пункте мы намерены построить решение уравнения (1) на отрезке  $A$ , принадлежащее классу  $C^{(m+n)}$ , обращающееся в  $n$  заданных точках на  $A$  в наперед заданные числа.

Недостаток места заставляет автора ограничиться этой многоточечной задачей. Для других (более общих) граничных и дополнительных условий (когда в фиксированных точках отрезка  $A$  заданы значения исковой функции и ее производных), гарантирующих существование и единственность решения, многоточечные задачи решаются аналогично, каковы бы ни были  $n$  точек  $A$ .

Все обозначения и определения остаются такими же, как в [1—4].

2. Рассмотрим подробнее случай равноотстоящих узлов с шагом  $h = A(1+m)^{-1}$ , хотя метод пригоден и в случае неравноотстоящих узлов. Возьмем для этого формулу (4) работы [2] и припишем  $t_3$  значения  $1, 2, \dots, m+1$ . Полагая затем  $k=1, 2, \dots, n-1$ , мы придем к линейной алгебраической системе уравнений, состоящей из  $m+1$  уравнений относительно  $n-1$  неизвестных значений  $y'(a), y''(a), \dots, y^{(n-1)}(a)$ , где  $m$ —число внутренних узлов  $A$ . При помощи уравнения, соответствующего  $t_3 = m+1$ , можно удовлетворить граничным условиям; дополнительным условиям удовлетворяем, выбирая алгебраические уравнения, соответствующие тем

и далее приходим путем исключения неизвестных  $y'(0)$  и  $y''(0)$  из системы (3) к новой системе (состоящей также из 11 уравнений), в первом столбце правой части которой стоят значения  $H_{\eta k}$ :

$$y(0,1) = 0,99547 + \frac{1}{360}[0,072y'''(0,1) + 0,108y'''(0,2) + 0,048y'''(0,3) + 0,012y'''(0,4)],$$

откуда легко определить все неизвестные последовательными приближениями, взяв за начальные приближения числа  $H_{\mu k}$ .

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

Тбилисский государственный  
 университет

(Поступило 16.9.1968)

მათემატიკა

შ. შიქელაძე

(საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი)

ჩვეულებრივ არაწრფივ დიფერენციალურ განტოლებათა მრავალწერტილოვანი სასაზღვრო ამოცანების რიცხვითი ამოხსნა რეზიუმე

შრომში გამოყენებულია ავტორის ზოგადი თეორია [1, 2, 3, 4] ნებისმიერი რიგის არაწრფივი დიფერენციალური განტოლების რიცხვითი ამოხსნისათვის მრავალწერტილოვანი სასაზღვრო ამოცანების შემთხვევაში. თუ ამოცანის ამონახსენი არსებობს, ერთადერთია და ეკუთვნის  $C^{(m+n)}$  კლასს მოცემულ სასრულ  $A$  მონაკვეთზე, სადაც  $m$ -ით აღნიშნულია მონაკვეთის შიდა კვანძების რიცხვი, ხოლო  $n$ -ით—დიფერენციალური განტოლების რიგი, ამონახსენი მიიღება დამხმარე სისტემის ამოხსნით მიმდევრობითი მიახლოების ხერხით. მეთოდს აქვს სიზუსტე  $(eh)^{m+1/2}$ , სადაც  $h=A(1+m)^{-1}$ .

MATHEMATICS

SH. E. MIKELADZE

## NUMERICAL SOLUTION OF MULTIPOINT BOUNDARY PROBLEMS FOR ORDINARY NONLINEAR DIFFERENTIAL EQUATIONS

Summary

In this paper the writer's general theory [1, 2, 3, 4] is applied to numerical solution of multipoint boundary problems for nonlinear differential equations of an arbitrary order.

If the solution exists, is unique and belongs to  $C^{(m+n)}$  class on a given finite segment  $A$ , where  $m$  denotes the number of interior knots of segment, and  $n$  is the order of the differential equation, the solution will be obtained by solving an auxiliary system by the method of successive approximation. The accuracy of the method is  $(eh)^{m+1/2}$ , where  $h=A(1+m)^{-1}$ .

ლიტერატურა—ЛИТЕРАТУРА—REFERENCES

1. Ш. Е. Микеладзе. Сообщения АН ГССР, XLV, № 2, 1967.
2. Ш. Е. Микеладзе. Сообщения АН ГССР, XLVII, № 2, 1967.
3. Ш. Е. Микеладзе. Сообщения АН ГССР, XLIX, № 2, 1968.
4. Ш. Е. Микеладзе. Сообщения АН ГССР, 52, № 1, 1968.



МАТЕМАТИКА

Д. Г. ГОРДЕЗИАНИ, Е. Г. ЕВСЕЕВ  
 О ФАКТОРИЗАЦИИ РАЗНОСТНЫХ СХЕМ

(Представлено академиком И. Н. Векуа 9.10.1968)

Метод регуляризации А. А. Самарского [1, 2] дает возможность из исходной схемы строить новые устойчивые схемы, обладающие дополнительными качествами экономичности. В работе [1], в частности, исследованы факторизованные схемы (ФС), получающиеся факторизацией оператора исходной схемы на верхнем слое; семейство этих схем задается регуляризатором вида  $R = R_1 + \dots + R_m$ .

В настоящей работе строятся ФС для схем с регуляризаторами вида

$$R = \prod_{\alpha=1}^m R_{\alpha} \quad (1)$$

и даются достаточные условия устойчивости. Такие регуляризаторы возникают, например, при численном решении нестационарных задач высокого порядка. В этом случае факторизация равносильна „приведению“ решения основной задачи к решению уравнений более низких порядков и простой структуры, т. е. обращению операторов вида  $E + \mu_{\alpha} R_{\alpha}$ ,  $\mu_{\alpha} = \mu_{\alpha}(\tau)$ ,  $\alpha = 1, \dots, m$ ;  $\tau$  — шаг временной разностной сетки. На классе регуляризаторов (1) происходит „факторизация по порядку“.

1. Пусть дан отрезок  $0 \leq t \leq t_0$  (везде пользуемся обозначениями из работы [1]). Введем на нем сетку  $\bar{\omega}_{\tau} = \{t_j = j\tau, j = 0, 1, \dots, j_0 = [t_0/\tau]\}$  с шагом  $\tau$ . Рассмотрим последовательность линейных нормированных пространств  $\{H_N, N = 1, 2, \dots\}$  и абстрактную функцию дискретного аргумента  $t \in \bar{\omega}_{\tau}$   $y_{N\tau}(t)$  со значениями в  $H_N$ . Линейные операторы  $A_{N,\tau}(t)$ ,  $B_{N,\tau}(t)$  и т. д. при каждом  $t = j\tau \in \bar{\omega}_{\tau}$  отображают  $H_N$  в  $H_N$ . Пусть в  $H_{N,\tau}$  определено скалярное произведение  $(\cdot, \cdot)$  и норма  $\|\cdot\| = \sqrt{(\cdot, \cdot)}$ . Ради простоты в обозначениях будем опускать индексы  $\tau$  и  $N$ .

Будем исходить из канонического вида двухслойной схемы

$$y_t + \tau R(t) y_t + A(t) y = \varphi(t), \quad y(0) = y^0 \in H, \quad t \in \bar{\omega}_{\tau}. \quad (2)$$

Трехслойным схемам соответствуют два канонических представления:

$$B(t) y_t^1 + \tau^2 R(t) y_{t1} + A(t) y = \varphi(t), \quad y(0) = y^0, \quad y(\tau) = y^1; \quad y^0, y^1 \in H, \quad (3)$$

$$y_{t1} + \tau^2 R(t) y_{t1} + B(t) y_t^1 + A(t) y = \varphi(t), \quad y(0) = y^0, \quad y(\tau) = y^1; \quad y^0, y^1 \in H. \quad (4)$$

Множество двухслойных схем (2) (трехслойных схем (3), (4)) с операторами  $A(t)$ ,  $R(t)$ ,  $B(t)$ , отображающими  $H$  в  $H$ , и  $y^0, y^1 \in H$  будем называть, следуя работе [1], исходным семейством разностных схем и обозначать через ИС-2 (ИС-3), если



а)  $A(t)$  — положительный, самосопряженный и липшиц-непрерывный по  $t$  оператор, т. е.  $A(t) = A^*(t)$ ,  $A(t) > 0$  и

$$|((A(t) - A(t - \tau))y, y)| \leq \tau c (A(t - \tau)y, y), \quad y \in H, \quad c = \text{const} > 0,$$

б) операторы  $B(t)$  и  $R(t)$  самосопряжены и положительны.

Оператор  $A(t) > 0$  будем называть равномерно энергетически эквивалентным (эн. эк.) с оператором  $B(t) > 0$ , если

$$\gamma_1 (B(t)y, y) \leq (A(t)y, y) \leq \gamma_2 (B(t)y, y),$$

где  $\gamma_1$  и  $\gamma_2$  — положительные постоянные, не зависящие от  $\tau$  и  $N$ .

2. Достаточные признаки корректности разностных схем [1—3] позволяют строить ФС с  $R$  вида (1), оставаясь в классах устойчивых схем.

Вместе с (2) рассмотрим схему из ИС-2

$$y_t + \tau \tilde{R}(t)y_t + A(t)y = \varphi(t), \quad y(0) = y^0.$$

Выберем  $\tilde{R}$  таким образом, чтобы  $E + \tau \tilde{R}$  был факторизован.

Например,  $\tilde{B} \equiv E + \tau \tilde{R} = \prod_{\alpha=1}^m (E + \mu_\alpha R_\alpha)$ , где  $\mu_\alpha$ ,  $\alpha = 1, 2, \dots, m$ , — параметры, определяемые из условия принадлежности схемы

$$\prod_{\alpha=1}^m (E + \mu_\alpha R_\alpha) y_t = -F, \quad F = Ay - \varphi, \quad (5)$$

классу устойчивых схем. Сравнивая  $B \equiv E + \tau R$  с  $\tilde{B}$  и используя следствие теоремы 3 работы [1], приходим к следующей теореме:

**Теорема 1.** Пусть схема (2) из ИС-2 устойчива, т. е.  $B \geq 0, 5\tau A$ . Тогда ФС (5) устойчива в норме  $\|y\|_\alpha = (A(t)y, y)^{1/2}$  при любом  $\tau > 0$ , если выполняется

$$Q_m = \sum_{\alpha=1}^m \mu_\alpha R_\alpha + \sum_{\alpha < \alpha_1} \mu_\alpha \mu_{\alpha_1} R_\alpha R_{\alpha_1} + \sum_{\alpha < \dots < \alpha_{m-1}} \mu_\alpha \dots \mu_{\alpha_{m-1}} R_\alpha \dots R_{\alpha_{m-1}} \geq 0,$$

$$\mu_1 \mu_2 \dots \mu_m \geq \tau,$$

и в этом случае для решения (5) верна априорная оценка

$$\|y(t)\|_\alpha \leq M_1 \|y^0\|_\alpha + M_2 \max_{\alpha, \tau} ((A^{-1}\varphi, \varphi)^{1/2} + (\hat{A}^{-1}\varphi_i, \varphi_i)^{1/2}), \quad (6)$$

где  $M_1$  и  $M_2$  не зависят от  $\tau$  и  $N$ .

Из теоремы 1 непосредственно следует, что, беря  $\mu_\alpha = \mu = \sqrt[m]{\tau}$ , можно сохранить устойчивость и аппроксимационные свойства ФС (5). Однако уже для  $\mu_\alpha = O(\tau^\alpha)$ ,  $\alpha > 0$ ,  $\mu_{\beta \pm \alpha} = 0$  (1) ( $\alpha, \beta = 1, \dots, m$ ;  $\prod_{\alpha} \mu_\alpha \geq \tau$ ),

получаем схему, которая хотя и остается в классе устойчивых схем, но уже не аппроксимирует исходное дифференциальное уравнение.

**Теорема 2.** Пусть  $Q_m \geq 0$  и  $R$  равномерно эн. эк. с  $A$  с  $\gamma_1, \gamma_2 > 0$ . Для устойчивости ФС (5) достаточно, чтобы  $2\mu_1 \mu_2 \dots \mu_m \geq \tau \gamma_2$ , так что верна оценка (6).

При  $\mu_\alpha = \mu = (0,5 \tau \gamma_2)^{1/m}$  ФС (5) устойчива и сохраняет аппроксимационные свойства.

Следствие 1. Пусть  $R_\alpha (\alpha = 1, \dots, m)$  — самосопряженные, неотрицательные и перестановочные между собой операторы, причем  $R$  равномерно эн. эк. с  $A$  с  $\gamma_1, \gamma_2$ . Тогда при  $\prod_{\alpha=1}^m \mu_\alpha \geq 0,5 \tau \gamma_2$  ФС (5) устойчива для любого  $\tau > 0$  и имеет место оценка (6).

Следствие 2. Если  $R_1, R_2 \geq 0$  и  $R = R_1 \cdot R_2$  равномерно эн. эк. с  $A$  с  $\gamma_1, \gamma_2$ , то при выполнении условия  $\mu_1 = \mu_2 = (0,5 \tau \gamma_2)^{1/2}$  ФС (5) безусловно устойчива с оценкой (6).

3. „Факторизация по порядку“ для схем из ИС-3 приводит к следующим ФС:

$$\prod_{\alpha=1}^m (E + \mu_\alpha R_\alpha) y_i = -F_1, \quad F_1 = \prod_{\alpha=1}^m (E - \mu_\alpha R_\alpha) y_i + 2Ay - 2\varphi, \quad (7)$$

$$\prod_{\alpha=1}^m (E + \mu_\alpha R_\alpha) y_{\bar{i}} = -F_2, \quad F_2 = Ay + \prod_{\alpha=1}^m (E - \mu_\alpha R_\alpha) y_{\bar{i}} - y_i - \varphi, \quad (8)$$

$$\prod_{\alpha=1}^m (E + \mu_\alpha R_\alpha) y_{\bar{i}} = -F_3, \quad F_3 = \frac{2}{\tau} (y_{\bar{i}} + Ay - \varphi), \quad (9)$$

$$\prod_{\alpha=1}^m (E + \mu_\alpha R_\alpha) y_{\bar{i}} = -F_4, \quad F_4 = Ay - \varphi. \quad (10)$$

Заметим, что из ФС (7)–(10) наибольшую точность аппроксимации доставляет схема (9) для решения уравнения  $u'_i = Au + \varphi$ . Точность ее  $O(\tau^{1+(1/m)})$ .

Пусть схемы (3)–(4) принадлежат классу устойчивых схем (выполняются условия теорем 4 работы [1] и 3.9 работы [2]). Нетрудно показать, что справедлива

Теорема 3. Пусть схема (3) из ИС-3 устойчива. Тогда при выполнении условий

$$P_m = \sum_{\alpha=1}^m \mu_{\alpha_1} + \mu_{\alpha_2} \sum_{\alpha < \alpha_1} \mu_\alpha \mu_{\alpha_1} R_\alpha R_{\alpha_1} + \dots + \\ + \sum_{\alpha < \dots < \alpha_{m-1}} \mu_\alpha \dots \mu_{\alpha_{m-1}} R_\alpha \dots R_{\alpha_{m-1}} \geq 0, \\ \mu_1 \mu_2 \dots \mu_m \geq 2\tau,$$

ФС (7) – (8) устойчивы при любых  $\tau < 0$  и верна априорная оценка

$$\|y(t)\|_{(1)} \leq M_1 \|y(\tau)\|_{(1)} + M_2 \max_{\omega \tau} \|\varphi(t)\|, \quad (11)$$

где

$$\|y_{\bar{i}}\| = 0,25 \|y + y\|_2^2 + \tau^2 ((R - 0,25 A)y_{\bar{i}}, y_{\bar{i}}),$$

$M_1$  и  $M_2$  не зависят от  $\tau$  и  $N$ .

Имеет место

**Теорема 4.** Пусть  $R$  равномерно эн. эк с  $A$  с  $\gamma_1, \gamma_2$ . Если  $P_m \geq 0$  и  $2\mu_1 \mu_2 \dots \mu_m \geq (1 + \varepsilon) \tau \gamma_2$  ( $0 < \varepsilon \leq 1$ ,  $\varepsilon = \text{const}$ ), то ФС (7)–(9) устойчивы при любом  $\tau > 0$  с оценкой (11), в которой следует положить

$$\|y(t + \tau)\|_{(1)}^2 = 0,25 (A(y + y), y + y) + \tau^2 ((R + 0,5 \tau P_m - 0,25A) y_t, y_t).$$

Из теоремы 3 для ФС (10) при  $m=2$  следует

**Теорема 5.** Пусть  $R = R_1 \cdot R_2$  равномерно эн. эк. с  $A$  с  $\gamma_1, \gamma_2 > 0$ ,  $R_1, R_2 \geq 0$  и имеет место условие

$$|((R - 0,25A)_T(y, y))| \leq c((\hat{R} - 0,25\hat{A})y, y), \quad c = \text{const} > 0.$$

Тогда при  $\mu_1 = \mu_2 = 0,5\gamma_2$  ФС (10) безусловно устойчива с оценкой

$$\|y(t + \tau)\|_* \leq \|y(\tau)\|_* + M \left[ \sum_{t'=\tau}^t \|\varphi(t')\|^2 \right]^{1/2},$$

где

$$\|\hat{y}\|_*^2 = 0,25 \|\hat{y} + y\|_a^2 + \|y\|_b^2 + \tau^2 ((R - 0,25A) y_t, y_t).$$

Тбилисский государственный  
университет

(Поступило 15.10.1968)

მათემატიკა

დ. გორდეზიანი, ე. ევსევი

სხვაობების ფაქტორიზაციის შესახებ  
რეზიუმე

განხილულია ფაქტორიზებული სხვაობიანი სქემების აგების საკითხი იმ შემთხვევაში, როცა გამოსავალი ამოცანის რეგულარიზატორი წარმოიდგინება სასრული რაოდენობის ოპერატორთა ნამრავლის სახით. დადგენილია ასეთი სქემების მდგრადობის საკმარისი პირობები. ამგვარი სქემების გამოყენებით მაღალი რივის დიფერენციალური განტოლებების რიცხვითი ამოხსნა შეიძლება დაეყვანოს უფრო დაბალი რივისა და მარტივი სახის განტოლებათა ამოხსნაზე.

MATHEMATICS

D. G. GORDEZIANI, E. G. EVSEEV

ON FACTORIZATION OF DIFFERENCE SCHEMES

Summary

The problem is considered of constructing factorized difference schemes for the case when the regularizer of the initial problem is represented in the form of the product of a finite number of operators. Sufficient conditions of stability for such schemes have been established.

With the aid of these schemes it is possible to reduce numerical solution of high order differential equations to solution of lower order and simple-structure equations.

ლიტერატურა—ЛИТЕРАТУРА—REFERENCES

1. А. А. Самарский. Журнал вычислительной математики и математической физики, 7, № 1, 1967, 62—93.
2. А. А. Самарский. Журнал вычислительной математики и математической физики, 7, № 5, 1967, 1096—1133.
3. А. А. Самарский. Aplik. Mat., 10, № 2, 1965, 146—164.



Дж. В. КАПАНАДЗЕ

О ПОТЕНЦИАЛАХ РИССА НЕФИНИТНЫХ МЕР

(Представлено академиком В. Д. Купрадзе 16.10.1968)

Пусть  $\Omega$  — некоторая конечная или бесконечная область в  $p$ -мерном евклидовом пространстве  $R^p$  ( $p \geq 3$ ). Допустим, что  $F = R^p - \Omega$ .

В работе указываются условия, которым должна удовлетворять функция  $W(x) \in C(\Omega)$ , чтобы она допускала представление вида

$$W(x) = \int_F |x - y|^{\alpha - p} d\mu(y) + A, \quad (x \in \Omega), \quad (1)$$

когда  $\Omega$  — конечная область, и

$$W(x) = \int_F |x - y|^{\alpha - p} d\mu(y), \quad (x \in \Omega) \quad (2)$$

когда  $\Omega$  бесконечна. В равенствах (1) и (2)  $0 < \alpha < p$ ,  $A$  — некоторое неотрицательное число, выражение  $U_\alpha^\mu(x) = \int_F |x - y|^{\alpha - p} d\mu(y)$  представляет

потенциал Рисса порядка  $\alpha$ ,  $\mu(\cdot)$  — некоторая неотрицательная мера, определенная на классе  $B$  всех борелевых множеств  $p$ -мерного пространства, носитель  $S(\mu)$  которой расположен на множестве  $F$ . Кроме того, мера  $\mu(\cdot)$  удовлетворяет условию (см. работу [1])

$$\int_{|x| > 1} |x|^{\alpha - p} d\mu(x) < \infty. \quad (3)$$

Говоря о распределении, мы всегда будем иметь в виду некоторую обобщенную меру, т. е. некоторую конечную, счетно-аддитивную функцию множества произвольного знака, определенную на борелевском классе множеств. Рассмотрим сперва случай, когда  $\Omega$  — конечная область. Имеет место следующая

Лемма. Пусть  $U_{\alpha_n}^\mu(x)$  — последовательность потенциалов неотрицательных мер,  $S(\mu_n) \subset F$   $n = 1, 2, \dots$ , тогда для любой замкнутой области  $\bar{G} \subset \Omega$  справедливо неравенство

$$U_{\alpha_n}^\mu(x) \leq N \cdot U_{\alpha_n}^\mu(x_0) \quad (x \in \bar{G}),$$

где  $x_0 \in \Omega$  — некоторая фиксированная точка, а  $N$  — положительное число. Доказательство. Ясно, что

$$d(\bar{G}; F) = \delta > 0,$$

где  $d(\bar{G}; F)$  — наименьшее расстояние от  $\bar{G}$  до  $F$ , поэтому

$$U_{\alpha_n}^\mu(x) = \int_F |x - y|^{\alpha - p} d\mu_n(y) = \int_{Fn(|y| \leq r)} |x - y|^{\alpha - p} d\mu_n(y) +$$

$$\begin{aligned}
 & + \int_{Fn(|y|>r)} |x-y|^{\alpha-p} d\mu_n(y) \leq N_1 \int_{Fn(|y|\leq r)} |x_0-y|^{\alpha-p} d\mu_n(y) + \\
 & + N_2 \int_{Fn(|y|>r)} |x_0-y|^{\alpha-p} d\mu_n(y) \leq N \cdot \int_F |x_0-y|^{\alpha-p} d\mu_n(y) = N \cdot U_{\alpha}^{\mu_n}(x_0),
 \end{aligned}$$

где

$$N = \max(N_1, N_2).$$

Введем следующее

Определение. Пусть  $\nu(\cdot)$ —некоторое распределение, носитель которого находится внутри  $\Omega$  и функция  $W(x) \in C(\Omega)$ . Мы будем говорить, что  $W(x)$ — $(F; \alpha)$ -положительно определенная функция на  $\Omega$ , если  $\int W(x) d\nu(x) \geq 0$  каждый раз, когда  $U_{\alpha}^{\nu}(x) \geq 0$  для всех  $x \in F$ .

Имеет место следующая

Теорема 1. Для того чтобы непрерывная в  $\Omega$  функция  $W(x)$  допускала представление (1), необходимо и достаточно, чтобы  $W(x)$  была  $(F; \alpha)$ -положительно определенной функцией на  $\Omega$ .

Доказательство необходимости. По теореме Фубини легко доказывается, что

$$U_{\alpha}^{\mu}(x) = \int_F |x-y|^{\alpha-p} d\mu(y)$$

является  $(F; \alpha)$ -положительно определенной функцией на  $\Omega$ . Кроме того, нетрудно доказать, что неотрицательная постоянная является  $(F; \alpha)$ -положительно определенной функцией на  $\Omega$ .

Доказательство достаточности. Пусть  $\bar{G} \subset \Omega$ —любая замкнутая область. Рассмотрим множество потенциалов неотрицательных мер

$$K = \{U_{\alpha}^{\mu}(x), S(\mu) \subset F\}.$$

Ясно, что  $K$  есть выпуклый конус. Пусть  $\bar{K}$ —замыкание множества  $K$  по метрике  $L^2(\bar{G})$ .

Точно так же, как в работе [3], доказывается, что  $W(x) \in \bar{K}$ , т. е.  $W(x) = \lim_{n \rightarrow \infty} U_{\alpha}^{\mu_n}(x)$  почти всюду на  $G^1$ , где  $U_{\alpha}^{\mu_n}(x) \in K$ . Легко доказы-

вается, что последовательность мер  $\{\mu_n(\cdot)\}$  слабо компактна, поэтому из  $\{\mu_n(\cdot)\}$  можно выбрать слабо сходящуюся подпоследовательность  $\{\mu'_n(\cdot)\}$  (слабую сходимость будем обозначать символом  $\rightarrow$ ). Пусть  $\mu'_n \rightarrow \mu'$ . Из неравенства (4) получим, что

$$U_{\alpha}^{\mu'_n}(x) \leq N' \quad (x \in \bar{G}).$$

Рассмотрим произвольную, непрерывную, финитную функцию  $\varphi(x)$ , удовлетворяющую условию

$$\int_{\bar{G}} \varphi(x) dx = 0.$$

(<sup>1</sup> Выражение „почти всюду“ понимается как „почти всюду по мере Лебега“.

Точно так же как в работе [1], доказывается, что

$$\int_G W(x) \varphi(x) dx = \int_G U_a^{W'}(x) \varphi(x) dx.$$

Отсюда легко вытекает, что почти всюду в  $G$

$$W(x) = U_a^{W'}(x) + A', \tag{5}$$

где  $A'$  — неотрицательная постоянная. Так как  $W(x)$  и  $U_a^{W'}(x)$  непрерывны на  $G$ , то

$$W(x) = U_a^{W'}(x) + A'. \quad (x \in G). \tag{6}$$

Теперь нетрудно доказать, что справедливо представление (1), т. е.

$$W(x) = U_a^W(x) + A \quad x \in \Omega. \tag{7}$$

Теорема доказана.

Рассмотрим случай, когда  $\Omega$  — бесконечная область. Здесь предполагаем, что множество  $F = R^p - \Omega$  тоже бесконечно. Можно доказать, что справедлива

**Теорема 2.** Если  $W(x) \in C(\Omega)$  является  $(F; \alpha)$ -положительно определенной функцией на  $\Omega$  и  $\lim_{\substack{x \in \Omega \\ x \rightarrow \infty}} W(x) = 0$ , тогда представление (2) справедливо.

**Определение.** Возьмем точку  $x_0 \in \bar{\Omega}$  и произведем инверсию с центром в  $x_0$ . Тогда ясно, что  $x_0 \in \bar{\Omega}^*$ , где  $\Omega^*$  обозначает множество, получаемое из  $\Omega$  при инверсии. Мы скажем, что бесконечно удаленная точка регулярна для  $\Omega$ , если  $x_0$  регулярна для  $\Omega^*$ .

Пусть бесконечно удаленная точка регулярна для  $\Omega$ . Имеет место также

**Теорема 3.** Для того чтобы непрерывная в  $\Omega$  функция  $W(x)$  допускала представление (2), необходимо и достаточно, чтобы

- I)  $W(x)$  была  $(F; \alpha)$ -положительно определенной функцией на  $\Omega$ ,
- II)  $\lim_{\substack{x \in \Omega \\ x \rightarrow \infty}} W(x) = 0$ .

Академия наук Грузинской ССР  
Вычислительный центр

(Поступило 16.10.1968)

მათემატიკა

ჯ. კახნაძე

არაფინიტური ზომის რისის კოტენციენტების შესახებ

რ ე ზ ი უ მ ე

ეთქვათ,  $\Omega$  წარმოადგენს ევკლიდეს  $R^p$  ( $p \geq 3$ ) სივრცის რაიმე სასრულო ან უსასრულო არეს. დავუშვათ, რომ  $F = R^p - \Omega$ .

ჩამოყალიბებულია პირობა, რომელსაც უნდა აკმაყოფილებდეს ფუნქცია  $W(x) \in C(\Omega)$ , რათა სამართლიანი იყოს შემდეგი წარმოდგენა:

$$W(x) = \int_F |x-y|^{a-p} d\mu(y) + A, \quad (x \in \Omega) \tag{1}$$

როცა  $\Omega$  სასრულია, ხოლო

$$W(x) = \int_F |x-y|^{\alpha-p} d\mu(y), \quad (x \in \Omega) \quad (2)$$

როცა  $\Omega$  უსასრულოა.

(1) და (2) ფორმულებში  $0 < \alpha < p$ ,  $A$  რაიმე არაუარყოფითი მუდმივია. გამოსახულება  $U_\alpha^\mu(x) = \int_F |x-y|^{\alpha-p} d\mu(y)$  წარმოადგენს  $\alpha$  რივის რისის პოტენციალს, ხოლო  $\mu(\cdot)$ —რაიმე არაუარყოფით ზომას, განსაზღვრულს ბორელის სიმრავლეთა  $B$  კლასზე, რომლის მატარებელი  $S(\mu)$  ეკუთვნის  $F$  სიმრავლეს. ამას გარდა, ზომა  $\mu(\cdot)$  აკმაყოფილებს პირობას

$$\int_{|x|>1} |x|^{\alpha-p} d\mu(y) < \infty. \quad (3)$$

MATHEMATICS

J. V. KAPANADZE

### ON THE RISS POTENTIALS OF INFINITE MEASURES

#### Summary

We assume that  $\Omega$  is an infinite or finite region in the  $p$ -dimensional  $R^p$  ( $p \geq 3$ ) Euclidian space. Let  $F = R^p - \Omega$ .

The paper deals with the conditions which must be satisfied by the function  $W(x) \in C(\Omega)$  so as to validate the following representation:

$$W(x) = \int_F |x-y|^{\alpha-p} d\mu(y) + A \quad (x \in \Omega) \quad (1)$$

when  $\Omega$  is finite and

$$W(x) = \int_F |x-y|^{\alpha-p} d\mu(y) \quad (x \in \Omega) \quad (2)$$

when  $\Omega$  is infinite. In (1) and (2)  $0 < \alpha < p$ ,  $A$  is some non-negative constant. The expression  $U_\alpha^\mu(x) = \int_F |x-y|^{\alpha-p} d\mu(y)$  is a Riss potential

of  $\alpha$  order, while  $\mu(\cdot)$  is some non-negative measure, defined on the class  $B$  of all Borel sets of  $p$ -dimensional space, the carrier  $S(\mu)$  of which belongs to the set  $F$ . Besides, the measure  $\mu(\cdot)$  satisfies the condition

$$\int_{|x|>1} |x|^{\alpha-p} d\mu(x) < \infty.$$

#### ლიტერატურა—ЛИТЕРАТУРА—REFERENCES

1. Н. С. Ландкоф. Основы современной теории потенциала. М., 1966.
2. M. Riss. Acta Szeged, 9, 1938.
3. И. Н. Карцивалдзе. Труды Вычисл. центра АН ГССР, VI:3, Тбилиси, 1965.
4. Н. И. Ахиезер, И. М. Глазман. Теория линейных операторов в гильбертовом пространстве. М., 1966.



А. П. ЛУРСМАНАШВИЛИ

О ПРЕДСТАВЛЕНИИ НАТУРАЛЬНЫХ ЧИСЕЛ КВАДРАТИЧНЫМИ  
 ФОРМАМИ С ЦЕЛЫМИ БЕСКВАДРАТНЫМИ ПЕРЕМЕННЫМИ

(Представлено академиком Г. С. Чогошвили 17.10.1968)

Пусть  $k, n, d, t, q, \alpha, \beta$  — натуральные числа,  $k \geq 5$ ;  $a, b, m, h$  — целые числа;  $c, l$  — неотрицательные целые числа;  $r$  — бесквадратное целое число;  $p$  — простое число;  $x$  — действительное число;  $\varepsilon$  — сколь угодно малое положительное число;  $\mu(t)$  — функция Мебиуса.

Пусть  $f(x_1, \dots, x_k) = \sum_{\alpha, \beta=1}^k a_{\alpha\beta} x_\alpha x_\beta$  — целочисленная положительно определенная квадратичная форма с детерминантом  $d$ ;

$$R_f(n) = \sum_{f(r_1, \dots, r_k) = n} 1$$

— число представлений натурального числа  $n$  формой  $f$  с целыми бесквадратными переменными.

Далее, пусть

$$S(h, q) = \sum_{a \pmod q} \exp\left(2\pi i \frac{a^2 h}{q}\right),$$

$$S(f(t_1^2, \dots, t_k^2); h_i q) = \sum_{t_1, \dots, t_k=0}^{q-1} \exp\left\{2\pi i \frac{hf(t_1^2, \dots, t_k^2)}{q}\right\},$$

$$G(h, q) = \sum_{t_1, \dots, t_k=1}^{\infty} \frac{\mu(t_1) \cdots \mu(t_k)}{t_1^2 \cdots t_k^2} S(f(t_1^2, \dots, t_k^2); h_i q).$$

В работе [3] доказано, что если  $k \geq 5$ , то

$$R_f(n) = \frac{\pi^{k/2}}{d^{1/2} \Gamma\left(\frac{k}{2}\right)} \sigma(f, n) n^{k/2-1} + O(n^{k/4+\varepsilon}),$$

где

$$\sigma(f, n) = \sum_{q=1}^{\infty} \sum_{\substack{h \pmod q \\ (h, q)=1}} \frac{G(h, q)}{q^k} \exp\left(-2\pi i \frac{hn}{q}\right). \quad (1)$$

В настоящей статье приводятся результаты суммирования особого ряда (1).

Суммирование особого ряда (1) в том случае, когда форма  $f$  диагональна, приведено в работе [1].

Введем дальнейшие обозначения.

Пусть

$$T_1(q) = q^{-k} \prod_{p|q} (1 - p^{-2})^{-k},$$

$$T_2(f; q) = \sum_{d_1|q_1, \dots, d_k|q} \frac{\mu(d_1) \cdots \mu(d_k)}{d_1^2 \cdots d_k^2} S(f(d_1^2, \dots, d_k^2), q),$$

$$T(f; q) = T_1(q) T_2(f; q);$$

$$A(f; q, n) = A(q, n) = \sum_{\substack{h \bmod q \\ (h, q)=1}} T(hf; q) \exp\left(-2\pi i \frac{nh}{q}\right).$$

Имеет место равенство

$$\sigma(f, n) = \left(\frac{6}{\pi^2}\right)^k \sum_{q=1}^{\infty} A(f; q, n), \quad (2)$$

где абсолютная сходимость ряда в правой части (2) следует на основании оценки

$$A(f; q, n) = O(q^{-k/2+1+\varepsilon}).$$

Далее, доказывается, что при  $(q_1, q_2) = 1$

$$A(q_1 q_2; n) = A(q_1; n) A(q_2; n).$$

Поэтому для особого ряда (2) получаем тождество

$$\left(\frac{\pi^2}{6}\right)^k \sigma(f, n) = \prod_p \chi(p),$$

где

$$\chi(p) = \sum_{l=0}^{\infty} A(p^l, n).$$

Теперь для нечетного  $p$  разберем два случая:

а)  $p \nmid d$  и б)  $p | d$ , где  $d$  обозначает дискриминант формы  $f$ .

а)  $p \nmid d$ . В этом случае справедлива оценка

$$\chi(p) = 1 + o(p^{-3/2}).$$

Поэтому

$$c = \prod_{p \nmid d} \chi(p) > 0.$$

б) Пусть  $p | d$ . Обозначая  $n = p^\omega n_1$ ,  $p \nmid n_1$ , непосредственным вычислением убеждаемся, что  $A(p^s, n) = 0$ , если  $s > \omega + 1$  или  $s > 3 + e_1$ , где  $e_1 \geq 0$  — целое число, зависящее от формы  $f$ .

Пусть  $p = 2$ . Тогда доказывается, что  $A(2^s, n) = 0$ , если  $s > 5 + \varepsilon_1^{(1)}$  или  $s > 4 + \varepsilon_1^{(2)}$ , где  $\varepsilon_1^{(1)} \geq 0$  и  $\varepsilon_1^{(2)} \geq -1$  — целые числа, зависящие от формы  $f$ . На основании этого, обозначая

$$M = M_p = \begin{cases} \min(3 + l_1; \omega + 1), & \text{если } p \text{ нечетное простое и } p | d, \\ \min(5 + \varepsilon_1^{(1)}; 4 + \varepsilon_1^{(2)}), & \text{если } p = 2, \end{cases}$$

получаем

$$\chi(p) = \begin{cases} p^{-(M-1)} (1 - p^{-2})^{-k} \rho(f; p^M, n), & \text{если } p \text{ нечетное простое и } p | d, \\ p^{-(M-1)} 3^{-k} \rho(f; p^M, n), & \text{если } p = 2, \end{cases}$$

где  $\rho(f; p^M, n)$  обозначает число решений сравнения

$$f(m_1, \dots, m_k) \equiv n \pmod{p^M} \quad (3)$$

в целых не делящихся на  $p^2$  числах  $m_1, \dots, m_k$ .

Объединив полученные результаты, получим доказательство следующей теоремы:

**Теорема.** Если для каждого нечетного простого делителя  $p$  дискриминанта  $d$  формы  $f$  и для  $p = 2$  разрешимо сравнение (3) в целых не делящихся на  $p^2$  числах  $m_1, \dots, m_k$ , то  $\sigma(f, n) > 0$ . В противном случае  $\sigma(f, n) = 0$ .

Тбилисский государственный университет

(Поступило 19.10.1968)

მათემატიკა

ა. ლურსმანაშვილი

ნატურალური რიცხვების კვადრატული ფორმებით წარმოდგენის შესახებ მთელი უკვადრატო ცვლადებით

რ ე ზ ი ე მ ე

ვთქვით,  $R_f(n)$  აღნიშნავს ნატურალური  $n$  რიცხვის წარმოდგენათა რაოდენობას  $f$  კვადრატული ფორმით უკვადრატო რიცხვებში. როგორც ცნობილია [3], ადგილი აქვს შემდეგ თეორემას: თუ  $k \geq 5$ , მაშინ

$$R_f(n) = \frac{\pi^{k/2}}{d^{1/2} \Gamma\left(\frac{k}{2}\right)} \sigma(f, n) n^{k/2-1} + O(n^{k/4+\epsilon}),$$

სადაც

$$\sigma(f, n) = \sum_{q=1}^{\infty} \sum_{\substack{h \pmod{q} \\ (h, q)=1}} \frac{G(h, q)}{q^k} \exp\left(-2\pi i \frac{nh}{q}\right).$$

შრომაში შეჯამებულია სინგულარული მწკრივი  $\sigma(f, n)$  და დამტკიცებულია, რომ, თუ  $d$  რიცხვის ყოველი კენტი მარტივი  $p$  გამყოფისათვის და  $p=2$ -სათვის, შედარება

$$f(m_1, \dots, m_k) \equiv n \pmod{p^M}$$

ამოხსნადია მთელ  $m_1, \dots, m_k$  რიცხვებში, რომლებიც არ იყოფა  $p^2$ -ზე, მაშინ  $\sigma(f, n) > 0$ ; საწინააღმდეგო შემთხვევაში  $\sigma(f, n) = 0$ .

MATHEMATICS

A. P. LURSMANASHVILI

ON THE REPRESENTATION OF INTEGERS BY QUADRATIC FORMS WITH SQUARE-FREE VARIABLES

Summary

$R_f(n)$  denotes the number of representations of the natural number  $n$  by quadratic forms with square-free variables.

In [3] the following is proved: if  $k \geq 5$ , then

$$R_f(n) = \frac{\pi^{k/2}}{d^{1/2} \Gamma\left(\frac{k}{2}\right)} \sigma(f, n) n^{k/2-1} + O(n^{k/4+\epsilon}),$$

where

$$\sigma(f, n) = \sum_{q=1}^{\infty} \sum_{\substack{h \pmod{q} \\ (h, q)=1}} \frac{G(h, q)}{q^k} \exp\left(-2\pi i \frac{hn}{q}\right).$$

In the present paper the singular series  $\sigma(n, f)$  is summarized and it is shown that, if for each uneven prime divisor of discriminant  $d$  of the form  $f$  and for  $p=2$  the congruences

$$f(m_1, m_2, \dots, m_k) \equiv n \pmod{p^{M_p}}$$

are solvable in integers  $m_1, \dots, m_k$  which are not divisible by  $p^2$ , then  $\sigma(f, n) > 0$ . In other cases  $\sigma(f, n) = 0$ .

#### ლიტერატურა—ЛИТЕРАТУРА—REFERENCES

1. T. Estermann. Proc. London math. Soc., Ser. 2, vol. 53, Part 2.
2. А. В. Малышев. Труды Математического ин-та им. В. А. Стеклова, LXV, 1962.
3. А. П. Лурсманашвили. Сообщения АН ГССР, XLVIII, № 1, 1967.



Н. РУДРАИА, Б. С. ЧАНДАРСЕКХАРА

МАГНИТОГИДРОДИНАМИЧЕСКОЕ ЛАМИНАРНОЕ ТЕЧЕНИЕ  
 МЕЖДУ ПОРИСТЫМИ ДИСКАМИ С ВДУВОМ  
 С БОЛЬШИМ ЧИСЛОМ РЕЙНОЛЬДСА

(Представлено академиком Г. С. Чогошвили 6.11.1968)

1. Установившееся ламинарное течение между двумя круглыми пористыми дисками при полном вдуве и отсосе через диски для малых чисел Рейнольдса было исследовано Елкоу [1]. Недавно эти исследования были продолжены Рудраиа и другими для больших чисел Рейнольдса. Шреста [2] исследовал задачу ламинарного течения несжимаемой проводящей жидкости между двумя параллельными плоскостями, помещенной во внешнее магнитное поле, для больших  $R$ . В настоящей работе рассматривается задача стационарного ламинарного течения несжимаемой проводящей жидкости между двумя пористыми дисками для больших отрицательных чисел Рейнольдса и для больших чисел Гартманна. Показывается, что распределение давления параболическое и что действие магнитного поля увеличивает поверхностное трение на дисках.

2. Уравнения движения для такого течения имеют вид

$$q_r \frac{\partial q_r}{\partial r} + \frac{q_z}{h} \cdot \frac{\partial q_r}{\partial \lambda} = - \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial r} + \nu \left[ \frac{\partial^2 q_r}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial q_r}{\partial r} + \frac{1}{h^2} \frac{\partial^2 q_r}{\partial \lambda^2} - \frac{q_r}{r^2} \right] - \frac{\mu^2 \sigma H_0^2}{\rho} \cdot q_r, \quad (1)$$

$$q_r \frac{\partial q_z}{\partial r} + \frac{q_z}{h} \frac{\partial q_z}{\partial \lambda} = - \frac{1}{\rho h} \frac{\partial p}{\partial \lambda} + \nu \left[ \frac{\partial^2 q_z}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial q_z}{\partial r} + \frac{1}{h^2} \frac{\partial^2 q_z}{\partial \lambda^2} \right], \quad (2)$$

$$\frac{\partial q_r}{\partial r} + \frac{q_r}{r} + \frac{1}{h} \frac{\partial q_z}{\partial \lambda} = 0, \quad (3)$$

где  $\lambda = zh^{-1}$ , а  $H_0$  — внешнее магнитное поле. Индуцированным магнитным полем пренебрегаем. Граничные условия для  $q_r$  и  $q_z$  суть

$$q_r(r, \pm h) = 0, \quad q_z(r, \pm h) = q_0 = \text{const}. \quad (4)$$

Поскольку течение симметрично относительно плоскости  $z = 0$ , то нормальная компонента скорости и ее производная равны нулю на плоскости  $z = 0$  и поэтому будем иметь

$$q_z = 0 \text{ и } \frac{\partial q_r}{\partial z} = 0 \text{ при } z = 0. \quad (5)$$

Будем искать решение уравнений (1)–(3) в виде

$$q_r = - \frac{q_0 r}{2h} \cdot f'(\lambda), \quad q_z = q_0 \cdot f(\lambda). \quad (6)$$

Из уравнения (2) вытекает, что  $\frac{\partial^2 p}{\partial r \cdot \partial \lambda} = 0$  и (1) принимает вид

$$f''' + R(1/2 \cdot f'' - ff') - M^2 f' = A, \quad (7)$$

где  $R = \frac{q_0 h}{\nu}$  — число Рейнольдса при вдуве, а  $M = \mu H_0 h \sqrt{\frac{\sigma}{\rho \nu}}$  — число Гартманна. Граничные условия для  $f(\lambda)$  и ее производных имеют вид

$$f(1) = 1, \quad f'(1) = 0, \quad f(0) = f''(0) = 0. \quad (8)$$

3. Для больших  $\frac{M^2}{R}$  ( $M \gg 1$ ), соответствующих большому вдуву через диски, уравнение (7) можно написать в виде

$$\varepsilon f'''' + f f'' - 1/2 \cdot f'^2 - M^2 \varepsilon f' = -(1/2 \cdot \beta^2 + \gamma \beta \varepsilon^{-1/2}),$$

где  $\varepsilon = -R^{-1}$ ,  $-(1/2 \cdot \beta^2 + \gamma \beta \varepsilon^{-1/2}) = A\varepsilon$ ,  $\gamma = M^2 \varepsilon^{3/2}$ . (9)

Будем искать *внешнее решение* уравнения (9). Это решение есть решение уравнения, полученного из (9) после предельного перехода  $\varepsilon \rightarrow 0$  ( $R \rightarrow \infty$ ). Оно имеет вид

$$f f'' - 1/2 \cdot f'^2 - \gamma \varepsilon^{-1/2} f' = -(1/2 \cdot \beta^2 + \gamma \beta \varepsilon^{-1/2}). \quad (10)$$

Решением этого уравнения, удовлетворяющим граничные условия  $f(0) = f''(0) = 0$ , является

$$f^0 = \beta \lambda. \quad (11)$$

Внешнее решение справедливо в области между пограничным слоем и плоскостью  $z = 0$ . Незвестная величина  $\beta$  определяется после нахождения внутреннего решения. Для удовлетворения условия прилипания на диске необходимо найти *внутреннее решение*. Для этого введем новую переменную  $\xi$ , называемую переменной растяжения

$$\xi = \varepsilon^{-1/2} (1 - \lambda), \quad (12)$$

и допустим, что

$$f^i(\lambda) = 1 + \varepsilon \omega(\xi, \varepsilon). \quad (13)$$

Уравнение (10) после подстановки (12) и (13) даст

$$\omega'''' - \varepsilon^{-1/2} \omega'' - \omega \omega'' - \frac{1}{2} \omega'^2 + \gamma \varepsilon^{-1/2} \omega' = - \left( \frac{1}{2} \beta^2 + \gamma \varepsilon^{-1/2} \beta \right), \quad (14)$$

а граничные условия для  $\omega$  будут

$$\omega(0, \varepsilon) = 0, \quad \omega'(0, \varepsilon) = 0, \quad (15)$$

$$\omega'(\xi, \varepsilon) \rightarrow -\beta, \quad \text{когда } \xi \rightarrow \infty. \quad (16)$$

Граничное условие (16) получается из предположения, что компонента скорости по направлению течения принимает значение невозмущенного потока на границе пограничного слоя.

Уравнение (14), если искать его решение в виде

$$\omega = \sum_{n=0}^{\infty} \varepsilon^{n/2} \omega_n(\eta), \quad \beta = \sum_{n=0}^{\infty} \varepsilon^{n/2} \beta_n, \quad (17)$$

даст

$$\omega_n'' + \omega_n' = \gamma \omega_n'''' + \sum_{r=0}^{n-1} \left[ \frac{1}{2} \omega_r' \omega_{n-r}' - \omega_r \omega_{n-r}' - \frac{1}{2 \gamma^2} \beta_r \beta_{n-r} \right] - \frac{\beta_n}{\gamma}, \quad (18)$$

где штрихи обозначают дифференцирование по  $\eta = \gamma \xi$ .

Внутреннее решение (17), верное в области границы, равно

$$f^i = 1 + \varepsilon^{1/2} (\omega_0 + \varepsilon^{1/2} \omega_1 + \varepsilon \omega_2 + \dots), \quad \text{где } \omega_0 = -\frac{\beta_0}{\gamma} (e^{-\eta} + \eta - 1), \quad (19)$$

$$\omega_1 = -\frac{\beta_0^2}{4 \gamma^2} e^{-2\eta} + \left[ \frac{1}{2 \gamma^2} \beta_0^2 \eta^2 + \frac{\beta_0^2 \eta}{\gamma^2} + \frac{3 \beta_0^2}{2 \gamma^2} - \frac{\beta_1}{\gamma} - \beta_0 \eta - \beta_0 \right] e^{-\eta} -$$

$$-\frac{\beta_1}{\gamma} - \frac{5 \beta_0^2}{4 \gamma^2} + \frac{\beta_1}{\gamma} + \beta_0.$$

$$\begin{aligned} \omega_2 = & -\frac{\beta_0^3}{8\gamma^2} e^{-3\eta} + \left[ \frac{\beta_0^3}{\gamma^3} \left( \frac{\eta^2}{4} + \frac{\eta}{2} + \frac{5}{4} \right) + \right. \\ & + \beta_0 \beta_1 \left( -\frac{2}{\gamma^2} + \frac{1}{\gamma} \right) - \frac{\beta_0^2 \eta}{\gamma} \left. \right] e^{-2\eta} + \left[ \frac{\beta_0^3}{\gamma^3} \left( -\frac{\eta^4}{8} - \frac{\eta^3}{6} - \frac{10\eta^2}{8} - \right. \right. \\ & - \frac{5\eta}{4} - \frac{5}{4} \left. \right) + \frac{\beta_0 \beta_1}{\gamma^2} \left( \frac{\eta^2}{2} + \eta + \frac{1}{2} \right) + \frac{\beta_0^2}{\gamma} \left( \frac{\eta^3}{2} - \frac{\eta^2}{2} + \frac{5\eta}{2} + \frac{5}{2} \right) + \\ & + \frac{\beta_0 \beta_1}{\gamma} \left( \frac{\eta^2}{2} + \eta + 1 \right) - \beta_0^2 \eta^2 - \beta_0 \eta - \beta_0^2 - \frac{\beta_0 \gamma \eta^2}{2} + \beta_0 \gamma \eta + \beta_0 \gamma - \beta_1 \eta - \beta_1 - \\ & - \frac{13\beta_0^3}{8\gamma^3} - \frac{\beta_0^2}{\gamma} - \frac{\beta_0 \beta_1}{\gamma} - \frac{\beta_2}{\gamma} + \frac{2\beta_0 \beta_1}{\gamma^2} \left. \right] e^{-\eta} - \frac{\beta_0 \eta}{\gamma} + \frac{14\beta_0^3}{8\gamma^3} - \frac{\beta_0 \beta_1}{\gamma^2} - \\ & - \frac{3\beta_0^2}{2\gamma} + \beta_0^2 - \beta_0 \gamma + \beta_1 + \frac{\beta_2}{\gamma}. \end{aligned}$$

Неизвестные постоянные  $\beta_n$ , определяемые после согласования внутреннего и внешнего решений при  $\lambda \rightarrow 1$ , суть

$$\beta_0 = 1, \quad \beta_1 = \frac{1}{\gamma}, \quad \beta_2 = 1 - \frac{1}{4\gamma^2}, \quad \beta_3 = 1 - \gamma - \frac{1}{2\gamma} - \frac{1}{\gamma^2} + \frac{1}{2\gamma^3}.$$

Внутреннее решение уравнения (19) справедливо везде в области пограничного слоя, ибо решение (19) содержит экспоненциальные члены относительно  $\lambda$ , которыми можно пренебречь вне пограничного слоя, и  $f^i$  содержит лишь линейные члены по  $\lambda$ .

Выражение для *распределения давления*, определяемое из уравнений (1) и (2) с использованием (6), имеет вид

$$p(r, \lambda) - p(\alpha, 1) = \frac{\rho \nu q_0}{4h^3} (\alpha^2 - r^2) A + \frac{1}{2} \left\{ \rho q_0^2 (1 - f^2) - \frac{\rho \nu q_0}{h} f' \right\},$$

а коэффициент давления  $C_p$  определяется из

$$C_p = \frac{p(r, 1) - p(\alpha, 1)}{\frac{1}{2} \rho q_0^2} \left( \frac{h}{\alpha} \right)^2.$$

*Коэффициент давления* на одном диске дается в виде (см. рис. 1)

$$\begin{aligned} C_p = & -\frac{\varepsilon}{2} \left( 1 - \frac{r^2}{\alpha^2} \right) A, \quad \text{где } A = \left[ -\frac{1}{\varepsilon} - \frac{\gamma}{2\varepsilon^{3/2}} - \frac{\gamma}{2\varepsilon^{1/2}} - \frac{1}{8\varepsilon^{1/2}\gamma} - \right. \\ & \left. - \varepsilon^{1/2} \left( 1 - \gamma + \frac{1}{2\gamma} - \frac{1}{\gamma^2} + \frac{1}{2\gamma^3} \right) - \frac{1}{2} \left( \gamma - \gamma^2 + \frac{3}{2} + \frac{1}{2\gamma^2} \right) \right], \end{aligned}$$

а *коэффициент поверхностного трения* в виде

$$C_f = \left[ \varepsilon^{1/2} \gamma - \varepsilon \left( \gamma^2 - \frac{3}{2} \right) \right] \frac{r}{\alpha}.$$

4. Таким образом, уравнения Навье—Стокса решены для течения между параллельными круговыми пористыми дисками для больших отрицательных чисел Рейнольдса и больших чисел Гартманна с использованием метода нахождения внутреннего и внешнего решения. При этом распределение давления параболическое, а коэффициент давления растет с увеличением  $R$  и  $\gamma$ , как это показано на рис. 1. График зависимости коэффициента трения  $C_f$  от величины  $\frac{r}{\alpha}$  дается на рис. 2, где вычерчены

ეტი зависимости для  $\gamma = 1, 2, 3$ . Они показывают, что коэффициент по-

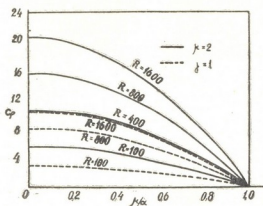


Рис. 1

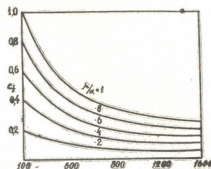


Рис. 2

верхностного трения увеличивается с возрастанием  $\gamma$  и уменьшается с ростом  $R$ .

Авторы выражают благодарность проф. К. Н. Кучела за советы.  
 Бангалорский университет (Индия)

(Поступило 4.12.1968)

მათემატიკა

ბ. რუდრაია, ბ. ს. ჩანდრასეკხარა

მაგნიტოჰიდროდინამიკური ლამინარული დინება ფორგვან  
 დისკოთა შორის ჩაბერვით რეინოლდსის დიდი რიცხვებისათვის  
 რეზიუმე

განხილულია უკუმში გამტარი სითხის სტაციონარული დინება ორ პარალელურ მრგვალ ფორგვან დისკოს შორის მაგნიტური ველის ვაგვენით. მოძრაობის განტოლება ამოხსნება შიგა და გარე გაშლათა მეთოდით. მიღებულია გამოსახულებანი სიჩქარისათვის, წნევისათვის და ხახუნის განაწილებისათვის ჩაბერვის დროს რეინოლდსის დიდი უარყოფითი რიცხვებისათვის და ჰარტმანის დიდი რიცხვებისათვის.

MATHEMATICS

N. RUDRAIAH, B. S. CHANDRASEKHARA

## MAGNETOHYDRODYNAMIC LAMINAR FLOW BETWEEN POROUS DISKS FOR LARGE INJECTION REYNOLDS NUMBER

### Summary

The steady flow of an incompressible conducting fluid between two parallel circular porous disks with an applied magnetic field transverse to the plane of the disks is considered. The equations of motions are solved using the techniques of inner and outer expansions. The expressions for velocity, pressure and shear stress distribution are obtained for large injection Reynolds number and large Hartmann number.

### ლიტერატურა—ЛИТЕРАТУРА—REFERENCES

1. A. F. Elkouh. J. Eng. Mech. Div., Proc. A. S. C. E., vol. 93, 1957, 31.
2. G. M. Shresta. Q. J. M. A. M., vol. 20, Pt. 2, 1967.





Т. Л. ГВЕЛЕСИАНИ

К ВОПРОСУ О КОЛЕБАНИИ ВЯЗКОЙ ЖИДКОСТИ,  
 ВОЗНИКАЮЩЕМ В РЕЗУЛЬТАТЕ ВОЗМУЩЕНИИ  
 НА ДНЕ ВОДОЕМА

(Представлено членом-корреспондентом Академии П. Г. Шенгелиа 12.10.1968)

В работах [1, 2] были приведены выражения для определения колебания идеальной несжимаемой жидкости в схематизированном прямоугольном водоеме, а также в прямоугольном рукаве водохранилища при наличии возмущения на дне, представляющем, в частности, вертикальное перемещение части дна с постоянной скоростью за определенный промежуток времени. Задача решалась с использованием метода интегрального преобразования Фурье.

В настоящей статье указанная задача исследуется более точно, с учетом начальных условий и в более общем виде, в частности с учетом вязкости жидкости, а также для различного характера перемещений дна.

Предположим, что часть пространства, ограниченная условиями  $0 \leq x \leq l, -h \leq y \leq 0$ , заполнена жидкостью ( $h$ —глубина и  $l$ —длина водоема). Рассматриваемая краевая задача состоит из решения уравнения Лапласа относительно потенциала скорости  $\varphi(x, y, t)$  при следующих начальных и граничных условиях:

$$\frac{\partial \varphi(x, y, 0)}{\partial t} = 0, \quad \frac{\partial \varphi(x, y, 0)}{\partial x} = \frac{\partial \varphi(x, y, 0)}{\partial y} = 0, \quad (1)$$

$$\frac{\partial \varphi}{\partial x} = 0 \quad \text{при } x = 0 \text{ и } x = l, \quad (2)$$

$$\frac{\partial^2 \varphi}{\partial t^2} + g \frac{\partial \varphi}{\partial y} + 2\mu \frac{\partial \varphi}{\partial t} = 0, \quad \text{при } y = 0, \quad (3)$$

$$\frac{\partial \varphi}{\partial y} = \pm v(x, t), \quad \text{при } y = -h, \quad (4)$$

где  $\mu$ —коэффициент виртуальной вязкости. (3) получено в предположении линейной зависимости диссипации энергии волны от скорости.

Отметим, что величина  $\mu$ , зависящая от вязкости жидкости, должна зависеть и от длины волны [3, 4]. Ниже, ввиду малой изученности вопроса, будем считать величину  $\mu$  постоянной, соответствующей первой форме волны. При этом, в общем, следует различать случай, когда  $\mu^2 \geq \gamma_n^2$  и  $\mu^2 < \gamma_n^2$ , где  $\gamma_n = \sqrt{a_n g \operatorname{th} a_n h}$ .

Используя метод преобразования Лапласа, разлагая  $v(x, t)$  в ряд Фурье по косинусам в промежутке  $(0, l)$ , решение уравнения Лапласа при условиях (1)–(4) получаем в виде

$$\begin{aligned}
 \varphi(x, y, t) = & C_0 e^{-2\mu t} + v_0(t) y - \frac{g}{2\mu} \int_0^t v_0(\tau) [1 - e^{-2\mu(t-\tau)}] d\tau + \\
 & + \sum_1^{\infty} \frac{\operatorname{sh} a_n y \cos a_n x}{a_n \operatorname{ch} a_n h} v_n(t) - \sum_1^{n_0-1} \frac{(\gamma_n^2 \operatorname{sh} a_n y + a_n g \operatorname{ch} a_n y) \cos a_n x}{a_n \operatorname{ch} a_n h} \times \\
 & \times \int_0^t \frac{v_n(\tau) e^{-\mu(t-\tau)} \operatorname{sh} z_n(t-\tau)}{z_n} d\tau - \sum_{n_0}^{\infty} \frac{(\gamma_n^2 \operatorname{sh} a_n y + a_n g \operatorname{ch} a_n y) \cos a_n x}{a_n \operatorname{ch} a_n h} \times \\
 & \times \int_0^t \frac{v_n(\tau) e^{-\mu(t-\tau)} \sin \lambda_n(t-\tau)}{\lambda_n} d\tau, \quad (5)
 \end{aligned}$$

где  $z_n = \sqrt{\mu^2 - \gamma_n^2}$ ,  $\lambda_n = \sqrt{\gamma_n^2 - \mu^2}$ . Причем при  $1 \leq n \leq n_0 - 1$ ,  $\mu^2 - \gamma_n^2 \geq 0$  и при  $n_0 \leq n \leq \infty$   $\gamma_n^2 - \mu^2 > 0$ .  $C_0$  — произвольная постоянная.

Решение аналогичного типа, полученное несколько иным путем, приведено в отчете за 1967 г. по теме 0,01—254,  $B=3,4$  Грузинского НИИЭ имени А. И. Дидебулидзе.

Уравнение, определяющее вид волновой поверхности, используя (5), запишем в следующем виде:

$$\begin{aligned}
 \zeta = & \int_0^t v_0(\tau) e^{-2\mu(t-\tau)} d\tau + \\
 & + \sum_1^{n_0-1} \frac{\cos a_n x}{z_n \operatorname{ch} a_n h} \int_0^t v_n(\tau) e^{-\mu(t-\tau)} [z_n \operatorname{ch} z_n(t-\tau) - \mu \operatorname{sh} z_n(t-\tau)] d\tau + \\
 & + \sum_{n_0}^{\infty} \frac{\cos a_n x}{\lambda_n \operatorname{ch} a_n h} \int_0^t v_n(\tau) e^{-\mu(t-\tau)} [\lambda_n \cos \lambda_n(t-\tau) - \mu \sin \lambda_n(t-\tau)] d\tau. \quad (6)
 \end{aligned}$$

В качестве примера рассмотрим случай, когда в момент времени  $t=0$  на участке дна длиной  $2a$ , с горизонтальной координатой ее центральной точки  $x_0$ , имеется вертикальная скорость  $\pm v_0$ , действие которой прекращается в момент  $t=t_0$ . При этом (6) примет вид

$$\begin{aligned}
 \zeta = & \frac{\alpha_0}{2\mu} (1 - e^{-2\mu t}) + \sum_1^{n_0-1} \frac{\alpha_n \cos a_n x}{z_n \operatorname{ch} a_n h} e^{-\mu t} \operatorname{sh} z_n t + \\
 & + \sum_{n_0}^{\infty} \frac{\alpha_n \cos a_n x}{\lambda_n \operatorname{ch} a_n h} e^{-\mu t} \sin \lambda_n t, \quad (\text{при } 0 < t < t_0), \\
 \zeta = & \frac{\alpha_0}{2\mu} (e^{2\mu t_0} - 1) e^{-2\mu t} + \\
 & + \sum_1^{n_0-1} \frac{\alpha_n \cos a_n x}{z_n \operatorname{ch} a_n h} [\operatorname{sh} z_n t - \operatorname{sh} z_n(t-t_0) e^{\mu t_0}] e^{-\mu t} +
 \end{aligned} \quad (7)$$

$$+ \sum_{n_0}^{\infty} \frac{\alpha_n \cos a_n x}{\lambda_n \operatorname{ch} a_n h} [\sin \lambda_n t - \sin \lambda_n (t - t_0) e^{\mu t_0}] e^{-\mu t} \quad (\text{при } t > t_0), \quad (8)$$

где  $\alpha_n$ —коэффициент в разложении  $v(x, t)$  в ряд Фурье по косинусам в промежутке  $(0, l)$  и определяется в виде

$$\alpha_0 = \pm \frac{4av_0}{l}, \quad \alpha_n = \pm \frac{2v_0}{a_n l} [\sin a_n(x_0 + a) - \sin a_n(x_0 - a)].$$

Перейдем к оценке времени затухания колебаний жидкости. Имеется ряд работ, в которых исследовались частные задачи движения вязкой жидкости как теоретически, например в работах [3, 5, 6], так и экспериментально в лабораторных и натуральных условиях ([4, 7, 8] и др.).

В работе [7] приводится эмпирическое выражение для определения логарифмического декремента затухания  $\delta = \mu T$  (где  $T$ —период колебания) для волны первой формы при периодическом движении цилиндрического резервуара в функции величин  $h, l$  и числа Рейнольдса  $R$ .

В работе [4] эмпирически определяется постоянная затухания  $k = 2\mu$  для первых трех форм колебания при заданном размере водоема (где собственный период сейша равен 47 сек) соответственно  $\mu = 0,00167; 0,002; 0,00334$  1/сек. Величина  $\delta$  для первой формы в этом случае равна 0,0785.

В работе [8] находился коэффициент затухания сейшевого колебания в озере Лох-Ней, где собственный период определялся как 1,6 часа. В этом случае  $\delta = 0,111$ .

Как известно, в результате землетрясения в августе 1959 г. на оз. Хебджен возникло сейшевое колебание воды, которое продолжалось около 12 часов [9]. При этом вода перелилась через плотину, по-видимому, четыре раза [10] приблизительно за первый час после начала землетрясения и затем продолжала колебаться без перелива в течение 11 часов. Начальную высоту волны (не переливающуюся через гребень) будем считать равной 2,4 м [10]. Основной период колебания в рукаве оз. Хебджен, согласно вычислению, равен около 48 мин при  $l = 10$  км и средней глубине  $h = 20$  м. Подставляя эти значения  $h$  и  $l$  в выражение, приводимое в работе [7], видоизменяя соответственно его для случая прямоугольного водоема, получаем  $\delta = 0,216$ , что соответствует 90% затуханию волны в течение 7,2 часа, согласно формуле (8). Следовательно, при этом значение  $\delta$  получается несколько завышенным. Взяв величину  $\delta$  в первом приближении как среднюю между его значениями, соответственно работам [4, 7, 8] получим  $\delta = 0,137$ , что и будет соответствовать затуханию волнения (90%) в течение 11 часов, как это наблюдалось в натуре на оз. Хебджен.

Грузинский институт энергетики  
им. А. И. Дидебулидзе  
Тбилиси

(Поступило 15.10.1968)

თ. გველესიანი

წყალსატბვის ფსკარზე ვეფფოთბვის შედეგად წარმოფოზილი  
 ბლანტი სითბის რბვის საკითხისათვის

რ ე ზ ი მ ე

შესწაველია სწორკუთხა წყალსატბვი (კურბელში) უკუმშვადი სითბის რბვის ბრტყელი ამოცანა, როცა წყალსატბვის ფსკერი ან მისი ნაწილი შეფოთბბას განიციდის, კერძოდ მასზე დროის განსაზღვრულ მონაკვეთში მოქმედბს ვერტიკალური სიჩქარე. ამასთან იგულისხმბბა, რომ დისიპაციის ძალა წრფივ დამოკიდებულბბაშია სითბის მოძრაობის სიჩქარესთან.

მიღებულია ზოგადი ამონახსენი, სადაც ფსკერზე მოქმედი სიჩქარე დროის ნებისმიერ ფუნქციას წარმოადგენს და განხილულია შემთხვევა, როდესაც ვერტიკალური სიჩქარე მუდმივი სიდიდეა.

ლიტერატურული მონაცემბის ანალიზის საფუძველზე განსაზღვრულია მილევის დეკრემენტის მიახლოებითი მნიშვნელობა, რაც პრაქტიკულად დამკაყოფილებელ სიზუსტეს იძლევა.

MECHANICS

T. L. GVELESIANI

ON THE QUESTION OF VISCOUS LIQUID OSCILLATION GENERATED  
 BY DISTURBANCE AT THE RESERVOIR BOTTOM

S u m m a r y

A one-dimensional problem of incompressible liquid oscillation in a rectangular (vessel) reservoir is investigated when the disturbance at the bottom is acting as a vertical velocity during a definite period of time. It is assumed that the dissipative forces are in linear dependence with the velocity of the liquid flow.

Using the method of the Laplace transformation, a general solution is obtained in which the vertical velocity, acting at the part of the bottom, is an arbitrary function of time. A special case is also examined when the vertical velocity is a constant value.

On the basis of an analysis of data in the literature an approximate value of the coefficient of damping is defined, yielding a practically satisfactory accuracy.

ლიტერატურა—ЛИТЕРАТУРА—REFERENCES

1. T. L. Gvelesiani. Сообщения АН ГССР, т. 52, № 1, 1968.
2. T. L. Gvelesiani. Сообщения АН ГССР, т. 52, № 3, 1968.
3. Г. Лемб. Гидродинамика. М., 1947.
4. Mc. Garr. J. Geophys. Res., vol. 70, № 4, 1965.
5. Н. Н. Монсеев. Журнал вычисл. математики и мат. физики, т. 1, № 3, 1961.
6. И. В. Оборотов. Океанология, т. 3, № 4, 1963.
7. Г. И. Микишев, Н. Я. Дорожкин. Изв. АН СССР, ОТН, № 4, 1961.
8. J. Darbishire, M. Darbishire. Quart. J. Roy. Meteor. Soc., 83, № 355, 1957.
9. R. L. Wiegell, D. Camotim. Bull. Seism. Soc. Am., vol. 52, № 2, 1962.
10. K. V. Steinbrugge, W. K. Cloud. Bull. Seism. Soc. Am., vol. 52, № 2, 1962.



Определение 1. Набор  $\delta = \{\xi_n\}$ ,  $n > 0$ , функций

$$\xi_1 = \xi_1(s_1)$$

$$\xi_2 = \xi_2(s_1, s_2)$$

.....

называется стратегией  $\delta$ .

Определение 2. Стратегия  $\delta$  называется марковской, если каждая из функций  $\xi_n$  зависит только от последнего аргумента:  $\xi_n = \xi_n(s_n)$ .

Определение 3. Марковская стратегия называется стационарной, если  $\xi_{n'}(s) = \xi_{n''}(s)$  для всех  $n'$  и  $n''$ .

Всякая стратегия  $\delta$  над автоматом  $A$  определяет вероятностную меру в пространстве последовательностей состояний. Так, полученный стохастический процесс обозначим  $A(\delta)$ . Очевидно, если  $\delta$  — стационарная марковская стратегия, то  $A(\delta)$  — однородная марковская цепь.

Пусть  $P(n, \delta)$ ,  $n > 1$ , — вероятность того, что в процессе  $A(\delta)$  переход из начального состояния  $s_0$  в одно из состояний множества  $F$  осуществится впервые в момент времени  $n$ . Тогда

$$P(\delta) = \sum_{n=2}^{\infty} P(n, \delta)$$

есть вероятность того, что автомат  $A$  когда-либо (после начального момента) перейдет из  $s_0$  в некоторое конечное состояние.

Определение 4. Стратегия  $\delta^*$  называется оптимальной, если  $P(\delta^*) = \sup P(\delta)$ , где  $\sup$  взят по классу всех стратегий.

В данной заметке доказывается следующая

*Теорема 1. Для любого вероятностного автомата существует оптимальная стационарная марковская стратегия.*

3. Обозначим через  $T$  объединение множества  $F$  со всеми замкнутыми не пересекающимися с  $F$  множествами состояний автомата, достижимыми из  $s_0$ . Очевидно, что можно ограничиться рассмотрением стратегий, в которых (начиная со второго такта времени) предусматривается прекращение подачи входных букв всякий раз, когда автомат попадает в состояние из  $T$ . Каждой такой стратегии  $\delta$  сопоставим информативное дерево  $D(\delta)$ .  $D(\delta)$  — ориентированное нагруженное дерево с корнем, все дуги которого ориентированы в направлении от корня. Будем считать, что множество всех вершин и дуг дерева разбито на ярусы. Корень дерева с исходящими из него дугами отнесем к первому ярусу. Ко второму ярусу будем относить те вершины (и исходящие из них дуги), в которые втекают дуги первого яруса. Вообще к  $n$ -му ярусу будем относить те вершины (и исходящие из них дуги), в которые втекают дуги  $(n-1)$ -го яруса. Каждую вершину дерева  $D(\delta)$  будем рассматривать как некоторое состояние автомата  $A$ . Дуги указывают на возможность перехода из одного состояния в другое. Из вершин дерева (за исключением корня), принадлежащих множеству  $T$ , дуги не исходят (висячие вершины). Вершины, из которых дуги исходят, будем называть внутренними.

Корень дерева  $\alpha$  — начальное состояние автомата. Дуги, исходящие из корня, втекают в те состояния (вершины 2-го яруса), в которые возможен переход автомата из начального состояния под воздействием входной буквы  $\xi_1(\alpha)$ . Все эти дуги помечаются одной и той же буквой  $\xi_1(\alpha)$ . Кроме того, дуге, соединяющей корень  $\alpha$  с вершиной  $\alpha'$ , приписывается переходная вероятность  $P(\xi_1(\alpha), \alpha|\alpha')$ . Вообще пусть  $\gamma$  — произвольная внутренняя вершина  $n$ -го яруса, а  $\alpha, \beta, \dots, \gamma$  — путь<sup>1)</sup>, исходящий из корня  $\alpha$  и оканчивающийся в вершине  $\gamma$ . Тогда дуги, исходящие из  $\gamma$ , втекают в те состояния (вершины  $(n+1)$ -го яруса), в которые возможен переход автомата из состояния  $\gamma$  под воздействием входной буквы  $\xi_n(\alpha, \beta, \dots, \gamma)$ . Все эти дуги помечаются одной и той же буквой  $\xi_n(\alpha, \beta, \dots, \gamma)$ . Кроме того, дуге, соединяющей вершину  $\gamma$  с вершиной  $(n+1)$ -го яруса  $\gamma'$ , приписывается вероятность  $P(\xi_n(\alpha, \beta, \dots, \gamma), \gamma|\gamma')$ . Всякий путь конечной длины, исходящий из корня дерева  $D(\delta)$ , имеет положительную вероятность осуществления, равную произведению вероятностей всех дуг этого пути. Поэтому, например, вероятность  $P(n, \delta)$  равна сумме вероятностей всех путей длины  $n$ , исходящих из корня дерева и оканчивающихся на висячих вершинах, принадлежащих множеству  $F$ .

Какова бы ни была внутренняя вершина  $\alpha$  ранга  $j > 1$  в дереве  $D(\delta)$ , она может быть рассмотрена как корень дерева  $D_\alpha(\delta)$ , образованного всеми путями, исходящими из  $\alpha$ . Такое дерево  $D_\alpha(\delta)$  условимся называть ветвью ранга  $j$  дерева  $D(\delta)$ . Дереву  $D_\alpha(\delta)$  соответствует определенная стратегия  $\delta_\alpha$ , применимая к автомату  $A$ , если автомат находится в состоянии  $\alpha$ . Стратегия  $\delta_\alpha$  называется остаточной стратегией ранга  $j$ . Сама стратегия  $\delta$  может быть рассмотрена как единственная остаточная стратегия ранга 1. Для каждой остаточной стратегии  $\delta_\alpha$  существует вероятность  $P_\alpha(\delta) \geq 0$  того, что в ходе процесса  $A(\delta_\alpha)$  автомат  $A$  когда-либо перейдет из состояния  $\alpha$  в некоторое состояние  $\beta \in F$ . Легко видеть, что оптимальную стратегию следует искать среди таких стратегий  $\delta$ , для которых  $P_\alpha(\delta) > 0$  для любой внутренней вершины  $\alpha$  дерева  $D(\delta)$ . В дальнейшем имеются в виду только такие стратегии.

Определение 5. Будем говорить, что стратегия  $\delta$  укороченная, если в  $D(\delta)$  существует путь не длиннее  $n-1$ , исходящий из корня дерева и оканчивающийся в какой-либо вершине  $\beta \in F$ .

Определение 6. Будем говорить, что стратегия приведенная, если любая ее остаточная стратегия является укороченной.

Имеют место следующие утверждения.

Лемма 1. Для любой стратегии  $\delta$  существует приведенная стратегия  $\delta_n$  такая, что  $P(\delta_n) \geq P(\delta)$ .

На множестве приведенных стратегий определим бэровскую метрику, поставив в соответствие каждой паре элементов этого множества  $\delta = \{\xi_n\}$ ,  $\delta' = \{\xi'_n\}$  расстояние

$$|\delta - \delta'| = 1/\lambda,$$

где  $\lambda$  — наименьшее число, для которого  $\xi_\lambda \neq \xi'_\lambda$ .

<sup>1)</sup> Последовательность вершин, связанных дугами, по которой надо пройти, чтобы попасть из  $\alpha$  в  $\gamma$ .

Полученное метрическое пространство обозначим через  $\Delta$ .

Лемма 2. Пространство  $\Delta$  является компактным топологическим пространством.

Лемма 3. Функция  $P(\delta)$  непрерывна в пространстве  $\Delta$ .

Теорема 1 является простым следствием этих лемм.

Академия наук Грузинской ССР

Институт кибернетики

(Поступило 24.7.1968)

კიბერნეტიკა

ლ. მაკარევიჩი

მიღწევალოგის შესახებ ალბათურ ავტომატებში

რეზიუმე

განხილულია შემდეგი საკითხი: არსებობს თუ არა ალბათური ავტომატის შესასვლელ ასოთა მიწოდების სტრატეგია (ალგორითმი), რომელიც მაქსიმალურს ხდის საწყისი მდგომარეობიდან საბოლოო მდგომარეობათა გარკვეულ სასრულ სიმრავლეში გადასვლის ალბათობას.

დამტკიცებულია მარკოვის სტაციონარული ოპტიმალური სტრატეგიების არსებობა.

CYBERNETICS

L. V. MAKAREVICH

## ON ATTAINABILITY IN PROBABILISTIC AUTOMATA

Summary

The question is investigated whether there is any algorithm (strategy) for the choice of the sequences of input letters maximizing the probability of transition from the initial state to the set of final states. It is shown that such optimal strategies do exist and that they are stationary Markovian ones.

### ლიტერატურა—ЛИТЕРАТУРА—REFERENCES

1. М. О. Рабиц. Кибернетический сборник, 9, 1964.
2. О. В. Висков, А. Н. Шнряев. Труды Мат. ин-та им. Стеклова, LXXI, 1964





КИБЕРНЕТИКА

О. И. ГАЛИЦКАЯ, А. В. КОРНЕЕВА, И. Ш. ЧУМБУРИДЗЕ

МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ПСИХОЭВРИСТИЧЕСКОГО  
 ЭКСПЕРИМЕНТА ПО ПЛАНИРОВАНИЮ НАУЧНЫХ  
 ИССЛЕДОВАНИЙ

(Представлено членом-корреспондентом Академии В. В. Чавчанидзе 22.7.1968)

Целью психоэвристических экспериментов по планированию и прогнозированию научных исследований являлось выявление форм и методов планирования учеными различных специальностей своей научной деятельности при решении проблем, подпроблем, стоящих перед ними. Эти эксперименты также ставят целью разработку методов научного поиска, направляющих исследования по эффективным каналам и значительно сокращающих время, необходимое для решения той или иной проблемы.

При этом в качестве испытуемых приглашались ученые, руководившие теми или иными научными коллективами и вынужденные по роду своей деятельности ставить и решать проблемы и задачи как для себя лично, так и для членов своего коллектива. Требования, предъявляемые к испытуемому, — эрудиция, широкий научный кругозор в сочетании с глубокими знаниями хорошего специалиста.

Эксперименты проводились в Институте кибернетики Академии наук Грузинской ССР под руководством В. В. Чавчанидзе. В опытах участвовала группа экспертов из 17 человек, в основном ведущих сотрудников, теоретиков-кибернетиков Института кибернетики АН ГССР. Главным действующим лицом в эксперименте, играющим роль «режиссера», является ведущий, от эрудиции, интуиции и таланта которого во многом зависит успех выработки индуцирующих психоэвристик планирования решения проблемы. В процессе эксперимента выявляются следующие основные аспекты: проблема, главная подпроблема, цель решения проблемы и главной подпроблемы и идеи решения главной подпроблемы.

Эксперимент протекает в виде беседы между ведущим и испытуемым с участием экспертов и машины. Ведущий, пользуясь машиной, ставит перед испытуемым последовательность вопросов по схеме, отработанной заранее и хранящейся в памяти машины, с целью выявления упомянутых основных аспектов и наведения испытуемого в случае необходимости на новую «цель» в ее кибернетической формулировке. Для оценки результатов, достигнутых в ходе эксперимента при помощи индуцирующей психоэвристической программы, предварительно ученому предлагается: 1) либо самостоятельно заполнить заранее составленный «вопросник», отвечая на вопросы, совпадающие с теми,

с которыми он затем сталкивается в эксперименте; 2) либо опять-таки самостоятельно рассказать, над какой проблемой, подпроблемой, задачей он работает, как планирует их решение и какие цели при этом преследует. После этого начинается эксперимент.

Работа ведущего в пределах возможного формализуется и облегчается за счет использования ряда специальных блоков в машине и участия группы экспертов, имеющих право активного вмешательства в ход протекающего информационного процесса и к которым ведущий может обращаться в ходе эксперимента в случае необходимости.

Ход эксперимента фиксируется с помощью магнитофона, а также записывается в виде протокола вопросов и ответов, которые одновременно заносятся на перфокарты с соответствующей кодировкой. Опыт протекает в непринужденной обстановке с соблюдением определенных инженерно-психологических требований, что располагает к взаимному пониманию, доверию, желанию понять друг друга. Все это способствует взаимному эмоциональному интеллектуальному удовлетворению и информационному обогащению.

На рис. 1 приведен фрагмент из схемы ведения эксперимента, которая предназначена для наглядного представления последовательных «действий» испытуемого, ведущего и машины с целью выявления основных трех аспектов планирующей деятельности ученого: проблемы, цели решения проблемы и идеи решения главной подпроблемы. В пределах возможного работа ведущего должна быть формализована и облегчена. Это достигается использованием ряда специальных блоков.

В процессе опыта ведущий имеет возможность обращаться к «Вопросителю», «Напоминателю», «Решателю», «Сравнителю», «Фиксатору» и пользоваться системой отображения.

Блок «Вопроситель» должен хранить систему критических вопросов, заранее выработанную в процессе психоэвристических поисков и приспособленную для того, чтобы направлять испытуемого на достижение цели согласно схеме планирования решения проблемы, приведенной в работе [1]. «Вопроситель» должен выдавать вопросы в определенной последовательности, учитывая характер ответов, получаемых от испытуемого.

Блок «Напоминатель» должен содержать все необходимые данные, которые могут потребоваться ведущему, т. е. перечни подходов, методов, которыми он может воспользоваться для того, чтобы устранить затруднения, встающие перед испытуемым.

Блок «Решатель» предназначен для помощи ведущему при принятии того или иного решения в ходе эксперимента. Этот блок формализован частично. Формализованная часть его содержит критерии, которым должны удовлетворять решения, принимаемые ведущим в процессе эксперимента. Неформализованная часть блока — высказывания экспертов, к мнению которых обращается ведущий в случае затруднений по принятию решения.



Блоки проверки расположены на средней дорожке и имеют две выходные стрелки, из которых сплошная указывает дальнейший путь при соблюдении условия, записанного в блоке, а пунктирная — путь при невыполнении этого условия. При проверке различных условий к ведущему поступают всевозможные сведения, записанные в «Напоминателе», что позволяет ему проверить полноту ответа испытуемого. Проверка и оценка ведущих ответов испытуемого проводятся по критерию «кибернетичности», который включает в себя возможность «управления», «воспроизведения», и «всеобщности применения» [1].

Одним из главных моментов рассматриваемой схемы является наличие циклов, позволяющих пересматривать и заново проходить определенные отрезки пути эксперимента. Эксперимент заканчивается выяснением окончательных формулировок проблемы, цели решения проблемы и идеи решения главной подпроблемы.

Академия наук Грузинской ССР

Институт кибернетики

(Поступило 24.7.1968)

კიბერნეტიკა

ო. გალიცაია, ა. კორნეევა, ი. შუმბურიძე

მეცნიერული გამომკვლევის დაგეგმვის ფსიქოგნოსტიკული  
 ექსპერიმენტის ჩატარების მეთოდიკა

რეზიუმე

აღწერილია პრობლემის, ქვეპრობლემის, ამოცანათა გადაწყვეტის დროს მეცნიერთა მიერ თავისი მოღვაწეობის დაგეგმვის მეთოდებისა და ფორმების გამოყენების ფსიქოგნოსტიკული ექსპერიმენტის მეთოდიკა.

მოცემულია ძირითადი მოთხოვნები, რომლებიც ეძლევათ ექსპერიმენტის მონაწილეებს — წამყვანსა და ცდისპირს და იხსნება მანქანის როლი მათი ურთიერთობის პროცესში.

CYBERNETICS

O. I. GALITSKAYA, A. V. KORNEEVA, I. SH. CHUMBURIDZE

PROCEDURE OF CONDUCTING A PSYCHOHEURISTIC EXPERIMENT  
 ON PLANNING SCIENTIFIC RESEARCH

Summary

A procedure of conducting a psychoheuristic experiment on developing methods of scientific research and planning the solution of problems is described.

The course of the experiment, whose objective is to reveal the problems, the purposes of their solution, the main subproblem and the mode of its solution, are determined by a scheme which enables the leader to carry on the questioning of the subject along the lines that will reveal the main stages of his planning activity.

ლიტერატურა—ЛИТЕРАТУРА—REFERENCES

1. В. В. Чавчанидзе. Сообщения АН ГССР, 52, № 1, 1968.



КИБЕРНЕТИКА

В. В. ЧАВЧАНИДЗЕ (член-корреспондент АН ГССР), О. И. ГАЛИЦКАЯ

СХЕМА ВЕДЕНИЯ ПСИХОЭВРИСТИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА  
 ДЛЯ ПЛАНИРОВАНИЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Метод неформального и немашинного индуцирования мыслительной деятельности ученого в процессе планирования им решения научной проблемы [1] предполагает проведение психоэвристического эксперимента для выявления пути достижения цели, поставленной перед исследователем. В ходе эксперимента, который протекает в виде беседы между ведущим и испытуемым, направляемой с помощью машины, выясняются три основные момента процесса планирования научной деятельности ученого: проблема, цель решения проблемы и идея решения главной подпроблемы. Это достигается путем постановки ведущим испытуемому определенной последовательности специфически сформулированных вопросов.

Хотя роль ведущего в психоэвристическом эксперименте является неформальной и успех последнего во многом определяется самой личностью ведущего, все же возможна формализация некоторой части его работы. Однако на данном этапе степень ее трудно предугадать (можно лишь с уверенностью говорить о все возрастающей степени формализации работы ведущего при дальнейших исследованиях). С этой целью была разработана схема ведения эксперимента, в которой определялась последовательность задаваемых вопросов и уточнялась зависимость ее от получаемых ответов испытуемого.

Первый вопрос, который задается испытуемому, предлагает сформулировать проблему, интересующую ученого. Поскольку в основу рассматриваемого подхода положена идея о том, что оптимальным путем научного поиска является путь, ведущий к «кибернетически» поставленной цели [2], то процесс развертывания проблемы протекает в жесткой зависимости от формулировки цели решения проблемы. Поэтому особое внимание в схеме уделено блоку выяснения цели.

Анализ результатов проведенных экспериментов показал, что в большинстве случаев испытуемые на вопрос «Какова цель решения Вашей проблемы?» раскрывают не научную цель, а психологические, социальные, моральные, эмоциональные, материальные и другие мотивы. Поэтому для выяснения формулы цели вопросы, касающиеся цели и соответствующей ей мотивации, разграничены.

Так как при ведении эксперимента было замечено, что отсутствие материальных возможностей у исследователя часто сужает, ограничивает, а иногда и резко изменяет цель решения проблемы, то появилась необходимость исключить влияние этого фактора при формулировке

цели. Для этого дополнительно вводится вопрос, позволяющий уточнить с этой точки зрения появление новых целей, если условно сняты ограничения (в процессе беседы, конечно).

Ответы испытуемого оцениваются ведущим по критерию «кибернетичности» [1], включающему в себя возможность «управления», «воспроизводимости» и «всеобщности применения». Поэтому весьма важным моментом является достижение «кибернетической» формулировки цели от самого испытуемого, удовлетворяющей трем вышеупомянутым условиям. Если испытуемый сначала не дает требуемой формулировки или не принимает предлагаемый ведущим вариант, то включается цикл «уточнения» цели, где испытуемый посредством целого ряда специфических вопросов подводится к необходимости принятия в качестве естественных условий трех условий «кибернетичности». Например, в случае отрицания испытуемым необходимости наличия в формулировке цели, положим, второго условия — «воспроизводимости» — ведущий приводит весь цикл «уточнения» именно этого условия, задавая последовательность таких вопросов и приводя такие доводы, которые убеждают испытуемого в полезности и творческой активности данного свойства для окончательного решения поставленной проблемы. И лишь в случае категорического неприятия испытуемым трех предлагаемых условий дальнейший ход эксперимента либо прекращается, либо направляется в сторону уточнения проблематики по целям испытуемого. Но, как показал анализ проведенных экспериментов, подавляющее большинство испытуемых признавали, что включение условий «кибернетичности» придает еще больший вес проблеме, повышает ее общегосударственное значение и выявляет совершенно неожиданные и многообещающие пути решения.

Для оценки эффективности «кибернетически» поставленной цели испытуемому задается вопрос о предполагаемом сроке решения проблемы при первоначальной («некибернетической») формулировке цели и после принятия им формулировки, предложенной ведущим.

Поскольку изменение формулировки цели может повлечь за собой изменение формулировки самой проблемы, то в схему вводится дополнительно блок, определяющий соответствие между формулировками цели и проблемы. И лишь после окончательного выяснения проблемы и цели решения проблемы приступают к определению главной подпроблемы, т. е. задачи, непосредственно стоящей перед ученым в условиях признания новой цели.

Процесс развертывания главной подпроблемы отличается от предыдущего процесса лишь содержанием; фактически здесь включаются те же блоки выявления «кибернетической» цели, проверки ответов испытуемого по критерию «кибернетичности», проверки соответствия формулировок главной подпроблемы и ее цели и т. д.

Для представления проблемы, решаемой ученым, во всей ее полноте испытуемому предлагается перечислить другие подпроблемы. В дальнейшем этот перечень может натолкнуть участников экспери-



мента на мысль подойти к решению проблемы с другой стороны, не так, как это предполагалось раньше. Затем опрос испытуемого в основном касается решения главной подпроблемы и встречающихся при этом затруднений. Прежде всего выясняется возможность «лобового» решения проблемы, не требующего каких-то дополнительных работ, сведений и т. д. Для уточнения затруднений, препятствующих решению главной подпроблемы, выделяется специальный блок обращения к «Напоминателю» [1]. Он позволяет оптимальным образом получить весь перечень затруднений и с большей полнотой проследить возможные пути достижения поставленной перед исследователем цели, причем вопросы к испытуемому сформулированы в такой форме, что индуцируют его к выяснению моментов, о которых он раньше не думал и не подозревал.

Все это дает возможность перейти к выбору наиболее «проходящей» идеи решения главной подпроблемы; при этом особое внимание уделяется оригинальности, необычности подхода, отличию его от общепринятой точки зрения. Цикл выбора наиболее «проходящей» идеи содержит в себе вопросы, акцентирующие внимание испытуемого именно на этих аспектах.

Следует отметить, что немалую роль в выявлении направленности дальнейшей работы исследователя играет выяснение его плана действий в случае несовпадения ожидаемых результатов решения главной подпроблемы с полученными. С этой целью перед испытуемым ставится вопрос об изменении его формулировки главной подпроблемы, что позволяет учесть при планировании решения задачи многие факторы, ранее не принимавшиеся во внимание.

И, наконец, испытуемому предлагается в окончательном виде изложить проблему, цель решения проблемы и идею или план решения главной подпроблемы. (Ведущий может сам сформулировать все это и спросить согласие испытуемого). Необходимо указать, что в эксперименте много внимания уделяется исследованию психологической подготовленности испытуемого к принятию тех или иных положений, выясняется его отношение к возможности научного планирования, к сотрудничеству с другими учеными и научными коллективами и т. д. Специфическая форма вопросов, такая как «Согласны ли Вы...?», «Считаете ли Вы...?», «Согласуете ли Вы...?» позволяет выявить точку зрения испытуемого на различные аспекты рассматриваемых задач.

В конце эксперимента ученому предлагается высказать свое отношение к беседе, изложить свои впечатления и заключения. На рис. 1 представлена общая схема ведения эксперимента, где прямоугольники означают блоки, выясняющие вопросы, записанные внутри них, а стрелки определяют последовательность задаваемых вопросов, причем пунктиром обозначен дальнейший путь в случае невыполнения условий, а сплошной стрелкой — ход эксперимента при выполнении условий, записанных в блоке «проверки условий».

Простейшей «машинной» реализацией схемы ведения психовэри-





КИБЕРНЕТИКА

И. Ш. ЧУМБУРИДZE, Г. Н. МИКАШАВИДZE, Н. Н. БЕРЕНИКАШВИЛИ

АНАЛИЗ ЭВРИСТИЧЕСКИХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ  
ПО ПЛАНИРОВАНИЮ И ПРОГНОЗИРОВАНИЮ  
НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

(Представлено членом-корреспондентом Академии В. В. Чавчанидзе 23.7.1968)

Важнейший пункт научной деятельности — это наиболее полное, широкое планирование и по возможности точное прогнозирование научного поиска. В связи с этим первоочередной задачей науковедения является разработка методов планирования и прогнозирования научных исследований.

Эвристические эксперименты, проводимые в Институте кибернетики АН ГССР [1, 2] под руководством В. В. Чавчанидзе при участии 15 экспертов, имели своей целью установление форм и методов планирования научной деятельности и прогнозирования научного поиска учеными самых различных специальностей. В ходе экспериментов выяснялись проблема и главная подпроблема, составляющие предмет исследования ученого, цели их решения, научная база (наличные знания, экспериментальные и теоретические возможности, методологические основы и т. д.), возможности лобового решения проблемы, трудности по ее решению и т. п.

Учитывая индивидуальность ученого, обработка результатов эксперимента носит чисто индивидуальный характер и не сводится ни к каким статистическим характеристикам. Ответы ученых имеют большой разброс как в формальном, так и в содержательном плане и с этой точки зрения весьма интересны.

Однако в результате проведенных исследований был выявлен и ряд некоторых общих закономерностей, касающихся планирования учеными своей научной деятельности. Оказалось, что:

1. Почти никто из исследователей, приступая к исследованию проблемы и частных подпроблем, не имеет в виду сколько-нибудь обширного плана работ в его области исследования или в примыкающих областях, не планирует полно и осознанно этапы научной деятельности и задачи, которые он должен изучать в ближайшие годы.

2. Упомянутые планы почти не фиксируются письменно или графически хотя бы для себя.

3. Почти никто не фиксирует плана атаки проблемы, подпроблемы, задачи.

4. Отсутствует ясная осознанность целей исследования. Цели расплывчаты, подцели редко уточняются. Почти не встречается формулировка цели в кибернетическом смысле, такая, чтобы решение проб-

лемы содержало возможности; а) практического овладения объектом в смысле управления им с предсказуемым и управляемым выходом, неограниченного воспроизведения процесса и повсеместного практического использования выявившихся особенностей и свойств; б) материального, модельного, имитационного воспроизведения основных естественных механизмов, существенно характеризующих состояние объекта в процессе его функционирования.

5. Почти никто из ученых не планирует, не фиксирует связь проблемы (подпроблемы, задачи) со своими целями, ожидаемыми следствиями, возможными выходами.

6. Имеется огромный разрыв между общими целями ученого и его действиями. Ослаблено эмоциональное напряжение, направленное от общих целевых установок до конкретных сегодняшних действий.

7. Ученые не имеют представления о полноте имеющихся у них знаний как в отношении средств и методов, так и в отношении моделей, теорий, необходимых для решения задачи.

8. Если для решения проблемы ученый не располагает особыми средствами ведения теоретических расчетов, экспериментов и наблюдений, то он, не разобрав методически всех возможностей, не сделав попытки активно и эвристически разобраться в возникшей ситуации, в большинстве случаев отступает, переключается на другую проблему, подпроблему, задачу.

9. Напряжение научной атаки ученых существенно ослабевает из-за отсутствия уверенности, что она будет понята и поддержана, получит финансирование, найдет длительные внимание и поддержку.

10. Большинство ученых, планирующих тематику, смягчает формулировки, преуменьшает содержание своих работ, полностью не указывает возможных выходов и универсальных возможностей использования результатов, иначе говоря, тормозит в какой-то степени себя.

Для преодоления описанных недостатков планирования и прогнозирования научного поиска была поставлена задача разработки метода неформального и немашинного решения проблем долгосрочного прогнозирования и планирования научных исследований.

В результате прямых эвристических экспериментов было установлено, что наиболее эффективными являются те пути научного поиска, которые ведут к кибернетически поставленной цели.

Протокольные записи экспериментов хорошо отражают как это обстоятельство, так и то, что метод индуцирования психоинтеллектуальной деятельности:

1. Заставляет ученых более ясно и четко видеть проблему, подпроблему, задачу, взглянуть на них в несколько ином свете, чем раньше (в протоколах встречаются признания такого рода, как «Четко скомбинировались мысли», «Просто не думал о некоторых вещах», «Многое уяснил для себя лично» и т. п.).

2. Способствует четкой формулировке цели решения проблемы, подпроблемы, задачи (в большинстве случаев испытуемые соглашались с кибернетической постановкой цели решения проблемы).

3. Выявляет критические пути исследования, приводящие к цели кратчайшим путем и за более короткое время, чем немало способствует выявленная в ходе эксперимента кибернетическая постановка цели проблемы, которая, по признанию испытуемых, убыстряет решение проблемы примерно в 3—7 раз в зависимости от специфики и широты проблемы.

4. Помогает ученым видеть свои исследования в более широком плане, разглядеть связь своей задачи с другими областями научного поиска, вырабатывает большую уверенность и мобилизует возможности для решения проблемы, подпроблемы (результатом являются признания «Произошла какая-то мобилизация», «Возникла большая уверенность заняться этой задачей» и т. п.).

5. Заставляет ученых задуматься над такими аспектами проблемы, которые им до опыта даже не приходили в голову.

Кроме указанного неполного перечня позитивной пользы проведенных экспериментов, важно отметить и некоторые психологические особенности, выявившиеся в ходе опытов.

Эффективность эксперимента во многом определяется эрудицией, талантом ведущего, а также участием экспертов и богатством памяти машины, т. е. тезаурусом людей и машин.

В ходе беседы происходит содержательный обмен информацией между ведущим и испытуемым, в ходе которого создаются предпосылки для взаимного информационного усиления. Ведущий и испытуемый сталкиваются с неформальной средой, заставляющей активировать их мыслительные усилия на выработку эвристик решения проблемы, с которой ведущему раньше, возможно, даже не приходилось сталкиваться. Чем выше научный потенциал партнеров и интуиция ведущего, тем сильнее возникающий в ходе опыта „Brain Storming“.

Неформальная среда эксперимента способствует выявлению эвристики мышления зачастую у испытуемого в большей мере, чем у ведущего. В ходе опыта, на глазах у экспертов, испытуемый, часто не имеющий вначале четкого представления о самой постановке задачи, целях и критических путях ее решения, находил неожиданные и остроумные решения, думал вслух, откликаясь и активно включаясь в общий мозговой «усилительный режим» участников эксперимента.

Вероятно, этому обстоятельству были обязаны признания многих испытуемых о «большом удовольствии», полученном ими от этих опытов, хотя первоначально предложение участвовать в эксперименте часто встречало своеобразную отрицательную реакцию у испытуемых, обусловленную, видимо, боязнью показать, что он что-то не до конца додумал, чего-то не знает и т. д. Однако очень быстро это чувство проходило абсолютно и ученый активно и охотно включался в навязанную ему «научную авантюру» докопаться до истины.

Большой интерес представляют инженерно-психологические особенности психоэвристической планирующей деятельности в научных исследованиях, что составляет предмет специального исследования. В результате первых экспериментов эти особенности окончательно не уточнены.

Дальнейшее усовершенствование методики, схемы и программы проведения эксперимента, использование ЦВМ, максимальная формализация — задача ближайшего будущего.

Академия наук Грузинской ССР

Институт кибернетики

(Поступило 24.7.1968)

კიბერნეტიკა

ი. შუმბურიძე, გ. მიქაშავიძე, ნ. ბერენიკაშვილი

მეცნიერული გამოკვლევის დაგეგმვისა და პროგნოზირების  
მეცნიერული ექსპერიმენტის ანალიზი

რ ე ზ ი უ მ ე

შოცემულია ევრისტიკული ექსპერიმენტების ანალიზი მეცნიერული გამოკვლევების დაგეგმვისა და პროგნოზირების შესახებ. ამ ექსპერიმენტმა გამოამჟღავნა მრავალი ნაკლი, რასაც ადგილი აქვს მეცნიერული ძიების დაგეგმვისა და პროგნოზირების ვადაწყვეტის დროს. ნაჩვენებია, რომ ჩატარებული ექსპერიმენტები ხელს უწყობენ უფრო ეფექტური გზების გამოვლინებასა და მეცნიერული ძიების დაჩქარებას.

CYBERNETICS

I. Sh. CHUMBURIDZE, G. N. MIKASHAVIDZE, N. N. BERENIKASHVILI

## AN ANALYSIS OF THE RESULTS OF HEURISTIC EXPERIMENTS ON PLANNING AND PREDICTING SCIENTIFIC RESEARCH

Summary

Presented in the paper are the results of an analysis of heuristic experiments on the planning and predicting of scientific search. The aim of the experiments was to ascertain the forms and methods of planning scientific work and predicting scientific search by scientists in various fields. In the course of the experiment the problem and the main subproblem, set by the scientists, were revealed. Light was also thrown on the problem and subproblem, solving purposes, possibilities of frontal solution, difficulties etc. As a result a number of general regularities concerning scientists' planning of their scientific work was revealed.

ლიტერატურა—ЛИТЕРАТУРА—REFERENCES

1. В. В. Чавчанидзе. Тезисы докладов симпозиума по проблеме «Управление, планирование и организация научных и технических исследований». М., 1968.
2. В. В. Чавчанидзе. Сообщения АН ГССР, 52, № 1, 1968.

Л. Д. ЧЕЧЕЛАШВИЛИ

## К ВОПРОСУ ОБ УТОЧНЕНИИ НЕКОТОРЫХ ОСНОВНЫХ ФИЗИЧЕСКИХ КОНСТАНТ

(Представлено академиком Э. Л. Андроникашвили 22.7.1968)

Для определения наиболее достоверных значений физических постоянных применяется метод согласования констант, полученных экспериментальным путем различными методами.

Идея этих согласований и первый обзор на эту тему принадлежат Берджу [1]. Впоследствии, по мере накопления новых экспериментальных данных, согласования периодически (приблизительно раз в 3—4 года) проводились Дюмондом и Коэном. Последняя фундаментальная работа по согласованию констант была опубликована ими в 1963 г. [2].

За время, прошедшее после последнего согласования констант, были опубликованы результаты точных экспериментов по определению отношения заряда электрона  $e$  к постоянной Планка  $h \rightarrow \frac{2e}{h}$  [3—5]. С учетом новых опорных линий были пересчитаны эксперименты по определению переводного коэффициента Зигбана  $\Lambda$  от X единиц к миллиангстремам, а также результаты опытов по определению числа Авогадро  $N$  методом дифракции рентгеновских лучей на кристаллах. Кроме того, в 1966 г. достоверность общепринятого значения постоянной тонкой структуры  $\alpha$ , полученного из опытов Лэмба [6], была поставлена под сомнение Дюмондом, который предложил изменить его на 0,0026% [7].

Новое согласование констант было проведено по методу Берджа, Дюмонда и Коэна [8].

Была отобрана система из 21 экспериментально измеренной величины. Для того чтобы в левых частях этой системы находились лишь выбранные нами в качестве „неизвестных“ константы  $\alpha$ ,  $e$ ,  $\Lambda$  и число Авогадро  $N$ , она была преобразована с помощью уравнений связи между константами, в которые входят наиболее точные из известных нам постоянных, такие как  $c$ —скорость света,  $R_\infty$ —постоянная Ридберга,  $\mu_p/\mu_B$ —магнитный момент протона в магнетонах Бора и др. Каждому уравнению системы были приписаны относительная среднеквадратичная погрешность

$\sigma_i$  и вес  $P_i = \frac{1}{\sigma_i^2}$ . Исходная и преобразованная системы представлены в табл. 1.

Таблица 1

Измеренные величины	$\sigma \times 10^{\frac{1}{2}}$	Те же величины, выраженные через „известные“	$\sigma \times 10^{\frac{1}{2}}$	Авторы
$\frac{2e}{h} = 1,449770 \cdot 10^{17}$	0,62	$\alpha/e = 1,5192466 \cdot 10^7$	2,60	Паркер и др.
$\alpha^{-1} = 137,0388$	0,46	$\alpha^{-1} = 137,0388$	4,72	Лэмб и др.
$\alpha^{-1} = 137,0359$	0,49	$\alpha^{-1} = 137,0359$	4,17	Рамзей и др.
$\alpha^{-1} = 137,0359$	0,9	$\alpha^{-1} = 137,0359$	1,23	Робеско и др.
$\alpha^{-1} = 137,0384$	2,34	$\alpha^{-1} = 137,0384$	0,18	Уилкинсон и Крейн
$F = 2,8926025 \cdot 10^{14}$	0,8	$Ne = 2,8926025 \cdot 10^{14}$	1,56	Крейг, Лоу и др.
$N\Lambda^3 = 6,06308 \cdot 10^{23}$	3,96	$N\Lambda^3 = 6,06008 \cdot 10^{23}$	0,06	Бирден и др.
$N\Lambda^3 = 6,06013 \cdot 10^{23}$	2,48	$N\Lambda^3 = 6,06013 \cdot 10^{23}$	0,16	Хеннингс и др.
$N\Lambda^3 = 6,06038 \cdot 10^{23}$	1,82	$N\Lambda^3 = 6,06038 \cdot 10^{23}$	0,30	Бирден, Смакула и др.
$\Lambda = 1,002050$	2,9	$\Lambda = 1,002050$	0,12	Идлен, Свенссон
$\Lambda = 1,002050$	4,5	$\Lambda = 1,002050$	0,05	Бирден
$\frac{a^2}{2R \propto \Lambda} = 24,21373 \cdot 10^{-11}$	1,4	$a^2/\Lambda = 53,14299 \cdot 10^{-6}$	0,51	Ноулесс
$\frac{a^2}{2R \propto \Lambda} = 24,21216 \cdot 10^{-11}$	3,9	$a^2/\Lambda = 53,13954 \cdot 10^{-6}$	0,07	Ноулесс
$hc^2/e\Lambda = 12373,09$	2,3	$e/\lambda = 0,6568671 \cdot 10^{-7}$	0,19	Спикерман
$\gamma_p = 2,675195 \cdot 10^4$	0,6	$\alpha^2/e = 809,02206$	2,78	Ягола
$\gamma_p = 2,675193 \cdot 10^4$	0,6	$\alpha^2/e = 809,02146$	2,78	Бендер и Дрисколл
$\gamma_p = 2,675195 \cdot 10^4$	0,6	$\alpha^2/e = 809,02206$	2,78	Вигуро
$\mu_p/\mu_n = 2,792870$	0,72	$\alpha^2/Ne^2 = 2,796959 \cdot 10^{-12}$	1,92	Мамырин и Французов
$\mu_p/\mu_n = 2,792906$	2,0	$\alpha^2/Ne^2 = 2,796995 \cdot 10^{-12}$	0,25	Бойн и Франкен
$\mu_p/\mu_n = 2,792757$	0,9	$\alpha^2/Ne^2 = 2,796846 \cdot 10^{-12}$	1,23	Соммер и др.
$\mu_p/\mu_n = 2,792770$	2,51	$\alpha^2/Ne^2 = 2,796859 \cdot 10^{-12}$	0,16	Сандерс и др.

Все величины в таблице и в статье выражены в системе СГС.

Здесь  $F$ —число Фарадея,  $\gamma_p$ —гиромагнитное отношение протона.

Найденная способом наименьших квадратов созокупность значений  $\alpha$ ,  $e$ ,  $\Lambda$  и  $N$  наилучшим образом удовлетворяет всю систему в целом.

Был получен следующий результат:

$$\begin{aligned} \alpha^{-1} &= 137,0362, & \sigma_{\alpha} &= 4,6 \cdot 10^{-6}, \\ e &= 4,80322 \cdot 10^{-10} \text{ ед. СГС (e)}, & \sigma_e &= 13,2 \cdot 10^{-6}, \\ \Lambda &= 1,002095, & \sigma_{\Lambda} &= 10,2 \cdot 10^{-6}, \\ N &= 6,02216 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}, & \sigma_N &= 16,9 \cdot 10^{-6}. \end{aligned}$$

Однако критерий  $\chi^2$  этой системы равен 68,9, что более чем в 4 раза больше числа степеней свободы, которое равно  $21 - 4 = 17$ . Следовательно, система исходных уравнений содержит систематические ошибки. Вычисляя невязки уравнений линеаризованной системы, мы последовательно отбрасывали уравнения с наибольшими невязками, так как они вносят большой вклад в  $\chi^2$ .

Таким образом, последовательно были отброшены четыре уравнения. После этого  $\chi^2$  снизился до 12,32.

В результате были получены следующие значения констант:

$$\begin{aligned} \alpha^{-1} &= 137,0359, & \sigma_{\alpha} &= 2,5 \cdot 10^{-6}, \\ e &= 4,80327 \cdot 10^{-10} \text{ ед. СГС (e)}, & \sigma_e &= 7,0 \cdot 10^{-6}, \\ \Lambda &= 1,002100, & \sigma_{\Lambda} &= 5,1 \cdot 10^{-6}, \\ N &= 6,02218 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}, & \sigma_N &= 9,0 \cdot 10^{-6}. \end{aligned}$$

Для системы с  $17-4=13$  степенями свободы значение  $\chi^2 = 12,32$  говорит о ее хорошей согласованности. Погрешности  $\alpha$ ,  $e$ ,  $\Lambda$  и  $N$  получены из матрицы, которая является обратной матрице, составленной из коэффициентов нормальных уравнений. Она имеет вид

$$\begin{vmatrix} 6,2 & 15,8 & 5 & -14,6 \\ 15,8 & 47,7 & 16,2 & -47,9 \\ 5 & 16,2 & 25,6 & -25,8 \\ -14,6 & -47,9 & -25,8 & 79,3 \end{vmatrix} \times 10^{-12}.$$

Здесь диагональные элементы  $d_{ii}$  суть дисперсии „неизвестных“, а внедиагональные  $d_{ij}$  являются корреляционными моментами.

Паркер, Тейлор и Лангенберг [3] на основании измеренного ими отношения  $2e/h$  вычислили постоянную тонкой структуры  $\alpha$  по формуле  $\alpha^{-1} = \left[ \frac{c}{4R_{\infty} \gamma_p} \mu_p / \mu_B \cdot 2e/h \right]^{1/2}$  и получили значение  $\alpha^{-1} = 137,0359$ ,  $\sigma_{\alpha} = 3 \cdot 10^{-6}$ . С помощью этого значения ими были вычислены некоторые фундаментальные физические константы. В табл. 2 приведены для сравнения данные последнего согласования Дюмонда и Коэна, данные Паркера, Тейлора и Лангенберга и данные, полученные при новом согласовании.

Таблица 2

Константы	Данные Дюмонда и Коэна	$\sigma_i \cdot 10^{-6}$	Данные Паркера и др.	$\sigma_i \cdot 10^{-6}$	Данные нового согласования	$\sigma_i \cdot 10^{-6}$
$\alpha^{-1}$	137,0388	4	137,0359	3	137,0359	2,5
$e$	$4,80298 \cdot 10^{-10}$	13	$4,80328 \cdot 10^{-10}$	13	$4,80327 \cdot 10^{-10}$	7
$\Lambda$	—	—	—	—	1,002100	5,1
$N$	$6,02252 \cdot 10^{23}$	15	$6,02214 \cdot 10^{23}$	15	$6,02218 \cdot 10^{23}$	9
$F$	$2,89261 \cdot 10^{14}$	6,9	—	—	$2,89262 \cdot 10^{14}$	5,6
$m_e$	$9,10908 \cdot 10^{-28}$	14	$9,10965 \cdot 10^{-28}$	14	$9,10961 \cdot 10^{-28}$	8
$h$	$6,62559 \cdot 10^{-27}$	24	$6,62528 \cdot 10^{-27}$	24	$6,62624 \cdot 10^{-27}$	11,6
$r_e$	$2,81777 \cdot 10^{-13}$	14	—	—	$2,81795 \cdot 10^{-13}$	7,9
$\lambda_k$	$2,42621 \cdot 10^{-10}$	8	—	—	$2,42631 \cdot 10^{-10}$	4,4
$e/m_e$	$5,27274 \cdot 10^{17}$	3,9	—	—	$5,27275 \cdot 10^{17}$	3,8
$\mu_p/\mu_B$	2,79276	7	—	—	2,79276	5,7

Здесь  $m_e$  — масса покоя электрона,  $r_e$  — его радиус и  $\lambda_k$  — комptonовская длина волны для электрона.

Новое значение  $\alpha$  устраняет расхождение между теоретическим и экспериментальными значениями сверхтонкого расщепления в основном состоянии водорода, подтверждая таким образом выводы квантовой электродинамики, если только протонная поляризуемость не окажется намного большей, чем это предполагается в настоящее время.

В заключение отметим, что погрешности, приведенные в таблице 2, вычислены с учетом того, что  $\alpha$ ,  $e$ ,  $\Lambda$  и  $N$ , полученные после согласования, являются коррелированными.

Тбилисский филиал  
 Всесоюзного научно-исследовательского  
 института метрологии  
 им. Д. И. Менделеева

(Поступило 24.7.1968)

ლ. ჩეჩელაშვილი

ზოგიერთი ძირითადი ფიზიკური კონსტანტის დაზუსტების  
საკითხისათვის

რეზიუმე

მოყვანილია კონსტანტების შეთანხმების შედეგები. ახალი შეთანხმების ჩატარება გამოწვეული იყო სხვადასხვა ლაბორატორიებში დადგმული მაღალი სიზუსტის ექსპერიმენტების შედეგების გამოქვეყნებით, აგრეთვე იმის გამო, რომ შეტანილი იყო ეჭვი ფაქიზი სტრუქტურის მუდმივის  $\alpha$ -ს მიღებული მნიშვნელობის ჭეშმარიტებაში.

შეთანხმება ჩატარდა დიუმონდისა და კოენის მეთოდით უმცირეს კვადრატთა ხერხის გამოყენებით.

მიღებულია ფაქიზი სტრუქტურის მუდმივის  $\alpha$ -ს, ელექტრონის მუხტის  $e$ -ს,  $N$  ავოგადროს რიცხვისა და „ $X$ “ ერთეულებიდან მილიანგსტრემებში გადაყვანი ზიგანის  $\Lambda$  კოეფიციენტის ახალი მნიშვნელობები; შემდეგ კი ამ სიდიდეების დახმარებით გამოთვლილია ზოგიერთი ძირითადი ფიზიკური კონსტანტი. მათი მნიშვნელობები მოყვანილია ცხრილში და შედარებულია საზოგადოდ მიღებულ მნიშვნელობებთან.

PHYSICS

L. D. CHECHELASHVILI

ON THE SPECIFICATION OF SOME FUNDAMENTAL PHYSICAL  
CONSTANTS

S u m m a r y

The results are presented of least-squares adjustment of constants carried out by the writer according to the method of DuMond and Cohen. New values of some fundamental physical constants have been obtained.

ლიტერატურა—ЛИТЕРАТУРА—REFERENCES

1. R. T. Birge. Rev. Mod. Phys., 1, 1929.
2. E. Cohen, DuMond. J. Rev. Mod. Phys., 37, 1965, 537.
3. У. Паркер, В. Тейлор, Д. Лангенберг. УФН, т. 94, вып. 2, 1968, 353.
4. R. Robiscoe. Phys. Rev., 138, A—22, 1965.
5. Б. Мамурин, А. Французов. ЖЭТФ, 48, вып. 2, 1965.
6. S. Triebwasser, E. Deyhoff, W. Lamb. Phys. Rev., 89, 1953, 98.
7. DuMond. Zs. Naturforsch. 21 a, 70, 1966.
8. Cohen, Crowe, DuMond. The Fundamental Constants of Physics. Interscience-Publishers, New-York, 1957.





Е. К. НЕМСАДЗЕ

## РАСПРЕДЕЛЕНИЕ МЕДИ В СИСТЕМЕ АНТИМОНИД ИНДИЯ-ОЛОВО

(Представлено членом-корреспондентом Академии М. М. Мирианшвили 29.7.1968)

В настоящее время широко используются металлические покрытия полупроводниковых материалов при их нагревании до высоких температур с целью очистки от некоторых примесей, а также предотвращения термоконверсии.

В ряде работ [1—5] проведены исследования по экстракции примесей из *Ge*; например, путем термической обработки в контакте с расплавленными металлами (*Pb*, *Sn*, *Au* и др.) германий был очищен от *Cu* и *Ni* до концентрации  $10^{10} \div 10^{11}$  см<sup>-3</sup>. Авторами работ [6, 7] предложен метод очистки *GaAs* от *Cu* с помощью *Zn* и *Ga*.

В работе [8] показана возможность редиффузии меди из антимонида индия при термообработке в контакте с оловом или с индием (при температуре 430°C).

Для того чтобы процесс экстракции примеси из полупроводника был эффективным, коэффициент распределения примеси в системе полупроводник-металл должен быть мал, порядка  $10^{-5} \div 10^{-7}$  [9, 10].

Задачей данной работы было определение значения коэффициента распределения меди в системе антимонид индия-олово при температуре 430°C, данные о котором, насколько нам известно, не приводились ранее в литературе. Для этого образцы *InSb* термически обрабатывались в контакте со сплавом *Sn + Cu* различного состава.

Коэффициент распределения меди в системе антимонид индия-олово *K* определяется отношением атомной доли *Cu* в твердом растворе *InSb* к атомной доле *Cu* в расплаве *Sn + Cu*, насыщенном *In* и *Sb*, находящимся в контакте при равновесии ( $x_2/x_1$ ).

Величина  $x_2$  определялась из измерений постоянной Холла до и после введения меди в образец антимонида индия, а также значений плотности *InSb* и атомных весов *In* и *Sb*;  $x_1$  рассчитывалось по количеству *Cu* в сплавах *Sn + Cu*.

Для получения этих сплавов были приготовлены лигатуры *Sn + Cu* с высоким содержанием *Cu*, которые затем разбавлялись оловом. Количество меди в сплаве определялось расчетом по навескам *Sn* и *Cu*.

Нами применялись сплавы *Sn + Cu*, содержащие медь в количестве 0,20; 0,05 и 0,02 ат. %. Эти сплавы были изготовлены в кварцевых ампулах в вакууме; закалка производилась в воде.

В эксперименте использовались монокристаллические образцы антимонида индия *n*-типа размерами примерно  $1,50 \times 0,35 \times 0,25$  см<sup>3</sup> с концен-

трацией носителей тока  $(3 \div 5) \cdot 10^{13} \text{ см}^{-3}$ , полученные зонной плавкой. Подсчитанная по ямкам травления плотность линейных дислокаций менялась в пределах  $10^4 \div 10^5 \text{ см}^{-2}$ .

Образцы термически обрабатывались в контакте со сплавом  $\text{Sn} + \text{Cu}$  при температуре  $430^\circ\text{C}$  в откачанных отпаянных ампулах и затем закалялись на воздухе. Сплав с поверхности образцов удалялся шлифовкой. До и после каждой обработки производилось измерение удельного сопротивления и коэффициента Холла при температуре  $77^\circ\text{K}$ .

Время отжига выбиралось таким образом, чтобы оно было достаточным для установления равновесных условий. Для проверки этого образцы  $\text{InSb}$  с примерно одинаковой концентрацией ( $4,0 \cdot 10^{13} \text{ см}^{-3}$ ) термически обрабатывались в контакте со сплавом  $\text{Sn} + \text{Cu}$  (количество меди равнялось 0,20 ат. %) с различной длительностью выдержки. При времени обработки, равной 11 часам, концентрация атомов  $\text{Cu}$  в образце составляла  $5,8 \cdot 10^{14} \text{ см}^{-3}$ , при обработке длительностью 14 часов 30 минут —  $1,2 \cdot 10^{15} \text{ см}^{-3}$ , при обработке в течение 41 часа 30 минут —  $1,8 \cdot 10^{15} \text{ см}^{-3}$  и при 54 часах —  $1,8 \cdot 10^{15} \text{ см}^{-3}$ . Так что время выдержки выбиралось равным 53–55 часам. (Здесь, как и везде в дальнейшем, при расчете концентрации  $\text{Cu}$  в  $\text{InSb}$  концентрация глубокого уровня в антимолиде индия принималась равной  $1 \cdot 10^{14} \text{ см}^{-3}$  [11, 12]).

Для сравнения можно привести результат термообработки образца  $n - \text{InSb}$  с концентрацией  $4,4 \cdot 10^{13} \text{ см}^{-3}$  в контакте с оловом в течение 52 часов; концентрация электронов при этом получилась равной  $2,9 \cdot 10^{13} \text{ см}^{-3}$ .

Результаты даны в таблице.

№ образца	Количество $\text{Cu}$ в сплаве $\text{Sn} + \text{Cu}$ , ат. %	Данные исходного материала		Данные после введения $\text{Cu}$			
		Тип проводимости	Концентрация основных носителей, $\text{см}^{-3}$	Время обработки, час	Тип проводимости	Концентрация основных носителей, $\text{см}^{-3}$	Коэффициент распределения $K$
27	0,20	n	$3,8 \cdot 10^{13}$	53,5	p	$2,3 \cdot 10^{13}$	$4,5 \cdot 10^{-5}$
24	0,05	n	$4,1 \cdot 10^{13}$	54,5	p	$5,9 \cdot 10^{14}$	$5,3 \cdot 10^{-5}$
34	0,05	n	$3,8 \cdot 10^{13}$	54,0	p	$5,6 \cdot 10^{14}$	$5,0 \cdot 10^{-5}$
29	0,02	n	$4,3 \cdot 10^{13}$	53,5	p	$2,0 \cdot 10^{14}$	$6,2 \cdot 10^{-5}$
26	0,02	n	$4,0 \cdot 10^{13}$	53,0	p	$1,1 \cdot 10^{13}$	$4,4 \cdot 10^{-5}$

Следует отметить, что количество  $\text{Cu}$  в сплаве  $\text{Sn} + \text{Cu}$  не может быть взято произвольным. Ввиду того что растворимость меди в антимолиде индия — величина, ограниченная при данной температуре, для получения правильного значения коэффициента  $K$  необходимо, чтобы концентрация  $\text{Cu}$  в  $\text{InSb}$  не превышала предела растворимости при этой температуре. Чтобы проверить это, мы использовали сплавы  $\text{Sn} + \text{Cu}$  с различной концентрацией меди. Как видно из таблицы, значение коэффициента  $K$  при этом в пределах погрешности оставалось постоянным (погрешность эксперимента составляла  $14 \div 15\%$ ).

Для определения величины предельной растворимости  $Cu$  в  $InSb$  производили диффузионный отжиг покрытых медью электролитическим методом образцов антимонида индия в течение длительного времени (53 ± 55 часов) при температуре 430° С; полученное при этом значение концентрации  $Cu$  составляло  $5,0 \cdot 10^{16}$  см<sup>-3</sup>. Из таблицы видно, что концентрация меди, вошедшей в образец при обработке в контакте со сплавами, во всех случаях меньше предельной величины.

Следует обратить внимание на следующее обстоятельство. Как было указано, концентрация меди, введенной в образец из сплава  $Sn + Cu$ , определяется на основе измерений коэффициента Холла. Известно, что медь в антимониде индия может находиться в электрически активном (медь замещения) и пассивном (внедренная медь) состояниях, причем растворимость замещенной меди в 50—100 раз больше внедренной [13]. Поэтому нам кажется приемлемым при определении коэффициента распределения  $K$  исходить из измерений постоянной Холла.

(Поступило 30.7.1968)

ფიზიკა

ბ. ნანასაძე

სპილენძის განაწილება სისტემაში ინდიუმის ანტიმონიდი-კალა

რეზიუმე

ცნობილია, რომ ნახევრადგამტარული მასალების მინარევებისაგან გასუფთავების მიზნით და თერმოკონვერსიის თავიდან ასაცილებლად ფართოდ გამოიყენება მათი მეტალებით დაფარვა თერმოდამუშავების დროს.

ნახევრადგამტარებიდან მინარევების ექსტრაქციის პროცესის განსახორციელებლად საჭიროა, რომ მინარევის განაწილების კოეფიციენტი სისტემაში ნახევრადგამტარი-მეტალი იყოს მცირე  $10^{-5} \pm 10^{-7}$  რიგისა.

განსაზღვრულია სპილენძის განაწილების კოეფიციენტი სისტემაში  $InSb - Sn$  430°С ტემპერატურაზე. ამისათვის  $InSb$ -ის მონოკრისტალური ნიმუშები (დენის მატარებლების საწყისი კონცენტრაციით  $(3 \pm 5) \cdot 10^{13}$  სმ<sup>-3</sup>) თერმოდამუშავებულია სხვადასხვა შემადგენლობის  $Sn + Cu$  შენადნობთან კონტაქტში ( $Cu$  -ის 0,20; 0,05 და 0,002 ატ. %). დამუშავების დრო საქმარისი იყო წონასწორული პირობების დასამყარებლად.

აღნიშნული კოეფიციენტი განსაზღვრულ იქნა ჰოლის მუდმივას გაზომვით სპილენძის  $InSb$ -ში შეყვანამდე და შეყვანის შემდეგ, აგრეთვე  $Sn + Cu$  შენადნობში სპილენძის ცნობილი რაოდენობიდან. ნაჩვენებია, რომ ამ კოეფიციენტის საშუალო სიდიდე 430°С ტემპერატურაზე  $5 \cdot 10^{-5}$ -ის ტოლია.

ამრიგად, კალა შეიძლება ჩაითვალოს ეფექტურ მასალად ინდიუმის ანტიმონიდის სპილენძისაგან გასასუფთავებლად.

E. K. NEMSADZE

## DISTRIBUTION OF CU IN THE InSb—SN SYSTEM

## Summary

The distribution coefficient of Cu in the system InSb—Sn at the temperature 430°C is determined.

It is shown that the coefficient value at the indicated temperature is of the order of  $5 \cdot 10^{-5}$ , on the average.

The low value of the above coefficient shows the possibility of removing Cu from the InSb single crystals by thermal treatment of these samples in a Sn solution.

## ლიტერატურა—ЛИТЕРАТУРА—REFERENCES

1. R. A. Logan, M. Schwartz. *J. Appl. Phys.*, 26, № 11, 1955, 1287.
2. А. К. Медников. *ФТТ*, 2, № 2, 1960, 235.
3. А. К. Медников. *ФТТ*, 1, № 12, 1959, 1860.
4. К. Д. Глинчук, Н. М. Ткач. *Укр. физ. журнал*, 4, № 1, 1961, 49.
5. К. П. Тиссен. *ФТТ*, 1, № 6, 1959, 1001.
6. R. N. Hall, J. H. Racette. *J. Appl. Phys.*, 35, № 2, 1964, 379.
7. Б. И. Болтакс, Ф. С. Шишияну. *ФТТ*, 7, № 4, 1965, 1021.
8. Е. К. Немсадзе, Н. К. Пиросманишвили. *ФТП*, 2, № 6, 1968, 889.
9. F. D. Thurmond, R. A. Logan. *J. Phys. Chem.*, 60, № 5, 1956, 591.
10. С. Г. Калашников, А. К. Медников. *ФТТ*, 3, № 1, 1961, 224.
11. А. С. Волков, В. В. Галаванов. *ФТП*, 1, № 2, 1967, 163.
12. Н. С. Барышев, Е. Е. Вдовкина и др., *ФТТ*, 8, № 7, 1966, 2258.
13. H. I. Stocker. *Phys. Rev.*, 130, № 6, 1963, 2160.

Ф. БАИМБЕТОВ, Н. Л. ЦИНЦАДЗЕ

## ВЛИЯНИЕ ИОННО-ЗВУКОВЫХ КОЛЕБАНИЙ НА ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТЬ СЛАБОИОНИЗИРОВАННОЙ ПЛАЗМЫ

(Представлено академиком В. И. Мамасахлисовым 18.10.1968)

Известно [1, 2], что в слабоионизированной плазме, помещенной в достаточно сильное электрическое поле, возникают нарастающие во времени ионно-звуковые колебания, частота и инкремент которых определяются выражениями

$$\omega = \frac{k v_s}{\sqrt{1 + k^2 r_a^2}}, \quad \delta_k = \frac{1}{2} \left( \frac{\omega_{Le}}{\omega_{Li}} \right)^2 \frac{\omega^3 \bar{v}_0}{k^4 v_{Te}^4} \nu_{en}. \quad (1)$$

Эти выражения получены в предположениях  $k v_{Ti} \ll \omega \ll$

$$\ll k v_{Te} \ll \nu_{en}, \quad \frac{k^2 v_{Te}^2}{\omega \nu_{en}} \gg 1,$$

где  $k$  — волновое число,  $v_{Ti}$  и  $v_{Te}$  — тепловые скорости ионов и электронов соответственно,  $\nu_{en}$  — частота столкновений электронов с нейтральными частицами. В связи с этим представляет определенный интерес исследование влияния ионно-звуковых колебаний на электропроводность слабоионизированной плазмы в квазилинейном приближении.

Если предположить степень ионизации достаточно низкой для пренебрежения столкновениями электронов с ионами, а столкновение их с нейтральными частицами учитывать посредством модельного интеграла столкновений Батнагара — Гросса — Крука [3] и считать нейтральные частицы невозмущенными, то кинетическое уравнение для электронов примет вид

$$\frac{\partial f_e}{\partial t} + \bar{v} \frac{\partial f_e}{\partial r} - \frac{e}{m} (\bar{E} + \bar{E}_0) \frac{\partial f_e}{\partial \bar{v}} = -\nu_{en} \left( f_e - \frac{n_e}{N_e} F_e^M \right), \quad (2)$$

где  $F_e$  — распределение Максвелла,  $N_e$  — равновесная концентрация электронов,  $\bar{E}_0$  — внешнее электрическое поле,  $\bar{E}$  — поле волны.

Представляя функцию распределения в виде  $f_e = F_e + \tilde{f}_e$  ( $\langle \tilde{f}_e \rangle = F_e$ ) и переходя от  $\bar{v}$  к  $\tilde{w}$  по формуле  $\bar{v} = \tilde{w} + \bar{v}_0$ , путем усреднения по осцилляциям из уравнения (2) получаем

$$\frac{\partial F_e}{\partial t} = \frac{e}{m} \langle \bar{E} \frac{\partial \tilde{f}_e}{\partial \tilde{w}} \rangle - \nu_{en} (F_e - F_e^M), \quad (3)$$

$$\frac{\partial \tilde{f}_e}{\partial t} + (\tilde{w} + \bar{v}_0) \frac{\partial \tilde{f}_e}{\partial \tilde{r}} = \frac{e}{m} \bar{E} \frac{\partial F_e}{\partial \tilde{w}} - \nu_{en} \left( \tilde{f}_e - \frac{\tilde{n}_e}{N_e} F_e^M \right), \quad (4)$$

где  $\vec{v}_0$  — направленная скорость электронов. Так как время нарастания волн намного больше времени столкновения электронов с нейтральными частицами,  $\vec{v}_0$  можно считать постоянной и равной  $-\frac{e}{m \nu_{en}} \vec{E}_0$ .

Уравнение (4) легко решается методом Фурье. Подставляя его решение в первый член правой части уравнения (3) и разлагая этот член по степеням малой величины  $\frac{|\omega - \vec{k}(\vec{w} + \vec{v}_0)|}{\nu_{en}}$ , имеем

$$\begin{aligned} \frac{\partial F_e}{\partial \tau} = & -F_e + F_e^M + a_1(\tau) \left( \frac{\partial^2 F_e}{\partial s_x^2} + \frac{\partial^2 F_e}{\partial s_y^2} \right) + \\ & + a_{11}(\tau) \frac{\partial^2 F_e}{\partial s_z^2} + [a(\tau) - 4a_1(\tau)(s_x^2 + s_y^2) - 4a_{11}(\tau)s_z^2 - b(\tau)s_z] F_e^M, \end{aligned} \quad (5)$$

где

$$\begin{aligned} a(\tau) = \frac{\eta}{\nu_{Te}^2} \int d\vec{k} e^{2\delta k t}, \quad a_1(\tau) = \frac{\eta}{2\nu_{Te}^2} \int d\vec{k} \frac{k_x^2}{k^2} e^{2\delta k t}, \\ a_{11}(\tau) = \frac{\eta}{2\nu_{Te}^2} \int d\vec{k} \frac{k_z^2}{k^2} e^{2\delta k t}, \quad b(\tau) = \frac{\sqrt{2}\mu}{\nu_{Te}^2} \int d\vec{k} \frac{\vec{k} \vec{v}_0 k_z \nu_{en}^2}{k^4 \nu_{Te}^2} e^{2\delta k t}, \\ \tau = \nu_{en} t, \quad \eta = \frac{e^2 T_e}{m^2 \pi^2 \nu_{en}^2}, \quad \bar{s} = \left( \frac{m}{2T_e} \right)^{1/2} \vec{w}. \end{aligned}$$

В уравнении (5) согласно с квазилинейной теорией  $|E_k(t)|^2$  заменена  $\frac{8\pi T_e}{v} e^{2\delta k t}$  ( $v$  — объем, в котором возбуждаются колебания).

Мы должны найти решение уравнения (5), удовлетворяющее начальному условию  $F_e(\bar{s}, 0) = F_e^M(\bar{s})$ .

Таким решением уравнения (5) является функция

$$\begin{aligned} F_e = F_e^M - N_e \left( \frac{m}{2\pi T_e} \right)^{3/2} e^{-\tau} \int_0^{\bar{\tau}} d\tau' \frac{b(\tau') s_z e^{\tau'}}{b_1(\tau, \tau') b_{11}^{3/2}(\tau, \tau')} \times \\ \times \exp \left\{ \frac{s_x^2 + s_y^2}{b_1(\tau, \tau')} - \frac{s_z^2}{b_{11}(\tau, \tau')} \right\}, \end{aligned} \quad (6)$$

где

$$b_1(\tau, \tau') = 1 + 4 \int_{\tau'}^{\bar{\tau}} a_1(\xi) d\xi, \quad b_{11}(\tau, \tau') = 1 + 4 \int_{\tau'}^{\bar{\tau}} a_{11}(\xi) d\xi,$$

которая для тока приводит к формуле

$$j = \frac{e^2 N_e}{m \nu_{en}} E_0 + \frac{1}{2} e N_e \left( \frac{2T_e}{m} \right)^{1/2} e^{-\tau} \int_0^{\bar{\tau}} e^{\tau'} b(\tau') d\tau'. \quad (7)$$

Подставив в формулу (7) выражение для  $b(\tau)$  и проведя интегрирование по  $\tau'$ ,  $k$ , для электропроводности получим

$$\sigma = \sigma_0 \left[ 1 - 4 \frac{e^2/r_d}{m v_{Te}^2/2} \left( \frac{e^{\gamma\tau}}{\gamma\tau} - \frac{2e^{\gamma\tau}}{\gamma^2\tau^2} + \frac{2e^{\gamma\tau}}{\gamma^3\tau^3} - \frac{2}{\gamma^3\tau^3} - \frac{e^{-\tau}}{3} \right) \right], \quad (8)$$

где

$$\sigma_0 = \frac{e^2 N_e}{m \nu_{en}}, \quad \gamma = \left( \frac{m}{M} \right)^{1/2} \frac{v_{Te}}{v_0}.$$

Из выражения (8) видно, что при  $t > \left( \frac{M}{m} \right)^{1/2} \frac{v_{Te}}{v_0} \frac{1}{\nu_{en}}$  электропроводность заметно уменьшается.

В этом случае из уравнения (8) получим

$$\sigma = \sigma_0 \left( 1 - 4 \frac{e^2/r_d}{m v_{Te}^2/2} \frac{e^{\gamma\tau}}{\gamma\tau} \right). \quad (9)$$

თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

(Поступило 22.10.1968)

შენიშვნა

ფ. ბაიმბეტოვი, ნ. ცინცაძე

იონო-ბგერითი რხევების გავლენა სუსტად იონიზებული პლაზმის ელექტროგამტარებლობაზე

რეზიუმე

გამოკვლეულია, თუ რა გავლენას ახდენს იონო-ბგერითი რხევები სუსტად იონიზებული პლაზმის ელექტროგამტარებლობაზე. როდესაც მათი ამპლიტუდები ექსპონენციალურად იზრდება დროის მიხედვით. ნაჩვენებია, რომ, როცა

$$t \sim \left( \frac{M}{m} \right)^{1/2} \frac{v_{Te}}{v_0} \frac{1}{\nu_{en}},$$

ან ამ სიღრმეზე მეტია, იონო-ბგერითი რხევები ძლიერ ამცირებენ ელექტროგამტარებლობას.

PHYSICS

F. BAIMBETOV, N. L. TSINTSADZE

THE INFLUENCE OF ION-SOUND OSCILLATIONS ON ELECTRO-CONDUCTIVITY OF WEAKLY IONIZED PLASMA

Summary

The effect of an increase in time of ion-sound oscillations on electro-conductivity of weakly ionized plasma is given. It is shown that ta

$$t \sim \left(\frac{M}{m}\right)^{1/2} \frac{v_{Te}}{v_0} \frac{1}{\nu_{en}},$$

and above, the existence of oscillations causes an appreciable decrease of electroconductivity.

ლიტერატურა—ЛИТЕРАТУРА—REFERENCES

1. А. А. Зайцев, Б. Милич, А. А. Рухадзе. ЖТФ, 37, вып. 9, 1967.
2. Б. Милич, А. А. Рухадзе, ЖЭТФ, 38, 1968, 229.
3. P. L. Bhatnagar, E. P. Gross, M. Krook. Phys. Rev., 94, 1954, 511.



Д. И. СИХАРУЛИДZE, А. Х. БАГРАМЯН

## ВЫЯВЛЕНИЕ ЭФФЕКТА ОТРАЖЕНИЯ И ПРЕЛОМЛЕНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ СЕЙСМИЧЕСКИХ ВОЛН В УСЛОВИЯХ КАВКАЗА

(Представлено академиком К. С. Завриевым 25.11.1968)

Как выясняется, явления отражения и преломления поверхностных волн могут наблюдаться в тех случаях, когда на пути распространения волн имеет место резкое изменение мощности слоя, а также при существовании разломов разных направлений в среде [1].

В настоящей работе отраженные и преломленные поверхностные волны исследуются по материалам сейсмических станций Кавказа за период 1950—1965 гг.

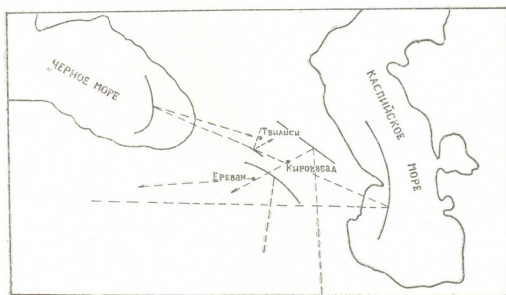


Рис. 1

Для установления отражающей границы пользовались методами, разработанными в работе [1].

Исследование наблюдаемых материалов дало возможность определять отражающие границы отраженных волн Релея и Лява под Каспийским и Черным морями, обусловленных отсутствием гранитного слоя под ними, а отражения вдоль южного склона восточной части Большого Кавказа вызваны существованием глубокого разлома между горной и депрессионной частями этого района. Следует отметить, что эти полосы эффекта отражения и преломления поверхностных волн находятся в хорошем согласии с результатами, полученными в работе [1]. Исследованы также поверхностные волны, сформированные в седиментном комплексе земной коры. С этой целью изучены землетрясения восточной части Большого Кавказа и некоторые турецкие и иранские землетрясения. При землетря-

сениях восточной части Большого Кавказа поверхностные волны регистрируются сейсмостанцией Тбилиси. Эти волны при дальнейшем распространении, примерно в 100 км южнее этой станции, претерпевают от-

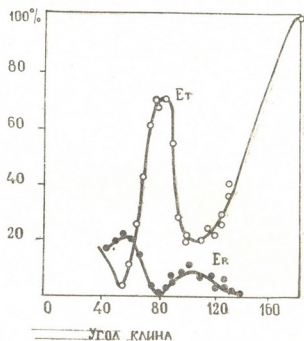


Рис. 2

ражения. Как выявляется, отражения поверхностных волн в этом случае вызваны прекращением существования седиментного комплекса, а в месте отражения на дневную поверхность выходят основные породы земной коры. На записях Ереванской и Нахичеванской сейсмических станций наблюдаются отраженные поверхностные волны от некоторых близких турецких и иранских землетрясений. Определенная отражающая поверхность расположена к северо-востоку от указанных сейсмостанций.

По наблюдениям сейсмических станций Кавказа имеется возможность изучить коэффициенты поглощения в фазе Эйри первой и второй групп поверхностных волн Лява и Релея. Коэффициенты вычислялись по формуле

$$\ln [A^2 \sqrt{\Delta}] = \ln A_0 - \gamma \Delta,$$

где  $\Delta$  — расстояние,  $\gamma$  — коэффициент поглощения поверхностной волны,  $A_0$  — постоянная для данного периода,  $A$  — амплитуда волн в фазе Эйри. Экспериментально построенный график зависимости  $\ln(A\Delta^{1/3})$  от  $\Delta$  является прямой линией, угловой коэффициент которой  $\gamma$ .

Фаза Эйри первой группы поверхностных волн, формирующаяся в седиментном слое, характеризуется 2–3 колебаниями.

Средние значения периодов в фазе Эйри волн Лява и Релея для исследованных землетрясений (около 60) оказались приблизительно одинаковыми и равными  $T = 4$  сек. Для коэффициента поглощения первой группы поверхностных волн получились значения

$$\gamma_Q = 0,00054 \text{ км}^{-1} \pm 0,00005 \text{ км}^{-1},$$

$$\gamma_R = 0,00048 \text{ км}^{-1} \pm 0,00005 \text{ км}^{-1}.$$

Коэффициент  $\gamma$  в фазе Эйри для второй группы  $L_Q$  и  $L_R$  волн исследовался в работе [1]. Многочисленные наблюдения с записями поверхностных волн дали возможность более подробно исследовать  $\gamma$  для этой группы волн.

Коэффициенты поглощения в фазе Эйри для второй группы волн соответственно имеют значения

$$\gamma_Q = 0,00035 \text{ км}^{-1} \pm 0,00005 \text{ км}^{-1} \text{ при } T = 8 - 11 \text{ сек.}$$

$$\gamma_R = 0,00032 \text{ км}^{-1} \pm 0,00005 \text{ км}^{-1} \text{ при } T = 7 - 10 \text{ сек.}$$

Как было сказано выше, имеются возможности определять места отражения и преломления поверхностных волн. Однако не менее важно изучить ориентацию отражающих поверхностей и особенности исчезновения слоя на пути распространения волн. С этой целью, как нам кажется, изучение этих вопросов можно начинать с исследования распределения амплитуд в падающих, отраженных и преломленных поверхностных волнах. В этом отношении более удобным является исследование распределения энергии в фазах Эйри этих волн.

Обозначим амплитуду в фазе Эйри проходящей поверхностной волны через сейсмическую станцию— $A_1(\Delta_1)$ , амплитуду в фазе Эйри при падении волн на отражающую поверхность— $A_2(\Delta_2)$ , вычисляемую по формуле

$$A_2 = A_1 \left( \frac{\Delta_1}{\Delta_2} \right)^{1/3} \exp[-\gamma(\Delta_2 - \Delta_1)].$$

Определив величину амплитуд в фазе Эйри отраженных поверхностных волн— $A_3(\Delta_3)$  на данной сейсмической станции по формуле

$$A_3 = A_2 \left( \frac{\Delta_2}{\Delta_3} \right)^{1/3} \exp[\gamma\Delta'],$$

можно определять значение амплитуд в фазе Эйри отраженной поверхностной волны у отражающей поверхности, где  $\Delta_3 = \Delta_2 + \Delta'$ ,  $\Delta'$ —расстояние от отражающей поверхности до сейсмической станции. Как указывают теоретические и модельные исследования, интенсивность появления отраженных и преломленных поверхностных волн полностью обусловлена ориентацией отражающих поверхностей в отношении падающих волн. Исследование отраженных и проходящих релеевских волн в клинах показывает, что энергетические коэффициенты отраженных ( $E_R$ ) и проходящих ( $E_T$ ) релеевских волн зависят от угла клина [2].

Кривые  $E_R$  и  $E_T$  показывают, что явление отражения может наблюдаться при углах клина  $\alpha = 0 - 130^\circ$ . Интенсивные отражения имеются при углах  $\alpha = 60, 100^\circ$ . Однако явление отражения самое слабое при угле клина  $\alpha = 80^\circ$ . При углах  $\alpha > 100^\circ$  интенсивность преломленных релеевских волн с возрастанием  $\alpha$  увеличивается, а для вырожденного клина, т. е. когда  $\alpha = 180^\circ$ , равна единице. Амплитуда в фазе Эйри отраженных релеевских волн  $A_{R1}$  у поверхности отражения пропорциональна  $E_R$ . Отношение  $\frac{A_{R1}}{A_R}$  релеевских волн у границ разлома юго-восточного склона Большого Кавказа имеет значение 0,3—0,4.  $A_R$ —амплитуда в фазе

Эйри падающей волны. Для этих же отраженных волн от структур, находящихся под Каспийским морем, получено  $\frac{A_{R1}}{A_R} = 0,5-0,7$ .

Сравнение наблюдаемых данных с теоретическими и модельными исследованиями приводит к следующим выводам.

При турецких и иранских землетрясениях возникающие поверхностные волны претерпевают отражение ввиду исчезновения гранитного слоя под Каспийским и Черным морями; под южной частью Каспийского моря исчезновение гранитного слоя происходит клинообразно, причем угол клина должен быть  $50^\circ$ . Отраженные поверхностные волны от юго-восточной части Главного Кавказского хребта менее интенсивны; по расчетным данным, интенсивность преломленных поверхностных волн преобладает над отраженными. Отражающая поверхность по отношению к падающим волнам должна составлять угол порядка  $90^\circ$ . Это означает, что существующий разлом вдоль Кавказского хребта расположен вертикально в отношении поверхности Земли.

Академия наук Грузинской ССР

Институт геофизики

(Поступило 26.11.1968)

გეოფიზიკა

დ. სიხარულიძე, ა. ბაგრამიანი

არეკლილი და გარდატეხილი ზედაპირული სიისმური ტალღების  
ფენომენის გამოვლენა კავკასიის პირობებში

რეზიუმე

გამოკვლეულია, რომ დედამიწის ქერქში არაერთგვაროვნობის არსებობა შეიძლება იყოს არეკლილი და გარდატეხილი ზედაპირული ტალღების წარმოშობის მიზეზი. ამ ტალღების გამოკვლევის საფუძველზე განსაზღვრულ იქნა ამრეკლავი ზედაპირები კასპიისა და შავი ზღვის რაიონებში და კავკასიის ტერიტორიის ზოგიერთ უბანში.

G E O P H Y S I C S

D. I. SIKHARULIDZE, A. KH. BAGRAMIAN

## IDENTIFICATION OF THE EFFECT OF REFLECTED AND REFRACTED SURFACE SEISMIC WAVES IN THE CAUCASUS CONDITIONS

S u m m a r y

It is shown that the existence of heterogeneity in the earth's crust can give rise to reflected and refracted waves. On the basis of a study of these waves reflective surfaces have been determined in the Caspian and Black Sea regions and in some areas of the Caucasus.

ლიტერატურა—ЛИТЕРАТУРА—REFERENCES

1. D. I. Sikharulidze. The European Seismological Commission, 1967.
2. L. Knopoff, A. F. Gangi. Geophysics, 25, № 6, 1950.

АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Д. И. ЭРИСТАВИ (член-корреспондент АН ГССР), Ф. И. БРОУЧЕК,  
 Л. А. БЕРИШВИЛИ

ИССЛЕДОВАНИЕ СОРБЦИИ УРАНИЛ-ИОНОВ НА  
 ЭТИЛЕНДИАМИНТЕТРААЦЕТАТНЫХ ФОРМАХ АНИОНИТОВ

Согласно имеющимся в литературе сведениям [1—3], уран (VI) в интервале pH 2—8 образует с ЭДТА преимущественно анионные комплексные соединения  $[(UO_2)_2Y]$ ,  $[UO_2HY]^-$ ,  $[UO_2Y]^{2-}$ ,  $[UO_2(H_2Y)_2]^{2-}$  и  $[UO_2(H_3Y)_4]^{2-}$ , состав которых зависит от соотношения концентраций ЭДТА и уранил-ионов в растворе и от величины pH. Однако до последнего времени сорбционное поведение этих комплексов на ЭДТА-формах различных анионитов систематически не изучалось.

В настоящей статье приводятся результаты, полученные нами при изучении сорбции уранил-ионов на ЭДТА-формах анионитов в виде ЭДТА-комплексов, образующихся непосредственно в фазе ионита при взаимодействии уранил-ионов с анионами ЭДТА, входящими в состав активных групп этих сорбентов.

В качестве сорбентов использовались ЭДТА-формы анионитов АН-2Фг, АВ-16 и АВ-17 [4]. Подготовка и перевод анионитов в ЭДТА-форму осуществлялись по методикам, указанным в работе [5]. Количественные определения урана производились фотометрическим методом при помощи арсеназо I [6].

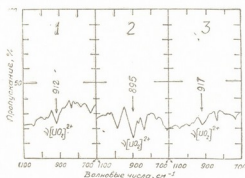


Рис. 1. ИК-спектры поглощения ЭДТА-анионитов после сорбции на них ЭДТА-комплексов урана: 1—анионит АВ-16; 2—анионит АВ-17; 3—анионит АН-2Фг

Предварительные опыты показали, что при фильтрации раствора  $UO_2(NO_3)_2$  с pH 3 через колонки с указанными выше ЭДТА-анионитам происходит явно выраженное поглощение урана на этих сорбентах, очевидно, вследствие образования анионных комплексов при взаимодействии уранил-ионов с анионами ЭДТА в фазе ионита.

Для подтверждения этого предположения и для получения информации о составе этих комплексов нами совместно с Г. В. Цицадзе было проведено рентгенографическое и ИК-спектроскопическое исследование образцов анионитов АВ-16 и АВ-17 в ЭДТА-форме и после насыщения их ураном. Снятие рентгенограмм и ИК-спектров поглощения

производилось соответственно на рентгеновском аппарате УРС-55 и спектрометре IR-10 по методикам, приведенным в работах [5, 7]. Приведенные в табл. 1 данные подтверждают факт сорбции урана на ЭДТА-формах анионитов.

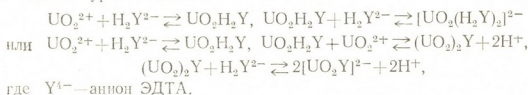
Таблица 1

Результаты рентгенографического исследования анионитов АВ-16 и АВ-17 ( $[R_2 - H_2Y]$  — анионит в ЭДТА-форме;  $[R_2 - UO_2Y]$  — анионит, насыщенный ЭДТА-комплексами урана)

Марки и формы анионитов	Положение максимумов, $\frac{\sin \theta}{\lambda}$	Межмолекулярные расстояния $\bar{R}_{max}$ , Å
AB-16 $[R_2 - H_2Y]$	0,127	4,84
AB-16 $[R_2 - UO_2Y]$	0,120	5,12
AB-17 $[R_2 - H_2Y]$	0,061	10,08
AB-17 $[R_2 - UO_2Y]$	0,079	7,80

Как видно из рис. 1, в ИК-спектрах поглощения исследованных анионитов, насыщенных ЭДТА-комплексами урана, присутствуют частоты валентных колебаний, характерные для уранил-иона [8].

На основании полученных нами вышеприведенных данных, а также сведений о формах диссоциации ЭДТА в зависимости от pH ([1], рис. 12) и о взаимодействии ЭДТА с уранил-ионами [2, 3] процесс образования ЭДТА-комплексов уранила в фазе ЭДТА-форм анионитов при pH 3, по-видимому, можно рассмотреть как ступенчатый процесс и описать уравнениями



Для выявления возможности применения исследуемых ЭДТА-анионитов в аналитической химии урана в первую очередь необходимо знать величины их динамической сорбционной емкости (ДСЕ) до начала пророска уранил-ионов. Определение этих параметров производи-

Таблица 2

Зависимость ДСЕ ЭДТА-форм анионитов по урану от скорости потока урансодержащего раствора

Марка анионита	Линейная скорость потока (U), см/мин							
	0,5		2,5		5,0		7,5	
	ДСЕ							
	мг- -экв/мл	мг- -экв/г	мг- -экв/мл	мг- -экв/г	мг- -экв/мл	мг- -экв/г	мг- -экв/мл	мг- -экв/г
АН-2фг	0,096	0,359	0,040	0,149	0,030	0,114	0,019	0,069
AB-16	0,114	0,309	0,063	0,170	0,044	0,120	0,035	0,095
AB-17	0,075	0,272	0,049	0,179	0,030	0,110	0,014	0,051

лось нами методом построения выходных кривых сорбции при различных скоростях потока урансодержащего раствора.

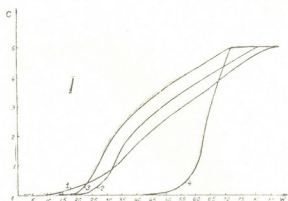
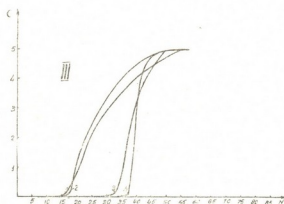
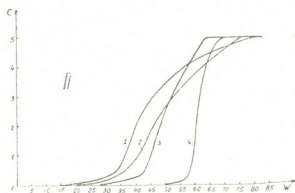


Рис. 2. Выходные кривые сорбции урана на ЭДТА-формах анионитов АН-2Фг, АВ-16 и АВ-17 при различных скоростях потока (U): С—содержание урана во фракциях фильтрата на выходе из колонки, мг/10 мл; N—номера фракций фильтрата (по 10 мл); I—анионит АН-2Фг; II—анионит АВ-16; III—анионит АВ-17; 1—U=7,5 см/мин; 2—U=5 см/мин; 3—U=2,5 см/мин; 4—U=0,5 см/мин



По выходным кривым рис. 2 были рассчитаны величины ДСЕ исследованных анионитов (табл. 2).

Из рис. 2 видно, что оптимальными для данных условий (высота слоя нонита 9 см, диаметр 1,6 см) можно считать скорость потока урансодержащего раствора, равную 2,5 см/мин, и рассчитанную нами соответствующую ей величину удельной нагрузки фильтрации, составляющую 16,66 час<sup>-1</sup>.

Приведенные выше материалы позволяют сделать заключение о возможности использования всех трех исследованных ЭДТА-анионитов

в аналитической химии урана. Перспективность этого использования, судя по величинам ДСЕ и кинетическим свойствам, возрастает в ряду  $\text{АН-2Фг} < \text{АВ-17} < \text{АВ-16}$ .

Грузинский политехнический институт им. В. И. Ленина

(Поступило 20.11.1968)

ანალიზური ქიმია

დ. ერისთავი (საქართველოს სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი).  
 ფ. ბროუჩეკი, ლ. ბერიშვილი

ანიონიტების ეთილენდიამინტეტრააცეტატურ ფორმებზე  
 ურანილ-იონების სორბციის გამოკვლევა  
 რეზიუმე

რენტგენოგრაფიული მეთოდით დადასტურებულია ურანილ-იონების სორბცია pH 3 მქონე ხსნარებიდან ანიონიტების ეთილენდიამინტეტრააცეტატურ (EDTA) ფორმებზე. ინფრაწითელი სპექტროსკოპული გამოკვლევის საფუძველზე შედგენილია EDTA-ანიონიტების ფაზაში (pH-3) ურანილის კომპლექსონატების ( $[\text{UO}_2(\text{H}_2\text{Y})_2]^{2-}$  და  $[\text{UO}_2\text{Y}]^{2-}$ ) წარმოქმნის სავარაუდო სქემა.  $\text{АН-2Фг}$ ,  $\text{АВ-16}$  და  $\text{АВ-17}$  ანიონიტების EDTA-ფორმების დინამიური სორბციული ტევადობა, ურანის მიხედვით მდებარეობს 0,014—0,114 მგ-ეკვ/მლ საზღვრებში. შესწავლილი ანიონიტები ურანის ანალიზურ კიმაში გამოყენების პერსპექტიულობის თვალსაზრისით წარმოქმნიან მწკრივს:  $\text{АН-2Фг} < \text{АВ-17} < \text{АВ-16}$ .

ANALYTICAL CHEMISTRY

D. I. ERISTAVI, F. I. BROUCHEK, L. A. BERISHVILI

INVESTIGATION OF URANIL-ION SORPTION ON THE  
 EDTA FORMS OF ANIONITES

Summary

The fact of sorption of uranyl-ions from solutions with pH 3 by EDTA (ethylene diamine tetraacetic acid) forms of anionites is confirmed by X-ray technique. On the basis of IR-spectroscopic investigation a probable scheme of the formation of uranyl complexes ( $[\text{UO}_2(\text{H}_2\text{Y})_2]^{2-}$  and  $[\text{UO}_2\text{Y}]^{2-}$ ) in the EDTA-anionite phase (pH-3) has been drawn up. In respect of their prospective use in the analytical chemistry of uranium the anionites studied form the following series:  $\text{АН-2Фг} < \text{АВ-17} < \text{АВ-16}$ .

ლიტერატურა—ЛИТЕРАТУРА—REFERENCES

1. Р. Пришбил. Комплексоны в химическом анализе. М., 1960.
2. Д. И. Рябчиков, П. Н. Палей и З. К. Михайлова. ЖАХ, 14, 1959, 581.
3. П. Н. Палей, Н. И. Удальцова. ЖНХ, т. 5, вып. 10, 1960, 2211.
4. К. М. Салдадзе, А. Б. Пашков, В. С. Титов. Ионобменные высокомолекулярные соединения. ГХИ, 1960.
5. Д. И. Эристави, Ф. И. Броучек, И. Ш. Шатиришвили. Труды Грузинского политехн. ин-та им. В. И. Ленина, № 1 (121), 1968, 25.
6. А. И. Бусев, В. Г. Тинцова, В. М. Иванов. Практическое руководство по аналитической химии редких элементов. М., 1966.
7. Д. И. Эристави, Ф. И. Броучек, Т. Г. Мачарашвили. Труды Грузинского политехн. ин-та им. В. И. Ленина, № 2(122), 1968, 52.
8. К. Накамото. Инфракрасные спектры неорганических и координационных соединений. М., 1966.



Х. И. АРЕШИДЗЕ (член-корреспондент АН ГССР), А. В. КИКВИДЗЕ,  
Т. Н. ЧАРКВИАНИ, Г. О. ЧИВАДЗЕ

### КАТАЛИТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КОНДЕНСИРОВАННОЙ АРОМАТИКИ В РЕАКЦИИ РАЗЛОЖЕНИЯ Н-АЛКАНОВ

Потребность в этилене и пропилене для получения из них полиэтилена, полипропилена и других синтетических материалов ежегодно растет. Большое значение имеют в органическом синтезе и  $\alpha$ -олефины. Для удовлетворения растущего спроса на олефиновые мономеры необходимы новые источники их получения. Одним из них может быть термическое разложение парафиновых углеводородов нефтяного происхождения. Преимущество его заключается в том, что при его применении в основном происходит разложение  $n$ -алканов и олефиновые мономеры получаются с хорошими выходами, в присутствии же катализаторов протекают побочные реакции (изомеризация, дегидроциклизация, полимеризация и др.), уменьшающие выход целевых продуктов.

В работах [1, 2] исследовалась возможность получения высших  $\alpha$ -олефинов высокоскоростным крекингом нефтяного парафинистого сырья. Для внесения ясности в такой сложный процесс, каким является пиролиз смеси  $n$ -алканов состава  $C_{14}$ — $C_{21}$ , пиролизу подверглись  $n$ -тетрадекан,  $n$ -пентадекан и  $n$ -гексадекан [3—5]. После определения оптимальных условий для получения олефинов было исследовано термическое разложение смеси  $n$ -алканов состава  $C_{14}$ — $C_{21}$  с целью получения олефиновых мономеров.

Превращаемая углеводородная смесь, полученная с Московского нефтеперерабатывающего завода, содержала  $n$ -алканы и 5,0% ароматических углеводородов. Она была перегнана в вакууме (10 мм). Физические свойства ее после перегонки были следующими: т. кип. 250—358°;  $n_D^{25}$  1,4360;  $d_4^{25}$  0,7780.

Смесь подвергалась термическому разложению от 560 до 740°С при разных скоростях подачи углеводородов в реактор. После выявления оптимальных условий для получения олефинов исследовалась деароматизированная смесь  $n$ -алканов. Предполагалось, что после удаления ароматических углеводородов из смеси концентрация  $n$ -алканов увеличится и получится более высокий выход олефинов, однако результат оказался иным — выход олефинов уменьшился на 5,6—10,7%. Полученные результаты заслуживают внимания.

Установлено, что конденсированные ароматические углеводороды при разложении  $n$ -алканов способствуют образованию олефиновых мономеров. При 640°С и подаче в реактор недеароматизированного сырья с объемной скоростью 0,8 час<sup>-1</sup> получены газообразные непредельные углеводороды в количестве 73,4 вес. %.

В жидком пиролизате, полученном при  $650^{\circ}\text{C}$  и объемной скорости  $1,6 \text{ час}^{-1}$  в присутствии водяного пара, количество олефиновых углеводородов во фракции  $30-90^{\circ}$  составляло 76,4 вес.%, причем на  $\alpha$ -олефины падало 67,3%.

Опыты термического разложения смеси  $n$ -алканов  $\text{C}_{14}-\text{C}_{21}$  до и после деароматизации проводились в кварцевой трубке, снабженной автоматической бюреткой и приемником. Трубка помещалась в каталитическую печь типа КВ-1. Температура реакции измерялась термопарой (нихромкостантан). Жидкие продукты реакции собирались в приемник, охлаждаемый охладительной смесью (лед + поваренная соль), а газообразные — в газометр над насыщенным раствором поваренной соли. Опыты термического разложения  $n$ -алканов проводились при  $560-740^{\circ}\text{C}$ , объемных скоростях  $0,05-1,6 \text{ час}^{-1}$  и атмосферном давлении. Некоторые опыты термического разложения деароматизированной смеси  $n$ -алканов были поставлены при  $640$  и  $680^{\circ}\text{C}$  и объемных скоростях  $0,4$  и  $0,8 \text{ час}^{-1}$ . Во избежание каталитического действия образующегося при реакции кокса, последний после каждого опыта удалялся выжиганием.

Анализ газа, образующегося в результате реакции, проводился в газоанализаторе типа ВТИ-2, бутадиев определялся аппаратом бушмарина, а ацетилен — раствором № 2, рекомендованным М. И. Дементьевой [6]. Анализ газа производился также на хроматографе ХТ-63. Результаты совпадали.

На основании результатов газового анализа вычислялся связанный и свободный кислород, а по последнему — количество воздуха. Объем полученного газа, не содержащего воздуха, приводился к нормальным условиям (см. таблицу).

Как видно из данных таблицы, конденсированные ароматические углеводороды, входящие в смеси  $n$ -алканов состава  $\text{C}_{14}-\text{C}_{21}$ , действуют как катализаторы на реакцию их разложения, причем получают непредельные углеводороды с хорошими выходами. Так, смесь  $n$ -алканов, содержащая конденсированные ароматические углеводороды, при  $640^{\circ}\text{C}$  и объемной скорости  $0,8 \text{ час}^{-1}$  дает 73,4 вес.% (на пропущенную смесь  $n$ -алканов) газообразованных непредельных углеводородов, причем на этилен приходится 27,5%, на пропилен и бутилен — 31,7, на изобутилен — 8,5%, бутадиев — 3,9% и ацетилен — 1,8%. При  $640^{\circ}\text{C}$  и объемной скорости  $0,4 \text{ час}^{-1}$  и  $680^{\circ}\text{C}$  и объемной скорости  $0,8 \text{ час}^{-1}$  получается соответственно 72,0 и 71,2% непредельных углеводородов. Деароматизированная смесь  $n$ -алканов в тех же условиях при термическом разложении дает соответственно 67,8; 62,5 и 60,5% непредельных углеводородов.

Высокая концентрация олефиновых углеводородов облегчает выделение индивидуальных углеводородов в чистом виде, что особенно важно для получения мономеров и на их базе синтетических материалов высокой степени чистоты.

Результаты термического разложения смеси n-алканов

Температура, °C	Объемная скорость, час <sup>-1</sup>	Состав продуктов разложения на пропущенную смесь n-алканов, вес. %									
		Изобутилен	Пропилен и бутулен	Этилен	Ацетилен	Бутадиен	Всего непредельных углеводородов C <sub>2</sub> -C <sub>4</sub>	CnH <sub>2n</sub>   2	H <sub>2</sub>	Жидкий пиролизат	Кокс и потери
560	0,05	6,1	25,2	14,6	0,7	1,2	48,8	6,0	0,2	29,7	15,3
600	0,05	3,3	21,7	22,3	1,9	2,9	52,1	12,9	0,3	17,6	17,1
600	0,4	7,4	29,0	19,4	1,3	2,3	59,4	5,0	0,3	17,6	17,7
640	0,4	7,4	32,8	26,9	1,5	3,4	72,0	6,6	0,4	2,7	18,3
680	0,4	3,6	15,5	30,3	1,9	4,0	55,3	13,5	0,4	10,8	20,0
700	0,4	4,9	25,1	24,4	1,3	2,9	58,7	9,6	0,5	14,2	17,0
600	0,8	3,5	19,0	12,8	0,7	1,4	37,4	3,3	0,2	41,2	17,9
640	0,8	8,5	31,7	27,5	1,8	3,9	73,4	7,5	0,4	0,7	18,0
680	0,8	5,8	35,7	22,7	2,0	5,0	71,2	9,5	0,5	0,0	18,8
700	0,8	5,4	34,0	20,5	2,1	5,7	67,7	12,2	0,5	0,0	19,6
700	0,2	6,2	17,9	23,9	2,1	3,3	53,4	15,2	0,6	16,1	14,7
720	0,4	6,0	22,3	25,5	1,7	5,0	60,5	13,4	0,4	12,9	12,8
740	0,4	1,6	13,9	26,0	2,1	0,9	44,5	18,1	0,8	13,6	23,0
*640	0,4	7,0	28,0	23,8	—	3,7	62,5	10,4	0,4	7,6	19,1
*640	0,8	5,0	30,9	26,2	—	5,7	67,8	12,2	0,7	9,5	9,8
*640	0,8	6,0	22,0	25,8	1,2	5,5	60,5	13,5	0,3	4,5	21,2

\* Результаты термического разложения деароматизированной смеси n-алканов.

Термическое превращение смеси n-алканов было проведено также при 650°C и объемной скорости 1,6 час<sup>-1</sup> в присутствии водяного пара при соотношении смесь: вода = 1:5 (вес.). В указанных условиях был собран пиролизат, который для получения узких фракций до 175° был перегнан на колонке эффективностью в 52 теоретические тарелки, а для получения фракции выше 175° — в вакууме (10 мм).

В результате перегонки были собраны следующие фракции: 30—90, 90—175, 175—250, 250—300, выше 300°C, которые соответственно составляли 11,2; 17,9; 21,8; 25,2; 23,9%.

Анализ газа, образующегося в результате реакции, и указанных фракций проводился на газо-жидкостном хроматографе ХТ-63.

Содержание в пиролизате газообразных непредельных углеводородов составляло 67,2%, причем на этилен приходилось 32,7%, на пропилен — 18,1%, а на остальные непредельные углеводороды — 16,4%. Максимальный выход олефиновых и α-олефиновых углеводородов приходился на фракцию 30—90°, в которой количество их составляло соответственно 76,4 и 67,3%. В жидком пиролизате количество как вообще олефиновых, так и α-олефиновых углеводородов с повышением т. кип. фракции уменьшается. Так, например, если фракция с т. кип. 30—90° содержит 76,4% олефиновых углеводородов, из них 67,3% α-олефинов, то фракции с т. кип. 90—175° и 175—250° — соответственно 71,4 и 62,8%; 51,2 и 44,8% и т. д.

Во фракции 30—90° был обнаружен также бензол в количестве 5,2%, а во фракции 90—175° — в малом количестве (3,7—5,9%) бензол, толуол, этилбензол, пропилбензол, изопропилбензол и ксилолы. Из иден-

ტიფიცირованных во фракции 250—300° углеводов больше всего алканов (46,7%), а непредельных углеводов только 5,6%.

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

(Поступило 30.10.1968)

ორგანული ქიმია

პრ. არეშიძე (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-  
 კორესპონდენტი), ალ. კიკვიძე, თ. ჩარკვიანი, ზ. ჩივაძე  
 კონდენსირებული არომატის კატალიზური თვისებები  
 ნ-ალკანების დაშლის რეაქციაში

რეზიუმე

შესწავლილია კონდენსირებული არომატული ნახშირწყალბადების კატალიზური თვისებები  $C_{14}$ — $C_{21}$  შემადგენლობის ნ-ალკანების ნარევის დაშლის რეაქციაში. ცდები ჩატარებულია 560—740° და 0,05—1,6 საათი<sup>-1</sup> მოცულობითი სიჩქარის პირობებში.

დადგენილია, რომ აღნიშნულ ნ-ალკანების ნარევი 5,0% კონდენსირებული არომატული ნახშირწყალბადების არსებობა 5,6—10,7% რაოდენობით ზრდის აიროვანი უნაჯერი ნახშირწყალბადების გამოსავალს. მათი მაქსიმალური გამოსავალია 73,4% (წონ.).

აირად-თხევადი ქრომატოგრაფიული მეთოდით დადგენილია, რომ წყლის ორთქლის მონაწილეობით მიღებულ ნ-ალკანების ნარევის პიროლიზატის ფრაქციებისაგან, თხევადი ოლეფინური ნახშირწყალბადების მაქსიმალური გამოსავალი 76,4% (წონ.) მოდის 30—90° ფრაქციაზე, საიდანაც 67,3%  $\alpha$ -ოლეფინებია.

ORGANIC CHEMISTRY

KH. I. ARESHIDZE, A. V. KIKVIDZE, T. N. CHARKVIANI, G. O. CHIVADZE  
 CATALYTIC PROPERTIES OF CONDENSED AROMATIC HYDROCARBONS  
 IN THE REACTION OF N. ALKANE DECOMPOSITION

Summary

Catalytic properties of condensed aromatic hydrocarbons have been investigated in the reaction of decomposition of a mixture of n. alkanes of the composition  $C_{14}$ — $C_{21}$ . Experiments were carried out at 560—740°C and at volumetric rates from 0.5 to 1.6 h<sup>-1</sup>. It has been ascertained that in the presence of 5 per cent of condensed aromatic hydrocarbons in the mixture of  $C_{14}$ — $C_{21}$  type alkanes the yield of gaseous unsaturated hydrocarbons increases by 5.6—10.7 per cent, its maximum yield being 73.4 per cent (weight).

ლიტერატურა—ЛИТЕРАТУРА—REFERENCES

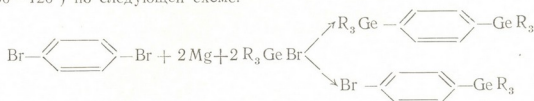
1. К. П. Лавровский, А. М. Бродский и др. Нефтехимия, 2, № 4, 1962, 487.
2. А. М. Бродский, К. П. Лавровский и др. Нефтехимия, 4, № 6, 1964, 880.
3. X. И. Арешидзе, А. В. Киквидзе. Сообщения АН ГССР, 38, № 1, 1965, 77.
4. X. И. Арешидзе, Т. Н. Чарквиани. Сообщения АН ГССР, 29, № 5, 1962, 533.
5. X. И. Арешидзе, Е. М. Бенашвили. Труды Ин-та химии им. П. Г. Меликишвили АН ГССР, 17, 1964, 206.
6. М. И. Дементьева. Анализ углеводородных газов. Л.—М., 1959, 160.

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

И. М. ГВЕРДЦИТЕЛИ (член-корреспондент АН ГССР),  
 М. М. МЕНТЕШАШВИЛИ, Т. П. ДОКСОПУЛО, В. А. ЧАГЕЛИШВИЛИ  
 СИНТЕЗ НЕКОТОРЫХ БЕНЗОЛЬНЫХ ПРОИЗВОДНЫХ  
 ГЕРМАНИЯ

В статьях Иборна и Панде [1, 2] описывается синтез некоторых фенильных производных германия. Ими были получены сперва моно-, а затем дизамещенные производные бензола.

Так как металлический Mg в эфирной среде с п-дибромбензолом образует преимущественно п-димагнийбромбензол, было решено синтезировать некоторые дизамещенные производные германия магнийорганическим синтезом. С этой целью изучалось действие триэтил-, трипропилбромгермана и диэтилдихлоргермана на продукты взаимодействия металлического магния с п-дибромбензолом. Реакция протекает (при температуре 100—120°) по следующей схеме:



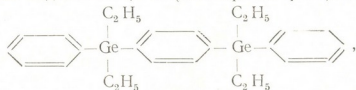
В процессе исследования оказалось, что на ход реакции определенное влияние оказывает алкилгерманиевый радикал. Реакция с триэтилбромгерманом идет сравнительно энергично и с лучшим выходом (57%), чем реакция с трипропилбромгерманом (41%).

При действии же диэтилдихлоргермана на п-дибромбензол в основном были выделены п-бромфенилдиэтилхлоргерман с выходом 43% и дизамещенный продукт—1,4-бис(диэтилхлоргермил)бензол с выходом 24%.

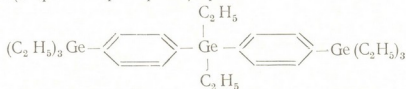
С целью получения соединений с фенилгерманиевыми цепями в молекулах были проведены реакции



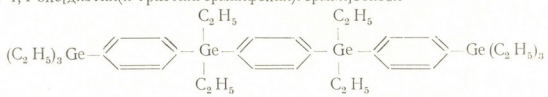
с 1,4-бис(диэтилхлоргермил)бензолом и диэтилдихлоргерманом, в результате которых выделились 1,4-бис(диэтилфенилгермил)бензол



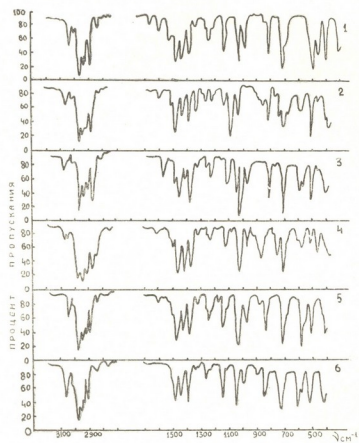
диэтил-бис(п-триэтилгермилфенил)герман



и 1,4-бис[диэтил(п-триэтилгермилфенил)гермил]бензол



Нами исследованы ИК-спектры полученных соединений: 1,4-бис(триэтилгермил) — (I), 1,4-бис(трипропилгермил) — (II), 1,4-бис(диэтилхлоргермил) — (III), 1,4-бис(диэтилфенилгермил)бензолов (IV), а также диэтил-бис(п-триэтилгермилфенил)германа (V) и 1,4-бис[диэтил-(п-триэтилгермилфенил)гермил]бензола (VI) (см. рисунок).



ИК-СПЕКТРЫ  
1. 1,4-БИС(ТРИЭТИЛГЕРМИЛ) БЕНЗОЛ. 2. 1,4-БИС(ТРИПРОПИЛГЕРМИЛ) БЕНЗОЛ.  
3. 1,4-БИС(ДИЭТИЛХЛОРГЕРМИЛ) БЕНЗОЛ. 4. 1,4-БИС(ДИЭТИЛФЕНИЛГЕРМИЛ) БЕНЗОЛ.  
5. ДИЭТИЛ-БИС(П-ТРИЭТИЛГЕРМИЛФЕНИЛ)ГЕРМАН. 6. 1,4-БИС[ДИЭТИЛ(П-ТРИЭТИЛГЕРМИЛФЕНИЛ)ГЕРМИЛ] БЕНЗОЛ.

В спектрах соединений (I, II, III, IV, V, VI) найдены полосы поглощения в областях 975—980, 1020—1031 и 1235—1250 см<sup>-1</sup>, которые относятся к колебаниям группировки  $\text{>Ge-C}_2\text{H}_5$  [3].


В ИК-спектре соединения (II) полосы группировки  $\text{>Ge-C}_3\text{H}_7$  смещены в сторону больших частот (1018 и 1080 см<sup>-1</sup>) и проявляются [дополнительные полосы при 1215 и 1340 см<sup>-1</sup>. Для веществ, имеющих группы  $\text{>Ge-C}_6\text{H}_5$  и  $\text{>Ge-C}_6\text{H}_4-$ ,

в спектрах обнаружены соответствующие полосы с максимумом при 1100 см<sup>-1</sup> для  $\text{>Ge-C}_6\text{H}_5$  и 1125 см<sup>-1</sup> для  $\text{>Ge-C}_6\text{H}_4-$ . В области частот 550—600 см<sup>-1</sup> для вышеуказанных веществ найдены полосы поглощения, соответствующие [Ge—C-колебаниям.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ



Получение 1,4-бис(триэтилгермил)бензола. К эфирному раствору п-димагнийбромбензола (из 9 г Mg, 23,6 г п-дибромбензола) мы приливали 48 г триэтилбромгермана [4] и нагревали в течение 5 часов. Затем из реакционной смеси (при постепенном добавлении 100 см<sup>3</sup>

сухого толуола) перегоняли эфир, температуру поднимали до 110—120° и поддерживали этот режим в течение 6 часов. Смесь мы разлагали 10% раствором NH<sub>4</sub>Cl, экстрагировали эфиром и сушили над CaCl<sub>2</sub>. После удаления растворителей полученные продукты разгоняли в вакууме. Собрана фракция с т. кип. 163—165°/4 мм. Получено 22,5 г вещества (выход 56,9%); d<sub>4</sub><sup>20</sup> 1,1413; n<sub>D</sub><sup>20</sup> 1,5225. MR<sub>D</sub> 105,487; вычислено 105,498. Найдено, %: C 54,75; 54,39; H 8,51; 8,89; Ge 36,25; 37,00. M 388,7; 390,4. C<sub>18</sub>H<sub>34</sub>Ge<sub>2</sub>. Вычислено, %: C 54,65; H 8,60; Ge 36,74. M 395,2.

Вместе с 1,4-бис(триэтилгермил)бензолом выделено около 20 г п-бромфенилтриэтилгермана — Br——Ge(C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>)<sub>3</sub>, т. кип. 127—130°/4 мм; n<sub>D</sub><sup>20</sup> 1,5470.

Получение 1,4-бис(трипропилгермил)бензола. В аналогичных условиях из 12 г п-дибромбензола, 4,5 г Mg и 28 г трипропилбромгермана выделено 9,9 г вещества с т. кип. 178—180°/2,5 мм (выход 41%); d<sub>4</sub><sup>20</sup> 1,107; n<sub>D</sub><sup>20</sup> 1,5190. MR<sub>D</sub> 131,336; вычислено 131,805. Найдено, %: C 59,95; 60,21; H 9,50; 9,29; Ge 30,10; 30,29. M 474,6; 478,2. C<sub>24</sub>H<sub>46</sub>Ge<sub>2</sub>. Вычислено, %: C 60,10; H 9,59; Ge 30,3. M 479,2.

Выделено также 7,9 г (выход 44%) п-бромфенилтрипропилгермана с т. кип. 137—140°/2,5 мм; d<sub>4</sub><sup>20</sup> 1,138; n<sub>D</sub><sup>20</sup> 1,4858. MR<sub>D</sub> 89,645; вычислено 89,37. Найдено, %: C 50,53; 50,44; H 6,85; 7,03; Ge 20,15; 19,98; Br 22,20; 22,08. M 356,7; 354,8. C<sub>18</sub>H<sub>25</sub>GeBr. Вычислено, %: C 50,33; H 6,99; Ge 20,30; Br 22,37. M 357,6.

Получение 1,4-бис(диэтилхлоргермил)бензола. В трехгорлую колбу мы помещали 150 см<sup>3</sup> абсолютного эфира, 8 г Mg, 10 г п-дибромбензола, кристаллик йода и нагревали до начала реакции. Затем приливали смесь из 70 г диэтилдихлоргермана и 26 г Br——Br в абсолютном эфире и нагревали в течение 5 часов. Эфир заменяли сухим толуолом, температуру поднимали до 110—120° и нагревание продолжали в течение 6 часов. После охлаждения смесь фильтровали, промывали эфиром и перегоняли. Выделено п-Br——Ge(C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>)<sub>2</sub>Cl при т. кип. 127—130°/1,5 мм в количестве 20,8 г (выход 43%); d<sub>4</sub><sup>20</sup> 1,587; n<sub>D</sub><sup>20</sup> 1,5720. MR<sub>D</sub> 66,75; вычислено 67,03. Найдено, %: C 37,35; 37,25; H 4,76; 4,67; Ge 22,02; 22,22; Hal 35,18; 35,77. M 318,8; 320,0. C<sub>16</sub>H<sub>14</sub>Ge<sub>2</sub>BrCl. Вычислено, %: C 37,25; H 4,34; Ge 22,53; Hal 35,85. M 322,1.

1,4-бис(диэтилхлоргермил)бензол выделен при т. кип. 184—186°/1,5 мм в количестве 14,7 г (выход 24%); d<sub>4</sub><sup>20</sup> 1,476; n<sub>D</sub><sup>20</sup> 1,5840. MR<sub>D</sub> 93,057; вычислено 95,038. Найдено, %: C 40,92; 40,69; H 5,63; 5,59; Ge 34,97; 34,64; Cl 19,05; 18,51. M 396,9; 401,2. C<sub>14</sub>H<sub>24</sub>Ge<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>. Вычислено, %: C 41,15; H 5,88; Ge 35,56; Cl 17,39. M 408,2.

Действие 1,4-бис(диэтилхлоргермил)бензола на фениллитий. К эфирному раствору фениллития, полученного из 5 г C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>Br и 0,5 г Li в токе азота, постепенно приливали раствор 4 г 1,4-бис(диэтилхлоргермил)бензола в абсолютном эфире. Смесь нагревали в течение 6—7 часов,

отделяли от лития, разлагали водой, экстрагировали эфиром и сушили над  $\text{CaCl}_2$ . После удаления эфира перегоняли в вакууме. Выделено 3,9 г 1,4-бис(диэтилфенилгермил)бензола (выход 80 %) с т. кип.  $190-195^\circ/2$  мм;  $d_4^{20}$  1,128;  $n_D^{20}$  1,5463.  $\text{MR}_D$  137,60; вычислено 135,78. Найдено, %: С 65,24-65,49; Н 6,87; 6,67; Ge 27,86; 27,90. М 498,4; 492,2.  $\text{C}_{16}\text{H}_{34}\text{Ge}_2$ . Вычислено, %: С 65,21; Н 6,59; Ge 28,19. М 491,2.

Действие 1,4-бис(диэтилхлоргермил)бензола на п-лтийфенилтриэтилгерман. В аналогичных условиях из 1,2 г лития 20 г  $\text{Br}-\langle \text{C}_6\text{H}_4 \rangle-\text{Ge}(\text{C}_2\text{H}_5)_2$  и 11,2 г 1,4-бис(диэтилхлоргермил)бензола выделено (после удаления низких фракций оставшаяся масса очищалась методом адсорбционной хроматографии пропусканием раствора в петролейном эфире в колонке с окисью алюминия) около 12 г 1,4-бис[диэтил(п-триэтилгермилфенил)гермил]бензола. Выход 54,3 %;  $d_4^{20}$  1,215;  $n_D^{20}$  1,5632.  $\text{MR}_D$  215,57; вычислено 214, 685. Найдено, %: С 56,56; 56,70 Н 8,00; 7,84; Ge 35, 63, 35, 54. М 812, 5; 810, 7.  $\text{C}_{38}\text{H}_{82}\text{Ge}_4$ . Вычислено, %: С 56, 40; Н 7, 67; Ge 35, 92. М 808, 4.

Действие диэтилдихлоргермана на п-лтийфенилтриэтилгерман. Из 0,8 г лития, 16 г  $\text{Br}-\langle \text{C}_6\text{H}_4 \rangle-\text{Ge}(\text{C}_2\text{H}_5)_2$  и 4 г диэтилдихлоргермана в вышеописанных условиях выделено 9,2 г (выход 77 %) диэтил-бис(п-триэтилгермилфенил)германа с т. кип.  $237-240^\circ/1$  мм;  $d_4^{20}$  1,196;  $n_D^{20}$  1,5525.  $\text{MR}_D$  160, 513; вычислено 160,093. Найдено, %: С 56, 12, 55, 90; Н 7,98, 8,13 Ge 36, 03; 35, 84. М 599, 7; 600, 5.  $\text{C}_{28}\text{H}_{48}\text{Ge}_3$ . Вычислено %: С 55,83; Н 7,97; Ge 36,19. М 601, 8.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 27.11.1968)

ორგანული ქიმია

ი. გვერდციტილი, (საქართველოს სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი),  
ა. მენთეშაშვილი, თ. დოქსოპულო, ვ. ჩაგელიშვილი

ბერმანეუმის ზობიგერტი ფენილჯარგომებულის სინთეზი

რ ე ი ე მ ე

აღწერილია ტრიეთილ-, ტრიპროპილბრომგერმანიუმისა და დიეთილდი-  
ქლორგერმანიუმის მოქმედება პ-დიბრომბენზოლისა და მეტალური მაგნიუმის  
ურთიერთქმედების პროდუქტებზე. გამოყოფილია როგორც მონო-, ისე დი-  
ხანაცვლებული ნაერთები

ORGANIC CHEMISTRY

I. M. GVERDTSITELI, M. M. MENTESHASHVILI, T. P. DOXOPULO  
V. A. CHAGELISHVILI

## SYNTHESIS OF SOME BENZENE DERIVATIVES OF GERMANIUM

### Summary

The effect of triethyl-, tripropylgermanium and diethylchlorine-germanium on the products of interaction of p-dibromobenzene with metallic magnesium is described in the paper. Both mono- and disubstituted derivatives of germanium have been isolated.

### ლიტერატურა—ЛИТЕРАТУРА—REFERENCES

1. C. Eaborn, K. C. Pande. J. Chem. Soc., 1960, 3200.
2. C. Eaborn, K. Leyshon, K. C. Pande. J. Chem. Soc., 1960, 3423.
3. J. G. Noltes, H. A. Budding... Rec. trav. Chem. Pays-bas, 79, 1960, 1076.
4. C. A. Kraus, E. A. Flood. J. Am. Chem. Soc., 79, 1957, 326.



ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

А. Д. БИЧИАШВИЛИ, Е. М. НАНОБАШВИЛИ, Р. Г. БАРСЕГОВ  
 ОБРАЗОВАНИЕ СВОБОДНЫХ РАДИКАЛОВ В АЛИФАТИЧЕСКИХ  
 ТИОЛАХ ПРИ 77°К ПОД ДЕЙСТВИЕМ  $\gamma$ -ЛУЧЕЙ

(Представлено академиком Р. И. Агладзе 11.9.1968)

Исследованы быстрозамороженные при 77°К образцы *n*-алкантиолов  $C_nH_{2n+1}SH$ , где  $n=2\div 7, 12, 16$ , а также сероводород. Чистота тиолов соответствовала квалификации „хч“. Методика эксперимента описана в работе [1].

В спектрах ЭПР бутан-, пентан-, гексадекан- (рис. 1, 2) и др. тиолов при малых дозах преобладает одиночная линия шириной  $\sim 30$  э. Помимо этой линии, в пентан- и в более длинных тиолах наблюдаются линии более широкого спектра, которые при больших дозах становятся преобладающими. Анализ широких спектров показывает, что за них ответственны алкильные радикалы типа  $-CH_2\dot{C}HCH_2-$ .

При больших дозах спектры ЭПР этан-, пропан-, и бутантиолов резко отличаются от спектров остальных тиолов. Значительную долю в спектре ЭПР бутантиола составляют линии, выделенные штрих-диаграммой (рис. 2,а). По своим параметрам этот спектр соответствует тильному радикалу  $R\dot{S}$  [2]. Отрыв водорода от сульфгидрильной группы, очевидно, имеет место во всех исследуемых тиолах. Из рис. 2 можно заключить, что доля радикалов  $R\dot{S}$  в общей концентрации уменьшается с увеличением длины углеводородной цепи.

Из кривых накопления (рис. 3) определены радиационные выходы радикалов как на начальном ( $G_0$ ), так и на прямолинейном участках ( $G$ ). Полученные значения  $G_0$  и  $G$  сведены в таблице.

Как видно из таблицы, начальные выходы радикалов для разных тиолов близки друг к другу и равны  $G_0 = 4,1 \pm 0,8$  радик./100 эв. Это

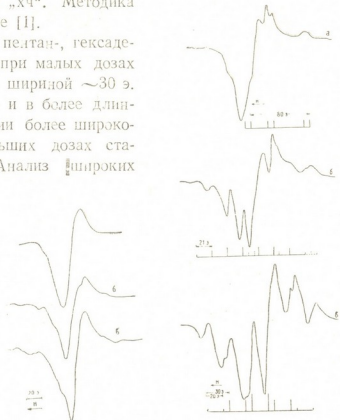


Рис. 1. Спектры ЭПР *n*-алкантиолов, облученных дозой 1,5 Мрад при 77°К: а—бутантиол; б—пентантиол; в—гексадекантиол

Рис. 2. Спектры ЭПР *n*-алкантиолов, облученных дозой 30 Мрад при 77°К: а—бутантиол; б—пентантиол; в—гексадекантиол

согласуется с нашим предположением, что наблюдаемые при малых дозах одиночные линии следует приписать молекулярным ион-радикалам [1]. Концентрации ион-радикалов уже при 5—10 Мрад достигают своих предельных значений ( $\sim 5 \cdot 10^{18}$  на 1 г), так что линейные участки кри-

Радиационные выходы радикалов в алкантиолах при 77° К

Исследованные объекты	$G_0$ радик/100 эв	G радик/100 эв	
		Опыт № 1	Опыт № 2
Этантиол	4,9	0,55	—
Пропантиол	3,6	0,43	0,41
Бутантиол	4,0	0,45	0,47
Пентантиол	3,9	0,63	0,65
Гексантиол	4,1	0,74	0,79
Гептантиол	—	—	0,45
Додекантиол	3,9	0,65	0,63
Гексадекантиол	4,3	1,13	1,07
Сероводород	—	—	0,49
и-Гексан	—	—	3,6

вых на рис. 3а соответствуют накоплению только тиольных  $\dot{R}S$  и алкильных  $\dot{R}SH$  радикалов, радиационные выходы которых значительно меньше, чем  $G_0$ . Этим и объясняются изменения спектров ЭПР с увеличением поглощенной энергии. Радикалы  $\dot{R}S$  и  $\dot{R}SH$ , по-видимому, образуются только через состояния электронного возбуждения и в образовании этих радикалов не участвуют ионы. Так, например, в отличие от спиртов, где образование основного радикала  $\dot{R}CH_2OH$  объясняется реакцией положительного иона с молекулой  $RON^+ + RON \rightarrow R^+CH_2OH + RON_2^+$  [3], в тиолах не наблюдается отрыва атома водорода от  $\alpha$ -положения к сульфгидрильной группе.

Приведенные в таблице значения  $G$  представляют сумму выходов тиольного  $\dot{R}S$  и алкильного  $\dot{R}SH$  радикалов:  $G = G_T + G_A$ .

Значения  $G$  для пропан- и бутантиолов в пределах ошибки метода равны и совпадают с выходом радикалов в сероводороде. Это обстоятельство и тот факт, что при  $n \leq 4$  наблюдается разрыв только S—H-связи, позволяют заключить, что в этих тиолах имеет место полная передача возбуждения к сульфгидрильной группе. Передача возбуждения может идти как по внутримолекулярному механизму по углеводородной цепи, так и, по-видимому, по межмолекулярному механизму. Выход разрыва S—H-связи  $G_{S-H}$  (0,49 в сероводороде) значительно меньше, чем выход разрыва C—H-связи в алканах  $G_{C-H}$  (3,6 в н-гексане), хотя прочность S—H-

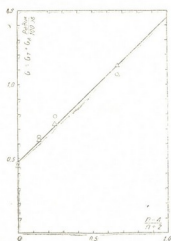


Рис. 4. Зависимость выхода радикалов в аморфных тиолах от доли энергии, поглощенной «алкильной» частью молекулы  $\frac{n-4}{n+2} = \gamma$

внутримолекулярному механизму по углеводородной цепи, так и, по-видимому, по межмолекулярному механизму. Выход разрыва S—H-связи  $G_{S-H}$  (0,49 в сероводороде) значительно меньше, чем выход разрыва C—H-связи в алканах  $G_{C-H}$  (3,6 в н-гексане), хотя прочность S—H-

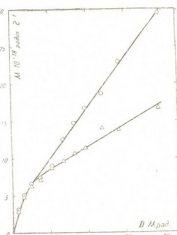


Рис. 3. Накопление радикалов в n-алкантиолах при 77°К:  $\triangle$ —бутантиол;  $\circ$ —гексадекантиол

связи составляет 87, а C—H-связи—90 ккал [4]. Это можно объяснить различием между первыми возбужденными уровнями фрагментов SH и CH [5].

Для аморфных образцов при  $n > 4$  наблюдается монотонное увеличение значений  $G$  с ростом  $n$ .

Условно разделим молекулу тиола на две части—„серную“ и „алкильную“. В „серной“ части объединим сульфидрильную группу и четыре метиленовые группы, откуда все возбуждения передаются к SH. Под „алкильную“ частью будем подразумевать остальные  $n-4$  звена углеводородной цепи. Если примем, что энергия поглощается этими двумя частями пропорционально их электронным долям, то доля поглощенной энергии, приходящаяся на „алкильную“ часть, будет равна  $\frac{8(n-4)+1}{8n+18} \approx \frac{n-4}{n+2} = \gamma$ . На рис. 4 приведена зависимость  $G$  от  $\gamma$  для аморфных образцов с  $n \geq 4$ , имеющая линейный характер. Экстраполяция прямой к  $n = \infty$  дает предельный выход радикалов для тиолов  $G_{np} = 1,45$  рад/кг/100 эв.

При поглощении образцом определенной порции энергии на „алкильную“ часть молекул приходится  $\gamma$ , а на „серную“— $1-\gamma=6/n+2$  части этой энергии. Если аналогично работе [6] введем вероятность  $\alpha$  передачи энергии из „алкильной“ части в „серную“, то доля энергии, расходуемая „серной“ частью, будет  $1-\gamma+\alpha\gamma$ , а „алкильной“— $(1-\alpha)\gamma$ . Поэтому сумма выходов радикалов  $\dot{R}S$  и  $\dot{R}SH$  должна быть равна

$$G = (1-\gamma+\alpha\gamma)G_{S-H} + (1-\alpha)\gamma G_{C-H} = G_{S-H} + (1-\alpha)\Delta G\gamma, \quad (1)$$

где  $\Delta G = G_{C-H} - G_{S-H}$ .

Очевидно, что при  $\Delta G \neq 0$  и независимости  $\alpha$  от  $n$  должна иметь место линейная зависимость  $G$  от доли энергии, поглощенной „алкильной“ частью молекулы. Наклон линии зависит как от величины  $\Delta G$ , так и от эффективности передачи возбуждения. Экспериментальная прямая описывается уравнением

$$G = 0,48 + 0,97\gamma. \quad (2)$$

Из наших предположений следует, что экстраполированное значение  $G_{np} = 1,45$  является выходом алкильных радикалов, образованных через состояния электронного возбуждения в тиоле с бесконечной углеводородной цепью. Отсюда можно заключить, что в полиэтилене и вообще в незамещенных алканах выход радикалов, образованных через возбуждения, должен быть равен также 1,45. Это хорошо согласуется со значением выхода возбуждения для циклогексана, равного  $1,2 \pm 0,2$  1/100 эв [7]. Подставляя  $G_{C-H} = 1,45$  и  $G_{S-H} = 0,48$  в формулу (1) и сравнивая с (2), получаем  $\alpha = 0$ .

Таким образом, в исследуемых тиолах передача возбуждения к SH-группе происходит только от ближайших по цепи четырех метиленовых групп, что приводит к частичному повышению их радиационной стойкости. Более эффективный механизм повышения радиационной стойкости тиолов заключается в тушении ионного механизма радиолитиза атомами серы.

При увеличении длины углеводородной цепи, начиная с определенного значения  $n$ , относительное содержание серы становится настолько малым, что не все выбитые электроны могут быть акцентированы серой и механизм радиолитического титрования будет приближаться к механизму радиолитического алканов.

Академия наук Грузинской ССР  
 Институт неорганической химии  
 и электрохимии

(Поступило 11.9.1968)

ფიზიკური ქიმია

ა. ბიჩნაშვილი, ე. ნანობაშვილი, რ. ბარსეგოვი

თავისუფალი რადიკალების წარმოქმნა ალიფატურ თიოლში  
 $\gamma$ -სხივების მოქმედებით 77°K-ზე

რეზიუმე

ებრ-ის მეთოდით შესწავლილია ალიფატური თიოლების  $C_n H_{2n+1} SH$   $\gamma$ -რადიოლიზი, სადაც  $n = 2, 3, 4, 5, 6, 7, 12, 16$ . დადგენილია პირველადი რადიკალური პროდუქტების ბუნება და გაზომილია მათი რადიაციული გამოსავალი. შეფასებულია შთანთქმული ენერჯის გადაცემის ეფექტურობა ნახშირწყალბადური ჯაჭვის გასწვრივ სულფჰიდრილური ჯგუფისაკენ.

PHYSICAL CHEMISTRY

A. D. BICHIASHVILI, E. M. NANOBASHVILI, R. G. BARSEGOV

### FORMATION OF FREE RADICALS IN ALIPHATIC THIOLS AT 77°K UNDER THE ACTION OF $\gamma$ -RAYS

Summary

$\gamma$ -radiolysis of  $n$ -alkanethiols  $C_n H_{2n+1} SH$ , where  $n=2, 3, 4, 5, 6, 7, 12, 16$ , has been investigated by the EPR method.

The nature of primary radical products has been established and their radiation yields measured. Efficiency of energy transfer along the hydrocarbon chain to the sulphhydryl group has been estimated.

ლიტერატურა—ЛИТЕРАТУРА—REFERENCES

1. Р. Г. Барсегов, А. Д. Бичнашвили, М. В. Панчвидзе, Е. М. Нанобашвили. Сообщения АН ГССР, 49, № 1, 1968, 91.
2. Y. Kurita and W. Gordy. J. Chem. Phys., 34, 1961, 282.
3. F. Dainton. Proc. Roy. Soc. (London), A 286, 1965, 27.
4. J. J. Myron, R. H. Jahnson. J. Phys. Chem., 70, № 9, 1966, 2951.
5. V. V. Voevodskii, Yu. N. Molin. Rad. Res., 17, 1962, 366.
6. Ю. Н. Молин, И. И. Чхендзе, Н. Я. Бубен, В. В. Воеводский. Кинетика и катализ, 2, 1961, 192.
7. R. A. Holroyd. Advances in Chemistry Series, 82, 1968, 488.

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

В. В. КОРШАК (член-корреспондент АН СССР), С. В. ВИНОГРАДОВА,  
 Г. Ш. ПАПАВА, Н. А. МАЙСУРАДЗЕ, Р. С. ВЕЛИЧКОВА,  
 П. Д. ЦИСКАРИШВИЛИ

О КИНЕТИКЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПОЛИЦИКЛИЧЕСКОГО  
 БИСФЕНОЛА С ХЛОРАНГИДРИДОМ ТЕРЕФТАЛЕВОЙ  
 КИСЛОТЫ

(Представлено академиком Г. В. Цицишвили 5.11.1968)

В работе [1] были описаны новые представители термостойких полимеров — полиарилатов, полученных на основе полициклических бисфенолов, содержащих у центрального углеродного атома в качестве заместителя норборнанные циклы. Оказалось, что эти полимеры обладают хо-

рошими физико-механическими показателями. В настоящей работе поставлена задача изучить кинетические закономерности и механизм этого типа поликонденсации на примере взаимодействия хлорангидрида терефталевой кислоты с полициклическим бисфенолом — 4,4<sup>1</sup>-(гексагидро-4,7-метиленидан-5-илиден)-дифенолом. Исследование проводилось в условиях синтеза полиарилата методом высокотемпературной поликонденсации в высококипящем растворителе — дитолилметане фиксированием выделившегося во время поликонденсации хлористого водорода.

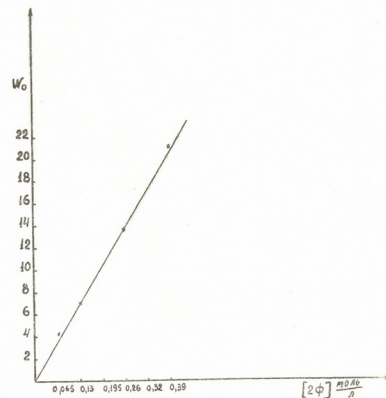


Рис. 1. Зависимость начальных скоростей реакций от исходной концентрации бисфенола II 0,065 — 0,39 моль/л при 200°С. Концентрация хлорангидрида терефталевой кислоты 0,065 моль/л

Был определен порядок реакции по отдельным компонентам путем изменения концентрации хлорангидридного и бисфенольного компонентов от 0,065 до 0,39 моль/л. Оказалось, что по начальным скоростям по бис-

фенолу реакция имеет первый порядок (рис. 1), а по хлорангидриду—порядок одной второй, что подтверждается линейной зависимостью начальной скорости от концентрации хлорангидрида в степени 0,5 (рис. 2). Таким образом, общий порядок реакции является полуторным. Эти данные совпадают с полученными ранее результатами.

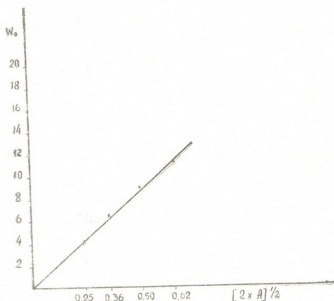


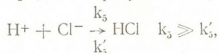
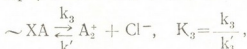
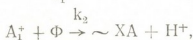
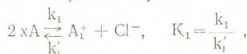
Рис. 2. Зависимость начальных скоростей реакций от исходной концентрации хлорангидрида терефталевой кислоты 0,065—0,39 моль/л при 200 С. Концентрация бисфенола II 0,065 моль/л

При изучении кинетических закономерностей по ходу процесса выяснилось, что до глубоких степеней превращения порядок реакции ниже второго, но выше первого. Эти данные позволили предположить, что реакция и по ходу процесса имеет полуторный порядок.

Значения эффективных констант скоростей реакции, рассчитанных по уравнению полуторного порядка:

$$k_{1,5} = \frac{1}{\tau} \left( \frac{2}{\sqrt{a-x}} - \frac{2}{\sqrt{a}} \right),$$

и графическое выражение экспериментального материала показывают, что реакция до глубоких степеней превращения, действительно, имеет полуторный порядок (рис. 3). Следовательно, механизм этой реакции отличается от механизма простого бимолекулярного замещения. Имея в виду дробный порядок реакции, наличие в системе хлористого водорода, который действует как электрофильный катализатор, и высокую температуру реакции, можно предположить, что реакция протекает в основном по ионизационному механизму, как это имеет место и в ранее исследованном случае поликонденсации хлорангидрида терефталевой кислоты с 9,9-бис-(4-оксифенил)-флуореном. Кинетическую схему этого механизма можно представить следующим образом:



где ХА—мономерная хлорангидридная группа (в дихлорангидриде);  $\sim$ ХА—концевая хлорангидридная группа (в эфирохлорангидриде); Ф—фенольная группа;  $A_1^+$ —ацилийион мономерной хлорангидридной группы;  $A_2^+$ —ацилийион концевой хлорангидридной группы.

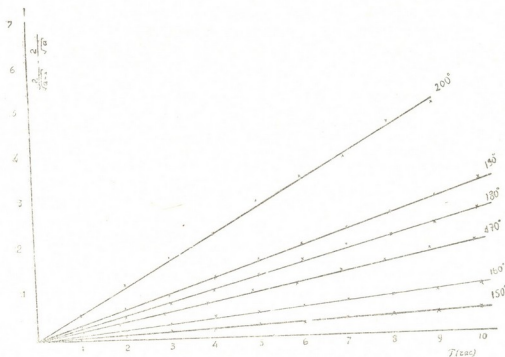


Рис. 3. Зависимость  $\frac{2}{y/a-x} - \frac{2}{y/a}$  от продолжительности поликонденсации хлорангидрида терефталевой кислоты с бисфенолом II

Исходя из этой кинетической схемы для скорости реакции имеем выражение

$$\frac{d\text{HCl}}{dt} = k_2 [A_1^+] [\text{Ф}] + k_4 [A_2^+] [\text{Ф}]. \quad (1)$$

Выражения для  $A_1^+$  и  $A_2^+$  имеют вид

$$[A_1^+] = \frac{K_1 (2 \text{ХА})}{(K_3 [\sim \text{ХА}] + K_1 [2 \text{ХА}])^{1/2}}, \quad (2)$$

$$[A_2^+] = \frac{K_3 [\sim \text{ХА}]}{(K_3 [\sim \text{ХА}] + K_1 [2 \text{ХА}])^{1/2}}. \quad (3)$$

Подставляя  $A_1^+$  и  $A_2^+$  в уравнение (1), получаем

$$\frac{d\text{HCl}}{dt} = \left[ \frac{k_2 K_1 [2 \text{ХА}] + k_4 K_3 [\sim \text{ХА}]}{(K_3 [\sim \text{ХА}] + K_1 [2 \text{ХА}])^{1/2}} \right] ([2 \text{Ф}_0] - [\text{HCl}]). \quad (4)$$

Это окончательное уравнение действительно для скорости реакции, когда  $K_1 = K_3$  и  $k_2 = k_4$ , т. е. когда наблюдается одинаковая реакционная способность обеих концевых хлорангидридных групп кислоты. В таком случае реакция как по начальным скоростям, так и по ходу процесса имеет полуторный порядок. Выражение (4) полностью согласуется с полученными нами экспериментальными данными.

В таблице приведены значения эффективных констант скоростей при разных температурах и параметры уравнения Аррениуса исследуемой реакции.

K 10 <sup>-4</sup> $\frac{t^{1/2}}{\text{моль}^{1/2} \text{сек}}$						E К кал моль	A $\frac{t^{1/2}}{\text{моль}^{1/2} \cdot \text{сек}}$
150°	160°	170°	180°	190°	200°		
7,09	17,23	34,02	45,45	54,92	97,07	19,7	1,946 · 10 <sup>5</sup>

Академия наук СССР  
 Институт элементоорганических соединений

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

(Поступило 12. 11. 1968)

შეზიკური კიბია

ბ. კორშაკი (სსრ კავშირის მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი),  
 ს. ვინოგრადოვა, ზ. პაპავა, ნ. მაისურაძე, რ. ველიჩკოვა,  
 პ. ცისკარიშვილი

ბერეფტალის მჟავას ქლორანჰიდრიდთან პოლიციკლური  
 ბისფენოლის ურთიერთქმედების კინეტიკის შესახებ

რეზიუმე

შესწავლილია კინეტიკური კანონზომიერება და რეაქციის მექანიზმი ტერეფტალის მჟავას ქლორანჰიდრიდისა და პოლიციკლური ბისფენოლის 4,4<sup>1</sup>-  
 (ჰექსაჰიდრო-4,7-მეთილენინდან-5-ილიდენ)-დიფენოლის ურთიერთქმედების  
 ნავალითზე. კვლევა ჩატარებულია მაღალტემპერატურული პოლიკონდენსა-  
 ციის პირობებში. დადგენილია რეაქციის რიგი ცალკეული კომპონენტის მი-  
 მართ საწყისი სიჩქარეების მიხედვით და მორეაგირე ნივთიერებების ღრვა  
 გარდაქმნამდე. ნაჩვენებია, რომ ორივე შემთხვევაში რეაქცია ემყარება 1,5  
 რიგის რეაქციის კანონზომიერებას. დადგენილია აგრეთვე, რომ რეაქცია მიმ-  
 დინარეობს იონური მექანიზმით. მოწოდებულია რეაქციის მექანიზმის სქემა.

PHYSICAL CHEMISTRY

V. V. KORSHAK, S. V. VINOGRADOVA, G. SH. PAPAUA, N. A. MAISURADZE,  
 R. S. VELICHKOVA, P. D. TSISKARISHVILI

ON THE KINETICS OF INTERACTION OF POLYCYCLIC  
 BISPHENOL WITH CHLORIDE OF TEREPHTHALIC ACID

Summary

The nature and mechanism of this type of polycondensation have  
 been studied in the case of the interaction of terephthalic-acid chloride  
 with polycyclic bisphenol 4,4<sup>1</sup>-(hexa-hydro-4,7-methyleneindan-5-iliden)—  
 biphenyl under conditions of synthesis of polyarylates by the method of high  
 temperature polycondensation in the high boiling solvent ditolylmethane in  
 inert medium. By means of changing the concentration of chloride and bisphe-  
 nol components from 0,065 to 0,39 per mol/l the reaction order has been  
 determined with respect to each component.

ლიტერატურა—ЛИТЕРАТУРА—REFERENCES

1. С. В. Виноградова, В. В. Коршак, Г. Ш. Папава, Н. А. Майсурадзе,  
 П. Д. Цискаршвили. Изв. АН СССР, ОХН, т. 1968.



ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Р. И. АГЛАДЗЕ (академик АН ГССР), Д. Е. КАРЧАВА,  
 Р. К. КВАРАЦХЕЛИЯ

О ХАРАКТЕРЕ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОГО ВОССТАНОВЛЕНИЯ  
 АЗОТНОЙ КИСЛОТЫ В РАЗЛИЧНЫХ СРЕДАХ

Процесс электровосстановления  $\text{HNO}_3$  на ртутном катоде состоит из двух последовательных реакций: восстановления  $\text{NO}_3^-$ -иона в гидроксиламин и последнего в аммиак, параллельно которым происходит выделение водорода [1].

На рис. 1 показано изменение количества  $\text{NH}_2\text{OH}$  и  $\text{NH}_3$  в ходе электролиза в различных средах. Исходная концентрация  $\text{HNO}_3$  во всех случаях была равна 40 г/л. На рис. 2 представлено изменение количества водорода для трех наиболее типичных из показанных на рис. 1 случаев. На рис. 3 изображено изменение рН католита в аналогичных рис. 1 случаях; здесь же для сравнения показано изменение рН при электролизе 2%  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Условия экспериментов: катодная плотность тока 10 а/дм<sup>2</sup>; сила тока 4,0 а; температура католита 18°C; концентрация тока 16 а/л. Катод и анод были разделены мелкопористой керамической диафрагмой.

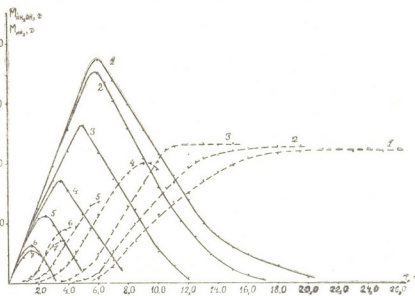


Рис. 1. Кинетические кривые восстановления  $\text{HNO}_3$  на ртутном катоде (концентрация  $\text{HNO}_3$  40 г/л): 1—20%  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , 2—15%  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , 3—10%  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , 4—5%  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , 5—2%  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , 6—20%  $\text{CH}_3\text{COOH}$ , 7—водный раствор  
 ———— $\text{NH}_2\text{OH}$     - - - -  $\text{NH}_3$

Из рис. 1 видно, что увеличение кислотности католита при постоянной исходной концентрации  $\text{HNO}_3$  приводит к резкой интенсификации восстановительного процесса. Это объясняется тем, что скорость восстановления  $\text{NO}_3^-$ -ионов на ртутном катоде является функцией концентрации  $\text{H}^+$ -ионов [1]. Кроме того, значительная концентрация  $\text{H}^+$ -ионов является своеобразным барьером, препятствующим восстановлению накопленного в католите гидроксиламинида в аммиак [2]. Для восстановления  $\text{NO}_3^-$ -ионов также необходим значитель-

ный расход  $H^+$ -ионов (7 г-ионов  $H^+$  на 1 г-ион  $NO_3^-$ ). В водной и уксуснокислой средах из-за сравнительно невысокой концентрации  $H^+$ -ионов кривая накопления  $NH_2OH$  быстро проходит через максимум, чему соответствует быстрый подъем кривой  $NH_3$ . С исчезновением в католите гидросиламина кривая аммиака насыщается, что свидетельствует об отсутствии процесса восстановления, несмотря на значительную концентрацию  $NO_3^-$ -ионов в католите. Из рис. 2 видно, что в этих случаях выделение

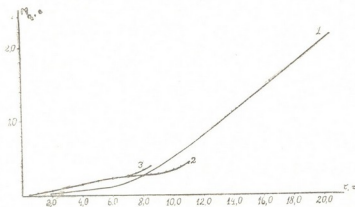


Рис. 2. Кривые выделения водорода (концентрация  $HNO_3$  40 г/л): 1—20%  $H_2SO_4$ , 2—20%  $CH_3COOH$ , 3—водный раствор

водорода происходит с самого начала электролиза с выходом 24—30%. Данные рис. 3 показывают, что в этих средах pH меняется от 0,16 в начале электролиза до 9,24 к моменту прекращения восстановительного процесса. Таким образом, восстановление азотной кислоты в указанных средах приводит к своеобразному „превращению“ кислоты в основаниз. В получаемом к концу электролиза щелочном растворе нитрата аммония образуется амальгама аммония, что приводит к значительному разбуханию ртутного катода.

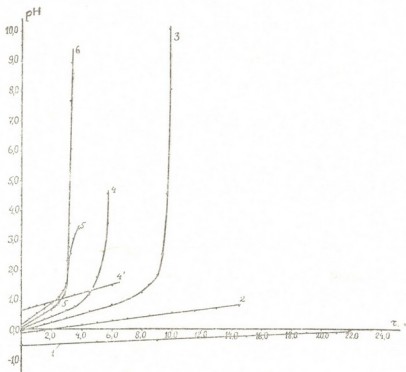


Рис. 3. Кривые изменения pH (концентрация  $HNO_3$  40 г/л): 1—20%  $H_2SO_4$ , 2—10%  $H_2SO_4$ , 3—5%  $H_2SO_4$ , 4—2%  $H_2SO_4$ , 4'—2%  $H_2SO_4$ , (без  $HNO_3$ ), 5—20%  $CH_3COOH$ , 6—водный раствор

В сернокислых средах с увеличением концентрации  $H_2SO_4$  максимальное количество гидросиламина (степень восстановления  $NO_3^-$ -ионов) сильно возрастает. Сдвиг pH в основную область и образование амальгамы аммония наблюдаются (рис. 3) лишь при невысоких концентрациях  $H_2SO_4$  (до 5%), о чем свидетельствует и характерный максимум на кривой  $NH_3$  для случая 5%  $H_2SO_4$  (рис. 1).

Начиная с 10%  $H_2SO_4$ , максимальное количество  $NH_3$  в католите несколько уменьшается (рис. 1). Это объясняется тем, что с ростом кислотности католита процесс выделения водорода, являющийся промежуточным между двумя восстановительными процессами по значению потенциала, интенсифицируется, приводя к уменьшению доли тока, идущей на восстановление  $NH_2OH$  в  $NH_3$ . Это иллюстрируется также кризой 1 на рис. 2, показывающей, что скорость выделения водорода резко возрастает с момента достижения максимума по  $NH_2OH$ . Из рис. 3 видно, что скорость возрастания pH (угол наклона кризиса  $pH-\tau$ ) заметно уменьшается с ростом кислотности католита.

Приведенные результаты показывают сильную зависимость степени восстановления  $NO_3^-$ -ионов в гидроксилами от кислотности католита и позволяют выявить наиболее благоприятную концентрацию  $H_2SO_4$ . Из экспериментальных данных была найдена следующая зависимость:

$$\xi^{1/2} = 4,15 \lg C_{H_2SO_4} + 3,1,$$

где  $\xi$ —степень восстановления  $HNO_3$  в  $NH_2OH$  ( $\xi = \frac{M_{NH_2OH}^{max}}{M_{NH_2OH}^{теор}} \cdot 100\%$ ),  $C_{H_2SO_4}$ —концентрация  $H_2SO_4$  в %. При условии  $\xi = 100\%$   $C_{H_2SO_4} = 46\%$ , что хорошо согласуется с данными прежних исследований об оптимальной 50% концентрации  $H_2SO_4$  [1—3].

Восстановительный процесс в относительно слабокислой среде можно интенсифицировать путем питания католита азотной кислотой в ходе электролиза. Результаты данного метода представлены на рис. 4. В отмеченные стрелками моменты в католит добавлялось по 7,4 г  $HNO_3$  в виде 55% раствора.

### Выводы

1. Изучен последовательно-параллельный процесс восстановления  $HNO_3$  на ртутном катоде в различных средах.
2. Выяснено влияние концентрации  $H^+$ -ионов на длительное восстановление  $NO_3^-$ -ионов; показана возможность электрохимического получения амальгамы аммония в конце электролиза.

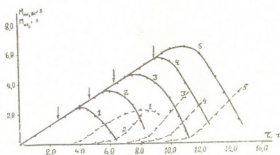


Рис. 4. Кинетические кривые восстановления  $HNO_3$  с питанием (исходная концентрация  $HNO_3$ —90 г/л): 1—без питания, 2—с однократным питанием, 3—с двукратным питанием, 4—с трехкратным питанием, 5—с четырехкратным питанием  
—  $NH_2OH$     - - - -  $NH_3$

3. Обоснован выбор 50% серной кислоты в качестве среды для электросинтеза сульфата гидроксилamina.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт неорганической химии  
и электрохимии  
Тбилиси

(Поступило 26.11.1968)

ფიზიკური ქიმია

რ. ავლაძე (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი), ჯ. კარჩავა,  
რ. კვარაცხელია

სხვადასხვა გარემოში აზოტმჟავას ხანგრძლივი აღდგენის  
ხასიათის შესახებ

რეზიუმე

ნაჩვენებია სხვადასხვა გარემოში ვერცხლისწყლის კათოდზე აზოტმჟავას ხანგრძლივი აღდგენისას  $H^+$ -იონთა თანაობის აუცილებლობა. დასაბუთებულია ჰიდროქსილამინსულფატის ელექტროსინთეზისთვის კათოდში გორდმჟავას თანაობის აუცილებლობა ~ 50%-იანი კონცენტრაციით.

PHYSICAL CHEMISTRY

R. I. AGLADZE, J. E. KARCHAVA, R. K. KVARTSKHELIA

ON THE NATURE OF LONG REDUCTION OF NITRIC ACID IN  
VARIOUS MEDIA

Summary

The necessity is shown of the presence of hydrogen ions in a long reduction of nitric acid on a mercury cathode in various media. The necessary presence of 50 per cent of sulphuric acid in the catholyte for the electrosynthesis of hydroxylamine sulphate has been proved.

ლიტერატურა—ЛИТЕРАТУРА—REFERENCES

1. Р. К. Кварацхелия, Р. И. Агладзе. Электрохимия, 2, 1966, 536.
2. Р. К. Кварацхелия. Сообщения АН ГССР, 37, № 2, 1965, 351.
3. В. Г. Хомяков, М. Я. Фиошин. Химическая промышленность, 6, 1958, 335.



ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

Н. Г. ДЖАВАХИШВИЛИ

ИЗМЕНЕНИЕ СВОЙСТВ МАГНЕЗИАЛЬНЫХ ГИДРОСИЛИКАТОВ ПРИ НАГРЕВАНИИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии К. С. Кутателадзе 7.7.1968)

Для установления оптимальных параметров технологии производства форстеритовых огнеупоров интерес представляет изучение изменения свойств магнезиальных гидросиликатов при нагревании.

Объектом исследования служили серпентинит Цвелисского месторождения ГССР (проба 1), серпентинит (проба 2), магнезитоносный дунит (проба 3), серпентинизированный и магнезитизированный дунит (проба 4) Шоржинского месторождения АрмССР, серпентинит Шорбулахского месторождения АзССР (проба 5), серпентиниты Беденского месторождения (пробы 6, 7, 8), серпентинит Маркопидского месторождения Северного Кавказа (проба 9).

Пробы 1 и 2 характеризуются одним эндотермическим и одним экзотермическим эффектом. Первый вызван дегидратацией серпентина, а второй — перестройкой кристаллической решетки.

Пробы 3 и 4 имеют пять эндотермических и один экзотермический эффект — это эффекты серпентина. Остальные эндотермические эффекты вызваны диссоциацией магнезита, дегидратацией брусита и гидрозакисей железа [ $FeO \cdot OH$ ;  $Fe(OH)_2$ ].

Характерными для проб 5, 6, 7, 8 и 9 являются эндотермические остановки, вызванные содержанием нонтронита (разновидности железистой группы монтморилонитов).

Проба 5, кроме эндо- и экзоэффектов серпентина, имеет еще эндотермический эффект, вызванный дегидратацией пироаурита —  $Mg_6Fe_2(OH)_2[CO_3] \cdot 4H_2O$ , и экзотермический эффект, вызванный окислением титаномагнетита.

Проба 6 характеризуется двумя эндотермическими остановками, вызванными дегидратацией гидрозакисей железа, и эндо- и экзоэффектами серпентина.

У проб 7 и 8 наблюдается расщепление эффекта выделения конституционной воды, что характерно для ломких и полулломких хризотилов [1]. Отмечается также два экзотермических эффекта — окисление титаномагнетита и перестройка кристаллической решетки серпентина. Проба 7 имеет остановку гётита —  $FeO \cdot OH$ , а проба 8 — остановку, вызванную диссоциацией магнезита.

Пробы 9, кроме эндо- и экзоэффектов серпентина, имеют эндоэффекты, вызванные дегидратацией гётита и диссоциацией магнезита.

Величины тепловых эффектов проб определялись с помощью сравнения их площадей с площадью теплового эффекта превращения кварца из  $\beta$ -формы в  $\alpha$ .

Высокими тепловыми эффектами (как эндотермическими, так и экзотермическими) характеризуются пробы 1, 3, 6, незначительными — пробы 5, 7. Среднее место занимают остальные пробы (2, 4, 8, 9). Обратная последовательность соблюдается в величинах температур максимумов эффекта. Низкими температурами максимума эффекта характеризуются пробы 1, 3, 6, высокими — 5, 7.

Для изучения изменения свойств сырья при обжиге куски серпентинитов (размером 3—4 см), а также порошки дунитов (с зерном  $<0,08$  мм) обжигались при температурах 200—1400°C с выдержкой при максимальной температуре 2 часа.

Обожженные образцы подвергались испытанию с определением водопоглощения, пористости, объемного и удельного веса, потери при прокаливании (п. п. п.), изменения размеров (линейных) (табл. 1, 2).

Дегидратация (табл. 1) серпентинитов Грузии вначале незначительна. Заметное выделение воды наблюдается при 600°C, а при 700°C выделяется почти 92% всей содержащейся воды. Кривая дегидратации хорошо согласуется термограммой. Максимум эндотермического эффекта (695°C) соответствует наибольшему выделению воды (700°C). Значительно медленно дегидратируется серпентинит Армении, максимум п. п. п. наблюдается при 900°C.

Дуниты (пробы 3 и 4) характеризуются более высокими показателями п. п. п. При 300—400°C п. п. п. вызвано дегидратацией брусита и гидрозакисей железа, при 500—600°C — диссоциацией магнезита, а при 700—800°C — дегидратацией серпентина. П. п. п. пробы 3 превосходит п. п. п. пробы 4, что вызвано сравнительно большим содержанием в первом брусита и магнезита. Для проб 6 и 9 п. п. п. при 600°C составляет 82%, а для проб 5, 7 — 45%. При 700°C выделяется почти 90% всей содержащейся воды.

Таблица 1

Потери при прокаливании

Температура обжига, °C	% проб								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
200	0,09	0,01	0,21	0,39	0,20	0,47	0,49	0,30	0,61
300	0,37	0,03	3,35	2,22	0,91	0,70	0,79	0,78	0,98
400	0,87	0,07	9,98	6,74	1,75	1,37	1,10	1,08	1,43
500	1,54	0,08	11,13	7,86	5,07	1,67	2,08	2,01	3,08
600	6,70	0,41	17,39	13,06	6,34	11,28	6,48	6,63	12,29
700	11,80	9,56	20,15	16,89	12,02	12,54	12,19	12,06	13,12
800	12,34	10,49	20,28	17,34	12,63	13,03	12,30	15,41	14,26
900	12,37	11,18	20,64	17,54	13,06	13,16	13,20	15,42	14,50

Дегидратация магнезиальных гидросиликатов, перестройка кристаллической решетки, а следовательно, и образование новых минералов вызывают изменение их свойств, в частности пористости, удельного веса и размеров [2].

Пористость (табл. 2), а следовательно, и водопоглощение с повышением температуры до 800—900°C увеличиваются, что связано с дегидратацией магнезиальных гидросиликатов. Повышению пористости способствует также окисление закиси железа. Выше указанной температуры пористость постепенно уменьшается, начинается спекание сырья. Минимального значения она достигает при 1300—1400°C. Повышение температуры обжига выше 1300—1400°C вызывает вспучивание низкоогнеупорного сырья и увеличение пористости (пробы 1, 2, 9).

Как видно из табл. 2, магнезиальные гидросиликаты при обжиге претерпевают большую усадку, достигающую в некоторых случаях около 12%.

С повышением температуры обжига повышается удельный вес, достигающий максимума при 1300—1400°C. Однако уже при температурах 800—900°C, когда полностью заканчивается перестройка кристаллической решетки, удельный вес магнезиальных гидросиликатов достигает высоких величин.

Под микроскопом были исследованы пробы 1, 2, 3, 4, обожженные при различных температурах. На основе микроскопического описания

Таблица 2

Температура, °C	№ п р о б													
	Пористость, %							Линейная усадка, %						
	1	2	5	6	7	8	9	1	2	5	6	7	8	9
100	9,55	0,70	2,39	3,00	4,16	4,73	6,11	—	—	—	—	—	—	—
200	9,55	0,71	2,67	3,01	4,89	4,81	6,12	0,00	0,00	0,00	0,16	0,08	0,08	0,33
300	9,75	0,72	2,70	3,27	5,37	4,90	6,29	0,19	0,00	0,21	0,28	0,15	0,34	0,40
400	10,61	0,73	3,52	3,60	5,93	5,00	6,86	0,60	0,13	0,60	0,55	0,19	0,52	0,62
500	11,25	0,85	9,53	4,03	6,76	5,82	8,63	1,00	0,23	0,73	0,60	0,63	0,71	0,88
600	13,54	0,93	12,48	23,47	13,73	17,10	23,25	2,18	0,58	0,90	2,10	0,91	0,78	2,94
700	28,02	3,32	19,91	24,80	23,49	23,00	24,93	2,23	4,15	2,24	2,79	1,22	1,71	3,14
800	28,18	5,92	22,29	25,54	24,00	25,42	25,45	2,95	4,38	2,37	3,07	1,58	3,46	3,75
900	25,54	8,29	21,31	25,55	21,10	25,73	25,85	3,96	5,00	3,43	3,13	3,64	3,71	4,37
1000	19,61	7,24	15,86	21,58	18,20	21,80	23,71	6,44	5,76	3,70	4,4	4,81	5,28	5,17
1100	9,72	6,90	10,20	7,80	9,17	10,50	8,82	10,36	7,53	9,89	8,50	9,56	9,61	10,04
1200	6,97	5,35	8,57	3,05	3,87	5,61	7,75	11,59	8,94	8,24	10,87	11,14	11,16	10,57
1300	4,93	4,78	4,49	2,01	1,20	2,61	3,91	12,26	9,30	10,81	11,87	12,10	12,59	12,59
1400	6,43	4,84	4,39	2,00	1,24	2,89	4,53	11,93	9,50	11,16	12,08	13,20	12,78	12,76

установлено, что при обжиге образцов от 200 до 1400°C первые изменения происходят при 700°C. Они вызваны обезвоживанием хризотила и антигорита и перестройкой их решетки, что выражается в переходе этих силикатов в криптокристаллическое вещество. Окислы железа, присутствующие в породе в виде магнетита и лимонита, частично или полностью образуют твердые растворы с криптокристаллическим веществом, в результате чего светопреломление повышается.

При 900°C в образцах пробы 2 появляется тонкодисперсной  $MgSiO_3$ , который при 1200°C переходит в  $Mg_2SiO_4$ . При 1300—1400°C образцы состоят из  $Mg_2SiO_4$  и стекловидного вещества с небольшим содержанием магнетита и гематита.

В пробе 1 аналогичные изменения наступают при  $1200^{\circ}\text{C}$ , а полный переход  $\text{MgSiC}_3$  в  $\text{Mg}_2\text{SiO}_4$  происходит только при  $1400^{\circ}\text{C}$ , причем степень кристаллизации  $\text{Mg}_2\text{SiO}_4$  значительно слабее, чем в соответствующих образцах пробы 2.

В пробах 3 и 4 форстерит появляется при  $1200^{\circ}\text{C}$ . Полный переход метасиликата магния в форстерит происходит при  $1300^{\circ}\text{C}$ .

Таким образом, для получения плотного материала (без разрыхления и усадки) для производства форстеритового огнеупора необходимо магнезиальные гидросиликаты Кавказа предварительно обжечь при  $1300^{\circ}\text{C}$  (пробы 1, 2, 8, 9) —  $1400^{\circ}\text{C}$  (пробы 3, 4, 5, 6, 7).

Кавказский институт минерального сырья

(Поступило 9.7.1968)

ქიმიური ტექნოლოგია

### ბ. ჯავახიშვილი

## მაგნეზიალური ჰიდროსილიკატების თვისებების ცვლილება გაზრდისას

### რეზიუმე

შესწავლილია მაგნეზიალური ჰიდროსილიკატების თვისებების ცვლილება გაზრდისას, კერძოდ, შესწავლილია საქართველოს, სომხეთის, აზერბაიჯანისა და ჩრდილოეთ კავკასიის სერპენტინიტები და სომხეთის მაგნეზიტის შემცველი დუნეტი, სერპენტინოზირებული და მაგნეზიტირებული დუნეტი.

დადგენილია, რომ შესწავლილი მაგნეზიალური ჰიდროსილიკატები ქიმიური შემადგენლობით აკმაყოფილებენ ტექნიკურ მოთხოვნებს, რომელიც წაყენება ამ ტიპის ნედლეულებს ფოკსტერიტის ცეცხლამძლეების წარმოებისათვის. ტემპერატურის  $800-900^{\circ}\text{C}$ -მდე აწევით ხდება კრისტალიზაციური წყლის სრული მოცილება, რის შედეგად იზრდება მასის ფორიანობა. ტემპერატურის შემდგომი გაზრდა  $1300-1400^{\circ}\text{C}$ -მდე იწვევს მასის შეცობასა და სათანადო ფორიანობის შემცირებას. ტემპერატურის გაზრდა აღნიშნულ ზღვრებს ზევით იწვევს დაბალცეცხლამძლე ნედლეულის აფუებასა და ფორიანობის გაზრდას.

CHEMICAL TECHNOLOGY

N. G. JAVAKHISHVILI

## CHANGE OF MAGNESIAN HYDROSILICATE PROPERTIES DURING HEATING

### Summary

Change of the properties of magnesian hydrosilicate during heating has been studied particularly of Georgian, Armenian, Azerbaijan and North Caucasian serpentinites and Armenian magnesite-containing dunite and serpentinous and magnesitized dunites.

### ლიტერატურა—ЛИТЕРАТУРА—REFERENCES

1. И. Н. Гинзбург, И. А. Рукавишников. Минералы древней коры выветривания Урала, 1951, 236.
2. А. С. Бережной. ЖПХ, т. XIII, вып. 6, 1940, 325.



ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

В. Н. ГАПРИНДАШВИЛИ, О. А. ДЖАОШВИЛИ, И. Г. ЗЕДГИНИДZE

ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА СТЕПЕНЬ ВОССТАНОВЛЕНИЯ  
ФЛОТАЦИОННЫХ БАРИТОВ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Н. А. Лавдня 29.7.1968)

Основным этапом производства бариевых солей является восстановление баритовых концентратов. В связи с ограниченностью запасов месторождений баритов производство вынуждено переходить на использование флотационных концентратов баритов, что связано с рядом трудностей, обусловленных как возможностью образования «шуб» вследствие мелкодисперсности материала, так и составом, способствующим протеканию ряда побочных реакций, отрицательно влияющих на степень восстановления барита. Поэтому разработка технологии восстановления флотационных баритов приобретает важное практическое значение.

Одним из путей устранения возможности образования «шуб» является предварительная грануляция концентрата. Уменьшения возможности шубообразования можно достичь также путем применения печей кипящего слоя, использованных в настоящей работе. В качестве восстановителя применялась смесь  $H_2-CO$ .

Исследовалось влияние на степень восстановления бария факторов, связанных как с грануляцией концентрата (вид связующего материала, его процентная добавка, время и температура сушки гранул, размер и степень однородности гранул), так и с восстановительным обжигом (температура, время обжига, процентное содержание и количество восстановительного газа, процентная добавка активизирующих веществ).

Для выделения из вышеперечисленных факторов существенных был применен метод случайного баланса. Два уровня исследуемых факторов приведены в табл. 1. Влияние степени однородности гранул учитывалось применением в одном случае гранул строго определенного размера (нижний уровень), а в другом — смешанной фракции (доведенной), включающей все гранулы с размерами меньше заданного. Процентная добавка связующего вещества бралась из расчета, чтобы как в случае бентонита (данные без скобок), так и в случае жидкого стекла (данные в скобках) в шихту вносилось бы одинаковое количество  $SiO_2$ .

Для получения случайно-сбалансированного плана исследуемые факторы  $\xi_1, \xi_2, \dots, \xi_{10}$  были разбиты на две равные группы и для каждой из них использовалась полуреплика от факторного эксперимента типа  $2^5$  (табл. 2).

Рандомизировав по таблице случайных чисел [1] строки приведенной полуреплики отдельно для каждой группы переменных, мы полу-

Таблица 1

Условия планирования эксперимента		Закодированные уровни факторов $x_i =$	
		- 1	+ 1
Ф а к т о р ы			
$t_{10}$	— температура обжига, °С	800	900
$\xi_2$	— соотношение $H_2/CO$ в восстановительном газе	60/40	80/20
$t_4$	— время обжига, мин	20	40
$t_4$	— подача газа в дутье, л/мин	2	4
$t_4$	— вид гранулятора	бентонит	жидк. стекло
$\xi_3$	— гранулометрия шихты, $\mu$	200	560
$t_4$	— степень однородности гранул	строго определенного размера	доведенная
$\xi_8$	— процентная добавка активизатора, $(CaSO_4)$	0	10
$\xi_9$	— процентная добавка гранулятора,	1	5
$\xi_{10}$	— температура сушки гранул, °С	(2)	(3)
		110	350

чили два подплана, объединение которых и дало общую матрицу планирования  $X$ , приведенную в табл. 3. Во втором и третьем столбце

Таблица 2

Полурезлика от полного факторного эксперимента типа  $2^8$

№ опыта	Первая группа переменных				
	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$
	Вторая группа переменных				
	$x_6$	$x_7$	$x_8$	$x_9$	$x_{10}$
1	+	+	+	+	+
2	+	+	+	-	-
3	+	+	-	+	-
4	+	+	-	-	+
5	+	-	+	+	-
6	+	-	+	-	+
7	+	-	-	+	+
8	+	-	-	-	-
9	-	+	+	+	-
10	-	+	+	-	+
11	-	+	-	+	+
12	-	+	-	-	-
13	-	-	+	+	+
14	-	-	+	-	-
15	-	-	-	+	-
16	-	-	-	-	+

табл. 3 приведена последовательность строк, полученная для каждой из групп переменных.

Согласно условиям экспериментирования (табл. 3) были реализованы опыты, давшие результаты, приведенные в столбце  $Y^0$ .

Использованный в опытах маднелульский флотационный барит содержал в основном следующие компоненты:  $BaSO_4$ —88,84%,  $SrSO_4$ —1,66%,  $SiO_2$ —6,10%,  $R_2O_3$ —2,5% и др.

Выделение существенных факторов осуществлялось согласно модифицированному методу случайного баланса [3] путем построения диаграмм рассеяния для каждого из 10 факторов. Эффекты визуально выделенных

на первом этапе согласно диаграммам рассеяния существенных факторов  $\xi_1$  и  $\xi_9$  были оценены и проверены на значимость согласно методике, изложенной в работе [2].

Модифицированные данные  $Y^1$  (см. столбец  $Y^1$  табл. 3) получены из исходных данных  $Y^0$  путем исключения влияния выделенных эффектов на выход. Последовательное применение вышеуказанной процедуры позволило за пять этапов выделить все существенные линейные эффекты и ряд значимых эффектов взаимодействия.

Таблица 3

Матрица планирования X и результаты экспериментов

№ опыта	Факторные комбинации		Уровни факторов										Y <sup>o</sup>	Y <sup>I</sup>	Y <sup>II</sup>	Y <sup>III</sup>	Y <sup>IV</sup>
	x <sub>1</sub> ÷ x <sub>8</sub>	x <sub>6</sub> ÷ x <sub>10</sub>	x <sub>1</sub>	x <sub>2</sub>	x <sub>3</sub>	x <sub>4</sub>	x <sub>5</sub>	x <sub>6</sub>	x <sub>7</sub>	x <sub>8</sub>	x <sub>9</sub>	x <sub>10</sub>					
1	14	11	-	-	+	-	-	+	-	+	+	+	(2,41	69,25	69,25	74,95	74,95
2	7	1	+	-	-	+	+	+	+	+	+	-	57,87	59,37	66,83	78,81	72,94
3	15	9	-	-	-	+	+	-	+	+	+	-	66,68	73,52	73,52	79,80	76,30
4	13	13	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-	59,62	66,46	66,46	72,74	72,74
5	16	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	64,86	71,70	71,70	77,40	73,30
6	9	12	-	+	+	+	+	-	+	-	-	-	70,52	70,52	77,98	77,98	74,48
7	3	14	+	+	-	+	-	-	-	+	-	-	69,65	64,31	64,31	76,29	76,29
8	12	16	-	+	+	-	-	-	-	-	-	+	57,76	57,76	65,22	70,92	70,92
9	1	3	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	66,50	68,00	75,46	81,16	75,29
10	5	4	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	77,47	72,13	72,13	77,83	75,46
11	2	8	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	84,23	78,89	78,89	78,89	73,02
12	8	10	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	76,65	70,71	70,71	76,99	73,49
13	6	5	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+	58,95	60,45	67,91	74,19	71,82
14	10	6	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	59,57	59,57	67,63	79,01	73,14
15	11	7	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	70,42	77,26	77,26	77,26	74,89
16	4	2	+	-	-	-	+	+	+	+	-	-	77,56	72,22	72,22	78,50	76,13

Регрессивное уравнение в кодированных переменных  $x$  имело следующий вид:  $\hat{y} = 67,52 + 2,67 x_1 + 1,19 x_6 - 3,14 x_8 - 3,42 x_9 - 2,85 x_1 x_4 - 3,73 x_1 x_9 + 1,75 x_2 x_3$ .

Анализ этого уравнения показывает, что степень восстановления флотационных баритов в исследуемой области факторного пространства, определяемой условиями табл. 1, повышается: а) при увеличении температуры обжига ( $\xi_1$ ), б) при применении более крупного материала ( $\xi_6$ ), в) при уменьшении процентной добавки гранулятора ( $\xi_8$ ) и активизатора ( $\xi_9$ ).

Так как остальные факторы были признаны несущественными, не оказывающими значительного влияния на степень восстановления флотационных баритов, появилась возможность выбора экономически более эффективного режима восстановления: время обжига — 20 мин (вместо 40), подача газа в дутье — 2 л/мин (вместо 4), применение доведенной фракции, бентонита в виде гранулятора, меньшего количества добавки гранулятора, низкая температура сушки гранул — 110° (вместо 350°).

В вышеперечисленных условиях при соотношении  $H_2/CO$ , равном 70/30, отсутствии добавки активизатора и применении зерен с крупностью 560 мк было реализовано крутое восхождение [4] по выделенным существенным факторам  $\xi_1$  и  $\xi_9$ . За три шага крутого восхождения выход сульфида бария был повышен с 67,00% при исходном рецепте  $\xi_1 = 850^\circ$ ,  $\xi_9 = 3,5\%$  до 90,61% при рецепте  $\xi_1 = 950^\circ$ ,  $\xi_9 = 2,0\%$ , т. е. в 1,35 раза.

Таким образом, путем применения модифицированного метода случайного баланса из 10 исследуемых независимых переменных выде-

лены существенные факторы, по которым реализовано крутое восхождение, позволившее повысить выход сульфида бария до 91%, и с учетом несущественности всех остальных факторов рекомендованы условия, обеспечивающие проведение восстановления флотационных баритов в экономически более благоприятных условиях.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт неорганической химии  
и электрохимии

(Поступило 18.9.1968)

კიბიური ტექნოლოგია

ვ. გაპრინდაშვილი, ო. ჯაოშვილი, ი. ზედგინიძე

ფლოტაციური ბარიტების აღდგენის ხარისხზე მოქმედი ფაქტორები  
რეზიუმე

რესწავილია ბარიუმის ფლოტაციური კონცენტრატის ბარიუმის სულფიდამდე აღდგენის პროცესზე მოქმედი ძირითადი ფაქტორების გავლენა თანამედროვე მათემატიკური სტატისტიკის მეთოდების გამოყენებით. წინასწარ შედგენილი შემთხვევითად დაბალანსებული გეგმის საფუძველზე ათი შესასწავლი დამოუკიდებელი ცვლადიდან გამოყოფილია არსებითი ფაქტორები. მიღებულია აღდგენის პროცესის აღწერილი მათემატიკური მოდელი და შემუშავებულია რეკომენდაციები ბარიუმის ფლოტაციური კონცენტრატის გადამუშავების ტექნოლოგიის გაუმჯობესებისათვის.

CHEMICAL TECHNOLOGY

V. N. GAPRINDASHVILI, O. A. JAOSHVILI, I. G. ZEDGINIDZE

## FACTORS AFFECTING THE REDUCTION RATE OF FLOTATIVE BARITES

Summary

The influence is studied of basic effective factors on the reduction of flotative concentrate of barites to barium sulphide by using modern methods of mathematical statistics.

On the basis of a randomly balanced plan, worked out in advance, essential factors are singled out, a mathematical model describing the reduction process is obtained, and some recommendations for improved re-processing technology of flotative concentrate of barites is developed.

ლიტერატურა—ЛИТЕРАТУРА—REFERENCES

1. В. В. Налимов. Применение математической статистики при анализе вещества. М. 1960.
2. И. Г. Зедгинидзе. Сообщения АН ГССР, XLVI, № 2, 1967.
3. И. Г. Зедгинидзе. Труды проблемной лаборатории автоматки и вычислительной техники ГПИ им. В. И. Ленина, 1967.
4. И. Г. Зедгинидзе, Н. Р. Момцелидзе, Н. Н. Ломинадзе. Сообщения АН ГССР, XLIII, № 1, 1966.



ФАРМАКОХИМИЯ

Г. В. ЦАГАРЕИШВИЛИ, Г. С. БАШУРА

**К ВОПРОСУ РЕОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ  
 СУЛЬФАНИЛАМИДНЫХ МАЗЕЙ, ПРИГОТОВЛЕННЫХ  
 НА АСКАНКОЛЕ**

(Представлено академиком В. С. Асатиани 23.6.1968)

Изучение вопросов структурообразования в бентонитовых мазевых основах имеет большое значение для научного обоснования регулирования консистенции (структурно-механических свойств) мазей, от которой в значительной степени зависят терапевтическая эффективность лекарственной формы, технологические процессы производства мазей и т. д.

Ранее [1] нами было показано, что 10% водные суспензии бентонитов (тиха-аскане и черкасский бентонит), применяющиеся в качестве мазевых основ, и мази-суспензии, приготовленные на этих основах, обладают отчетливо выраженными тиксотропными свойствами, что обусловлено наличием в системе внутренней структуры.

В настоящей работе нами представлены результаты изучения структурно-механических свойств мазевой основы — асканкола и мазей, приготовленных на этой основе: стрептоцида и норсульфазола, растворимых и нерастворимых сульфадимезина, фталазола, сульфацила, этазола, с целью получения объективных числовых показателей консистенции — пластической вязкости. Результаты исследования представлены в таблице.

Измерения пластической вязкости основы без предварительного разрушения ее внутренней структуры не приводили к воспроизводимым результатам.

В связи с этим была исследована методика, которая предусматривает предварительное разрушение структуры исследуемой системы и нахождение зависимости между нагрузкой и градиентом скорости.

Определения пластической вязкости основы и мазей проводились после разрушения их структуры энергичным и однообразным вращением внутреннего цилиндра вискозиметра в течение 3 минут. Измерение вязкости должно проводиться сразу же после разрушения струк-

туры, так как в неподвижном состоянии начинает сказываться влияние структурообразования, что приводит к неточному определению. При таких условиях получаются воспроизводимые результаты и предел ошибки при измерении пластической вязкости для асканкола составляет 10,5%, а для мазей на этой основе — от 2,7 до 9,2%.

Пластическая вязкость асканкола и мазей на его основе

№ п/п	Наименование исследуемой системы	Пластическая вязкость (пуаз) из опытов	Средняя вязкость	Максимальное отклонение к среднему значению, %
1	Асканкол с неразрушенной внутренней структурой	10,1; 9,5; 7,1; 11,9; 7,5; 7,6; 10,9; 8,7; 9,4; 7,6.	9,0	32,2
2	Асканкол с предварительным разрушением структуры	7,7; 8,4; 7,3; 8,3; 6,8; 7,3; 8,2; 7,7; 6,8; 7,2.	7,6	10,5
3	10% мазь нерастворимого стрептоцида с разрушенной структурой	9,5; 9,5; 9,6; 9,8; 9,6; 9,5; 10,1; 9,3; 9,2; 10,0.	9,6	5,2
4	3% мазь нерастворимого стрептоцида с разрушенной структурой	5,6; 5,5; 5,6; 5,6; 5,3; 5,1; 5,9; 5,3; 5,1; 5,7.	5,4	9,2
5	3% мазь растворимого стрептоцида с разрушенной структурой	5,3; 5,3; 5,1; 5,6; 5,1; 5,7; 5,3; 5,3; 5,1; 5,6.	5,3	7,5
6	3% мазь фталазола с разрушенной структурой	9,2; 9,5; 9,4; 9,2; 9,3; 9,5; 9,2; 9,5; 9,7; 9,5.	9,4	3,1
7	3% мазь нерастворимого нерсульфазола с разрушенной структурой	6,7; 6,8; 6,8; 6,7; 6,7; 6,1; 6,3; 6,3; 6,7; 6,7.	6,6	9,0
8	3% мазь растворимого нерсульфазола с разрушенной структурой	7,7; 7,3; 7,7; 7,8; 7,5; 7,3; 7,4; 7,3; 7,8; 7,3;	7,5	4,0
9	3% мазь сульфадимезина с разрушенной структурой	8,2; 8,3; 8,2; 9,0; 9,0; 8,5; 8,7; 8,2; 8,3; 8,8.	8,5	5,8
10	3% мазь этазола с разрушенной структурой	8,2; 8,4; 8,1; 8,7; 8,4; 8,0; 8,9; 8,9; 8,8; 8,8.	8,5	4,7
11	33% серная мазь с разрушенной структурой	8,9; 9,0; 9,3; 9,3; 9,0; 8,8; 8,9; 9,3; 9,1; 9,0.	9,0	3,3
12	10% мазь окиси цинка с разрушенной структурой	10,3; 10,0; 10,1; 10,3; 9,8; 10,1; 10,0; 10,1; 9,9; 10,1.	10,0	3,0
13	10% мазь ксероформа с разрушенной структурой	11,1; 11,0; 11,1; 11,1; 11,0; 10,7; 10,9; 11,0; 11,0; 11,1.	11,0	2,7

Исследования показали, что изучаемые дисперсные системы обладают разной по значению пластической вязкостью, что зависит от физико-химических свойств лекарственных веществ. Наиболее высокая вязкость обнаружена у мазей с ксероформом, окисью цинка, стрептоцидом, фталазолом (соответственно 11,0; 10,0; 9,6 и 9,4 пуаз).

Выводы

1. Показано, что объективная оценка консистенции асканкола и мазей на этой основе может быть получена только после разрушения внутренней структуры этих систем.

2. Определена пластическая вязкость асканкола и мазей на этой основе с сульфаниламидами (стрептоцид и норсульфазол — растворимые и нерастворимые, сульфадимезин, этазол фталазол), окисью цинка, серой, ксероформом, желтой окисью ртуты, дерматолом, которая может быть использована в качестве объективного показателя их консистенции.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт фармакохимии  
им. И. Г. Кутателадзе

(Поступило 25.6.1968)

ფარმაცოლოგია

ზ. ვაზარეიშვილი, ზ. ბაზურა

ასკანკოლზე დამზადებული სულფანილამიდური მალამოების  
რეოლოგიური გამოკვლევის საკითხისათვის

რეზიუმე

შრომის ძირითად მიზანს შეადგენდა მალამოს ბენტონიტური ფუძის — ასკანკოლისა და მასზე დამზადებული ზოგიერთი სულფანილამიდური მალამოს სტრუქტურულ-მექანიკური თვისებების შესწავლა მათი კონსისტენციისა და პლასტიკური სიბლანტის ობიექტური ციფრობრივი მაჩვენებლების მიღების მიზნით.

განსაზღვრულია ასკანკოლისა და მასზე დამზადებული სულფანილამიდების შემცველი მალამოების (სტრუქტოციდი და ნორსულფაზოლი—წყალში ხსნადი და უხსნადი, სულფოდიმეზინი, ეთაზოლი, ფთალაზოლი), აგრეთვე ასკანკოლზე დამზადებული თუთიის ქანგის, გოგირდის, კსეროფორმის, დერმატოლის, სინდიცის ყვითელი ქანგის მალამოთა პლასტიკური სიბლანტის დამახასიათებელი ობიექტური ციფრობრივი მაჩვენებლები.

დადგენილია, რომ როგორც ასკანკოლის, ისე მასზე დამზადებული მალამოების კონსისტენციის ობიექტური შეფასებისათვის საჭიროა ამ სისტემათა სტრუქტურის წინასწარი დაშლა.

PHARMACEUTICAL CHEMISTRY

G. V. TSAGAREISHVILI, G. S. BASHURA

ON A RHEOLOGICAL INVESTIGATION OF SULPHANILAMID  
LINIMENTS PREPARED ON ASKANKOL

## Summary

The plastic viscosity of the consistency of liniments, prepared on askankol, has been determined. Preliminary destruction of the inner structure of these systems has been found necessary for objective estimation of askankol and the liniments.

## ლიტერატურა—ЛИТЕРАТУРА—REFERENCES

1. М. А. Жакова, Г. В. Цагарейшвили, Г. С. Башура. Сообщения АН СССР, 45, № 1, 1967.





ФАРМАКОХИМИЯ

Р. М. ЛАГИДЗЕ, Т. Е. ХОШТАРИЯ, Н. С. САНИКИДЗЕ

СИНТЕЗ СУЛЬФАНИЛАМИДНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ТИПА  
 МАРФАНИЛА

(Представлено академиком В. С. Асатиани 14.7.1968)

Одним из наиболее эффективных физиологически активных веществ, действующих на возбудителей газовой гангрены и некоторых анаэробных патогенных микробов, является амид п-бензylaминосulьфонокислоты — марфанил [1—3]. Ниже приводится описание синтеза структурных аналогов марфанила на основе 3-(п-этилфенил)-1-бромбутана (I) [4]. Хлорсульфированием соединения (I) получен 3-(этилфенилсульфохлорид)-1-бромбутан (II). Взаимодействием соединения (II) с аммиаком и различными аминами осуществлен синтез соответствующих сульфонамидов (III—XII). Кватернизацией (VI) и (VII) йодистым метилом, 3-фенил-1-бромбутаном, 3-(п-этилфенил)-1-бромбутаном, 3-(п-ксилил)-1-бромбутаном и 3-(п-этилфенил)-N-гуанидилсульфонамид)-1-бромбутаном были получены с хорошими выходами их четвертичные аммониевые соли (XIII—XIX).

Синтезированные на основе (III), (VIII) и (IX) меркаптопроизводные (XX—XXII) заслуживают интерес как антитоды тяжелых металлов и радиопротекторы.

$C_{12}H_{16}BrClO_2S$  (II). К 50 г (I) с т. кип.  $73-5^{\circ}$  (1—2 мм),  $n_D^{20}$  1,5335 [4] при охлаждении до  $-5^{\circ}$  и перемешивании добавляли 72 г  $HOSO_2Cl$ . Реакцию проводили при  $25^{\circ}$  в течение 2 часов. Смесь выливали в ледяную воду и извлекали эфиром (50 мл×5). Экстракт промыт водой, высушен над  $Na_2SO_4$ , растворитель отогнан и остаток расфракционирован. Количество (II) — 56 г.

$C_{12}H_{18}BrNO_2S$  (III). Смесь 20 г (II) и 10 мл 25% водного раствора  $NH_3$  оставляли стоять при комнатной температуре в течение 2 часов, жидкость отделяли и остаток растворяли в 5% растворе  $NaOH$ , фильтровали и продукт осаждали концентрированным раствором  $HCl$ . Полученное таким путем воскообразное вещество несколько раз промывали водой и сушили в вакууме над  $P_2O_5$ . Количество (III) — 15,5 г.

$C_{12}H_{20}N_2O_2S$  (IV). К 20 г (II) ежедневно в течение 6 дней добавляли свежие порции 25% раствора  $NH_3$ . Твердый продукт реакции растворяли в этаноле и перколировали несколько раз через  $Al_2O_3$ . Растворитель отгоняли и остаток обрабатывали в условиях, описанных в предыдущем опыте. Количество (IV) — 13,5 г.

$C_{14}H_{24}N_2O_2S$  (V). 20 г (II) и раствор 36 г  $CH_3NH_2$  в 50 мл этанола нагревали в запаянной ампуле при  $60^{\circ}$  в течение 10 часов. Смесь разбавляли водой и экстрагировали эфиром (30 мл×10).

Экстракт тщательно промывали водой и сушили над  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ . Растворитель отгоняли. Фракционированием остатка получено 14,4 г (V).

(VI—VIII), (X), и (XI) синтезированы в аналогичных условиях. Из них (X) и (XI) — кристаллические вещества. (X) перекристаллизовывали из 50% этанола, а (XI) — из воды.

Хлоридрат  $\text{C}_{16}\text{H}_{29}\text{N}_2\text{ClO}_2\text{S}$  (XII) получали взаимодействием (VI) с насыщенным раствором  $\text{HCl}$  в абсолютном эфире и осаждением его из спиртового раствора путем добавления эфира.

$\text{C}_{13}\text{H}_{20}\text{BrN}_2\text{O}_2\text{S}$  (IX). К свежеприготовленному раствору 27 г азотнокислого гуанидина и 30 мл 50%  $\text{NaOH}$ , при охлаждении и перемешивании добавляли раствор 20 г (II) в 50 мл ацетона. Через полчаса смесь подкисляли  $\text{CH}_3\text{COOH}$ , ацетон отгоняли и оставшуюся массу выливали в воду. Осадок промывали водой и перекристаллизовывали из этанола (20,3 г).

$\text{C}_{17}\text{H}_{31}\text{IN}_2\text{O}_2\text{S}$  (XIII). К 5 г (VI) приливали 2 мл  $\text{CH}_3\text{I}$  и оставляли при комнатной температуре 5—6 дней. Избыток  $\text{CH}_3\text{I}$  отгоняли, остаток промывали абсолютным эфиром, растворяли в этаноле и пере-

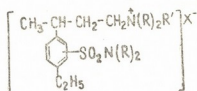













Таблица I

№	R	R'	X	Выход, %	Найдено, %		Вычислено, %	
					Hal	N	Hal	N
XIII <sup>a</sup>	$\text{CH}_3$	$\text{CH}_3$	J	72,7	27,60 27,65	6,20 6,30	27,97	6,16
XIV	$\text{CH}_3$	$\text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2$ 	Br	72,8	14,90 14,97	5,37 5,61	15,23	5,33
XV	$\text{CH}_3$	$\text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2$ 	Br	81,2	14,19 14,16	4,89 4,95	14,46	5,06
XVI	$\text{CH}_3$	$\text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2$ 	Br	74,7	14,70 14,59	5,18 5,32	14,46	5,06
XVII	$\text{C}_2\text{H}_5$	$\text{CH}_3$	J	77,4	24,65 24,71	5,69 5,60	24,90	5,49
XVIII	$\text{C}_2\text{H}_5$	$\text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2$ 	Br	81,8	13,40 13,29	4,60 4,62	13,13	4,59
XIX <sup>b</sup>	$\text{C}_2\text{H}_5$	$\text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2$ 	Br	45,4	10,66 10,59	9,96 9,93	10,95	9,58

а) Т. пл. 158—159°; б) т. пл. 187—188°, (XIV—XVIII) — стеклообразные вещества.



Таблица 2

№	X	R	Выход, %	Т. кип. (Р в мм) или Т. пл.	Найдено, %					Вычислено, %				
					C	H	Hal	N	S	C	H	Hal	N	S
II <sup>a</sup>	Cl	Br	79,5	179—180 (1—2)	42,13 42,20 44,88	4,27 4,29 5,43	23,21 23,27 24,75	—	9,87 9,88 9,70	42,41	4,71	23,56	—	9,41
III	NH <sub>2</sub>	Br	82,4	—	44,91 55,56 55,91	5,34 7,52 7,56	24,77	4,34 4,44	9,82	45,00	5,02	25,00	4,37	10,00
IV	NH <sub>2</sub>	NH <sub>2</sub>	89,9	133—135	55,56 55,91	7,52 7,56	—	10,70 10,74	12,2 12,23	56,25	7,81	—	10,93	12,50
V <sup>d</sup>	NHCH <sub>3</sub>	NHCH <sub>3</sub>	86,2	204—206 (0,5—1)	58,86 58,84	8,70 8,75	—	10,16 10,15	10,97 10,95	59,15	8,45	—	9,85	11,26
V <sup>e</sup>	N(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	N(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	89,0	153—153,5 (0,5—1)	61,20 61,25	8,60 8,80	—	8,90 8,91	9,88 10,61	61,53	8,97	—	8,97	10,25
VII <sup>f</sup>	NEt <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	NEt <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	86,7	163—164 (0,5—1)	65,50 65,29	10,18 10,20	—	7,86 7,80	8,40 8,48	65,21	9,79	—	7,60	8,69
VIII <sup>g</sup>		Br	78,9	213 (1)	52,28 52,30	6,40 6,45	20,27 20,31	3,88 3,83	7,93 7,99	52,57	6,70	20,61	3,60	8,24
IX		Br	95,3	183—184	43,34 43,29	5,34 5,42	21,75 21,62	11,45 11,41	8,73 8,55	43,09	5,52	22,09	11,60	8,83
X		N(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	32,5	167—169	55,52 55,49	8,16 8,20	—	16,90 17,21	9,60 9,52	55,21	7,97	—	17,17	9,81
XI		N(C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> ) <sub>2</sub>	36,0	159—160	56,88 56,86	8,20 8,41	—	15,20 16,15	8,69 8,80	57,02	8,47	—	15,83	9,03
XII	N(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	N(C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> ) <sub>2</sub> Cl	81,8	—	—	—	9,02 9,87	8,13 7,98	—	—	—	10,18	8,03	—
XX	NH <sub>2</sub>	SH	75,7	200 (1,5·10 <sup>-3</sup> )	52,80 52,91	7,13 7,16	—	5,18 5,00	23,31 23,21	52,74	6,95	—	5,12	23,44
XXI		SH	68,6	168—170 (1,5·10 <sup>-3</sup> )	59,98 59,75	7,60 7,88	—	4,03 4,00	18,5 18,46	59,81	7,91	—	4,10	18,76
XXII		SH	42,3	202—2,4	49,40 49,33	6,47 6,41	—	13,45 13,22	2,10 19,99	49,52	6,66	—	13,33	20,31

Примечание к табл. 2:

- а)  $n_D^{20}$  1,5654,  $d_4^{20}$  1,4720,  $MR_D$  75,16; выч. 75,25. Найдено, %: Cl 10,92; 10,93.  
 Вычислено, %: Cl 10,45;  
 б)  $n_D^{20}$  1,5388,  $d_4^{20}$  1,1123,  $MR_D$  79,95; выч. 79,06;  
 в)  $n_D^{20}$  1,5207,  $d_4^{20}$  1,0659,  $MR_D$  89,08; выч. 88,97;  
 г)  $n_D^{20}$  1,5121,  $d_4^{20}$  1,0292,  $MR_D$  107,31; выч. 107,44;      д)  $n_D^{20}$  1,5423;  
 (XII)—стеклообразное вещество; (III)—неперегоняющееся масло.

кристаллизовывали путем добавления к спиртовому раствору абсолютного эфира по каплям до появления мутны (6,4 г).

Продукты кватернизации (XIV—XIX) получали в аналогичных условиях.

$C_{12}H_{19}NO_2S_2$  (XX)—смесь 15,5 г. (III), 4 г тиомочевины и 20 мл этанола кипятили на водяной бане в течение 6—7 часов. Затем добавляли 20 мл 20% водного раствора NaOH и нагревали в атмосфере  $N_2$  при 40—50° в течение 5 часов. По охлаждении реакционную смесь подкисляли концентрированной HCl. Продукт реакции экстрагировали эфиром. Эфирный раствор промывали водой и сушили над  $Na_2SO_4$ . После удаления растворителя остаток перегоняли в вакууме. Получено 10 г (XX).

Меркаптосоединения (XXI) и (XXII) были получены в аналогичных условиях. (XXII) — кристаллическое вещество (из этанола).

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

Грузинский политехнический  
 институт им. В. И. Ленина

(Поступило 16.7.1968)

ფარმაცოქიმიის

რ. ლაღიძე, თ. ხოშტარია, ნ. სანიკიძე

მარფანილის ტიპის სულფანილამიდური ნამრთების სინთეზი  
 რეზიუმე

3-(პ-ეთილფენილსულფოქლორიდ)-1-ბრომბუტანის ურთიერთქმედებით სხვადასხვა ამინებთან განხორციელებულია მარფანილის ტიპის რამდენიმე ახალი სულფანილის, მისი ზოგიერთი მერკაპტოწარმოებულისა და მეოთხეული ამონიუმის მარილების სინთეზი.

PHARMACEUTICAL CHEMISTRY

R. M. LAGIDZE, T. E. KHOSHTARIA, N. S. SANIKIDZE

SYNTHESIS OF MARPHANIL-TYPE SULPHANILAMIDE COMPOUNDS  
 Summary

Interaction between 3-(p-ethylphenylsulphochloride)-1-bromobutane and various amines has resulted in a synthesis of a number of marphanil-type new sulphonamides, as well as of some of their mercaptoderivatives and of quaternary ammonium salts.

ლიტერატურა—ЛИТЕРАТУРА—REFERENCES

1. К. Д. Неницеску. Органическая химия, М., 1963, 461.
2. Л. М. Модель. Клиническая медицина, 12, 1944, 21.
3. Н. Я. Денисова. Сб. трудов Харьковского научно-исслед. ин-та вакцин и сыворотки им. Мечникова, 21, 1955, 157.
4. Р. М. Лагидзе, А. И. Двалишвили... Сообщения АН ГССР, 41, № 2, 1966.



ФАРМАКОХИМИЯ

Э. Д. ГИОРГБИАНИ, Н. Ф. КОМИССАРЕНКО

ДЕЙСТВИЕ ЙОДИСТОВОДОРОДНОЙ И ХЛОРИСТОВОДОРОДНОЙ КИСЛОТ НА ПРОИЗВОДНЫЕ КУМАРИНА

(Представлено академиком В. С. Асатиани 24.7.1968)

При доказательстве структуры некоторых групп полифенольных соединений для отщепления боковых цепей с С—С-связями метоксигрупп и других алкоксигрупп нашла широкое применение йодистоводородная кислота в среде жидкого фенола с уксусным ангидридом [1, 2].

Представляло значительный интерес действие упомянутой реакционной смеси на производные кумарина, так как в их структуре имеются различные алкильные боковые радикалы, связанные с ядром кумарина или фурукумарина как С—С, так и простыми эфирными связями.


При проведении указанной реакции с производными кумарина можно ожидать дезметилирование таких соединений, как бергаптен, сфондин и др., а также отщепление боковых радикалов, связанных с ядром кумарина или фуранового кольца посредством углерода. Если рассматривать фурановое кольцо как алкилзаместитель с С—С связью по отношению к кумариновому ядру, то не исключена возможность отщепления и фуранового кольца.

Исходя из вышеизложенных соображений нами проведены исследования по выяснению влияния йодистоводородной кислоты в среде жидкого фенола и уксусного ангидрида на 18 приведенных в таблице природных кумаринов и фурукумаринов с учетом различного расположения разных заместителей в их ядре.

Нами установлено, что воздействием реакционной смеси при температуре 130°C на метилированные кумарины и фурукумарины (см. таблицу, вещества III, IV, V, VII, X, XII, XVI, XVII) в основном получается кумарин. Подобный результат получен и при обработке веществ с алкильными боковыми радикалами, связанными с ядром кумарина и фурукумарина С—С-связями (вещества IV, XI, XII, XIII, XIV).

Особенно интересно было изучить воздействие вышеупомянутой реакционной смеси на оксипроизводные кумарина и фурукумарина (вещества VIII, XI). Оказалось, что и оксигруппы в данном классе соединений не препятствовали образованию кумарина.

Таким образом, все исследованные вещества, относящиеся к различным группам природных кумаринов, под действием йодистоводо-

№	Название	Положение заместителей в ядре			
I	Кумарин	$\widehat{5}$ H	$\widehat{6}$ H	$\widehat{7}$ H	$\widehat{8}$ H
II	Умбеллиферон	H	H	-OH	H
III	Герниарин	H	H	-OCH <sub>3</sub>	H
IV	Остол	H	H	-OCH <sub>3</sub>	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_2-\text{CH}=\text{C} \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$
V	Метилдафноретин	H	H		H
VI	Псорален	$\widehat{5}$ H	$\widehat{4^1}$ H	$\widehat{5^1}$ H	$\widehat{8}$ H
VII	Бергаптен	-OCH <sub>3</sub>	H	H	H
VIII	Ксаитотоксол	H	H	H	-OH
IX	Императорин	H	H	H	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\   \\ -\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{C} \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$
X	Изопимпнеллин	-OCH <sub>3</sub>	H	H	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\   \\ -\text{OCH}_3 \end{array}$
XI	Аллоимператорин	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\   \\ -\text{CH}_2-\text{CH}=\text{C} \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$	H	H	-OH
XII	Пейцеданин	H	-OCH <sub>3</sub>	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \diagup \\ -\text{CH} \\ \diagdown \\ \text{CH}_3 \end{array}$	H
XIII	Пранцимгин	$\widehat{5}$ H	$\widehat{4^1}$ H <sub>2</sub>	$\widehat{5^1}$ $\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C} \\ \diagup \\ \text{C} \\ \diagdown \\ \text{H}_3\text{C} \end{array}$	$\widehat{8}$ H $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\   \\ \text{OOC}-\text{CH}=\text{C} \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$
XIV	Ангелицин	$\widehat{5}$ H	$\widehat{6}$ H	$\widehat{5^1}$ H	$\widehat{4}$ H
XV	Избергаптен	-OCH <sub>3</sub>	H	H	H
XVI	Сфондин	H	-OCH <sub>3</sub>	H	H
XVII	Пимпнеллин	-OCH <sub>3</sub>	-OCH <sub>3</sub>	H	H
XVIII	Атамантин	$\widehat{5,6}$ H <sub>1</sub> H	$\widehat{5^1}$ $\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C} \\ \diagup \\ \text{C} \\ \diagdown \\ \text{H}_3\text{C} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\   \\ \text{OCOC}-\text{CH} \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$	$\widehat{4^1}$ $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\   \\ \text{OCOC}-\text{CH} \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$

родной кислоты в среде жидкого фенола и уксусного ангидрида расщепляются до простейшего представителя этого класса соединений — кумарина.

Эту реакцию можно с успехом применять для определения кумариновой природы нового соединения.

Кроме того, мы провели работы для выяснения влияния концентрированной соляной кислоты в среде жидкого фенола и уксусного ангидрида на все кумарины, приведенные в таблице. Было установлено, что этой смесью метилированные оксикумарины, кроме кумарина, дают и их оксипроизводные. В фурукумаринах реакция проходит более сложно.

0,5 г исследуемого вещества смешивают с 0,5 мл жидкого фенола, добавляют 3 мл 70% HI и 0,5 мл уксусного ангидрида, после чего нагревают на парафиновой бане при температуре 130°C в течение 1,5 часа. Еще горячую реакционную смесь вливают в 10 мл холодной воды и экстрагируют хлороформом 5 раз по 15—20 мл. Объединенное хлороформенное извлечение обрабатывают 2—3 раза по 5—10 мл 1% раствором карбоната натрия, затем таким же количеством 2% соляной кислоты, после чего несколько раз промывают дистиллированной водой и упаривают до сухого остатка. Остаток растворяют в спирте и пропускают через небольшой слой окиси алюминия. Окись алюминия промывают последовательно спиртом и хлороформом. Элюаты отгоняют, остаток кристаллизуют из спирта. Полученные кристаллы плавятся при температуре 67—68°. ИК-спектр, смешанная проба и величина  $R_f$  в различных системах растворителей соответствуют достоверному образцу кумарина. Выход кумарина зависит от структуры исходного вещества и достигает в среднем 30—50% теоретического.

Опыт с реакционной смесью, содержащей концентрированную соляную кислоту, приводится аналогично.

Предложенный микрометод доказательства принадлежности вещества к кумариновой структуре состоит в следующем: 5 мг исследуемого вещества кипятят с 1 мл реакционной смеси (см. выше) в течение 1,5 часа при температуре 130°C, после чего жидкость хроматографируют в системе петролейный эфир/формамид [3]. После проявления хроматограммы бумагу опрыскивают 10% метанольным раствором едкого натрия. При рассмотрении хроматограммы в УФ-свете проявляется голубовато-зеленое пятно кумарина с величиной  $R_f = 0,52$ .

Впервые установлено, что различные природные кумарины под действием йодистоводородной кислоты в среде жидкого фенола и уксусного ангидрида расщепляются до простейшего представителя этого класса соединений—кумарина. Замена йодистоводородной кислоты на хлористоводородную дает примерно такой же результат.

Предложен новый метод для доказательства кумариновой структуры веществ.

Академия наук Грузинской ССР

Институт фармакохимии

им. И. Г. Кутателадзе

(Поступило 23.7.1968)

ბ. გიორგობანი, ნ. კომისარენკო

იოდწყალბად- და ქლორწყალბადშავების მოქმედება კუმარინის  
 წარმოებულზე

რეზიუმე

შესწავლილია იოდწყალბადშავის მოქმედება თხევადი ფენოლისა და მმარმეა ანჰიდრიდის არეში, კუმარინებისა და ფუროკუმარინების 18 წარმოებულზე. ჩვენ მიერ პირველად დადგენილი, რომ ზემოთ აღნიშნული ნაერთები იშლებიან და გეაქლევენ ამ ჯგუფის უმარტივეს წარმომადგენელს — კუმარინს. იმავე არეში ქლორწყალბადშავა იძლევა დაახლოებით ასეთსავე შედეგს. გარდა ამისა, შემუშავებულია ახალი მეთოდი გამოსაკვლევ ნივთიერებათა კუმარინული ბუნების დასამტკიცებლად.

PHARMACEUTICAL CHEMISTRY

E. D. GIORGOBLANI, N. F. KOMISSARENKO

THE ACTION OF HYDRIODIC AND HYDROCHLORIC  
 ACIDS ON COUMARIN DERIVATIVES

Summary

The action of hydriodic acid has been studied on 18 derivatives of coumarin and furocoumarin in the field of liquid phenol and acetic anhydride. These compounds are subject to decomposition, yielding the simplest representative of coumarin. Hydrochloric acid gives approximately the same result in this field. A new method is offered to prove the coumarin structure of the substances.

ლიტერატურა—ЛИТЕРАТУРА—REFERENCES

1. I. H. Fridrich. Arch. Pharm., 295, 1962, 59.
2. О. И. Шевчук, Н. П. Максютин, В. И. Литвиненко. ХПС, 2, 1968, 77.
3. Н. Ф. Комиссаренко, И. Г. Зоз... Биохимия, 26, вып. 6, 1961, 980.



ბრ. ლოპანიძე

ახალი მონაცემები მდ. ლოპანისწყლის ხეობის მებაში  
ფიზიური ქანების ასაკის შესახებ

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ა. ცაგარელმა 14.9.1963)

მდ. ლოპანისწყლის ხეობაში რამდენიმე ადგილას გამოშვებულია პალეო-ზოოურის შემდგომი ასაკის მქავე ექსტრუზიული ქანები, რომლებშიც ა. ფლორენსკის და გ. ბარსანოვის [1] სამი სახესხვაობა აქვთ გამოყოფილი: 1) კვარციანი კერატოფირები (სოფ. ყობთან), 2) კვარციანი ორთოფირები (სოფ. გვირგვინას სამხრეთ კიდეთან) და 3) კვარცპორფირები (გვირგვინას ჩრდილოეთით), გ. ძოწენიძე ([2], გვ. 66, 68). ხსენებული ავტორებს შრომაში მოყვანილი ქიმიური ანალიზების საფუძველზე უფრო მართებულად ოვლის, რომ პირველ და მეორე სახესხვაობებს კვარცპორფირები ეწოდოს, მესამეს კი — კვარციანი ალბიტოფირები.

აღნიშნული ქანები ა. ფლორენსკიმ და გ. ბარსანოვმა ([1], გვ. 39) რატომღაც ზედაიურული ვულკანური ციკლის პროდუქტებად მიიჩნიეს. გ. ძოწენიძის ([2], გვ. 67, 105, 152, 370, 371; [3]) მიხედვით კი ქანების ეს ჯგუფი ბათურ ოროგენეტურ ფაზისთან დაკავშირებულ გრანოლოიტული ინტრუზიების ძარღვის ფაციესს უნდა წარმოადგენდეს.

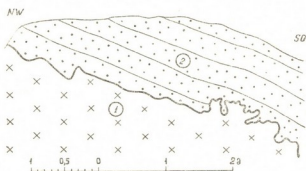
1962 წელს ჩატარებული გეოლოგიური დაკვირვებების საფუძველზე ჩვენ შეგვექმნა შთაბეჭდილება, რომ განსაზღვრულ რაიონში ბათური ასაკის მქავე ქანების გარდა განვითარებული უნდა იყოს უფრო ძველი და უფრო ახალგაზრდა (შუასარმატულის შემდგომი?)<sup>(1)</sup> ანალოგიური წარმონაქმნებიც. 1967 წლის ზაფხულში, საკაშირო მეცნიერებათა აკადემიის გეოლოგიური ინსტიტუტის ტექტონიკური ექსპედიციის თანამშრომლებთან (მ. ლეონოვი, ნ. სოროკინი, მ. გენსინა) ერთად ველზე მუშაობისას, დამატებითი მასალა იქნა შეგროვილი, რაც ამ აზრს კიდევ უფრო საფუძვლიანს ხდის. აქვე უნდა ითქვას, რომ ყობის სხეულის ასაკის შესახებ, ზემოაღნიშნული ორი მოსაზრების (ზედაიურული, ბათური) გარდა, არსებობს აგრეთვე ს. ჩიხელიძის ([4], გვ. 155) შეხედულება, რომლის თანახმადაც ქანი შუალიასურამდელი უნდა იყოს.

წინამდებარე შრომა სწორედ ყობის სხეულის ასაკის საკითხისადმი მიძღვნილი. ეს სხეული გამოშვებულია სოფ. ყობის ჩრდილო-აღმოსავლეთ მიდამოებში გამავალ ხევა-ლეღეში (მდ. ლოპანისწყლის მარჯვენა შენაკადი), შესართავიდან დაახლოებით 800 მ შემდეგ — განტოტების ადგილას. სხეული ჩრდილო-დასავლეთისაკენ ჩანს დაქანებული ციცაბო კუთხით და შეჭრილია ძირულის მასივის პალეოზოურ გრანიტოიდებსა და შუალიასურ ნალექებს შორის. იგი დელის გასწვრივ, მიმართების მართობულად, 180 — 200 მ სიგრძე-

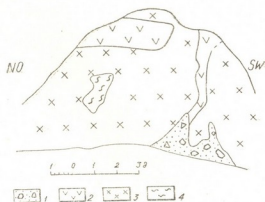
(1) მდ. ლოპანისწყლის მარცხენა ნაპირზე, სოფ. გვირგვინასა და სოფ. ლოპანს შუა (ბიოლოგურში მოქცეული ლაოსური კვარციანი ქვიშაქვებისა და ზოოგენური კირქვების ნაჩენიდან 30 მ წყალღამა) გამოშვებულია ბაოსურ ვულკანოგენებში დაიყოს სახით შეჭრილი 15 მ-მდე სისქის ბრექჩიული ბუნების ალბიტოფირული ქანი, რაც აქედან აღმოსავლეთით უწყვეტ-ლივ გაიდევნება მდ. მუტხისწყლამდე და სივრცობრივად, ეტყობა, დაკავშირებულია შუასარმატულის შემდგომ რღვევასთან.

ზეა გამოშვებული, ხოლო მიმართებაზე (ჩრდილო-აღმოსავლეთისაკენ) მისი გამოსავალი თანდათან ვიწროვდება მასივსა და ბაიოსურ ვულკანოგენებს შორის და მხოლოდ 250—300 მეტრზე შეიმჩნევა. სამხრეთ-დასავლეთიდან, ზევა-ღელის მარჯვენა მხარეს, სხელი სარმატული ქვიშაქვებით იფარება.

სხელის შემადგენელ ქანში სშირად გვხვდება შუა- და ზედალიასური(?) თიხა-მერგელების ჩანართები. თვით ძირითად განლაგებაში მყოფი ლიასური ნალექებიდან სხელი უშუალოდ დომერულის ბაზალურ ნალექებს — კვარციან-არკოზულ ქვიშაქვებს ეხება, რომელთა შემორჩენილი ნაწილის სისქე 2 მ-მდეა მხოლოდ<sup>1</sup>. შეხების ზოლში (სურ. 1) ცხადად ჩანს კვარცპორფირული ქანის შეცხოება და თერმული ზეგავლენა ქვიშაქვებზე. ასე რომ, ქანი ასაკობრივად დომერულზე ახალგაზრდაა.



სურ. 1. დომერული კვარციან-არკოზული ქვიშაქვისა (2) და „კვარცპორფირის“ (1) კონტაქტი ზევა-ღელის მარჯვენა ნაპირზე



სურ. 2. კვარცპორფირული ქანის (3) გაკვეთა შეცვლილი დიაბაზური პორფირიტებით (2), 1—ღღლევიანი; 4—დომერული ან ტარსული თიხა-მერგელის ქანი ქსნოლითი

სხელის ზედა ასაკობრივი საზღვრის დაზუსტებისათვის გარკვეული მნიშვნელობა აქვს იმ გარემოებას, რომ ღელის მარჯვენა ნაპირზე, შუალიასური ნალექებისა და კვარცპორფირული ქანის კონტაქტიდან წყალალმა ათიოდე მ-ის შემდეგ ჩანს (სურ. 2) უკანასკნელის გაკვეთა შეცვლილი დიაბაზური პორფირიტებით (რქატყუარა ნაწილობრივ ოპაციტიზებულია), რომლებიც შესაძლებელია ბაიოსური ვულკანოგენური წყების ძარღვული ქანების სინქრონული იყოს. ყოველ შემთხვევაში, უფრო ახალგაზრდა ფუძე ქანები განსახილველ რაიონში ჭრატყუარობით ცნობილი არაა. კიდევ უფრო საგულგნობისა ის ფაქტი, რომ ზევა-ღელის ლიასურ ნალექებზე ტრანსგრესიულად განლაგებულ ბაიოსურ ბაზალურ ბრექჩია-კონგლომერატში მასივის პალეოზოოური ქანების და, იშვიათად, ლიასური კირქვებისა და თიხა-მერგელების მასალასთან ერთად მნიშვნელოვანი რაოდენობით გვხვდება კვარცპორფირული ქანების სუსტად დამუშავებული ნატეხები და ქვარცვალეები, რომლებიც თვით ყობის სხელის შემადგენელი ქანისაგან მაკრო- და მიკროსკოპულად თითქმის არაფრით არ განსხვავდება. გარეგნულად აღნიშნული ქანები მხოლოდ ფერით განირჩევა ერთიმეორისაგან — გადანალექი ქანი რამდენადმე უფრო მუქია (მოწითალო-ყავისფერი), ვიდრე ძირითადი (ღია ვარდისფერი).

(1 ძირულის მასივის ჩრდილო-აღმოსავლეთი პერიფერიის შესაბამის პრილგებში ასეთივე კვარციან-არკოზული ქვიშაქვები ამაღლებებით დახსიათებული მერგელის ნალექების ფუძეშია განლაგებული და 15—20 მ სისქისაა.

მიკროსკოპულად მასალა შეისწავლეს დ. შენგელიამ და ო. დუდაურმა, რომელთა დასკვნით როგორც ძირითადი გამოსავლის, ისე გადანალექი მასალის შემადგენელი ქანები ალიასკიტურ გრანიტ-პორფირებს წარმოადგენს. სტრუქტურა პორფირულია, —სფეროლითური, ალავ ფსევდოსფეროლითური ან მიკროპეგმატიტური ძირითადი მასით. ფენოკრისტალები (1—5 მმ) წარმოდგენილია კალიშპატით, ალბიტით და კვარცით. კვარცში შეიმჩნევა ტუტე მინდვრის შპატის ქსენომორფული რეზორბირებული ჩანართები. კალიშპატი საღია, იშვიათად პერტიტული. საღია ანდა სუსტად სერიციტიზებული ალბიტიც. ძირითადი მასა შედგება ტუტე მინდვრის შპატისა და კვარცის სფეროლითებისაგან (0,2 — 0,8 მმ), ფსევდოსფეროლითებისაგან, მიკროპეგმატიტური წარმონაქმნებისაგან, ქსენომორფული მარცვლებისაგან და ფელზიტური მასისაგან. სპორადულად აღინიშნება მწვანე ქლორიტის, სერიციტის, პრენიტის, ეპიდოტის და მდნეული მინერალის ძარღვაკები და ქსენომორფული დანაგრევები. ჩატარებულ იქნა ორი ქიმიური ანალიზი, რომელთა შედეგების მიხედვითაც ძირითადი გამოსავლისა (ნიმ. № 46) და ნაგორები მასალის (ნიმ. № 54) შემადგენელი ქანები სსგავსი ბუნებისაა (იხ. ცხრილი).

ნიმ. №	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SO <sub>3</sub>	ხორ. ნა- კარგი	სიესტე	ჯამი
46	77,48	0,08	12,32	0,42	0,22	—	0,21	0,25	3,73	4,36	0,15	0,14	0,54	0,08	99,98
54	77,30	0,07	11,40	1,28	0,60	0,03	0,22	0,27	2,81	4,73	0,16	0,17	0,87	0,02	99,93

დადგენილია [5], რომ ამჟამად ძირულის მასივის დასავლეთ ნაწილში გავრცელებულ კვარცპორფირულ წყებას ლიასის წინ ფართო გავრცელება ჰქონდა მასივის სამხრეთ და აღმოსავლეთ პერიფერიებზეც. ბუნებრივად იბადება კითხვა — ხევა-ღელის ბაიოსურის ფუძის ფორმაციაში წარმოდგენილი მკვეთრ მასალა ხომ არ შეიძლება აღნიშნული წყებიდან იყოს. ამ თვალსაზრისით ეს მასალა მაკრო- და მიკროსკოპულად შედარებულ იქნა ა. ყანაძელის [6] მიერ ჭიათურის კვარცპორფირული და შრომის „ქვედა ტუფების“ წყებებიდან შეგროვილ კოლექციასთან. შეიქმნა შთაბეჭდილება, რომ ხსენებული კოლექციიდან ხევა-ღელის მასალას მხოლოდ სოფ. ეწრის მიდამოებში (კაცხის სას. საბჭო) გავრცელებული მასივის გამკვეთი მკვეთრ ქანები ემსგავსება.

ნაჩვენები მასალის საფუძველზე, საკითხის დასმის წესით, შეიძლება ითქვას, რომ სოფ. ყობის კვარცპორფირული (გრანიტ-პორფირული?) სხეული ზედატარსულ-ალენური ასაკის უნდა იყოს და უკავშირდებოდეს დონეცურ ოროფაზისს, რომელიც საქართველოში „მკაფიოდ ვლინდება ძირულისა და ლოქის მასივებზე და სუსტად — კავკასიონის სამხრეთ ფერდზე“ ([7], გვ. 194).

ზედალიასური მკვეთრ ქანების არსებობა საქართველოს ბელტის ფარგლებში დღემდე შენიშნული არ ყოფილა. ამიტომ ამ წერილში გამოთქმულ მოსაზრებას გარკვეული მნიშვნელობა ექნება იურული დროის მამგური მოვლენების განვითარების კანონზომიერებათა დაზუსტებისათვის.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია  
გეოლოგიური ინსტიტუტი

(შემოვიდა 17.9.1968)

Г. П. ЛОБЖАНИДЗЕ

## НОВЫЕ ДАННЫЕ О ВОЗРАСТЕ КИСЛЫХ ЭФФУЗИВНЫХ ПОРОД УЩЕЛЬЯ р. ЛОПАНИСЦКАЛИ

Резюме

В ущелье р. Лопанисцкали в нескольких местах зафиксированы постпалеозойские дайкообразные тела кислых пород, возраст которых предыдущими исследователями определен по-разному (досреднелийасовый, батский, позднейурский).

Собранный автором материал позволяет предположить, что в рассматриваемом районе, помимо батских кислых эффузивных пород, имеются аналогичные образования по-видимому, иного возраста. В частности, дайка альбитофировой породы мощностью до 15 м, обнаженная среди байосских туфогенов между сс. Гвиргвина и Лопани, видимо, приурочена к постсреднесарматскому разрыву, а внедрение мощной (150 м) жилы кварцевого порфира (гранит-порфира?) в балке Хевагеле у с. Коби скорее всего произошло во время позднейасовой орогенической фазы, четко проявившейся в Дзирульском массиве.

GEOLOGY

G. P. LOBZHANIDZE

## NEW DATA ON THE AGE OF ACID EFFUSIVE ROCKS IN THE LOPANISTSKALI RIVER GORGE

Summary

The material collected by the writer makes possible the assumption that, besides the Bathonian effusive acid rocks, some other analogous rocks of different age are presumably in existence in the area under study. In particular, the albythophyre dyke of 15 m. thickness, cropping out among the Bajocian volcanics, between the villages of Gvirgvina and Lopani, is apparently connected with the Post-Middle Sarmatian fracture, whereas the intrusion of the powerful (150 m.) vein of quartz-porphyre (granite-porphyre?) in the ravine of Kheva-Ghelé, near the village of Kobi, seems most likely to have occurred in the Late Lias (Donetz) orogenic phase, displayed clearly in the Dzirula massif.

## ლიტერატურა—ЛИТЕРАТУРА—REFERENCES

1. А. А. Флоренский, Г. П. Барсанов. Произв. силы Юго-Осетии, сб. IV. СОПС, сер. закавказ., вып. 13. Изд-во АН СССР, 1936.
2. Г. С. Дзоценидзе. Домноценовый эффузивный вулканизм Грузии. Ин-т геол. и минерал. АН СССР, Монографии, № 1, 1948.
3. Г. С. Дзоценидзе. Геотектоника, № 3, 1966.
4. ს. ჩიხელიძე. საქართველოს სსრ მეცნ. აკად. გეოლ. ინ-ტის შრომები, გეოლ. სერია, IV (IX) ვ, 1948.
5. გ. ძოწენიძე, ნ. სხირტლაძე, ი. ჩეჩელაშვილი. საქართველოს სსრ მეცნ. აკად. გეოლ. ინ-ტის შრომები, მინერალ.-პეტროგრაფ. სერია, ტ. III, 1953.
6. ა. ყანჩაველი. საქართველოს გეოლ. საზ-ბის მოამბე, ტ. V, ნაკვ. I, 1967.
7. П. Д. Гамкрелидзе. Междунар. геол. конгр., XXI сессия. Докл. советских геологов, пробл. 18. Изд-во АН СССР, 1960.



ПЕТРОЛОГИЯ

И. П. ХОМАСУРИДZE

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ОБРАЗОВАНИЯ  
 ПРОПИЛИТОВ МАДНЕУЛЬСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. А. Твалчреидзе 11.9.1968)

Пропилиты представляют собой гидротермально измененные вулканогенные породы. К ним относятся породы зеленокаменного изменения, имеющие региональное распространение, а также внешние ореолы при околожильном околотрещинном кислотном выщелачивании. В обоих этих случаях возникают сходные минеральные ассоциации, как это имеет место на участке Маднеульского медноколчеданного месторождения, залегающего в верхнемеловой вулканогенной толще Южной Грузии.

Здесь этот процесс накладывается на более ранние зеленокаменно измененные породы. Провести резкую границу между региональными пропилитами и внешними метасоматическими зонами гидротермального изменения в большинстве случаев невозможно. Условно за такую можно принять уровень разложения актинолита, поскольку он встречается только в региональных пропилитах.

Процессы метасоматического преобразования пород под воздействием восходящих растворов отчетливо наблюдаются в разрезах буровых скважин. Широкие трещины и жилы, вдоль которых просачивались неравновесные с породами растворы, создавали благоприятные условия для интенсивного метасоматизма. Вдоль трещин растворенные компоненты переносились растворами, т. е. инфильтрационным путем; поперек трещин растворы просачивались медленнее, что способствовало развитию процесса диффузионного метасоматизма.

Изученные пропилиты состоят из следующих равновесных минералов: альбит, хлорит (делесит), эпидот, актинолит, кальцит, серицит, пирит, кварц. В этой парагенетической ассоциации инертными компонентами являются  $\text{CaO}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $(\text{Mg}, \text{Fe})\text{O}$ .  $\text{SiO}_2$  и  $\text{FeS}_2$  являются избыточными инертными компонентами, так как минералы такого состава присутствуют в избытке во всех парагенезисах данной группы. Остальные инертные компоненты виртуальные. Вполне подвижными компонентами являются  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $(\text{KNa})_2\text{O}$ ,  $\text{CO}_2$ . Факторами равновесия данной системы служат  $T$ ,  $v$ ,  $\mu_{\text{CaO}}$ ,  $\mu_{(\text{MgFe})\text{O}}$ ,  $\mu_{\text{Al}_2\text{O}_3}$ ,  $\mu_{\text{H}_2\text{O}}$ ,  $\mu_{(\text{KNa})_2\text{O}}$ ,  $\mu_{\text{CO}_2}$ , термодинамический потенциал Д. С. Коржинского [1]:

$$F_3 = U_0 - TS = -pv + \mu_{\text{CaO}} \cdot n_{\text{CaO}} + \mu_{(\text{MgFe})\text{O}} \cdot n_{(\text{MgFe})\text{O}} + \mu_{\text{Al}_2\text{O}_3} \cdot n_{\text{Al}_2\text{O}_3};$$

$$dF_0 = SdT - pdv + \mu_{\text{CaO}} \cdot dn_{\text{CaO}} + \mu_{(\text{MgFe})\text{O}} \cdot dn_{(\text{MgFe})\text{O}} + \mu_{\text{Al}_2\text{O}_3} \cdot dn_{\text{Al}_2\text{O}_3} -$$

$$- n_{\text{H}_2\text{O}} d\mu_{\text{H}_2\text{O}} - n_{(\text{KNa})_2\text{O}} \cdot d\mu_{(\text{KNa})_2\text{O}} - n_{\text{CO}_2} \cdot d\mu_{\text{CO}_2} - n_s \cdot d\mu_s.$$

Поскольку система находится в равновесном состоянии  $dF_0 = 0$ , то для изучаемого метасоматического процесса  $T, v, p_{CaO}, p_{(MgFe)_2O}, p_{Al_2O_3}$  принимаем постоянными. Следовательно, получим

$$p_{H_2O} \cdot d\mu_{H_2O} + p_{(KNa)_2O} \cdot d\mu_{(KNa)_2O} + p_{CO_2} \cdot d\mu_{CO_2} + p_s \cdot d\mu_s = 0.$$

Колебания активности вполне подвижных компонентов, таких как  $CO_2$  и  $S$ , имеют значение только для образования кальцита и пирита, поэтому их активности можно условно считать постоянными при пропилитизации; впоследствии  $p_{H_2O} \cdot d\mu_{H_2O} + p_{(KNa)_2O} \cdot d\mu_{(KNa)_2O} = 0$  и угол наклона ( $\alpha$ ), соответствующий линии на диаграмме  $\mu_{H_2O} - \mu_{(KNa)_2O}$ ,

$$\text{равняется } \text{tg} \alpha = \frac{d\mu_{H_2O}}{d\mu_{(KNa)_2O}} = \frac{p_{(KNa)_2O}}{p_{H_2O}}.$$

Анализ парагенезисов пропилитов показал, что состав метасоматических пород в значительной мере определяется химической активностью щелочей в пропилитизирующих растворах и их температурой; поэтому для выяснения причин смены парагенезисов пропилитов была рассчитана моновариантная ( $n=1$ ) мультисистема в координатах потенциалов вполне подвижных компонентов  $\mu_{H_2O}$  и  $\mu_{(KNa)_2O}$  (см. рис. 1).

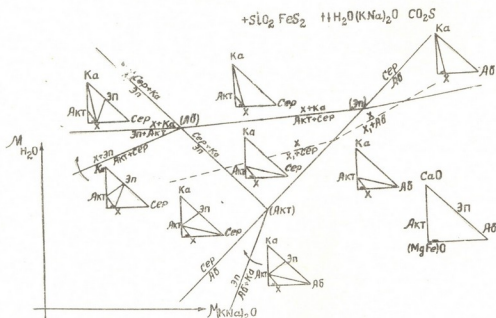


Рис. 1. Диаграмма химических потенциалов  $\mu_{H_2O}$  и  $\mu_{(KNa)_2O}$  для пропилитизированных пород Маднеульского месторождения

Согласно диаграмме можно выделить следующие субфации пропилитов, зависящие от щелочности: 1) эпидотовая, 2) серицит-кальцитовая и 3) альбитовая. Каждой из них соответствуют определенные значения (интервалы) химических потенциалов щелочей. При сравнительно низком потенциале  $(KNa)_2O$  возникают парагенезисы эпидотовой субфации, а при повышении  $\mu_{(KNa)_2O}$  эпидотовая субфация сменяется серицит-кальцитовой; при последующем повышении последние уступают место альбитовой субфации.

Как видно из диаграммы, при низких значениях щелочности в пропилитах устойчив серицит, а с повышением щелочности усиливается активность натрия и серицит сменяется альбитом (альбитовая субфация). Величина  $\mu_{\text{H}_2\text{O}}$  и температура находятся друг с другом в обратной зависимости [2, 3]. В данных породах уменьшение температуры приводит к исчезновению актинолита, а также к разложению эпидота на кальцит-серицит (альбит), что согласуется с экспериментальными данными Турнока и Югстера [4]. Внутри названных субфаций (в зависимости от щелочности  $(\text{KNa})_2\text{O}$ ) можно выделить распространенные минеральные парагенезисы, например, в эпидотовой субфации — кальцит+эпидот+хлорит, где кальцит-хлоритовая ассоциация более низкотемпературная и образуется вместо более высокотемпературной эпидот+актинолитовой ассоциации. В серицит-кальцитовой субфации парагенезис — кальцит+серицит+хлорит (делессит); в альбитовой — кальцит+альбит+хлорит; последние встречаются реже, чем минеральные парагенезисы вышеописанных субфаций.

Правило фаз	Тип процесса	Зоны	Минеральный состав	Режим компонентов	
				Инертные компоненты	Вполне подвижные компоненты
$\Phi = \kappa_{\text{ин}} + 1$	V — const.	1	Кварц+хлорит+альбит+кальцит+эпидот+пирит	$\text{Al}_2\text{O}_3$ , MgO, Fe, CaO, $\text{Na}_2\text{O}$	$\text{H}_2\text{O}$ , $\text{CO}_2$ , S, $\text{O}_2$
"	"	2	Кварц+хлорит+альбит+кальцит+пирит	$\text{Al}_2\text{O}_3$ , MgO, Fe, CaO	$\text{H}_2\text{O}$ , $\text{CO}_2$ , S, $\text{Na}_2\text{O}$
"	"	3	Кварц+хлорит+альбит+пирит	$\text{Al}_2\text{O}_3$ , MgO, Fe	$\text{H}_2\text{O}$ , $\text{CO}_2$ , S, $\text{Na}_2\text{O}$ , CaO
"	"	4	Кварц+серицит+хлорит	$\text{Al}_2\text{O}_3$ , MgO	$\text{H}_2\text{O}$ , $\text{CO}_2$ , S, $\text{Na}_2\text{O}$ , CaO, Fe
"	"	5	Кварц+серицит	$\text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{H}_2\text{O}$ , $\text{CO}_2$ , S, $\text{Na}_2\text{O}$ , CaO, Fe, MgO
"	"	6	Кварц	Все вполне подвижные	$\text{H}_2\text{O}$ , $\text{CO}_2$ , S, $\text{Na}_2\text{O}$ , CaO, Fe, MgO, $\text{Al}_2\text{O}_3$

Пропилиты связаны с вторичными кварцитами переходными зонами. Связь эта заключается в постепенном уменьшении числа равновесных минералов вплоть до мономинеральных пород, собственно вторичных кварцитов. Такая метасоматическая зональность дает возможность определить дифференциальный ряд подвижности компонентов и этим рядом охарактеризовать растворы, действовавшие на исходные породы. Кроме того, различные зоны отражают различную степень изменения первичной породы. Состав внешних зон зависит от состава исходной породы. Составы же внутренних зон все больше зависят от концентрации компонентов в растворе. Разное поведение компонентов в различных зонах является причиной возникновения метасоматической зональности. В таблице приведено строение обобщенной колонки

метасоматических зон в пропилитизированных породах Маднеульского месторождения с характеристикой поведения компонентов по зонам. Устанавливается следующий ряд подвижности компонентов при пропилитизации вулканогенно-осадочных пород:  $\text{CO}_2$ , S,  $\text{H}_2\text{O}$   $(\text{KNa})_2\text{O}$ , CaO, FeO, MgO,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ .

Приведенные в таблице данные позволяют заключить, что образование вторичных кварцитов, связанных с пропилитами метасоматической зональности, происходило в условиях выщелачивания ряда компонентов в кислой среде. Изучение парагенезисов пропилитов показывает, что на Маднеульском месторождении они образовались при низких и средних температурах и относятся к собственно субвулканическому типу.

Управление геологии  
 при СМ СССР

(Поступило 17.9.1968)

აბტროლოგია

ი. ხომასურიძე

მადნეულის საბადოს პროპილიტიზაციის წარმოქმნის ფიზიკო-ქიმიური პირობები

რეზიუმე

მადნეულის პოლიმეტალურ საბადოზე ფართოდაა გავრცელებული პროპილიტები. მეტასომატურ-სხეულებისათვის დამახასიათებელია ზონალური აღნაგობა. შიგა ზონება წარმოდგენილია კვარციტთა და კვარც-სერიციტიანი მეორადი კვარციტებით, ხოლო გარე ზონები — პროპილიტებით. მეტასომატური ზონალობის დადგენამ საშუალება მისცა გამოვყევანა კომპონენტთა დიფერენციალური მოძრაობის რიგი. მეტასომატიტების პარაგენეზისები დამოკიდებულია ტემპერატურისა და ტუტეების ქიმიურ აქტივობაზე. პროპილიტიზაციაში გამოიყოფა სამი სტეფაცია: 1) ეპიდოტური, 2) სერიციტ-კალციტური და 3) ალბიტური.

PETROLOGY

I. P. KHOMASURIDZE

## PHYSICO-CHEMICAL CONDITIONS OF PROPYLITE FORMATION IN THE MADNEULI DEPOSIT

Summary

Propylitization is widely developed in the Madneuli polymetallic deposit. Metasomatic bodies are characterized by zonal structure. In the inner metasomatic zones quartz-and quartz-sericite secondary quartzites are formed. Paragenesis of the metasomatites depends on the temperature and chemical activity of alkalis. Among the propylites three facies are distinguishable: 1) epidote, 2) sericite-calcite and 3) albite.

ლიტერატურა—ЛИТЕРАТУРА—REFERENCES

1. Д. С. Коржинский. Труды ГИН, № 29, вып. 2, 1940.
2. Д. С. Коржинский. Записи Всесоюз. минерал. о-ва, ч. 75, № 4, 1946.
3. Д. С. Коржинский. Физико-химические основы анализа парагенезисов минералов. М., 1957.
4. А. К. Турнож, Х. П. Югстер. В кн.: «Вопросы теоретической и экспериментальной петрологии». М., 1963.



М. А. ГОЦИРИДZE

ИССЛЕДОВАНИЕ СХОДИМОСТИ СМЕШАННОГО  
 ВАРИАЦИОННО-СТЕРЖНЕВОГО МЕТОДА РАСЧЕТА  
 АРОЧНЫХ ПЛОТИН

(Представлено академиком К. С. Завриевым 8.9.1968)

Смешанный вариационно-стержневой (вариационно-дискретный) метод является новым методом приведения двумерных линейных задач к конечным системам линейных алгебраических уравнений. Сейчас он применяется главным образом для расчета арочных плотин. Его сходимость до настоящей работы не была исследована в полном виде. По указанному смешанному методу точное решение мысленно достигается при бесконечно большом числе  $m$  расчетных консолей, по которым обеспечивается совместность перемещений арок и консолей, и бесконечно большим числе  $n$  удерживаемых координатных функций.

О сходимости приближенного решения, получаемого по указанному методу, к точному решению будем судить по двум отдельным процессам: 1) при фиксированном  $n$  (мы приняли  $n=3$ ) проследим за изменением решения по мере увеличения  $m$  (мы приняли  $m=1, 2, 3, 4$ ); 2) при фиксированном  $m$  (мы приняли  $m=1$ ) проследим за изменением решения по мере увеличения  $n$  (мы приняли  $n=1, 2, 3$ ). Первый из указанных процессов впервые исследован в настоящей работе. Оба процесса мы реализовали численно для упрощенной конструкции арочной плотины при прямоугольной форме поперечного сечения ущелья, каковая имеет вид круговой цилиндрической симметричной бетонной оболочки постоянной толщины, нагруженной давлением воды (рис. 1, а). Боковые края оболочки упруго защемлены; податливость опор учитывается по Фогту при  $E_\delta / E_{ch} = 1$ . Нижний край оболочки принят жестко защемленным.

В данном случае для получения расчетной модели оболочки один экземпляр оболочки нарезаем горизонтальными плоскостями на арки, дру-

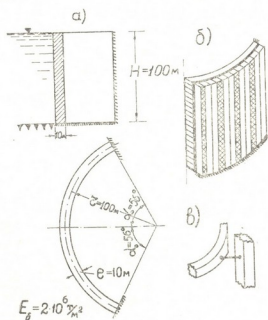


Рис. 1. Плотина-оболочка и ее расчетная модель: а—упрощенная конструкция арочной плотины в виде круговой цилиндрической оболочки; б—предельная двухслойная перекрестная стержневая расчетная модель оболочки; в—связь между аркой и консолью в каждом узле перекрестной модели

гой идентичный ей экземпляр нарезаем радиальными плоскостями на консоли. Эти две системы после перехода к пределу, т. е. после неограниченного увеличения числа разрезов, накладываем друг на друга так, чтобы снаружи оказался слой консолей, к которому непосредственно приложена нагрузка, а внутренним слоем был слой арок, который служит невинклеровым упругим основанием для консолей. Половина полученной таким путем симметричной расчетной модели оболочки условно изображена на рисунке 1, б. Среди бесконечного множества консолей выбираем  $m$  консолей, по которым в расчете обеспечивается совместность перемещений двух слоев модели (эти так называемые расчетные консоли на рисунке заштрихованы). Связи между двумя слоями на рисунке условно показаны в виде зачерненной прослойки. В данном случае в каждом узле пересечения арки с консолью эти элементы связываем одним радиальным стерженьком (рис. 1, в).

Все частные задачи приближенного численного расчета указанной плотины — оболочки, нужные для реализации двух исследуемых процессов сходимости, были нами решены по известным правилам смешанного вариационно-стержневого метода. Например, полученные величины радиальных перемещений центральной консоли, нужные для реализации первого процесса сходимости, представлены в табл. 1.

Таблица 1

$y$ $m$	$W_g$ $m$			
	$m=1$	$m=2$	$m=3$	$m=4$
	$g=1$	$g=1$	$g=1$	$g=1$
0	0,013506243	0,0071314487	0,0059047103	0,0056956751
10	0,021620493	0,014117170	0,013587671	0,013098634
20	0,029756321	0,021222542	0,021303498	0,020592284
30	0,037496188	0,028237595	0,028709899	0,027919699
40	0,043520367	0,034096466	0,034668021	0,033982156
50	0,046771232	0,036949985	0,037373004	0,036931593
60	0,042353326	0,034969326	0,035136256	0,034971735
70	0,032811202	0,027544617	0,027505743	0,027537356
80	0,019145173	0,016266098	0,015161523	0,016252478
90	0,0061106350	0,0051501509	0,0050977558	0,0051430970
100	0	0	0	0

Для надежного выявления быстроты сходимости приближенного решения к точному решению достаточно сравнить между собой решения, отвечающие различным значениям параметров, характеризующих степень приближения (хотя часто этим ограничиваются). В самом деле, исследования в области вариационных методов и их приложений к оболочкам (главным образом, к арочным плотинам) и к балкам на упругом основании, выполненные в лаборатории теории сооружений ТНИСГЭИ под руководством К. М. Х у б е р я н а, обнаружили немало таких случаев, когда разность между двумя последовательными приближениями, полученными вариационным методом, оказалась незначительной, но, несмотря на это, погрешности последнего из полученных приближений недопустимо велики. Эти факты показали необходимость специального контроля погрешностей ре-



шений, полученных вариационными методами, и таким контрольным способом явился „способ невязок“, предложенный К. М. Хуберяном.

Этот контрольный способ особенно важен для таких задач, точные решения которых практически недоступны. К ним относится, в частности, задачи расчета арочных плотин. Указанный „способ невязок“ успешно был использован, например, для подбора наиболее эффективных систем координатных функций применительно к расчету арочных плотин по смешанному вариационно-стержневому методу на гидростатическую нагрузку, температурные воздействия и действия собственного веса. Идея контролирования погрешностей решений, полученных вариационным методом, с помощью дополнительного специального способа была реализована и до работ К. М. Хуберяна, но для значительно более узких частных случаев в работах В. В. Варнелло и П. Ф. Папковича ([1], стр. 411, 415 и др.). Из сказанного видно, что численные результаты, представленные в табл. 1, необходимо дополнить оценкой погрешностей решений по „способу невязок“. Достаточно это сделать для решения, полученного при  $n = 3$ ,  $m = 4$ . Невязки, найденные для этого решения, представлены в табл. 2, из которой видно, что они нигде не превышают принятой в области расчета арочных плотин условной нормы, равной 10% (звездочкой в табл. 2 обозначены невязки, каждая из которых в первоначальном виде, т. е. не переведенная в проценты, по модулю не больше остальных невязок в данном столбце таблицы, а при переводе в проценты вследствие деления на очень малую величину преувеличивается и при оценке погрешностей решения не должна приниматься во внимание). Как известно, действительные погрешности решения меньше невязок, указанных в табл. 2.

Таблица 2

Табл. 1 была дополнена результатами, нужными для изучения первого процесса сходимости не только по центральному сечению оболочки, но и по сечению, расположенному в четверти арки. Из наших результатов видно, что приближенное решение, полученное для оболочки по смешанному методу, меняется существенно только при переходе от случая, когда  $m = 1$ , к случаю, когда  $m = 2$ .

у	$\frac{W_{\text{в.г.}} - W_{\text{к.г.}}}{W_{\text{в.г.}}} \cdot 100$			
	Расчетная консоль g=1	Расчетная консоль g=2	Расчетная консоль g=3	Расчетная консоль g=4
0	-9,90	-9,90	6,17	-5,40
10	-10,1	-10,1	-1,71	-11,1
20	-9,23	-9,23	-2,68	-2,60
30	-5,77	-5,77	-2,91	3,27
40	-1,74	-1,74	-2,18	-1,91
50	0,812	0,812	1,75	3,22
60	1,04	1,03	0,938	4,53
70	-3,60	-3,60	1,66	-9,49
80	-8,37	-8,37	-7,45	-6,83
90	-12,0*	-12,0*	-11,8*	-11,1*
100	0	0	0	0

При дальнейшем изменении параметра  $m$  решение меняется незначительно. Действительно, при переходе от приближенного решения, полученного при  $m = 4$  (это решение, как доказано невязками, достаточно близко к точному решению задачи), к приближенному решению, найденному при  $m = 3$ , радиальные перемещения центральной консоли изменяются не больше чем на 3,74%, а радиальные перемещения боковой консоли, расположенной в четверти арки, не больше чем на 5,55%.

Второй процесс сходимости смешанного вариационно-стержневого метода, в отличие от первого процесса, уже был исследован для типичных арочных плотин с переменным радиусом. Мы нашли допустимым упростить условия для второго процесса сходимости и принять для него  $m = 1$ . Мы имели основание ограничиться значением  $n = 3$ .

По смешанному вариационно-стержневому методу мы нашли радиальные перемещения центральной консоли во всех трех приближениях ( $n = 1, 2, 3$ ), нужных для реализации второго процесса сходимости, а также невязки для случая  $m = 1, n = 3$ . Невязки, вычисленные для указанного случая (для центральной консоли), за исключением одной точки вблизи заделки консоли, не превышают нормы, равной 10%. Следовательно, достаточность третьего приближения ( $n = 3$ ) доказана как при сращивании перемещений по семи консолям, так и при сращивании перемещений по одной консоли. Таким образом, сходимость смешанного вариационно-стержневого метода по параметру  $n$ , так же как и его сходимость по параметру  $m$ , оказалась весьма быстрой.

Тбилисский институт сооружений  
 и гидроэнергетики им. А. В. Винтера

(Поступило 10.9.1968)

საშენიანლო მეცნიერება

ა. გოცირიძე

თაღოვანი კაშხალების ანბარიზის შერეული ვარიაციულ-ლეროვანი მეთოდის კრებადობის გამოკვლევა

რეზიუმე

თაღოვანი კაშხალების ანბარიზის ზუსტ ამოხსნას მიეაღწევთ, როდესაც უსასრულოდ დიდია საანგარიშო კონსოლების რიცხვი ( $m$ ), რომელთა მიხედვით ხდება კაშხალის საანგარიშო ორი ფენის გადაადგილებათა შერწყმა და საკოორდინატო ფუნქციების უსასრულოდ დიდი ( $n$ ) რაოდენობის წევრის აღებისას. რადგან არ არსებობს ამოცანის ზუსტი ამოხსნა, ამიტომ გამოკვლევა ხდება მიახლოებითი ამოხსნის კრებადობისა ზუსტ ამოხსნასთან  $m$  და  $n$  თანდათანობით გაზრდის საშუალებით, ცდომილებების შეფასების სპეციალურ მეთოდის გამოყენებით. კრებადობა საკმაოდ ჩქარი აღმოჩნდა.

STRUCTURAL MECHANICS

M. A. GOTSIRIDZE

A STUDY OF THE CONVERGENCE OF MIXED VARIATION-PIVOTAL CALCULATION METHOD OF ARCH DAMS

Summary

Exact solution of arch dam calculation is attained by the proposed mixed method with an infinite number of estimated cantilevers  $m$ , according to which matching of the displacements of two layers of the arch model occurs, and when an infinite number of coordinate functions  $n$  is given.

Since there is no exact solution of the problem, a special method of error estimation was applied in a study of the convergence of the approximate to the exact solution by a gradual increase of  $m$  and  $n$ . Convergence has proved to be fairly rapid.

ლიტერატურა—ЛИТЕРАТУРА—REFERENCES

1. П. Ф. Папкович. Труды по строительной механике корабля, т. 1. Л., 1962.



МЕТАЛЛУРГИЯ

Ф. Н. ТАВАДЗЕ (академик АН ГССР), М. Д. ЛАНЧАВА,  
 Ш. А. МИРОТАДЗЕ, Д. А. МИКАЯ, Д. В. САМКУРАШВИЛИ

**ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ В ЧУГУНОПЛАВИЛЬНЫХ ПЕЧАХ  
 ПРИРОДНОГО ГАЗА И ЖИДКОГО ТОПЛИВА**

В связи с сокращением запасов коксующихся углей, увеличением разведанных запасов и добычи нефти и природного газа замена кокса в чугуноплавильных печах жидким или газообразным топливом сулит большие технико-экономические выгоды, обуславливаемые снижением стоимости топлива, повышением качества металла и других показателей.

На сегодняшний день количество таких печей весьма ограничено, а качество выплавляемого в них металла не отвечает возрастающим требованиям чугунолитейного производства.

В новых экспериментальных работах в этом направлении отмечаются некоторые положительные результаты, но еще не намечены пути окончательного решения вопроса и устранения известных трудностей, основной из которых является достижение высокого перегрева металла при допустимом угаре элементов и износе огнеупорной футеровки. Наилучшие результаты пока получены на трех принципиально различных конструкциях печей. Это так называемые бельгийские печи, нашедшие распространение в Бельгии, Франции [1, 2], харьковские газовые вагранки [3, 4] и газовые вагранки Пензенского компрессорного завода [5].

В этих конструкциях по-разному решаются основные проблемы, возникающие при замене кокса жидким или газообразным топливом. Однако общими для них являются интенсификация процесса теплопередачи от пламени к жидкому металлу, водяное охлаждение горячих узлов печи и изменение конструкции нижней части шахты с целью поддержания столба шихтовых материалов в положении, обеспечивающем равномерное распределение продуктов сгорания.

В Институте металлургии АН ГССР разработана схема подогрева и регулирования температуры жидкого металла, которая успешно может быть применена как в вышеуказанных печах, так и в других конструкциях. Сущность нового метода состоит в следующем: металлическая шихта плавится за счет сгорания жидкого или газообразного топлива. Горение топлива ведется с относительно низкой интенсивностью, достаточной лишь для распределения шихты и не достаточной для его перегрева. Перегрев металла достигается в основном за счет электроэнергии. В данном случае использован принцип прямого электронгрева сопротивлением, главные параметры которого были изложены в ра-

ботах [6, 7]. Повышение температуры металла и ее выдержка в необходимых пределах осуществляются регулированием электрической мощности.

Метод проверен в промышленных условиях на печи системы Петрашевского. Опытные плавки велись на холодном дутье. В табл. 1 приведены некоторые данные о составе применяемой шихты и угаре элементов.

Таблица 1

Исходные материалы	Содержание, %	Химический состав, %						
		C	Si	Mn	Cr	Ni	S	P
Чугун чушковый	60	4,18	2,68	0,55	—	—	0,04	
Возврат	37	3,40	2,40	0,50	—	—	0,03	
Доменный Ферросилиций	3	1,90	11,2	0,59	—	—	0,035	
Расчетный состав		3,77	2,72	0,59	—	—	0,036	
Фактическое содержание		3,42	2,38	0,52	—	—	0,03	0,12
Чугун халиловский	75	3,88	2,51	0,60	1,79	1,3	0,04	
Возврат	10	3,40	2,25	0,60	1,25	1,08	0,03	
ЛК-2	13	4,17	2,25	0,60	1,25	1,08	0,03	
Доменный Ферросилиций	2	1,90	11,2	1,60	—	—	0,035	
Расчетный состав		3,78	2,67	0,62	1,47	1,08	0,038	
Фактическое содержание		3,39	2,32	0,56	1,29	1,08	0,03	0,14

В этих плавках основное внимание уделялось исследованию работы системы электронагрева, так как использованная печь не могла служить образцом хорошо работающей шахтно-отражательной печи. Особенно это касается системы подачи и распыления топлива, которая в данной конструкции несовершенна. Отсутствие механического распыления топлива вызывало неполное его сгорание. Часть невоспламененного топлива стекала по внутренним стенкам печи, а часть уносилась газами.

В табл. 2 даны результаты замеров электрических параметров печи и температуры металла.

Таблица 2

Порядок замеров	Первичный ток в амперах при 380 вольт	Температура металла, °C		Производительность печи, кг
		до эл. подогрева	после включения подогрева	
1	70	1300	1420	900
2	90	1280	1440	900
3	120	1300	1450	1050
4	80	1320	1420	1200
5	90	1340	1445	1200
6	100	1340	1460	1250
7	215	1340	1580	1250

Регулирование расхода энергии осуществлялось переключением ступеней с высокой стороны трансформатора. Перегретый жидкий металл из печи подвергался обработке магнием. Благодаря низкому со-

держанию серы и высокой температуре процесс модифицирования проходил стабильно. Отливки получались высококачественные.

К преимуществам данного метода следует отнести также следующую особенность: известно, что интенсификация процесса горения с целью увеличения перегрева металла приводит к быстрому разрушению огнеупорной футеровки в зоне высоких температур. Поэтому возможность применения шахтно-пламенных печей часто связывают с вопросом изыскания более стойких огнеупоров, или же с применением сложной системы водяного охлаждения, снижающего к. п. д. печи. В представленной схеме подогрева задача выбора огнеупоров упрощается, так как отпадает необходимость форсировать теплоотдачу от пламени к жидкому металлу.

Таким образом, можно заключить, что метод прямого электронагрева жидкого чугуна сопротивлением позволяет рационально решить основные вопросы плавки, затрудняющие замену литейного кокса природным газом или жидким топливом, а именно вопрос об увеличении срока службы огнеупоров решается ведением плавки при низкой интенсивности горения, а вопрос получения высокотемпературного металла — дополнительным электрическим подогревом.

Опыт эксплуатации нового плавильного агрегата показал его надежность и удобство в обслуживании. Такие же результаты можно ожидать в печах аналогичной конструкции, но более высокой производительности.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт металлургии

(Поступило 13.11.1968)

გეოლოგია

შ. თაყაიძე (საქართველოს სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი), მ. ლანჩავა,  
შ. გიროტაძე, ჯ. შიქაია, ჯ. სამუშარაშვილი

### ბუნებრივი აირისა და თხევადი საწვავის გამოყენება თუჯის სადნობ ლუმელში

რ ე ზ ი უ მ ე

ქვირადღირებული და დეფიციტური სათბობის — საჩამოსხმო კოქსის — ბუნებრივი აირით შეცვლის მიზნით შექმნილია ახალი სახის თუჯადნობი ლუმელი. ამ ლუმელში ლითონური კაზმის გახურება და დნობა ხდება ბუნებრივი აირის ან თხევადი სათბობის წვის ხარჯზე, ხოლო გამდნარი ლითონის გადახურებისათვის სასურველ ტემპერატურამდე გამოყენებულია წინააღობით ელექტროგადახურების მეთოდი. ჩატარებულია ექსპერიმენტული დნობები ახალი სახის საწარმოო ლუმელზე, რომლის წარმადობაა 1 ტ. საათში. მიღწეული მალა-ლი ტემპერატურა ლითონის სხვადასხვა მოდიფიკატორებით დამუშავების საშუალებას იძლევა.

## METALLURGY

F. N. TAVADZE, M. D. LANCHAVA, Sh. A. MIROTADZE, D. A. MIKAIA,  
D. V. SAMKURASHVILI

## USE OF NATURAL GAS AND LIQUID FUEL IN BLAST FURNACES

## Summary

A blast furnace of new design has been constructed to substitute expensive and deficit fuel-foundry coke for natural gas or liquid fuel. In this furnace the heating and melting of metallic charge are carried out by means of natural gas or liquid fuel and the needed temperature is achieved by the method of direct electric resistance heating. Experimental melts have been carried out in a new commercial furnace with the output of 1 ton per hour. The obtained high temperature permits treatment of liquid metal with various modifiers.

## ლიტერატურა—ЛИТЕРАТУРА—REFERENCES

1. Ulmer Georges „Fonderie“, 1966, № 245.
2. Steel, 150, № 17, 1962.
3. Б. А. Носков. Литейное производство, № 1, 1966.
4. Е. Г. Валький, А. А. Юхолец и др., Машиностроение, № 5, 1965.
5. Л. М. Марненбах, А. М. Черный. Литейное производство, № 1, 1966.
6. Ф. Н. Тавадзе, Л. М. Марненбах, М. Д. Ланчава. Авт. свид. № 174336-31а.
7. Ф. Н. Тавадзе, Л. М. Марненбах, М. Д. Ланчава. Литейное производство, № 10, 1965.



Ш. В. САРИШВИЛИ, К. В. ЖАМИЕРАШВИЛИ

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ  
 ВНУТРЕННЕЙ СИЛЫ ТРЕНИЯ НА ДИНАМИЧЕСКОЕ  
 СОСТОЯНИЕ СТАЛЬНОГО КАНАТА ПРИ ПОСАДКЕ ГРУЗА

(Представлено членом-корреспондентом Академии Д. С. Тавхелидзе 25.11.1968)

Для изучения вопросов динамики посадки груза необходимо провести экспериментальные исследования колебательных процессов опускаемого груза, подвешенного на тяговом органе — стальном канате.

В данной работе приводятся результаты исследования продольных (вертикальных) колебаний каната (груза) от влияния внутренней силы трения в канате. Объектом испытания был взят многострелковый стальной канат с одним органическим сердечником диаметром 16,5 мм, применяемый в качестве тягового органа в механизме подъема груза строительно-башенного крана КБ-100.

Теоретически влияние внутренней силы трения на динамическое состояние стального каната характеризуется отношением  $\gamma' = \frac{h(t)}{h_0}$ , где  $h_0$  — начальная амплитуда;  $h(t)$  — декремент затухания.

Декремент затухания определяется выражением

$$h(t) = (1 + \psi v h_0 t)^{-1/\psi},$$

где  $t$  — время, при котором определяется амплитуда;  $v$  — показатель затухания;  $\psi$  — коэффициент пропорциональности, представляющий собой отношение коэффициента затухания  $\mu$  к периоду колебания  $T$ .

Целью экспериментального исследования является проверка опытным путем теоретических выкладок о влиянии внутренней силы трения на продольные колебания каната (груза). Задача сводится к исследованию свойства затухания колебаний, и определению констант затуханий  $\gamma$  и  $\mu$ .

Для записи продольных колебаний стальных канатов применяли комплект приборов типа К-001, состоящий из вибродатчика, измеряющего вибрации, регулятора увеличения интегрирующих гальванометров. Комплект рассчитан на работу осциллографом типа Н-700, с помощью которого исследуемые вибрации записываются на фотобумаге в виде амплитуд. Величина коэффициента увеличения прибора зависит от положения переключателя регулятора.

Для преобразования механических колебаний в электрические в комплекте приборов применены индукционные вибродатчики сейсмического типа. Вибродатчик с сейсмически подвешенными катушками при установке на вибрирующий объект вырабатывает э. д. с., пропорцио-

нальную скорости (т. е. первой производной виброперемещений). С вибродатчика напряжение подается через регулятор увеличения на интегрирующий гальванометр. Регулятор служит для получения различных коэффициентов увеличения, представляющих собой отношение амплитуды записи к амплитуде действительной вибрации.

До начала записи производятся подготовительные работы в следующей последовательности: 1) с помощью специально изготовленных стальных хомутов вибродатчики прочно и без перекосов укрепляются непосредственно на вибрирующем элементе — стальном канате; 2) разарретируются датчики; 3) устанавливаются положения равновесия датчиков и измеряется их соответственная частота колебания, которая должна быть  $1 \pm 0,1$  герц; 4) к регулятору увеличения присоединяются провода от датчиков; 5) интегрирующие гальванометры устанавливаются в осциллографе; 6) переключатель регулятора увеличения ставится в соответствующее положение; 7) подключаются к регулятору увеличения провода от гальванометров.

Для исключения влияния неустойчивого состояния стрелы крана на действительную картину колебательных процессов канат, идущий от механизма подъема крана, перекидывается через блок, ось которого закреплена на подвижной части здания. На крюке обоймы подвешивается основной груз  $Q$ . Поскольку груз подвешен на двух ветвях, на исследуемую ветвь каната приходится груз  $Q$ .

Для достижения вынужденных продольных колебаний каната применяется метод внезапного отрыва дополнительного груза  $Q_1$ , подвешенного к основному грузу  $Q$ . Для отрыва дополнительного груза используется специально изготовленная конструкция, срабатывающая от действия электромагнита типа МО. При включении тока нажатием штока раскрывается зев конструкции и тем самым освобождается груз  $Q_1$ , что и создает вынужденное возмущение каната (груза).

Первая серия опытов поставлена с целью установления влияния величины амплитуды на затухание колебаний. Для сохранения периода колебания основной груз  $Q=2300$  кг не меняется (в величину основного груза входит и вес грузотрывающего устройства). Вес дополнительного груза  $Q$ , который вызывал начальное отклонение, последовательно изменяется и составляет 43, 83, 127 и 171 кг. Виброграммы записаны при скорости движения ленты  $U=38$  мм/сек и длине каната  $l=20,5$  м. Для определения периода  $T$  колебания виброграммы записаны вместе с отметчиком времени. Значение амплитуд в начале колебания  $h_0$  после 60 периодов  $h_{60}$  и их отношения, полученные расшифровкой виброграмм № 123, 129, 134, 140, приведены в табл. 1.

Аналогичные результаты получены расшифровкой виброграмм, записанных для различных длин каната и для  $Q=1900=Const$ ,  $Q=1160=Const$ ,  $Q=800=Const$  при тех же значениях  $Q$ .

Записи показали, что при различных начальных амплитудах за одно и то же число периодов убывание амплитуд происходит различно. Затухание уменьшается с уменьшением начальной амплитуды.

Вторая серия опытов ставилась с целью установления зависимости затухания от частоты. Для этого дополнительный груз  $Q \neq 127$  кг, вызывающий начальное возмущение, оставался неизменным, а вес концевой груза  $Q$  менялся: 610, 950, 1350, 1500, 1900, 2505 кг.

Таблица 1

$Q = 2300$  кг = Const;  
 $l = 20,5$  м

Q кг	171	127	83	43
$h_0$ мм	47	35	27	16
$h_{00}$ мм	5,0	4,8	4,2	3,2
$-h_0/h_0$	0,106	0,137	0,156	0,200
T сек		0,1617		

Значения периодов, амплитуд и их отношений, полученных расшифровкой виброграмм, записанных при опытах, приведены в табл. 2.

Таблица 2

$Q = 127$  кг = Const;  $l = 20,5$  м

Q кг	610	950	1350	1500	1900	2505
$h_0$ мм	49	38	32	36	32	30
$h_{00}$ мм	1,2	2,0	3,2	3,6	4,5	5,0
$h_{00}/h_0$	0,026	0,058	0,100	0,100	0,140	0,167
T сек	0,116	0,125	0,141	0,145	0,159	0,166

Из табл. 2 видно, что за время, равное  $60 T$ , амплитуда убывает медленнее с увеличением периода. Следовательно, затухание колебаний стального каната уменьшается с увеличением периода.

Константы — показатель затухания  $\gamma$  и коэффициент затухания  $\mu$  — находим по формулам

$$\gamma = \frac{\sum_1^{i/2} \lg |\Delta h| - \sum_{i/2+1}^i \lg |\Delta h|}{\sum_1^{i/2} \lg h_n - \sum_{i/2+1}^i \lg h_n} - 1,$$

$$\lg \mu = \frac{\sum_1^{i/2} \lg |\Delta h_n| - (\gamma + 1) \sum_1^{i/2} \lg h_n}{i/2}.$$

Таблица 3

Q кг	$Q_1 =$ Const кг	l м	$\gamma$	$\mu$
610	127	20,5	0,241	0,625
950			0,458	0,538
1350			0,600	0,465
1500			0,658	0,451
1900			0,735	0,411
2505			0,776	0,387

Значения амплитуд  $h_0$  через 5 T интервалов берем из данных виброграмм.

В табл. 3 приведены значения  $\gamma$  и  $\mu$  для различных грузоподъемностей  $Q$  при  $Q=127$  кг=Const.

По данным табл. 3 легко построить графики зависимостей  $\gamma = f(Q)$  и  $\mu = f(Q)$ .

Таким образом, силы внутреннего трения оказывают существенное влияние на продольные колебания стального каната. Декремент за-

тухания с достаточной степенью точности можно определить по формуле (2). Затухание продольных колебаний в стальном канате уменьшается с увеличением периода и с уменьшением начальной амплитуды. Константы затухания для каждого конкретного типа каната следует определять экспериментально по вышеприведенной методике. При проектировании новых кранов, механизма подъема, необходимо в значении общего коэффициента динамичности каната учесть и влияние силы внутреннего трения.

Грузинский политехнический институт

им. В. И. Ленина

(Поступило 27.11.1968)

მანქანათმშენებლობა

შ. სარშივილი, კ. ჯამნერაშვილი

ტვირთის დაშვების დროს ფოლადის ბაგირის დინამიკურ  
მდგომარეობაზე ხახუნის შინაგანი ძალის გავლენის  
ექსპერიმენტული გამოკვლევა

რეზიუმე

მოყვანილია ხახუნის შინაგანი ძალის გავლენით ბაგირის (ტვირთის) გრძივი (ვერტიკალური) რხევის კვლევის შედეგები.

ცდებით შემოწმებულია ბაგირის (ტვირთის) გრძივ რხევაზე ხახუნის შინაგანი ძალის გავლენის თეორიული გაანგარიშებანი.

ექსპერიმენტით ნაჩვენებია, რომ შინაგანი ხახუნის ძალა არსებით გავლენას ახდენს ფოლადის ბაგირის გრძივ რხევაზე. გრძივი რხევის მილევა ფოლადის ბაგირში კლებულობს პერიოდის გადიდებისა და საწყისი ამპლიტუდის შემცირების კვალობაზე.

MACHINE BUILDING SCIENCE

SH. V. SARISHVILI, K. V. ZHAMIERASHVILI

### AN EXPERIMENTAL STUDY OF THE EFFECT OF THE INTERNAL FORCE OF FRICTION ON THE DYNAMIC STATE OF A STEEL ROPE DURING LOWERING OF THE LOAD

Summary

The results are presented of a study of the longitudinal (vertical) vibrations of a rope (load) under the influence of the internal force of friction in the rope.

Theoretical calculations of the influence of the force of internal friction on the longitudinal vibrations of the rope have been experimentally studied. The experiments have shown that the forces of internal friction exert a substantial influence on the longitudinal vibrations of the steel rope.

The damping of the longitudinal vibrations in the steel rope decreases with increase of the period and decrease of the initial amplitude.

ლიტერატურა—ЛИТЕРАТУРА—REFERENCES

1. И. М. Бабаков. Теория колебаний. М., 1965.
2. Г. Я. Головин. Научные записки Львовского политехнического института, 1948.
3. Я. Г. Паповко. Основы прикладной теории упругих колебаний. М., 1967.

Б. М. ХАЧАТУРОВ

## ШИРОКОДИАПАЗОННЫЙ ПРЯМОУГОЛЬНО-КООРДИНАТНЫЙ КОМПЕНСАТОР ПЕРЕМЕННОГО ТОКА С АВТОМАТИЧЕСКИМ УРАВНОВЕШИВАНИЕМ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Л. Г. Аселишвили 28.9.1968)

В последние годы получают распространение автоматические компенсаторы переменного тока, предназначенные для измерения э. д. с., напряжений, токов и других электрических параметров.

В компенсаторах переменного тока измеряемое напряжение  $U_x$  уравновешивается двумя компенсирующими напряжениями  $U_{R1}$  и  $U_{R2}$ , сдвинутыми по фазе на  $90^\circ$ . В автоматических компенсаторах компенсирующие напряжения изменяются при помощи двух систем автоматического регулирования. Теория и принцип работы таких компенсаторов описаны в литературе [1]. Однако указанные выше компенсаторы работают в узком диапазоне частот.

Одним из основных вопросов, возникающих при построении широкодиапазонных автоматических компенсаторов, является выбор способа формирования и регулирования квадратурных составляющих напряжения.

В статье описан принцип построения широкодиапазонного цифрового автоматического компенсатора переменного тока с применением фазорегулятора следящего типа и экстремального способа регулирования уравновешиваемого параметра. Экстремальный способ регулирования для случая мостовых цепей был предложен и исследован Ф. Б. Гриневичем [2].

На рис. 1 представлена блок-схема указанного компенсатора, измерительная схема которого состоит из фазорегулятора на  $RC$  элементах (где  $R$ —управляемое термосопротивление), коммутационных блоков, суммирующего устройства и следящей системы. Напряжения с  $R$  и  $C$  через эмиттерные повторители ЭП<sub>1</sub> и ЭП<sub>2</sub> подаются на сопротивления  $R_1$  и  $R_2$  и коммутационные блоки КБ<sub>1</sub> и КБ<sub>2</sub>. Напряжения с  $R_1$  и  $R_2$  через разделительные эмиттерные повторители ЭП<sub>3</sub> и ЭП<sub>4</sub> подаются на следящую систему. На выходе коммутационных блоков для разделения их цепей от цепи суммирования включены эмиттерные повторители ЭП<sub>5</sub> и ЭП<sub>6</sub>. Амплитудная и фазовая погрешности фазорегуляторов рассмотрены в работах [3, 4].

При равенстве амплитуд квадратурных составляющих  $U_R$  и  $U_C$  напряжения  $U_{R1}$  и  $U_{R2}$  также равны и управляющий ток через термосопротивление  $R$  не протекает. Изменение частоты нарушает равенство напряжений  $U_R$  и  $U_C$ . В таком случае на выходе следящей системы формируется управляющий сигнал постоянного тока, величина которого

зависит от разности квадратурных составляющих на  $R$  и  $C$ . Этот сигнал после усиления управляет значением термосопротивления, восстанавливая равенство напряжений  $U_R$  и  $U_C$  (и соответственно  $U_{R1}$  и  $U_{R2}$ ). Диапазон изменения частоты определяется диапазоном изменения величины термосопротивления. Поэтому измерительная схема компенсатора работает плавно в широком диапазоне частот.

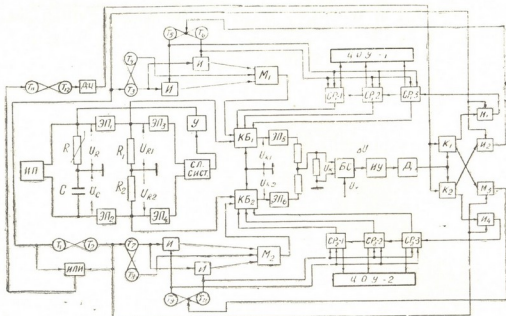


Рис. 1. Блок-схема цифрового автоматического прямоугольно-координатного компенсатора переменного тока

На выходе суммирующего устройства формируется компенсирующее напряжение  $U_h$ , пропорциональное векторной сумме находящихся в квадратуре составляющих  $U_{h1}$  и  $U_{h2}$ . Напряжение  $U_h$  подается в блок сравнения БС, где уравнивается с измеряемым напряжением  $U_x$ . В момент равновесия

$$\dot{U}_h = \dot{U}_x = \dot{U}_{h1} + j\dot{U}_{h2}.$$

В случае отсутствия равновесия на выходе блока сравнения формируется напряжение разбаланса

$$\Delta \dot{U} = \dot{U}_x - \dot{U}_{h1} - j\dot{U}_{h2}.$$

Целью системы экстремального регулирования является поиск экстремума (минимума) напряжения разбаланса посредством автоматического регулирования двух уравнивающих параметров  $U_{h1}$  и  $U_{h2}$ . Автоматическое регулирование ведется по сигналам, которые формируются в процессе импульсной модуляции уравнивающих параметров. Допустим, что параметры  $U_{h1}$  и  $U_{h2}$  модулируются по синусоидальному закону с очень небольшими амплитудами модуляции  $U_1$  и  $U_2$ . При этом приращения параметров  $\Delta U_{h1}$  и  $\Delta U_{h2}$  изменяются согласно законам

$$\begin{aligned} \Delta U_{h1} &= U_1 \sin \Omega_1 t, \\ \Delta U_{h2} &= U_2 \sin (\Omega_2 t + \phi), \end{aligned}$$

где  $\Omega_1$  и  $\Omega_2$ —частоты модуляции;

$\phi$ —угол сдвига фаз модуляции.

Частоты  $\Omega_1$  и  $\Omega_2$  значительно меньше частоты питания измерительной схемы компенсатора. Если пренебречь переходными процессами в измерительной цепи, то можно получить выражение для модуля напряжения разбаланса

$$\Delta U = \frac{V U_x^2 + U_1^2 \sin^2 \Omega_1 t + U_2^2 \sin^2 (\Omega_2 t + \psi) + 2U_x U_1 \sin \Omega_1 t + 2U_x U_2 \sin (\Omega_2 t + \psi) + 2U_1 U_2 \sin \Omega_1 t \cdot \sin (\Omega_2 t + \psi)}{U_k} \quad (1)$$

Как видно из выражения (1), напряжение разбаланса будет модулировано по амплитуде. Поэтому появляется возможность формировать сигналы управления двумя регулируемыми воздействиями из модуляционной составляющей модуля напряжения разбаланса.

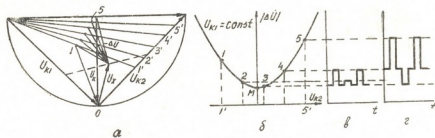


Рис. 2. Зависимости компенсирующего напряжения и напряжения разбаланса от уравнивающего параметра

На рис. 2, а и 2, б представлены зависимости компенсирующего напряжения  $U_k$  и напряжения разбаланса  $\Delta U$  от уравнивающего параметра  $U_{k2}$ . Точки 1'—5' соответствуют дискретным значениям, по которым производится регулировка и модуляция параметра  $U_{k2}$ .

Точка минимума (условного равновесия по параметру  $U_{k2}$ ) обозначена через М. В точке 3 компенсационная схема будет находиться в равновесии. Если в этом случае осуществить импульсную модуляцию, то амплитуда разбаланса в моменты модуляции будет возрастать, а огибающая будет представлять серию положительных импульсов (рис. 2, в). Когда модуляционные воздействия будут осуществляться по точкам 2 и 5, огибающая напряжения разбаланса будет представлять серию положительных и отрицательных импульсов (рис. 2, г). Для того чтобы измерительная схема с каждым шагом приближалась к состоянию равновесия, отрицательные импульсы, возникшие при отрицательном модуляционном приращении параметра, нужно направить на тот вход реверсивного счетчика, который призывает к уменьшению регулируемого параметра, а отрицательные импульсы, возникшие при положительном приращении, — на вход, соответствующий увеличению регулируемого параметра. Показание реверсивного счетчика преобразуется посредством дешифратора в соответствующую цифровую форму.

В качестве измерительного усилителя напряжения разбаланса в прибор встроены специально разработанные, автоматически выключаемые, полосовые активные фильтры с общей полосой пропускания основных гармоник в пределах 10—100 кГц. Коммутационными блоками служат индуктивные делители, собранные по трехдекадной схеме.



Подобные схемы цифровых мостов описаны в литературе [4]. Экстремальный метод уравновешивания был использован при разработке во ВНИИМ широкодиапазонного цифрового автоматического компенсатора переменного тока.

Таким образом, применение в фазорегуляторе управляемого термосопротивления и следящей системы позволяет расширить частотный диапазон компенсатора. Использование напряже- и разбаланса измерительной схемы с целью формирования регулирующих воздействий позволяет исключить влияние параметров детектора равновесия на точность измерения. Все блоки компенсатора выполнены на полупроводниковых триодах и диодах. Прибор принципиально отвечает требованиям современной тенденции к миниатюризации и повышению надежности измерительной аппаратуры.

Тбилисский филиал

Всесоюзного научно-исследовательского  
института метрологии им. Д. И. Менделеева

(Поступило 1.10.1968)

ელექტროტექნიკა

ბ. ხაჩატუროვი

ნართოვთხა-კოორდინატული ფართო დიაპაზონიანი ცვლადი დენის  
კომპენსატორი ავტომატური ბალანსირებით

რეზიუმე

აღწერილია ფართო დიაპაზონიანი ციფრული ავტომატური კომპენსატორების წარმოების პრინციპი მოთვალთვალე ტიპის ფაზორეგულატორისა და მაწონასწორებელი პარამეტრის ექსტრემალური რეგულირების მეთოდის გამოყენებით. მოთვალთვალე ტიპის ფაზორეგულატორის მეშვეობით წარმოებს ძაბვის კვადრატული მდგენელების ფორმირება და მათი ტოლობის სტაბილიზაცია. ექსტრემალური რეგულირების სისტემა აწარმოებს კომპენსატორის უბალანსობის ძაბვის ექსტრემუმის (მინიმუმის) ავტომატურ მოძებნას. აღწერილი ხელსაწყო მუშაობს სიხშირის ფართო დიაპაზონში (10 ÷ 100 კეც).

ELECTROTECHNICS

B. M. KHACHATUROV

## WIDE-RANGE RECTANGULAR COORDINATE A. C. COMPENSATOR WITH AUTOMATIC BALANCING

Summary

The paper describes the principle of constructing a wide-range digital automatic A. C. compensator with application of watching-type phase control and extremal method of regulation of balancing parameter. By means of watching-type phase control it forms quadrature constituents of voltage and stabilizes their balance. The system of extremal control automatically detects the extremum (minimum) voltage unbalance. The compensator operates in a wide-range frequency (10 ÷ 100 kc s).

ლიტერატურა—ЛИТЕРАТУРА—REFERENCES

1. Т. М. Алиев, А. М. Мелик-Шахназаров, И. Л. Шайн. Автоматические компенсационные устройства переменного тока. Баку, 1965.
2. Ф. Б. Гриневич. Автоматические мосты переменного тока. Новосибирск, 1964.
3. Т. Б. Рождественская, Б. М. Хачатуров. Труды метрологических институтов СССР, вып. 98 (158), 1968.
4. Ф. Б. Гриневич, А. В. Чеботарев, А. И. Новик. Элементы и схемы цифровых экстремальных мостов переменного тока. Фрунзе, 1963.



ბ. ვალაჰორია

ელექტროგადაცემის ხაზების გამტარობის გაზრდის  
 საკითხისათვის

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ლ. აბელიშვილმა 15.10.1968)

ელექტროგადაცემის ხაზების ექსპლუატაციის პრაქტიკაში ზშირი შემთხვევაა, როცა ხაზის დატვირთვა, რომლის სადენის კვეთი არჩეული იყო დენის ეკონომიური სიმკვრივის მიხედვით, გადააჭარბებს საანგარიშოს. დენის სიმკვრივის თანდათანობითი გადიდება გამოიწვევს ელექტროენერგიის კარგების ინტენსიურ ზრდას და ელექტრომომხმარებლისათვის ძაბვის ხარისხის გაუარესებას.

აღნიშნულის გამო საჭიროა პერიოდულად ჩატარდეს ისეთი სამუშაოები, რომლებიც უზრუნველყოფენ ელექტროგადაცემის ხაზების გამტარობის გაზრდას. ელექტროგადაცემის ხაზების გამტარობის გაზრდისათვის ტექნიკურ საშუალებათა კომპლექსში ერთ-ერთია ექსპლუატაციაში მყოფი სადენის შეცვლა.

სადენის შეცვლა, სხვა საშუალებებთან შედარებით, კარგ ეფექტს მოგვცემს ხაზის იმ განშტოებისათვის, რომლის დატვირთვა იზრდება უფრო ინტენსიურად, ვიდრე დანარჩენებისათვის და როცა ელექტროენერგიის შეწყვეტით გამოწვეული ზარალი, შესაცაველი სადენის გამორთვის შემთხვევაში, მინიმუმამდეა დაყვანილი, რის შესაძლებლობაც ზშირად არსებობს.

დამატებითი დანახარჯები ( $R$ ), რომელიც დაკავშირებულია  $s_1$  კვეთის სადენის  $s_n$ -ით შეცვლასთან ( $s_n > s_1$ ) გამართლებული იქნება მაშინ, თუ გვექნება იმ საერთო დანახარჯების შემცირება, რაც არსებობს  $s_1$  კვეთის გამოყენების დროს.

თუ ჩვენ  $s_1$  კვეთის სადენის ნაცვლად გამოვიყენებთ  $s_n$  კვეთის სადენს, ენერგიის კარგების შემცირებით მიღებული ეკონომია 1 კმ ხაზის შემთხვევაში ტოლი იქნება:

$$a_1 = \frac{3J^2 \rho \tau c (s_n - s_1)}{1000 s_n s_1}, \quad (1)$$

სადაც  $J$  — დენის ძალა ხაზში (ა),

$\rho$  — სადენის ხვედრითი წინაღობა (ომი-მმ<sup>2</sup>/კმ),

$\tau$  — ენერგიის კარგების დრო (სთ),

$c$  — ენერგიის ღირებულება (მან/კვტსთ).

დამატებითი ხარჯები, რაც დაკავშირებულია სადენის მხოლოდ კვეთის გაზრდასთან, იქნება

$$a_2 = b(p_{II} + p_{II}) (s_n - s_1), \quad (2)$$

სადაც  $p_{II}$  — კაპიტალური ხარჯების ეფექტურობის ნორმირებული კოეფიციენტი,

$p_{II}$  — ხაზის ამორტიზაციაზე ყოველწლიური დანარიცხების გათვალისწინების კოეფიციენტი,

$b$  — სადენის კვეთზე დამოკიდებული კოეფიციენტი (მან/კმ-მმ<sup>2</sup>).

იმისათვის, რომ  $s_1$  კვეთის სადენის  $s_n$ -ით შეცვლა გამართლებული იყოს, საჭიროა  $(a_1 - a_2)$  სხვაობა მეტი ან ტოლი იყოს  $s_1$ -ის  $s_n$ -ით შეცვლასთან დაკავშირებულ ხარჯებზე

$$a_3 = a_1 - a_2 - (p_{11} + p_{12}) R \geq 0, \quad (3)$$

ე. ი.

$$a_3 = \frac{3J^2 \rho \tau c (s_n - s_1)}{1000 s_n s_1} - (p_{11} + p_{12}) [R + b(s_n - s_1)]. \quad (4)$$

(4) ტოლობის წარმობებულის  $(\partial a_3 / \partial s_n)$  ანალიზით შეგვიძლია ვთქვათ, რომ შემცველ სადენში დენის სიმკვრივე უნდა იყოს ეკონომიური. აღნიშნული სამართლიანია, თუ სადენის სტანდარტული სკალისათვის კვეთის ზრდის კოეფიციენტი უწყვეტია. სინამდვილეში სადენის კვეთის ზრდის კოეფიციენტი საფეხურებრივია. ამიტომ დენის მნიშვნელობა, რომელზედაც მიზანშეწონილი იქნება  $s_1$  შეცვალათ  $s_n$ -ით, განისაზღვრება ტოლობით

$$J' = ds_n \sqrt{\frac{1000 b (p_{11} + p_{12})}{3 \rho \tau c}}, \quad (5)$$

სადაც  $d$  სადენის სტანდარტული სკალის საფეხურის გათვალისწინების კოეფიციენტია.

თუ (5) ტოლობით განსაზღვრულ შეცვლის დენის მნიშვნელობას შევიტანთ (4)-ში,  $s_n$ -ისათვის მივიღებთ

$$s_n = \frac{s_1 (1 + d^2) + \sqrt{s_1^2 (1 + d^2)^2 - 4 d^2 s_1 \left(s_1 - \frac{R}{b}\right)}}{2 d^2}. \quad (6)$$

თანამედროვე პირობებში კონკრეტული საკითხის გადაწყვეტისათვის, რაც დაკავშირებულია სადენის კვეთის არჩევასთან, სარგებლობენ ცხრილით [1], სადაც მოცემულია დენის სიდიდე, რომელზედაც  $s_1$  კვეთის ნაცვლად მიზანშეწონილია შემდეგი უახლოესი დადი კვეთის ( $s_2$ ) გამოყენება.  $s_1$ -ის შეცვლა  $s_2$ -თი ზემოთ აღნიშნულ დენზე გამართლებული იქნება, თუ  $R = 0$ ;

აღნიშნულიდან გამომდინარე,  $d$ -ს განსაზღვრისათვის საწყის პირობად შეგვიძლია მივიღოთ  $s_n = s_2 = ns_1$ , თუ  $R = 0$ . აქ  $n$  სადენის კვეთის ზრდის კოეფიციენტია.

მიღებული პირობის საფუძველზე (6) ტოლობიდან გვექნება

$$d = \frac{1}{\sqrt{n}} \quad (7)$$

უქანასკნელის გათვალისწინებით შემცველი სადენის კვეთისათვის შეგვიძლია დავწეროთ

$$s_n = s_1 \left[ \frac{n+1}{2} + \sqrt{\left(\frac{n+1}{2}\right)^2 + n \left(\frac{R}{bs_1} - 1\right)} \right], \quad (8)$$

ხოლო დენისათვის, რომელზედაც  $s_1$ -ის ნაცვლად მიზანშეწონილია  $s_n$ -ის გამოყენება, (5) ტოლობის თანახმად, მივიღებთ

$$J' = \frac{s_n}{\sqrt{n}} \sqrt{\frac{1000 b (p_{11} + p_{12})}{3 \rho \tau c}}. \quad (9)$$

$s_1$  კვეთისათვის ეკონომიური დატვირთვის მაქსიმუმი გამოითვლება ფორმულით [1, 2]

$$J_1 = \sqrt{n} s_1 \sqrt{\frac{1000 b (p_a + p_n)}{3 \rho \tau c}}. \quad (10)$$

(9) და (10) ტოლობების შედარება გვაძლევს

$$m = \frac{J'}{J_1} = \frac{n+1}{2n} + \sqrt{\left(\frac{n+1}{2n}\right)^2 + \frac{1}{n} \left(\frac{R}{bs_1} - 1\right)}. \quad (11)$$

(11) გამოსახულება გვიჩვენებს  $s_1$  კვეთისათვის დენის ჯერადობას, რომლის დროს მიზანშეწონილია სადენის შეცვლა.

თუ დავუშვებთ, რომ სადენის სტანდარტული სისტემისათვის კვეთის ზრდის კოეფიციენტი არაა საფეხურებრივი, მაშინ (8) ტოლობიდან მივიღებთ

$$s_n = s_1 + \sqrt{\frac{R s_1}{b}}, \quad (12)$$

რაც ემთხვევა ლ. ე ბ ი ნ ისა და კ. ლ ე ვ ი ნ ის [2] მიერ მიღებულ შედეგებს.

შემცველი კვეთის სიდიდე, მიღებული (8) ფორმულით, სადენის კვეთის ზრდის კოეფიციენტის გათვალისწინებით მეტი იქნება (12) ფორმულით მიღებულ შედეგზე. უკანასკნელის ცდომილება განისაზღვრება  $n$ -კოეფიციენტის სიდიდით.  $n$ -ის საშუალო მნიშვნელობისათვის, რაც სადენის კვეთის თანამედროვე სკალისათვის 1,4-ის ტოლია, (12) ფორმულის ცდომილება საშუალოდ 15—20% შეადგენს.

ამგვარად, ჩატარებული კვლევის შედეგები გვიჩვენებს აუცილებელ პირობას ექსპლუატაციაში მყოფი სადენის შეცვლისათვის. დამუშავებული მეთოდით განისაზღვრება იმ სადენის კვეთი, რომელზედაც მიზანშეწონილია ექსპლუატაციაში მყოფი სადენის შეცვლა. კვეთის შეცვლა საჭიროა დენის იმ სიდიდეზე, რაც შემცველი კვეთისათვის იქნება ეკონომიური მნიშვნელობის ქვედა ზღვარი.

საქართველოს სოფლის მეურნეობის

მექანიზაციისა და ელექტროფიკაციის ინსტიტუტი

(შემოვიღა 22.10.1968)

ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

Г. В. ВАДАЧКОРИЯ

## К ВОПРОСУ УВЕЛИЧЕНИЯ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ ЛИНИИ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ

Резюме

Рассмотрены условия замены проводов линии электропередачи и разработана методика для определения сечения заменяющих проводов.

В отличие от частного решения, не учитывающего ступенчатости шкалы проводов [2], в настоящей работе получено более общее выражение (8) для определения сечений заменяемых проводов. Показано,

что при неучете ступенчатости шкалы проводов получается погрешность примерно 15—20%.

Выведено выражение (9) для наименьшего значения тока линии, при котором замена проводов оказывается экономически целесообразной.

ELECTROTECHNICS

G. V. VADACHKORIA

ON THE QUESTION OF INCREASING THE CAPACITY OF  
ELECTROTRANSMISSION LINES

Summary

The paper presents an expression (3) that facilitates determination of when it is advisable to replace a conductor by a new one. Expressions (8, 9) are written for the cross-section of the new conductor and for the substitute current determination.

ლიტერატურა—ЛИТЕРАТУРА—REFERENCES

1. И. А. Будзко, А. Г. Захарин и др. Теоретические основы электроснабжения в сельском хозяйстве. М., 1964.
2. Л. Е. Эбин, М. С. Левин. Научные труды по электрофикации сельского хозяйства, т. VI, 1960.

АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ И ВЫЧИСЛИТ. ТЕХНИКА

Н. И. КАЦИТАДЗЕ

О НАХОЖДЕНИИ ФИКТИВНОГО ЭКСТРЕМУМА  
 БЫСТРОДЕЙСТВУЮЩИМ ЭКСТРЕМАЛЬНЫМ РЕГУЛЯТОРОМ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Н. В. Габашвили 21.10.1968)

Экстремальный регулятор путем автоматического поиска определяет и поддерживает такое значение управляющего воздействия, при котором показатель экстремума (регулируемая величина) имеет экстремальное (максимальное или минимальное) значение.

В ряде случаев статическая характеристика объекта имеет пологие участки или вид, представленный на рис. 1, а.

В этом случае отыскание экстремума затрудняется, а в некоторых случаях становится невозможным.

Если к статической характеристике объекта  $y = f(x)$  добавить линейную составляющую вида  $\pm kx$ , то при этом оптимизирующий сигнал, подводимый к экстремальному регулятору, примет вид

$$\bar{y} = f(x) \pm kx. \quad (1)$$

В этом случае экстремальный регулятор будет отыскивать экстремум не функции  $y = f(x)$ , а функции  $y = f(x) \pm kx$  (рис. 1, б).

Использование зависимости (1) оказывается целесообразным и в некоторых других случаях.

Как известно, оптимальному протеканию ряда технологических процессов иногда соответствует отклонение регулируемого параметра от его экстремального значения на определенную величину; поэтому требуется отыскать не то значение управляющего параметра, которое соответствует экстремуму регулируемой величины, а его значение, сдвинутое вправо либо влево на определенную величину, соответствующую фиктивному экстремуму. При этом оптимизируемая величина имеет вид выражения (1), а знак составляющей выбирается соответственно сдвигу экстремума вправо или влево (рис. 2).

Рассмотрим введение дополнительной линейной составляющей с целью получения фиктивного экстремума при наличии как безынерционного, так и инерционного объектов, при применении быстродействующего экс-

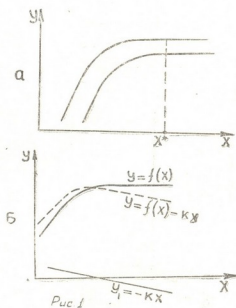


Рис 1  $y_1 = -kx$

тремального регулятора ЭРБ, работающего по принципу измерения старшей производной.

Пусть объект состоит из последовательно включенных нелинейного и линейного инерционного звеньев и дополнительный сигнал подается на вход формирующего устройства (рис. 3). Уравнения звеньев на входе в формирующее устройство будут

$$y = -cx^2, \quad [1(T_p + 1)]y = \dot{y}, \quad y_1 = kx, \quad (2)$$

где  $k$ —коэффициент положительной связи.

Из рис. 3 следует, что при этом

$$\bar{y} + y_1 = -\frac{cx^2}{T_p + 1} + kx \quad (3)$$

или

$$(T_p + 1)(\bar{y} + y_1) = -cx^2 + (T_p + 1)kx. \quad (4)$$

Если объект характеризуется большой инерционностью, т. е.  $T$  велико, то при быстрой переключке исполнительного органа ( $x=bt$ ) уравнение (4) можно приближенно представить в виде

$$T_p(\bar{y} + y_1) = -cx^2 + T_p kx \quad (5)$$

и сигнал на выходе формирующего устройства примет вид

$$u_{\text{вых.}} = \tau_p(\bar{y} + y_1) \cong \tau \left( -\frac{cx^2}{T} + kb \right). \quad (6)$$

Здесь  $-\frac{cx^2}{T}$  — оптимизируемая функция, взятая в масштабе  $\left(\frac{1}{T}\right)$ ,  $\tau$  — коэффициент формирующего устройства.

Как видно из уравнения (6), при подаче дополнительного сигнала на вход формирующего звена при наличии большой инерционности объекта статическая характеристика будет перемещаться по оси  $y$  и в этом случае введение дополнительного сигнала идентично действию помехи, которая перемещает статическую характеристику только по оси  $y$ .

Таким образом, при наличии большой инерционности объекта суммировать управляющее воздействие с дополнительной линейной составляющей на входе формирующего устройства нельзя.

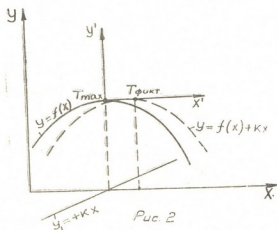


Рис. 2

Рассмотрим теперь возможность получения фиктивного экстремума путем суммирования сигналов за формирующим устройством, как это показано на рис. 3 (пунктирная линия).

В этом случае сигнал  $u_{л.у.}$  на входе в логическое устройство экстремального регулятора будет (при  $T \gg 1$ )

$$u_{\lambda,y} = u_{\phi,y} + kx = \tau_p \frac{y}{T_p + 1} + kx \cong \frac{\tau}{T} y + kx = -\frac{\tau}{T} cx^2 + kx, \quad (7)$$

т. е. экстремальный регулятор будет отыскивать фиктивный экстремум.

Если же инерционность объекта мала, то можно суммировать управляющий и дополнительный сигналы на входе формирующего устройства (рис. 3), так как в этом случае сигнал  $u_{\phi,y}$  на выходе формирующего устройства (см. формулу (4) при  $T \ll 1$ )

$$u_{\phi,y} = p(-cx^2 + kx) = -2cx\dot{x} + k\dot{x}.$$

Полагая  $u_{\phi,y} = 0$ , получаем

$$x_{\phi,y} = \frac{K}{2C}, \quad \text{т. е. тот же результат, полученный ранее.}$$



Рис 3

Рассмотрим теперь введение постоянной составляющей по квадратному закону уравнением

$$y_1 = kx^2. \quad (8)$$

Тогда уравнение (4) примет вид

$$(T_p + 1)(\bar{y} + y_1) = -cx^2 + (T_p + 1)kx^2. \quad (9)$$

Рассмотрим случай наличия большой инерционности объекта. Если  $T$  велико, то при большой скорости переключки исполнительного устройства уравнение (9) можно записать в виде

$$T_p(\bar{y} + y_1) = -cx^2 + T_p kx^2. \quad (10)$$

Сигнал на выходе формирующего устройства имеет вид

$$u_{\phi,y} = \tau_p(\bar{y} + y_1) \cong \tau \left( -\frac{cx^2}{T} + 2kxb \right). \quad (11)$$

Итак, при введении дополнительной составляющей вида (8) сигналы возможно суммировать на входе формирующего устройства.

Можно ввести постоянную составляющую по закону

$$y_1 = kx^2 + k_1x. \quad (12)$$

Тогда при суммировании на входе формирующего устройства, получаем на его выходе

$$u_{\phi,y} = \tau_p(\bar{y} + y_1) \cong \tau \left( -\frac{cx^2}{T} + 2kxb + kb \right). \quad (13)$$

Таким образом, в системе экстремального регулирования суммирование управляющего и дополнительного воздействий с целью получения фиктивного экстремума при наличии малоинерционного объекта можно производить как на входе формирующего устройства, так и на его вы-

ходе; при наличии же объекта со значительной инерционностью суммирование этих двух сигналов можно производить только на выходе формирующего устройства, а при введении дополнительного воздействия по закону (8) или (12) суммирование допустимо и на входе формирующего устройства.

Московский полиграфический институт

(Поступило 22.10.1968)

ავტომატური მართვა და გამოთვლითი ტექნიკა

6. კაციტაძე

ფიქტიური ექსტრემუმის მოძიების შესახებ სწრაფქმედი  
ექსტრემალური რეგულატორით

რეზიუმე

განხილულია ფიქტიური ექსტრემუმის შეყვანის საკითხი არაინერციული და ინერციული ობიექტების რეგულირებისას.

გამოკვლეულია დამატებითი სიგნალის შეყვანის საკითხი სწრაფქმედი ექსტრემალური რეგულატორის გამოყენებით; რეგულატორი მუშაობს მაღალი რიგის წარმოებულის გაზომვის პრინციპზე.

მოცემულია რეკომენდაციები დამატებითი ფუნქციის შერჩევის შესახებ როგორც არაინერციული, ისე ინერციული ობიექტების რეგულირებისას.

AUTOMATIC CONTROL AND COMPUTER ENGINEERING

N. I. KATSITADZE

ON FINDING A FICTITIOUS EXTREMUM BY MEANS OF  
QUICK-ACTING EXTREMAL CONTROLLER

Summary

The paper deals with the problem of introducing the fictitious extremum in controlling non-inertia and inertia objects. The introduction of an additional signal is investigated when a quick-acting extremal controller working on the principle of higher derivative recording is applied. Recommendations as to the types of higher derivative selected for non-inertia and inertia objects are given.

ლიტერატურა—ЛИТЕРАТУРА—REFERENCES

1. В. В. Казакевич. В сб.: «Автоматическое управление и вычислительная техника». М., 1958.
2. Н. И. Кацитадзе. В сб.: «Самонастраивающиеся системы». М., 1965.



Р. И. ПИКОВСКАЯ

## МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОЕ ПРЕВРАЩЕНИЕ ФОСФАТОВ В ПОЧВАХ ГРУЗИИ

(Представлено академиком М. Н. Сабашвили 16.7.1968)

Изучение бактерий, растворяющих трехкальциевый фосфат в почвенных типах Грузии и их разновидностях, отличающихся большим разнообразием, показало различия, связанные с характером почвы. Большое распространение фосфатрастворяющих бактерий отмечено в почвах кислого ряда.

Определение воднорастворимой  $P_2O_5$  по Дениже в выделенных нами из почвы культурах показало значительные колебания. Из изученных на содержание воднорастворимой  $P_2O_5$  фосфатрастворяющих бактерий после месячной инкубации в культуральной жидкости содержания: 28 — от 0,5 до 1,7; 22 — от 1,8 до 4,47; 7 — от 5 до 6 мг/мл.

Выделенные на среде с трехкальциевым фосфатом микроорганизмы были изучены на способность роста и растворения на средах с другими фосфатами. Были испытаны трехмагний фосфат, фосфат алюминия, фосфоритная мука, среда с нуклеиновой кислотой (Менкиной), а также универсальные мясо-пептонные среды (МПА, МПБ) для выявления на них роста культур. Культуры в большинстве случаев показали рост и растворение на синтетических средах. На мясо-пептонных средах преобладающая часть фосфатрастворяющих бактерий не развивается. Между тем, нами установлено, что некоторые гетеротрофы являются активными фосформобилизующими микроорганизмами и обладают высокой стабильностью при культивировании.

Большинство выделенных культур интенсивно растворяют трехмагний и трехкальциевый фосфаты. В массе своей фосфатрастворяющие бактерии отличаются широким диапазоном активности в отношении как минеральных, так и органических фосфатов, что можно объяснить их ферментативно-избирательной деятельностью к фосфорнокислым соединениям.

Здесь уместно также отметить, что факт растворения бактериями некальциевых фосфатов, в особенности трифосфата магния, опровергает существующее мнение ряда авторов (Г. Н. Несторова, Е. Ф. Березов [1]) о том, что способность бактерий растворять трехкальциевый фосфат является вторичным процессом, связанным с высоким потреблением ими кальция из трехкальциевого фосфата. Последнее же влечет за собой освобождение и накопление в среде  $P_2O_5$ . Отсюда и утверждение о неспецифичности фосфатрастворяющих бактерий.

В настоящих исследованиях нашла подтверждение выдвинутая автором ранее [2] гипотеза о распространении фосфатрастворяющих бактерий на субстратах, содержащих труднорастворимые фосфорнокислые соединения. Тогда названные бактерии были впервые обнаружены на фосфоритной муке, а затем уже в почве. Теперь фосфатрастворяющие микроорганизмы нами выделены из трехкальциевого алюмофосфата и нуклеиновой кислоты. Среди выделенных микроорганизмов имеются грибы и бактерии.

Выраженный в данном случае тропизм этих микроорганизмов к фосфатам может служить одним из доказательств их специфичности. Обнаружение их на фосфатах, подвергшихся жесткой технологической обработке, можно объяснить их высокой резистентностью или же оседанием на труднорастворимые фосфаты пыли воздуха, содержащей эти микроорганизмы.

Во время выделения из почвы фосфатрастворяющих бактерий мы столкнулись с явлением, позволяющим путем простых наблюдений судить о наличии в ряде изученных нами почв значительных количеств фосфатазы. Явление заключается в том, что часто при посеве разбавленных почвенных суспензий ( $10^{-4}$ ) на среды, содержащие трехкальциевый фосфат, происходит полное или частичное растворение фосфата без визуального роста культуры. Иногда на растворенных участках поверхности чашек Петри обнаруживается вторичный рост микробов, совершенно отличный от фосфатрастворяющих.

Исключение возможного действия в указанном явлении других факторов растворения фосфатов основано на следующих соображениях.

Отпадает действие кислотности почвенных суспензий, так как pH некоторых даже не разбавленных растворов почвы, обладающих вышеуказанными свойствами, близок или выше 7,0 (серо-коричневая почва Крцаниси).

Действие химических веществ также исключается ввиду значительного разбавления некоторых почвенных суспензий.

О действии фосфатазы свидетельствует характерная для биологически активных веществ эффективность микроорганизмов и избирательность в отношении труднорастворимых фосфатов.

Не влияет и тот факт, что среда с  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  содержит минеральный, а не органический фосфат, ибо, как явствует из наших данных, один и тот же вид или штамм фосфатрастворяющих бактерий действует и на тот, и на другой фосфат, а постоянство формы фосфата нарушается в связи с непрерывным круговоротом фосфора в природе.

Отвергнута, наконец, возможность наличия в культурах фильтрующихся форм фосфатрастворяющих бактерий, что установлено в результате опыта, показавшего фосфатазную активность почвенных суспензий, инактивированных соответствующими концентрациями толуола.

Мы вскользь уже касались механизма действия фосфатрастворяющих бактерий при оценке их роста на средах, содержащих некальциевые фосфаты, в частности трехмагниевого фосфата.

С целью более полного выяснения механизма действия фосфатрастворяющих бактерий были поставлены опыты по сравнительному испытанию роста и растворения на среде с  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  и четырех других средах. Одна из них вовсе не содержала фосфора; вторая не содержала фосфора и содержала мел; третья вместо трехкальциевого фосфата содержала эквивалентное количество  $\text{K}_2\text{OPO}_4$ ; четвертая содержала указанную растворимую фосфорнокислую соль и мел. Остальные ингредиенты сред ничем не отличались от основной среды с  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ .

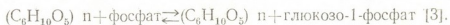
Опытами ставилась цель выяснения в растворении фосфатов кислотообразования культур и роста на средах с растворимым фосфатом.

В результате было установлено, что на среде с  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  все испытанные нами культуры растут значительно лучше, чем на всех остальных средах.

На среде с растворимым фосфатом и карбонатом кальция, как и без него, рост был очень слабый. На средах без трехкальциевого фосфата с карбонатом кальция (2, 4) были выделены лишь единичные колонии, растворяющие мел, т. е. кислотообразователи. По-видимому, этим обусловлено растворение ими фосфатов. Остальные культуры мел не растворяли. Отсюда можно сделать вывод, что среди бактерий, мобилизующих фосфаты, есть и кислотообразователи, есть и специфичная микрофлора. Преобладает последняя, отличающаяся более высокой резистентностью и генетической стабильностью на питательных средах с труднорастворимыми фосфатами. Культурально это в основном пигментные слизистые формы.

Из числа испытанных фосфатрастворяющих культур четыре были выделены из почвы на среде с нуклеиновой кислотой (Менкиной), что однако не отразилось на их способности к растворению трехкальциевого фосфата. Этим подтверждаются общность и специфичность фосфатрастворяющих микроорганизмов.

Чем объясняется механизм мобилизации одними и теми же микроорганизмами минеральных и органических фосфатов? Скорее всего наличием у этих организмов комплекса фосфаттрансформирующих ферментов. По-видимому, одним из этапов их действия является фосфорилирование, другим — расщепление. В нашем случае, если принять во внимание, что среда для фосфатрастворяющих бактерий содержит глюкозу, то на первом этапе взаимодействия с ортофосфатом может образоваться глюкозо-фосфат



За первым этапом следует второй — расщепление. На этом, понятно, не кончается круг микробиологического превращения фосфатов. В нем далее значительное место принадлежит биологическому превращению фосфора.

Таким образом, настоящими исследованиями установлено сравнительно большое распространение фосфатрастворяющих бактерий в почвах с кислым значением pH (красноземы, подзолистые).

В микробиологическом превращении фосфатов в почве основная роль принадлежит специфичной микрофлоре, о чем свидетельствует широкий диапазон действия ее на труднорастворимые фосфаты (минеральные и органические).

Основная роль в микробиологическом превращении фосфатов, видимо, принадлежит каталитической активности фосфатных ферментов, накапливающихся и часто проявляющихся при посевах почвенных суспензий на питательные среды с труднорастворимыми фосфатами. Микробы, трансформирующие труднорастворимые фосфаты, значительно распространены в природе; они тесно связаны с этими соединениями и слабо поддаются культивированию на искусственных питательных средах.

Институт почвоведения агрохимии  
и мелиорации Грузинской ССР

(По гупило 30.7.1968)

ნილაგავილი

რ. პიკოვსკაია

ფოსფატების მიკრობიოლოგიური გარდაქმნა საძარბაზოებსა  
ნილაგავში

რეზიუმე

საქართველოს სხვადასხვა ტიპის ნიადაგებში მიკრობიოლოგიური პროცესების შესწავლამ შესაძლებლობა მოგვცა დაგვედგინა ზოგიერთი კანონზომიერება. ყველაზე დიდი რაოდენობა მიკროორგანიზმებისა, რომელთაც აქვთ უნარი დაშალონ სამკალციუმიანი და სხვა ფოსფატები (მინერალური, ორგანული), აღმოჩენილია მკვე ტიპის ნიადაგებშიც (წითელმიწები, ეწერები).

ნიადაგში ფოსფატების მიკრობიოლოგიური გარდაქმნის პროცესებში ძირითადი როლი მიეკუთვნება სპეციფიკურ მიკროფლორას.

SOIL SCIENCE

R. I. PIKOVSKAYA

### MICROBIOLOGICAL TRANSFORMATION OF PHOSPHATES IN GEORGIAN SOILS

Summary

The largest number of microorganisms capable of solving tricalcium and other phosphates (mineral, organic) have also been found in soils with acid pH (krasnozem, podsol soils).

The major role in the microbiological transformation of phosphates in soils is played by specific microflora.

The basis of the microbiological transformation of phosphates in soils is the catalytic activity of phosphate ferments, which accumulate and often become apparent at the time of the sowing of soil suspension on the nutrient media with sparingly soluble phosphates.

ლიტერატურა—ЛИТЕРАТУРА—REFERENCES

1. Т. Н. Нестерова и Е. Ф. Березова. Бюллетень научно-технической информации по сельскохозяйственной микробиологии, 7. вып. 2, 1956.
2. Р. И. Пиковская. Микробиология, вып. 5, т. 17, 1948.
3. М. Диксон и Э. Уэбб. Ферменты. М., 1961.



ო. ზარდალიშვილი, ბ. იოსელიანი

**ნიტრატებისა და უმსათვისებელი ფოსფორის დინამიკა სხვადასხვა ხარისხით ჩამორეცხილ ნეშომპალა-კარბონატულ ნიადაგში**

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა შ. ჭანიშვილმა 13.11.1968)

ნიადაგში საკვები ელემენტების მოძრაი ფორმების რაოდენობა ნაყოფიერების ერთ-ერთი ძირითადი მაჩვენებელია. ასეთი მონაცემები განსაკუთრებით სარწმუნოა მაშინ, როდესაც დაკვირვება მთელი წლის ან ვეგეტაციის განმავლობაში მრავალჯერ ხორციელდება [1].

თუ ასეთი გამოკვლევები მინდვრის ცდებს უკავშირდება და სხვადასხვა ნიადაგზე წარმოებს, მაშინ შესაძლებელია ერთგვარი კავშირი დამყარდეს სასოფლო-სამეურნეო კულტურათა მოსავლიანობასა და ნიადაგში საკვები ელემენტების შემცველობას შორის. რასაკვირველია, მცენარეთა მოსავლიანობა ნიადაგში საკვები ელემენტების შემცველობის გარდა ბევრ სხვა ფაქტორზედაც არის დამოკიდებული. ამიტომ ასეთი გამოკვლევები ერთნაირ ბუნებრივ და აგროტექნიკურ პირობებში უნდა ტარდებოდეს.

ნიტრატებისა და შესათვისებელი ფოსფორის დინამიკა ჩვენ შევისწავლეთ ორჯონიკიძის რაიონის სოფ. კიცხის სტაციონარზე, სხვადასხვა ხარისხით ჩამორეცხილ ნეშომპალა-კარბონატულ ნიადაგებზე.

მინდვრის ცდები დავაყენეთ ნეშომპალა-კარბონატული ნიადაგის ორ სახესხვაობაზე — საშუალოდ და ძლიერ ჩამორეცხილ ნაკვეთებზე. სუსტად ჩამორეცხილი სახესხვაობა შევარჩიეთ საკოლმეურნეო ფართობში, სადაც ცალკე გამოყოფილ ნაკვეთზე ტარდებოდა დაკვირვებები. სამივე ნაკვეთი ერთმანეთისაგან 150 — 200 მეტრითაა დაშორებული და ამდენად ერთნაირ კლიმატურ პირობებშია. ერთნაირად ტარდებოდა საცდელ ნაკვეთებზე აგროტექნიკური ღონისძიებებიც.

სუსტად ჩამორეცხილი ნეშომპალა-კარბონატული ნიადაგები განლაგებულია წედარებით მცირე დაქანების ფერდობზე, საშუალოდ და ძლიერ ჩამორეცხილი სახესხვაობები კი — ძირითადად დიდი დაქანების ფერდობებზე. ამ ნიადაგების ნაწილი დაბალი ღირსების საძოვრებსა და ბუჩქნარებს უჭირავს. ძლიერ ჩამორეცხილ სახესხვაობებზე ჰუმუსიანი ფენა მთლიანად ჩამორეცხილია [2]. ეს ნიადაგები ნაყოფიერებით ერთმანეთისაგან განსხვავდება. საილუსტრაციოდ მოგვყავს მათი ძირითადი აგროკიმიური მაჩვენებლები (იხ. ცხრილი).

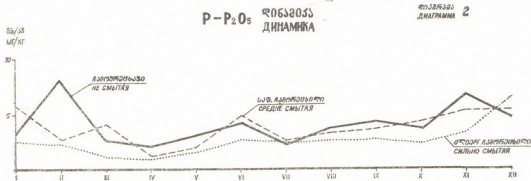
ნიტრატებისა და შესათვისებელი ფოსფორის შემცველობის დასადგენად ნიადაგის ნიმუშებს ვიღებდით თვეში ორჯერ (აქ მოყვანილია მხოლოდ საშუალო მაჩვენებლები გაუნოყიერებელი ვარიანტებისა). აღებისთანავე სველ ნიმუშებში ისაზღვრებოდა ნიტრატები დისულფოფენოლის მჟავით, ხოლო შესათვისებელი ფოსფორი — მაჩიგინის მეთოდით. საცდელ ნაკვეთზე ვთესავდით სიმინდს — აჯამეთის თეთრს.

ნიადაგში ნიტრატული აზოტისა და შესათვისებელი ფოსფორის დინამიკა მოცემულია პირველ და მეორე დიაგრამებზე.

პირველი დიაგრამიდან ჩანს, რომ ნიტრატული აზოტი სამივე ნიადაგში მეტი რაოდენობით გროვდება მარტში, აპრილსა და მაისში. შემდეგ ნიტრატული აზოტის შემცველობა კლებულობს და კვლავ ოდნავ მატულობს სექტემბრის ბოლოდან. ეს ფაქტი ძირითადად ორი მიზეზით აიხსნება: 1) ივნისის ბოლოს იწყება მაღალი სიციხეები, რაც არახელსაყრელ პირობებს ქმნის მიკრობიოლოგიური პროცესებისათვის და 2) ამ პერიოდში სიმიანი ინტენსიურად იზრდება და დიდი რაოდენობით მოიხმარს ნიადაგიდან შესათვისებელ აზოტს. რაც იწვევს მისი რაოდენობის საგრძნობ შემცირებას.

სხვადასხვა ხარისხით ჩამორეცხილი ნეშომავალ-კარბონატული ნიადაგების ზოგიერთი აგროქიმიური მაჩვენებელი

ნიადაგის სახესხვაობა	სიღრმე, სმ-ით	pH	CaCO <sub>3</sub> , %	ჰუმუსი, %	N, სავრ- თო %	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , სა- ერთო %
სუსტად ჩამორეცხილი	0—20	7,2	1,2	3,24	0,16	0,11
	20—40	7,4	1,2	2,31	0,13	0,10
საშუალოდ ჩამორეცხილი	0—20	7,3	1,2	2,12	0,15	0,10
	20—40	7,5	5,2	0,90	0,07	0,07
ძლიერ ჩამორეცხილი	0—20	7,3	15,7	1,21	0,07	0,13



აღსანიშნავია ერთი მნიშვნელოვანი გარემოებაც. თითქმის მთელი წლის განმავლობაში ნიტრატული აზოტის რაოდენობა საშუალოდ და ძლიერ ჩამორეცხილ ნიადაგებზე გაცილებით ნაკლებია სუსტად ჩამორეცხილ ნიადაგთან შედარებით. საშუალოდ ჩამორეცხილ ნიადაგზე ივნისამდე მეტია ძლიერ ჩამორეცხილთან შედარებით; ივნისიდან კი ეს სხვაობა აღარ შეიმჩნევა. ამგვარად, ამ ორ ნიადაგზე ნიტრატული აზოტის საშუალო შემცველობა წლის განმავ-

ლობაში საშუალოდ ჩამორეცხილ სახესხვაობაზე ოდნავ მეტია, ვიდრე ძლიერ ჩამორეცხილზე.

მეორე დიაგრამიდან ჩანს, რომ შესათვისებელი ფოსფორის რაოდენობაც წლის განმავლობაში საკმაოდ მერყეობს. ყველაზე მეტია იგი ზამთრის თვეებში, შემდეგ კი კლებულობს. საშუალო მაჩვენებლებით შესათვისებელი ფოსფორი ყველაზე მეტი რაოდენობით გვხვდება სუსტად ჩამორეცხილ სახესხვაობაში, ყველაზე მცირე კი — ძლიერ ჩამორეცხილში.

სხვადასხვა ხარისხით ჩამორეცხილ ნიადაგზე დაყენებულმა მინდვრის ცდებმა გვიჩვენა, რომ ამ ნიადაგებზე სიმინდის მოსავლიანობა გაუნყოფიერებლად მეტად განსხვავებულია და უდრის:

სუსტად ჩამორეცხილზე 16—18 ცენტნერს ჰექტარზე.

საშუალოდ ჩამორეცხილზე 10—12 " "

ძლიერ ჩამორეცხილზე 6—7 " "

ამრიგად, მოსავლიანობა ნიტრატებისა და შესათვისებელი ფოსფორის დინამიკასთან პირდაპირ დამოკიდებულებაშია. რასაკვირველია, საკვები ელემენტების მოძრავი ფორმების ერთჯერადი განსაზღვრა ასეთ სურათს არ მოგვცემდა, რადგან ცალკეულ პერიოდებში ნიტრატული აზოტისა და შესათვისებელი ფოსფორის რაოდენობა ნაკლები ნაყოფიერების ნიადაგში შეიძლება მეტოც კი აღმოჩნდეს, ვიდრე უფრო ნაყოფიერში.

სხვადასხვა სასოფლო-სამეურნეო კულტურის გასანაყოფიერებლად ფოსფორიანი და კალიუმისიანი სასუქების გამოყენების აუცილებლობას ამჟამად ადგენენ ნიადაგის აგროქიმიური ანალიზებით; აზოტის მიმართ კი საამისო სარწმუნო მაჩვენებლები ჭერჭერობით არ გაგვაჩნია.

ჩატარებულმა მინდვრის ცდებმა გვიჩვენა, რომ აზოტისიანი სასუქების გამოყენებით სამივე სახესხვაობაზე სიმინდის შარცვლის მოსავლიანობა 3—4-ჯერ იზრდება, მაგრამ რაიმე კანონზომიერება ნიადაგში აზოტის მინერალური ფორმების დინამიკასა და აზოტისიანი სასუქების ეფექტიანობას შორის არ გამოვლინდა.

ნიადაგმცოდნეობის, აგროქიმიისა და  
მელიორაციის ინსტიტუტი  
თბილისი

(შემოვიღა 19.11.1968)

АГРОХИМИЯ

О. Ю. ЗАРДАЛИШВИЛИ, Г. И. ИОСЕЛИАНИ

## ДИНАМИКА НИТРАТОВ И УСВОЯЕМОГО ФОСФОРА НА ПЕРЕГНОЙНО-КАРБОНАТНЫХ ПОЧВАХ РАЗНОЙ СТЕПЕНИ СМЫТОСТИ

Резюме

Изучение динамики нитратов и усвояемого фосфора на смытых перегнойно-карбонатных почвах выявило взаимосвязь между урожайностью и содержанием минеральных форм азота и фосфора на неудобренных вариантах. Среднегодовое содержание нитратного азота и усвояемого фосфора на слабосмытой перегнойно-карбонатной почве больше, чем на средне- и сильносмытых разновидностях. Показатель ди-

динамики нитратов не может служить критерием для установления необходимого количества использования азотных удобрений. Очевидно, такой показатель может быть получен на основе сопоставления количества общего азота в почве, динамики минеральных форм азота, нитрифицирующей способности почвы и результатов полевых опытов.

AGRICULTURAL CHEMISTRY

O. Y. ZARDALISHVILI, G. I. IOSELIANI

DYNAMICS OF NITRATES AND ASSIMILATED PHOSPHORUS IN  
HUMUS-CARBONATE SOILS ERODED TO DIFFERENT  
DEGREES

S u m m a r y

A study of the dynamics of nitrates and assimilated phosphorus in humus-carbonate soils eroded to different degrees has revealed a correlation between yield and the content of mineral forms of nitrogen and phosphorus.

The average annual content of nitrate nitrogen and assimilated phosphorus is higher in weakly eroded humus-carbonate soil than in medium- and strongly eroded varieties.

ლიტერატურა—ЛИТЕРАТУРА—REFERENCES

1. Д. Н. Прянишников. Избр. соч., т. 1, 2, 1953.
2. ვ. შაქავეარიანი, ო. ზარდალიშვილი და სხვ. ნიადაგმცოდნეობის ინსტიტუტის შრომები, XII, თბილისი, 1966.



Э. Д. ЛОБЖАНИДZE

## ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВЛАГИ В ДРЕВЕСИНЕ СТВОЛОВ КАВКАЗСКИХ РЕЛИКТНЫХ СОСЕН В СВЯЗИ С ЯДРООБРАЗОВАНИЕМ

(Представлено академиком В. З. Гулисашвили 24.10.1968)

В данной статье освещены особенности распределения влаги в ядре и заболони по высоте ствола некоторых кавказских представителей рода *Pinus*, в частности кавказских реликтов *P. pithynsa* Stev. и *P. eldarica* Medw., произрастающих в различных климатических областях.

Образцы для определения влажности древесины сосны пицундской брались в условиях ее естественного местопроизрастания, на Пицундском мысу, с влажным субтропическим климатом, где средняя температура воздуха составляет  $+14,5^{\circ}\text{C}$ , количество осадков в год — 1388 мм, а абсолютная влажность воздуха — 69%.

Древнейший реликт третичного периода сосна эльдарская сохранилась лишь на труднодоступном хребте Эллер-оуги, который находится среди полупустынь Восточного Закавказья. Модельные деревья сосны эльдарской были срублены на объекте, климатические условия которого максимально приближались к условиям ее естественного произрастания. Такой объект был выбран нами в поясе светлых лесов, в окрестностях г. Тбилиси (средняя температура воздуха  $+12,9^{\circ}$ , среднее количество осадков за год — 509 мм, среднегодовая относительная влажность воздуха — 63%), где широко культивируется сосна эльдарская. Таким образом, отмеченные выше объекты исследования своими климатическими условиями существенно разнятся.

Пицундская сосновая роща и роща сосны эльдарской в Эльдарской степи на Кавказе, как отмечает Н. С. Заключинский [1], «являются униками, представляющими большой научный интерес». Однако эти уникальные реликты Кавказа еще не изучены всесторонне.

В августе 1961 г. на этих объектах нами было срублено по три модельных дерева для определения влажности древесины. Методика определения влажности древесины изложена в ранее опубликованных нами работах [2—4]. Произведено около 540 определений влажности древесины. Площадь всего торца, а также площадь ядра вычислялись планиметром.

Распределение влаги в ядре и заболони у сосен пицундской и эльдарской графически изображено на рис. 1. Как видно из рисунка, влажность заболонной части ствола сосны пицундской составляет 90,6%, а ядровой части — 38%.

Люксфорд указывает, что содержание воды в ядровой древесине секвой достигает наибольшей величины у основания ствола и сни-

жается по направлению к вершине, а количество воды в заболони, наоборот, самое меньшее у основания и самое большое у верхушки [10].

В заболони сосны пицундской большое количество влаги (95%) наблюдается в комлевой части ствола, а на высоте груди (1,3 м) оно резко (на 17%) падает, после чего с увеличением высоты ствола с некоторыми колебаниями постепенно увеличивается (рис. 1). Большое увеличение влажности наблюдается в кроновой части ствола.

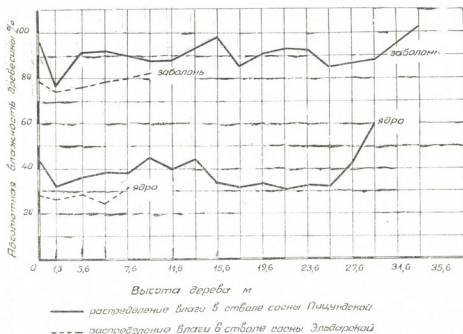


Рис. 1. Распределение влаги в ядре и заболони сосен пицундской (сплошная линия) и эльдарской (пунктир) по высоте ствола

Влажность в ядровой части стволов сосны пицундской распределяется почти аналогично (рис. 1), однако в этой части ствола влажность на 52,6% меньше, чем в заболони.

Общая влажность свежесрубленной древесины сосны пицундской в период усиленной транспирации в августе составляет 64,3%.

Как уже отмечалось нами [2—4], на влажность свежесрубленной древесины большое влияние оказывают условия местопроизрастания. Из рис. 1 видно также, что средняя влажность древесины сосны эльдарской, произрастающей в засушливой зоне светлых лесов, на 11,2% меньше, чем у сосны пицундской, и составляет 53,1%. Средняя влажность ядровой части (28%), так же как и у сосны пицундской, значительно меньше, чем заболонной, которая у сосны эльдарской составляет 78,3%.

Надо полагать, что влажность древесины дикорастущей эльдарской сосны, произрастающей на ее родине в юго-восточной части Эльдарской степи в весьма засушливых условиях [5], значительно меньше, чем в зоне светлых лесов окрестностей г. Тбилиси.

По данным Ито [6], стволы каштана японского содержат больше всего воды у основания, а сосны густоцветной, наоборот, — у верши-

ны. По утверждению Овингтона [7], содержание воды обычно увеличивается от основания ствола к вершущке, особенно у хвойных.

Наши материалы, если пренебречь незначительными колебаниями влажности по высоте ствола, полностью подтверждают данные вышеуказанных авторов. Из рис. 1 видно, что влажность заболонной части сосны эльдарской у корневой шейки составляет 78%, на высоте 1,3 м уменьшается на 3%, после чего постепенно увеличивается и у вершины ствола составляет 82%. Почти аналогично распределяется влага и в ядровой части ствола сосны эльдарской (рис. 1). Таким образом, влажность древесины обоих видов сосен как в ядровой, так и в заболонной части у основания ствола меньше, чем в кроновой части.

Следует отметить также, что влажность ядровой части ствола сосны пицундской, произрастающей в условиях влажного субтропического климата, колеблется в пределах 30—60%, а заболонной — 78—102%.



Рис. 2. Соотношение ядра (в центре) и заболони в стволе 70-летней сосны пицундской

Значительно меньше колеблется влажность стволов сосны эльдарской, произрастающей в засушливых условиях (в ядровой части в пределах 25—32%, а в заболонной 75—82%), что, наряду с другими факторами, объясняется также небольшим, по сравнению с сосной пицундской, ростом этого вида.

Установить какую-нибудь определенную закономерность распределения влаги в стволах сосен эльдарской и пицундской по странам света, так же как и для других древесных пород [2—4], нам не удалось.

В работе А. М. Краснитского [8], а также в наших ранее опубликованных статьях [2, 4] указывалось, что высокая влажность ствола растущего дерева замедляет в стволе процесс ядрообразования, низкая, наоборот, ускоряет этот процесс. Эта закономерность подтверждается и для реликтовых сосен Кавказа.

Как уже отмечалось, средняя влажность стволов сосны пицундской составляет 64,3%, а эльдарской — 53,1%. Анализ поперечных пластинок стволов, взятых у корневой шейки, показал, что ядро в стволе сосны

пицундской от всей площади торца составляет 27,4%, а заболонь — 72,6% (рис. 2), тогда как в стволе сосны эльдарской ядро составляет 39,8%, а заболонь — 60,2%.

Ссылаясь на данные Алексеева, С. И. Ванин [9] отмечает, что у сосны процент площади ядра от всей площади торца зависит главным образом от возраста. С увеличением возраста количество ядровой древесины увеличивается за счет перехода заболонной древесины в ядровую. Несмотря на значительно меньший возраст (35—40 лет) сосны эльдарской, по сравнению с пицундской, процент площади ядра от всей площади торца у сосны эльдарской больше, чем у пицундской.

Таким образом, абсолютная влажность древесины в стволах кавказских реликтовых сосен увеличивается от центра к периферии, от основания к верхушке ствола и от засушливого климата к влажному.

Тбилисский институт леса

(Поступило 30.10.1968)

მეცნიერებათა

ა. ლობჯანიძე

ტენის განაწილების თავისებურებები კავკასიის რელიქტური ფიჭვის ღეროს მერქანში გულის წარმოქმნის პროცესთან დაკავშირებით

რეზიუმე

დადგენილია, რომ კავკასიის რელიქტური ფიჭვების ღეროში მერქნის აბსოლუტური ტენიანობა იზრდება ღეროს ცენტრიდან პერიფერიისაკენ, ფუძიდან კენწეროსაკენ და მშრალი კლიმატური პირობებიდან ტენიანისაკენ. ტენიანობის ზრდა ანელებს გულის წარმოქმნის პროცესს ბიჭვინთისა და ელდარის ფიჭვების ღეროში.

FORESTRY

E. D. LOBZHANIDZE

## PECULIARITIES OF HUMIDITY DISTRIBUTION IN THE WOOD OF CAUCASIAN RELICT PINE STEMS IN CONNECTION WITH THE NUCLEUS-FORMING PROCESS

Summary

It has been ascertained that the absolute humidity of wood in the Caucasian relict pine (*Pinus pithyusa* Stev., *P. eldarica* Medw) stems increases from the centre to the periphery, from the base to the top, and from dry climatic to moist conditions. The growth of humidity decreases the nucleus-forming process in the Bichvinta and Eldar pine stems.

ლიტერატურა—ЛИТЕРАТУРА—REFERENCES

1. Н. С. Заклинский. Лес Абхазии, вып. IV. М.—Л., 1931.
2. Э. Д. Лобжанидзе и Л. А. Гоциридзе. Сообщения АН ГССР, 33, 3, 1964.
3. Э. Д. Лобжанидзе и Л. А. Гоциридзе. Сообщения АН ГССР, XLI:1, 1966.
4. Э. Д. Лобжанидзе. ДАН СССР, т. 173, № 2, 1967.
5. А. Н. Колесников, Г. Агаев. Труды АБЛОС, вып. I. Сухуми, 1961.
6. M. Ito. Fac. Arts Sci. Rept., Gifu Univ., 3, 1955.
7. J. D. Ovington. New Phytologist, 55, 1956.
8. А. М. Красиитский. Научные доклады высшей школы, биол. науки, № 1, 1961.
9. С. И. Ванин. Древесиноведение. Л., 1940.

## ГЕНЕТИКА И СЕЛЕКЦИЯ

В. А. ЕЛИСЕЕВ

### МИКРОСПОРОГЕНЕЗ У МАНДАРИНА УНШУИ

(Представлено академиком В. Л. Менабде 22.10.1968)

Мандарин уншиу является культурным видом. Многие ученые считают его гибридом [1—4]. Характерная особенность данного мандарина — его стерильность, полная по мужской линии и частичная по женской. По исследованию И. С. Капанадзе [5], она обусловлена прохождением микроспорогенеза весной, в тот период, когда температура в минимуме, а макроспорогенеза — летом, при более оптимальных температурных условиях.

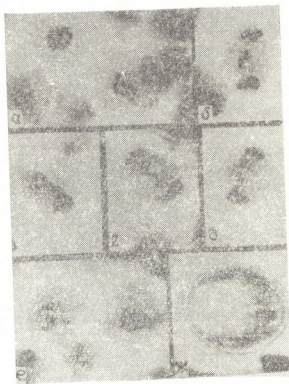
Для уточнения некоторых вопросов, связанных с биологическими особенностями мандарина уншиу, изучался микроспорогенез как в плантационных, так и в оранжерейных условиях.

Закладка архиспориальных клеток и их развитие в материнские клетки проходят в пределах нормы. Материнские клетки полностью занимают полость пыльцевого мешка, что можно считать специфической особенностью семейства рутациевых. В мейотической профазе микроспороцитов гомологичные хромосомы приступают к попарной конъюгации и образуют девять бивалентов.

Следует остановиться на характерном для цитрусовых и, в частности, для мандарина уншиу порядке расположения бивалентов в профазной карнопластинке, где вокруг одного бивалента располагаются остальные восемь, образуя правильный круг (микротофо 1, а). Такое же расположение в профазе наблюдается и у унивалентов при втором мейозе. Подобное расположение хромосом наблюдали Ф. Д. Мампория [6] у трифолиата и И. С. Капанадзе [5] у мандарина Сильверхил Сатсума.

О биологической сущности подобного расположения бивалентов и унивалентов в литературе никаких сведений нет. Находящиеся в центре как бивалент, так и унивалент ни морфологически, ни по окраске мы не можем отличить от остальных хромосом. Но, исходя из того что каждой форме, каждому расположению соответствует определенная сущность, определенное содержание, можно предположить, что бивалент, находящийся в центре кольца должен отличаться как функционально, так и генетически от вокруг лежащих унивалентов. В ряде случаев наблюдались отклонения в характере расположения бивалентов, при этом из числа бивалентов, образующих круг, выпадал один бивалент, реже — два или три. В некоторых случаях все они имеют бессистемное расположение.

Заметные отклонения начинают проявляться и в анафазе с момента расхождения гомологичных хромосом. Здесь часто имеет место отставание в движении двух хромосом одной пары, реже — четырех хромосом от двух пар (микрофото 1, б, в, г). Иногда наблюдается образование хромосомных мостиков (микрофото 1, д). Встречается и обратная картина, когда отдельные хромосомы значительно быстрее остальных передвигаются к полюсам (микрофото 1, е). Подобные отклонения приводят к тому, что некоторые хромосомы не включаются в дочерние ядра и образуют микроядра.



Микрофото 1. *Citrus Unshiu*. а—Расположение бивалентов в профазе I мейоза; а, в, г—отставание хромосом в анафазе; д—хромосомный мостик; е—аномальное начало анафазы, ж—оформленная микроспора

Дочерние клетки микроспор продолжают дальнейшее развитие даже в том случае, если они получили хроматиновое вещество в неодинаковом количестве. После их второго деления образуется тетрада микроспор, сопровождающаяся быстрым оформлением перегородок. К этому же времени элиминируется общая тетрадная оболочка и происходит разобщение микроспор.

В плантационных условиях на разных этапах развития микроспор происходит их гибель, в результате чего в пыльниках наблюдается масса разрушающейся пыльцы.

Изучение микроспорогенеза в условиях оранжереи при температуре плюс 22—25° показало, что мейоз протекает относительно нормально и приблизительно в 25—30% материнских клеток редукция проходит вполне типично. Обособление микроспор и оформление их

оболочек (интины и экзины) проходят интенсивно. В дальнейшем микроспора немного удлиняется. В центральной ее части образуется громадная вакуоль, оттесняющая инициальное ядро к стенке споры (микрофото 1, ж). Вокруг ядра сосредоточивается почти вся плазма пыльцевого зерна. В это время ядро находится в глубоком покоящемся состоянии и не окрашивается ни нейтральными, ни кислыми, ни основными красителями.

Положительное влияние на образование функциональной пыльцы у мандарина уншиу отмечалось также при запаздывании цветения [5, 7—9].

В условиях высокой температуры, помимо мандарин' уншиу, развивают определенный процент генетически годной пыльцы все межродовые и межвидовые гибриды померанцевых, в частности при втором летнем цветении.

Таким образом, гетеротипное деление микроспороцитов и способность при самоскрещивании давать большое разнообразие, порой не укладывающееся в пределы вида [5], показывают, что мандарин уншиу возник в процессе отдаленной гибридизации, которая и является причиной его низкой половой активности, усугубляемой к тому же, недостаточностью термофактора.

При изучении мейоза у межвидовых гибридов отмечались гетеротипное деление и ряд других отклонений. Проведенное исследование межродовых гибридов показало, что в мейозе, наряду с аномалиями, отмечаемыми и у межвидовых гибридов, имеются и сугубо специфические, заключающиеся в выбрасывании из ядра в плазму набора хромосом одного из родителей. Для отмеченной закономерности хорошими объектами являются триплоидные гибриды между апельсином и трифолиата и помпельмусом Азахикан и трифолиата, у которых во время мейоза 18 хромосом материнского компонента выбрасывается в плазму.

Поскольку у мандарина уншиу во время редукции хромосомы не покидают ядро материнской клетки, его можно считать гибридом между близкими видами рода цитрус.

Сухумская опытная станция  
субтропических культур ВНИИРА.

(Поступило 24.10.1968)

განმარტვა და სელექცია

3. ელინაძე

განდარინ უნშიუს მიკროსპოროგენეზი

რეზიუმე

უნშიუს სტერილობა განპირობებულია მისი რთული გენომური შედგენილობით. უნშიუსი რედუქციული დაყოფა და ფუნქციონალური მიკროსპორების განსაზღვრული რაოდენობით წარმოქმნა წესრიგდება 22—25°C-ის დროს. მეიოზური დაყოფის ნორმალური მიმდინარეობისას ერთი ბივალენტის ორგვლივ წრისებურად ლაგდება დანარჩენი რვა ბივალენტი, ხოლო საწინააღმდეგო შემთხვევაში ბივალენტები ლაგდება ორ რიგად ან უწესრიგოდ.

ბივალენტების დაშორებისას ხშირად ჩამორჩება ან წინაურდება ორი ქრომოსომი; იშვიათ შემთხვევაში კი—ოთხი. ჩამორჩენილი ქრომოსომები წარმოქმნიან ქრომოსომალურ ხიდებს. მიკროსპორების ის შვილეული უჯრედებიც კი, რომლებმაც არათანაბარი რაოდენობით მიიღეს ქრომატინის ნიკთინება, აგრძელებენ შემდგომ განვითარებას, მაგრამ არსებობის რომელიმე ეტაპზე იღუპებიან ან წარმოქმნიან ფუნქციონალური მტვერის მარცვლებს.

#### GENETICS AND SELECTION

V. A. ELISEEV

### MICROSPOROGENESIS IN THE UNSHIU MANDARIN

#### Summary

The microspore in the Unshiu mandarin has been studied in artificial and natural conditions. In both cases the laying of the archesporial cells and their growth into maternal cells proceeds quite normally. In the prophase of the meiosis, in its normal course, eight bivalents settle around one bivalent. In cases of anomaly, all of them are settled unsystematically. Noncharacteristics in divergence of separate chromosomes to poles were noticed in the anaphase. In particular, there occurred inhibition or acceleration of their movement, which in some cases caused formation of chromosome bridges and micronucleus.

Daughter cells may continue their development even in the cases of their receiving chromosome substance in unequal quantity. In natural conditions microspores perish in various stages of their development. In artificial conditions at the temperature of  $+23^{\circ}$ ,  $+25^{\circ}\text{C}$  reducing divisions are partly normalized. As a result a certain per cent of functional pollen is formed.

#### ლიტერატურა—ЛИТЕРАТУРА—REFERENCES

1. I. Osawa. J. Col. Agr. Imp. Univ. Tokyo, 4, 1312, 83—116.
2. Chevalier. Le Mandarin Unshiu (Revue de Botanique appliquee d'Agriculture coloniale), № 9, 1922.
3. И. С. Капанадзе. Сообщения АН ГССР, т. XXXVI:1, 1964.
4. T. Tanaka. Does citrus cretion repeat? Reprinted from Bulletin of University of Osaka Prefecture, Series B, vol. 18, 1966.
5. И. С. Капанадзе. Суб. культуры, № 4, 1961.
6. Ф. Д. Мампория. Труды Грузинского с.-х. ин-та, т. 19, 1943.
7. М. Ф. Зорни. Сов. субтропики, № 4, 1936.
8. А. Г. Пачев. Сов. субтропики, № 6, 1938.
9. Н. М. Джинчарадзе. Сов. субтропики, № 4, 1967.



აღმნიანისა და ცხოველთა ფიზიოლოგია

დ. ცინცაძე

ლემნისკური სისტემის დაზიანების გავლენა პირობით რეფლექსურ მოქმედებაზე

(წარმოადგინა აკადემიოსმა ი. ბერიტაშვილმა 24.7.68)

ლემნისკური სისტემა, რომელიც დასაწყისს იღებს ზურგის ტვინის დორზალურ სექტორში, შედგება ტაქტილური და პროპრიოცეპტული იმპულსების გამტარებელი ბოჭკოებისაგან. სოლისებური და ნაზი ბირთვის შემდეგ ეს გზა ნეღიალური მარყუჟის სახელით გაივლის შუა ტვინს და აღწევს თალამუსის ვენტრალურ პოსტეროლატერალურ ბირთვს (*n. ventralis posterolateralis*); აქედან კი იმპულსები მიემართება დიდი ტვინის ქერქის სომატოსენზორულ არეში. შრომაში [1] ჩვენ შევისწავლეთ მეღიალური მარყუჟის დაზიანების გავლენა დაყოვნებულ რეაქციებზე. აღმოჩნდა, რომ მეღიალური მარყუჟის ბილატერალური დაზიანების შემდეგ კატებს სრულიად გაუქრათ აგრესიულობა, დაერღვათ დაყოვნებული რეაქციები კომპლექსურ, მხედველობით, სმენით და ლაბირინთულ გაღიზიანებებზე 5—10 სექ დაყოვნების შემთხვევაში კი. ისინი ხასიათდებიან ჰიპერექსპლორატიული აქტივობით და საკვებისადმი ძლიერი მოტივაციით. მსგავსი შედეგები მიიღეს სპრეიგმა და მისმა თანამშრომლებმა [2, 3].

ჩვენ მიზნად დავისახეთ შეგვესწავლა სპეციფიკური მგრძობელობის გზების, კერძოდ, მეღიალური მარყუჟის ორმხრივი დაზიანების გავლენა კატების პირობით-რეფლექსურ მოქმედებაზე. ცდებს ვატარებდით ხუთ კატაზე ქრონიკულ პირობებში. ოპერაციამდე 5 თვის განმავლობაში ესწავლობდით ვაეტომატებულ პირობით რეფლექსებს, ვაკვირდებოდით აგრეთვე მათ ქცევასა და ემოციურ რეაქციებს.

კატებს ვუმუშავებდით პირობით-რეფლექსურ კვებით რეაქციებს თავისუფალი ქცევის ოთახში: გალია, რომელშიც ზის კატა, დვას ოთახის კედელთან, მისგან 5 მ დაშორებით მარჯვნივ და მარცხნივ არის საკვები ყუთები. პირობითი სიგნალები (ტონი, ზარი, სინათლის წყარო) მოთავსებულია საკვებ ყუთებთან. ერთ კატას ბატარა გალიის პირობებში გამოვუმუშავეთ ინსტრუმენტული პირობითი რეფლექსი. გალია შედგება 2 ნაწილისაგან: უკანა ნაწილში ზის კატა; წინა ნაწილში კი კატისაგან 1 მ დაშორებით მარჯვნივ და მარცხნივ გაკეთებულია № 1 და 2 სარკმელი. სიგნალზე (კაჟუნი და ზარი) კატა მიდის შესაბამის სარკმელთან, თათით აღებს სარკმელს, თათითვე იღებს ხორცს საკვები ყუთიდან, ჭამს და ბრუნდება უკანა ნახევარში.

მეღიალური მარყუჟის ბილატერალურმა დაზიანებამ დაახლოებით ერთნაირი შედეგები მოგვცა ოთხ კატაზე № 1, 2, 11, 12). ოპერაციამდე ეს კატები ძალის დანახვისას მკვეთრად გამოხატულ აგრესიულ რეაქციას ამჟღავნებდნენ. არ გარბოდნენ, ხერხემალს ღუნავდნენ რკალივით, ძალს უქნევდნენ თათს, ფუტუქნებდნენ (შემდეგ ფუტუქნი ღმუილში გადადის). მათ ბეწვი ებურძენებოდათ. საჭერის ვაკეობისას კულზე, კიდურებზე, ყურებზე, ტანზე, ისინი

ნი იწყებდნენ კულის ქნევას, წვებოდნენ იატაკზე, კნაოდნენ გაბმით და მაშინვე იცილებდნენ საჭერს. თათების ცივ და ცხელ (50—60°) წყალში ჩაყოფიას მაშინვე იღებდნენ წყლიდან და იფერთხავდნენ.

№ 1 და 2 კატებს გამოვუმუშავეთ პირობით-რეფლექსური სვლა სმენით გაღიზიანებებზე — ტონზე № 1 ყუთისაყენ და ზარზე — № 2 ყუთისაყენ. შემდეგ № 1 და 2 კატებზე შევისწავლეთ დაყოვნებული რეაქციები ტონზე და ზარზე. დაყოვნების მაქსიმუმი პირობით სიგნალებზე ამ კატებისათვის 1 წუთია. № 11 კატას გამოვუმუშავეთ პირობით-რეფლექსური სვლა სმენით და მხედველობით გაღიზიანებაზე — ტონზე და შუქზე, შესაბამისად, № 1 და 2 საყვები ყუთებისაყენ. შემდეგ № 11 კატაზე შევისწავლეთ დაყოვნებული რეაქციები ტონზე და შუქზე. დაყოვნების მაქსიმუმი № 11 კატისათვის პირობით სიგნალებზე 3 წუთია.

№ 12 კატას პატარა გალის პირობებში გამოვუმუშავეთ ინსტრუმენტული პირობითი რეფლექსი სმენით გაღიზიანებებზე — ზარზე და კაკუნზე, შესაბამისად, № 1 და 2 სარკმელისაყენ.

თანადროული ინსტრუმენტული პირობით-რეფლექსური სვლის გამომუშავების შემდეგ № 12 კატაზე შევისწავლეთ დაყოვნებული რეაქციები — ზარზე და კაკუნზე. მას დაყოვნების მაქსიმუმი ზარზე და კაკუნზე აქვს 2 წუთი. ოპერაციის შემდეგ № 1-სა და 11 კატებზე დაკვირვება წარმოება 3 თვის განმავლობაში, № 2 კატაზე — 2 თვის განმავლობაში, № 12 კატაზე — 1 თვისა და 15 დღის განმავლობაში.

მედიალური მარყუჟის ბილატერალური დაზიანების შედეგად კატების ქცევა ძლიერ შეიცვალა. სრულიად გაქრა მათი აგრესიულობა. ძაღლის დანახვისას მიდიან მასთან ახლო, პირს ადებენ ძაღლის პირს. ძაღლი უტევს, კატები კი მაინც არ ცილდებიან, ყნოსავენ, ათვალეირებენ, თითქოს არ ესმით მისი მნიშვნელობა. მხოლოდ № 12 კატა ოპერაციის შემდეგ გახდა გაცილებით აგრესიული, ვიდრე ოპერაციამდე იყო. ოპერაციის შემდეგ შეუძლებელი გახდა არამცთუ ხელში აყვანა, არამედ ხელის მოკიდებაც კი. ოპერაციის შემდეგ ყველა კატისათვის დამახასიათებელია განუწყვეტელი ძებნითი მოძრაობები.

№ 1, 2, 11 და 12 კატებში საგრძნობლად შესუსტდა ტაქტილურ გაღიზიანებათა აღქმისა და ლოკალიზაციის უნარი. № 1, 2, 11 კატებს დაერღვათ პირობით-რეფლექსური სვლა საყვები ყუთებისაყენ შესაბამის სიგნალებზე. ისინი საყვები ყუთისაყენ ვერ მიდიოდნენ არამცთუ დაყოვნების შემთხვევაში, არამედ სიგნალის (ტონი, ზარი, შუქი) მოქმედების დროსაც კი. ეს კატები გალიიდან გამოსვლის შემდეგ დადიან ოთახში უმიზნოდ. მათ მისვლას საყვებ ყუთებთან მხოლოდ შემთხვევითი ხასიათი ჰქონდა.

№ 12 კატას ოპერაციის შემდეგ დაერღვა პირობით-რეფლექსური დიფერენცირებული სვლა № 1 და № 2 სარკმელთან, მაგრამ ინსტრუმენტული რეფლექსი მედიალური მარყუჟის ბილატერალური დაზიანების შედეგად მას შენარჩუნებული ჰქონდა, ე. ი. იგი აღებდა სარკმელს და იღებდა თათით ხორცს.

№ 1 კატაზე გადაწყვიტეთ რეფლექსების ხელახლა გამომუშავება. თანხედნილი პირობით-რეფლექსური სვლის აღდგენისათვის დაგვიჭირდა ბევრად მეტი შეუღლება, ვიდრე საჭიროა ნორმალურ კატაზე ახალი რეფლექსის გამოსამუშავებლად. ცდობლობდით აღგვედგინა დაყოვნების მაქსიმუმი პირობით სიგნალებზე, მაგრამ დაყოვნება 1 წუთამდე ვერ ავიყვანეთ. № 1 და 2 კატებზე შესაძლებელი გახდა მხოლოდ 30 წამით დაყოვნების მიღება, თუმცა ზო-

გიერთ შემთხვევაში სწორედ ამგვარი დაყოვნების შემდეგაც იგი ვერ ასრულებს რეაქციას. განსხვავებული შედეგები მივიღეთ № 7 კატაზე. ოპერაციის შემდეგ იგი აღარ თამაშობდა, აღარ კნაოდა, წინა და უკანა მარცხენა კიდურებზე საჭერის გაკეთებისას საჭერს იცილებდა, ხოლო წინა და უკანა მარჯვენა კიდურებიდან არ ცდილობდა საჭერების მოცილებას, დადიოდა ჩვეულებრივად. მარცხენა ყურიდან იცილებდა საჭერს, მაგრამ არ იცილებდა საჭერს, შემდეგ თავსაც აღარ აქნევდა, დადიოდა ჩვეულებრივად.

ოპერაციის შემდეგ № 7 კატას არ დაერღვა დაყოვნებული რეაქციები პირობით სიგნალზე — ტონზე და შუქზე. პირობითი სიგნალის მიცემიდან 1 წუთის დაყოვნების შემდეგ კატა მიდის № 1 და 2 საკვები ყუთებისაკენ.

ტვინის მაკროსკოპული შესწავლის შედეგად აღმოჩნდა, რომ №1 კატას დაზიანებული აქვს მედიალური მარყუჟის კაუდალური ნაწილი. დაზიანება ორმხრივია, მაგრამ უფრო ვრცელია მარჯვენა მხარეზე. აქ დაზიანებაში მთლიანად არის ჩათრეული მედიალური მარყუჟი, მაშინ, როდესაც მარცხენა მხარეზე იგი ნაწილობრივია დაზიანებული.

№ 2 კატას მედიალური მარყუჟი დაზიანებული აქვს ორივე მხარეზე. მარჯვენა მხარეზე ნეკროზული უბანი მაღიანად მოიცავს მედიალურ მარყუჟს; მარცხენაზე კი იგი მხოლოდ ნაწილობრივ არის დაზიანებული.

№ 7 კატას მარჯვნივ სრულებით არა აქვს დაზიანებული მედიალური მარყუჟი, მის მაგივრად დაზიანებულია ტვინის ფეხები და შვიი ნივთიერება; მარცხნივ კი მედიალური მარყუჟი დაზიანებულია მცირედ. დაზიანება ნაწილობრივ ვრცელდება ლატერალურ მარყუჟზე, ტვინის ფეხებსა და პირამიდაზე.

როგორც დავინახეთ, მედიალური მარყუჟის ორმხრივი დაზიანება იძლევა საკმაოდ რთულ სურათს, გარდა ტაქტილური მგრძნობელობის დარღვევისა, რაც გამოწვეულია ტაქტილური და პროპრიოცეპტული სანოოქციო გზების გადაკვეთით, ირღვევა აგრეთვე გაავტომატებული პირობითი რეფლექსები და დაყოვნებული რეაქციები პირობით სიგნალებზე (ტონი, შუქი, ზარი, კაკუნი). იცვლება კატების ემოციური სფერო.

მედიალური მარყუჟის ვრცელი დაზიანების შემთხვევაში, როგორც ეს № 1, 2, 11 კატების შემთხვევაში მივიღეთ, სრულიად გამქარალია შიშისა და აგრესიის რეაქციები. დაკარგულია კანის მგრძნობელობა მთელ სხეულზე. კატები არავითარ რეაქციას არ იძლევიან არამცთუ ცივ, არამედ ცხელ წყალშიც კიდურების ჩაყოფაზე.

გავტომატებული პირობით-რეფლექსური სვლისა და პირობით სიგნალებზე დაყოვნებული რეაქციების დარღვევა მოკვანონებს სურათს, რაც პრეფრონტალური ქერქის [4, 5, 6] ამოკვეთის შემდეგ ვითარდება მსგავსად კატისა, რომელსაც შუბლის წილი ამოკვეთილი ჰქონდა მთლიანად (ე. ო. როგორც s. erusiatus-ის წინ, ისე მის უკან), კატები გალიიდან გამოსვლისას არ მიდროდნენ საჭმელთან, არამედ იწყებდნენ ოთახში უმიზნო ზეგიალს. ეს უფლებას გვაძლევს ვიფიქროთ, რომ ლემნისკური გზების გადაკვეთით მიღებული ეფექტები გამოწვეულია წინა ტვინის დეაფერენტაციით. მედიალური მარყუჟის გადაკვეთა საგრძნობლად ამცირებს ქერქისაკენ და განსაკუთრებით მის წინა ნაწილებისაკენ მიმავალ იმპულსაციას, რაც იწვევს ნეოკორტექსის აგზნებადობის მკვეთრ დაქვეითებას.

როგორც ჩანს, გავტომატებულ პირობით რეფლექსებსა და პირობით სიგ-

ნაღებზე დაყოვნებული რეაქციების შესრულებისათვის დიდი მნიშვნელობა აქვს მთელი სხეულის ზედაპირიდან მიღებულ იმპულსაციას. კლასიკური ლემნისკური გზების გადაკვეთა იწვევს ქერქის აგზნებადობის დაცემას, რის გამოც ქერქის უჯრედებს აღარ აქვთ უნარი ჩანგრძლივად შეინარჩუნონ ერთხელ აღქმულის კვალი.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია  
ფიზიოლოგიის ინსტიტუტი

(შემოვიდა 24.7.1968)

ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

Д. Г. ЦИНЦАДЗЕ

## ВЛИЯНИЕ ПОВРЕЖДЕНИЯ ЛЕМНИСКОВОЙ СИСТЕМЫ НА УСЛОВНОРЕФЛЕКТОРНУЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

Резюме

Изучалось влияние повреждения *lemniscus medialis* на условно-рефлекторную деятельность. Опыты были поставлены на пяти кошках в хронических условиях. Исследовались автоматизированные условные рефлексы и отсроченные реакции на условные сигналы (тон, свет, звонок, щелчок), эмоциональные реакции, восприятие и способность локализации тактильного раздражения.

После билатерального повреждения *lemniscus medialis* у кошек нарушились автоматизированные условные рефлексы и отсроченные реакции на условные сигналы (тон, свет, звонок, щелчок), изменились эмоциональное поведение и способность локализации тактильного раздражения. Обсуждены возможные механизмы этих нарушений.

HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY

D. G. TSINTSADZE

## EFFECT OF LESION IN THE LEMNISCAL SYSTEM ON CONDITIONED REFLEX ACTIVITY

Summary

The effect of lesion in the *lemniscus medialis* on conditioned reflex activity has been studied.

Chronic experiments were carried out on 5 cats. Automatized conditioned reflexes and delayed responses to conditioned signals (tone, light, buzzer, click), as well as emotional reactions, perception and localization of tactile stimuli, were studied.

Bilateral lesion placed in the *lemniscus medialis* resulted in the disturbance of automatized conditioned reflexes and delayed responses to conditioned signals; emotional reactions and localization of tactile stimuli were also changed. The possible mechanisms responsible for these disturbances are discussed.

ლიტერატურა—ЛИТЕРАТУРА—REFERENCES

1. ლ. ცინცაძე. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის შობაზე, 49, 1, 1968, 237.
2. J. M. Sprague, W. W. Chambers, E. Stellar. Science, 133, 1961, 33.
3. J. M. Sprague, M. Levitt, R. Robson. Arch. ital. Biol., 101, 1963, 225.
4. А. Н. Брегадзе. Труды Ин-та физиологии АН ГССР, 8, 1950, 244.
5. С. F. Jacobsen. Arch. Neurol. a. Psychiat., 34, 1935, 884.
6. Н. А. Шустин. Физиология лобных долей головного мозга. Л., 1959.



ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

Г. Ш. НЕМСИЦВЕРИДZE

УСЛОВНЫЕ РЕЧЕДВИГАТЕЛЬНЫЕ РЕФЛЕКСЫ У БОЛЬНЫХ  
 С РАЗЛИЧНЫМ Понижением СЛУХА

(Представлено членом-корреспондентом Д. М. Гедеванишвили 8.9.1968)

Тезис о единстве мышления и языка стал руководящим как для дисциплин, разрабатывающих проблемы речи, так и для аудиологии. Современная техника позволяет измерить едва заметные на слух слововые толчки в звуковом составе слова, документировать на пленке движения языка в процессе речевой фонации и также в процессе мышления. Исследованием слуха с помощью выработки различных условных рефлексов занимались отечественные и зарубежные авторы [1].

Целью данной работы является изучение функции слухового анализатора при различных поражениях слухового органа с помощью условных речедвигательных рефлексов.

Метод исследования основан на электромиографической регистрации внутренней речи. В работе применена оригинальная методика выработки условного речедвигательного рефлекса на звуковые раздражения, разработанная нами в клинике.

Электромиографию речевой мускулатуры производили методикой, описанной Ю. Г. Крайним [2].

Исследования по поводу различных поражений слухового органа проводились на больных лорстационара и поликлиники отделения болезни уха, горла и носа Тбилисского государственного медицинского института. Больные были отобраны с наиболее часто встречающимися при лорэкспертизе ушными болезнями — всего 28 человек (12 женщины и 16 мужчин в возрасте от 10 до 46 лет). 12 больных были с хроническим катаром среднего уха (из них три случая, осложненные полипом, четыре случая после радикальной операции на среднем ухе, один случай острого воспаления другого уха, четыре случая одностороннего хронического гнойного мезотимпанита) и 12 больных с изолированным поражением звуковоспринимающего аппарата, лица с так называемым кохлеарным невритом. Для изучения выработки и характера условных речедвигательных рефлексов при разных степенях понижения слуха в зависимости от данных тональной аудиометрии больные разбиты на три группы.

I группа — лица, у которых понижение остроты слуха не превышает 35—40 дБ (11 человек). Эту группу составляли четверо больных с хроническим катаром среднего уха и четверо больных с хроническим гнойным воспалением среднего уха (трое из них с односторонним мезо-

тимпанитом), все с преимущественным поражением звукопроводящего аппарата и трое больных с кохлеарным невритом, у которых тональная аудиограмма указывала на легкое поражение звуковоспринимающего аппарата (понижение слуховой чувствительности не превышало 25—30 дБ).

II группа—больные (девять человек), у которых тугоухость достигала 50—60 дБ и данные тональной аудиометрии были характерны для комбинированного поражения звуковоспринимающего аппарата (пять больных с хроническим гнойным воспалением среднего уха, трое из них с осложнением полипом, один после радикальной операции на левом среднем ухе и четверо больных кохлеарным невритом).

III группа — восемь больных с резким понижением слуха (80 — 90 дБ), из них трое больных после радикальной операции на среднем ухе, у которых тональная аудиометрия констатировала понижение слуха смешанного характера с преобладанием нервной тугоухости, и пять больных с кохлеарным невритом, с явной картиной поражения звуковоспринимающего аппарата (двое из них с тяжелой формой нервной тугоухости).

Первая серия. У всех больных трех вышеперечисленных групп в первый опытный день вырабатывали условный речедвигательный рефлекс на звук одной произвольно избираемой частоты пороговой интенсивности на больное ухо. Условный рефлекс был выработан в первый же опытный день после 14—18 сочетаний только у больных I группы (восемь больных). У остальных больных II и III групп и у трех больных I группы (один случай с двухсторонним хроническим гнойным мезотимпанитом и два случая с кохлеарным невритом) условная реакция на изолированное пороговое звуковое раздражение не выработалась.

В тех случаях, когда не была выработана условная реакция (20 больных), на второй опытный день прибавили интенсивность звукового сигнала больным I группы (трем больным) на 10 дБ выше порога, а остальным больным II и III групп (17 больным) на 20 дБ выше порога и, таким образом, была продолжена выработка условных рефлексов на надпороговые звуковые раздражения. В конце второго опытного дня после 30—34 сочетаний условный рефлекс был выработан у 15 больных: у трех из I группы, у восьми из III группы и у четырех из III группы. Не выработался условный рефлекс и на надпороговое звуковое раздражение у пяти больных: у одного из II группы (кохлеарный неврит) и у четырех больных из III группы (у одного после радикальной операции у трех с кохлеарным невритом и тяжелым поражением звуковоспринимающего аппарата).

Но, как было отмечено в начале исследований, нашей целью было получить условные реакции на пороговый звуковой сигнал, и, так как на 15 больных был получен условный рефлекс на надпороговое звуковое раздражение, нами в конце третьего опытного дня после 42 — 50 сочетаний был дан опять изолированно звук пороговой интенсивности. Условная речедвигательная реакция была получена на по-



роговой звуковой сигнал в 13 случаях, из них в трех из I группы (один больной с двухсторонним мезотимпанитом и двое с кохлеарным невритом), в восьми из III группы (пять больных с хроническим гнойным отитом, из них один после радикальной операции и трое с кохлеарным невритом) и двух из II группы (двое больных с хроническим гнойным отитом, оба после радикальной операции).

Как видно по данным исследований первой серии, условный рефлекс на пороговые звуковые раздражения легче вырабатывается у больных с меньшим понижением слуха, особенно звукопроводящего характера.

Вторая серия. Проведены исследования на тех больных, у которых в первой серии были выработаны условные рефлексы на пороговые звуковые раздражения (21 человек). Условный речедвигательный рефлекс вырабатывали опять на звук пороговой интенсивности, но другой частоты (500 герц).

У всех 13 больных, у которых в конце опыта (15—19 сочетаний) выработались условные рефлексы, были испытаны звуковые раздражения другой последовательной частоты; при этом эти раздражения давали непосредственно после изолированного действия условного сигнала, продолжали сочетания еще 2—3 раза и только после этого испытывали изолированное действие звука другой частоты.

Условный рефлекс был генерализован в пяти случаях и только у больных I группы. Во всех пяти случаях, где на второй изолированный звук получилась условная реакция, было испытано третье изолированное звуковое раздражение другой последовательной частоты. Так, в одном случае рефлекс был генерализован у больного с катаром среднего уха на две разные частоты.

В восьми случаях, там где условный рефлекс не был генерализован, продолжали сочетания до 28—30 раз на этой новой частоте, у всех восьми больных (у трех из I группы с мезотимпанитом, у трех этой же группы с кохлеарным невритом и у двух II группы с хроническим гнойным воспалением среднего уха, осложненным полипом) были получены условные реакции после 26—30 сочетаний и опять была испытана степень генерализации.

Таким образом, в этой серии опытов в 13 случаях нами был получен условный рефлекс на пороговое раздражение после предварительных выработок условных реакций на другие по частоте звуковые сигналы, из них в семи случаях—на две разные звуковые частоты (в пяти случаях после 14—18 сочетаний, в двух после 30—34 сочетаний), а в одном случае — на три разные звуковые частоты.

Как объяснить вопрос, что при исследовании тугоухих условный рефлекс во второй серии опытов выработался большее число раз (в 60% случаев), чем в первой серии опытов (в 28,5% случаев). Мы полагаем, что во второй серии опытов успешной выработке условных рефлексов способствовало то, что у испытуемых больных уже были

выработаны условные рефлексы на надпороговые и пороговые звуковые раздражения.

Тбилисский государственный  
 медицинский институт

(Поступило 10.9.1968)

აღამიანისა და ცხოველთა ფიზიოლოგია

ბ. ნემსცვარიძე

პირობითი სიტყვიერ-მამოძრავებელი რეფლექსები სმენის  
 სხვადასხვა დაზიანებით დაავადებულთაში

რეზიუმე

შესწავლილია სმენის ფუნქცია მისი ანალიზატორის სხვადასხვა დაზიანების შემთხვევაში. სმენას ვიკვლევდით ჩვენს კლინიკაში დამუშავებული ორიგინალური მეთოდით. ეს მეთოდი დამყარებულია შინაგანი მეტყველების ელექტრომიოგრაფიულ რეგისტრაციაზე.

გამოირკვა, რომ სმენაჩლუნგებში პირობითი სიტყვიერ-მამოძრავებელი რეფლექსი მეტწილად მუშავდება 18—22 შეუღლების შემდეგ (ნორმალური სმენისა კი 12—14 შეუღლების შემდეგ). რეფლექსები ზღურბლოვან ბგერით გალიზიანებაზე უფრო ადვილად მუშავდება ოდნავ სმენადაქვეითებულ ავადმყოფებში. (განსაკუთრებით ბგერის გამტარი გზის მსუბუქი დაზიანების შემთხვევაში). სმენაჩლუნგებში, როცა ჭარბობს ბგერის მიმღები აპარატის დაზიანება, არ ხდება მიღებული პირობითი სიტყვიერ-მამოძრავებელი რეფლექსის გენერალიზება.

HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY

G. SH. NEMSITSVERIDZE

## CONDITIONED VERBAL-MOTOR REFLEXES IN PATIENTS WITH DIFFERENT TYPES OF IMPAIRMENT OF HEARING

Summary

The function of hearing was investigated in different types of impairment of its analyzer. Hearing was investigated by the original method elaborated in the writer's clinic. The method is based on electro-myographical registration of inner speech.

It is shown that in patients with decreased hearing conditioned verbal-motor reflexes are elaborated after 18—20 conjunctions (in normals, after 12—14 conjunctions). The reflexes are reproduced more readily in patients with slight decrease of hearing, particularly with slight impairment of the sound conduction system. In patients with the sound reception apparatus largely impaired generalisation of obtained conditioned verbal-motor reflexes does not occur.

ლიტერატურა—ЛИТЕРАТУРА—REFERENCES

1. А. В. Нейман, В. И. Лубовский. ВОРЛ, 3, 1954, 40—46.
2. Ю. Г. Кратни. ЖВНД, 5, 4, 1955, 591—594.



ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

К. В. ЧАЧАВА, Л. И. ЧАРКВИАНИ, Т. Г. ЖГЕНТИ, П. Я. КИНТРАЯ,  
К. А. НИШНИАНИДЗЕ, А. А. ЛОМИНАДЗЕ, И. К. ЧАЧАВА

ИЗМЕНЕНИЯ КОСТНОМОЗГОВОГО КРОВЕТВОРЕНИЯ ПРИ  
ВОЗДЕЙСТВИИ НА ЗЛОКАЧЕСТВЕННЫЕ ОПУХОЛИ  
ИОНИЗИРУЮЩЕЙ РАДИАЦИЕЙ И ХИМИЧЕСКИМИ  
СРЕДСТВАМИ НА ФОНЕ ПРИМЕНЕНИЯ МАГНИТНОГО ПОЛЯ

(Представлено академиком И. Я. Татишвили 22.9.1968)

За последнее время лечение злокачественных новообразований человека ионизирующим излучением и химиотерапевтическими средствами получило широкое признание. Однако в связи с лучевой и химиотерапией в организме больного возникают тяжелые побочные реакции, которые вызывают необходимость перерывов в лечении или понижения доз, что не может не сказаться отрицательно на окончательных результатах лечения. В большинстве случаев эти побочные явления вынуждают вообще прекратить лечение.

Одним из таких тяжелых осложнений является нарушение костномозгового кроветворения. Особенно чувствительной к лучевой и химиотерапии является «белая кровь», которая в первую очередь отвечает снижением, а впоследствии и качественными изменениями лейкоцитов периферической крови. Резкие сдвиги в кроветворении, особенно в лейкопозе, наступающие при лучевой и химиотерапии у больных злокачественными опухолями, представляют серьезное препятствие для проведения полного курса лечения. Таким образом, борьба с лейко- и лимфопенией — это по существу борьба за конечные результаты лечения, которые при злокачественных заболеваниях в большинстве случаев являются единственной возможностью продления жизни больного. Исходя из этого применение профилактических мер, направленных на поддержание нормального кроветворения, и особенно подготовка больных к последующим курсам лечения играют решающую роль.

При лечении лейкопении, развивающейся в связи с лучевой и химиотерапией, применяются разные гемостимуляторы: тезан, пентоксил, нуклеиновокислый натрий, гемотрансфузия, переливание лейкоцитной взвеси, сухая лейкоцитная масса, лейкоген, батилол, витамины, гормоны и др. Но все они недостаточно эффективны для достижения окончательного результата и, кроме того, оказывают побочное действие, которое не может не влиять на состояние больного (токсичность медикаментозных средств, отрицательная биологическая реакция организма на переливание крови, лейкоагглютинация и образование антилейкоцитарных тел при переливании лейкоцитной массы, стимулирующее действие некоторых гемостимуляторов на рост опухоли, механические и

организационные затруднения). Поэтому на сегодняшний день профилактика и лечение патологических реакций гемопоэза, возникающих в процессе лучевой и химиотерапии злокачественных опухолей, остаются проблематичными.

С целью борьбы с лейкопеническим состоянием, развившимся во время лучевой и химиотерапии, нами применяется гемостимуляция воздействием переменного магнитного поля.

Эксперименты проводились на 90 белых мышах, которые были разделены на две группы — контрольную (30) и подопытную (60). Анализ крови производился до воздействия магнитного поля и после проведенного курса. Контрольная группа содержалась в идентичных с подопытной условиях. Воздействие магнитным полем производилось по 10 минут ежедневно в течение 10 дней.

Лейкопоз усиливался у всех подопытных животных от 1000 до 5200 ед. в  $1 \text{ мм}^3$ , тогда как у контрольных — только в 35% случаев от 300 до 1130 ед. в  $1 \text{ мм}^3$ . В контрольной группе животных ежедневное нарастание лейкоцитов в среднем составляло 278 ед. в  $1 \text{ мм}^3$ , а в подопытной группе — 592 ед. в  $1 \text{ мм}^3$ . Кроме того, в подопытной группе было выявлено повышение количества лимфоцитов, тогда как в контрольной группе этого не отмечалось. Со стороны «красной крови» в подопытной группе имело место нарастание количества эритроцитов от 560 000 до 1 800 000 ед. в  $1 \text{ мм}^3$  и гемоглобина на 10—12 ед. В контрольной группе подобного прибавления не выявлялось. Полученные результаты разработаны методом вариационной статистики. Результаты статистически достоверны.

После того как в эксперименте были получены статистически достоверные результаты, указанный метод был применен с целью усиления лейкопоэза у больных злокачественными образованиями женских половых органов, у которых после лучевой и химиотерапии наступила лейкопения. Результаты клинического наблюдения приведены в таблице. Согласно данным таблицы из 20 больных у 17 (85%) наблюдалось ясное увеличение количества лейкоцитов, а также нарастание числа лимфоцитов и содержания гемоглобина.

В трех случаях явного прибавления лейкоцитов не отмечалось, однако стимулирующее действие магнитного поля на лейкопоз было заметным.

В случае № 20 у больной Т. до применения магнитной гемостимуляции отмечалось ежедневное понижение количества лейкоцитов на 400 ед., а после применения магнитной стимуляции оно составляло 100 ед. До применения магнитного поля в течение 3 дней у этой больной количество лейкоцитов снизилось от 5000 ед. (после переливания крови) до 3800 ед., тогда как после гемостимуляции магнитным полем за 15 дней оно снизилось от 6400 до 5150 ед. и курс лечения был доведен до конца без переливания крови.

Во втором случае (№ 18), который мы условно относим к безрезультатным, имело место явное гемостимулирующее влияние магнит-

ного поля. До применения магнитного поля в указанном случае количество лейкоцитов снизилось от 5050 до 3477 ед., несмотря на применение лейкогена, спленина, гемостимулина и витаминов В<sub>1</sub> и В<sub>6</sub>. После того как начали лечение магнитным полем, количество лейкоцитов возросло до 4600 ед. (после повторного курса магнитной гемостимуляции).

№ истории	Возраст	Картина крови до применения магнитного поля				Картина крови после применения магнитного поля			
		Эритроциты	Нб	Лейкоциты	Лимфоциты	Эритроциты	Нб	Лейкоциты	Лимфоциты
495	53	4040000	54	4450	8	4100000	70	5800	11
279	50	4330000	70	4000	10	4330000	72	5000	16
718	55	4020000	76	5200	17	3630000	64	6300	27
528	53	4500000	72	5450	28	4240000	72	5950	40
517	49	3630000	65	3000	18	4000000	72	4350	30
316	49	4960000	66	2260	16	4720000	72	4000	41
717	38	4960000	66	2600	22	4720000	72	8700	19
510	56	4770000	74	3650	24	3670000	64	4600	30
632	55	4020000	70	4100	11	4270000	76	4700	16
545	68	3540000	72	5200	29	4020000	72	6850	24
857	70	4730000	72	5500	32	4330000	72	6400	26
735	60	4650000	70	4800	20	3770000	78	6300	22
835	38	4470000	72	5300	10	4540000	72	7000	16
535	49	3400000	66	3700	38	4800000	72	4000	41
285	57	4010000	65	3600	12	4050000	68	3800	18
641	73	7100000	60	4600	22	7000000	72	8300	18
502	54	3900000	60	7000	13	4150000	60	7350	21
463	40	4270000	70	5050	12	3570000	71	3400	19
893	53	4130000	66	5650	13	3400000	71	3750	15
391	48	3690000	68	6550	14	4410000	66	5150	10

Все 20 больных во время воздействия магнитного поля параллельно подвергались лучевой и химиотерапии. В трех случаях, ввиду развившейся лейко-и лимфопении (2 900—2 600 ед.), которые не выравнивались после переливания цельной крови, рентгенотерапия была прекращена, все медикаментозные средства (лейкоген, пентоксил, ангианемин, пантокрин, витамины) оказались безрезультатными, продолжить лечение стало возможным только после проведения магнитотерапии.

В случае № 6 количество лейкоцитов повысилось от 2900 до 4000 ед., лимфоцитов — от 16 до 41 ед., в случае № 7 лейкоцитов — от 2600 до 8700 ед., а в случае № 5 лейкоцитов — от 3000 до 4350 ед., лимфоцитов — от 18 до 30 ед.

На основании полученных результатов можно предполагать, что воздействие магнитного поля дает стимулирующий эффект при лейкопениях, развившихся в процессе лучевой и химиотерапии злокачественных новообразований человека. Метод является экономичным и легко осуществимым в любых условиях лечения, вплоть до амбулаторного.

Институт акушерства и  
гинекологии МЗ СССР

(Поступило 24.9.1968)

## ადამიანისა და ცხოველთა ფიზიოლოგია

პ. ჩაჩავა, ლ. ჩარკვიანი, თ. ჟღენტო, პ. კინტრაია, ძ. ნიშნიანიძე  
 ა. ლომინაძე, ი. ჩაჩავა

კვლევის ტვირის სისხლშეზღვევის ფუნქციის ცვლილებები ავთვისებიან სიმსივნეებში სხივური და ქიმიური საშუალებებით ზემოქმედების დროს მაროვანი ველის გამოყენების ფონზე

## რეზიუმე

ავთვისებიან სიმსივნეებზე სხივური და ქიმიური საშუალებებით ზემოქმედების დროს განვითარებული ლეიკოპენიის თავიდან აცილების მიზნით ჩვენ გამოვიყენეთ ცვლადი მაგნიტური ველი, რაც ხელს უწყობს ლეიკოპენიის გაძლიერებას. ექსპერიმენტული (თეთრ თაგვებზე) და კლინიკური დაკვირვებები გვიჩვენებს, რომ ცვლადი მაგნიტური ველის ზემოქმედების ფონზე სხივური და ქიმიური საშუალებებით ავთვისებიან სიმსივნეებზე ზემოქმედება არ იწვევს ლეიკოპენიის განვითარებას და შესაძლებელს ხდის მკურნალობის კურსის განმეორებით ჩატარებას.

## HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY

K. V. CHACHAVA, L. I. CHARKVIANI, T. G. ZHENTI, P. Y. KINTRAYA,  
 K. A. NISHNIANIDZE, A. A. LOMINADZE, I. K. CHACHAVA

## CHANGES OF MARROW HAEMATOPOIESIS UNDER THE INFLUENCE OF IONIZING RADIATION AND CHEMICAL SUBSTANCES USED IN COMBATING MALIGNANT TUMOURS AGAINST THE BACKGROUND OF MAGNETIC FIELD USAGE

## Summary

To abolish leucopenia, developed as a result of treatment of malignant neoplasms with ionizing radiation and chemical means, haemostimulation has been used with the help of alternating magnetic field.

90 white rats were used for the experiments. Aggravation of leucopenia was registered with all the animals: from 1000 to 5200 units in  $1 \text{ mm}^3$  of blood, while growth of leucocytes in the control group was registered only in 35% of cases: from 300 to 1130 units in  $1 \text{ mm}^3$ .

Positive results have also been obtained in clinical conditions where among 20 patients, due to discontinue radio therapy because of the onset of severe leucopenia, 18 were able to continue the course of specific treatment. The findings of the study enable the assumption that magnetic field has a stimulating effect on leucopoiesis resulting from radio- and chemotherapy of malignant tumours. The method is economical and easy to apply in any type of treatment, including dispensary.



ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

И. Н. БЕРАДЗЕ

**О КРОВОИЗЛИЯНИИ НА ДНЕ ГЛАЗА И ЗАСТОЙНОМ СОСКЕ ПРИ НЕКОТОРЫХ ФОРМАХ ОСТРОГО НАРУШЕНИЯ МОЗГОВОГО КРОВООБРАЩЕНИЯ**

(Представлено академиком К. Д. Эристави 25.11.1968)

Нарушение мозгового кровообращения является одной из актуальных проблем современной медицины. Изучение вопросов нарушения мозгового кровообращения как в клиническом, так и в патогенетическом аспекте имеет важное значение в лечении этого тяжелого заболевания головного мозга.

Актуальность данной проблемы объясняется также появлением новых методов лечения нарушения мозгового кровообращения. Широкое применение спазмолитиков и антикоагулянтов, а также хирургические вмешательства при инсультах обусловили резко возросшие требования в срочной и точной дифференциальной диагностике характера острых нарушений мозгового кровообращения.

Между тем, если достаточно хорошо изучено состояние глазного дна, а также общей и регионарной гемодинамики при воспалительных и опухолевых поражениях головного мозга, то вопросы нарушения мозгового кровообращения, несмотря на большое количество опубликованных работ, остаются неясными.

Задачей данной работы являлось изучение глазного дна при некоторых формах нарушения мозгового кровообращения. Из многих форм нарушения мозгового кровообращения в работе разбираются внутри-мозговые кровоизлияния и размягчения головного мозга, обусловленные в основном стенозом или тромбозом интракраниальных церебральных сосудов. Параллельно рассмотрены случаи, когда, несмотря на тщательное обследование, при наличии обширных участков размягчения не удалось обнаружить закупорку или же сужение крупных церебральных сосудов. На этих формах нарушения мозгового кровообращения в работе заострено внимание постольку, поскольку дифференциальная диагностика между ними представляет большие трудности, а подчас бывает невозможной.

Общее количество наблюдаемых нами случаев с острым нарушением мозгового кровообращения составляет 25, из них 15 с церебральными геморрагиями (шесть женщин и девять мужчин). Приводим локализацию очагов кровоизлияния в головном мозгу: в правой гемисфере — три, в левой гемисфере — два, в обеих гемисферах — одно, в стволе — пять, паренхиматозно-вентрикулярные — четыре. Отмечалось четыре случая сочетания старых очагов размягчения и свежего очага

геморрагии. Клинико-анатомических наблюдений размягчений головного мозга было 10. По видам размягчения отмечались: белое в шести, красное в двух, смешанное в двух случаях.

Локализация очагового размягчения в головном мозгу была следующей: в правой гемисфере — два, в левой гемисфере—два, в обеих гемисферах—три, в стволе по длиннику — два, в обеих гемисферах и мосту — один случай.

На нашем клинико-анатомическом материале из 15 случаев внутримозговых кровоизлияний в восьми имели место обширные кровоизлияния на глазном дне, тогда как из 10 случаев размягчений головного мозга кровоизлияния на дне — лишь в одном случае. Причем кровоизлияния на глазном дне наблюдались и в тех случаях нарушения мозгового кровообращения, когда общее кровяное давление не превышало границ нормы, т. е. в случаях мозговых инсультов, развившихся на фоне нормального или же пониженного артериального давления. Поэтому ретинальные геморрагии нельзя связывать лишь с гипертонической болезнью, ибо в части случаев они являются прямым следствием нарушения мозгового кровообращения. Следует подчеркнуть, что кровоизлияния на глазном дне для геморрагических инсультов более характерны, чем для размягчений мозга. Анализ нашего материала дает право предполагать, что кровоизлияния на глазном дне являются одними из дифференциально-диагностических признаков для разграничения внутримозговых кровоизлияний от размягчений мозга. На основании анализа нашего материала мы не можем согласиться с авторами [1—3], по мнению которых кровоизлияния на дне глаза большей частью бывают небольших размеров и располагаются в основном в центральной части сетчатки. В нескольких наших наблюдениях на глазном дне отмечались массивные кровоизлияния, занимающие диск зрительного нерва и округлеющую сетчатку, так что произвести офтальмомонометрию не удалось.

Особо следует отметить, что кровоизлияния на глазном дне являются частым признаком паренхиматозно-вентрикулярных геморрагий, а также кровоизлияний в ствол мозга. На нашем материале из четырех случаев кровоизлияний в мозг с просачиванием крови в желудочки геморрагии на глазном дне отмечались в трех, в двух из них — массивные кровоизлияния. Из пяти случаев кровоизлияний в ствол мозга в трех были обнаружены ретинальные геморрагии.

В части случаев внутримозговых кровоизлияний, кроме кровоизлияний на дне глаза, отмечаются кровоизлияния в межвлагалищные пространства зрительного нерва. По данным некоторых авторов [4—7], эти геморрагии обусловлены проникновением крови из основного очага в желудочковую систему и на основание мозга. Другие же авторы придерживаются иного мнения. Они считают, что наличие крови в межоболочных пространствах зрительного нерва не является результатом проникновения ее из интракраниального, подоболочечного простран-



ства. По данным Т. Б. Шубовой, эти кровоизлияния являются следствием разрыва венозных канальцев в твердой мозговой оболочке, они указывают на повышение венозного давления, которое передается с черепа в орбиту.

Мы не можем согласиться с данными авторов работ [4, 5], так как этот механизм кровоизлияний в межоболочечные пространства зрительного нерва не может объяснить столь частые геморрагии, наблюдаемые на глазном дне. По-видимому, кровоизлияния на дне глаза и в межоболочечные пространства зрительного нерва обусловлены одной и той же причиной, о которой будет сказано ниже, тем более что названные выше авторы застойные соски и в случаях внутримозговых кровоизлияний объясняют проникновением крови из межвлагалищных пространств головного мозга в межоболочечные пространства зрительного нерва. Между тем, на нашем клинико-анатомическом материале на сериальных срезах ни в одном случае не было отмечено проникновение крови в межвлагалищные пространства зрительного нерва. С другой стороны, допуская возможность просачивания крови из межоболочечных пространств мозга в межвлагалищные пространства зрительного нерва, нельзя согласиться с тем, что такое выхождение крови может повести к застойному соску. В работах последних лет [8] транспортная теория застойного соска отвергается. Многочисленные клинико-экспериментальные наблюдения подтверждают правильность ретенционной теории о происхождении застойного соска.

Таким образом, даже избыточное поступление ликвора в межвлагалищные пространства зрительного нерва не имеет значения в развитии застойного соска, тем более нельзя объяснить застойный сосок затеканием крови в эти пространства. По-видимому, застойный сосок в случаях внутримозговых кровоизлияний является следствием повышения внутричерепного давления. В пользу этого соображения говорит и тот факт, что активная разгрузочная терапия ведет к быстрому отхождению застойных сосков.

Застойные соски мы наблюдали в двух случаях внутримозговых геморрагий, причем в одном случае отек диска был выражен резче на противоположной стороне очага поражения. Иллюстрацией сказанного является следующее наблюдение.

Ранее было установлено [8], что строение внутричерепного отверстия оптического канала играет решающую роль в большей или меньшей выраженности застойного соска в одном только глазу, развитии одностороннего застойного соска и отсутствии застойных сосков в ряде случаев повышения внутричерепного давления. Застойный сосок развивается раньше и бывает выражен резче с той стороны, где внутричерепное отверстие оптического канала уже.

В нашем наблюдении слева, т. е. на контралатеральной стороне поражения, внутричерепное отверстие зрительного канала оказалось уже (горизонтальный поперечник — 5 мм, вертикальный — 4 мм), тогда как справа стенки канала оказались раздвинутыми (горизонтальный

поперечник — 6 мм, вертикальный — 5,5 мм), причем слева на зрительном нерве у входа в череп наблюдалась странгуляционная борозда. В межбололочечных пространствах зрительных нервов крови не оказалось.

Тбилисский институт усовершенствования врачей

(Поступило 27.11.1968)

აღმნიანისა და ცხოველთა ფიზიოლოგია

ი. ბერაძე

თვალის ფსკირზე სისხლჩაქცევებისა და შეზუბავული ღვრილის შესახებ თავის ტვინში სისხლის მიმოქცევის მოშლის მოშლის ზომიერად ფორმის ღვრის

რეზიუმე

თავის ტვინში სისხლის მიმოქცევის მოშლის მწვავე პერიოდში შესწავლილია 40 ავადმყოფი; მათგან 25 — სისხლჩაქცევით და 15 — თრომბული და არათრომბული დაზიანებით. დადგენილია, რომ თვალის ფსკერზე სისხლჩაქცევები დამახასიათებელია ინტრაცერებრული ჰემორაგიებისათვის. ამასთან, სისხლჩაქცევები თვალის ფსკერზე ხშირად დასტურდება პარენქიმულ-ვენტრიკულური და ტვინის ღვრის ჰემორაგიების შემთხვევაში.

HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY

I. N. BERADZE

### ON THE HAEMORRHAGE AND HAEMOSTATIC TEAT ON THE EYEGROUND IN SOME DISTURBED FORMS OF CEREBRAL BLOOD CIRCULATION

Summary

Forty patients with severe disturbance of the cerebral blood circulation were examined, 25 of them had brain haemorrhage, and the other 15 had thrombotic and athrombotic softening of the brain. It has been found that haemorrhages on the eyeground are more typical of intracerebral haemorrhages, more frequently occurring in cases of parenchymatous-ventricular and brain-stem haemorrhages.

ლიტერატურა—ЛИТЕРАТУРА—REFERENCES

1. Т. Б. Шубова. В сб.: «Острые нарушения мозгового кровообращения». М., 1960.
2. Т. Б. Шубова. Журнал невропатологии и психиатрии им. С. С. Корсакова, 65, вып. 10, 1965.
3. P. Cosse et al. Rev. ofo-u-neuro-ophth., 29, 1, 1957, 50.
4. F. Schieck, A. Brückner. Kurzes Handbuch der Ophthalmologie, 6, Berlin, 1931.
5. W. Vithoff. Augenveränderungen bei Erkrankungen des Gehirns. Leipzig, 1914.
6. Е. Ж. Трон. Заболевания зрительного пути. Л., 1955.
7. Е. Д. Трон. Глаз и нейрохирургическая патология. Л., 1966, 442.
8. Р. В. Гургендзе. Клинико-экспериментальные материалы к патогенезу застойного соска. Тбилиси, 1962.
9. Б. М. Никифоров и др. Вестник офтальмологии, № 4, 1968, 66—68.



А. Р. ЕГИАЗАРОВА, М. М. ЗААЛИШВИЛИ

## ДИССОЦИАЦИЯ F-АКТИНА И АКТОМИОЗИНА В МОНОСЛОЕ

(Представлено академиком С. В. Дурмишидзе 8.12.1968)

При исследовании свойств монослоев миозина и актомиозина нами было показано, что они обладают сходными физическими свойствами [1, 2]. Толщина их монослоев, определяемая полипептидной цепочкой, равнялась  $13,4 \pm 0,69$  и  $13,4 \pm 0,24$  Å соответственно, а вязкость —  $3,00 \pm 0,04$  и  $3,10 \pm 0,02$  г · см<sup>-1</sup>. Известно также, что растворы актомиозина превышают по вязкости растворы миозина в несколько раз, а частицы актомиозинового комплекса больше молекул миозина как по длине, так и по диаметру.

Эти данные позволили нам допустить, что актомиозин в монослоях, полученных на поверхностях подкладок, содержащих растворы нейтральных солей (KCl, CaCl<sub>2</sub> и MgCl<sub>2</sub>), в отсутствие АТФ диссоциирует на актин и миозин [1].

Фрагментацию белков в монослое наблюдали и другие авторы. Так, Мишель и Беньямо в 1949 г. [3] и Имахори в 1952 г. [3], вычислили молекулярный вес гемоглобина в монослое, показали, что на поверхности сильных солей молекула гемоглобина диссоциирует на два фрагмента с молекулярными весами, равными 34000. Корганкар и Десаи в 1959 г. [4] наблюдали диссоциацию молекул гистонов в монослое после облучения его слабых растворов ионизирующим излучением. Булл в 1950 г. [3] сообщил об агрегации молекул инсулина, причем в зависимости от условий опыта (рН подкладки) молекулярный вес инсулина изменялся в широком пределе от 20000 до 120000. Однако для ряда белков — глиадина, яичного и сывороточного альбуминов, β-лактоглобулина и пепсина — процесс образования монослоя не влияет на их молекулярные веса.

Как видно из перечисленных примеров, определение молекулярных весов белков в монослое позволяет выяснить характер их денатурации и значения молекулярных весов компонентов, образующих белок.

В данной работе мы задались целью вычислить молекулярные веса мышечных белков в монослое, в частности актомиозина, для подтверждения нашего допущения о диссоциации последнего на молекулы миозина и актина.

Молекулярные веса белков в монослое вычисляли при низких значениях поверхностного натяжения пленки, называемого в специальной литературе поверхностным давлением и измеряемого в дин/см. При этом соблюдалась линейная зависимость между произведением давления моно-

слоя ( $F$ ) на его площадь ( $A$ ) от давления монослоя ( $F$ ). В качестве уравнения состояния молекул в монослое мы пользовались выражением

$$FA = \alpha F + \beta, \quad (1)$$

где  $\alpha$ —наклон прямой,  $\beta$ —отрезок, отсекаемый прямой на оси  $FA$ . При нулевом поверхностном давлении  $\beta$  стремится к предельному значению, равному  $FA$ , получаемому из двумерного аналога уравнения состояния идеального газа

$$FA = nRT, \quad (2)$$

где  $n = \frac{W}{M}$ ,  $W$ —вес белка в г,  $M$ —молекулярный вес белка в монослое,  $R$ —универсальная газовая постоянная,  $T$ —абсолютная температура. Если  $A$  выразить в  $\text{м}^2/\text{мг}$ ,  $F$ —в  $\text{ди}/\text{см}$ , молекулярный вес белка в монослое при комнатной температуре ( $23^\circ$ ) будет равен

$$M = 24,6 \cdot 10^3 / \beta. \quad (3)$$

Точность вычисления молекулярных весов лежит в пределах 10—15%. Давление монослоя и площадь измеряли на горизонтальных весах Ленгмюра—Адама [5, 6]. Миозин и актомиозин (миозин В) получали по методу Сент-Дьердьи [7],  $G$ -актин—по модифицированному методу Штрауба,  $F$ -актин—полимеризацией  $G$ -актина  $0,01 \text{ M MgCl}_2$ , миоген—по Барановскому, протени  $M$ —по М. М. Заалишвили с сотрудниками [8].

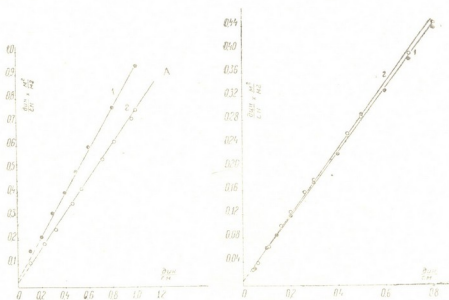


Рис. 1. Зависимость  $FA$  (ось ординат) от  $F$  (ось абсцисс):  
 А—монослой  $G$ -актина (прямая 1) и  $F$ -актина (прямая 2);  
 Б—монослой актомиозина (прямая 1) и миозина (прямая 2)

На рис. 1 представлена зависимость произведения  $FA$  от  $F$  для  $G$ -актина и  $F$ -актина (рис. 1, А) и миозина и актомиозина (рис. 1, Б). Как видно из рисунка, экспериментальные точки хорошо ложатся на прямые. Величина  $\beta$  находится экстраполяцией этих прямых до пересечения с осью  $FA$ . В таблице даны вычисленные значения молекулярных весов мышечных белков в монослое на поверхности  $0,1 \text{ M KCl}$ :

Белок	Миоген A	G- актин	F- актин	Миозин A	Актомиозин	Протеин M
Молекуляр- ный вес	140000— —150000	54000— —61400	140000— —150000	410000— —483000	410000— —483000	320000— —380000

Согласно данным таблицы, молекулярные веса миогена *A*, *G*-актина, миозина и протеина *M* не изменяются в процессе поверхностной денатурации. Известно, что молекулы *G*-актина могут находиться в растворах в двух состояниях: мономера и димера. В данном случае значение молекулярного веса определено в пределах 54000—61400. Следовательно, монослой этого белка образован его мономерами. Относительно *F*-актина в литературе существует мнение, согласно которому он образован полимеризацией димеров *G*-актина [9]. Это мнение подтверждается результатами наших опытов: молекулярный вес *F*-актина в монослое равен 140000—150000, т. е. равен весу димеров *G*-актина. Таким образом, мы допускаем, что полимер *F*-актина диссоциирует на димеры *G*-актина. Это допущение подтверждается тем, что вязкость монослоя *F*-актина больше вязкости пленок *G*-актина на 22% [10], что следовало ожидать из-за разницы в длине мономера и димера: по мнению Барбу и Джоли, молекулы *G*-актина соединяются в *F*-активе по типу „конец к концу“ [11].

Вычисленные значения молекулярного веса актомиозина в монослое находятся в тех же пределах, что и миозина: 410000—483000. Таким образом, этот результат подтверждает наше допущение о диссоциации актомиозина в монослое. Силы, вызывающие фрагментацию последнего, больше, чем слабые водородные связи, действующие между молекулами миозина и актина в актомиозине. Возникает вопрос о молекулярном весе второй компоненты продуктов диссоциации актина: является ли он мономером или димером. Согласно Сент-Дьердьи [8] и Тономура и Секия [12], актомиозин представляет собой *F*-актомиозин. Поскольку *F*-актин диссоциирует в монослое на димеры *G*-актина, мы предполагаем, что второй компонентой продуктов распада актомиозина в монослое являются димеры *G*-актина.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт физиологии

(Поступило 10.12.1968)

ბიოფიზიკა

ა. შვიპაშვილი, მ. ჯაღარიანი

F-აქტინისა და აქტომიოზინის დისოციაცია  
მონომოლეკულურ შრეში

რეზიუმე

გამოანგარიშებულია  $KCl$ ,  $CaCl_2$ ,  $MgCl_2$ -ის სხვადასხვა კონცენტრაციის ხსნარზე მონომოლეკულური შრის მდგომარეობაში მყოფი მიოგენ *A*-ს, *G*- და *F*-აქტინის, პროტეინ *M*-ის, მიოზინისა და აქტომიოზინის მოლეკულური წონები. დადგენილ იქნა, რომ მოლეკულური შრის წარმოქმნის შემთხვევაში მიოგენ *A*-ს,

მიოზინის, *G*-აქტინისა და პროტეინ *M*-ის მოლეკულების წონა არ იცვლება, იმ დროს, როდესაც *F*-აქტინი დისოცირდება დიმერის წარმოქმნით, ხოლო აქტომიოზინი—მიოზინალ და *G*-აქტინის დიმერად.

BIOPHYSICS

A. R. EGIAZAROVA, M.M. ZAALISHVILI

DISSOCIATION OF *F*-ACTIN AND ACTOMYOSIN IN THE  
MONOLAYER

Summary

The molecular weights of myogen A, *G*-actin, *F*-actin, protein M, myosin and actomyosin (myosin B) in the monolayers obtained at the surface of KCl, CaCl<sub>2</sub> and MgCl<sub>2</sub> solutions of different concentrations have been calculated. The data obtained enable the conclusion that the molecular weights of myogen A, myosin, *G*-actin and protein M do not change in the process of monolayer formation. *F*-actin is dissociated into the dimers of *G*-actin, and actomyosin into myosin and the dimers of *G*-actin.

ლიტერატურა—ЛИТЕРАТУРА—REFERENCES

1. M. M. Заалишвили, А. Р. Егназарова. Биофизика, 9, 1966, 532.
2. M. M. Заалишвили, А. Р. Егназарова. Биофизика, 9, 1966, 785.
3. D. F. Cheesman, J. I. Davies. Adv. Prot. chem., 9, 1966, 785.
4. K. S. Korgaonkar, A. M. Desai. Rad. Res., 11, 1959, 62.
5. M. M. Заалишвили, А. Р. Егназарова. Биохимия, 29, 1964, 223.
6. А. Р. Егназарова. В кн.: «Вопросы биохимии нервной и мышечной систем». Тбилиси, 1964, 27.
7. А. Сент-Дьердьи. О мышечной деятельности. М., 1947.
8. M. M. Заалишвили, Г. В. Микадзе, Т. Т. Сургуладзе. Сообщения АН СССР, 44, 1966, 99.
9. J. Hanson, J. Lowy. J. Mol. biol., 6, 1963, 46.
10. А. Р. Егназарова, М. М. Заалишвили, Е. В. Бут. Тезисы симпозиума по биофизике и биохимии мышц. Тбилиси, 1968, 13.
11. E. Varbu, M. Joly. Disc. Far. Soc., 13, 1953, 77.
12. Y. Tomomura, K. Sekija. Arch. Bioch. Biophys., 1951, 94, 512.



ა. სოფრობაძე

საფერავის ურძნის კანის ანთოცინანების დაყოფა ცელულოზის სვეტზე

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ს. ღურშიშიძემ 16.9.1968)

მრავალრიცხოვან სორბენტს შორის ცელულოზა ყველაზე მეტადაა რეკომენდირებული ანთოცინანების დასაყოფად [1—4]. ცელულოზის გამოყენებისას მიღებული შედეგები სხვადასხვაგვარია [1, 4], მაგრამ მხედველობაშია მოსაღები ის ფაქტი, რომ დაყოფის ეფექტი მნიშვნელოვნად არის დამოკიდებული ცელულოზის ფხვნილის ხარისხსა და ექსპერიმენტის დაყენების ტექნიკაზე [1, 4, 5]. ჩვენს შემთხვევაში საუკეთესო თვისებების აღმოჩნდა ჩვენ მიერ, ძირითადად, გუბენ-ვეილის მიხედვით, დამზადებული ცელულოზა [6].

ამ შრომაში მოცემულია საფერავის (*Vitis vinifera*) ყურძნის კანის ანთოცინანების ექსტრაქტის ცელულოზის სვეტზე დაყოფის შედეგები.

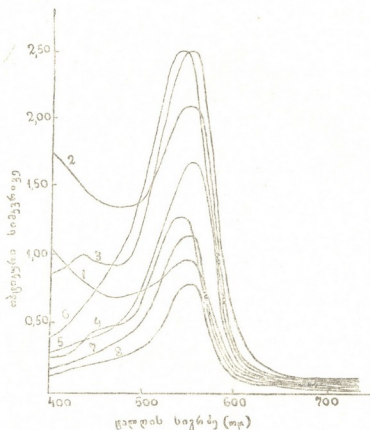
ექსპერიმენტული ნაწილი

ცელულოზის ფხვნილი დეამზადეთ პრეპარატიული ქრომატოგრაფიული ქაღალდის — ვატმან № 3MM-ისაგან. ეს უკანასკნელი წვრილად დავჭერიოთ, გავრეცხეთ 3NHCl-ითა და ამავე ხსნარში, განუწყვეტელი მორევის პირობებში, ვაძლეთ 100° ტემპერატურაზე 20—30 წუთის განმავლობაში. გავაცივეთ და გავრეცხეთ ჯერ დისტილირებული წყლით მარილმჟავას სრულ მოშორებამდე, ხოლო შემდეგ - გოგირდის ეთერით. ამ უკანასკნელის აქროლების შემდეგ ცელულოზა გავაშრეთ 105°-ზე, დაეფქვით ბურთულებიან წისქვილში, გავცერიოთ კაპრონის საცერში. მიღებული ცელულოზის ერთგვაროვანი, ნაზი, თეთრი ფქვილი გავრეცხეთ მეთანოლით და n-ბუთანოლი-ძმარმჟავა-წყლის ნარევის (5:1:4) ზედა ფენით. სვეტს (65×3 სმ) ონკანის ყელში გავუკეთეთ მარილმჟავაში გარეცხილი მინის ბამბა. ცელულოზა სვეტში შევიტანეთ ზემოხსენებულ ნარევიში გახსნილი სახით. სვეტის ცელულოზით თანაბრად და კომპაქტურად ავსების შემდეგ ხსნარი სვეტში ცელულოზის დონემდე შევაჩერეთ.

საფერავის ყურძნის კანის ანთოცინანების ექსტრაქტი ცელულოზის სვეტში შესატანად შემდეგნაირად მომზადდა: ახლადდაკრეფილი საფერავის (თელავი, 1966 წ. სრული სიმწიფე) 1,5 კგ ყურძნის საღ მარცვლებს გავაცალეთ კანი, გავრეცხეთ ჯერ გამდინარე, შემდეგ დისტილირებული წყლით და შევაშრეთ რაც შეიძლება სწრაფად, სიბნელეში — ვენტრალაციის პირობებში. ანთოცინანების ექსტრაქცია მოვახდინეთ HCl 1%-იან მეთანოლით (მოც/მოც) სიბნელეში, თოხის ტემპერატურაზე [5]. ექსტრაქტი გავფილტრეთ № 3 მიწის ფილტრში და გამოვხადეთ ვაკუუმში 30—35°-ზე. შესქელებული ექსტრაქტი კვლავ გავფილტრეთ და შევუვრიეთ, წინასწარ, ზემოაღნიშნული წესით გარეცხილ და გამშრალ ცელულოზის (20—25 გ) ფხვნილს; გავაშრეთ ჰაერის ცივი ნაკადით. ცელულოზაზე ამგვარად აღსორბირებული ექსტრაქტი შევიტანეთ სვეტში (შეფარდება შეტანილ მასალასა და ცელულოზის ფხვნილს შო-

რის დაახლოებით 1:35 ტოლი იყო). სვეტის ზედაპირი კარგად გავასწორეთ. სვეტის „გასამკლავებლად“ და ანთოციანების ელუენტად გამოვიყენეთ ი-ბუთანოლი-მმარმეაეა-წყლის ნარევის (5:1:4) ზედა ფენა [4].

გამსხნელი გამოყენებამდე 3 დღით ადრე დავამზადეთ [5]. ქრომატოგრაფირება ჩატარდა დღემავალი წესით, ოთახის ტემპერატურაზე, სვეტის „გასამკლავებლად“ არ გამოვიყენებია გამსხნელის ე. წ. „შეწოვის ტექნიკა“ [4], რამაც, მართალია, გაახანგრძლივა ცდის დრო, მაგრამ ამ გარემოებას ექსპერიმენტის შედეგებზე უარყოფითი გავლენა არ მოუხდენია. ცელულოზის სვეტი, ანთოციანების ელუციის პერიოდში, მოთავსებული იყო სიბნელეში — სვეტიალურ კარადაში, სადაც, შექმნილი იყო ვენტილაციის პირობები.



სურ. 1. საფერავის ყურძნის კანის ანთოციანების ექსტრაქტის ცელულოზის სვეტზე დაყოფისას მიღებული ფრაქციების შთანთქმის სპექტრები (ბილული ოლქი) ელუენტში (სპექტროფოტომეტრი „СФ-10“, ფრაქციები—1, 4, 5, 7, 8 სპექტროფოტომეტრიებისათვის განკუთვნილი)

ელუატების შეგროვება ხდებოდა 30 მლ ფერად, მილესილსაცობიან ქილებში. ელუატების ინდივიდუალობას, მიუხედავად იმისა, რომ ანთოციანების ზოლები სვეტზე ვიზუალურად მკაფიოდ იყო გამოსატული, — ქაღალდის ქრომატოგრაფიითა და სპექტროფოტომეტრულა გამოვებით (შთანთქმის სპექტრები ელუენტში, სურ. 1) გამოწმებდით. მხოლოდ ამ პროცედურების ჩატარების შემდეგ ვაერთიანებდით მათ — აღვადგენდით რა ამით სვეტის ცალკეულ ფრაქციას.

ფრაქციების ხელოვნური შერევის თავიდან ასაცილებლად, სვეტის ყოველ ორ ზოლს შორის არსებულ საზღვარს, როგორც ფრაქციების შესაძლო ნარევის, ელუციას ცალკე ვუკეთებდით. მიღებული ფრაქციები საკმაოდ კონცენტრირებულია. ზოგიერთი მონაცემი მათ შესახებ წარმოდგენილია ცხრილში.

ცელულოზის ფხვნილი პერსპექტიული სორბენტი აღმოჩნდა ყურძნის კანის ანთოციანების ექსტრაქტის დასაყოფად.

მიუხედავად იმისა, რომ ცელულოზის სვეტიდან ანთოციანები თითქმის მთლიანად დესორბირდა, ცელულოზის ფხვნილის რეგენერაცია არ გვიცდია.

საფერავის ყურძნის კანის ანთოციანების ექსტრაქტის ცელულოზის სვეტზე ქრომატოგრაფირებისას მიღებული ფრაქციების ზოგადი დახასიათება

ფრაქციების იანშიმდე- რება	Rf n-ბუთანოლი- მმარწყვე- წყალში (4:1:5)	ფერი ქრომატოგრამაზე		* იდენტიფიცირებული ფრაქციების სახელწო- დებანი [7,8,9]
		დღის სინათლეზე	ულტრაიისფერში	
1	0,78	ჟოლოსფერი	მუქი ჟოლოსფერი	
2	0,68	მოვარდისფერ- მოიასამნისფრო	მუქი მოვარდისფერ- მოიასამნისფრო	
3	0,60	მოწითალო-მოიასამ- ნისფერი	მუქი მოწითალო- მოიასამნისფრო	
4	0,54	მოწითალო-მოიასამ- ნისფრო	მუქი მოწითალო- მოიასამნისფრო	
5	0,41	მუქი ჟოლოსფერი	მლ. მუქი ჟოლოსფერი	პუონდინ-3-გლუკოზიდი
6	0,39	მოწითალო-მოიასამ- ნისფერი	მუქი მოწითალო- მოიასამნისფრო	მალეიდინ-3-გლუკოზიდი
7	0,32	მოლურჯო-მოიასამ- ნისფერი	მუქი მოლურჯო- მოიასამნისფრო	პეტენიდინ-3-გლუკო- ზიდი
8	0,23	მოლურჯო-მოიასამ- ნისფერი	მუქი მოლურჯო- მოიასამნისფრო	დეფინიდინ-3-გლუკო- ზიდი

ამგვარად, საფერავის (*V. vinifera*) ყურძნის კანის ანთოციანების ექსტრაქტი დაყოფილ იქნა ცელულოზის სვეტზე (65×3 სმ) ქრომატოგრაფიით. ელუენტად გამოყენებული იყო n-ბუთანოლი-მმარწყვე-წყლის ნარევის (5:1:4) ზედა ფენა. მიღებულია 8 ფრაქცია, რომელთაგანაც 4, როგორც ინდივიდუალური ნაერთი, აღრე იყო იდენტიფიცირებული: დანარჩენი 4 ფრაქციის შესწავლა გრძელდება.

ს. ქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია  
მცენარეთა ბიოქიმიის ლაბორატორია

(შემოვიდა 18.9.1968)

БИОХИМИЯ

А. Н. СОПРОМАДЗЕ

## РАЗДЕЛЕНИЕ АНТОЦИАНОВ КОЖИЦЫ ВИНОГРАДА САПЕРАВИ НА КОЛОНКЕ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ

Резюме

Экстракт антоцианов кожицы винограда Саперави (*Vitis vinifera*) был разделен на колонке целлюлозы (65×3 см), приготовленной из препаративной хроматографической бумаги ватман № 3 мм (соотношение между внесенным материалом и порошком целлюлозы составляло приблизительно 1:35). Элюентом служила верхняя фаза смеси n-бутанол-уксусная кислота-вода (5:1:4). Элюция антоцианов из колон-

ки происходила в темноте при комнатной температуре. Получено восемь фракций, среди которых четыре ранее были идентифицированы как индивидуальные соединения. Изучение остальных четырех фракций продолжается.

BIOCHEMISTRY

A. N. SOPROMADZE

SEPARATION OF THE ANTHOCYANIN PIGMENTS OF THE *SAPERAVI* GRAPE PEEL ON THE CELLULOSE COLUMN

Summary

An extract of the anthocyanins of the *Saperavi* grape peel (*Vitis vinifera*) was separated on a cellulose column (65×3 cm), prepared from preparate chromatographic Watman № 3 mm paper (the ratio between the introduced material and cellulose powder was equal to approximately 1:35). The upper layer of the mixture n-Butanol-acetic-acid-water (5:1:4) was used as eluent. Elution of the anthocyanins from the column took place in darkness, at indoor temperature. 8 fractions were obtained. 4 of these had been identified previously as individual combinations. Study of the remaining 4 fractions is in progress.

ლიტერატურა—ЛИТЕРАТУРА—REFERENCES

1. T. Endo. Nature, 179, 378, 1957.
2. B. V. Chandler and K. A. Harper. Nature, 181, 131, 1958.
3. H. Suomalainen, A. J. H. Keränen. Nature, 191, 498, 1961.
4. E. O. Garber, A. F. Redding, W. Chorney. Nature, 193, 801, 1962.
5. J. V. Harborne. J. Chromatography, 1, 473, 1958.
6. Губен-Вейль. Методы органической химии. Методы анализа, т. II. М., 1963, 892.
7. С. В. Дурмишидзе. Дубильные вещества и антоцианы виноградной лозы и вина. М., 1955.
8. С. В. Дурмишидзе, Н. Н. Нуцубидзе. Сообщения АН ГССР, 31, 6, 1958.
9. С. В. Дурмишидзе, А. Н. Софромадзе. Сообщения АН ГССР, 30, 2, 1963.





БИОХИМИЯ

Н. Н. НУЦУБИДЗЕ

**УЧАСТИЕ КИСЛОТ ЛИМОННОКИСЛОГО ЦИКЛА  
 В ОБРАЗОВАНИИ АМИНОКИСЛОТ ВИНОГРАДНОЙ ЛОЗЫ  
 ПРИ ВАКУУМИНФИЛЬТРАЦИИ**

(Представлено академиком С. В. Дурмишидзе 22.9.1968)

Образование аминокислот в однолетних растениях изучается как в гомогенатах, так и на целых растениях. Широко применяется также метод вакууминfiltrации различных субстратов при изучении биосинтеза аминокислот [1, 2].

С помощью тяжелого изотопа азота и фторуксусной кислоты—ингибитора цикла Кребса было доказано прямое аминирование пирувата, оксалоацетата и кетоглутарата в гомогенатах корней и листьев виноградной лозы [3, 4].

В настоящей работе изучали сравнительное участие кислот трикарбонового цикла в образовании аминокислот методом вакууминfiltrации.

Для исследований брали корни и листья виноградной лозы сорта Ркацители. Растения в течение десяти дней содержали на воде без подкормки. Для вакууминfiltrации брали 2 мм отрезки корней, а из листьев вырезали кружочки диаметром в 5 мм. В опытах применяли 0,05 М растворы следующих кислот: пирувата — Na; цитрата — Na; изоцитрата — Na; α-кетоглутарата — Na; сукцината — Na; фумарата — Na; малата — Na; оксалоацетата — Na. В качестве источника азота применяли 0,05 М NH<sub>4</sub>HCO<sub>3</sub>.

Опыты по вакууминfiltrации ставили в пяти вариантах: I — кислота и источник азота; II — кислота; III — источник азота; IV — контрольная, фосфатный буфер pH 7; V — пулевая контроль, вода. Варианты содержали по 1 г корней или листьев, 1 мл раствора кислоты, 1 мл раствора источника азота и 6 мл фосфатного буфера pH 7.

После вакууминfiltrации образцы подсушивали фильтровальной бумагой и ставили в ультратермостат при 25°C в течение 2,5 часов. Образцы фиксировали жидким азотом и в трех повторностях извлекали 10 мл 80% кипящим этиловым спиртом. После объединения экстрактов их центрифугировали при 3000 об/мин в течение 10 мин и надосадочную жидкость упаривали в вакуумиспарителе. Сухой осадок растворяли в 3 мл 40% этилового спирта и применяли для определения свободных аминокислот [5].

Содержание свободных аминокислот в корнях повышается при подаче вместе с источником азота тех кислот, которые находятся в пер-

вой половине цикла Кребса: пирувата, аконитата, изоцитрата,  $\alpha$ -кетоглутарата и оксалоацетата (табл. 1).

Пируват  $\text{Na}$  с источником азота обуславливает накопление в большом количестве аланина и глутаминовой кислоты; пируват без источника азота дает резкий прирост аланина и аспарагина.

Из цитрата в большом количестве накапливаются глутаминовая кислота и аланин. При добавлении источника азота их содержание резко повышается. Аконитат вместе с источником азота дает резкое увеличение количества аспарагиновой кислоты и тирозина. Аконитат без азота увеличивает содержание аланина, тирозина и финилаланина. При применении изоцитрата наблюдается накопление в большом количестве аспарагиновой и отчасти глутаминовой кислот. Добавление азота увеличивает содержание амидов — аспарагина и глутаминна.  $\alpha$ -Кетоглутарат в больших количествах образует глутаминовую и аспарагиновую кислоты и глутамин. При добавлении азота увеличивается количество названных кислот, аланина и, в особенности, тирозина.

При применении сукцината и fumarата в чувствительном количестве накапливается аспарагиновая кислота. С источником азота, кроме аспарагиновой кислоты, увеличивается количество аспарагина. Малат не дает выраженную картину образования аминокислот. В этом случае наблюдается увеличение амидов при подаче источника азота.

Оксалоацетат способствует резкому увеличению количества аспарагиновой кислоты; при добавлении азота ее количество еще больше возрастает. Увеличивается также количество глутаминовой кислоты.

В вырезках из листьев образование аминокислот усиленно идет при инфильтрации пирувата, аконитата, сукцината и оксалоацетата. Кроме вышеназванных кислот, в образовании аминокислот активно участвуют  $\alpha$ -кетоглутарат, цитрат и изоцитрат (табл. 2).

Вакууминфильтрация пирувата резко повышает, содержание глутаминовой, аспарагиновой кислот и тирозина. При подаче источника азота заметно повышается содержание аланина, аспарагина, аспарагиновой кислоты и тирозина. Видимо, в листьях усиленно идет карбоксилирование пирувата с образованием оксалоацетата. В результате аминирования оксалоацетата усиленно идет синтез аспарагиновой кислоты и ее амида—аспарагина. Цитрат  $\text{Na}$  способствует накоплению в больших количествах аспарагиновой и глутаминовой кислот, тирозина и аргинина. Добавление источника азота вызывает накопление глутаминовой кислоты.

При аконитате  $\text{Na}$ , в листьях, как и в корнях, в большом количестве образуются аспарагиновая кислота, аспарагин и аргинин. Присутствие источника азота резко повышает их количества. Увеличивается также образование тирозина, гистидина и глутаминовой кислоты.

Почти такая же картина наблюдается при применении изоцитрата. Кроме аспарагиновой кислоты, аспарагина и аргинина, с источником азота усиливается образование глутаминовой кислоты.

Участие кислот трикарбонового цикла в образовании аминокислот в корнях виноградно-й лозы при вакуумифльтрации

Таблица 1

Основные аминокислоты	Аминокислоты, мг в 1 г материала																W NH <sub>4</sub> CO <sub>3</sub>	Контроль	Нужное количество		
	Пируват Na		Цитрат Na		Аконитат Na		Изоцитрат Na		α-Кетоглутарат Na		Сукцинат Na		Фумарат Na		Малат Na					Оксалоацетат Na	
	N	—	N	—	N	—	N	—	N	—	N	—	N	—	N	—				N	—
Аргинин	0,30	—	—	0,02	—	—	0,02	—	—	—	0,01	—	—	—	—	—	0,15	—	—	0,12	0,10
Аспарагин	0,33	0,25	—	—	—	—	0,63	0,12	—	—	0,15	0,30	0,45	—	—	0,24	—	—	—	—	—
Глютамин	0,26	0,18	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Аспараг. к-та	0,68	0,44	0,45	0,42	1,08	0,36	1,05	1,20	1,04	0,60	0,84	0,12	0,81	0,63	0,54	0,66	1,50	0,11	0,11	0,16	0,25
Глютам. к-та	0,51	0,27	0,72	0,51	0,51	0,33	0,54	0,48	0,58	0,37	0,33	0,37	0,33	0,24	0,36	0,30	0,49	0,39	0,25	0,02	0,12
Аланин	0,51	0,27	0,49	0,25	0,36	0,33	0,12	0,02	0,24	0,04	0,05	0,04	0,09	0,02	0,09	0,06	0,12	0,09	0,15	0,05	0,06
Тирозин	0,03	0,18	0,11	0,19	0,66	0,24	0,27	0,03	0,81	—	0,24	0,02	0,03	0,02	0,05	0,21	—	—	0,07	0,03	0,09
Валин	0,03	0,02	0,05	0,05	0,15	0,12	0,05	—	0,01	—	0,02	0,08	0,09	0,02	0,07	—	0,22	0,15	0,05	0,00	0,02
Фенилаланин	0,18	—	—	—	—	0,24	—	0,02	—	—	—	—	—	—	—	—	0,07	0,22	0,09	—	0,00
Сумма аминокислот	2,80	1,55	1,82	1,53	2,99	1,70	3,12	2,12	2,92	1,38	1,83	0,99	1,87	1,05	1,68	1,23	2,63	1,99	1,32	1,19	1,08

Участие кислот трикарбонового цикла в образовании аминокислот в листьях виноградно-й лозы при вакуумифльтрации

Таблица 2

Основные аминокислоты	Аминокислоты, мг в г материала																W NH <sub>4</sub> CO <sub>3</sub>	Контроль	Нужное количество			
	Пируват Na		Цитрат Na		Аконитат Na		Изоцитрат Na		α-Кетоглутарат Na		Сукцинат Na		Фумарат Na		Малат Na					Оксалоацетат Na		
	N	—	N	—	N	—	N	—	N	—	N	—	N	—	N	—				N	—	
Аргинин	0,17	0,15	0,09	0,27	0,54	0,36	0,36	0,28	0,15	0,17	0,46	0,12	—	0,04	0,30	0,19	0,01	0,01	—	—	0,04	0,06
Аспарагин	0,72	0,18	—	—	0,50	0,39	0,46	0,19	0,27	0,16	0,10	—	0,39	0,02	0,21	0,54	—	—	0,15	0,09	0,15	0,15
Глютамин	0,21	0,21	0,27	0,21	—	0,25	0,07	0,90	0,09	0,19	—	—	0,13	0,12	0,01	—	0,12	0,72	0,60	0,11	0,21	0,06
Аспараг. к-та	0,99	0,69	0,97	0,87	0,84	0,51	0,31	0,42	0,81	0,36	0,78	0,42	0,37	0,04	0,57	0,12	0,84	0,45	0,60	0,39	0,38	
Глютам. к-та	0,43	0,45	0,45	0,18	0,57	0,57	0,45	0,18	0,31	0,21	0,40	0,35	0,30	—	0,24	0,24	0,30	0,54	0,25	0,06	0,07	
Аланин	0,15	0,09	0,06	0,03	0,02	0,04	0,02	0,01	0,03	0,03	—	0,03	0,02	—	0,05	0,05	0,06	0,15	0,04	0,06	0,02	
Тирозин	0,97	0,63	0,51	0,51	0,06	0,27	0,05	0,06	0,25	0,13	0,30	0,14	0,01	—	—	—	0,62	0,60	0,06	0,02	—	
Валин	3,02	0,02	0,06	—	0,02	0,01	0,02	0,01	0,10	0,02	0,01	0,02	0,02	—	—	—	0,09	0,12	0,02	0,02	—	
Фенилаланин	—	—	0,18	—	0,05	—	—	0,02	0,02	—	0,01	—	—	—	—	—	0,31	0,09	0,01	—	—	
Сумма аминокислот	3,65	2,42	2,51	2,07	3,88	2,58	2,25	1,31	2,05	1,36	3,29	1,24	1,23	0,21	1,49	0,96	3,07	2,82	1,29	0,87	0,77	

Образование аминокислот при инфильтрации  $\alpha$ -кетоглутарата в листьях, по сравнению с корнями, протекает менее интенсивно. Добавление источника азота усиливает синтез глутаминовой, аспарагиновой кислот и аспарагина. Сукцинат вместе с источником азота в больших количествах образует аспарагин, аспарагиновую кислоту, аргинин и др.

При подаче источника азота и фумарата образуются в заметных количествах аспарагин и глутаминовая кислота, а в случае малата— аспарагиновая кислота и аргинин.

Оксалоацетат в листьях дает повышенные количества глутаминна, глутаминовой и аспарагиновой кислот и тирозина. С источником азота резко повышается содержание аспарагиновой кислоты и фенилаланина.

Академия наук Грузинской ССР

Лаборатория биохимии растений

(Поступило 24.9.1968)

ბიოქიმია

ნ. ნუცუბიძე

ლიმონმჟავა ციკლის მჟავების მონაწილეობა ვაზის ამინომჟავების წარმოქმნაში ვაკუუმინფილტრაციის დროს

რეზიუმე

კრებლის ციკლის მჟავებისა და აზოტის წყაროს ვაკუუმინფილტრაციით ვაზის ფესვისა და ფოთლის ანათლებში ძლიერდება ამინომჟავების წარმოქმნა. აღნიშნული პროცესი უფრო ინტენსიურია ფოთლებში, ვიდრე ფესვებში.

მცენარის ორივე ორგანოში ამინომჟავების წარმოქმნაში აქტიურ მონაწილეობას იღებს პირუვატი, აკონიტატი და ოქსალაოცეტატი. გარდა ამ ნაერთებისა, ამინომჟავების სინთეზში აქტიურ როლს ასრულებენ: ფესვებში—იზოციტრატი და კეტოგლუტარატი, ხოლო ფოთლებში — სუქცინატი და ციტრატი.

BIOCHEMISTRY

N. NUTSUBIDZE

## PARTICIPATION OF THE CITRIC-ACID-CYCLE ACIDS IN THE FORMATION OF THE GRAPE-VINE AMINO ACIDS UNDER VACUUMINFILTRATION

Summary

Using vacuuminfiltration, it has experimentally been proved that acids of the citric-acid-cycle take an active part in the formation of amino acids in the leaves and roots of the grape-vine. In both these parts of the plant pyruvic, aconitic and oxaloacetic acids participate in this process. In addition, isocitric and  $\alpha$ -ketoglutaric acids in roots and succinic and citric acids in leaves play a substantial role in the formation of amino acids.

ლიტერატურა—ЛИТЕРАТУРА—REFERENCES

1. В. Л. Кретович, М. Касперек. Биохимия, 26, 1961, 592.
2. В. Л. Кретович, З. Г. Евстигнеева... Физиология растений, II, 1964, 165.
3. Н. Н. Нуцубидзе. Сообщения АН ГССР, XLVIII, № 3, 1967, 597.
4. Н. Н. Нуцубидзе. Прямое аминирование кетокислот лимоннокислого цикла в корнях и листьях виноградной лозы. Тбилиси, 1968.
5. Ж. В. Успенская, В. Л. Кретович. Количественное определение аминокислот... М.—Л., 1962.

0. ბაბრატიონი

მესპერიმენტული აქოლიის გავლენა სისხლის შრატის ზოგირდით  
ფარმენტის აბინოზობაზე

(წარმოდგინა აკადემიკოსმა კ. ერისთავმა 22.9.1968)

ჩვენ მიზნად დავისახეთ შეგვესწავლა სისხლის შრატის ალდოლაზას, გლუტამიკო-ასპარაგინისა და გლუტამიკო-ალანინის ტრანსამინაზების აქტივობის ცვლილებები ექსპერიმენტული აქოლიის დროს და ამ დაავადების სხვადასხვა ვადებში ნაღვლის ნაწლავში გადაყვანის ზემოქმედ. საექსპერიმენტო გამოვიყენეთ ორივე სქესის უჯიშო ძაღლები, წონით 12—22 კგ. ექსპერიმენტულ აქოლიას ვიწვევდით ნაღვლის ბუშტის გარეფისტულის მეშვეობით. ნაღვლის გალოკვის აცდენისათვის ძაღლებს ვუჭებდით ნიღაბს და კისერზე სპეციალურ უღელს, რასაც ვხსნიდით კვების დროს. ნაღვლის მაქსიმალური დაკარგვის მიზნით დაკვირვების მთელ პერიოდში ცხოველებს ვაძლევდით ცხიმოვან საკვებს და დამატებით 50 გ კარაქს. ოპერაციის მეხუთე-მერვე დღიდან ცხოველები კვების შემდეგ 5—6 საათის განმავლობაში იმყოფებოდნენ დაზავებულ დაავადების სხვადასხვა პერიოდში ცხოველებს უკეთებოდათ სამკურნალო ოპერაცია — შერთული ნაღვლის ბუშტისა და მლივ ნაწლავს შორის. შესწავლას ვაწარმოებდით დინამიკაში — ოპერაციამდე, ოპერაციიდან მე-2, მე-3, მე-5 და ყოველი 5 დღის შემდეგ — 30—40 დღის განმავლობაში. ალდოლაზას აქტივობას ვსაზღვრავდით ტოვარნიციისა და ვოლუისკაიას მეთოდით, ზოლო გლუტამიკო-ასპარაგინისა და გლუტამიკო-ალანინის ტრანსამინაზებს — პასხინას მეთოდური წერილის მიხედვით.

ჩვენ მიერ შესწავლილი ყველა მაჩვენებლის გამოკვლევის შედეგები დაშუშავებულია ვარიაციული სტატისტიკის მეთოდით. ექსპერიმენტი ჩაატარეთ 11 ძაღლზე, ამთავან 6 ძაღლს ნაღვლის ნაწლავში გადაყვანის მიზნით გაუკეთდა სამკურნალო ოპერაცია.

აქოლიურ ცხოველებზე დაკვირვებამ გვიჩვენა, რომ ორგანიზმიდან ნაღვლის გამორიცხვა (ნაღვლის ბუშტის გარეფისტულა) დიდ გავლენას ახდენს ცხოველთა ზოგად მდგომარეობაზე. ისინი სწრაფად ხსუსტებიან და ოპერაციის 35-ე დღიდან საგრძნობლად იკლებენ წონაში, საკვებს ღებულაზებენ ცუდად, შარდი ჩვეულებრივი ფერისაა, განავალი — თხისებური, ზოგჯერ სისხლის მინარევით. გამოკვლევის მომდევნო მეათე-მეთხუთმეტე დღეს და განსაკუთრებით ძაღლების დაზავებულ დაყენების შემდეგ, ყველა ზემოაღნიშნული მოვლენა ძლიერდება. ძაღლები პროგრესულად იკლებენ წონაში (2,5—4 კგ), გამოხატულია ძლიერი ბალანსკენა და ტროფიული წყლულების განვითარება მთელ სხეულზე. ზოგადი მდგომარეობის გაუარესებისა და ძლიერი კახექსიის გამო 5 ძაღლი მოკვდა 8—45 დღის განმავლობაში. სისხლში ბილირუბინის მატების არც ერთ შემთხვევას აღვიღო არ ჰქონია.

ალდოლაზას აქტივობის ცვლილებების სტატისტიკური მაჩვენებლებიდან (ცხრილი 1) გამოდინარეობს, რომ ამ ჯგუფში შესწავლილი ყველა საცდელი

ცხოველის სისხლის შრატში ალდოლაზას აქტივობა ნორმის ფარგლებშია ( $18,8 \pm 0,8$ ) და იგი ამ დონეს უმნიშვნელო მერყეობით ინარჩუნებს გამოკვლევის მთელ პერიოდში ( $P < 0,2$ ).

ცხრილი 1

ალდოლაზას აქტივობის ცვლილებების სტატისტიკური მანქანებლები

გამოკვლევის ვადები	M	$\pm \sigma$	$\pm m$ (M)	M სხვ.	$\pm m$ (M სხვ.)	t	n	P
ოპერაციამდე	18,8	2,8	0,8					
მე-2 დღე	18,5	4,8	1,4	0,3	2,0	0,150	11	$> 0,5$
ოპერაციამდე	18,8	2,8	0,8					
მე-3 დღე	16,4	5,2	1,6	2,4	1,4	1,714	11	$> 0,1$
ოპერაციამდე	18,8	2,8	0,8					
მე-5 დღე	15,7	8,0	2,4	3,1	2,5	1,240	11	$< 0,2$
ოპერაციამდე	19,1	2,8	0,9					
მე-10 დღე	19,6	8,1	2,5	0,5	3,1	0,161	10	$> 0,5$
ოპერაციამდე	19,0	2,8	0,9					
მე-15 დღე	20,0	6,7	2,2	1,0	2,0	0,500	9	$> 0,5$
ოპერაციამდე	19,2	2,6	0,9					
მე-20 დღე	20,0	7,6	2,7	0,8	2,4	0,333	8	$> 0,5$
ოპერაციამდე	19,2	2,6	0,9					
25-ე დღე	18,0	6,3	2,2	1,2	2,4	0,500	8	$> 0,5$
ოპერაციამდე	19,8	2,0	0,8					
30-ე დღე	19,6	11,9	4,6	0,2	4,2	0,047	7	$> 0,5$

გლუტამიკო-ასპარაგინის ამინოფერაზას აქტივობა ამ გულის ყველა ცხოველის სისხლის შრატში — ოპერაციამდე ნორმის ფარგლებშია ( $2,9 \pm 1,3$ ). აქოლიის გამოწვევიდან მეორე დღეს მისი რაოდენობა საწყის დონესთან შედარებით თუმცა მომატებულია ( $P < 0,01$ ), მაგრამ ოდნავ აღემატება ნორმის მაღალ ზღვარს. მიღწეულ დონეს იგი ინარჩუნებს ოპერაციიდან პირველი 5 დღის განმავლობაში. მე-10 დღიდან გლუტამიკო-ასპარაგინის ამინოფერაზას აქტივობა თანდათან მცირდება და გამოკვლევის ბოლოს, ოპერაციამდე დონესთან შედარებით, გვაძლევს სარწმუნო სხვაობას ( $P < 0,05$ ), თუმცა მინც რჩება ნორმის დაბალ საზღვრებში.

გლუტამიკო-ალანინის ამინოფერაზას აქტივობის ცვლილებების მონაცემების განხილვა გვიჩვენებს, რომ ოპერაციამდე ის ნორმის ფარგლებშია ( $30,3 \pm 1,9$ ), ოპერაციიდან მეორე დღეს მატულობს ( $P < 0,05$ ), უმნიშვნელოდ სცილდება რა ნორმის მაღალ ზღვარს, ოპერაციის მესამე დღიდან გლუტამიკო-ალანინის ამინოფერაზას აქტივობას დადრეკილი ხასიათი აქვს და გამოკვლევის ბოლოსათვის სარწმუნო სხვაობას გვაძლევს ( $P < 0,01$ ), თუმცა რჩება ნორმის დაბალ ზღვარში.

6 აქოლიური ძაღლიდან ორს ჩაუტარდა სამკურნალო ოპერაცია აქოლიის გამოწვევიდან მე-18 — მე-20 დღეს, სამს — 30 — 31-ე დღეს და ერთს — 95-ე დღეს. ამათგან მოკვდა სამი ძაღლი. ერთი, რომელსაც ნაღვლის ნაწლავში გა-

დაყვანა ჩაუტარდა აქოლიიდან 95-ე დღეს, მოკვდა სამკურნალო ოპერაციიდან მე-12 დღეს. ორი ძაღლი, რომლებსაც სამკურნალო ოპერაცია ჩატარებული ჰქონდა აქოლიიდან 30 — 31-ე დღეს, მოკვდა სამკურნალო ოპერაციიდან მე-40 და 45-ე დღეს.

ჩატარებული გამოკვლევა გვიჩვენებს, რომ მიუხედავად სისხლის შრატის ფერმენტთა აქტივობის არც თუ ისე დრმა და უხეში დარღვევებისა, ორგანიზმიდან ნაღვლის მთლიანი გამორიცხვა — სრული აქოლია — დიდ გავლენას ახდენს ცხოველთა ორგანიზმზე. ოპერაციის პირველი დღეებიდანვე სწრაფად განვითარებული ზოგადი მდგომარეობის გაუარესება შემდეგ თითქოს უფრო ნელდება, მაგრამ პროგრესირებს.

ზოგერთ მკვლევარს აქოლია — ნაღვლის არარსებობა ორგანიზმში — არ მიაჩნია საშიშ ვართულებად. ლიტერატურაში არის აღწერილი პარადოქსალური შემთხვევა, როცა 6 წლის ავადმყოფი 23 წლის განსაჯლობაში კარგავდა ნაღველს. ა. ფიშერის მონაცემებით ნაღვლის გარეფისტიულიანი ძაღლები ცოცხლობენ 4 — 10 თვეს, შესაფერი დიეტით კი — ერთ წელზე მეტსაც. მაგრამ ვიცით რა ნაღვლის როლი საქმლის მონელებაში, ძნელი დასაშვებია, რომ მისი გამორიცხვა ამ პროცესიდან ასე იოლი გადასატანი იყოს ორგანიზმისათვის. პირველ რიგში ეს შეეხება ნივთიერებათა ცვლის მთლიანი ჯაჭვის ერთი რგოლის — ლიპიდების ცვლის — მოშლას და შემდეგ ნივთიერებათა ცვლის მთლიანი წონასწორობის დარღვევას. ირღვევა ამინოჰაჟათა წარმოქმნაც. თავის მხრივ ღვიძლში შეორაღად განვითარებული დისტროფიული ცვლილებების გამო ირღვევა ცილის სინთეზი.

თუ მხედველობაში მივიღებთ ლიტერატურულ მონაცემებს იმის შესახებ, რომ ნაღველი გამომუშავდება არა მხოლოდ ღვიძლში, არამედ ნაწილობრივ რეტრიკულო-ენდოთელურ სისტემაში და რომ ძაღლებში არც თუ ისე იშვიათაა ნაღვლის დამატებითი სადინრების არსებობა, მაშინ გასაგები უნდა ვასდეს აქოლიურ ცხოველთა შედარებით მეტი „გამძლეობა“ ამ დაავადების მიმართ. ამავე მიზეზით უნდა აისხნას ლიტერატურაში აღწერილი აქოლიურ ავადმყოფთა „კარგი“ მდგომარეობა. ორგანიზმის კომპენსატორულ მექანიზმებს შესწევთ უნარი დროებით გამოასწორონ დარღვეული წონასწორობა რეტრიკულო-ენდოთელურ სისტემაში ნაღვლის წარმოქმნისა და დამატებით სადინრებში მისი გამტარებლობის გაძლიერებით. მაგრამ ეს დაძაბული საქმლის მონელება ბოლოს და ბოლოს ირღვევა და ვითარდება ნივთიერებათა ცვლის მოშლა.

ამგვარად, აქოლიურ ცხოველთა სისხლის შრატში აღდროლას, გლუტამიკო-ასპარაგინისა და გლუტამიკო-ალანინის ტრანსამინაზების აქტივობის მატება არ გამოდის ნორმის საზღვრებიდან. მოგვიანებით აღინიშნება ალბუმინების, ალბუმინ-გლობულინური კოეფიციენტის შემცირება და ავლობულინების მატება.

აქოლიის დროს განვითარებული დისპროტეინემია და მძიმე ზოგადი მდგომარეობა გაპირობებულია საქმლის მონელების პროცესებიდან ნაღვლის სრული და ხანგრძლივი გამორიცხვის გამო ცილის სინთეზისათვის საჭირო ამინომჟავათა უკმარისობით.

აქოლიის გამოსავალი აშკარად დამოკიდებულია დროულ ქირურგიულ ჩარევაზე, რაც, ჩვენის აზრით, უნდა განისაზღვროს დაავადებიდან არაუმეტესი 30 — 40 დღისა.

## БИОХИМИЯ

Э. Д. ВАГРАТИОНИ

## ВЛИЯНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ АХОЛИИ НА АКТИВНОСТЬ НЕКОТОРЫХ ФЕРМЕНТОВ СЫВОРОТКИ КРОВИ

## Резюме

При экспериментальной ахолии и восстановительной операции, проведенной в разные сроки заболевания, изучены изменения активностей ферментов сыворотки, установлена связь между степенью изменения активности ферментов и функциональным состоянием печени и полученные данные сопоставлены с тяжестью заболевания и исходом болезни. На 11 собаках в динамике в течение 30—40 дней исследована активность альдолазы, глутамико-аспарагиновой и глутамико-аланиновой аминофераз. Полученные данные обработаны методом вариационной статистики.

Наблюдения над подопытными животными при экспериментальной ахолии свидетельствуют о том, что, невзирая на незначительное нарушение активности ферментов сыворотки крови, устранение желчи из организма — полная ахолия — оказывает большое влияние на общее состояние животного. Объясняется это тем, что продолжительное и полное выключение желчи из процесса пищеварения вызывает недостаток аминокислот, необходимых для синтеза белка. Исход ахолии зависит от своевременного проведения операции, срок которого не должен превышать 30—40 дней после заболевания.

## BIOCHEMISTRY

E. D. BAGRATIONI

## THE EFFECT OF EXPERIMENTAL ACHOLIA ON THE ACTIVITY OF SOME FERMENTS OF THE BLOOD SERUM

## Summary

In experimental acholia and restorative operation, performed at different stages of the disease, changes of the activities of some serum ferments were studied and the relationship between the degree of changes of ferment activities and the functional state of the liver was ascertained.

The data obtained in the course of the experiments were related to the severity of the disease and its outcome. Aldolase, glutamico-asparagin and glutamico-alanin aminopherase activities were studied in dynamics in 11 dogs during 30—40 days. The data processing was carried out by the method of variational statistics.

Observations of the experimental animals in induced acholia revealed that in spite of some minor disturbances in the activities of the blood serum ferments, removal of bile from the liver, i. e., the so-called complete acholia, greatly affects the general state of the animal. This is accounted for by the fact that continuous and complete exclusion of bile from the digestive process leads to the deficiency of amino acids which play an essential role in albumen synthesis. The outcome of acholia depends on an operation performed timely within 30 to 40 days from the onset of the disease.





МИКРОБИОЛОГИЯ И ВИРУСОЛОГИЯ

Д. Т. ПАТАРАЯ, А. Г. КУЧАЕВА, Л. Л. МИТЮШИНА, С. В. КАМЕНСКАЯ

**СЕРЫЕ АКТИНОМИЦЕТЫ ИЗ ПОЧВ ГРУЗИИ**

(Представлено академиком Н. Н. Кеңовели 2.10.1968)

Группа серых актиномицетов самая распространенная среди лучистых грибов и наиболее богата антагонистами. По примерным подсчетам серые актиномицеты составляют около 50% всех выделенных лучистых грибов [1—3]. В работе [4] указано на присутствие в почвах Грузии серых актиномицетов. Они были изолированы из черноземных, горно-луговых, красноземных, каштановых, болотных почв и составляют 53,7% от общего числа выделенных актиномицетов.

Цель данной работы сводилась к изучению биологических особенностей серых актиномицетов, обитающих в некоторых почвах Грузии, и на основании исследования морфологических, культуральных, антагонистических, физиолого-биохимических и других признаков к определению их видового состава.

Изучение биологических свойств выделенных актиномицетов проводилось по методу Н. А. Красильникова [5]. При изучении состава антибиотических веществ, образуемых актиномицетами, использовался метод сборной хроматографии [6, 7]. Употреблялись следующие растворители: 1) бутанол, насыщенный водой; 2) 3% раствор  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ; 3) фенол-вода 4:1; 4) фенол-вода 4:1 в атмосфере аммиака; 5) 50% водный ацетон; 6) н-бутанол-метанол-метилоранж 40:10:20:1,5; 7) н-бутанол-метанол-вода 4:1:2; 8) бензин-метанол 4:1. Идентификацию актиномицетов проводили по определителям Н. А. Красильникова [8], Г. Ф. Гаузе [9], Ваксмана [10] и по статьям, опубликованным в отечественных и зарубежных журналах.

Из типичных для Грузии почв, черноземных, горно-луговых, красноземных, каштановых, болотных, нами была выделена 21 культура. Характерной для этих актиномицетов является темно-серая, светло-серая, пепельная окраска воздушного мицелия. Культуры не пигментированные, колонии бесцветные, среда не окрашивается. В основу определения вида мы брали форму плодоношения, строения оболочек спор, образование меланоидного пигмента. Все штаммы имеют спиральные спораносцы. У одних штаммов число завитков невелико (1—2), часто примитивные, у других культур число завитков от 3 до 5 и более, растянутые, расположены моноподиально; одиночные, многочисленные. Оболочка спор гладкая. Культуры не пигментированы, на синтетических средах не образуют бурого вещества, но образуют ее на средах белковых и картофельных. Они хорошо растут на обычных средах, синтетических и сложных органических. Штаммы желатину не разжижа-

ют, за исключением культур 199, 454, 500, 516, крахмал гидролизуют умеренно. Все культуры не восстанавливают нитраты, кроме штаммов 204 и 410. Меланин образуется на белковых средах.

Из источников углеводов штаммы хорошо ассимилируют глюкозу, фруктозу, галактозу, мальтозу, рамнозу, крахмал. Не усваивают дульцит, сорбит, цитрат и ацетат натрия. В отношении использования арабинозы, ксилозы, лактозы, рафинозы, маннита и инулина штаммы различаются между собой. Ассимилируют пептон, DL-аланин, L-аланин, DL-валин, мочевины,  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ,  $\text{KNO}_3$ . Штаммы различаются между собой по использованию аспарагиновой кислоты и  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ .

На основании исследования свойств выделенных культур мы установили, что первая группа актиномицетов неоднородна и разделяется на семь обособленных подгрупп. В табл. I показаны отличительные анти-

Таблица I

Подгруппы	№ штаммов	Антимикробные свойства											
		Бактерии		Кокки (3 вида)	Микобактерии (5 видов)	Споровые бактерии (4 вида)	Клубеньковые (5 видов)	Азотобактерии (2 вида)	Дрожжи (2 вида)	Candida albicans	Грибы (9 видов)	Актиномицеты (15 видов)	Проксиномицеты (3 вида)
		грамположительные	грамотрицательные										
1	78	+	0	3	4	4	0	0	0	0	1	4	2
2	174, 179, 186, 201, 370, 515, 533	0	0	2	1	0	2	0	0	0	0	14	0
3	221, 372, 450, 472, 493	+	0	0	0	0	0	0	0	0	1	12	0
4	204, 410	0	0	3	5	3	5	1	0	0	0	9	3
5	485	0	0	0	0	0	1	1	3	+	7	10	2
6	199, 454, 500, 516	+	0	3	3	3	0	0	0	0	0	9	0
7	534	+	+	3	5	4	5	2	3	+	8	14	1

Примечание: здесь и ниже знак + обозначает положительную реакцию, 0—отрицательную, а цифры—количество угнетаемых видов и общего числа взятых в опыт

биотические свойства; каждая подгруппа имеет отличный от других антимикробный спектр действия. Методом сборной хроматографии выявлена разница между культурами разных подгрупп. Актиномицеты второй подгруппы образуют антибиотик, для которого характерна высокая подвижность в системах 3 и 5. Вещество в системах 7 и 8 обладает более низкой подвижностью, а в системах 1, 2, 4, 6 антибиотик остается на стартовой линии. Вещество, образуемое актиномицетами третьей подгруппы, характеризуется отсутствием подвижности только в системе 5. Антибиотик четвертой подгруппы обладает высокой подвижностью во всех испытанных нами системах. Вещество пятой под-

группы остается на стартовой линии в 1, 2, 5 системах, а в 3 и 4 перемещается на небольшое расстояние от старта. Антибиотик хорошо подвижен в системах 6, 7, 8. Актиномицеты шестой подгруппы образуют вещество, для которого характерна высокая подвижность в системах 3, 4, 5, 6, 7, а системы 1, 2, 8 обладают более низкой подвижностью. Антибиотик седьмой подгруппы хорошо подвижен во всех испытанных системах и состоит из двух компонентов систем 1, 3, 4, 5, 6, 7.

Из всего изложенного следует, что изученные нами культуры лучших грибов различаются между собой морфологическими культуральными, физиологическими, биохимическими и антимикробными свойствами. На основании этих признаков 21 изученный штамм серых актиномицетов подразделили на семь подгрупп. В табл. 2 приведены отличительные

Таблица 2

Подгруппы	Штаммы, представител-ель	Спороносцы	Споры	Меланоид-ный пиг-мент	Антимикробные свойства				Название вида
					Бактерии, грамм		Дрожжи	Грибы	
					+	-			
1	78	Спираль-ные	Гладкие	+	+	0	0	0	<i>Act. melanosporus</i> Acra-mone, 1960
2	179			+	0	0	0	0	<i>Act. favillaceus</i> n. sp
3	221			+	0	0	0	+	<i>Act. ravidus</i> n. sp
4	410			+	0	0	0	0	<i>Act. incanus</i> n. sp
5	485			+	0	0	+	+	<i>Act. alanosinicus</i> Thiemian et Beretta, 1966
6	516			+	+	0	0	0	<i>Act. canofumeus</i> n. sp
7	534			+	+	+	+	+	<i>Act. canulus</i> n. sp

тельные признаки этих подгрупп. Далее мы провели сопоставление наших подгрупп с описанными в литературе видами, близкими к изученным актиномицетам. При сравнении же видов с данными, полученными нами по серым актиномицетам, было установлено, что представители первой и пятой подгрупп могут быть отнесены к известным видам. Остальные пять подгрупп по своим данным не подходят к ранее описанным видам Н. А. Красильниковым, под руководством которого была выполнена данная работа, эти подгруппы были отнесены к новым видам. В табл. 2 даются названия видов по Н. А. Красильникову.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт ботаники

(Поступило 2.10.1968)

მიკრობიოლოგია და ვირუსოლოგია

დ. კატარაია, ა. კუჩავაძე, ლ. შიტიშვილი, ს. კამენსკაია

რეზი ფერის აქტინომიცეტები საქართველოს ნიადაგებიდან

რეზიუმე

საქართველოს შავმიწა, მთა-მდელოს, წითელმიწა, წაბლა და ქაობიანი ნიადაგებიდან გამოყოფილი აქტინომიცეტის 21 კულტურა, რომლებიც ინ-

ვითარებენ მუქ რუხ, ღია რუხ და ფერფლისფერ საპაერო მიცელიუმს. შტამები უზიგმენტოა. მათ კოლონიები და საკვები არე უფერული აქვთ.

მორფოლოგიური, კულტურალური, ფიზიოლოგიურ-ბიოქიმიური და ანტაგონისტური თვისებების შესწავლის საფუძველზე გამოყოფილი კულტურები დაუყავით 7 ქვეჯგუფად, რომელთა შორისაც 5 ქვეჯგუფის წარმომადგენლები აღწერილია როგორც ახალი სახეობები: *Act. ravidus n. sp.*, *Act. incanus n. sp.*, *Act. canofumeus n. sp.*, *Act. canulus n. sp.*, *Act. favillaceus n. sp.*, ხოლო 2 სახეობა მიეკუთვნება ადრე ცნობილ სახეობებს: *Act. melanosporus* Acramone, 1960, *Act. alanosinicus* Thieman et Beretta, 1966.

#### MICROBIOLOGY AND VIROLOGY

#### D. T. PATARAIA, A. G. KUCHAEVA, L. L. MITYUSHINA, S. W. KAMENSKAIA GREY ACTINOMYCETES FROM GEORGIAN SOILS

##### Summary

21 cultures have been isolated from the typical soils of the Georgian SSR: black earth, red earth, mountain meadow soil, chestnut, marshland soil. These actinomycetes are characterized by dark grey, light grey and ashy colourations of the aerial mycelium. The cultures are not pigmented; the columns are colourless; the medium is not coloured.

On the basis of investigation of the morphological, cultural, physiologo-biochemical, and antagonistic properties the isolated cultures are subdivided into 7 distinctive subgroups, of which 5 are described as new species: *Act. ravidus n. sp.*, *Act. incanus n. sp.*, *Act. canofumeus n. sp.*, *Act. canulus n. sp.*, *Act. favillaceus n. sp.*, whereas 2 belong to previously known species: *Act. melanosporus* Acramone, 1960, *Act. alanosinicus* Thieman et Beretta, 1966.

##### ლიტერატურა—ЛИТЕРАТУРА—REFERENCES

1. А. И. Кореняко, А. Г. Кучаева, И. Е. Мишустина. Микробиология, XXIV, вып. 1, 1955, 62.
2. Н. С. Егоров, А. И. Полин. Микробиология, XXIV, вып. 1, 1955, 67.
3. Н. К. Соловьева, М. М. Тайг. Изв. АН СССР, сер. биол., № 2, 1962, 252.
4. Д. Т. Патараия, А. Г. Кучаева. Сообщения АН ГССР, XIV, № 2, 1967, 475.
5. Н. А. Красильников. Актиномицеты-антагонисты и антибиотические вещества. М., 1950.
6. А. И. Кореняко, Н. Ф. Кириллова, Н. И. Никитина. Микробиология, XXIX, вып. 6, 1960, 911.
7. Н. О. Блинов, Н. Г. Федькина и др. Изв. АН СССР, сер. биол., № 4, 1964.
8. Н. А. Красильников. Определитель бактерии и актиномицетов. М., 1949.
9. Г. Ф. Гаузе, Т. П. Преображенская и др. Вопросы классификации актиномицетов. М., 1957.
10. S. A. Waksman. The Actinomycetes, vol. I, II, Williams and Wilkins Co. Baltimore, 1961.

ФИТОПАТОЛОГИЯ

М. Н. ПИРЦХАЛАИШВИЛИ, Г. А. МАКАШВИЛИ, Н. А. ЛОМТАДЗЕ

АМИНОКИСЛОТНЫЙ СОСТАВ КЛЕТОЧНЫХ СТЕНОК  
ФИТОПАТОГЕННОГО ГРИБА *PHOMA TRACHEIPHILA* (PETRI)  
KANTSCHAWELI ET GIKASCHWILI

(Представлено академиком Л. А. Качавели 22.9.1968)

Очень мало известно о клеточных стенках фитопатогенных грибов как с химической, так и с биохимической точки зрения [1, 2]. Между тем, исследование химического состава, строения и свойств тех веществ, из которых построена клеточная стенка фитопатогенов, даст возможность объяснить биологические особенности этого структурного образования, расположенного над цитоплазматической мембраной клетки.

Гриб *Phoma tracheiphila* признается возбудителем инфекционного заболевания лимонов — мальсекко. Установлено, что он вызывает усыхание лимонов [3, 4].

Настоящая статья посвящена изучению аминокислотного состава клеточных стенок гриба — возбудителя мальсекко.

Гриб-возбудитель мальсекко выращивали на экстракте свежих лимонных побегов в конических колбах встряхиванием на круговых качалках (200 об/мин) при температуре  $21^{\circ}\text{C} \pm 1$ . Полученный мицелий переносили на воронку Бюхнера, промывали дистиллированной водой до нейтральной реакции промывных вод и отжимали. Отжатый мицелий подсушивали между листами фильтровальной бумаги. Клеточные стенки гриба получали по разработанному в нашей лаборатории методу [5].

Хроматографический анализ аминокислот проводили на бумагах «Б» и «М» (выпущенной Ленинградской фабрикой № 2) и F № 11, предварительно промытых раствором 8-оксихинолина. Одномерную хроматографию проводили методом Матиасса. Пользовались следующими системами растворителей: н.бутанол-уксусная кислота-вода (4:1:5, 4:1:1), н.бутанол-этанол-уксусная кислота-вода (4:1:1:2). Двумерную хроматографию проводили на бумагах размером 40×40 см. В этом случае процесс хроматографии проводили в следующих системах:

- I. 1) втор. бутанол-3% аммиак (5:2),  
2) втор. бутанол-88% муравьиная кислота-вода (15:3:2).
- II. 1) фенол, насыщенный водой (атмосфера аммиака),  
2) н. бутанол-уксусная кислота-вода (4:1:5).
- III. 1) фенол, насыщенный водой (атмосфера аммиака),  
2) коллидин-лутидин (1:3), насыщенные водой.

Общим проявителем служил 0,3% нингидрин в ацетоне. Кроме того, для отдельных аминокислот использовали: реактив Сакагуши — на аргинин, реактив Паули — на тирозин, изатиновый реактив — на пролин. Для полной идентификации аминокислот в качестве свидетелей применяли хроматографически чистые препараты аминокислот. До опрыскивания реактивами хроматограммы просматривали в УФ-свете.

Кислотный гидролиз. Клеточные стенки гриба гидролизовали 6 н HCl в запаянной ампуле при 105°C. Время гидролиза 24 часа. После окончания гидролиза оставался негидролизуемый остаток. Последний отделяли от гидролизата центрифугированием, промывали не-

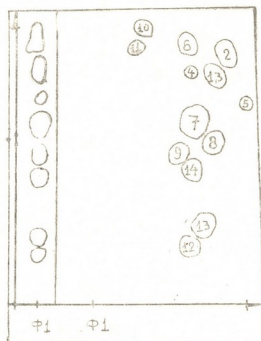


Рис. 1. Двумерная хроматограмма аминокислотной фракции гидролизата стенок гриба *Phoma tracheiphila*. Системы растворителей: первое направление — фенол, насыщенное водой (атмосфера аммиака), второе направление — коллидин, лутидин (1:3), насыщенное водой. Аминокислоты: 1,3 — лейцин + изолейцин, 2 — фенилаланин, 4 — валин, 5 — тирозин, 6 — пролин, 7 — аланин, 8 — треонин, 9 — глицин, 10 — аргинин, 11 — лизин, 12 — аспарагиновая кислота, 13 — глутаминовая кислота, 14 — серин

сколько раз дистиллированной водой, которую добавляли к главной фракции гидролизата. После фильтрования и упаривания нейтральный гидролизат растворяли в 15 мл дистиллированной воде и пропускали через колонку (0,5×10 см) с катионитом «КУ-2» (H<sup>+</sup>-форма). Предварительно катионит обрабатывали по известной методике [6]. Затем колонку промывали дистиллированной водой и элюцию аминокислот производили раствором 3М NH<sub>4</sub>OH. Полученный аммиачный раствор выпаривали досуха на водяной бане. Затем остаток растворяли



в 10% изопропиловом спирте, подкисляли и исследовали хроматографически.

В результате проведенных нами исследований в кислотном гидролизате клеточных стенок гриба-возбудителя мальсекко обнаружены следующие аминокислоты: изолейцин, фенилаланин, лейцин, валин, тирозин, пролин, аланин, треонин, глицин, серин, аргинин, лизин, аспарагиновая кислота и глутаминовая кислота.

Распределение этих аминокислот на хроматограмме показано на рис. 1.

Эти аминокислоты были идентифицированы также и в других вышеуказанных системах.

Таким образом, в клеточных стенках гриба *Phoma tracheiphila* установлено наличие 14 аминокислот и идентифицированы все аминокислоты.

Институт садоводства,  
виноградарства и виноделия  
Тбилиси

(Поступило 24.9.1968)

ფიტოპათოლოგია

მ. ფირცხალაიშვილი, გ. მაყაშვილი, ნ. ლომთაძე

ფიტოპათოგენური სოკოს — *PHOMA TRACHEIPHILA* (PETRI)  
KANTSCHAWELI ET GIKASCHWILI — უჯრედის გარსის ამინომჟავების  
შეღებნილობა

რეზიუმე

ცნობილია, რომ ფიტოპათოგენური სოკო — *Phoma tracheiphila* — იწვევს ინფექციურ დაავადებას — ლიმონების ხმელას ანუ მალსეკოს.

შესწავლილია ის ამინომჟავები, რომლებიც შედიან მალსეკოს გამომწვევი სოკოს უჯრედის გარსში. ქრომატოგრაფიული მეთოდით დადგენილია, რომ გარსში არსებობს 14 ამინომჟავა: ლეიცინი, იზოლეიცინი, ფენილალანინი, ვალინი, ტიროზინი, პროლინი, ალანინი, ტრეონინი, გლიცინი, სერინი, არგინინი, ლიზინი, ასპარაგინის მჟავა, გლუტამინის მჟავა.

PHYTOPATHOLOGY

M. N. PIRTSKHALAISHVILI, G. A. MAQASHVILI, N. A. LOMTADZE

THE AMINO ACID COMPOSITION OF THE CELL WALLS OF THE  
PHYTOPATHOGENIC FUNGUS *PHOMA TRACHEIPHILA* (PETRI)  
KANTSCHAWELI ET GIKASCHWILI

Summary

The phytopathogenic fungus *Phoma tracheiphila* is known to cause the infectious disease "mal secco" or the drying of the lemon fruit. The present writers have studied the amino acids involved in the cell walls of the fungus that causes "mal secco". The chromatographic method has enabled identifi-

cation of 14 amino acids in the cell walls: lysine, arginine, aspartic acid, threonine, serine, glutamic acid, proline, glycine, alanine, valine, tyrosine, phenylalanine, leucine, isoleucine.

ლიტერატურა—ЛИТЕРАТУРА—REFERENCES

1. S. Bartnicki-Garcia. *J. Gen. Microbiol.*, 42, № 1, 1966, 57.
2. R. Mitchell, N. Sabar. *Can. J. Microbiol.*, 12, 1966, 471.
3. ლ. ა. კანჩაველი, რ. ჯ. კიპიანი, კ. გ. გიკაშვილი. *Сообщения АН ГССР*, т. XVI, № 7, 1955.
4. B. Bazzi, P. Scrivani. *Phytopath. Z.*, 21, 1954, 333.
5. М. Н. Пирцхалайшвили, Г. А. Макашвили, Н. А. Ломтадзе. *Сельскохозяйственная биология*, т. 3, № 4, 1968, 585.
6. Методика количественной бумажной хроматографии сахаров, органических кислот и аминокислот у растений. М., 1962.



Н. Н. ЧАНТУРИЯ

О ФУНГИЦИДНОЙ АКТИВНОСТИ НОВЫХ ПРЕПАРАТОВ  
В ОТНОШЕНИИ ГРИБА *CYLINDROSPORIUM MACULANS*  
[ALL] JACH.—ВОЗБУДИТЕЛЯ ПЯТНИСТОСТИ ЛИСТЬЕВ  
ШЕЛКОВИЦЫ

(Представлено академиком Л. А. Канчавели 24.6.1968)

Литературные данные об активности ряда фунгицидов по отношению к возбудителю пятнистости листьев шелковицы — гриба *C. maculans* почти отсутствуют. Ниже приводятся результаты исследований по фунгицидной активности некоторых новых препаратов в отношении спор и мицелия указанного гриба.

Фунгитоксичность препаратов на спорах изучали методом контактного проращивания их с фунгицидом. Фунгицидную активность препаратов на мицелий определяли методом смешивания расплавленной среды с фунгицидом. Во всех опытах со спорами и мицелием эталоном служила хлорокись меди. Показатель фунгицидности определяли методом пробитов. Находили CL-50 в % по действующему веществу, пределы их ошибок, рассчитывали наклоны кривых В. Угнетение роста мицелия (в %) высчитывали по формуле, предложенной Е. Ф. Граниным с соавторами.

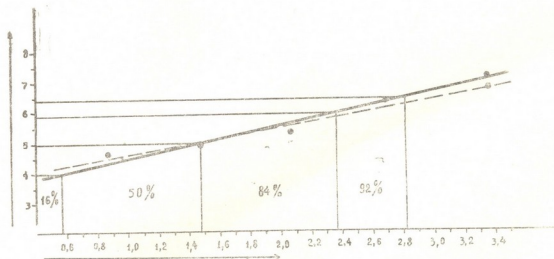


Рис. 1. Токсичность цирама в отношении спор *Cylindrosporium maculans*: на ординате—процент непроросших спор в пробитах; на абсциссе—логарифм концентрации в 10 мг/л

Учет непроросших спор проводили на 600 спорах. По формуле Эббота вносили поправку на естественную потерю жизнеспособности

спор, а по таблице Блисса определяли соответствующие им пробиты. Концентрации, выраженные в процентах, переводили в 10 мг/мл и затем определяли их логарифмы. Для графического выражения полученных данных процент непроросших спор в пробитых наносили на ординату, а логарифмы концентраций — на абсциссу. Затем проводили графическое интерполирование и расчеты по так называемому «упрощенному пробитному анализу».

Для иллюстрации в табл. 1 и на рис. 1 приводятся результаты опытов и последующих расчетов, проведенных с цирамом. Сперва на координатной сетке проводится условная линия, а затем с учетом положения точки, соответствующей 100% непроросших спор,—расчетная линия. На этой линии показателю 5,0 на ординате соответствует показатель 1,47 на абсциссе. Это значит, что для получения 50% непроросших спор требуется концентрация цирама, логарифм которой равен 1,47. Следовательно,

$$CL-50 = \text{антилогарифм } 1,47 = 2,951 \text{ мг/л.}$$

Таблица 1

Токсичность цирама в отношении спор гриба *Cylindrosporium maculans*

Концентрация по действующему веществу, %	Концентрация 10 мг/л	Логарифмы концентрации, 10 мг/л	Количество непроросших спор, %		Пробиты
			фактическое	исправленное	
0,00075	7,5	0,8751	38,6	37,2	4,6734
0,0003	30	1,4771	47,6	46,4	4,9096
0,0012	120	2,0792	64,7	63,9	5,3558
0,005	500	2,6990	90,8	90,6	6,3165
0,023	2300	3,3617	100	100	—

Однако величина CL-50 получена графическим интерполированием и для определения ее достоверности необходим расчет пределов ее ошибок. По Уилкоксоу и Маккелану, для этого значения CL-84 и CL-16 интерполируются и сопоставляются с CL-50:

$$CL-16 = \text{антилогарифм } 0,5 = 0,31 \text{ мг/л;}$$

$$CL-84 = \text{антилогарифм } 2,38 = 23,9 \text{ мг/л;}$$

$$CL-84:CL-50 = 23,9:2,951 = 8,129;$$

$$CL-50:CL-16 = 2,951:0,31 = 9,332;$$

$$8,129 + 9,332 = 17,461;$$

$$(17,461 + 4):2 = 6,235.$$

Последняя цифра именуется усредненным значением и по таблице определяется расчетный фактор медианной концентрации, с помощью которого рассчитываются пределы ошибок CL-50.

В таблице Уилкоксона и Маккелана усредненному значению 6,235 соответствует расчетный фактор 1,3. Следовательно, для цирама

$$\text{верхний предел } CL-50 = 2,951 \times 1,3 = 3,83 \text{ мг/л;}$$

$$\text{нижний предел } CL-50 = 2,951:1,3 = 2,27 \text{ мг/л.}$$

Для определения наклона кривой—В используется вышеприведенное значение  $\lg CL-50$ , дополнительно на графике интерполируется

lg CL-92 и определяется обратная величина разницы этих показателей. Отсюда для цирама

$$B = \frac{1}{\lg CL-92 - \lg CL-50} = \frac{1}{2,82 - 1,47} = \frac{1}{1,35} = 0,74.$$

Таким образом, CL-50 цирама для спор *Cylindrosporium maculans* равняется 2,951 мг/л, но может колебаться в пределах 2,27—3,83 мг/л, а наклон кривой равен 0,74.

Подобным образом определялись значения CL-50 и B для других изучаемых препаратов. Результаты расчетов приведены в табл. 2, из которой видно, что по CL-50 разница в токсичности между цира-

Таблица 2  
Сравнительная токсичность органических фунгицидов  
для спор гриба *Cylindrosporium maculans*

Фунгициды	<i>Cylindrosporium maculans</i>			Наклон кривой
	CL-50 мг/л	Верхний предел	Нижний предел	
Цирам	2,95	3,83	2,27	0,74
Фигон	3,71	4,63	2,79	1,38
Цинеб	5,7	8,5	2,9	1,01
Каптан	6,4	9,7	3,1	1,4
ТМТД	4,46	8,60	3,28	1,28
Фталан	5,88	8,02	3,75	0,94
Мельпрекс	4,8	5,7	4,0	0,96
Хлорокись меди	6,91	11,5	5,8	0,89
Поликарбацин	11,2	14,3	8,0	1,03

мом, цинебом, каптаном, фталаном, фигоном и ТМТД недостоверна, поскольку значения пределов их ошибок перекрывают друг друга (их нижний предел CL-50 меньше 3,83 мг/л, а это значение является верхним пределом CL-50 для цирама). Следовательно, они почти одинаково токсичны для спор *Cyl. maculans*, а мельпрекс, хлорокись меди и поликарбацин по CL-50 менее токсичны для этого гриба, особенно последний, фунгицидная активность которого достоверно отстает от всех исследуемых препаратов. Однако по наклону кривых—B испытываемые препараты незначительно отличаются друг от друга, что указывает на возможность одинакового повышения их токсичности при увеличении концентрации. Исходя из этого не исключена возможность получения удовлетворительной технической эффективности даже при применении наименее токсичного препарата — поликарбацина.

Результаты опытов, проведенных с целью оценки степени фунгицидного действия изучаемых препаратов на мицелий гриба *C. maculans*, приведены в табл. 3.

Как показывают табл. 1—3, фунгицидная активность изученных нами препаратов для спор и мицелия гриба *C. maculans* различная. Цирам высокотоксичен для спор и менее токсичен для мицелия. Наиболее активными для мицелия оказались каптан и ТМТД: в концентрации 110 мг/л они полностью подавляли рост мицелия. Менее активной

Таблица 3

Токсичность фунгицидов для мицелия *C. maculans*

Фунгициды	Угнетение роста мицелия гриба (%) при различной концентрации фунгицида (мг/л)							
	460	230	110	50	25	12	6	3
Цирам	100	35,6	2,6	2,6	1,5	Стимуляция роста	Стимуляция роста	Стимуляция роста
Фигон	100	100	46,6	35,9	9,1	1,0	"	"
ТМТД	100	100	100	36,5	17,7	11,8	9,1	"
Мельпрекс	66,2	66,5	62,2	59,6	54,0	45,8	23,4	12,4
Цинеб	100	100	42,2	31,6	26,4	10,6	5,4	Стимуляция роста
Фталан	49,1	43,7	17,6	10,0	6,4	Стимуляция роста	Стимуляция роста	"
Каптан	100	100	100	56,6	40,3	18,5	0	"
Поликарбацин	100	100	65,4	49,7	22,1	18,9	17,4	9,5
Хлорокись меди	32,1	24,8	1,8	1,0	0	0	0	0

в отношении мицелия оказалась хлорокись меди. Фигон проявляет одинаковую токсичность для спор и мицелия. Мельпрекс для спор более активен, чем для мицелия. Каптан и поликарбацин для мицелия более токсичны, чем для спор этого гриба.

Следует добавить, что низкие концентрации некоторых препаратов вызывали стимуляцию прорастания спор и роста гриба. Так, цирам и фталан в дозировке 12 мг/л и ниже проявляли стимулирующее действие на рост гриба, по сравнению с контролем. Такой же стимулирующий эффект наблюдался от фигона в концентрации 6 мг/л и ТМТД, цинеба и каптана в дозировке 3 мг/л.

При испытании этих же дозировок указанных препаратов на спорах отмечались более высокий процент проросших спор и более интенсивный рост ростковых трубок, по сравнению с контролем (дистиллированная вода).

Грузинский институт защиты растений

(Поступило 26.6.1968)

ფიტოპათოლოგია

#### 6. მანძურია

ახალი პრეპარატების ფუნგიციდური აქტივობა თუთის ფოთლის ლაქიანობის გამომწვევი სოკოს (*CYLINDROSPORIUM MACULANS* (ALL) JACH) მიმართ

რეზიუმე

გამოკვლეულია ახალი პრეპარატების შედარებითი ფუნგიციდური აქტივობა თუთის ფოთლის ლაქიანობის გამომწვევი სოკოს (*C. maculans*) სპორებისა და მიცელიუმის მიმართ. ფუნგიციდურობის მაჩვენებელს დადგენილია პრობიტების მეოთხით; განსაზღვრულია CL-50, მათი ცდომილების ზღვრები და დაზიანების კუთხე.

PHYTOPATHOLOGY

N. N. CHANTURIA

FUNGICIDAL ACTIVITY OF NEW CHEMICALS AGAINST THE  
*CYLINDROSPORIUM MACULANS* (ALL) JACH FUNGUS CAUSING  
 MULBERRY LEAF SPOT

Summary

The fungicidal activity of a number of new chemicals has been experimentally studied under laboratory conditions by the present writer against spores and mycelium *C. maculans* fungus causing mulberry leaf spot.

6. ცინკაძე

სიმინდის ბეწვიანი ბუბრის (*RUNGZIA-SIPHA MAYDIS* PASS.)  
მკვებავი მცენარეების შემწავლისათვის საქართველოში

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ლ. კალანდიაძემ 24.5.1968)

ლ. კალანდიაძისა და ა. აბაშიძის [1] მონაცემებით, საქართველოში სიმინდის კულტურას მეტ-ნაკლებად აზიანებს მავნე მწერების 77-მდე სახეობა, რომელთაგან სერიოზული მავნებლებია ბუბრების ოჯახის (*Aphididae*) წარმომადგენლები.

ზემოაღნიშნულის მიუხედავად, საქართველოში სიმინდის კულტურის აფიდოფაუნის დასადგენად სპეციალური გამოკვლევები ჩატარებული არაა.

ჩვენ მიერ 1963—1967 წლებში სიმინდის აფიდოფაუნის სახეობრივი შედგენილობის შესწავლის დროს, თავისი არეალის, დაზიანების ხასიათისა და დასახლების სიმჭიდროვის მიხედვით, ჩვენი ყურადღება მიიპყრო სიმინდის ბეწვიანმა ბუბრმა (*Rungzia-sipha maydis* Pass.). ამის გამო გადავწყვიტეთ ამ სახეობის შესწავლა. კვების ხასიათის მიხედვით სიმინდის ბეწვიანი ბუბრი ოლიგოფაგ მავნებელთა რიცხვს მიეკუთვნება. აღნიშნული სახეობის მკვებავი მცენარეებია მარცვლოვანთა ოჯახში (*Craminea*) შემავალი როგორც კულტურული, ისე ველური მცენარეები.

ბუბრის ეს სახეობა არსად და არცერთი მკვლევარის მიერ არ ყოფილა აღნიშნული სხვა ბოტანიკურ ოჯახში შემავალ რომელიმე სახეობის მცენარეზე.

ა. მორდვილკოსა [2] და ვ. ნევესკის [3] მონაცემებით, ბუბრის აღნიშნული სახეობა ცხოვრობს მარცვლოვანთა ოჯახში შემავალ 7 სახეობის მცენარეზე, მათ შორის სიმინდზე, ხორბალზე, ქერზე, შვრიაზე.

მ. ნარზიკულოვის [4] ცნობით, ეს ბუბრი ცხოვრობს 9 სახეობის როგორც კულტურულ, ისე ველურ მარცვლოვნებზე, კერძოდ, სიმინდზე, ხორბალზე, ქერზე, შვრიაზე, გლერტაზე, ფეტვზე, მხოხავ ჭანგაზე, სორგოზე და თავთეთრაზე.

ვ. მამონტოვა [5] ბუბრის ამ სახეობას აღნიშნავს სიმინდზე, ყვითელ ქურწყაზე, თეთრ ნამიკრეფიაზე და მდელის მელაკულაზე.

გ. შაპოვნიკოვი [6] ბუბრის ამ სახეობის მკვებავ მცენარეებად თვლის მარცვლოვანთა ოჯახში შემავალ 15 გვარს, ხოლო თუ რამდენი და რომელი სახეობის მცენარეზე ცხოვრობს ეს მავნებელი, ამის დადგენა შეუძლებელი შეიქნა აღნიშნული შრომის მიხედვით, რამდენადაც ჩვენ უმეტესად მოგვყავს მკვებავი მცენარეების გვარები და არ მივუთითებთ მცენარეების სახეობებზე.

ა. ჯიბლაძის [7], ა. აბაშიძისა [8] და სხვათა მონაცემებით, საქართველოს პირობებში ბუგრის აღნიშნული სახეობა ცხოვრობს მარცვლოვანთა ოჯახში შემავალ მხოლოდ 4 სახეობის მცენარეზე, კერძოდ, სიმინდზე, ხორბალზე, ქერსა და სორგოზე.

ჩვენ მიერ 1963—1967 წლებში ჩატარებულმა გამოკვლევებმა გვიჩვენა, რომ სიმინდის ბეწვიანი ბუგრი საქართველოს პირობებში იკვებება შემდეგი სახეობის მცენარეებით (მცენარეების სახელები მოყვანილია ალფაბეტის მიხედვით): *Avena sativa* L., *Avena lugovicina* Dur., *A. fatua* L., *Agropyrum repens* (L.) P. B., *Agrstis alba* L., *A. Capillaris* L., *Apera spicaventi* L., *Andropogon flexuosus* Nees., *Alopecurus pratensis* L., *Bromys inermis* Leyss., *B. secalinys* L., *Cynodon dactylon* (L.) Pers., *Cynosurus cristatus* L., *Dactylis diomerata* L., *Digitaria sanguinalis* L., *Erigeron canadensis* L., *Echinochloa crus-galli* (L.) R. etsch., *Festica pratensis* Huds., *Hordeum sativum* jessen., *H. spontaneum* C. Koch. *Holcus lanatus* L., *Lolium italicum* A. Br., *Oryza sativa* L., *Panicum meliaceum* L., *Fhalaris camariensis* L., *Poa trivialis* L., *Secale cereale* L., *Sorghum cernuum* Host., *S. technicum* Kosch., *S. halepense* L., *S. sudanense* (Pip) stapf., *Setaria dilauca* L., *S. verticillata* L., *Triticum vulgare* Vill., *T. durum* Dest., *T. pratense* Pers., *Zea mays* L.

ამგვარად, ჩატარებულმა გამოკვლევებმა გვიჩვენა, რომ ბუგრის ეს სახეობა საქართველოს პირობებში ცხოვრობს არა 4 სახეობის მცენარეზე, როგორც ამას აღნიშნავენ ზემოხსენებული მკვლევარები, არამედ 37 სახეობის მცენარეზე. თუ მკვებავ მცენარეებს დავაჯგუფებთ მათი ხასიათის მიხედვით (სასოფლო-სამეურნეო კულტურები და ველური მცენარეები), აღმოჩნდება, რომ ბუგრის ეს სახეობა საქართველოს პირობებში ცხოვრობს 12 სახეობის კულტურულ და 25 სახეობის ველურ მცენარეზე. ამავე დროს აღმოჩნდა, რომ ბუგრის ეს სახეობა ცხოვრობს მარცვლოვანთა ოჯახში შემავალ 26 გვარის მცენარეზე.

სიმინდის ბეწვიანი ბუგრი 37 სახეობის მცენარიდან ყველაზე ძლიერ აზიანებს 19 სახეობას: სიმინდს, საშემოდგომო ხორბალს, სავაზაფხულო ხორბალს, ჩვეულებრივ შვრიას, ველურ შვრიას, შვრიუკას, მხოხავ ჭანგას, უფხო შვრიელას, ჭვავისებრ შვრიელას, ქერს, ველურ ქერს, ფეტვს, ჩვეულებრივ ჭვავს, ცოცხის სორგოს, ჭუგარას, შალაფას, ყვითელ ძურწას, ოქროშერიას, ნამდვილ ძურწას (51,3%); უმნიშვნელოდ აზიანებს 10 სახეობის მცენარეს: თეთრ ნამიკრეფიას, ჩვეულებრივ ნამიკრეფიას, საგველას, გლერტას, თივაქერას, სათითურას, ბურჩხას, ბრინჯს, სუდანურ ბალახს, იტალიურ კოინდარს (27%), ხოლო იშვიათად სახლდება 8 სახეობის მცენარეზე: ჩიტაფეტვაზე, მდელოს წივანაზე, თავთეთრაზე, ჩვეულებრივ თივაქერაზე, მდელოს მელაკულაზე, ლიმონის უროზე, ცხენისკულაზე, მწყერაფხაზე (21,6%).

საქართველოს სასოფლო-სამეურნეო ინსტიტუტი

(შემოვიდა 26.5.1968)

Н. К. ЦИНЦАДЗЕ

 К ИЗУЧЕНИЮ КОРМОВЫХ РАСТЕНИЙ ВОЛОСАТОЙ  
 КУКУРУЗНОЙ ТЛИ (*RUNGSIA-SIPHA MAYDIS* PASS.) В ГРУЗИИ

## Резюме

По литературным данным, кукурузная волосатая тля в условиях Грузии отмечена только на четырех видах растений, по нашим же данным, она заселяет 37 культурных и дикорастущих зерновых культур, относящихся к 26 ботаническим родам.

Этим вредителем сильно поражаются 12 культурных видов, в том числе кукуруза, пшеница, ячмень, рожь, сорго и т. д., и 25 видов сорняков. Весьма редко он встречается на восьми видах, в особенности на луговой овсянице, бухарнике, канареечнике и т. д.

## ENTOMOLOGY

N. K. TSINTSADZE

 ON THE STUDY OF THE CORN LEAF APHID HOST PLANTS  
 (*RUNGSIA-SIPHA MAYDIS* PASS.)

## Summary

Whereas according to the evidence in the literature the corn leaf aphid in conditions of Georgia has been recorded with only 4 plant species, the present writer has studied 37 cultural and wild cereal crops, belonging to 26 botanical genera, infested with the pest.

Particularly subject to invasion by this pest are 12 cultural species, including maize, wheat, barley, rye, sorghum, etc., while 25 weed species are open to it. It occurs very rarely with 8 species, especially so with meadow fescue, soft-grass, canary-grass, etc.

## ლიტერატურა—ЛИТЕРАТУРА—REFERENCES

1. ლ. კალანდიაძე, ა. აბაშიძე. საქართველოს სსრ მცენარეთა დაცვის ინსტიტუტის შრომები, ტ. 10, 1954.
2. А. К. Мордвилко. Кормовые растения тлей СССР и сопредельных стран. Л., 1929.
3. В. П. Невский. Тли Средней Азии. Узбекстанская опытная станция защиты растений, Ташкент, 1929.
4. М. Н. Нарзикулов. Труды Ин-та зоологии и паразитологии, т. 15. Сталинкабад, 1954.

5. В. А. Мамонтова. Тли сельскохозяйственных культур правобережной лесостепи УССР. Киев, 1953.
6. Г. Х. Шапошников. Насекомые, вредящие кукурузе в СССР. Справочник. М.—Л., 1960.
7. ა. ჯიბლაძე. საქართველოს სსრ მეცნ. აკად. ზოოლოგიის ინსტიტუტის შრომები, ტ. XI, 1953.
8. ა. აბაშიძე. საქართველოს სსრ მცენარეთა დაცვის ინსტიტუტის შრომები, ტ. II, 1954.





ГИСТОЛОГИЯ

А. И. ЧУБИНИДZE

К МЕТОДИКЕ МИКРОМОРФОЛОГИЧЕСКОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЯЖЕСТИ ПОРАЖЕНИЯ ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

(Представлено академиком И. Я. Татишвили 24.11.1968)

За последнее время нейрогистология значительно обогатилась новейшими методами исследования, однако оценка результатов, полученных той или иной методикой, ограничивается лишь простым перечислением качественных показателей изменения нейронов (гиперхроматоз, набухание дендритов, смещение ядра и т. п.), что не позволяет установить, какие участки мозга изменяются больше, а какие меньше. Что же касается сопоставления результатов одних авторов с данными других, оно не представляется возможным.

Для определения степени поражения того или иного участка мозга необходимо качественно-количественное определение структурного состояния нейронов. В нейропатогистологии различают различные формы изменения (заболевания) нейронов: одни из них легкие, часто реверзильные, другие грубые, необратимые. Морфологическим критерием тяжести страдания нейрона обычно считают состояние ядра и нейрофибрилярного аппарата.

Для установления тяжести поражения отдельных участков или ядер центральной нервной системы мы предлагаем простой способ количественной оценки в процентах, при котором необходим подсчет всех клеточных элементов в нескольких полях зрения микроскопа. В препаратах, окрашенных по Нислю, с помощью окулярной сетки подсчитываются и группируются нервные клетки по их качественным показателям (тяжести изменения). Достаточно выделить следующие четыре группы: 1) грубоизмененные нейроны (ГН) (сморщивание, гомогенизирующее и ишемическое изменение, «тяжелое» изменение, клетки тени, кардиоцитоллиз и т. п.); 2) легкоизмененные нейроны (ЛН) без особых изменений ядра и нейрофибрилл (острое набухание, начальная фаза ретроградной дегенерации, хроматолиз, вакуолизация, пигментная дистрофия, легкий гипер- и гипохроматоз и т. п.); 3) так называемые исчезнувшие нейроны (ИН) в очагах «выпадения» и «разрежения», очагового глиоза (после нейронофагии) и т. п. с обязательным учетом нормальной цитоархитектоники данного участка мозга и 4) неизмененные нейроны (НН), количество которых колеблется в широких пределах.

Установив количество нейронов всех четырех групп, по формуле

$$\frac{(ГН + ИН) \cdot 100}{ГН + ИН + ЛН + НН}$$

можно определить тяжесть поражения (ТП)

данного участка мозга в процентах. Числитель показывает количество всех тяжелоизмененных нейронов данного участка, а знаменатель — общее количество всех нейронов в норме. Далее необходимо определить объем поражения (ОП), который также исчисляется в процентах и показывает соотношение количества всех изменившихся нейронов, как грубых, так и легких, с общим количеством нейронов в норме. Подсчет ОП необходим, так как очень часто в отдельных участках (ядрах) мозга наблюдаются лишь легкие изменения нейронов, захватывающие абсолютное большинство клеточных элементов при отсутствии грубоизмененных нейронов. В таком случае ТП будет равняться нулю, не показывая истинную картину морфологического изменения. ОП определяется по формуле  $\frac{(ГН + ИН + ЛН) \cdot 100}{ГН + ИН + ЛН + НН}$ . Следовательно, добавляется количество ЛН.

Имея процентные показатели ТП и ОП, можно исчислять степень поражения (СП) по формуле  $\frac{ТП + ОП}{2}$

Пример: если после подсчета клеточного состава гигантоклеточного ядра продолговатого мозга получены следующие цифры: ГН—26,

ИН—12, ЛН—52, НН—20, тогда ТП  $\frac{(26 + 12) \cdot 100}{26 + 12 + 52 + 20} = \frac{3800}{110} = 34,5\%$ ,

$$\text{а ОП} = \frac{(26 + 12 + 52) \cdot 100}{16 + 12 + 52 + 20} = \frac{9000}{110} = 81,8\%.$$

$$\text{Следовательно, СП} = \frac{34,5 + 81,8}{2} = \frac{116,3}{2} = 58,15\%.$$

Однако всю эту процедуру можно сократить и вместо трех сделать только одно исчисление по окончательной формуле:

$$\text{СП} = \frac{(2ГН + 2ИН + ЛН) \cdot 100}{2(ГН + ИН + ЛН + НН)}.$$

По этой формуле достаточно объективно можно определить степень поражения в процентах, что дает возможность сопоставить изменения одного ядра с другими и определить их степень.

Если к полученным цифровым данным добавить еще сведения о состоянии глио-мезодермального аппарата, то можно легко создать довольно точное представление о морфофункциональном состоянии данного ядра (структурного образования) центральной нервной системы.

Несколько слов о технике подсчета клеточных элементов. Клетки можно подсчитать абсолютно точно с помощью окулярной ( $7\times$ ) сетки, имеющейся во всех микроскопах. Следует отметить, что толщина срезов не имеет никакого значения. Подсчет клеточных элементов можно произвести с любым увеличением как сухой, так и иммерсионной системой.

По предложенной нами простой методике определяется ТП в процентах, однако с практической целью необходима группировка про-

центных показателей. На основании собственного опыта мы пришли к следующему выводу: независимо от причины, вызывающей изменения центральной нервной системы, и локализации очага поражения для объективной оценки микроморфологической картины достаточно выделить три степени поражения: 1) I степень, когда показатель не превышает 20% (легкое); 2) II степень — от 20—50% (среднее); 3) III степень — выше 50% (тяжелое).

Институт клинической и экспериментальной  
 неврологии МЗ ГССР

(Поступило 26.11.1968)

ჰისტოლოგია

აღ. ჩუბინიძე

ცენტრალური ნერვული სისტემის დაზიანების ხარისხის  
 მიკრომორფოლოგიური განსაზღვრის მეთოდის აღწერა

რეზიუმე

მოცემულია ცენტრალური ნერვული სისტემის ცალკეული უბნებისა და ბირთვების ცვლილებათა რაოდენობრივი შეფასების მეთოდიკა; ნისლის მეთოდით შეღებილ პრეპარატებში წარმოებდა დაზიანებულ ნეირონთა გამოთვლა. ნეიროპისტოპათოლოგიაში მიღებული კლასიფიკაციის საფუძველზე ნეირონები მიკრომორფოლოგიური ცვლილების ხასიათის მიხედვით, დავყავით ოთხ ჯგუფად: 1. შეუცვლელი, ანუ ნორმალური ნეირონები (ნნ), 2. ნეირონები მსუბუქი ცვლილებებით (მნ), 3. ნეირონები ტლანქი სტრუქტურული ცვლილებებით (ტნ) და 4. ნეირონები, რომლებიც დაიღუპნენ და გაქრნენ (გნ).

გამოთვლა წარმოებდა მსკდველობის ერთ ან რამდენიმე ველში. ჩვენ მიერ მოწოდებულ ფორმულაში: დაზიანების სიმძიმე =  $\frac{(2გნ + 2ტნ + მნ) \cdot 100}{2(ვნ + ტნ + მნ + ნნ)}$

ჩაისმება მათი რიცხვობრივი მაჩვენებლები. მივიღებთ დაზიანების სიმძიმეს პროცენტობით.

განხილულია დაზიანების სამი ხარისხი: I ხარისხისა (მსუბუქი), როცა დაზიანების სიმძიმე 20 პროცენტს არ აღემატება, II ხარისხისა (საშუალო), დაზიანების სიმძიმე უდრის 20—50%, III ხარისხისა (ძვირი), როცა დაზიანების სიმძიმე 50%-ზე მეტია.

HISTOLOGY

A. I. CHUBINIDZE

ON A METHOD OF MICROMORPHOLOGIC DETERMINATION OF  
 THE SEVERITY OF DAMAGE OF THE CENTRAL NERVOUS SYSTEM

Summary

A method is suggested for quantitative evaluation of the extent of micromorphological changes brought about by the affected central nervous system. On preparations stained by the Nissl method the number of nor-

mal (NN), slightly changed (SN), grossly changed (GN) and absent neurons (AN) is counted in the foci of falling out. The gravity percentage of the affection is determined according to the formula: 
$$\frac{(2AN + 2GN + SN) \cdot 100}{2(AN + GN + SN + NN)}$$

The changes of the central nervous system when the gravity of the affection does not exceed 20% is considered to be of degree I, from 20% to 50% degree II, upwards of 50% degree III, in the case of complete necrosis degree IV.



ЦИТОЛОГИЯ

В. А. ШАПАТАВА

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ЛИПИДОВ В КЛЕТКАХ ПЕРИФЕРИЧЕСКОЙ КРОВИ БОЛЬНЫХ С РАЗЛИЧНЫМИ ВИДАМИ АНЕМИИ

(Представлено академиком К. Д. Эристави 10.11.1968)

В последние годы применение в гематологии цитохимических методов исследования позволило проникнуть в обменные и функциональные процессы тех или иных элементов кроветворения.

Липиды играют важную биологическую роль в организме, являясь основным энергетическим и пластическим материалом клетки. Данные литературы, посвященные изучению содержания липидов в клетках периферической крови здоровых людей и больных с различными видами анемии, весьма немногочисленны [1—6], что побудило нас приступить к более подробным исследованиям.

В данной работе исследовано содержание липидов в клетках периферической крови у 86 больных с различными видами анемии: 13 с гипо-(а)пластической анемией, 16 с гемолитической анемией, 13 с витамином В<sub>12</sub>-дефицитной анемией и 44 с железодефицитной анемией. С целью сравнения полученных данных с нормальными показателями было изучено содержание липидов у 22 здоровых лиц.

Кровь для исследования бралась из пальца. Для определения содержания липидов мазки крови высушивались на воздухе, фиксировались в парах формалина и красились суданом черным Б. Во всех исследованиях цитохимическому выявлению липидов предшествовал подсчет морфологического состава периферической крови.

При гипо-(а)пластической анемии наблюдались эритроцитопения, лейкопения, тромбоцитопения, анизоцитоз за счет шизо- и микроцитов. Содержание гемоглобина колебалось от 19 до 55 гд., количество эритроцитов — от 1 030 000 до 3700 000 мм<sup>3</sup> крови.

При витамин В<sub>12</sub> дефицитной анемии отмечался анизоцитоз за счет шизо-, микро-, макроцитов и единичных мегалоцитов. Встречались эритроциты с тельцами Жолли и кольцами Кэбота, а также нормобласты и мегалобласты. Содержание гемоглобина колебалось от 21 до 60 гд., количество эритроцитов — от 740 000 до 3 000 000 мм<sup>3</sup> крови. Со стороны белой крови отмечались лейкопения, лимфоцитопения и гиперсегментация нейтрофилов.

При гемолитической анемии наблюдались анизоцитоз за счет шизо-, микро-, макроцитов и в некоторых случаях единичных мишене-



видных эритроцитов, резкий пойкилоцитоз, полихромазия и олигохромемия. Содержание гемоглобина составляло 33 — 54 ед., количество эритроцитов — от 2 500 000—4 000 000 мм<sup>3</sup> крови.

При железодефицитной анемии отмечались анизоцитоз за счет мизо-, микро- и единичных макроцитов, пойкилоцитоз, олигохромемия. Встречались нормобласты и макробласты. Содержание гемоглобина колебалось от 20 до 50 ед., количество эритроцитов — от 3 000 000 до 3 900 000 мм<sup>3</sup> крови.

Липиды выявлялись в виде отдельных гранул черного цвета с различной интенсивностью окраски. Содержание липидов определялось в зрелых гранулоцитах. Результаты реакции в зависимости от интенсивности окраски оценивались визуально. В мазках периферической крови сосчитывалось 100 исследуемых клеток, которые по интенсивности окрашивания распределялись на пять групп: первая — отсутствие окраски (0), вторая — слабое окрашивание (+), третья — умеренное окрашивание (++) , четвертая — интенсивное окрашивание (+++) и пятая — окрашивание большой интенсивности (++++) .

Для сопоставления полученных данных выводился средний цитохимический коэффициент (СЦК) по формуле Астальди и Верга [7, 8]:  $\frac{4a+3b+2c+1d+0e}{100}$ , где буквами а, б, в, г, д обозначен процент клеток определенной интенсивности, цифрами 4, 3, 2, 1, 0 — степень интенсивности окрашивания, а цифрой 100 — общее количество подсчитанных клеток. Мы определили также СЦК в 1 мм<sup>3</sup> крови, получив таким образом абсолютный средний цитохимический коэффициент (АСЦК).

Результаты исследований, полученные при изучении крови здоровых людей, служили контролем, с которым мы сравнивали все последующие наблюдения у больных.

В таблице приводятся результаты исследований по содержанию липидов.

Группы обследованных	Зрелые гранулоциты	
	СЦК	АСЦК
Здоровые	3,94±0,03	15464±2781
Сгино (а)пластической анемией	3,03±0,17	2859,6±1628
С гемолитической анемией	3,11±0,35	9492,5±5263
С витамином В <sub>12</sub> -дефицитной анемией	3,2±0,34	8195,3±4153
С железодефицитной анемией	3,32±0,37	10127±3572

Зрелые гранулоциты периферической крови здоровых людей на липиды окрашиваются с большой интенсивностью (СЦК=3,94). Умеренно снижен СЦК при железодефицитных анемиях (3,32) и более

значительно — при витамин B<sub>12</sub>-дефицитных (2, 3), гемолитических (3,11) и гипо-(а)пластических (3,03) анемиях

Проведенные исследования указывают на ослабление реакции окраски на липиды при всех видах анемии, по сравнению с нормой. Особенно резко выражена степень этих изменений при гипо-(а)пластической анемии, что подтверждает наибольшую тяжесть патологического процесса при данном виде заболевания.

Институт экспериментальной  
и клинической хирургии  
Тбилиси

(Поступило 12.11.1968)

ციტოლოგია

### 3. შაფათავა

ლიპიდების შედგენილობის განსაზღვრა სხვადასხვა სახის ანემიით  
დაავადებულთა პერიფერიული სისხლის უჯრედებში

#### რეზიუმე

შესწავლილი და განსაზღვრულია ლიპიდების შედგენილობა სხვადასხვა სახის ანემიით დაავადებული 86 ავადმყოფის და 22 ჯანმრთელი ადამიანის პერიფერიული სისხლის უჯრედებში. ლიპიდების გათვლინება ხდებოდა სულდან შავი B-თი შეღებვისას.

მიღებული შედეგები მიუთითებენ ლიპიდების ცვლის დარღვევაზე ყველა სახის ანემიების დროს. ეს ცვლილებები განსაკუთრებით ძლიერადაა გამოხატული პიპო-აპლაზიური ანემიის დროს.

CYTOLOGY

V. A. SHAPATAVA

DETERMINATION OF LIPID CONTENT IN THE PERIPHERAL BLOOD  
CELLS OF PATIENTS WITH VARIOUS TYPES OF ANAEMIA

#### Summary

Lipid cytoarchitectonics was studied during the process of dyeing with sudan black B in 86 patients suffering from various types of anaemia—hypoaplastic, haemolytic, vitamin B<sub>12</sub> deficient, ferri-deficient, as well as in 22 healthy patients.

The results obtained point to a disturbance of lipid metabolism in all types of anaemia. These disturbances are well pronounced in hypoaplastic anaemia.

## ЛИТЕРАТУРА—REFERENCES

1. А. С. Сапунова. В сб.: «Современные проблемы гематологии и переливания крови», вып. 37. М., 1964.
2. H. L. Sheehan. Pathology a. Bacteriology, 49, 3, 1939.
3. H. L. Sheehan. G. W. Storey. Pathology a. Bacteriology, 59, 1947.
4. M. Bloom, G. Wislocki. Blood, 5, 1, 1950.
5. J. Blicharshi. Przegląd Lekarski, 10, 6, 1954.
6. M. C. Verloop, W. Rademaker. Brit. J. Hematology, 6, 1960.
7. G. Astaldi, E. Bernardelli, E. Rondanelli. Haematologica, 36, 7, 1952.
8. G. Astaldi, L. Verga. Acta Haematologica, 17, 1957.



ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МОРФОЛОГИЯ

Д. С. КАКИАШВИЛИ, А. И. САДОФЬЕВ

РЕНТГЕНОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ СОСТОЯНИЯ  
ДЫХАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ У ЛИЦ ПОЖИЛОГО, СТАРЧЕСКОГО  
ВОЗРАСТА И ДОЛГОЖИТЕЛЕЙ АБХАЗИИ

(Представлено академиком В. К. Жгенти 25.11.1968)

Выяснение причин долголетия жителей отдельных областей мира (в том числе и Абхазии), известных обилием долгожителей, является одной из основных проблем современной геронтологии. Для оценки состояния функции системы дыхания использовались рентгенокимография и оригинальная комплексная рентгенофункциональная методика. Эта методика дает возможность оценить все вентиляционные показатели, включая объем остаточного воздуха, объем дыхательных движений грудной клетки, функции дыхательной мускулатуры, характер нервной регуляции дыхания, состояние сосудов малого круга кровообращения и сократительную способность сердечной мышцы.

Все эти данные регистрируются одновременно на серии рентгенограмм, расположенных на одном листе пленки размером 30×40 см. С помощью указанного комплекса нами исследовано в общей сложности 170 жителей Абхазии. Две основные группы были составлены: первая — из 20 человек (мужчин) пожилого возраста (от 60 до 74 лет), а вторая — из 100 человек (29 женщин и 71 мужчина) старческого возраста и долгожителей (от 80 до 105 лет). Еще одна группа из 30 человек (мужчин) исследовалась в качестве контрольной по отношению к первым двум и была составлена из лиц среднего возраста клинически и практически здоровых.

Четвертая группа, составленная из 20 человек среднего возраста (9 женщин и 11 мужчин), страдающих эмфиземой легких, исследовалась также в качестве контрольной по отношению к первым двум группам.

Анатомическое состояние дыхательной системы у обследованных контрольной группы — клинически и практически здоровых людей молодого и среднего возраста — не расходилось с общепринятыми представлениями.

Состояние дыхательной функции у обследованных этой группы схематически представлено на рис. 1. Схема показывает, что у клинически и практически здоровых людей импульсационное равновесие между инспираторной (7) и экспираторной (8) частями дыхательного центра обеспечивает некоторый средний тонус диафрагмы (2) и межреберной мускулатуры (3), определяющей уровень стояния ребер и диафрагмы в положении, среднем между вдохом и выдохом (III), а также тонус внутрилегочной мускулатуры (4), что в целом и создает соответствующее оптимальное воздухонаполнение легкого в указанной фазе дыхания. На рентгенограммах это выражается некоторой средней степенью потемнения на изображении этой фазы, а на схеме — тоном штриховки.

Под воздействием импульсации из инспираторной части дыхательного центра диафрагма смещается книзу, а ребра — вверх, расслабляется внутрилегочная мускулатура и в легкие входит объем дополнительного воздуха, что и характеризует фазу глубокого вдо-

ха (II). По окончании вдоха и под воздействием импульсации из экспираторной части дыхательного центра осуществляется максимальный выдох. При этом ребра и диафрагма смещаются в противоположных направлениях не только до среднего исходного уровня, но и значительно переходя его, что в сочетании с сокращением внутрилегочной мускулатуры приводит к изгнанию из легкого не только поступившего в него дополнительного воздуха, но и резервного.

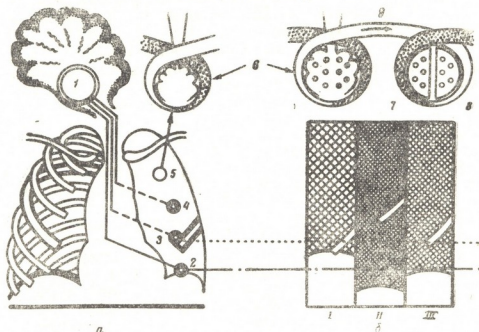


Рис. 1. Схема рентгенологического анализа нормального состояния дыхательной функции: а—объекты рентгенологической регистрации; б—средний вариант нормального дыхания; I—фаза максимального выдоха; II—фаза глубокого вдоха; III—среднее положение между вдохом и выдохом; 1—дыхательный центр; 2—диафрагма; 3—межреберная мускулатура; 4—внутрилегочная мускулатура; 5—легочная ткань; 6—альвеола; 7—экспираторная часть дыхательного центра; 9—артериализованная кровь

Тот воздух, который остается в легком после максимального выдоха (I), представляет собой остаточный воздух. Именно он и определяет собой состав альвеолярного воздуха (6) в смысле равновесия между углекислотой (черные точки) и кислородом (белые кружки). Это равновесие, в свою очередь, косвенно позволяет оценить степень артериализации крови. Артериализованная кровь (9), омывая органы, в том числе и дыхательный центр, в числе прочих причин обеспечивает то импульсационное равновесие, которое и определяет исходные показатели (III).

Анатомическое состояние дыхательной системы в основной группе из 100 человек старческого и долголетнего возраста оказалось нормальным у 43%. У остальных отмечались те или иные проявления старения одного или нескольких звеньев дыхательной системы.

У 22% обследованных рассматриваемой группы имели место проявления старения в передней части ребер в виде обызвествления их хрящевых отделов не только в первых ребрах, что нередко наблюдается и у людей среднего возраста, но и во многих нижележащих, вплоть до всех 12.

У части исследованных, особенно самого старшего возраста, наблюдались ослабление и подъем всего переднего отдела диафрагмы, а в отдельных наблюдениях (8 человек) имели место небольшие диафрагмальные грыжи в передних отделах.

Бронхо-легочное звено дыхательной системы при рентгеноанатомическом анализе оказалось неизменным лишь у девяти исследованных. У всех остальных имели место различные качественные и количественные проявления пневмосклероза.

Несмотря на частоту описанных изменений опорно-двигательного звена дыхательной системы и особенно бронхо-легочного, прямого параллелизма между анатомическими изменениями и снижением функции дыхания мы не выявили. Чаще всего дыхательная функция в целом у лиц старческого возраста оказывалась нормальной или компенсированной.

Проявления компенсации в осуществлении дыхательной функции были различны и определялись по нашим наблюдениям теми требованиями, которые предъявлялись к дыхательной системе условиями внешней среды, особенностями труда и быта и состоянием других органов и систем.

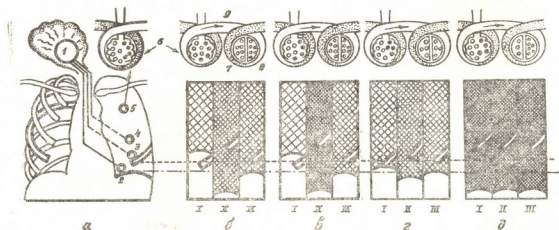


Рис. 2. Варианты структуры дыхательной функции у людей старческого возраста и долгожителей: а—объекты рентгенологической регистрации; б—дыхание при преимущественном старении бронхо-легочного звена дыхательной системы; в—дыхание при преимущественном старении системы кровообращения; г—дыхание при гармоническом типе старения; д—дыхание при эмфиземе легких. Обозначения те же, что и на рис. 1

В целом же наиболее высокие степени компенсации и полноценность ее были обнаружены у лиц старческого возраста, продолжающих заниматься легким физическим трудом, а низкие урожаи ее обычно наблюдались у лиц, полностью исключивших физическую нагрузку.

На рис. 2 представлены основные проявления компенсаторной перестройки структуры дыхательной функции, выраженные схематически по тому же принципу, которым демонстрировалась нормальная структура дыхательной функции на рис. 1.

Рис. 2, б показывает дыхание при наиболее частой форме дисгармонического старения, при котором преимущественным старческим изменениям подверглась легочная ткань. В этих условиях повышения ригидности легочной ткани нормальный уровень вентиляции ее становится возможным, как показывает схема, лишь при условии увеличенной функции дыхательной мускулатуры, что и обеспечивается усилением импульсации из дыхательного центра.

Рис. 2, в показывает другой характер проявления компенсации при таком виде дисгармонического старения, когда преимущественные изменения возникли в смежной сердечно-сосудистой системе. В этих условиях, как показывает схема, требуется уже не нормальный, а

повышенный уровень вентиляции, что и обеспечивается форсированной функцией дыхательного центра и дыхательной мускулатуры.

На рис. 2, г показано дыхание при гармоническом старении, когда определяются весьма незначительные старческие изменения, но почти во всех органах и системах.

В этих условиях вследствие снижения обменных процессов и отсутствия систематической физической нагрузки оказывается достаточным уже небольшой уровень легочной вентиляции, обеспечиваемый соответственно небольшой функцией дыхательной мускулатуры и дыхательного центра.

Рис. 2, д характеризует дыхание при декомпенсированном состоянии дыхательной системы, которое наблюдалось нами в случаях дегенеративно-дистрофических изменений легочной ткани. Вследствие ее функциональной неполноценности возможности доступа кислорода в организм оказываются резко ограниченными, а перевозбужденный углекислотой дыхательный центр дает лишь преобладающие импульсы на вдох. Создается состояние как бы не кончающегося вдоха, характерного для клинического проявления эмфиземы легких. К этому следует добавить, что именно такую структуру дыхательной функции мы обнаружили у всех 20 человек среднего возраста (45—59 лет), страдающих эмфиземой легких.

Различные более или менее выраженные признаки патологического старения дыхательной системы были обнаружены у 18 из 100 лиц старческого возраста и долгожителей и у шести из группы пожилого возраста. Это дает для нас основание полагать, что в основной массе обследованных нами жителей Абхазии пожилого и старческого возраста мы имели дело с описанными выше проявлениями естественного старения дыхательной системы.

Сухумская 2-я городская больница

(Поступило 27.11.1965)

მეცნიერებათა აკადემიის მდივანის განყოფილებაში

დ. კაკიშვილი, ა. სადოფიევი

აფხაზეთში მცხოვრებ ხანდაზოგულ, მოხუცებულ და ღრგად მოხუცებულ ადამიანთა სასუნთქი სისტემის რენტგენობრივი რეზონანსული მკვლევარული

რეზიუმე

თანამედროვე რენტგენოლოგიური მეთოდების დახმარებით გამოკვლეულია აფხაზეთში მცხოვრები 170 ხანდაზოგული, მოხუცი და ღრგად მოხუცი ადამიანი.

გამოკვლეულია სასუნთქი სისტემის ანატომიისა და ფუნქციების მოხუცობის დამახასიათებელი ცვლილებები და სასუნთქი ფუნქციის სტრუქტურის კომპენსატორული ვარდაქმნის სხვადასხვაგვარი გამოვლინება, რაც დამოკიდებულია სიბერის განსაკუთრებულ თავისებურებებზე.

EXPERIMENTAL MORPHOLOGY

D. S. KAKIASHVILI, A. I. SADOFFEV

ROENTGENOLOGICAL FINDINGS ON THE CONDITION OF THE RESPIRATORY SYSTEM IN ELDERLY, OLD AGE AND LONGEVIOUS PERSONS IN ABKHAZIA

Summary

170 elderly, old age and longevous persons living in Abkhazia have been studied with the aid of modern X-ray methods.

Study has been made of the characteristic alterations of the anatomy and functions of the respiratory system, as well as of the compensatory restructuring of the respiratory function attendant on senescence.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

Р. И. БОКЕРИЯ, Д. М. ЭХИСКЕЛАШВИЛИ

К ВОПРОСУ ИЗУЧЕНИЯ ИЛЕОРЕКТОПЛАСТИКИ

(Представлено академиком К. Д. Эристави 10.11.1968)

Проблема интестинальной пластики в кишечной хирургии изучена недостаточно, еще много спорного в области теоретического обоснования и технических приемов этой операции.

Наряду с успехами в восстановительной хирургии пищевода, желудка и других органов, до сих пор как в отечественной, так и в зарубежной литературе мало исследований, посвященных вопросу восстановительных операций при тотальной колэктомии, обширных резекций дистальных отделов толстой и прямой кишок с применением тонкокишечной пластики. Необходимость таких операций в клинической практике возникает при раке, полипозе, неспецифическом язвенном колите, гангрене сигмовидной кишки и других заболеваниях, когда операцию заканчивают формированием противоестественного заднего прохода. Особенно это касается неспецифического язвенного колита, при котором наиболее распространенным радикальным вмешательством является тотальная колэктомия. После этой операции лечение неспецифического язвенного колита в большинстве случаев можно было бы закончить, если бы не необходимость оставления илеостомы.

Несмотря на значительный опыт, накопленный экспериментаторами и клиницистами, многие стороны техники илеоректостомии остаются еще недостаточно изученными. До сих пор не выработаны наиболее рациональные методы илеоректостомии после удаления толстой кишки, все еще не ясна целесообразность наложения тех или иных видов анастомоза.

Нами в экспериментах на 42 собаках предпринята операция, при которой после тотальной колэктомии непрерывность кишечного тракта восстанавливалась путем наложения илеоректального анастомоза по различным модификациям (конец в конец, по Fallis—Baron, по Васильеву и бок в бок).

Из 42 оперированных собак в ближайшие дни (от 1 до 14 дней), погибли 16, в том числе при анастомозе бок в бок из девяти собак — три, при петлевом анастомозе (Fallis—Baron) из 13 собак — пять, при тонкокишечном резервуаре из 18 собак — восемь.

Наиболее частой причиной смерти собак после операции был перитонит вследствие расхождения швов анастомоза (11 собак). Одна собака погибла от кишечной непроходимости и четыре собаки — от послеоперационного шока. Все операции были произведены одновременно.

Наблюдение за оперированными животными проводилось в сроки от 1 до 16 месяцев.

В течение 4—5 дней после операции всем собакам подкожно вводилось до 300 мг физиологического раствора поваренной соли и 5% раствора глюкозы ежедневно, витамины В<sub>1</sub> 5% — 1 мл, С 5% — 1 мл, антибиотики и сердечные средства.

Первые 2 дня собаки выдерживались на голодном режиме, через сутки им давали пить 150—250 мл воды. С 3—4-го дня собаки получали до 250 г жидкой каши. Начиная с 5-го дня животным давали 20—300 г жидкого супа. При благополучном течении с 9—10-го дня они переводились на общий рацион.

На 2-й день после операции собаки начинали вставать, через 3—4 дня они уже выходили из клетки. На 2—3-й день после операции у них был жидкий стул. В течение 5—7 дней собаки были вялыми, плохо ели, заметно теряли вес. После операции в большинстве случаев наблюдались чистые жидкие дефекации с примесью желчи до 7—8, а иногда до 12—15 раз в сутки. В течение 7—10 дней почти у всех собак стул содержал алую кровь. К концу 1-го месяца после операции число дефекаций уменьшалось и к 3-му месяцу число испражнений в основном составляло 5—6 раз в сутки. Спустя 1,5—2,5 месяца собаки по своей активности почти не отличались от неоперированных. Через 3—4 месяца у большинства собак восстанавливался первоначальный вес.

Параллельно с наблюдением за общим состоянием у части животных производились клинические и биохимические исследования крови. Количество эритроцитов у собак до операции достигало 5,2—6,5 — 7,5 млн., а после операции уменьшалось до 4,2—4,5 млн. Содержание гемоглобина снижалось до 72—78%.

Количество лейкоцитов до операции равнялось 4700—5500—8300, после операции увеличивалось до 14000—23400, а в отдельных случаях — до 30800. Через 1—3 недели все показатели были в пределах исходных цифр.

У наблюдаемых нами животных количество сахара крови до операции колебалось от 73 до 114 мг%, после операции отмечалось снижение до 72—73 мг%, а иногда — даже до 70—66 мг%.

У здоровых собак количество общего белка в сыворотке крови колебалось от 7,8 до 9,35%. В течение 1-го месяца после операции количество общего белка снижалось и колебалось в пределах 6,98—8,06%, после чего наблюдалась тенденция постепенного повышения к 8—12-му месяцу после операции количество общего белка достигало исходных цифр.

Количество альбуминовых фракций до операции варьировало от 34,7 до 56,4%. В течение 2—3 месяцев после операции количество альбуминов резко снижалось — в 1,5 раза и более (17,3—15,3%). Через 4 месяца после операции наблюдалась тенденция к повышению коли-

чества альбуминов, однако его уровень не достигал дооперационных величин.

Противоположная картина отмечалась в отношении глобулиновых фракций — количество последних повышалось параллельно понижению альбуминов. Эти изменения касаются в основном  $\alpha$  и  $\beta$ -фракций. До операции концентрация калия колебалась от 3,6 до 4,6 мэкв/л, а натрия — от 156,5 до 317,0 мэкв/л. В течение 150 дней после операции содержание калия давало волнообразное изменение, а натрия резко падало (особенно низкие показатели наблюдались на 120—150-й день после операции). После 300—350 дней показатели натрия и калия медленно возвращались к исходным величинам.

Копрологические исследования на перевариваемость пищевых масс, проведенные у 10 собак после тотальной колэктомии с наложением илеоректального анастомоза, показали, что непереваренная клетчатка обнаруживается в течение 1—6 месяцев, а затем перевариваемость клетчатки становится полной.

Рентгенологические исследования были выполнены у 14 животных в различные сроки после операции (от 1 до 15 месяцев).

Согласно результатам наших исследований, нормализация функции желудочно-кишечного тракта начинается с 5—6-го месяца после операции. К этому времени стул становится кашицеобразным, а перевариваемость химуса — полной, что свидетельствует о постепенной перестройке моторно-эвакуаторной функции тонкой кишки. Эта перестройка тонкой кишки рентгенологически проявляется в замедлении эвакуации и расширении ее диаметра.

Структурные и гистохимические исследования подвздошной кишки показали, что через 12—15 месяцев после операции отмечается перестройка слизистой оболочки ileum по типу слизистой оболочки толстой кишки.

Таким образом, после тотальной колэктомии основную заместительную функцию выполняет тонкая кишка.

Все вышесказанное дает основание положительно высказаться в отношении илеоректального анастомоза и считать его физиологически обоснованной операцией.

Институт экспериментальной и  
клинической хирургии

Тбилиси

(Поступило 10.12.1968)

მედიკალინური ფორუმისათვის

რ. ბოკერიძე, დ. ანისკვალიაძე

ილევორექტალური ანასტომოზის შესწავლისათვის

რეზიუმე

ექსპერიმენტი ჩატარებულია 42 ძალზე, რომელთაც ტოტალური კოლექტომიის შემდეგ გაუკეთდათ ილევორექტალური ანასტომოზი.

სისხლის მორფოლოგიური სურათის შესწავლით დადგენილია, რომ ოპერაციის შემდგომ პერიოდში ადგილი აქვს ერითროციტებისა და ჰემოგლობინის

ნის შემცირებას, ხოლო ლეიკოციტების რაოდენობის მომატებას. ოპერაციიდან 1 თვის განმავლობაში საერთო ცილის რაოდენობა მცირდება და მერყეობს 6,98—8,06% შორის, რის შემდეგ შეინიშნება ტენდენცია მომატებისაკენ და 8—12 თვის შემდეგ აღწევს ოპერაციამდელ დონეს. ოპერაციიდან 2—3 თვის განმავლობაში ალბუმინების რაოდენობა მცირდება დაახლოებით 1,5-ჯერ და უფრო შეტად. ალბუმინების რაოდენობის შემცირების პარალელურად ადგილი აქვს გლობულინების ფრაქციის მომატებას. განსაკუთრებით იგი ეხება  $\alpha$  და  $\beta$  ფრაქციებს.

კუჭ-ნაწლავის ტრაქტის ფუნქციის ნორმალიზაცია იწყება ოპერაციიდან 5—6 თვის შემდეგ. რენტგენოლოგიურად აღინიშნება წვრილი ნაწლავის დისტალურ სეგმენტებში ევაკუაციის შეწყობება, თეძოს F წლავისა და სწორი ნაწლავის დიამეტრის კომპენსატორული გაგანიერება

ჰისტოლოგიური გამოკვლევებით დადგენილია, რომ ოპერაციიდან 12—15 თვის შემდეგ თეძოს ნაწლავის ლორწოვანა ლებულობს მსხვილი ნაწლავის ლორწოვანასათვის დამახასიათებელ სტრუქტურას.

#### EXPERIMENTAL MORPHOLOGY

R. I. BOKERIA, D. M. EKHSKELASHVILI

#### ON ILEORECTAL ANASTOMOSIS

##### Summary

Ileorectal anastomosis following total colectomy was performed on 42 dogs. The study of the blood morphology picture showed that there was some reduction of haemoglobin and red blood cells and some increase of leucocytes during the postoperation period. These changes returned to normal 1 to 3 weeks after the operation.

A structural and histochemical study of the ileum shows that 12 to 15 months after the operation the mucosa of the ileum is similar to that of the large intestine and performs its functions.



ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

Д. И. МШВЕНИЕРАДЗЕ

**ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА МЕТАСТАЗИРОВАНИЕ И  
НЕКОТОРЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ МЕТАСТАЗИРОВАНИЯ РАКА  
МОЛОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ В КОСТНУЮ СИСТЕМУ**

(Представлено академиком К. Д. Эристави 2.9.1968)

Вопрос о процессах, лежащих в основе образования метастазов опухоли молочной железы в костной системе, относится к наиболее актуальным вопросам клинической и экспериментальной онкологии.

Многие исследователи в объяснении механизма метастазирования в костную систему много внимания уделяли таким факторам, как возраст, конституция организма, гистологическая структура первичной опухоли, методика лечения первичного очага и т. д.

В данной работе нами подробно проанализированы результаты наблюдения над 2120 больными раком молочной железы, проведенными через клинику Республиканского онкологического диспансера МЗ ГССР с 1946 по 1967 г.

При сравнении больных в возрасте от 21 до 61 года с больными старше 61 года мы находили значительные различия в частоте и сроках появления метастазов в костях скелета. Так, наибольший процент больных, пораженных метастазами, составляли больные молодого и среднего возраста.

Кроме того, нам удалось установить у молодых больных преимущественно изолированное поражение костей, в то время как у лиц более пожилого возраста до появления метастазов в костях обнаруживались рецидивы и метастазы в лимфатических узлах и во внутренних органах. В большинстве (85%) случаев изучения гормонального баланса у этих больных выявлялась повышенная эстрогенная активность эндокринных желез. При изучении вагинального мазка независимо от признака менструального цикла большинство больных (133 из 155) имело IV и III реакции (92 из них в стадии менопаузы), четыре больных — I реакцию и 19 больных—II реакцию (всего 23 больных). Все они имели менопаузу. Таким образом, из 92 больных с менопаузой у 69 отмечался гиперестринизм, особенно у больных с менопаузой менее 5 лет (у 52 из 57 больных с менопаузой менее 5 лет).

Одновременно с изучением вагинального отделяемого у 55 больных проведены исследования суточной мочи на выделение эстрогенов. Результаты обследования больных с костными метастазами рака молочной железы показали повышенное выделение эстрогенов с мочой, по сравнению с женщинами с нормальным циклом, независимо от возраста и длительности менопаузы.

Существующее в литературе мнение о зависимости поражения костной системы от гистоструктуры первичной опухоли молочной железы на нашем материале не подтвердилось.

Изучение частоты и сроков появления костных метастазов у лечившихся больных в зависимости от стадии заболевания показало, что способ лечения первичного очага существенно влияет на частоту и сроки появления метастазов. Так, у нелечившихся больных метастазы в кости обнаружены в 26,18% случаев, причем появление метастазов у них наблюдалось значительно раньше, чем у лечившихся больных. У четырех больных, леченных лишь одной мастэктомией (больные I стадии), средний период благополучия составляет 56 месяцев, а у больных, подвергнутых комплексной терапии (больные II стадии), — 41 месяц. У неоперированных больных (III и IV стадий), подвергнутых лучевой, химической или гормональной терапии, метастазы появлялись чаще (от 16 до 26,56%) и в более ранние сроки (средний период благополучия от 25 до 28 месяцев).

При сопоставлении данных метастазирования в костную систему в зависимости от локализации первичной опухоли нам не удалось выявить какого-либо определенного преобладания при поражении той или иной молочной железы и квадранта. По-видимому, пути распространения метастазов в костях и общие биологические законы, регулирующие этот процесс, одинаковы для различных квадрантов обеих грудных желез.

По качественной характеристике в 30,97% случаев выявлено единичное, в 49,35 — множественное и в 10,99% — генерализированное поражение костной системы. В большинстве случаев обнаружены остеолитические метастазы (77,09%), реже — смешанные (19,35%) и остеобластические (3,54%). Какой-либо определенной зависимости морфологической структуры метастазов от характера проведенного лечения первичной опухоли молочной желез нам не удалось установить.

При динамическом наблюдении у 216 больных клинко-рентгенологически было обнаружено явное преобладание метастазов в поясничных и грудных позвонках, ребрах, плечевых, бедренных и тазовых костях. Однако метастазы почти одинаково часто встречались в трех анатомически и структурно различных отделах скелета — позвоночнике (35,7%), длинных трубчатых (34,8%) и плоских (30,1%) костях.

В деле предупреждения костных метастазов рака молочной железы, по-видимому, значение имеет раннее хирургическое и гормональное лечение. Необходимость проведения гормонотерапии определяется высокой частотой и тенденцией преимущественного поражения больных более молодого и среднего возраста, у которых химически и цитологически устанавливается гиперестринизм.

Метастазы одинаково часто встречаются в трех анатомически и структурно различных отделах скелета — позвоночнике, длинных трубчатых и плоских костях. В большинстве случаев метастазы носят множественный и генерализированный характер. Чаше встречаются остеолитические и смешанные, реже — остеобластические метастазы.

Институт онкологии  
Тбилиси

(Поступило 4.9.1968)

მაკაბრიმენტული მედიცინა

დ. მშვენერაძე

ძვლოვან სისტემაში მეტასტაზირებაზე მოქმედი ფაქტორები და მისი განვითარების ზოგიერთი კანონზომიერება სარძევე ჯირკვლის კიბოს დროს

რეზიუმე

შესწავლილია სარძევე ჯირკვლის კიბოთი დაავადებული 2120 ავადმყოფი. მათ შორის 310 ავადმყოფს დაუდგინდა მეტასტაზები ძვლოვან სისტემაში. მასალის ანალიზის საფუძველზე დადგენილია, რომ ძვლებში მეტასტაზების პროფილაქტიკაში გადამწყვეტი მნიშვნელობა აქვს სარძევე ჯირკვლის კიბოს ნაადრევ ჰირურგიულ მკურნალობას. ასევე დადებითად არის შეფასებული კორმონალური მკურნალობის როლი, რომლის აუცილებლობა იმითაა განპირობებული, რომ ხშირი და ნაადრევი მეტასტაზირება ნაპოვნია ახალგაზრდა ავადმყოფებში, რომელთაც დაუდგინდათ ენდოკრინულ ჯირკვალთა მომატებული ესტროგენული აქტივობა.

EXPERIMENTAL MEDICINE

D. I. MSHVENIERADZE

FACTORS INFLUENCING METASTASES AND SOME REGULARITIES OF METASTATIC GROWTH FROM BREAST CANCER TO THE BONES

Summary

2120 patients with cancer of the breast were studied. In 310 patients metastases to the skeletal system were detected. Early surgery and hormo-

nal therapy proved to be of great importance in preventing bony metastases from the cancer of the breast. The necessity of hormonal therapy is justified by a relatively high incidence of bony metastases mostly in young and middle-aged patients in whom hyperestrogenism is demonstrated both chemically and cytologically.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

Л. И. АБАСКУЛИЕВА

К СРАВНИТЕЛЬНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКЕ ДЕЙСТВИЯ  
НЕКОТОРЫХ КАТЕХОЛАМИНОВ ПРИ ЭНДОТРАХЕАЛЬНОМ  
ЭФИРНО-КИСЛОРОДНОМ НАРКОЗЕ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Д. М. Гедеванишвили 4.11.1968)

Среди многих видов ингаляционного наркоза эндотрахеальный наркоз занимает исключительное место, обеспечивая проведение продолжительных, тяжелых операций и гарантируя при этом оптимальные условия для адекватной вентиляции легких, нормальный газовый обмен тканей, а также возможность введения высокого процента кислорода [1—10].

Подавляющее большинство хирургических вмешательств осуществляется в стадии III<sub>1</sub> наркоза, когда гемодинамические показатели возвращаются к исходному донаркозному уровню. В связи с частым применением при операциях катехоламинов [11] значительный интерес представляло сравнительное изучение действия различных катехоламинов на состояние показателей гемодинамики при эндотрахеальном эфирно-кислородном наркозе. С этой целью было проведено 96 опытов на 68 беспородных собаках. Во всех случаях премедикация достигалась введением морфина. Эндотрахеальный наркоз осуществлялся аппаратом УНА-1 эфирно-кислородной смесью по полуоткрытой системе с ручным управлением.

Из показателей гемодинамики исследовали высоту артериального и венозного давлений, ЭКГ, пневмограмму. В отдельных опытах изучали скорость тока крови определением лобелинового времени.

Полученный цифровой материал был подвергнут статистической обработке по методу непрямых разностей.

Латентный период гемодинамической реакции адреналина у ненаркотизированных собак составляет 20,2 сек; в условиях эндотрахеального эфирно-кислородного наркоза он сокращается до 14,3 сек. Это укорочение латентного периода является достоверным ( $P < 0,01$ ). Продолжительность гемодинамического эффекта адреналина у интактных животных — 4 мин 0,3 сек, у наркотизированных она достоверно возрастает до 17 мин 29 сек ( $P < 0,01$ ).

Латентный период прессорной реакции норадреналина у интактных животных составляет 13 сек, у наркотизированных он сокращается до 8,6 сек. Это укорочение неслучайно ( $0,1 < P > 0,05$ ). Однако продолжительность действия норадреналина в условиях наркоза хотя в средних цифрах и дольше (5 мин 16,4 сек), чем у интактных животных (3 мин 24 сек), но не носит достоверного характера ( $P > 0,1$ ).

Аналогично изменение латентного периода прессорного действия мезатона: у интактных собак скрытый период при дозе 1,0 мг/кг составляет 23,2 сек, на фоне наркоза он укорачивается до 14,1 сек ( $0,05 <P> 0,02$ ). Продолжительность прессорного действия мезатона в наркотизированном организме увеличивается: у интактных собак при указанной дозе она равна в среднем 32 мин 37 сек, а у наркотизированных удлиняется до 52 мин 01 сек ( $P < 0,013$ ).

У интактных животных после введения адреналина статистически достоверно повышено артериальное давление, по сравнению с исходным, на протяжении первых 3,5 мин, после введения норадреналина — в течение 2,5 мин. Это повышение относится и к систолическому, и к диастолическому давлению. При эндотрахеальном эфирно-кислородном наркозе систолическое давление после введения тех же доз адреналина достоверно повышено в течение 1,5 мин, после введения норадреналина — в течение 2 мин. Диастолическое давление следует за систолическим. Пульсовое давление в обоих случаях существенных изменений не претерпевает ( $P > 0,1$ ), кроме кратковременных уменьшений, когда артериальное давление находится на наивысших цифрах.

Динамика изменений артериального давления под влиянием мезатона отличалась следующими закономерностями: систолическое давление у интактных собак достоверно повышено в течение первых 20 мин. Начиная с 25 мин после введения мезатона систолическое давление в среднем мало отличается от исходного уровня ( $P > 0,1$ ), хотя у отдельных животных продолжает оставаться повышенным еще 10 мин. Мезатон на фоне эндотрахеального наркоза вызывает достоверное повышение артериального давления, которое держится в течение 50 мин. Последействие, а также повторный подъем артериального давления имели место в ряде случаев, хотя и не носили достоверного характера.

Диастолическое давление под влиянием мезатона изменяется аналогично систолическому — также достоверно повышается, но раньше систолического возвращается к исходному. Так, у интактных собак диастолическое давление достоверно повышено в первые 15 мин, у наркотизированных — дольше, в течение 30 минут. Весьма важно отметить, что пульсовое давление после введения мезатона у интактных и наркотизированных животных существенно не меняется ( $P > 0,1$ ).

Изменения венозного давления, скорости тока крови, частоты сердечных сокращений у интактных и наркотизированных собак после введения адреналина и норадреналина, отмечаемые в течение часа, не носили достоверного характера, широко колебались в пределах исходных величин. Лишь после введения больших доз норадреналина в условиях наркоза, отмечалось кратковременное достоверное повышение венозного давления.

Мезатон оказывает более значительное влияние на венозное давление, которое у интактных собак достоверно повышено в течение первых 10 мин после введения ( $P < 0,05$ ).

Повышение венозного давления от введения мезатона в условиях эфирно-кислородного наркоза носит более продолжительный характер, сохраняясь достоверным на протяжении 20 мин ( $P < 0,1$ ). Аналогично влияние мезатона на скорость кровотока: у интактных животных она достоверно замедлена через 1 мин после введения мезатона ( $P < 0,001$ ), а у наркотизированных длится дольше, теряя статистическую достоверность через 10 мин.

Что касается частоты сердечных сокращений, то характерный для мезатона вагус-пульс у интактных животных зарегистрирован в течение 1 мин с последующим кратковременным учащением на 50-й мин, в условиях интубационного наркоза брадикардический эффект мезатона достоверно сохраняется 10 мин, а последующей тахикардии не наступает. В результате проделанных опытов, установлены особенности гемодинамических сдвигов, вызванных введением адреналина, норадреналина и мезатона в наркотизированном организме, количественно варьирующих в зависимости от дозы:

1) Латентный период гемодинамической реакции адреналина, норадреналина и мезатона в условиях эндотрахеального эфирно-кислородного наркоза достоверно сокращается на 29,2—39,2%.

2) Продолжительность гемодинамического эффекта после введения адреналина и мезатона у наркотизированных животных достоверно увеличивается от 8 до 60,7%. У наркотизированных животных, прирост артериального давления после введения катехоламинов больше, чем у ненаркотизированных, на 14,8—46,9%.

4) В условиях эфирно-кислородного наркоза после введения адреналина, норадреналина и мезатона отмечено последствие, в некоторых случаях с повторным незначительным подъемом артериального давления. Однако ни последствие, ни повторный подъем артериального давления в наших опытах не носили достоверного характера.

5) Диастолическое давление в условиях наркотизации изменяется аналогично систолическому.

6) Пульсовое давление после введения катехоламинов у наркотизированных животных существенно не меняется.

7) Изменения венозного давления, скорости тока крови, частоты сердечных сокращений после введения адреналина и норадреналина наркотизированным животным широко колеблются в пределах исходных величин. По сравнению с адреналином, мезатон оказывает более значительное влияние на венозное давление, которое в условиях наркоза держится на высоких цифрах дольше, чем у интактных животных.

8) Время сохранения артериального давления на наивысших цифрах совпадает с периодом замедления тока крови. У наркотизированных животных это уменьшение скорости тока крови длительнее, чем у интактных собак почти в 2 раза.

9) Брадикардический эффект мезатона в виде характерного вагус-пульса при эндотрахеальном эфирно-кислородном наркозе регистрируется значительно дольше, чем у интактных животных.



## ლ. აბასკულიევა

 ზოგიერთი კატეხოლამინის მოქმედების შედარებით  
 დახასიათებისათვის ენდოტრაქეალური ეთერო-ოქსიგენის  
 ნარკოზის დროს

რეზიუმე

ცდებით დამტკიცებულია, რომ ენდოტრაქეალური ეთერო-ოქსიგენის ნარკოზის პირობებში კატეხოლამინების შეყვანა ორგანიზმში იწვევს შემდეგ ჰემოდინამიკურ ცვლილებებს; ჰემოდინამიკური რეაქციის ლატენციური პერიოდი მცირდება, ეფექტის ხანგრძლივობა მატულობს, არტერიული წნევის გადიდება უფრო მეტადაა გამოხატული, ვიდრე არანარკოზირებულ ცხოველებში. ნარკოზის პირობებში დისტოლური წნევა სისტოლურის ანალოგიურად იცვლება. მაგის წნევის ცვლილება უმნიშვნელოა. ადრენალინისა და ნეოადრენალინის შეყვანის შემდეგ გულის შეკუმშვის სიჩქარე მერყეობს პირვანდელი მაჩვენებლების ფარგლებში, იცვლება ვენოზური წნევა და სისხლის დინების სიჩქარე. მეზატონი შედარებით მკვეთრ და ხანგრძლივ გავლენას ახდენს ამ მაჩვენებლებზე.

## EXPERIMENTAL MEDICINE

L. I. ABASKULIEVA

 ON THE COMPARATIVE CHARACTERISTICS OF THE EFFECT OF  
 SOME CATECHOLAMINES DURING ENDOTRACHEAL ETHERO-OXYGEN  
 NARCOSIS

## Summary

The following haemodynamical displacements, caused by induced catecholamines in conditions of endotracheal ethero-oxygen, narcosis have been determined experimentally: the latent period of the haemodynamical reaction shortens; the duration of the effect increases; the rise in the arterial pressure is more pronounced than in unnarcotized animals; the diastolic pressure changes analogously to the systolic; the pulse pressure does not change considerably. Changes in the venous pressure, the speed of the blood flow, the frequency of the cardiac systoles following injection of adrenaline and noradrenaline into narcotized animals range within the limits of the initial values. Mesaton exerts a more marked and lasting influence on these indices.

## ლიტერატურა—ЛИТЕРАТУРА—REFERENCES

1. Ю. Ю. Джанелидзе. Вестник хирургии, 1, 1947, 52.
2. А. В. Мельников. Вестник хирургии, 1, 1947, 52.
3. В. А. Шаак. Вестник хирургии, 1, 1947, 52.
4. М. С. Григорьев, М. Н. Аничков. Хирургия, 1, 1948, 15.
5. М. С. Григорьев, М. Н. Аничков. Интратрахеальный наркоз... М., 1951.
6. Н. Е. Мешалкин. Хирургия, 8, 1951, 47.
7. П. А. Куприянов. В сб.: «Обезболивание в хирургии». М., 1954, 171.
8. А. Н. Бакулев. В сб.: «Обезболивание в хирургии». М., 1954.
9. А. Атанасов. Хирургия, 5—6, 1958, 439.
10. И. С. Жоров. В сб.: «Общее обезболивание в хирургии», гл. XIV, 1959, 248.
11. Т. М. Дарбинян. В сб.: «Справочник по анестезиологии». М., 1965, 57—63.



## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

К. Д. ЭРИСТАВИ (академик АН ГССР), Ш. К. МАХАРАДЗЕ,  
Г. В. ПИРЦХАЛАВА, М. Г. ГОЦИРИДЗЕ, Г. Д. ПАГАВА

### ОБ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОМ ИСПЫТАНИИ МОДЕЛИ ИСКУССТВЕННОГО ЛЕВОГО ЖЕЛУДОЧКА СЕРДЦА

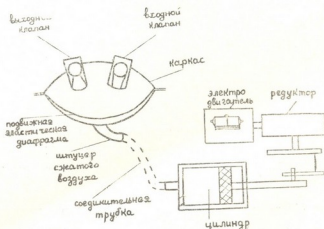
В настоящее время очевидно, что обычные методы борьбы с острой сердечной недостаточностью и кардиогенным шоком часто бывают неэффективными. Поиски более совершенных методов лечения привели к применению различных вариантов экстракорпорального шунтирования сердца, вспомогательного кровообращения.

В литературе появились отдельные сообщения о различных методиках и конструкциях, применяемых при вспомогательном кровообращении [1—5]. Однако, несмотря на то что накоплен достаточный экспериментальный опыт и даже имеются первые клинические обнадеживающие результаты [6, 7], проблема эта далека от разрешения.

Занимаясь вопросами реанимации при острой сердечной недостаточности и кардиогенном шоке, мы использовали в эксперименте вспомогательное кровообращение при помощи подключения клапанного искусственного левого желудочка, сконструированного в нашем институте группой хирургов и инженеров в декабре 1967 г.

Сконструированный нами искусственный желудочек представляет собой эллипсоидной формы ригидный каркас из органического стекла,

Рис. 1. Принципиальная схема искусственного левого желудочка



разделенный подвижной эластической диафрагмой на две камеры. В верхней части каркаса расположены два шариковых клапана (входной — более широкий в диаметре, выходной — меньшего диаметра), которые обеспечивают направленное движение крови. Имеющийся в нижней части каркаса штуцер соединен с источником сжатого воздуха (баллон с углекислым газом). Пневматическая система приводится в движение электродвигателем (рис. 1).

Предназначенный для эксперимента искусственный желудочек при стендовом испытании обеспечивал ударный объем до 60 мл при давлении около 300 мм во время систолы. Диастолическая фаза была пассивной.

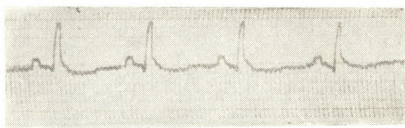


Рис. 2. ЭКГ (III отведение) во время пережатия левой нисходящей ветви коронарной артерии. Стрелка коронарная недостаточность

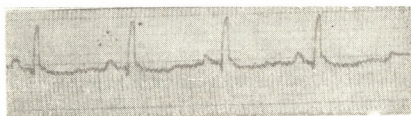


Рис. 3. ЭКГ (III отведение) после снятия турникета с левой нисходящей ветви коронарной артерии. Продолжают выявляться признаки острой коронарной недостаточности

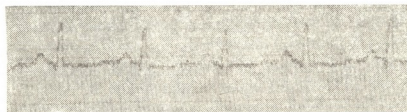


Рис. 4. ЭКГ (III отведение) после подключения искусственного левого желудочка сердца. Значительно улучшилось коронарное кровообращение

Модель искусственного левого желудочка испытана в острых опытах на 11 собаках. В основном эти эксперименты были поставлены с целью отработки хирургической техники присоединения искусственного желудочка к сердцу и аорте (восемь опытов). В трех последующих опытах выяснялась возможность восстановления нарушенного кровообращения при острой левожелудочковой недостаточности, вызванной временным высоким пережатием левой нисходящей ветви коронарной артерии. В ходе экспериментов производилась запись ЭКГ, измерялись артериальное и венозное давление.

Операции производились под эндотрахеальным эфирно-кислородным наркозом. Грудная клетка вскрывалась в IV межреберье слева. После вскрытия перикарда левое предсердие дренировали через ушко. Для получения небольшого градиента уровня между искусственным желудочком и сердцем подопытного животного искусственный желудочек располагали несколько ниже последнего [2]. Кровь из искусственного желудочка нагнеталась в аорту чуть ниже отхождения левой подключичной артерии. Таким образом, подключение осуществлялось по принципу «левое предсердие-аорта».



Рис. 5. Кривая артериального давления во время пережатия левой нисходящей ветви коронарной артерии. Артериальная гипотония



120/  
100 мм.

Рис. 6. Кривая артериального давления после подключения искусственного левого желудочка сердца. Артериальное давление нормализовалось

При длительной работе аппарата (4—6 часов) серьезных технических неполадок не наблюдалось, но в части опытов слегка изменялся ударный объем.

Интересными оказались данные, полученные при применении искусственного желудочка в условиях гиподинамии коронарного кровотока, артериальной гипотонии и общей гипоксии.

При длительной работе аппарата на ЭКГ отчетливо выявлялись признаки улучшения коронарного кровообращения (рис. 2, 3, 4) и повышения артериального давления (рис. 5, 6) и исчезали признаки гипоксии.

На основании наших первых экспериментальных наблюдений можно предположить, что применение вспомогательного искусственного



кровообращения при острой левожелудочковой недостаточности перспективно. Но, прежде чем этот метод будет оценен и получит широкое применение, следует разрешить ряд вопросов, таких как обеспечение достаточно длительной и точной синхронизации работы сердца и искусственного желудочка, постоянства ударного объема, а также влияние длительной работы искусственного желудочка на биохимические сдвиги в крови.

Институт экспериментальной и  
клинической хирургии  
Тбилиси

(Поступило 10.12.1968)

მეცნიერებათა აკადემიის მიხედვით

პ. ირისთავი (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი), შ. მახარაძე,  
ბ. გოცირიძე, გ. ფაღავა

ხელოვნური მარცხენა პარკუჭის მსხპერიმენტული მოდელის  
ბამოცდის შესახებ

რეზიუმე

11 ძაღლზე ჩატარებულ ექსპერიმენტში გამოცდილია სარქველვანი ხელოვნური მარცხენა პარკუჭი, რაც კონსტრუირებულია ექსპერიმენტული და კლინიკური ქირურგიის ინსტიტუტში 1967 წლის დეკემბერში. ცდების ნაწილში, მწვავე კორონარული უკმარისობის დროს, ხელოვნური პარკუჭის 4—6 საათით მუშაობისას, გაუმჯობესდა ელექტროკარდიოგრაფიული სურათი.

EXPERIMENTAL MEDICINE

K. D. ERISTAVI, SH. K. MAKHARADZE, G. V. PIRTSKHALAVA,  
M. G. GOTSIRIDZE, G. D. PAGAVALA

EXPERIMENTAL TRIAL OF AN ARTIFICIAL LEFT VENTRICLE

Summary

An artificial left ventricle, constructed at the Institute of Experimental and Clinical Surgery in December 1967, was tried on 11 dogs. In acute coronary insufficiency use of the artificial left ventricle for 4 to 6 hours caused an improvement of the electrocardiogram in a number of experiments.

ლიტერატურა—ЛИТЕРАТУРА—REFERENCES

1. Е. И. Чазов, А. В. Трубецкой, М. Я. Руда. Кардиология, № 2, 1966, 38.
2. Ф. В. Баллюзек и др. Экспериментальная хирургия, № 3, 1967, 11.
3. В. И. Шумаков и др. Кардиология, № 6, 1968, 18.
4. T. Akutsu et al. Ibid., vol. 10, 1964, 162.
5. J. Schuder, H. Stephenson jr. Ibid., vol. 9, 1963, 286.
6. A. Kantrowitz, F. O. Grädel, T. Akutsu. Brest A. N. (Ed) Heart substitutes. Springfield, 1966, 217.
7. F. O. Grädel, T. Akutsu, P. Chaptal et al. Ann. surg., vol. 163, 1966, 377.

ПАЛЕОБИОЛОГИЯ

Н. И. БУРЧАК-АБРАМОВИЧ, О. Г. БЕНДУКИДZE

К ИЗУЧЕНИЮ ФАУНЫ ПОЗВОНОЧНЫХ РАННЕГО ЭНЕОЛИТА,  
НАЙДЕННЫХ В ПЕЩЕРЕ САМЕЛЕ-КЛДЭ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Л. К. Габуния 15.9.1968)

Летом 1959 г. Д. М. Тушабрамишвили были произведены археологические раскопки в пещере Самеле-клдэ (Западная Грузия), находящейся на правом берегу р. Джручула (правый приток р. Квирилы) у с. Зоди. В работе Д. М. Тушабрамишвили [1] приведен список фауны (по определению Н. И. Бурчак-Абрамовича) из девяти видов: *Capra aegagrus*, *Bison bonasus caucasicus*, *Capreolus capreolus*, *Cervus elaphus maral*, *Sus scrofa attila*, *Martes sp.*, *Ursus arctos*, *Canis lupus*, *Bos taurus*.

В настоящей работе дается описание костных остатков из материалов предварительных раскопок 1959 г. пещеры Самеле-клдэ.

Кости 158 животных (в основном фрагменты) принадлежат главным образом взрослым особям (150 костей взрослых особей, 11 — полувзрослых, две — молодых). Почти все они принадлежат крупным млекопитающим охотничьего значения.

Обращает на себя внимание отсутствие костей домашних животных. Из домашних пока показано присутствие единственной кости взрослой особи домашнего быка относительно мелкой породы. Можно предположить, что только после раскопок всего культурного слоя пещеры в будущем выяснятся полностью видовой состав фауны стоянки и истинное соотношение между дикими и домашними животными. Вполне вероятно, что будут найдены собака, свинья и коза.

Фауна раннего энеолита (или неолита) пещеры Самеле-клдэ представляет весьма важный этап в истории развития фауны Грузии, когда, наряду с дикими животными, начинают появляться первые одомашненные породы животных, что очень существенно для изучения истории культуры и экономики древней Грузии.

Дикий кабан *Sus scrofa attila*.

Материал. Глубина 0,1 м—22 кости (минимально 2 ad. особи).

Среди костей 1 фрагмент нижней челюсти, 2 астрагала, 2 чашечки, 5 метаподий, 4 фаланги и др. Глубина 1,4 м — 55 костей (3 ad., 2 semiad.), 1 фрагмент черепа, 2 фрагмента нижней челюсти, 4 астрагала, 13 разных фаланг и др. Глубина 0,8—1,6 м — 2 кости (1 ad.). Глубина 1,6—2 м — 5 костей (1 ad.).

Дикому кабану принадлежат 84 кости (минимально от семи взрослых и трех полувзрослых особей (75 костей ad., 9 костей semiad.).

Виды животных пещеры Самелэ-клдэ

Названия видов животных	Количество костей	Минимальное количество особей	% к общему количеству костей
Дикий кабан <i>Sus scrofa attila</i> Thomas	84(75 ad., 9 semiad.)	10 (7 ad., 3 semiad.)	54,4
Кавказский благородный олень <i>Cervus elaphus maral</i> Ogilby	34 (33 ad., 3 semiad.)	5 (4 ad., 1 semiad.)	22,1
Кавказская косуля <i>Capreolus capreolus</i> L.	26(23 ad., 1 semiad., 2 juv.)	8 (6 ad., 1 semiad., 2 juv.)	17
Кавказский зубр <i>Bison bonasus caucasicus</i> Sat.	1 ad.	1 ad.	0,63
Безоголовый козел <i>Capra aegagrus</i> Erx1.	3 ad.	2 ad.	1,2
Домашний бык <i>Bos taurus</i> L.	1 ad.	1 ad.	0,63
Бурый медведь <i>Ursus arctos</i> L.	4 ad.	1 ad.	2,5
Куница <i>Martes</i> sp.	1 ad.	1 ad.	0,63
Волк <i>Canis lirus</i> L.	1 ad.	1 ad.	0,63
Человек <i>Homo sapiens</i> L.	2 ad.	1 ad.	1,2
Кавказский обыкновенный сарыч <i>Buteo buteo</i> (L.)	1 ad.	1 ad.	0,63
Всего	158(145 ad., 11 semiad., 2 juv.)	32 (26 ad., 5 semiad., 2 juv.)	100

Остатки дикого кабана встречены в большинстве палеолитических и мезолитических стоянок Грузии и вообще Кавказа. В неолите и энеолите пещеры Сагварджила (раскопки Н. З. Бердзенишвили) обильны остатками дикой и домашней свиньи. В более поздних культурах (энеолит, бронза, железо и позже) преобладает домашняя свинья.

Кавказский благородный олень *Cervus elaphus maral* Ogilby. Материал. Глубина 0,1—2 м — 8 костей (минимально 1 ad., 1 semiad.), 2 астрагала, 2 пяточные кости и др. Глубина 1,4 м — 26 костей (3 ad.), 3 роговых отростка, 4 phal<sub>1</sub>, 3 phal<sub>2</sub>, 1 фрагмент верхней челюсти с M<sup>1</sup> и др. Всего оленю принадлежат 34 кости (4 ad., 1 semiad.). Благородный олень на Кавказе обычен в палеолитических и мезолитических стоянках, начиная с нижнего палеолита, обильно представлен в неолите и энеолите пещеры Сагварджила в Имеретии.

Кавказская косуля *Capreolus capreolus* L.

Материал. Глубина 0,1 м — 4 кости (4 ad.). Глубина 1,4 м — 17 костей (2 ad., 1 semiad.). Глубина 0,8—1,6 м—4 кости (2 ad., 1 juv.). Глубина 1,6—2 м—1 кость (1 ad.).

Всего косуле в стоянке принадлежат 26 костей (2 juv., 1 semiad., 23 ad.). Минимальное количество особей — 2 juv., 1 semiad., 6 ad. Остатки косули в Грузии не являются редкостью уже с нижнего палеолита. Косуля часто встречается в слоях „колхидской культуры“ на Черноморском побережье, например в Анаклии (материалы музея г. Зугдиди).

Кавказский зубр *Bison bonasus caucasicus* Sat.

Материал. Глубина 1,4 м—1 кость (P<sup>2</sup> dex ad., в средней стадии стирания). Промеры зуба: наибольшая высота зуба вместе с корнем

38 мм, наибольшая длина коронки (спереди назад) 20 мм. Одна взрослая особь. На Кавказе остатки празубра обычны в палеолитических стоянках. Очень немногочисленные остатки кавказских зубров имеются в неолите и энеолите пещеры Сагварджили в Имеретии.

Безоаровый козел *Capra aegagrus* Erxl.

Материал. Глубина 1,40 м — 3 кости (2 нижние части tibiae dex ad., 1 mand. dex ad.). Зубы в средней стадии стирания. 2 фрагмента tibiae: ширина нижнего конца кости 31,4 мм, 31,2 мм; наименьшая ширина диафиза 16,5 мм, 17,5 мм. Зубы: наименьшая высота диастемы 15,6 мм, толщина (медиолатерально) в том же пункте диастемы 39,5 мм, длина диастемы 39,5 мм, длина ряда альвеол по альвеолам 25 мм. Остатки достоверно определенных безоаровых козлов на Кавказе в археологических слоях весьма бедны.

Домашний бык *Bos taurus* L.

Материал. Глубина 1,4 м — 1 кость — фрагмент верхней части 1-й фаланги (наружной правой или внутренней левой, по-видимому, передней), относительно мелкой породы. Фаланга в древнее время была расколота поперечно. Следов обжига на огне нет. Промеры фаланги: ширина верхнего эпифиза 31,7 мм; наибольший передне-задний промер верхнего эпифиза 33,5 мм, наименьшая ширина диафиза 27,2 мм.

Многочисленны остатки крупной породы домашнего быка в неолите и энеолите пещеры Сагварджили (раскопки Н. З. Бердзенишвили). Очень мелкая порода домашнего крупного рогатого скота присутствует в «колхидских культурных слоях» на Черноморском побережье.

Бурый медведь *Ursus arctos* L.

Материал. Глубина 0,1 м — 3 кости — 1-я фаланга среднего пальца, 1 фрагмент Мтt<sub>IV</sub> sin. ad. 1 МТC<sub>1</sub> dex. ad., глубина 1,4 м — рhаl<sub>2</sub> ad. Бурому медведю принадлежат 4 кости, по-видимому, от двух взрослых особей. Бурый медведь обитает в Грузии в культурных слоях мезолита, неолита и энеолита [1—4].

Волк *Canis lupus* L.

Материал. Глубина 1,4 м — 1 кость (J<sup>3</sup> dex, ad, еще мало стертый). Промеры: длина (высота) зуба с корнем 23,7 мм. Судя по размерам и форме, это скорее волк средних размеров, чем крупная домашняя собака, но по одному зубу этот вопрос решить затруднительно. Волк обнаружен в некоторых мезолитических стоянках и энеолите Кавказа [2, 5—7].

Куница *Martes* sp.

Материал. Глубина 0,80—1,6 м — 1 кость (фрагмент mand. dex. ad. с зубами в менее, чем средняя стадия стирания). 1 взрослая особь. Промеры: длина ряда зубов (P<sub>2</sub>—M<sub>3</sub>) по альвеолам 30,5 мм, длина коронки M<sub>2</sub> 11,5 мм, высота тела нижней челюсти на уровне переднего края M<sub>2</sub> 9,7 мм.

Человек *Homo sapiens* L.

Материал. Глубина 0,1 м — 2 кости (1 рhаl. ad., 1 МТТ ad.) 2 кости одной взрослой особи.

Кавказский обыкновенный сарыч *Buteo buteo* (L.)  
Материал. Глубина 1,4 м — 1 кость (левое бедро взрослой особи). Кость на обоих концах повреждена — обгрызена? Промеры: наименьшая ширина диафиза 5,8 мм, длина кости 63 мм.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт палеобиологии

(Поступило 17.9.1968)

პალეობიოლოგია

ნ. ბურჩაკ-აბრამოვიჩი, ო. ბენდუქიძე

სამელე კლდის ბაგოქვაბულში ნაკოვნი ადრეული ენეოლითის  
ხირხემლიანთა ფაუნის შემწავლისათვის

რეზიუმე

ფაუნა წარმოდგენილია გარეული ღორის სულ ცოტა 10 სახეობით, კავკასიის კეთილშობილი ირმის 5 სახეობით, შვლის 9 სახეობით, კავკასიის ღმობის 1 სახეობით, გარეული თხა-ნიაშორის 2 სახეობით, მომცრო ჯიშის შინაური ხარის 1 სახეობით, კვერნის 1 გამოურკვეველი სახეობით, ჩვეულებრივი დიდი კაკაჩას 1 სახეობით, თანამედროვე ადამიანის ორი ძვლითა და ფრინველის 1 ძვლით.

PALAEOBIOLOGY

N. I. BURCHAK-ABRAMOVICH, O. G. BENDUKIDZE

ON THE STUDY OF EARLY ENEOLITHIC FAUNA OF THE SAMELE  
KLDE CAVE SETTLEMENT IN IMERETI

Summary

The fauna is represented at least by 10 individuals of *Sus scrofa attila*, 5 individuals of *Cervus elaphus maral*, 9 individuals of *Capreolus capreolus*, 1 individual of *Bison bonasus caucasicus*, 2 individuals of *Capra aegagrus*, 1 individual of *Bos taurus*, 2 individuals of *Ursus arctos*, 1 individual of *Canis lupus*, 1 individual of *Martes sp.*, 1 indeterminate individual of *Buteo buteo* and 2 bones of *Homo sapiens*.

ლიტერატურა—ЛИТЕРАТУРА—REFERENCES

1. Д. М. Тушамбрамишвили. В сб.: «Пещеры Грузии», т. I. Тбилиси, 1963.
2. Е. И. Беляева. Бюлл. Ком. по изуч. четверт. периода, вып. 6—7, АН СССР, 1940, 105—107.
3. В. И. Громова. Ежег. Зоол. музея АН СССР, т. XXX, вып. 3, 1929, 446—487.
4. Н. А. Смирнов. Изв. Кавк. музея, т. XI, вып. 1—2, 1917.
5. Н. К. Верещагин. Млекопитающие Кавказа. История формирования фауны, 1959, 1—704.
6. Г. К. Григолия и А. К. Векуа. В сб.: «Пещеры Грузии», т. I, 1963, 157—165.
7. В. И. Громова. Труды Ин-та геол. АН СССР, т. 64, 1948.



Г. Н. КЕЧУАШВИЛИ

## ОБ УСТАНОВОЧНОМ МЕХАНИЗМЕ ОПОЗНАНИЯ СЛОВА

(Представлено членом-корреспондентом Академии Р. Г. Натадзе 4.10.1968)

Пытаясь понять психологическую сущность влияния различной частоты слов на величины порогов их опознания, некоторые исследователи ссылаются на «склонность к ответу», понимая ее как «перцептивную схему» или «предварительную настройку» («setting») [1—3]. Перед психологией установки Д. Н. Узнадзе уже давно стоит вопрос об основополагающем значении установки, опосредствующей и направляющей восприятие слов, предложений и даже небольших прозаических отрывков [4]. Исходя из понятия установки Д. Н. Узнадзе мы попытались экспериментально показать опосредствующую и направляющую роль установки субъекта в процессе опознания слова.

В экспериментах использовались такие шестибуквенные грузинские слова с пропуском двух букв и с отметкой мест пропусков, которые при заполнении пропусков могут читаться по меньшей мере двояко. Для ясности приведем аналогичный русский пример рас-о-, который может читаться как расход, рассол или раскол. Как нами было замечено ранее, опознание в подобных буквографических стимулах слова нередко происходит сразу, как бы внезапным «озарением» [5, 6]. Возникает вопрос, не определяет ли это внезапное «озарение» соответствующая его значению установка.

Проведено четыре эксперимента на четырех различных группах испытуемых по 20 человек в каждой. В первом и втором, основных экспериментах заполнению пропусков и опознанию слова в стимуле предшествовало чтение коротких фраз того или иного содержания, соответствующих одному или другому возможному прочтению стимула. В третьем, контрольном эксперименте опознание слова в стимуле ничем не предварялось. В четвертом, дополнительном эксперименте до экспонирования стимула испытуемым разъяснялось наличие содержательной связи между фразами и словом, содержащимся потенциально в стимуле («перцептивная настройка» по терминологии Бланшето и Фресса [2]). Время опознания слова измерялось секундомером.

Предъявляемые стимулы и их ожидаемое прочтение в первом и втором экспериментах: მ-და-ი: მხდალი, მადანი; სა-ო-ი: საპონი, საწოლი; ე-ორი: ტენორი, ტერორი; სი-მე: სიყრმე, სიჩუმე; მ-ერი: მშვიერი, მწყერი.

С высокой степенью статистической достоверности ( $p < 0,005$ ) эксперименты показали решающее влияние смысла предварительно читае-

мых фраз на значение опознанных в стимулах слов: в одних и тех же стимулах в подавляющем большинстве случаев (77%) опознаются (читаются) совершенно различные слова, соответственно смыслу фраз. Это же условие сокращает в некоторых случаях и время опознания в стимуле слова. Так как в основных экспериментах инструкция не связывала содержания фраз со стимулами, а сами испытуемые обычно даже не догадывались об этой связи, здесь мы имеем дело с такой целостностноличностной настройкой субъекта, которая хотя сама и не является содержанием сознания, однако явно влияет на это содержание, определяя качество последующего восприятия. Экспериментально выявленный факт различной реконструкции-интерпретации одного и того же буквографического стимула является результатом действия именно этого фактора установки.

Как показал сравнительный статистический анализ результатов основных и дополнительных экспериментов, осознание наличия смысловой связи между фразами и словами, которые могли опознаваться в стимулах, не вызвало ощутимого усилия установки ( $P > 0,20$ ). Исходя из понятия установки Д. Н. Узнадзе этого следовало ожидать, поскольку установка — «внесознательный психический процесс, оказывающий решающее влияние на содержание и течение сознательной психики» ([4], стр. 149).

Предлагается следующая схема установочного механизма опознания слова. Вначале фразы активируют у субъекта более общую установку, соответствующую определенной сфере или классу явлений. Предъявление вслед за этим определенного буквографического стимула вызывает на этой основе сравнительно быструю активацию конкретной установки, опосредствующей восприятие стимула как определенного слова.



Для объяснения зависимости порогов опознания слов от их частотных характеристик фундаментальное значение имеет понятие «фиксированной установки» Д. Н. Узнадзе. Согласно экспериментам школы Д. Н. Узнадзе, легкость активации той или иной установки зависит от степени ее фиксации в прошлом [4]. Следовательно, можно полагать, что чем чаще человеку встречалось в прошлом то или иное слово, тем прочнее соответствующая ему установка и тем легче она у него возбуждается.

ბ. კეჩუაშვილი

სიტყვის ცნობის განწყობისეული მიქანიზმის შესახებ

რ ე ზ ი მ ე

სიტყვის ცნობის ზღურბლზე მისი სიხშირის მაჩვენებლის გავლენის აღმოჩენის შემდეგ განსაკუთრებით აქტუალური შეიქმნა სიტყვის აღქმის გამაშუალებელი ფსიქოლოგიური მექანიზმის საკითხი. ზოგიერთი მკვლევარის აზრით, ეს მოვლენა პასუხისაღმი მიდრეკილების ეფექტს (response bias) წარმოადგენს და განწყობისეულ ხასიათს ატარებს (ბლანშეტო და ფრესი, ბროდბენტი და სხვა).

განწყობის ფსიქოლოგიის მიერ კარგა ხანია ექსპერიმენტულად შეისწავლება ე. წ. „ენობრივი განწყობის“ საკითხები სიტყვების, ფრაზებისა და მოკლე პროზაული ნაწყვეტების აღქმის მასალაზე (დ. უზნაძე, ზ. ხოჯავა, დ. რამიშვილი, ნ. ელიავა და სხვები).

გრაფემების გამოტოვებით დამახინჯებულ ქართულ ასოგრაფიულ კომპლექსებში სიტყვების ცნობის საგანგებო ექსპერიმენტებმა სტატისტიკურად დამაჯერებლად ( $P < 0,005$ ) აჩვენა წინასწარ აქტივირებული განწყობის განსაზღვრული და წარმმართველი მნიშვნელობა: ერთსა და იმავე ასეთ ხარვეზოვან კომპლექსში სრულიად სხვადასხვა სიტყვა ამოიკითხება იმისდა მიხედვით, თუ რა შინაარსის ფრაზების წაკითხვას ვევალებთ მანამდე ცდის სუბიექტს.

ცდებში გამოვლენილი სიტყვების ცნობის მექანიზმი ასეთია: ფრაზების კითხვა აღძრავს სუბიექტში თავისი შინაარსის შესატყვის განწყობას, ხოლო ამის შემდეგ ხარვეზოვანი კომპლექსის ექსპონირება იწვევს აქტივირებული განწყობის შედარებით სწრაფ დიფერენციაციას. სტიმულის, როგორც გარკვეული მნიშვნელობის სიტყვის, აღქმა ამ დიფერენცირებული განწყობის საფუძველზე ხდება. არის საფუძველი ვივარაუდოთ, რომ დ. უზნაძის „ეფექსირებული განწყობის“ ცნება უაღრესად ნაყოფიერი შეიძლება აღმოჩნდეს სიტყვების სიხშირის ეფექტის ახსნისათვის.

PSYCHOLOGY

G. N. KECHKHUASHVILI

ON THE SET-DETERMINED MECHANISM OF WORD RECOGNITION

Summary

The discovery of the influence of the frequency factor on the threshold of word recognition led to the posing of the problem of the psychological mechanism mediating word recognition. According to some authors this phenomenon is accounted for by a response bias and is set-determined in its nature (Blancheteau and Fraisse, Broadbent and others).

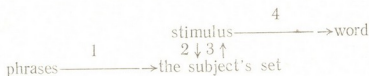
Problems of the so-called "language set" have been studied for some time in the psychology of set on the material of the perception of words, phrases, and short passages of prose (D. Uznadze, Z. Khojava, D. Ramishvili, N. Eliava and others).

Special experiments in the recognition of Georgian words, distorted through the omission of letters, have shown, with statistical validity



( $P < 0,005$ ), the determining and leading significance of a set activated by the S prior to his attempting to reconstruct the word: absolutely different words are read into the same compounds with omissions conformably to the meaning of the phrases the S is instructed to read before he is given the words to reconstruct.

The mechanism of word recognition, as revealed by the experiment, appears to be this: the reading of phrases creates in the S a set corresponding to their meaning. Subsequent exposure of words with omissions leads to a relatively rapid differentiation of the activated set. Perception of a stimulus as a word of a definite meaning occurs on the basis of this differentiated set



There are reasons to believe that D. Uznadze's concept of fixated set may prove very fruitful in accounting for the word frequency effect.

#### ლიტერატურა—ЛИТЕРАТУРА—REFERENCES

1. W. R. Garner. *Uncertainty and Structure as Psychological Concepts*. John Wiley, New-York, 1962.
2. M. Blancheteau et Fraise. *L'année psychologique*, 63, № 2, 1963.
3. D. E. Broadbent. XVIII International Congress of Psychology, 23 Symposium, Moscow, 1966.
4. Д. Н. Узнадзе. *Психологические исследования*. М., 1966.
5. Г. Н. Кечухашвили. *Второй симпозиум по проблеме «человек-машина»*. Тезисы докладов, М., 1966.
6. Г. Н. Кечухашвили. *Труды Тбилисского гос. ун-та*, т. 128, 1968 (на груз. яз.).

ო. ბარბაქაძე

## არჩევნის რეაქციის დრო და განწყობა

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ა. ფრანგივილმა 18.12.1969)

არჩევნის რეაქციების ინფორმაციის თეორიის თვალსაზრისით კვლევას საფუძველი ჩაუყარა ჰიემა. მან ჩამოაყალიბა დებულება არჩევნის რეაქციის დროის დამოკიდებულების შესახებ იმ ინფორმაციის რაოდენობაზე, რომელსაც სტიმული შეიცავს.

რეაქციის დროის ინფორმაციის რაოდენობაზე დამოკიდებულების პრობლემის ჰიესემდგომმა ექსპერიმენტულმა კვლევამ ეჭვის ქვეშ დააყენა ჰიესის მიერ დადგენილი კანონი. მონახულ იქნა მთელი რიგი ფაქტებისა, რომლებსაც არსებითი კორექტივი შეაქვთ აღნიშნული კანონზომიერების გაგებაში. უახლესი გამოკვლევებით დადგინდა, რომ გადატანილ ინფორმაციასა და რეაქციის დროს შორის ზემოაღნიშნული დამოკიდებულება ირლვევა გახანგრძლივებული პრაქტიკის (გარჯიშის) პირობებში, სტიმულსა და რეაქციას შორის მაღალი თავსებადობის პირობებში.

ამ მხრივ განსაკუთრებით საყურადღებოა მოუბრეის ექსპერიმენტი, იგი ცდისპირებს აჩვენებდა არაბულ ციფრებს და თხოვდა რაც შეიძლება სწრაფად დაესახელებინათ ისინი. გამოყენებული იყო არჩევნის ხუთი ხარისხი (2, 4, 6, 8 და 10 ალტერნატივა). ცდისპირთა ყოველ ჯგუფს ეძლეოდა მხოლოდ ერთი ექსპერიმენტული პირობათაგანი. ცდების შედეგად აღმოჩნდა, რომ ყველა ჯგუფის ცდისპირები, მიუხედავად ალტერნატიული სტიმულების რიცხვისა, აჩვენებდნენ საშუალო დროს ციფრზე — 0,47 სეკ. ე. ი. ამ ცდებში ნაჩვენებები იქნა, რომ გარკვეულ პირობებში რეაქციის სისწრაფე არ არის დამოკიდებული სტიმულში შემავალი ინფორმაციის რაოდენობაზე, სახელდობრ, რომ დრო, აუცილებელი ციფრების დასახელებისათვის, არაა დამოკიდებული შემადგენელი ალტერნატივების რიცხვზე. აქედან გამომდინარე იქნა დასკვნა, რომ ჰიესის კანონი მართლდება მხოლოდ გავარჯიშების დაბალი დონის შემთხვევაში.

მაგრამ ასეა სინამდვილეში? ან კი როგორ უნდა გავიგოთ გავარჯიშებულობა? არის კი გავარჯიშებულობის ცნება სერიოზული არგუმენტი იმ დასკვნების წინააღმდეგ, რომლებიც მოუბრეის ექსპერიმენტების შედეგებზე დაყრდნობით იქნა გამოტანილი? აღნიშნული ექსპერიმენტის მონაცემების ინტერპრეტაციის დროს ხომ არ გვისხლტება ხელიდან რაღაც მნიშვნელოვანი ფსიქოლოგიური ფაქტორი, რომლის სათანადო გაგებას შეუძლია შუქი მოფინოს აღნიშნულ პრობლემას?

სანამ ამ საკითხს განვიხილავდეთ, გავიხსენოთ რეაქციის დროის კვლევის ექსპერიმენტები.

როდესაც ექსპერიმენტატორი ამოცანას აძლევს ცდისპირს, იგი ყოველ კერძო შემთხვევაში შემოუსაზღვრავს მას შესაძლო ალტერნატივების ჯგუფის მოცულობას. ამით იგი უქმნის ცდისპირს ალტერნატივების ხელოვნურ კლასს, საიდანაც ცდისპირმა არჩევანი უნდა მოახდინოს. ამ კლასებზე დაყრ-

დნობით ექსპერიმენტატორი განსაზღვრავს იმ ინფორმაციის საშუალო რაოდენობას, რომელსაც თითოეული სტიმული შეიცავს ყოველ კერძო შემთხვევაში. მაგრამ უპასუხებს კი მოუბრების ექსპერიმენტი ამ პირობებს? ხომ არ ცდება ექსპერიმენტატორი, როდესაც თვლის, რომ ცდისპირი ირჩევს იმ ხელოვნური კლასიდან, რომელიც მან თვითონ შეუქმნა? ხომ არ შეიძლება ვიფიქროთ, რომ, მიუხედავად ექსპერიმენტატორის მიერ შესაძლო ალტერნატივების წგუფის მოცულობის შემოსაზღვრისა, ცდისპირი ზოგიერთ შემთხვევაში არჩევანს მაინც ადრე ჩამოყალიბებული კლასიდან ახდენს, რომელიც მოცულობით განსხვავდება ექსპერიმენტატორის მიერ ხელოვნურად შექმნილი კლასისაგან?

საქმის ვითარების ამგვარი გაგება ბევრ რამეს გახდიდა გასაგებს. მართლაც, თუკი ცდისპირი ყოველთვის ერთი და იგივე კლასიდან ახდენს არჩევანს (თუმცა ექსპერიმენტატორს ჰგონია, რომ იგი აიძულებს მას აწარმოოს არჩევანი სხვადასხვა მოცულობის წგუფებიდან), მაშინ აზრი ეკარგება იმის თქმას, რომ ექსპერიმენტის სხვადასხვა სერიაში ინფორმაციის საშუალო რაოდენობა სხვადასხვაა. თუ ცდისპირი, მიუხედავად ამოცანების სხვადასხვაობისა, ყოველთვის ერთი და იგივე მოცულობიდან ახდენს არჩევანს, ცხადია, რომ ყველა შემთხვევაში ინფორმაციის საშუალო რაოდენობა ერთი და იგივე უნდა იყოს და არაფერია გასაკვირი იმაში, რომ რეაგირების დრო მუდმივია.

ჩვენ მიგვაჩნია, რომ მოუბრების ექსპერიმენტში ცდისპირი არ ოპერირებს იმ კლასის ფარგლებში, რომელსაც მას თავს ახვევს ექსპერიმენტატორი. იგი არჩევანს ახდენს რომელიღაც სხვა, მუდმივი მოცულობის კლასიდან. ამიტომ, უნდა ვიფიქროთ, რომ ჰკის კანონი რეაქციის დროს ინფორმაციის რაოდენობაზე დამოკიდებულების შესახებ ამ შემთხვევაში არ უნდა ირღვეოდეს.

ჩვენ მიერ წამოყენებული მოსაზრების ანალოგიური მოსაზრება გვხვდება Braihard, Jrby, Fitts, Allusi-ს ერთობლივ კვლევაში სახელწოდებით — „ზოგიერთი ცვლადი, რომელიც გავლენას ახდენს ინფორმაციის რაოდენობის ზრდაზე“. ავტორები გულისხმობენ, რომ, ვთქვათ, არაბული ციფრების მიწოდების შემთხვევაში, როდესაც ცდისპირმა ისინი უნდა დაასახლოს, შეიძლება ოპერირებდეს გარკვეული კოგნიტური სისტემა (Set), საიდანაც ცდისპირი არჩევანს ახდენს მუდმივად, მაგრამ ასეთი სისტემა არ ოპერირებს, როდესაც ციფრებზე საპასუხოდ ცდისპირს ევალება დილაკებზე ხელის დაჭერა ნათურის ასანთებანი. როგორც ავტორთა მოსაზრებიდან ჩანს, გადამწყვეტ მნიშვნელობას ისინი არ ანიჭებენ აღნიშნულ სისტემას, რადგანაც პირველ პლანზე მაინც სტიმულსა და პასუხს შორის თავსებადობა გამოჰყავთ, წინააღმდეგ შემთხვევაში, თუკი სისტემის არსებობას რაიმე აზრი აქვს, მისი გავლენა უნდა გამოვლენილიყო როგორც პირველ, ისე მეორე შემთხვევაშიც.

უაახლოებით მსგავსი აზრია გატარებული მორინისა და ფორინის კვლევაში, რომელშიც გარკვეულ სისტემაში უცხო ელემენტები იყო ჩართული. ამ კვლევაშიც პრიორიტეტი თავსებადობის ფაქტორს ეკუთვნის.

თუ ეს ასეა, მაშინ ყველა შემთხვევაში, სადაც თავსებადობა სტიმულსა და პასუხს შორის დიდია, ერთნაირი შედეგები უნდა მივიღოთ.

ამ საკითხის საკვლევად ჩვენ ჩავატარეთ ექსპერიმენტების სამი სერია. მათგან ორი სერია ადრე ჩატარებული ექსპერიმენტების გამეორებაა: რადგანაც შედეგების ურთიერთშესაბამებლად სასურველია ცდები ერთნაირ პირობებში იქნას ჩატარებული. ცდებში გამოყენებულ იქნა ციფრები, ასოები და

ფიგურები. ცდების პირველი სერია სამი ვარიანტისაგან შედგება. პირველ ვარიანტში ცდისპირებს ეძლეოდათ ორი ციფრი, მეორე ვარიანტში — ოთხი, მესამეში — რვა. ციფრის გამოჩენისთანავე მათ უნდა დაესახელებინათ იგი რაც შეიძლება სწრაფად. სავსებით ანალოგიურად იქნა ჩატარებული ცდები ასოებზე და ფიგურებზე.

თუ დავაკვირდებით, ვნახავთ, რომ პირველი ორი სერიის ასარჩევი ალტერნატივების რიცხვი შემოიფარგლება გარკვეული მოცულობით (ციფრები, ასოები), მესამე სერიის მასალა კი (ფიგურები), ასე ვთქვათ, უსაზღვროა. ამ ცდების აზრი იმაში მდგომარეობს, რომ თუკი რეაქციის სისწრაფეს სტიმულსა და პასუხს შორის თავსებადობა განსაზღვრავს, მაშინ ყველა სამ სერიაში შედეგები ანალოგიური უნდა იყოს, რამდენადაც ნაეარაუდევია, რომ ეს თავსებადობა სამივე შემთხვევაში თითქმის ერთნაირია. თუკი არჩევის რეაქციის დროს განსაზღვრავს არა სტიმულსა და პასუხს შორის თავსებადობა, არამედ ასარჩევ სტიმულთა კლასის მუდმივი მოცულობა, მაშინ პირველ ორ შემთხვევაში კანონზომიერება ერთნაირი უნდა იყოს, მაგრამ იგი უნდა დაირღვას მესამე შემთხვევაში. გარდა ამისა, თუ ჩვენი ვარაუდი ალტერნატივების გარკვეული მოცულობის კლასის არსებობის შესახებ მართალია, მაშინ არჩევის რეაქციის დროს ნაყლები უნდა იყოს ზმ შემთხვევაში, სადაც ეს მოცულობა მცირეა, და მეტი, — სადაც მოცულობა მეტია.

ექსპერიმენტის შედეგებიდან ჩანს, რომ ციფრებიდან და ასოებიდან არჩევის შემთხვევაში რეაქციის დრო მუდმივი რჩება ასარჩევი ალტერნატივების რიცხვის მიუხედავად. სრულიად განსხვავებული სურათია ფიგურების შემთხვევაში. აქ რეაქციის დრო მატულობს შესაძლო ალტერნატივების რაოდენობის მატების კვალბაზე. ამ შემთხვევისათვის ავებული გრაფიკი გამოიხატავს ჰიპის მიერ დადგენილ კანონზომიერებას, ე. ი. მიუხედავად გავარჯიშების ძლიერ მაღალი დონისა, რაც სტიმულსა და პასუხს შორის თავსებადობაში გამოიხატება.

რა დასკვნების გამოტანა შეგვიძლია ჩვენი ექსპერიმენტის შედეგებიდან? პირველ ყოვლისა უნდა აღინიშნოს, რომ ვარაუდი იმის შესახებ, რომ გარკვეულ შემთხვევებში ალტერნატივების არჩევა ხდება ერთი მუდმივი მოცულობის კლასიდან, თითქოს მართლდება, რადგანაც იქ, სადაც კი გვაქვს სავარაუდო კლასი (ციფრებისა და ასოების შემთხვევაში), მიუხედავად ექსპერიმენტატორის მიერ შემოსაზღვრული ალტერნატივების რაოდენობის, რეაქციის დრო მუდმივია, ე. ი. ცდისპირი არჩევანს ყოველთვის მისთვის გაფიქსირებული კლასის მთელი მოცულობიდან ახდენს. საქმე იმაშია, რომ თუკი ცდისპირის რეაქციის დრო დამოკიდებულია არა აღნიშნულ კლასზე, არამედ სტიმულსა და რეაქციას შორის თავსებადობაზე, მაშინ ასეთი გავარჯიშებულობის შემთხვევაში რეაქციის დრო საერთოდ ყოველთვის ნაკლები უნდა იყოს, ვიდრე გაუვარჯიშებულობის შემთხვევაში; ცდებიდან ჩანს, რომ რეაქციის დრო ნაკლებია ორი ფიგურიდან არჩევის შემთხვევაში.

თუ ეს ასეა, მაშინ ზოგიერთი მკვლევარის მიერ გამოთქმული მოსაზრება იმის შესახებ, რომ გარკვეულ შემთხვევებში (ციფრები, ასოები) ინფორმაციის რაოდენობის ცვლის მიუხედავად არ იცვლება არჩევის დრო და ჰიპის კანონი ირღვევა, არ უნდა იყოს მართებული, ვინაიდან, როგორც ირკვევა, მიუხედავად ექსპერიმენტატორის მიერ შემოსაზღვრული რაოდენობისა, ცდისპირი მუდმივად ერთი და იგივე რაოდენობიდან ახდენს არჩევანს. ეს კი ნიშნავს,

რომ ინფორმაციის რაოდენობა ყველა შემთხვევაში ერთი და იგივეა და ამდენად ჰიკის კანონის დარღვევის შესახებ ლაპარაკი უმართებულოა. ამ კონტექსტში ჩვენ შეგვიძლია შევადაროთ, თუნდაც, ციფრებსა და ასოებზე მიღებული მონაცემები. თუ ჩვენი ვარაუდი იმის შესახებ, რომ არჩევანი ერთი და იგივე მოცულობიდან ხდება მართალია, მაშინ უფრო დიდი კლასიდან არჩევის შემთხვევაში რეაქციის დრო მეტი უნდა იყოს.

როგორც ირკვევა, ინფორმაციის რაოდენობის განსაზღვრისას ექსპერიმენტატორმა ყოველთვის უნდა მიიღოს მხედველობაში ის გარკვეული ფსიქოლოგიური ფაქტორი, რომლის საფუძველზე ცდისპირი ქმნის კლასებს, საიდანაც შემდგომში ალტერნატივების არჩევას ახდენს. ასეთი ფსიქოლოგიური ფაქტორი საბჭოთა ფსიქოლოგიაში ცნობილია ფიქსირებული განწყობის სახელით.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია  
 დ. უზნაძის სახელობის ფსიქოლოგიის ინსტიტუტი

(შემოვიღა 18.12.1968)

ПСИХОЛОГИЯ

О. А. БЕРЕКАШВИЛИ

## ВРЕМЯ РЕАКЦИИ ВЫБОРА И УСТАНОВКА

Резюме

В новейших исследованиях показано, что в некоторых случаях нарушается установленный Хиком закон зависимости времени реакции от количества альтернативных стимулов и что, следовательно, время реакции выбора не зависит от количества информации, содержащейся в стимуле. Результаты опытов показывают, что в указанных выше случаях выбор производится постоянно из одного и того же алфавита возможных равновероятных альтернатив, несмотря на разность объемов групп альтернатив, задаваемых экспериментатором. Поэтому заключение о нарушении закона Хика не оправдывается. Объем постоянного класса, из которого всегда производится выбор, определяется фиксированной установкой.

PSYCHOLOGY

О. А. БЕРЕКАШВИЛИ

## CHOICE REACTION TIME AND SET

Summary

It has been shown in recent studies that in some cases "Hick's Law" concerning the dependence of reaction time upon the quantity of alternative stimuli is broken and, therefore, choice reaction time does not depend upon the amount of information contained in the stimulus.

The present writer's tests have shown that in the above cases the choice is constantly made from the same number of equiprobable alternatives in spite of the difference in the volumes of groups of alternatives presented by the E. Consequently the conclusion that Hick's law is broken cannot be accepted. The volume of the constant class from which the choice is invariably made is determined by a fixated set.



ბ. კახარავა

ერგატივის ერთი უცნობი ფუნქციონატის ზანურში

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა შ. ძიძიგურმა 3.12.1968)

იბერიულ-კავკასიური ენების ბრუნვათა სისტემაში ერგატივი მიჩნეულია განსაკუთრებულ ადგილის მქონედ. ამ ბრუნვას ქართულში „ერთადერთი ფუნქცია მოეპოვება. ის ქვემდებარეს გამოხატავს, მაგრამ არა ყოველ შემთხვევაში. აქ ორი შეზღუდვა არსებობს: ა) მოთხოვნილი ქვემდებარეს გამოხატავს მხოლოდ გარდამავალ ზმნებთან და ბ) ამასაც მხოლოდ II სერიის მწკრივებთან“ (11, გვ. 682). არც ძველსა და არც თანამედროვე ქართულში ერგატივი სხვა ფუნქციით არაა ცნობილი.

ქვემდებარეს აღნიშნავს ერგატივი სვანურშიც, მაგრამ აქ მას, მთის ზოგი კავკასიური ენის მსგავსად, ე. წ. ირიბ ბრუნვასთან (მაგ. ვითარებითან) საერთო აფიქსი მოეპოვება (12, გვ. 48—49).

ქართველური ენებიდან ზანურში აღმოაჩინდა ერგატივის უფრო ვრცელი სამოქმედო არე, რადგანაც მისი გამოყენების ასპარეზი ვრცელია „მეგრულში გარდაუვალ ზმნათა ხარჯზე, ჰანურში—აწმყოსა და თურმეობითის მიმართულებით“ (13, გვ. 2).

ცნობილია, რომ წარმოქმნილ ზმნიზედებში შესაძლებელია გაქვევებულად მოგვევლინოს ყველა ბრუნვის ფორმა, გარდა ერგატივისა და წოდებითისა.

სვანური ენის ზმნიზედებზე მუშაობის დროს ჩვენი ყურადღება მიიქცია გულს ურთულესად ფორმების მეგრულმა ეკვივალენტმა ძალამქ („ძალიან“) სიტყვამ, რომელიც დაიშლება ძალ-, -ამ- და -ქ ელემენტებად. მეგრული ფორმის ფუძე ძალ- დაუკავშირდება ქართულის ასეთსავე ელემენტს, -ამ სუფიქსი მქონებლობას აღნიშნავს მეგრულში და ქართულის -იანი-იერ აფიქსის მნიშვნელობის მქონეა, ზოლო -ქ ელემენტი ერგატივის ნიშანია ზანურში.

ე. ყიფშიძე ძალამ (ძალიან) სიტყვას მიიჩნევს ვითარების ზმნიზედად. (14, გვ. 0114—0115). ჰანურში ამავე მნიშვნელობით იხმარება ქართულიდან შემოტანილი, მაგრამ სხვა ფუძის მქონე დიდოლქაჲ ფორმები. ნიმუშები ჰანურიდან: მაჩიჩა კაჲ დომაწონუ-ა-ა „მე მათხოვარი ძალიან მომეწონაო“ (15, გვ. 213); იხი მოხთა-ში ოხოჲ დიდო იკანწუნს „ქარი რომ მოდის, სახლი ძალიან ქანაობს“ (15, გვ. 200).

საგანგებოდ აღსანიშნავია ის გარემოება, რომ ერგატივის ნიშნის შემცველი ძალამქ ფორმა მეგრულში იხმარება არა ყოველ შემთხვევაში, არამედ ზმნათა ერთ ჯგუფთან, რომელიც verba sentiend-ად იწოდება. ეს ზმნები შემდეგია: ახიოლუ (გაუხარდა), ეწყინუ (ეწყინა), ეორცუ (ეოცა), გუჟკვირდუ (გაუკვირდა), მეეწონუ (მოეწონა), აშქურინუ (შეეშინდა), ქეცოროფუ (შეუყვარდა), მაყუმენუ (მოსწყურდა), მააშქი-

რენუ (მოშვიდა), გააძიცინუ (გაეცინა), ქოდარულუ (დაეძინა), ქააგარინუ (ატირდა), გააჯოგუ (შესძულდა), აცუ (ექმნა), დააკორდუ (დააკლდა). აქვე შევნიშნავთ, რომ ორი უკანასკნელი სიტყვა (აცუ და დააკორდუ) არაა verba sentiendi, მაგრამ ერგატივის ნიშნის შემცველ ზმნიზედას მაინც უკავშირდება.

მაგალითები მეგრულიდან: ბოშის ძალამქ ახიოლუ ე ამბექ (ბიჭს ძალიან გაუხარდა ეს ამბავი) (41, გვ. 23), ათე როკაბის ძალამქე ეწყინ (ამ როკაბს ძალიან ეწყინა) (41, გვ. 32), ე ცირას ეორცე ძალამქე (ეს ქალიშვილი ძალიან გაოცდა) (41, გვ. 33), ...ძალამქ გუკვირდეს (ძალიან გაუკვირდათ) (61, გვ. 95), ე სამართაქ ირი კოს ძალანქ მეეწონე (ეს სამართალი ყველას (ყველა კაცს) ძალიან მოეწონა) (41, გვ. 44), ოსურც ხოლო ქეჯოროფ თე ნდემქ ძალამქ (ქალს კიდევ ძალიან შეუყვარდა ეს დევი) (61, გვ. 96), ძალამქ აშქურინუ (ძალიან შეეშინდა), ძალამქ მომამქირენუა (ძალიან მომშვიდაო), ოსურს ძალამქ გაძიცინუ (ქალს ძალიან გაეცინა), ძალამქ ქოდარულუ (ძალიან დაეძინა), ბალანას ქააგარინუ ძალამქ (ბავშვი ძალზე ატირდა), გააჯოგუ ძალამქ (ძალიან შესძულდა). ვერქ ძალამქ ქათამა ცუ (ძალიან მომინდა), დააკორდუ ძალამქ (ძალიან დააკლდა), ნოსაქ ძალამქ აცუ (რძალი კარგი (ძალიან) შეხვდა)

ყურადსაღებია ისიც, რომ ძალამქ ფორმა იხმარება ჩვენ მიერ მოყვანილ ზმნიზებთან მხოლოდ II სერიის მწკრივებში. საკმარისია სათანადო ზმნა გადაეყვანათ სხვა სერიის მწკრივებში, რომ ძალამქ-ის ნაცვლად მივიღოთ ძალამს ან ძალამი ფორმები.

სანიმუშოდ ავიღოთ ერთი ზმნა.

### II სერია

ძალამქ ახიოლუ თის თიქ (ძალიან გაუხარდა მას ის მან)

ძალამქ ახიოლას თის თიქ (ძალიან გაუხარდეს მას ის მან)

### I სერია

ძალამს|ძალამი ოხიოლუ თის თინა (ძალიან უხარია მას ის)

ძალამს|ძალამი ოხიოლუდუ თის თინა (ძალიან უხაროდა მას ის)

ძალამს|ძალამი ოხიოლუდას თის თინა (ძალიან უხაროდეს მას ის)

ძალამს|ძალამი ახიოლუ(ნ)ი თის თინა (ძალიან გაუხარდება მას ის)

ძალამს|ძალამი ახიოლუდას თის თინა (ძალიან გაუხარდებოდას მას ის)

ძალამს|ძალამი ოხიოლუდუკო თის თინა (ძალიან ხარებოდა მას ის)

### III სერია

ძალამი|ძალამს ხიოლებუ თის თინა (ძალიან ხარებია მას ის)

ძალამი|ძალამს ხიოლებუდუკო თის თინა (ძალიან ხარებოდა მას ის)

ძალამი|ძალამს ხიოლებუდას თის თინა (ძალიან ხარებოდეს მას ის).

დავაკვირდეთ მორფოლოგიურ (გრამატიკულ) სუბიექტს მეგრულში. იგი I და III სერიის მწკრივთა ფორმებში მოცემულ ზმნას სახელობითში შეეწყობა (თინა „ის“), ხოლო II სერიისაში — ერგატივში (თიქ „მან“): ობიექტი კი ბრუნვაუცვლელია (მიცემითშია).

ზმნიზედა ხომ შემასმენელთან (ზმნასთან) დაკავშირებული ფორმაუცვლელი სიტყვაა და რატომ უნდა იცვლიდეს იგი ფორმას სერების მიხედვით? ხომ არ არსებობს კავშირი გრამატიკულ სუბიექტსა და ამჟამად ზმნიზედის ფუნქციით მოვლენილ ძალამქ სიტყვას შორის? და თუ არსებობს, კონკრეტულად რაში გამოიხატება იგი?

ჩვენი აზრით, ძალამქ|ძალამქ|ძალამქ ფორმები ამჟამად ზმნიზედაა, რადგანაც ზმნას უკავშირდება და ვითარების გარემოებას გადმოსცემს, მაგრამ უფრო აღრეულ საფეხურზე იგი ზედსართავი სახელი იყო. უკავშირდებოდა არსებით სახელს და მასთან შეთანხმებულ მსაზღვრელს წარმოადგენდა. უფრო გვიან ძალამ ფუძე დაუკავშირდა ზმნას (შემასმენელს), რამდენადაც მან იკისრა ვითარების გარემოების აღნიშვნის მოვალეობა. ფუნქციის ცვლას მაშინვე არ მოჰყოლია ფორმის ცვლა. სახელი რომ ზმნიზედად გადაიქცევა, მას გაუქვევდება სათანადო ბრუნვის ფორმა. როგორც ჩანს, აღვერბიალიზაციის პროცესი ჯერ კიდევ არაა დამთავრებული ძალამ ფუძის შემდეგ ზმნიზედებში, წინააღმდეგ შემთხვევაში ჩვენ არ გვექნებოდა სხვადასხვა ბრუნვის სახით წარმოდგენა ხსენებული ფუძისაგან ნაწარმოები ძალამ-ი, ძალამ-ქ და ძალამ-ს ზმნიზედებისა.

მეგრულში კიდევ აღმოჩნდა ორი სიტყვა, რომელიც ვითარების გარემოებას აღნიშნავს და II სერიის მწკრივებში დასმულ ზმნა-შემასმენელთან ერგატივის ნიშნის (-ქ) წარმოგვიდგენს. ეს სიტყვებია ნაბეტანიქ (მეტისმეტად) და დიდიქ. მაგალითები: ბეგოს ნაბეტანიქ ეწყინუ (ბეგოს ძალიან ეწყინა) (161, გვ. 99), ექ დიდიქ ახიოლ (ეს ამან) დიდად გაუხარდა (161, გვ. 193).

სხვათა შორის, სიტყვა ნამეტანი ქართულშიც იხმარება როგორც განსაზღვრების, ისე გარემოების ფუნქციით. წინადადებაში ნამეტანი აღერსი აფუქებს ყმაწვილსო (171, გვ. 1326), სიტყვა ნამეტანი მსაზღვრელადაა ნახმარი — უკავშირდება ქვემდებარეს და განსაზღვრავს მას. გარემოებას აღნიშნავს იგივე სიტყვა წინადადებაში — ნამეტანი-კი გამწარდება საწყალი (71, გვ. 1326) — ვითარების გარემოებაა, რადგანაც შემასმენელთანა დაკავშირებული და უბასუხებს კითხვაზე — როგორ გამწარდება?

დავასკენით, რომ ძალიან-ძალამ და მის მსგავს სიტყვებში სახელსა და ზმნას შორის მერყეუდ ფუძეებთან გვაქვს საქმე; ეს სიტყვები მსაზღვრელებია, თუ სახელებს დაუკავშირდება და ვითარების გარემოებაა. ალ ზმნასთან (შემასმენელთან) იქნება კავშირში.

ა. ჰუშინის სახელობის  
თბილისის სახელმწიფო პედაგოგიური ინსტიტუტი  
(შემოვიდა 4.12.1968)

ЯЗЫКОЗНАНИЕ

Г. Н. КАЧАРВА  
ОБ ОДНОЙ НЕИЗВЕСТНОЙ ФУНКЦИИ ЭРГАТИВА  
В ЗАНСКОМ ЯЗЫКЕ

Резюме

Эргатив (госр. повествовательный падеж) занимает особое место в системе склонения иберийско-кавказских языков. В грузинском языке эргатив является падежом субъекта, но не со всеми глаголами [1].

В занском языке эргатив имеет более широкое поле действия, но в разных диалектах упомянутого языка употребление эргатива зиждется не на одинаковых принципах. Например, в чанском диалекте субъект стоит в эргативе, если сказуемое — переходный глагол независимо от ряда (resp. времени и наклонения) глагола. В мегрельском же диалекте занского языка субъект стоит в эргативе, если глагол-сказуемое находится в рядах второй серии независимо от переходности-непереходности его [3].

В настоящей работе рассмотрены примеры из мегрельского диалекта, в которых слово в эргативе выполняет функцию обстоятельства образа действия (например, *zalamk eçqinu* 'очень обиделся', *nabeṭank axiolu* 'очень обрадовался').

Как выясняется, мегрельские слова *zalami*, *nabeṭani*, *didi* ('очень', 'сильно') по происхождению являются именами прилагательными, но в данный момент обозначают обстоятельство образа действия не со всеми сказуемыми (глаголами), а с *verba sentiendi* и только в рядах второй серии.

LINGUISTICS

G. N. KACHARAVA

 ON ONE UNKNOWN FUNCTION OF THE ERGATIVE CASE  
 IN THE ZANIAN LANGUAGE

Summary

Analysis is made of examples from the Megrelian dialect of the Zanian language in which the word in the Ergative case has the function of adverbial modifier of manner (e. g. *zalamk eçqinu* 'He was very offended', *nabeṭank axiolu* 'He was very glad').

The Megrelian words *zalami* ('very'), *nabeṭani*, *didi* ('greatly') prove to be adjectives as to their origin. In modern usage they have the function of adverbial modifiers of manner, but only with the sense verbs (*verba sentiendi*) in series II.

## ლიტერატურა—ЛИТЕРАТУРА—REFERENCES

1. ი. იმნაიშვილი. სახელთა ბრუნება და ბრუნვითა ფუნქციები ძველ ქართულში. თბილისი, 1957.
2. არნ. ჩიქობავა. თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის შრომები. XVIII, თბილისი, 1941.
3. არნ. ჩიქობავა. ერგატიული კონსტრუქციის პრობლემა იბერიულ-კავკასიურ ენებში. I. თბილისი, 1948.
4. И. Кишидзе. Грамматика мегрельского (иверского) языка с хрестоматией и словарем. СПб, 1914.
5. ს. ელენტი. ჭანური ტექსტები. არქაბული კოლოკევი. თბილისი, 1938.
6. შ. ხუბუა. მგერული ტექსტები. ტფილისი, 1937.
7. ქართული ენის განმარტებითი ლექსიკონი არნ. ჩიქობავას საერთო რედაქციით, ტ. V. თბილისი, 1958.

ИСТОРИЯ ТЕХНИКИ

К. Н. МЕЛИТАУРИ

НЕСКОЛЬКО ОБРАЗЦОВ ПЛОТНИЧЕСТВА В ДРЕВНЕЙ ГРУЗИИ

(Представлено академиком Г. А. Меликишвили 23.11.1968)

Большой курган «Гадачрили гора» на плато Бедени в Тетрицкаройском районе, изученный археологически в 1966 г. Г. Гобеджишвили и датированный концом III и началом II тысячелетий до н. э., содержал деревоземляную погребальную камеру [1].

В конструкции камеры привлекают внимание два вкопанных вершинами в землю столба, несших в свое время перекрытие камеры и земляной навал кургана. На этих столбах лежали поперечные бревна, а на них — пара коньковых бревен, несших накат перекрытия (табл. I). С целью плотной связи столбов с поперечинами сверху столбов сделаны прямоугольные вырезы шириной 20 см, в которые всажены средние части поперечин («тавхе»). Необходимость широкого выреза плотной насадки толстого поперечного бревна вынудила плотников обернуть столб комлем вверх и осуществить надежное перекрытие камеры, несущее огромную нагрузку навала земли. Эта конструкция плотничества конца III тысячелетия до н. э. фиксируется в Грузии впервые и, как нам кажется, обернутый в силу необходимости комлем вверх столб впоследствии послужил основанием для создания поразительного разнообразия художественных решений столбов — «деда бодзи» в «дарбазом» строительстве средневековой Грузии [2].

Но главное, что камера кургана «Гадачрили гора» сохранила еще обломки четырехколесного экипажа, из которых лучше сохранились одно из колес и дышло (табл. II, 1, 2). В 1967 г. Г. Гобеджишвили на Бедени же раскопал второй, малый курган более позднего времени, содержащий части четырехколесного экипажа, не бывшие, однако, в употреблении, как обнаруженные в предыдущем кургане. Кроме колес, здесь сохранились задняя ось и часть задней поперечины (табл. II, 3, 4). Идентичность конструкций и размеров колес обоих курганов, говорящая об однотипности самих экипажей, дает возможность на всем этом наборе деталей представить приблизительную конструкцию самого экипажа.

Размеры камеры большого кургана, в частности расстояние между столбами, определили междуосевое расстояние в 200—230 см, которое давало бы возможность поместить кузов экипажа с колесами между столбами камеры (табл. III). Наличие возле обеих лопастей задней оси (3) по паре гнезд нагелей (18) определило жесткую конструкцию кузова, а также расположение грядок (6) экипажа и ширину са-

мих грядок в 27 см (расстояние между гнездами нагелей 10,4 см + диаметры нагелей 2×3,5 см + расстояние нагеля до края доски грядки приблизительно 2×5 см). Путем скрепления грядок парами нагелей (17) с задней осью, а с передней с подушкой (8) даже одним нагелем (17) составлялась жесткая рама кузова. После заделки свободного пространства между грядками одной очень широкой доской (49 см) или двумя скрепленными шпонками досками получалось днище (10) кузова. Посередине задней оси, чуть левее от центра, имеется вырез 15×2 см, куда врубалась дрога (7), имевшая, видимо, изогнутость и сечение 15×4 см. Установив переднюю ось (5) между подушкой (8) и дорогой (7), а затем продев в них шкворень (9), имеющий вид деревянного болта с головкой книзу, и туго расклинив его в днище и подушке, создавали жесткую конструкцию экипажа с вращающейся передней осью. Передняя ось бралась аналогично задней, только несколько шире и выше ее с учетом ослабления последней отверстием шкворня, заделкой двух пальцев дышла (2) и наличием вблизи лопастей (14) двух отверстий (19) для крепления ремнями вальков конной упряжки. Колеса (1) массивные, дубовые, состоящие из трех частей, скрепленных скрытыми шпонками (16), которые после сборки колеса, образовывали подобие «пирона в виде ласточкиного хвоста». Насаженная на конец оси (13) ступица (12) закреплялась чекой (15).

Обнаруженная раскопками задняя поперечина (4) наклоном отворота определила легкий уклон бортов кузова наружу, давший возможность восстановить каркас кузова (11), используя грузинский этнографический материал [3]. Высота кузова должна была быть около 130 см (на чертеже показана меньше), а борты, видимо, были заделаны плетенкой из прутьев кизила («ласти»), применяемой в Грузии и поныне (для наглядности на чертеже не показаны). Эти плетеные борты, видимо, были закреплены на каркасе кожаными тесьмами снаружи. От времени кожа истлела, а плетенные борты отвалились и очутились между колесами и кузовом. При дальнейшем разрушении колесо опрокинулось вовнутрь и захлопнуло часть плетенки, отдельные прутья которой, при раскопках обнаружили под колесом большого кургана. Ширина кузова экипажа определяется довольно точно и составляет снаружи 107 см, а изнутри, лишь 80 см. Что же касается длины кузова, то она составляла около 290 см. Как видим, полезная ширина кузова в 80 см не была удобна для переброски груза и хозяйственной работы. Большая высота колес, немного меньше человеческого роста, также не была надежной для перевозки больших тяжестей. В камере большого кургана Бедени находились два человеческих скелета, при этом один располагался возле восточного столба камеры, к которому был прислонен еще и прямоугольный щит с заостренным низом (высота щита 65 см, ширина 45 см), с дощатой внутренней и обшитой войлоком наружной сторонами. Скелет находился возле передка экипажа, он принадлежит юноше, которого следует признать возницей, со ши-

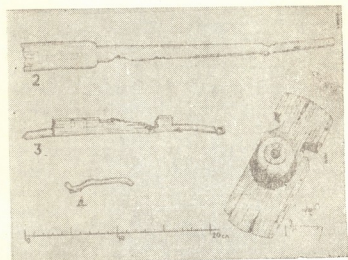
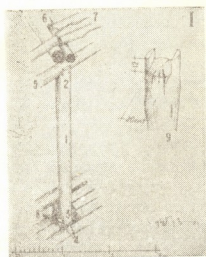


Табл. I. Перекрытие камеры кургана „Гадачрили гора“: 1—столб („деда Содан“); 2—комель; 3—вершина; 4—деревянные клинья; 5—погережина (тавхе); 6—коньковая пара; 7—накат; 8—настил из бревен и пласти; реконструкция автора

Табл. II. Детали колесницы 1—колесо и 2—дышло из кургана „Гадачрили гора“; 3—задняя ось и 4—задняя поперечина из малого кургана; обмеры автора

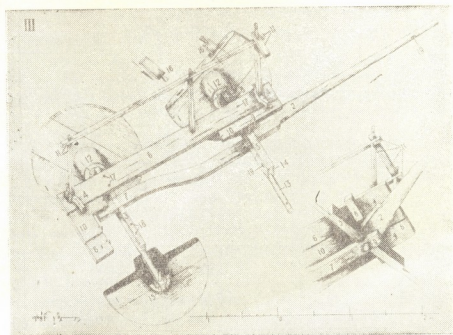


Табл. III. Аксонометрический разрез колесницы и деталь передка с видом снизу: 1—колеса; 2—дышло; 3—задняя ось; 4—поперечины; 5—передняя ось; 6—грядки; 7—дрога; 8—подушка; 9—шкворень; 10—днище; 11—каркас кузова; 12—ступица; 13—конец оси; 14—лопасть оси; 15—чека; 16—шпонки, расклинивающиеся при сборке колеса; 17—нагели; 18—гнезда нагелей; 19—отверстия для прикрепления ремней; реконструкция автора

том, что как нельзя лучше отвечает всем характерным чертам четырехколесных колесниц, изображенных на штандарте из Ура, конца IV и начала III тысячелетий до н. э. «В кузове этой древнейшей колесницы находились только два человека — кучер и воин, вооруженный метательным копьем» [4].

Таким образом, в конце III тысячелетия до н. э. в Грузии, в Квемо Картли, применялись четырехколесные боевые колесницы, о чем говорят бывшие в употреблении детали экипажа большого кургана Бедени. В запряженной конями четырехколесной боевой колеснице находились воин, вооруженный метательными копьями — «цатеби» («цати» — дреколье), и возница со щитом. Что же касается вождя то он выступал всадником. Нам кажется, что умершего вождя потому-то и несли на носилках, к месту погребения в сопровождении колесницы, воинов и народа. По этой же причине в погребальной камере носилки поместили не на колесницу, а перед ней, на полу камеры. В последующее время колесница потеряла боевое и символическое значение и ее уже не изготовляли при жизни вождя как необходимую принадлежность; ее изготовляли лишь после его смерти для помещения в погребальной камере, притом наспех и небрежно, о чем красноречиво говорит материал раскопок 1967 г. малого кургана Бедени.

Академия наук Грузинской ССР  
 Институт истории, археологии и этнографии  
 им. Д. Джавахишвили

(Поступило 26.11.1968)

ბედენის ისტორია

ა. მელითაური

ხითხურობის რამდენიმე ნიმუში ძველ საქართველოში

რეზიუმე

განხილულია მზიდავი ბოძის თავდაღმა დასმისა და ოთხთვლიანი საბრძოლო ეტლის საკითხი ძ. წ. III ათასწლეულის მიწურულისათვის.

HISTORY OF ENGINEERING

K. N. MELITURI

SOME SAMPLES OF CARPENTRY IN OLD GEORGIA

Summary

The questions of rooting the carrying wooden pillar in the ground by the top and of the four-wheeled chariot in the 3rd millennium B.C. are considered.

ლიტერატურა—ЛИТЕРАТУРА—REFERENCES

1. Г. Гобеджишвили. Друзья памятников культуры. Тбилиси, 12, 1957, 13—22.
2. Л. Сумбадзе. Грузинские дарбази. Тбилиси, 1960, 23—32, табл. 3—5, 22.
3. М. Гегешидзе. Грузинский народный транспорт, I — сухопутные средства перевозки. Тбилиси, 1956, 157—176.
4. Н. Лурье, К. Ляпунова, М. Матье, Б. Пиотровский, Н. Флитнер. История техники древнего Востока. М., 1940, 119—120, рис. 81.



რითვე უნდა შემოიფარგლოს ნახევარწრით ნიშნაკებიც (ინდექსები და ხარისხის მიჩვენებლები). რეზიუმეები წარმოდგენილ უნდა იქნეს ცალ-ცალკე ფურცლებზე, წერილში არ უნდა იყოს ჩასწორებები და ჩამატებები ფაქტობრივ ან მელნივით.

9. დამოწმებული ლიტერატურა უნდა დაიბეჭდოს ცალკე ფურცლებზე. საჭიროა, დაეცეს იქნეს ასეთი თანმიმდევრობა: ავტორის ინიციალები, გვარი. თუ დამოწმებულია საეუროპო შრომა, გუჩვენეთ ეუროპის შემოკლებული სახელწოდება, ტომი, ნომერი, გამოცემის წელი. თუ დამოწმებულია წიგნი, აუცილებელია გუჩვენოთ მისი სრული სახელწოდება, გამოცემის ადგილი და წელი. თუ ავტორი საჭიროდ მიიჩნევს, ბოლოს შეუძლია გვერდების ნუმერაციაც უჩვენოს. დამოწმებული ლიტერატურა უნდა დალაგდეს არა ანბანური წესით, არამედ დამოწმების თანმიმდევრობით. ლიტერატურის მისათითებლად ტექსტსა თუ შენიშვნებში კვლავ რატულ ფრჩხილებში ნაჩვენებია უნდა იყოს შესაბამისი ნომერი დამოწმებული შრომისა. არ შეიძლება დამოწმებული ლიტერატურის ნუსხაში შევიტანოთ ისეთი შრომა, რომელიც ტექსტში მითითებული არ არის. ასევე არ შეიძლება გამოუქვეყნებელი შრომის დამოწმება. დამოწმებული ლიტერატურის ბოლოს ავტორმა უნდა მოაწეროს ხელი, აღნიშნოს, სად შეუშაბს და რა თანამდებობაზე, უჩვენოს თავისი ზუსტი მისამართი და ტელეფონის ნომერი.

10. „მოამბეში“ გამოქვეყნებული ყველა წერილის მოკლე შინაარსი იბეჭდება რეფერატულ ჟურნალებში. ამიტომ ავტორმა წერილთან ერთად აუცილებლად უნდა წარმოადგინოს მისი რეფერატი რუსულ ენაზე (ორ კალად).

11. ავტორს წასაკითხად ეძლევა თავისი წერილის გვერდებად შერეული კორექტურა მკაცრად განსაზღვრული ვადით (არაუმეტეს ორი დღისა). თუ დადგენილი ვადისათვის კორექტურა არ იქნა დაბრუნებული, რედაქციას უფლება აქვს შეაჩეროს წერილის დაბეჭდვა ან დაბეჭდოს იგი ავტორის ვიზის გარეშე.

12. ავტორს უფასოდ ეძლევა თავისი წერილის 25 ამონაბეჭდი.

(დამტკიცებულია საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის პრეზიდიუმის მიერ 10.10.1968; შეტანილია ცვლილებები 6.2.1969)

რედაქციის მისამართი: თბილისი 60, კუტუბოვის ქ. № 15; ტელ. 37-22-16; 37-93-42

ხელმოწერის პირობები: ერთი წლით—12 მან.

## 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 утверждён 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, приво-

(Продолжение см. на 4-й странице обложки)

димой в конце статьи, не должен превышать четырех страниц журнала (3000 типографских знаков), или семи стандартных страниц машинописного текста, отпечатанного через два интервала (статьи же с формулами—шести 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 и в таких размерах, чтобы даже в случае уменьшения они оставались отчетливыми. Подписанные подписи, сделанные на языке основного текста, должны быть представлены на отдельном листе. Не следует приклеивать фото и чертежи к листам оригинала. На полях оригинала автор отмечает карандашом, в каком месте должна быть помещена та или иная иллюстрация. Не должны представляться таблицы, которые не могут уместиться на одной странице журнала. Формулы должны быть четко вписаны чернилами в оба экземпляра текста; под греческими буквами проводится одна черта красным карандашом, под прописными—две черты черным карандашом, над строчными—также две черты черным карандашом. 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 списках 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 (в 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 отписок статьи.

Адрес редакции: Тбилиси 60, ул. Кутузова, 15, телефон 37-22-16, 37-93-42

Условия подписки: на год—12 руб.