



საქართველოს სსრ  
მეცნიერებათა აკადემიის

**მოაზგა**

**СООБЩЕНИЯ**

АКАДЕМИИ НАУК  
ГРУЗИНСКОЙ ССР

**BULLETIN**

OF THE ACADEMY OF SCIENCES  
OF THE GEORGIAN SSR

ტომი 59 ტომ

№ 2

აგვისტო 1970 ავგუსტ

თბილისი \* თბილისი \* TBILISI

საქართველოს სსრ  
მეცნიერებათა აკადემიის

**მოაზგე**

**СООБЩЕНИЯ**

АКАДЕМИИ НАУК  
ГРУЗИНСКОЙ ССР

**BULLETIN**

OF THE ACADEMY OF SCIENCES  
OF THE GEORGIAN SSR

ტომი 59 ტომ

№ 2

აგვისტო 1970 ავგუსტ

თბილისი \* თბილისი \* TBILISI

11.311

ს ა რ ე დ ა კ ტ ო რ ი კ ო ლ ე გ ი ა

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

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

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

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

ხელმოწერილია დასაბეჭდად 8.9.1970; შეკვ. № 1844; ანაწყობის ზომა 7×12; ქალაქის ზომა 70×108; ფიზიკური ფურცელი 16; საარტიცხო-საგამომცემლო ფურცელი 18,5; ნაბეჭდი ფურცელი 22,4; უე 01401; ტირაჟი 1650

\* \* \*

Подписано к печати 8.9.1970; зак. № 1844; размер набора 7×12; размер бумаги 70×108; физический лист 16; уч.-издательский лист 18,5; печатный лист 22,4; УЭ 01401; тираж 1650

\* \* \*

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

\* \* \*

საქ. სსრ მეცნიერებათა აკადემიის სტამბა, თბილისი, 60, კუტუზოვის 15  
Типография Академии наук ГССР, Тбилиси, 60, ул. Кутузова, 15

შ ო ბ ა ა რ ს ი — С О Д Е Р Ж А Н И Е — C O N T E N T S

მათემატიკა—МАТЕМАТИКА—MATHEMATICS

Ш. Е. Микеладзе (академик АН ГССР). Разрывные решения обыкновенных дифференциальных уравнений	269
*შ. მიქელაძე (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი). ჩვეულებრივ დიფერენციალურ განტოლებათა წყვეტლა ამონახსნები	272
*Sh. E. Mikeladze. Discontinuous solutions of ordinary differential equations	272
Я. Г. Беркович, В. М. Погребинский. Конечные группы, у которых все вторые максимальные подгруппы имеют инвариантные $p$ -дополнения	273
*ი. ბერკოვიჩი, ვ. პოგრებინსკი. სასრული ჯგუფები, რომელთა ყველა მეორე მაქსიმალურ ქვეჯგუფებს აქვთ ინვარიანტული $p$ -დამატებანი	276
*Y. G. Berkovich, V. M. Pogrebinski. Finite groups in which all second maximal subgroups have invariant $p$ -complements	276
К. В. Манджгаладзе. Непараметрическая оценка критической области Неймана—Пирсона	277
*ქ. მანჯგალაძე. ნეიმან—პირსონის კრიტიკული არის არაპარამეტრული შეფასება	280
*K. V. Manjgaladze. Nonparametric estimation of Neumann-Pearson critical region	280
Г. Е. Ткебучава. О порядке роста степеней лакунарного алгебраического базиса в пространстве $C(0, 1)$	281
*გ. ტყებუჩავა. $C(0, 1)$ სივრცეში ლაკუნარული ალგებრული ბაზისის ხარისხის ზრდის რივის შესახებ	283
*G. E. Tkebuchava. On the order of the growth of powers of lacunar algebraic basis of the space $C(0, 1)$	283
Н. А. Берикашвили. К теории гомотопий непрерывных отображений	285
*ნ. ბერიკაშვილი. უწყვეტ ასახვათა ჰომოლოგიის თეორიის შესახებ	286
*N. A. Berikashvili. On the homology theory of continuous maps	286
О. А. Глонти. Линейная фильтрация, интерполяция и экстраполяция стационарных последовательностей с дробно-рациональной спектральной плотностью	289
*ო. ლონტი. წილად-რაციონალურ სექტორალურ სიმკვრივიან სტაციონარული მიმდევრობების წრფივი ფილტრაცია, ინტერპოლაცია და ექსტრაპოლაცია	291
*O. A. Glonti. Sequential linear filtration, interpolation and extrapolation for stationary sequences with fractionally-rational spectral density	292

\* ვარსკვლავით აღნიშნული სათაური ექვთენის წერის რეზიუმეს.

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

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

## მათემატიკა—МЕХАНИКА—МЕCHANICS

- М. Г. Калабегашвили. Об оптимальном проектировании круговых цилиндрических оболочек 293
- \*მ. ყალაბეგაშვილი. წრიული ცილინდრული გარსის ოპტიმალური დავეგმარებას შესახებ 296
- \*M. G. Kalabegashvili. On the optimum design of circular cylindrical shells 296

## კიბერნეტიკა—КИБЕРНЕТИКА—CYBERNETICS

- А. Г. Мамиствалов. Об основной теореме моментных инвариантов 297
- \*ა. მამისტვალოვი. მომენტთა ინვარიანტებს ძარათად თეორემას შესახებ 300
- \*A. G. Mamistvalov. On the fundamental theorem of moment invariants 300
- С. Б. Файн, Г. Л. Тауглих, З. Ш. Кипшидзе. О весеом полиномиальном коде, исправляющем ошибки 301
- \*ს. ფაინი, გ. ტაუგლიხი, ზ. ყიფშიძე. შეცდომას გამწვარებელი წონითი პოლინომიალური კოდის შესახებ 303
- \*S. B. Fain, G. L. Tauglikh, Z. Sh. Kipshidze. On an error-correcting weight polynomial code 303
- В. В. Чавчанидзе (член-корреспондент АН ГССР). К теории квантово-волновых автоматов 305
- \*ვ. ჭავჭანიძე (საქართველოს სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი). კვანტურ-ტალღური ავტომატების თეორიისათვის 308
- \*V. V. Chavchaniidze. On the theory of quantum-wave automata 308
- Т. Н. Сухиашвили. Алгоритм целочисленного линейного программирования 309
- \*თ. სუხიასვილი. მთელი რიცხოვანი წრფივი პროგრამირების ალგორითმი 311
- \*T. N. Sukhiashvili. Algorithm of integer linear programming 311

## ფიზიკა—ФИЗИКА—PHYSICS

- З. С. Качлишвили, К. Х. Асратян. Низкотемпературный пробой в полупроводниках с учетом возбуждения атомов нейтральной примеси 313
- \*ზ. ჭაჩლიშვილი, კ. ასრატიანი. დაბალტემპერატურული გარღვევა ნაზევარგამტარებში ნეიტრალური მინარევის ატომთა აღგზნების გათვალისწინებით 315
- \*Z. S. Kachlishvili, K. Kh. Asratyan. A low temperature breakdown in semiconductors with allowance for excitation of neutral impurity atoms 315

## გეოფიზიკა—ГЕОФИЗИКА—GEOPHYSICS

- М. С. Гелашвили. Регуляризация в задаче определения нормальной производной силы тяжести 317
- \*მ. გელაშვილი. რეგულარიზაცია სიმკვრივის ძალის ნორმალური წარმოებულის განსაზღვრის ამოცანაში 320
- \*M. S. Gelashvili. Regularization in the problem of determination of normal derivative of gravity 320
- Л. С. Чоторлишвили. Распространение пассивной примеси в турбулентной среде от мгновенного линейного источника 321
- \*ლ. ჭოტორლიშვილი. მყისა წრფივი წყაროდან პასიური ნარევის გავრეცელება ტურბულენტურ გარემოში 324
- \*L. S. Chotorlishvili. Distribution of passive impurity in turbulent medium from an instantaneous linear source 324

ანალიზური ქიმია—АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ—  
 ANALYTICAL CHEMISTRY

- Д. И. Эристави (член-корреспондент АН ГССР), В. Д. Эристави, Ш. А. Кекелия. Отделение бериллия от никеля, меди, алюминия и железа с помощью карбонатной формы анионита АВ-17 325
- \*დ. ერისთავი (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი), ვ. ერისთავი, შ. კეკელია. ბერილიუმის დაკლება ანიონიტის АВ-17-ის კარბონატული ფორმით ნიკელის, სპლენძის, ალუმინისა და რკინისაგან 328
- \*D. I. Eristavi, V. D. Eristavi, Sh. A. Kekelia. Separation of berilium from nickel, copper, aluminium and iron by using АВ-17 328
- И. Г. Григорьев, Н. М. Фролов, М. Л. Санодзе. Новый безэлектродный высокочастотный источник низкотемпературной плазмы и его использование в спектральном анализе 329
- \*ი. გრიგორიევი, ნ. ფროლოვი, მ. სანოძე. ახალი არაელექტროდული მაღალ-სიხშირიანი პლაზმის წყარო და მისი გამოყენება სპექტრალურ ანალიზში 332
- \*I. G. Grigoriev, N. M. Frolov, M. L. Sanodze. A new electrodeless high-frequency source of low-temperature plasma and its use in spectral analysis 332

ორგანული ქიმია—ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ—  
 ORGANIC CHEMISTRY

- Д. Д. Гвердцители, В. П. Литвинов. О строении продуктов циклизации и последующего восстановления о-2-дибензофеноилбензойной кислоты 333
- \*დ. გვერდწითელი, ვ. ლიტვინოვი. o-2-დობენზოფენოილბენზოის მჟავას ციკლიზაციითა და შემდგომი აღდგენით მიღებული პროდუქტების აგებულების შესახებ 336
- \*D. D. Gverdtsiteli, V. P. Litvinov. On the structure of the products of cyclization and further reduction of the o-2-dibenzothenoylbenzoic acid 336

ფიზიკური ქიმია—ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ—  
 PHYSICAL CHEMISTRY

- Г. Р. Натрошвили.  $\gamma$ -радиолиз водных растворов сульфиды натрия 337
- \*გ. ნატროშვილი. ნატრიუმის სულფიდის წყალხსნარების  $\gamma$ -რადიოლიზი 339
- \*G. R. Natroshvili.  $\gamma$ -radiolysis of aqueous solutions of sodium sulphide 339

ელექტროქიმია—ЭЛЕКТРОХИМИЯ—ELECTROCHEMISTRY

- Р. К. Кваратхелия. О „H-эффекте“ при восстановлении нитрат-иона на ртутном катоде 341
- \*რ. კვარაცხელია. ვერცხლწყლის კათოდზე ნიტრატ-იონის აღდგენისას არსებულ „pH-ეფექტის“ შესახებ 344
- \*R. K. Kvaratskhelia. On the „H-effect“ under the reduction of nitrate-ion on the mercury cathode 344

ქიმიური ტექნოლოგია—ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ—  
 CHEMICAL TECHNOLOGY

- К. С. Кутателадзе (член-корреспондент АН ГССР), И. Г. Хизанишвили, Ц. П. Цанава. Изменение свойств глазурей, полученных на основе эфедрина при замещении его смесью материалов идентичного состава 345

- \*ქ. ქუთათელაძე (საქართველოს სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი), ი. ხანშიველი, ც. ცანავა. ანდეზიტის ჩიქურების თვისებების ცვლილება ანდეზიტის შეცვლისას იდენტური შემადგენლობის ნივთიერებათა ნარევით 347
- \*K. S. Kutateladze, I. G. Khizanishvili, Ts. P. Tsanava. Property change of andesite glazes when andesite is replaced by a substance mixture of identical composition 347
- ფარმაცოქიმია—ФАРМАКОХИМИЯ—PHARMACEUTICAL CHEMISTRY**
- Л. В. Адеишвили, В. С. Бостоганашвили, Р. М. Пиняжко. Спектрофотометрическое определение хиноцида, хлоридина и бигумала в ультрафиолетовой области спектра 349
- \*ლ. ადეიშვილი, ვ. ბოსტოგანაშვილი, რ. პინიაჟკო. ქინოციდას, ქლორიდინისა და ბიგუმალის სპექტროფოტომეტრული განსაზღვრა სპექტრის ულტრაიისფერ არეში 351
- \*L. V. Adeishvili, V. S. Bostoganashvili, R. M. Pinyazhko. Spectrophotometric determination of quinocide, chloridine and bigumal in the ultraviolet region of spectrum 351
- ფიზიკური გეოგრაფია—ФИЗИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ—PHYSICAL GEOGRAPHY**
- შ. ჯაეახიშვილი. ნალექების წლიური ჯამების განაწილება საქართველოში 353
- \*შ. ი. Джавахишвили. Территориальное распределение годовых сумм атмосферных осадков в Грузии 356
- \*Sh. I. Javakhishvili. Territorial distribution of annual precipitation sums in Georgia 356
- М. Г. Бокерия. Температурно-ветровой режим высокогорной зоны Кавкасиони (Еольшой Кавказ) 357
- \*მ. ბოკერია. ტემპერატურისა და ქარის სიჩქარის რეჟიმი კავკასიონის მაღალმთიან ზონაში 359
- \*M. G. Bokeria. Temperature and wind regime in the high Kavkasioni (the greater Caucasus) 359
- ვ. ქეიშვილი. ცივ-გომბორის ქედის რელიეფის განვითარებას ისტორიასათვის 361
- \*ვ. ი. Чейшвили. К истории развития рельефа Цив-Гомборского хребта 363
- \*V. I. Cheishvili. On the history of the development of the relief of the Tsvi-Gombori ridge (eastern Georgia) 363
- ეკონომიური გეოგრაფია—ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ—ECONOMIC GEOGRAPHY**
- Р. И. Кверенчкиладзе. Проблема обеспечения района транспортной сетью 365
- \*რ. კვერენჩილაძე. რაიონის სატრანსპორტო ქსელათ უზრუნველყოფის პრობლემა 367
- \*R. I. Kverenchkhiladze. The problem of providing the countryside with a transport network 368
- გეოლოგია—ГЕОЛОГИЯ—GEOLOGY**
- И. П. Гамкрелидзе. О первичной трещиноватости пород Триалетского хребта и ее роли в процессе деформации 369
- \*ი. გამყრელიძე. თრიალეთის ქედის ამგება ქანების პირველადი ნაპრალოვნებასა და მისა როლის შესახებ დეფორმაციის პროცესში 371

- \*I. P. Gamkrelidze. On the primary jointing of the Trialeti range rocks and its role in the deformation process 372
- Ц. И. Сванидзе. Новые данные о верхнеюрской флоре Грузии 373
- \*ც. სვანიძე. ახალი მონაცემები საქართველოს ზედაიურული ფლორის შესახებ 374
- \*Ts. I. Svanidze. New data on the Upper Jurassic flora of Georgia 375

## პეტროლოგია—ПЕТРОЛОГИЯ—PETROLOGY

- И. И. Кикнадзе. О явлениях калишпатизации в гипабиссальных интрузивах основного состава бассейна р. Кубани 377
- \*ი. კიკნაძე. კალიშპათიზაციის მოვლენები მდ. ყუბანის აუზის ჰიპაბისსურ ფუძე ინტრუზივებში 370
- \*I. I. Kiknadze. On the phenomena of potassium-spar formation in hypabyssal intrusives of the basic composition of the Kuban river system 379

სამშენებლო მექანიკა—СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА—  
STRUCTURAL MECHANICS

- ო. მხეიძე. განზოგადებულ დრეკად ფუძეზე მდებარე ცვლადი სისქის რგოლური ფირფიტების ღუნვა 381
- \*ო. მ. მხეიძე. Изгиб кольцевых плит переменной толщины на обобщенном упругом основании 384
- \*O. M. Mkhaidze. The bending of annular plates of variable thickness on a generalized elastic foundation 384

საბადოთა დაფუძავება და გაამდიდრება—РАЗРАБОТКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ И  
БОГАЩЕНИЕ—EXPLOITATION OF DEPOSITS AND CONCENTRATION

- Г. Т. Гасанов, Г. В. Габуния. О прогнозировании градиента давления нефтетгазопроявления на примере площади Тарибани Грузинской ССР 385
- \*გ. გასანოვი, გ. გაბუნია. ნავთობგაზგამოვლენების წნევის გრადიენტის პროგნოზირების შესახებ ტარიბნის ფართობის მაგალითზე 388
- \*G. T. Gasanov, G. V. Gabunia. On the prognosis of the oil-gas show pressure gradient on the Taribani area example (Georgian SSR) 388
- А. И. Берон, В. Д. Соловьев. Абразивность угля и метод ее оценки 389
- \*ა. ბერონი, ვ. სოლოვიოვი. ნახშირის აბრაზულობა და მისი შეფასების მეთოდი 391
- \*A. I. Beron, V. D. Soloviev. Coal abrasion and a method of its estimation 392

## მეტალურგია—МЕТАЛЛУРГИЯ—METALLURGY

- А. Д. Нозадзе, Р. В. Бединейшвили. Исследование рассогласования скоростного режима валков при непрерывной прокатке трубных заготовок 393
- \*ა. ნოზაძე, რ. ბედინეიშვილი. ვლინების ჩქარული რეჟიმის განთანხმების გამოკვლევა მიღწევალების უწყვეტ გლანვისას 396
- \*A. D. Nozadze, R. V. Bedineishvili. Investigation of misadjustment of high-speed regime of rolls during continuous rolling of skelps 396
- А. С. Вашакидзе, Г. С. Бегларшвили. Деформация металла при прокатке в многоугольных калибрах трубозаготовочных станов 397
- \*ა. ვაშაკიძე, გ. ბეგლარიშვილი. ლითონის დეფორმაცია მილსანამზადო დგანის მრავალკუთხოვან კალიბრებში გლანვისას 400



- \*A. S. Vashakidze, G. S. Beglarishvili. Metal deformation during rolling in multiangular passes of tube-billet mills 400
- М. Я. Дашевский, Г. В. Кукуладзе, М. С. Миргаловская. Получение однородных монокристаллов антимонида галлия 401
- \*მ. დაშევსკი, გ. კუკულაძე, მ. მირგალოვსკაია. გალიუმის ანტიმონიდის ერთგვაროვანი მონოკრისტალების მიღება 403
- \*M. Y. Dashevski, G. V. Kukuladze, M. S. Mirgalovskaya. Production of homogeneous single crystals of gallium antimonide 403

მანქანათმშენებლობა—МАШИНОВЕДЕНИЕ—  
MACHINE BUILDING SCIENCE

- О. С. Езикашвили, Г. Ш. Цинцадзе, Ц. Н. Кобахидзе. К вопросу определения пусковой и тормозной мощностей партионной сновальной машины 405
- \*ო. ეზიკაშვილი, გ. ცინცაძე, ც. კობახიძე. პარტიონული საქსელავი მანქანის გაშვებისა და დამუხრუჭების სიმძლავრეთა განსაზღვრის საკითხისათვის 408
- \*O. S. Ezikashvili, G. Sh. Tsintsadze, Ts. N. Kobakhidze. On the determination of the starting and braking capacities of a batch warping machine 408
- Р. Н. Гогитишвилл. О составных элементах трудоемкости капитального ремонта металлорежущих станков 409
- \*რ. გოგითიშვილი. ლითონსაჭრელი ჩარხების კაპიტალური რემონტის შრომატევადობის შემადგენელი ელემენტების შესახებ 412
- \*R. N. Gogitishvili. On the constituent elements of labour spent on capital repair of the metal-cutting machine 412

ჰიდროტექნიკა—ГИДРОТЕХНИКА—HYDRAULIC ENGINEERING

- Г. А. Гачечиладзе. Об уточнении зависимостей для турбулентного напряжения и дефицита скорости в плоском равномерном потоке 413
- \*გ. გაჩეჩილაძე. ბრტყელ თანაბარ ნაკადებში ტურბულენტური ჰინვისა და სიჩქარის დეფიციტის სანაგარიშო დამოკიდებულებათა დაზუსტების შესახებ 416
- \*G. A. Gachechiladze. On specifying dependencies for turbulent stress and velocity deficit in two-dimensional uniform flow 416
- В. М. Чиквашвили. Гидравлика сопряжения потоков, сбрасываемых из поверхностного и глубинного водосбросов высоких плотин 417
- \*ბ. ჩიკვაშვილი. მაღალი კაშხალების ზედაპირული და სიღრმითი წყალსაგდებებიდან ვარდნილი ნაკადების შეუღლების ჰიდრავლიკა 420
- \*B. M. Chikvashvili. Hydraulics of joints of flows removed from surface and depth high-dam spillweirs 420

ელექტროტექნიკა—ЭЛЕКТРОТЕХНИКА—ELECTROTECHNICS

- В. Г. Начкебия. К вопросу об анализе работы схемы формирования импульсов на тиристорах 421
- \*ბ. ნაჭყებია. ტრისტორებზე აგებული იმპულსების მავორმირებელი სქემის ანალიზის საკითხისათვის 424
- \*B. G. Nachkebia. Analysis of work of thyristor pulse former scheme 424

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

- Н. Г. Харатишвили, И. М. Чхеидзе. О дискретном представлении дву-  
 мерного сообщения 425
- \*ნ. ხარათიშვილი, ი. ჩხეიძე. ორზომად შეტყობინებათა დისკრეტული სახით  
 წარმოდგენის შესახებ 428
- \*N. G. Kharatishvili, I. M. Chkheidze. On discrete representation of a  
 two-dimensional signal 428

ბინეტიკა და სელექცია—ГЕНЕТИКА И СЕЛЕКЦИЯ—  
 GENETICS AND SELECTION

- ვ. მოსაშვილი, ფ. ნიკურაძე. საფურა მიკროორგანიზმების გენეზისის საკო-  
 ხისათვის 429
- \*В. А. Мосашвили, Ф. Д. Никурадзе. К вопросу о генезисе дрожже-  
 вых микроорганизмов 431
- \*V. A. Mosashvili, F. D. Nikuradze. On the genesis of yeast microorga-  
 nisms 432

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

- В. М. Мосидзе, М. Л. Гугушвили. Влияние экстирпации теменных ассо-  
 циативных областей коры больших полушарий на краткосрочную память  
 собак 433
- \*ვ. მოსიძე, მ. გუგუშვილი. დიდი ტვინის თებმის ასოციაციური ველების მოცი-  
 ლების გავლენა ძალღების ხანმოკლე მეხსიერებაზე 435
- \*V. M. Mosidze, M. L. Gugushvili. Effect of the removal of the parietal  
 association areas of the cortex on short-term memory in dogs 436
- А. Р. Кезели. Влияние выключения зрительной функции на процесс обучения  
 и на долгосрочную условнорефлекторную память белых крыс 437
- \*ა. კეზელი. მხედველობითი ფუნქციის გამოთიშვის გავლენა თეთრი ვირთაგვების სწავ-  
 ლების პროცესსა და გრძელვადიან პირობითრეფლექსურ მეხსიერებაზე 439
- \*A. R. Kezeli. Effect of visual derivation on the process of learning and  
 long-term conditioned memory in albino rats 440
- Р. П. Кашакашвили, Д. Гонзалес Мартин. Изменения первичных  
 ответов при локальной аппликации к коре больших полушарий брома и  
 кофеина 441
- \*რ. ქაშაკაშვილი, დ. გონსალეს მარტინი. პირველადი პასუხების ცვლილება  
 დიდი ტვინის ქერქზე ბრომისა და კოფეინის ლოკალური აპლიკაციისას 444
- \*R. P. Kashakashvili, D. Gonsales Martin. Changes of primary res-  
 ponses evoked by local application of bromine and caffeine to the cerebral  
 cortex 444
- Т. Н. Ониани (член-корреспондент АН ГССР), П. П. Мольнар. Гиппокам-  
 пальные, неокортикальные и соматические эффекты раздражения ретикуляр-  
 ной формации во время различных фаз сна 445



- \*თ. ონიანი (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი),  
 პ. მოლნარი. მეზენცეფალური რეტოკულარული ფორმაციის გაღიზიანების საპა-  
 სუხოდ აღძრული ჰიპოკამპური, ნეოკორტიკალური და სომატური ევექტები ძილის  
 სხვადასხვა ფაზის დროს 448
- \*T. N. Oniani, P. P. Molnar. Hippocampal, neocortical, and somatic effects  
 of mesencephalic reticular stimulation during different phases of sleep in cat 448
- С. П. Нарикашвили (член-корреспондент АН ГССР), В. С. Арутюнов,  
 Т. Г. Татевосян. К характеристике нейронной активности ядер шва  
 продолговатого мозга 449
- \*ს. ნარიკაშვილი (საქართველოს სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი),  
 ვ. არუთიუნოვი, ტ. თათევოსიანი. მოგრძო ტვინის ნაქერის ბირთვის  
 ნეურონთა აქტივობის დახასიათებისათვის 452
- \*S. P. Narikashvili, V. S. Arutyunov, T. G. Tatevosyan. On the  
 characteristic of the unit activity in bulbar raphe nuclei 452

## ბიოფიზიკა—БИОФИЗИКА—BIOPHYSICS

- გ. მიქაძე. სხვადასხვა ტემპერატურაზე გადალექილი ჩონჩხის კუნთის მიოზინ *B*-ს  
 კუმშვადობა 453
- \*Г. В. Микадзе. Сократительные свойства препаратов миозина *B* поперечно-  
 полосатой мышцы, переосажденных при различной температуре 456
- \*G. V. Mikadze. Contractile properties of myosin *B* preparations in striated  
 muscle reprecipitated at different temperatures 456

## ბიოქიმია—БИОХИМИЯ—BIOCHEMISTRY

- С. В. Дурмишидзе (академик АН Грузинской ССР), Н. Н. Нутцубидзе.  
 Усвоение газообразного аммиака разными растениями 457
- \*ს. დურმიშიძე (საქართველოს სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი), ნ. ნუცუბიძე.  
 გაზისებური ამიაკის შეთვისება სხვადასხვა მცენარეების მიერ 459
- \*S. V. Durmishidze, N. N. Nutsubidze. Uptake of gaseous ammonia by  
 different plants 460

 მიკრობიოლოგია და ვირუსოლოგია—МИКРОБИОЛОГИЯ И ВИРУСОЛОГИЯ—  
 MICROBIOLOGY AND VIROLOGY

- В. В. Меунаргия, Э. Ш. Вардосанидзе. Использование иммунных лим-  
 фоидных клеток для обнаружения *in vitro* антигенов, индуцированных ви-  
 русами 461
- \*ვ. მეუნარგია, ე. ვარდოსანიძე. იმუნური ლიმფოიდური უჯრედების გამოყე-  
 ნება ვირუსების მიერ ინდუცირებული ანტიგენების გამოსავლენებლად *in vitro* 464
- \*V. V. Meunargia, E. Sh. Vardosanidze. Use of immune lymphoid cells  
 for *in vitro* detection of virus-induced antigens 464

## ჰისტოლოგია—ГИСТОЛОГИЯ—HISTOLOGY

- М. А. Брегадзе. О морфологических изменениях в мозжечке облученных  
 морских свинок после трансплантации костного мозга 465
- \*მ. ბრეგაძე. დასხივებული ზღვის გოჭის ნათხემში ძვლის ტვინის გადანერგვის შემდეგ  
 მიმდინარე მორფოლოგიური ცვლილებები 468

- \*M. A. Bregadze. On the morphological changes in the cerebellum of irradiated guinea pigs after transplantation of marrow 468
- A. L. Mikeladze, Э. И. Дзамоева. Ультраструктура олигодендроцитов мозолистого тела 469
- \*ა. მიქელაძე, ე. ძამოევა. კორძიანი სხეულის ოლიგოდენდროციტების ულტრასტრუქტურა 471
- \*A. L. Mikeladze, E. I. Dzamoieva. The fine structure of oligodendrocytes of the corpus callosum 472
- Н. К. Тотибадзе, К. К. Акбардия, М. Ш. Пирцхалаишвили. О транскаллозальных корковых проекциях наружного коленчатого тела 473
- \*ნ. თთიბაძე, კ. აქბარდია, მ. ფირცხალაიშვილი. გარეთა დამუხვლილი სხეულის ტრანსკალოზური ქერქული კავშირების შესახებ 476
- \*N. K. Totibadze, K. K. Akbardia, M. Sh. Pirtskhalaishvili. On the transcallosal cortical projections of the lateral geniculate body 476

ციტოლოგია—ЦИТОЛОГИЯ—CYTOLOGY

- ვლ. ქღენტი (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი), მ. კალატოზიშვილი. ტუტე და მკავე ფოსფატაზების აქტივობა ინდაურისა და იხვის კუნთოვან ბოჭკოებში ორგანიზმის ინდივიდუალური განვითარების დროს 477
- \*B. K. Zhgenti (академик АН ГССР), М. Д. Калатозишвили. Активность кислой и щелочной фосфатаз в процессе индивидуального развития мышечных волокон индеек и уток 479
- \*V. K. Zhgenti, M. D. Kalatozishvili. Activity of acid and alkaline phosphatases in the process of individual development of muscular fibres of turkeys and ducks 479

მასპერმენტული მორფოლოგია—ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МОРФОЛОГИЯ—EXPERIMENTAL MORPHOLOGY

- Т. Г. Барамидзе, Д. М. Нанобашвили. Новый метод скенирования в диагностике опухолевых заболеваний мужских половых желез 481
- \*თ. ბარამიძე, დ. ნანობაშვილი. მამაკაცის სათესლე ჯირკვლებას სიმსივნური დაავადებების დიაგნოსტიკა სკენირების ახალი მეთოდით 484
- \*T. G. Baramidze, D. M. Nanobashvili. Scanning in diagnosis of tumours of the male genital glands 484
- Ц. В. Гачечиладзе. Морфологический и гистохимический анализ действия препаратов гонадотропных гормонов 485
- \*ც. გაჩეჩილაძე. გონადოტროპული ჰორმონების მოქმედების მორფოლოგიური და ჰისტოქიმიური ანალიზი 488
- \*Ts. V. Gachechiladze. Morphological and histochemical analysis of the effect of gonadotropic hormones 488

მასპერმენტული მედიცინა—ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА—EXPERIMENTAL MEDICINE

- К. Д. Эристави (академик АН ГССР), Г. Е. Георгадзе, В. С. Маглакелидзе, Н. Г. Туркия. Влияние камелина на индукцию опухолей 489
- \*კ. ერისთავი (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი), გ. გიორგაძე, ე. მაღალაკელიძე, ნ. თურქია. კამელინის გავლენა ინდუცირებულ სიმსივნეზე 491



\*K. D. Eristavi, G. E. Georgadze, V. S. Maglakelidze, N. G. Tutkua. The effect of camellin on induced tumours 491

ქ. ნ. ჩელიძე. О влиянии периодонтитов на внешнесекреторную функцию поджелудочной железы 493

\*ლ. ქელიძე. პანკრეასის გარესეკრეტულ ფუნქციაზე პერიოდონტიტების გავლენის შესახებ 494

\*L. N. Chelidze. On the effect of periodontites on the outer secretory function of the pancreas 495

ა. კორკელია. მუცლის ღრუს ფონოგრაფიის მეთოდის შესწავლისათვის 497

\*А. А. Коркелия. К методике изучения фонографии брюшной полости 500

\*A. A. Korkelia. On the method of studying the phonography of the abdominal cavity 500

#### ენათმეცნიერება—ЯЗЫКОВЕДЕНИЕ—LINGUISTICS

Т. Н. Добровольская. Глаголы перцепции во французском и испанском языках 501

\*ტ. დობროვოლსკაია. პერცეფციული ზმნები ფრანგულსა და ესპანურ ენებში 504

\*T. N. Dobrovolskaya. Verbs of perception in French and Spanish 504

#### ისტორია—ИСТОРИЯ—HISTORY

გ. გვირგვინია. ქართულწარწერიანი ირანული ქურჭლის შესწავლისათვის 505

\*Г. Г. Гвиirkvelia. К изучению иранского сосуда с грузинской надписью 508

\*G. G. Gvirkvelia. On the study of an Iranian vessel with a Georgian inscription 508



Ш. Е. МИКЕЛАДЗЕ  
 (академик АН ГССР)

РАЗРЫВНЫЕ РЕШЕНИЯ ОБЫКНОВЕННЫХ  
 ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ

1. Рассмотрим линейное дифференциальное уравнение порядка  $n$

$$y^{(n)} + \sum_{\nu=0}^{n-1} X_{n-\nu} y^{(\nu)} = X, \quad (1)$$

коэффициенты которого  $X_{n-\nu}$ ,  $X$  однозначны и кусочно-непрерывны по  $x$  в промежутке  $a \leq x \leq b$ .

Теория отыскания разрывных решений уравнения (1) с заданными граничными условиями и скачками  $\delta_s^y$  ( $\nu = 0, 1, \dots, n-1$ ) в дискретных точках  $a_s$  ( $s = 1, 2, \dots, m$ ) промежутка  $[a, b]$  одна из важных в математическом анализе благодаря своим приложениям, охватывающим многие задачи инженерного дела и, в частности, строительной механики.

В данной работе разработан метод построения разрывных решений граничных задач для (1).

2. Обозначим на отрезке  $[a, b]$  через  $a_s$  ( $s = 1, 2, \dots, m$ ) такие значения  $x$ , что

$$a < a_1 < a_2 < \dots < a_m < b.$$

В работе [1] было показано, что для любой функции  $y(x)$  (а значит, и интеграла (1)), у которой  $y^{(k)}(x)$  ( $k = 0, 1, \dots, n-1$ ) кусочно-непрерывны во всем отрезке  $[a, b]$ , имеет место разложение

$$y^{(k)}(x) = \sum_{\nu=0}^{n-k-1} \frac{(x-a)^\nu}{\nu!} y^{(k+\nu)}(a) + \sum_{\nu=k}^{n-1} \frac{1}{(\nu-k)!} \sum_{s=1, 2, \dots} \delta_s^\nu (x-a_s)^{\nu-k} + \int_a^x \frac{(x-t)^{n-k-1}}{(n-k-1)!} y^{(n)}(t) dt \quad (k = 0, 1, \dots, n-1), \quad (2)$$

где  $a_s < x$  и

$$\delta_s^\nu = y^{(\nu)}(a_s + 0) - y^{(\nu)}(a_s - 0) \quad (\nu = 1, 2, \dots, n-1)$$

обозначают соответственно точки разрывов и скачки функции  $y^{(\nu)}(x)$  в промежутке  $(a, x)$ . Подобное разложение единственно. Более подробно о формуле (2) см. работу [2], § 22. Здесь изменены только принятые там обозначения для удобства дальнейшего изложения.

С помощью (2) можно решить граничные задачи и задачи о собственных значениях для (1) с коэффициентами, зависящими от параметров. Но, к сожалению, мы здесь ограничены объемом и не можем даже бегло остановиться на них. Здесь применим формулу (2) только для построения разрывных интегралов одноточечных граничных задач для (1).



Откладывая до п. 3 изучение одноточечных граничных задач для (1), мы находим уместным сказать несколько слов о частных случаях разложения (2), рассмотренных Гурса [3], Трикоми [4], и о вытекающей из него широко известной формуле Тейлора.

Рассмотрим, например, случай  $k = 0$  и  $n = 1$ , для которого формула (2) принимает вид

$$y(x) = y(a) + \int_a^x y'(t) dt + \sum_{s=1, 2, \dots} \delta_s^0,$$

где сумма скачков  $y(x)$ , фигурирующая в ее правой части, исчезает, когда  $y(t)$  не имеет разрывов между  $a$  и  $x$ . Этот случай конечного числа разрывов у  $y(x)$  находим у Гурса (см., например, [3], стр. 168) и Трикоми ([4], стр. 174), первое итальянское издание которого появилось в 1948 г.

В том частном случае, когда функция  $y(x)$  имеет на отрезке  $[a, x]$  непрерывные производные до  $n$ -го порядка включительно, мы получим из (2) формулу Тейлора с остаточным членом в форме Лагранжа.

Частный случай формулы (2), а именно случай  $k = 0$ , рассмотрен Т. С. Зверкиной ([5], стр. 152) без указания источника. Кстати, заметим, что эта формула воспроизводится с ошибками, в ней отсутствуют абсциссы точек разрывов  $a_s$ .

Упомянем еще работы М. А. Пудовкина [6, 7]<sup>(1)</sup>, в которых существенно использованы наша формула (2) и методы [1, 2, 8] без ссылок на них.

3. В настоящем пункте применим предыдущие результаты к уравнению (1) для решения задачи Коши, когда функции  $X_{n-v}$ ,  $X$  непрерывны. Следовательно, будем считать заданными не только начальные значения  $y, y', \dots, y^{(n-1)}$  в точке  $x = a$ , но и точки разрыва  $a_s$  и соответствующие им скачки  $\delta_s^0, \delta_s^1, \dots, \delta_s^{n-1}$ .

Преобразуя теперь уравнение (1) с помощью формулы (2), получаем для  $y^{(n)}(x)$  следующее интегральное уравнение относительно  $y^{(n)}(x)$ :

$$y^{(n)}(x) = \int_a^x K(x, t) y^{(n)}(t) dt + f(x), \quad (3)$$

где ядро  $K$  и функция  $f$  выразятся соответственно в виде

$$K(x, t) = -X_1 - X_2 \frac{x-t}{1!} - \dots - X_n \frac{(x-t)^{n-1}}{(n-1)!}$$

$$a \leq x \leq b, \quad a \leq t \leq b,$$

$$f(x) = X - X_n y(a) -$$

$$- \left[ X_n \frac{x-a}{1!} + X_{n-1} \right] y'(a) - \dots$$

$$\dots - \left[ X_n \frac{(x-a)^{n-1}}{(n-1)!} + X_{n-1} \frac{(x-a)^{n-2}}{(n-2)!} + \dots + X_1 \right] y^{(n-1)}(a) -$$

<sup>(1)</sup> Для решения одноточечных граничных задач.

$$\begin{aligned}
 & - \sum_{s=1, 2, \dots} X_n \delta_s^0 - \\
 & - \sum_{s=1, 2, \dots} \left[ X_n \frac{x-a_s}{1!} + X_{n-1} \right] \delta_s^1 - \dots \\
 & \dots - \sum_{s=1, 2, \dots} \left[ X_n \frac{(x-a_s)^{n-1}}{(n-1)!} + X_{n-1} \frac{(x-a_s)^{n-2}}{(n-2)!} + \dots \right. \\
 & \left. \dots + X_1 \right] \delta_s^{n-1} (a \leq a_s < x \leq b).
 \end{aligned}$$

В полученном уравнении производные  $y(a)$ ,  $y'(a)$ , ...,  $y^{(n-1)}(a)$  могут принимать всевозможные значения. Таким образом, существует бесконечное число возможных разрывных общих интегралов уравнения (1) и непрерывный общий интеграл этого уравнения получается как частное решение интегрального уравнения (3), когда скачки  $\delta_s^0$ ,  $\delta_s^1$ , ...,  $\delta_s^{n-1}$ , фигурирующие в выражении для  $f(x)$ , обращаются в нуль.

После этих замечаний перейдем к алгоритму построения решения граничных задач для уравнения (1).

4. Заметим, что для дифференциального уравнения (1) с непрерывными на  $[a, b]$  коэффициентами функции  $f(x)$  и  $K(x, t)$  представляют собой непрерывные в  $[a, b]$  функции от  $x$ . Это доказывает, что для одноточечных граничных задач интегральное уравнение (3) имеет единственное решение. Для того чтобы найти это решение, достаточно получить резольвенту для ядра  $K(x, t)$ .

Таким образом,  $y^{(n)}(t)$  может быть определен как абсолютно и равномерно сходящийся ряд. Подставляя этот ряд в разложение (2) и вычисляя, находим разложения для функций  $y^{(k)}(x)$  ( $k = 0, 1, \dots, n-1$ ) в виде равномерно сходящихся рядов на отрезке  $[a, b]$ .

При  $X_1 = 0$  мы приходим к специальному ядру вида  $K(x, t) = K(x-t)$ , так что как повторные ядра, так и резольвента будут теперь функциями от одного аргумента  $x-t$ . Это сокращает вычисления.

Можно с успехом использовать также приближенные методы решения интегральных уравнений типа Вольтерра, в особенности метод последовательных приближений Пикара.

Многоточечным граничным задачам будет посвящена специальная заметка.



შ. მიქელაძე

(საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი)

## ჩვეულებრივ დიფერენციალურ განტოლებათა წყვეტილი ამონახსნები

რ ე ზ ი უ მ ე

ვთქვათ, წრფივი დიფერენციალური განტოლების (1) კოეფიციენტები  $X_{n-\nu}(x)$ ,  $X(x)$  ( $\nu = 0, 1, \dots, n-1$ ) უწყვეტია  $a \leq x \leq b$  მონაკვეთზე და მოცემულია  $y^{(k)}(x)$  ( $k = 0, 1, \dots, n-1$ )-ის საწყისი მნიშვნელობანი  $x = a$  წერტილში; ვთქვათ, კიდევ, ცნობილია  $y^{(k)}(x)$ -ის ნახტომები

$$\delta_s^y = y^{(\nu)}(a_s + 0) - y^{(\nu)}(a_s - 0) \quad (a < a_s < x \leq b)$$

$[a, b]$  შუალედის წყვეტის  $a_s$  წერტილებში. შრომაში მოცემულია (1)-ის წყვეტილი ამონახსნის აგების ხერხი, (3) ინტეგრალური განტოლების დახმარებით.

MATHEMATICS

Sh. E. MIKELADZE

## DISCONTINUOUS SOLUTIONS OF ORDINARY DIFFERENTIAL EQUATIONS

Summary

Let coefficients  $X_{n-\nu}(x), X(x) (\nu = 0, 1, \dots, n-1)$  of differential equation (1) be continuous on segment  $a \leq x \leq b$  and initial values of  $y^{(k)}(x) (k = 0, 1, \dots, n-1)$  at the point  $x = a$  be given; let furthermore the jumps of  $y^{(k)}(x)$

$\delta_s^y = y^{(\nu)}(a_s + 0) - y^{(\nu)}(a_s - 0) \quad (a < a_s < x \leq b)$  at the points  $a_s$  of discontinuity in interval  $[a, b]$  be known.

A method is proposed in order to obtain a discontinuous solution of (1) by means of integral equation (3).

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Ш. Е. Микеладзе. ДАН СССР, 52, № 9, 1946.
2. Ш. Е. Микеладзе. Некоторые задачи строительной механики. М.—Л., 1948.
3. Э. Гурса. Курс математического анализа, т. 1, ч. 1. М.—Л., 1933.
4. Ф. Трикоми. Дифференциальные уравнения. М., 1962.
5. Т. С. Зверкина. Сб. «Численные методы решения дифференциальных и интегральных уравнений и квадратурные формулы». М., 1964.
6. М. А. Пудовкин. ДАН СССР, 77, № 6, 1951.
7. М. А. Пудовкин. Ученые записки Казанского ун-та, т. 112, кн. 3, 1952.
8. Ш. Е. Микеладзе. Новые методы интегрирования дифференциальных уравнений. М.—Л., 1951.



Я. Г. БЕРКОВИЧ, Б. М. ПОГРЕБИНСКИЙ

## КОНЕЧНЫЕ ГРУППЫ, У КОТОРЫХ ВСЕ ВТОРЫЕ МАКСИМАЛЬНЫЕ ПОДГРУППЫ ИМЕЮТ ИНВАРИАНТНЫЕ $p$ -ДОПОЛНЕНИЯ

(Представлено академиком Г. С. Чогошвили 30.4.1970)

А. Манн [1] описал простые группы, у которых все вторые максимальные подгруппы имеют инвариантные 3-дополнения. Если  $G$ —такая группа, то либо 3 не делит ее порядок  $|G|$ , либо  $G \cong PSL(2, p^n)$  для подходящих  $n$  и простого  $p$ . В данной работе мы опишем непростые неразрешимые группы, удовлетворяющие условию теоремы Манна. Итак, пусть  $G$ —группа, удовлетворяющая условию

$(M_p)$ :  $G$ —неразрешимая группа, у которой все вторые максимальные подгруппы обладают инвариантными  $p$ -дополнениями. Такую группу будем называть  $(M_p)$ -группой.

Пусть  $G$ —непростая  $(M_p)$ -группа. Изучим ее строение подробнее.

1. Пусть  $G$ — $p$ -разрешимая группа. Покажем, что в этом случае  $G$  имеет инвариантное  $p$ -дополнение. Пусть  $G = PH$ , где  $P$ —силовская  $p$ -подгруппа в  $G$ , а  $H$ —дополнение к  $P$  в  $G$ . Предположим, что  $H$  неинвариантна в  $G$ . Тогда найдется такой простой делитель  $q$  числа  $|H|$ , что  $Q$ —силовская  $q$ -подгруппа в  $H$ —перестановочна с  $P$ , но  $P$  не нормализует  $Q$ . По условию  $PQ$  максимальна в  $G$ . Так как в  $PQ$  все собственные подгруппы имеют инвариантные  $p$ -дополнения, хотя сама  $PQ$  такого дополнения не имеет,  $PQ$ —группа Шмидта и  $Q$  нормализует  $P$ . Из строения групп Шмидта следует, что  $Q$ —циклическая. Покажем, что тогда  $G$  разрешима и это приведет к противоречию. Пусть  $G$ —контрпример минимального порядка, имеющий это свойство. Обозначим буквой  $R$  минимальный нормальный делитель в  $G$ . Так как свойство  $(M_p)$  переносится на подгруппы и фактор-группы, подгруппа  $R$  неразрешима. По индукции  $G/R$  разрешима. Ясно, что  $p$  не делит  $|R|$ . Если  $q$  не делит  $|R|$ , то  $G$ — $q$ -разрешимая группа, и тогда, как известно,  $PQ$  не максимальна в  $G$ . Итак,  $q$  делит  $|R|$ .  $R$ —неабелева простая группа, так как пересечение  $R \cap Q$  циклично. Но нормализатор  $R \cap Q$  в  $R$  шире  $Q$  по известной теореме Бернсайда. Если подгруппа  $PR$  отлична от  $G$ , то по индукции можно показать, что она разрешима, а это противоречит тому, что  $G$  неразрешима. Итак  $PR = G$  и  $H = R$ , противоречие с неинвариантностью  $H$ .

2. Пусть  $G$ —не  $p$ -разрешимая и непростая  $(M_p)$ -группа. Покажем, что тогда  $G/\Phi(G)$ —простая  $(M_p)$ -группа и  $\Phi(G) = Z(G)$  и что  $Z(G)$ —примарная циклическая подгруппа в случае, когда ее порядок не делится на  $p$ . Пусть  $H$ —собственная нормальная подгруппа в  $G$ ,  $H_1$ —произвольная



максимальная подгруппа в  $G$ . Так как  $HH_1$ — $p$ -разрешимая подгруппа, она отлична от  $G$ ; поэтому  $H < H_1$ . Ввиду произвола в выборе  $H$  и  $H_1$  подгруппа  $H$  лежит в  $\Phi(G)$ , подгруппе Фраттини группы  $G$ . В частности,  $G/\Phi(G)$ —простая группа. Пусть  $F/\Phi(G)$ —не имеющая инвариантного  $p$ -дополнения подгруппа в  $G/\Phi(G)$ . Тогда  $F/\Phi(G)$  и  $F$ —группы Шмидта. Поэтому  $\Phi(G) \leq Z(F)$ . Если  $F$ —отличная от  $F$  и сопряженная с ней подгруппа, то аналогично  $\Phi(G) \leq Z(F_1)$ . Отсюда следует  $\Phi(G) \leq Z(\langle F, F_1 \rangle) = Z(G)$ . Подгруппа  $Z(G)$ , как подгруппа группы Шмидта  $G$ , бипримарна. Из строения  $F$  следует, что если  $p$  не делит порядок  $Z(G)$ , то  $Z(G)$ —примарная циклическая подгруппа.

Остается детальнее рассмотреть случай  $p = 3$ .

3. Найдем все простые  $(M_3)$ -группы порядка, делящегося на 3.  $G \cong PSL(2, q^n)$  для подходящих  $q$  и  $n$  по работе [1]. Пусть вначале  $q = 2$ . Пусть  $H_1$  и  $H_2$ —группы диэдра порядка  $2 \cdot (2^n - 1)$  и  $2(2^n + 1)$  соответственно. Если 3 делит порядок  $H_1$ , то  $2^n - 1$  есть степень 3. Так как экспонента  $H_1$  тогда равна 6 и она—группа диэдра, ее порядок равен 6. Это дает нам  $n = 2$  и изоморфизм  $G \cong PSL(2, 4) \cong PSL(2, 5)$ . Если же 3 делит  $|H_2|$ , то  $n = 1$ , а это противоречит неразрешимости группы  $G$ .

Пусть теперь  $q = 3$ . Так как  $G$  не может содержать группы октаэдра, 8 не делит ее порядок. Пусть  $H$ —подгруппа порядка  $\frac{1}{2}(3^n - 1) \cdot 3^n$  в  $G$ .  $H$  не имеет инвариантного 3-дополнения, поэтому  $H$ —группа Шмидта. Так как подгруппа порядка  $\frac{1}{2}(3^n - 1)$  действует на подгруппе порядка  $3^n$  регулярно (речь идет о подгруппах из  $H$ ), число  $\frac{1}{2}(3^n - 1)$  простое. Очевидно, что тогда и  $n > 2$ —также простое число.

Пусть, наконец,  $q > 3$ . Как и в случае  $q = 3$ , 8 не делит  $|G|$ . Пусть  $H_1$  и  $H_2$ —подгруппы порядка  $q^n - 1$  и  $q^n + 1$  в  $G$  соответственно.  $H_i$ —группы диэдра ( $i = 1, 2$ ). По крайней мере одно из чисел  $q^n - 1$  и  $q^n + 1$  делится на 3. Если 3 делит  $q^n - 1$ , то последнее равно 6, так что  $q^n = 7$ . Но  $PSL(2, 7)$  не удовлетворяет свойству  $(M_3)$  (она содержит подгруппу октаэдра). Если же делит  $q^n + 1$ , то последнее равно 6. Приходим к уже найденной группе  $PSL(2, 5)$ .

Итак, простые  $(M_3)$ -группы порядка, делящегося на 3,—исчерпываются следующими двумя типами:  $PSL(2, 5)$ ;  $PSL(2, 3^n)$ , где  $\frac{1}{2}(3^n - 1)$ —простое число,  $n > 2$ —простое число.

Пусть теперь  $G$ —непростая и не 3-разрешимая  $(M_3)$ -группа. Тогда остается, по доказанному, рассмотреть следующие два случая.

4.  $G/\Phi(G) \cong PSL(2, 5)$  так как  $G$  непростая,  $\Phi(G) \neq 1$ . Пусть  $H/\Phi(G)$ —подгруппа порядка 6 в  $G/\Phi(G)$ . Тогда  $H$ —подгруппа Шмидта с инвариантной силовой 3-подгруппой  $P$ . Из  $3 \equiv 1 \pmod{2}$  по теореме Ю. А. Гольфанда [2] следует  $|P| = 3$ . Итак,  $|\Phi(G)| = 2^k$ ,  $k \geq 1$ . Если  $k = 1$ , то  $G \cong SL(2, 5)$  по известному результату Шура о проективных



представлениях дробно-линейных групп. Пусть  $k > 1$ . Так как силовская 2-подгруппа группы  $G$  не является обобщенной группой кватернионов по работе [2], то в  $G$  найдется не лежащая в  $\Phi(G)$  подгруппа  $N$  порядка 2. Тогда  $N\Phi(G)/\Phi(G)$  лежит в подгруппе порядка 6, сопряженной с  $H/\Phi(G)$ . Это невозможно, так как силовская 2-подгруппа в  $H$  циклическа, а в  $N\Phi(G)$  нециклическа. Итак,  $k = 1$ .

5.  $G/\Phi(G) \cong PSL(2, 3^n)$ ,  $\frac{1}{2}(3^n - 1)$  — простое число,  $n > 2$  — нечетное простое число. Положим  $\frac{1}{2}(3^n - 1) = q$ . Ввиду непростоты  $\Phi(G) \neq 1$ .

Пусть  $H/\Phi(G)$  — подгруппа порядка  $3^n \cdot q$  в  $G/\Phi(G)$ . Тогда  $H$  — подгруппа Шмидта с инвариантной силовской 3-подгруппой  $P$ . Так как  $n$  — наименьшее натуральное число, для которого  $3^n \equiv 1 \pmod{q}$  и  $n$  нечетно, по теореме Ю. А. Гольфанда [2] имеем равенство  $|P| = 3^n$ . Итак,  $\Phi(G)$  — циклическая  $q$ -подгруппа. Пусть  $Q$  — силовская  $q$ -подгруппа в  $H$ . Тогда  $Q$  — силовская  $q$ -подгруппа в  $H$ , при этом  $Q$  циклическая. В частности,  $Q$  содержит точно одну подгруппу  $Q_1$  порядка  $q$  и последняя, как мы знаем, лежит в центре группы  $G$ . Пусть  $F$  — подгруппа Шмидта порядка, делящегося на  $q$ , и пусть силовская  $q$ -подгруппа нормальна в  $F$  (по известной теореме Фробениуса такая подгруппа в  $G$  непременно найдется). Так как экспонента  $F$  не делится на квадрат  $q$  по уже цитировавшейся теореме Ю. А. Гольфанда, силовская  $q$ -подгруппа из  $F$  совпадает с  $Q_1$ . Но тогда  $F$  нильпотентна, т. е. получаем противоречие. Итак, этот случай представиться не может. Тем самым доказана дополняющая результат Манна

**Теорема 1.** Пусть в неразрешимой группе  $G$  все вторые максимальные подгруппы имеют инвариантные 3-дополнения. Тогда справедливо одно и только одно из следующих утверждений:

1) группа  $G$  имеет инвариантное 3-дополнение,

2)  $G \cong PSL(2, 5)$ ,

3)  $G \cong PSL(2, 3^n)$ , где  $\frac{1}{2}(3^n - 1)$  и  $n$  — нечетные простые числа,

4)  $G \cong SL(2, 5)$ .

Неизвестно, конечно или неконечно число подгрупп третьего типа.

Используя теорему Дж. Томпсона о неразрешимых группах, у которых нормализатор любой неединичной разрешимой подгруппы разрешим, можно доказать следующую теорему:

**Теорема 2.** Пусть  $G$  — неразрешимая группа, любая разрешимая подгруппа  $H$  которой обладает следующим свойством: все собственные подгруппы из  $H$  имеют инвариантные 2-дополнения. Тогда  $G$  — одна из перечисленных ниже групп:

1)  $PSL(2, p^n)$ ,  $p^n \equiv 3; 5 \pmod{8}$ ,

2)  $SL(2, p^n)$ ,  $p^n \equiv 3; 5 \pmod{8}$ ,

3)  $PSL(2, 2^p)$ , где  $2^p - 1$  — простое число Мерсенна.

Дадим набросок доказательства, которое ведется индукцией по  $|G|$ . Если  $G$  — простая и не является группой из теоремы Томпсона, то в  $G$  най-



დება თანა ნეინიჩნა რარეშიმა რადრუპა  $A$ , ჩო ეე ნორმალიზატორ  $N(A)$  ნარარეშიმ.  $N(A)$  უდვლეთვარეტ უსლოვიო თეორემა, ი პოელოუ პო ინდუქციი  $N(A) \cong SL(2, p^n)$ ,  $p^n \equiv 3; 5 \pmod{8}$ , თაკ ჩო  $A$  იმეეტ პორადოკ 2 ი ხარაქტერიტიჩნა ვ  $N(A)$ . თოდა სილოვსკა 2-პოდრუპა რუპი  $G$  სოვპადეტ სილოვსკო 2-პოდრუპო  $N(A)$  ი რარეშიმა თეორემა კვარტერნიონოვ. პო თეორემა ბრაუერა—სუძუკი [3], რუპა  $G$  ნეპროსთა, თ. ე. პოლუჩაემ პროტივორეჩიე. რასოტრენიე სლუჩაი, კოდა  $G$  ნეპროსთა, თეორემა ნოთ, ჩო ნარარეშიმა რადრუპა რუპი  $G$  იზომორფნი  $PSL(2, p^n)$  დია პოდჩოადიჩი  $p$  ი  $n$ , ა თაკე ნა რარეშიმა რუპი ავტომორფიზმოვ რუპი  $PSL(2, p^n)$  ი ეე მულტიპლიკატორა შურა. ვ თალთინო დოკაზატელსო თეორემა 2 ნაპოინაეტ დოკაზატელსო თეორემა 1.

ოტარეტა თეორემა ვოპროს თეორემა ვოზმოჟნოტი ოგრანიჩიტი რარეშიმა რადრუპა (კაკ ვ თეორემა 2).

როსოვსკი ინჟინერო-სოტროიტელნი ინსტიტუტ

(პოსუპილო 30.4.1970)

მათემატიკა

ი. ბარკოვიჩი, ბ. პოგრებინსკი

სასრული ჯგუფები, რომელთა ყველა მეორე მაქსიმალურ  
ქვეჯგუფებს აქვთ ინვარიანტული  $p$ -დამატებანი

რეზიუმე

მოყვანილია სრული აღწერა არამოსხნადი ჯგუფებისა, რომელთა ყველა მეორე მაქსიმალურ ქვეჯგუფს აქვს ინვარიანტული 3-დამატება. ეს შედეგი ავსებს ა. მანის ერთ ცნობილ შედეგს. მოცემულია აგრეთვე იდეა არამოსხნად ქვეჯგუფთა თეორემის დამტკიცების შესახებ, რომელთა ყველა მეორე მაქსიმალურ ამოხსნად ქვეჯგუფს აქვს ინვარიანტული 2-დამატება.

MATHEMATICS

Y. G. BERKOVICH, B. M. POGREBINSKI

## FINITE GROUPS IN WHICH ALL SECOND MAXIMAL SUBGROUPS HAVE INVARIANT $p$ -COMPLEMENTS

Summary

A complete description of insolvable groups in which all second maximal subgroups have normal 3-complements is presented. This result supplements one well-known result of A. Mann. The idea is also given about proving a theorem of insolvable groups in which every second maximal solvable subgroup has an invariant 2-complement.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. A. Mann. Israel. J. Math., 6, 3, 1968, 233—245.
2. Ю. А. Гольфанд. ДАН СССР, 60, 8, 1948, 1313—1315.
3. R. Brauer, M. Suzuki. Proc. Nat. Acad. Sci. USA, 45, № 12, 1959, 1757—1759.



К. В. МАНДЖГАЛАДЗЕ

## НЕПАРАМЕТРИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КРИТИЧЕСКОЙ ОБЛАСТИ НЕЙМАНА—ПИРСОНА

(Представлено академиком И. Н. Векуа 29.4.1970)

Пусть по наблюдению  $z_0$  над случайной величиной  $\zeta$  надо проверить простую гипотезу о том, что распределение  $\zeta$  есть  $Q-H:Q$  при конкурирующей гипотезе  $K:P$ . Фундаментальная лемма Неймана—Пирсона позволяет решить эту задачу [1]. Оптимальный критерий уровня  $\alpha$  отвергает гипотезу  $H$ , если  $z_0 \in S_\alpha = \{z: f(z) > c\}$ , где  $z$  определяется из условия  $L^j(c) = \alpha$ ,  $1 - L^j(u)$ —непрерывная строго монотонная функция распределения случайной величины,  $f(\zeta) = \frac{dP}{dQ}(\zeta)$ —функции плотности меры  $P$  по отношению к мере  $Q$ .

Пусть теперь  $P$  и  $Q$  неизвестны, заданы только результаты  $\{x_i\}$ ,  $i = \overline{1, n}$ ;  $\{y_i\}$ ,  $i = \overline{1, n}$  независимых в совокупности испытаний над случайными величинами  $\xi$  и  $\eta$ , соответствующими распределениям  $P$  и  $Q$ .

В работе [2] строились непараметрические критические области, асимптотически обладающие заданным уровнем  $\alpha$ , но не являющиеся оптимальными.

В настоящей работе в качестве оценки оптимальной критической области  $S_\alpha$  предлагается толерантная область  $S_\alpha(n)$ , построенная следующим образом.

Пусть  $k > 0$ —натуральное число. Образует  $r = \left\lfloor \frac{n}{k} \right\rfloor$  множеств  $S_j$ ,  $j = \overline{1, r}$ , используя упорядоченную выборку  $\{y_{(i)}\}$ ,  $i = \overline{1, n}$ :

$$S_j = \{y: y_{((j-1)k)} < y \leq y_{(jk)}\}, \quad j = \overline{2, r-1}, \quad (1)$$

$$S_1 = \{y: -\infty < y \leq y_{(k)}\}, \quad S_r = \{y: y_{((r-1)k)} < y < \infty\}.$$

Обозначим через  $k(S_j)$  количество точек выборки  $\{x_i\}$ ,  $t = \overline{1, n}$ , попавших в область  $S_j$ . Пусть  $S(j)$ ,  $j = \overline{1, r}$ —последовательность множеств  $S_j$ ,  $j = \overline{1, r}$ , упорядоченных по величине  $\frac{k(S_j)}{k}$ , и положим для каждого  $\alpha$

$$0 < \alpha < 1, \quad S_\alpha(n) = \sum_{l=r-m}^r S(l),$$



где

$$m = \left[ \alpha \frac{n}{k} \right].$$

**Теорема.** Если мера  $Q$  абсолютно непрерывна по лебеговой мере,  $f(z)$  — непрерывная функция,  $L^f(u)$  — строго монотонная функция и последовательность  $k = k(n)$  выбрана так, чтобы  $\frac{k}{n} \rightarrow 0$ ,  $\frac{n^2}{k^3} \rightarrow 0$  при  $n \rightarrow \infty$ , то область  $S_\alpha(n)$  состоятельна в том смысле, что

$$Q(S_\alpha(n) \Delta S_\alpha) \rightarrow 0 \text{ по вероятности,} \quad (2)$$

где  $S_\alpha(n) \Delta S_\alpha = (S_\alpha(n) - S_\alpha) \cup (S_\alpha - S_\alpha(n))$  — симметрическая разность.

В работе [3] показано, что выражение  $f_n(z) = \frac{k(S_j)}{k}$ ,  $z \in S_j$  является состоятельной оценкой плотности  $f(z)$  в том смысле, что

$$Pr \left\{ \sup_{|z| < A} |f_n(z) - f(z)| > \varepsilon \right\} \rightarrow 0 \text{ при } n \rightarrow \infty, \quad 0 < A < \infty. \quad (3)$$

Пусть  $Q_n$  — случайная мера на прямой со значениями  $\frac{k}{n}$  в точках  $y_{(k_j)}$ ,  $j = \overline{1, r}$ . Введем следующие обозначения:

$$L_n^{f_n}(u) = Q_n \{z : f_n(z) \geq u\}, \quad L^{f_n}(u) = Q \{z : f_n(z) \geq u\},$$

где  $L_n^{f_n}(u)$  и  $L^{f_n}(u)$  — ступенчатые функции с одними и теми же точками разрыва  $u_i$ , совпадающими со значениями, принимаемыми  $f_n(z)$ :

$$u_i = \frac{k(S_i)}{k}, \quad i = \overline{1, r}.$$

При этом в точке разрыва  $u_i$  их приращения равны соответственно

$$L_n^{f_n}(u_i + 0) - L_n^{f_n}(u_i) = \frac{k}{n}, \quad L^{f_n}(u_i + 0) - L^{f_n}(u_i) = Q(S_i),$$

где  $Q(S_i)$  — бета-распределенные величины [4] с параметрами  $(k, n-k+1)$ :

$$Pr \{Q(S_i) < Q\} = \frac{\Gamma(n+1)}{\Gamma(k)\Gamma(n-k+1)} \int_0^Q t^{k-1} (1-t)^{n-k} dt.$$

Через  $(L^f)^{-1}$  обозначим функцию, обратную  $L^f$ :

$$(L^{f_n})^{-1}(v) = \sup \{u : L^{f_n}(u) \leq v\}, \quad (L^{f_n})^{-1}(v) = \sup \{u : L_n^{f_n}(u) \leq v\}.$$

Используя эти обозначения, имеем

$$S_\alpha(n) = \{z : f_n(z) \geq c_n\},$$

где

$$c_n = (L_n^{f_n})^{-1} \left( \left[ \alpha \frac{n}{k} \right] \frac{k}{n} \right).$$

**Лемма.** В условиях теоремы

$$c_n \rightarrow c \text{ по вероятности.} \quad (4)$$



где

$$m = \left[ \alpha \frac{n}{k} \right].$$

**Теорема.** Если мера  $Q$  абсолютно непрерывна по лебеговой мере,  $f(z)$  — непрерывная функция,  $L^f(u)$  — строго монотонная функция и последовательность  $k = k(n)$  выбрана так, чтобы  $\frac{k}{n} \rightarrow 0$ ,  $\frac{n^2}{k^3} \rightarrow 0$  при  $n \rightarrow \infty$ , то область  $S_\alpha(n)$  состоятельна в том смысле, что

$$Q(S_\alpha(n) \Delta S_\alpha) \rightarrow 0 \text{ по вероятности,} \quad (2)$$

где  $S_\alpha(n) \Delta S_\alpha = (S_\alpha(n) - S_\alpha) \cup (S_\alpha - S_\alpha(n))$  — симметрическая разность.

В работе [3] показано, что выражение  $f_n(z) = \frac{k(S_j)}{k}$ ,  $z \in S_j$  является состоятельной оценкой плотности  $f(z)$  в том смысле, что

$$Pr \left\{ \sup_{|z| < A} |f_n(z) - f(z)| > \varepsilon \right\} \rightarrow 0 \text{ при } n \rightarrow \infty, 0 < A < \infty. \quad (3)$$

Пусть  $Q_n$  — случайная мера на прямой со значениями  $\frac{k}{n}$  в точках  $y_{(kj)}$ ,  $j = \overline{1, r}$ . Введем следующие обозначения:

$$L_n^{f_n}(u) = Q_n \{z : f_n(z) \geq u\}, \quad L^{f_n}(u) = Q \{z : f_n(z) \geq u\},$$

где  $L_n^{f_n}(u)$  и  $L^{f_n}(u)$  — ступенчатые функции с одними и теми же точками разрыва  $u_i$ , совпадающими со значениями, принимаемыми  $f_n(z)$ :

$$u_i = \frac{k(S_i)}{k}, \quad i = \overline{1, r}.$$

При этом в точке разрыва  $u_i$  их приращения равны соответственно

$$L_n^{f_n}(u_i + 0) - L_n^{f_n}(u_i) = \frac{k}{n}, \quad L^{f_n}(u_i + 0) - L^{f_n}(u_i) = Q(S_i),$$

где  $Q(S_i)$  — бета-распределенные величины [4] с параметрами  $(k, n-k+1)$ :

$$Pr \{Q(S_i) < Q\} = \frac{\Gamma(n+1)}{\Gamma(k)\Gamma(n-k+1)} \int_0^Q t^{k-1} \cdot (1-t)^{n-k} dt.$$

Через  $(L^f)^{-1}$  обозначим функцию, обратную  $L^f$ :

$$(L^{f_n})^{-1}(v) = \sup \{u : L^{f_n}(u) \leq v\}, \quad (L^{f_n})^{-1}(v) = \sup \{u : L_n^{f_n}(u) \leq v\}.$$

Используя эти обозначения, имеем

$$S_\alpha(n) = \{z : f_n(z) \geq c_n\},$$

где

$$c_n = (L_n^{f_n})^{-1} \left( \left[ \alpha \frac{n}{k} \right] \frac{k}{n} \right).$$

**Лемма.** В условиях теоремы

$$c_n \rightarrow c \text{ по вероятности.} \quad (4)$$





Используя свойства  $L_n^{\hat{f}_n}$  и  $L^{\hat{f}_n}$ , непосредственно получаем, что из

$$\sup_{\underline{u} \leq u \leq \bar{u}} |L_n^{\hat{f}_n}(u) - L^{\hat{f}_n}(u)| \leq \frac{k}{n}$$

следует

$$\max_{\underline{v} \leq v \leq \bar{v}} |(L_n^{\hat{f}_n})^{-1}(v) - (L^{\hat{f}_n})^{-1}(v)| \leq \max_{k\underline{v} \leq k(S_j) \leq k\bar{v}} \frac{1}{k} |k(S_j) - k(S_{j+2})|, \quad (5)$$

если

$$\underline{v} = (L^f)^{-1}(\underline{u}), \quad \bar{v} = (L^f)^{-1}(\bar{u}).$$

Используя, что  $L_n^{\hat{f}_n}(u_i)$ ,  $\underline{u} \leq u_i \leq \bar{u}$  — бета-распределенные величины со средними порядка  $\frac{ik}{n} = L_n^{\hat{f}_n}(x_i)$  и дисперсиями порядка  $\frac{ik}{n^2}$  и количество точек  $u_i$ ,  $\underline{u} \leq u_i \leq \bar{u}$  ограничено величиной  $(\bar{v} - \underline{v}) \frac{n}{k}$ , нетрудно получить оценку

$$Pr \left\{ \max_{\frac{nv}{k} < i < \frac{n\bar{v}}{k}} |L_n^{\hat{f}_n}(u_i) - L^{\hat{f}_n}(u_i)| > \frac{k}{n} \right\} = O \left( \frac{n^2}{k^3} \right),$$

и, значит, если использовать (3), то правая часть (5) будет стремиться к нулю. Далее,

$$\begin{aligned} & Pr \{ |Q\{y : \hat{f}_n(y) \geq x\} - Q\{y : f(y) \geq x\}| > \varepsilon \} \leq \\ & \leq Pr \{ Q\{y : x - |\hat{f}_n(y) - f(y)| \leq f(y) \leq x + |\hat{f}_n(y) - f(y)| > \varepsilon \} \leq \\ & \leq Pr \left\{ Q\{y : |y| \leq A, x - \sup_{|y| \leq A} |\hat{f}_n(y) - f(y)| \leq f(y) \leq x + \sup_{|y| \leq A} |\hat{f}_n(y) - f(y)| > \frac{\varepsilon}{2} \right\} + \\ & + Pr \left\{ Q\{y : |y| > A\} > \frac{\varepsilon}{2} \right\} \rightarrow 0 \end{aligned}$$

в условиях теоремы.

Доказательство леммы следует из оценки

$$|(L^{\hat{f}_n})^{-1}(\alpha) - c| \leq \max(\underline{c}, \bar{c}),$$

где

$$(L^f)^{-1}(\alpha - \varepsilon) = c - \underline{c}, \quad (L^f)^{-1}(\alpha + \varepsilon) = c + \bar{c},$$

если

$$\max(|L^{\hat{f}_n}(c - \underline{c}) - L^f(c - \underline{c})|, |L^{\hat{f}_n}(c + \bar{c}) - L^f(c + \bar{c})|) < \varepsilon.$$

Теперь утверждение теоремы можно получить, если применить лемму к оценке

$$\begin{aligned} Q\{S_\alpha \Delta S_\alpha(n)\} & \leq Q\{|f - c| \leq |c_n - c| + |f - \hat{f}_n|\} \leq \\ & \leq Q\{y : |y| > A\} + Q\{y : |f - c| \leq |c_n - c| + \sup_{|y| \leq A} |f_n - f|\}. \end{aligned}$$

## მ. მანჯგალაძე

ნეიმან—პირსონის კრიტიკული არის არაპარამეტრული შეფასება

რეზიუმე

განხილულია ნეიმან—პირსონის კრიტიკული არის შეფასების ძალმოსილება მარტივი ჰიპოთეზების შემოწმების ამოცანაში, როცა ინფორმაცია ალტერნატივების შესახებ მხოლოდ დაკვირვებითაა ცნობილი.

MATHEMATICS

K. V. MANJGALADZE

NONPARAMETRIC ESTIMATION OF NEUMANN-PEARSON CRITICAL REGION

Summary

The validity is discussed of the estimation of Neumann-Pearson critical region in a problem of testing simple hypotheses when information about alternative distributions is known only from observation.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Э. Леман. Проверка статистических гипотез. М., 1964.
2. C. P. Quesenberry, M. P. Gessaman. AMS, 39, 1968.
3. K. V. Manjgaladze, P. Я. Читашвили. Труды ИПМ ТГУ, т. 1, 1969.
4. J. W. Tukey. AMS, 18, 1947.



Г. Е. ТКЕБУЧАВА

О ПОРЯДКЕ РОСТА СТЕПЕНЕЙ ЛАКУНАРНОГО  
 АЛГЕБРАИЧЕСКОГО БАЗИСА В ПРОСТРАНСТВЕ  $C(0,1)$

(Представлено членом-корреспондентом Академии В. Г. Челидзе 6.5.1970)

Хорошо известна следующая задача: если  $\{P_n(x)\}_{n=0}^{\infty}$  — полиномиальный алгебраический базис пространства  $C(0,1)$ , а  $\nu_n$  — степень полинома  $P_n(x)$ , то каким можно сделать рост  $\nu_n$ ? Эта задача была поставлена Фойашем и Зингером в 1961 г. [1]. Эта и аналогичная задача о порядке роста степеней ортогонального полиномиального базиса были независимо поставлены также П. Л. Ульяновым в том же 1961 г. на Всесоюзном математическом съезде [2, 3]. Ей посвящены работы К. М. Шайдукова [4] и З. А. Чантурия [5, 6].

По известной теореме Мюнтца (см. [7], стр. 103) система

$$\{t^{\mu_i}\}_{i=0}^{\infty}, \quad \sum_{i=1}^{\infty} \frac{1}{\mu_i} = \infty, \quad \mu_0 = 0$$

полна в пространстве  $C(0,1)$ . Поэтому, применяя теорему Крейна—Мильмана—Рутмана [8], получаем, что система вида

$$P_n(t) = \sum_{k=0}^{\nu_n} a_k^{(n)} t^{\mu_k} \quad n = 0, 1, 2, \dots \quad (1)$$

образует базис пространства  $C(0,1)$ .

В настоящей статье исследуется вопрос о порядке роста степеней только что отмеченного базиса. Используя результаты Неймана [9] и Готличека [10], мы получили следующие теоремы:

**Теорема 1.** Пусть последовательность неотрицательных чисел  $\{\mu_i\}_{i=0}^{\infty}$  удовлетворяет условиям

$$\mu_0 = 0, \quad \mu_1 = 1, \quad \sum_{i=1}^{\infty} \frac{1}{\mu_i} = \infty, \quad \mu_{i+1} - \mu_i > 1, \quad i = 1, 2, \dots$$

Далее, пусть  $\{k_n\}_{n=0}^{\infty}$  — возрастающая последовательность целых неотрицательных чисел и

$$M_{k_n} = \sum_{i=2}^{k_n} \frac{2\mu_i - 3}{2\mu_i + 1} \quad (k_n \geq 2).$$

Если  $\sum_{n=2}^{\infty} n \sqrt{M_{k_n}} < \infty$ , то можно построить алгебраический базис пространства  $C(0,1)$  вида (1) с  $\nu_n \leq k_n$  при  $n > n_0$ , где  $n_0$  зависит от  $\{\mu_i\}$  и  $\{k_n\}$ .

Из этой теоремы вытекает

Следствие 1. Пусть  $\{p_i\}_{i=2}^{\infty}$  — простые числа,  $p_0=0$ ,  $p_1=1$ . Тогда для любого  $\varepsilon > 0$  в пространстве  $C(0,1)$  существует базис вида

$$\left\{ \sum_{i=0}^{\nu_n} a_i t^{p_i} \right\}_{n=0}^{\infty},$$

причем

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{p_{\nu_n}}{e^{n^{2+\varepsilon}}} = 0,$$

В случае  $\mu_i = i \cdot r$ , где  $r > 0$  — произвольное число, теорема 1 может быть улучшена. Так, справедлива

Теорема 2. Пусть последовательность  $\{\mu_i\}_{i=0}^{\infty}$  такова, что  $\mu_i = i \cdot r$ , где  $r$  — некоторое положительное число. Тогда для любого  $\varepsilon > 0$  можно построить в пространстве  $C(0,1)$  алгебраический базис вида (1), такой, что  $\mu_{\nu_n} \leq n \ln^{\varepsilon} n$  при  $n \geq 3$ .

Пусть  $\{\mu_i\}_{i=0}^{\infty}$  — любая возрастающая последовательность неотрицательных чисел. Положим

$$\Delta = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\sum_{0 \leq \mu_i < n} \frac{1}{\mu_i}}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{i}}, \quad \tilde{\Delta} = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\sum_{0 < \mu_i \leq n} \frac{1}{\mu_i}}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{i}}.$$

Определение. Скажем, что последовательность  $\{\mu_i\}_{i=0}^{\infty}$  удовлетворяет условию (\*), если выполнены следующие условия:

а)  $0 = \mu_0 < \mu_1 < \dots$ ,  $\lim_{i \rightarrow \infty} \mu_i = \infty$ ,

б)  $\Delta > 0$ ,

в) найдется такое число  $\lambda > 0$ , что  $\mu_{i+1} - \mu_i \geq \lambda$ ,  $i = 0, 1, 2, \dots$

Справедлива

Теорема 3. Пусть  $\{\mu_i\}_{i=0}^{\infty}$  удовлетворяет условию (\*) и  $\{k_n\}_{n=0}^{\infty}$  — возрастающая последовательность целых неотрицательных чисел.

1) Если  $\tilde{\Delta} \leq \frac{1}{2}$ , то для любого  $\varepsilon > 0$ , как только последовательность  $\{k_n\}$  удовлетворит условию

$$\sum_{n=1}^{\infty} n \mu_{k_n}^{\varepsilon - 2\Delta} < \infty,$$

в пространстве  $C(0,1)$  можно построить алгебраический базис вида (I) с  $\nu_n \leq k_n$  при  $n > n_0$ , где  $n_0$  зависит от  $\{\mu_i\}$  и  $\{k_n\}$ .

2. Если  $\tilde{\Delta} > \frac{1}{2}$ , то для построения аналогичного базиса достаточно, чтобы последовательность  $\{k_n\}$  для данного  $\varepsilon > 0$  удовлетворяла условию

$$\sum_{n=1}^{\infty} n^{\mu} k_n^{\varepsilon - \frac{\Delta}{\tilde{\Delta}}} < \infty.$$

Тбилисский государственный университет

(Поступило 7.5.1970)

მათემატიკა

ბ. ტყეშელაშვილი

C (0,1) სივრცეში ლაკუნარული ალგებრული ბაზისის ხარისხის  
ზრდის რიგის შესახებ

რეზიუმე

მოყვანილია თეორემები უწყვეტ ფუნქციათა სივრცეში

$$P_n(t) = \sum_{k=0}^{\nu_n} a_k^{(n)} t^{\mu_k} \quad n = 0, 1, 2, \dots$$

სახის ბაზისების ზრდის რიგის შესახებ.

MATHEMATICS

G. E. TKEBUCHAVA

ON THE ORDER OF THE GROWTH OF POWERS OF LACUNAR  
ALGEBRAIC BASIS OF THE SPACE  $C(0,1)$

Summary

The theorems on the order of the growth of powers of the basis of the following kind

$$P_n(t) = \sum_{k=0}^{\nu_n} a_k^{(n)} t^{\mu_k} \quad n = 0, 1, 2, \dots$$

in the space of continuous functions are given.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. C. Foias, I. Singer. *Rev. Math. pures et appl.*, 6, № 3, 1961, 125—147.
2. П. Л. Ульянов. Труды IV Всесоюзного матем. съезда, т. II. Л., 1964, 694—704.
3. П. Л. Ульянов. УМН, 19, № 1, 1964, 3—63.
4. К. М. Шайдуков. Сб. «Функциональный анализ и теория функции», № 1. Казань, 1963, 134—138.
5. З. А. Чантурия. Матем. заметки, т. 1, № 4, 1967, 415—424.
6. З. А. Чантурия. ДАН СССР, т. 187, № 2, 1969, 284—286.
7. С. Качмаж, Г. Штейнгауз. Теория ортогональных рядов. М., 1959.
8. М. Крейн, Д. Мильман, М. Рутман. Записки матем. т-ва, 4, 16, 1940, 106.
9. D. J. Neumann. *Amer. J. Math.*, vol., 87, № 4, 1965, 940—944.
10. M. von Gotlitschek. *Bull. Amer. Math. Soc.*, vol., 75, № 3, 1969, 524—528.

Н. А. БЕРИКАШВИЛИ

К ТЕОРИИ ГОМОЛОГИЙ НЕПРЕРЫВНЫХ ОТОБРАЖЕНИЙ

(Представлено академиком Г. С. Чогошвили 2.4.1970)

В данной работе использованы результаты и обозначения работ [1, 2].

Если  $f: K \rightarrow K_1$  — отображение комплексов, то пусть  $*f_{r,q}^s$ ,  $(r, q) \in \Delta$ , означает индуцированный им гомоморфизм

$$H^s(C_*(K_1) \otimes R(G_q), G_{q+r-1}) \rightarrow H^s(C_*(K) \otimes R(G_q), G_{q+r-1}).$$

**Теорема 1.** Пусть  $f: K \rightarrow K_1$  — отображение комплексов. Тогда: а) если  $*f_{r,q}^s$  есть мономорфизм, а  $*f_{r,q}^{s-1}$  — эпиморфизм при  $(r, q) \in \Delta$ , то  $\hat{f}: D(K_1, G) \rightarrow D(K, G)$  инъективно; б) если  $*f_{r,q}^s$  — эпиморфизм, а  $*f_{r,q}^{s+1}$  — мономорфизм при  $(r, q) \in \Delta$ , то  $\hat{f}$  сюръективно; в) эта теорема верна, если функтор  $D$  заменить функтором  $D_{st}^n$ , а множество  $\Delta$  — множеством  $\Delta_{st}^n$ .

**Следствие 1.** Если  $f: K \rightarrow K_1$  индуцирует изоморфизм групп гомологий всех размерностей с коэффициентами  $\Lambda$ , то  $\hat{f}$  взаимно однозначно при любом  $G$ .

**Следствие 2.** Если  $f: K \rightarrow K_1$  индуцирует изоморфизм групп гомологий с коэффициентами  $\Lambda$  в размерностях меньших  $n+1$ , то  $\hat{f}: D_{st}^{n+1}(K_1, G) \rightarrow D_{st}^{n+1}(K, G)$  — изоморфизм при любых  $s, t$  и  $G$ ; это отображение инъективно, если  $f$  индуцирует изоморфизм групп гомологий с коэффициентами  $\Lambda$  в размерностях меньших  $n$  и эпиморфизм в размерности  $n$ .

Эти следствия в частном случае дают следующие три предложения:

**Предложение 1.** Если  $K$  — симплициальный комплекс, то  $D(K, G)$  и  $D_{st}^n(K, G)$  топологически инвариантны; более точно

$$\alpha: D(K, G) \rightarrow D(|K|, G) \quad \text{и} \quad \alpha: D_{st}^n(K, G) \rightarrow D_{st}^n(|K|, G)$$

взаимно однозначны.

**Предложение 2.** Если непрерывное отображение пространств  $\varphi: X \rightarrow Y$  индуцирует изоморфизм сингулярных групп гомологий во всех размерностях, то  $\varphi^*: D(Y, G) \rightarrow D(X, G)$  взаимно однозначно.

**Предложение 3.** Если непрерывное отображение пространств  $\varphi: X \rightarrow Y$  индуцирует изоморфизм в размерностях меньших  $n+1$  сингулярных групп гомологий с коэффициентами  $\Lambda$ , то

$$\hat{f}: D_{ts}^{n+1}(Y, G) \rightarrow D_{ts}^{n+1}(X, G)$$



взаимно однозначно при любых  $t$ ,  $s$  и  $G$ . Это отображение инъективно, если  $\varphi$  индуцирует изоморфизм сингулярных групп гомологий с коэффициентами  $\Lambda$  в размерностях меньших  $n$  и эпиморфизм в размерности  $n$ .

Следствие. Если  $X$ —клеточный комплекс,  $X^{(n)}$ —его  $n$ -остов, а  $i: X^{(n)} \rightarrow X$ —тождественное отображение, то

$$i^*: D_{st}^{t+r}(X, G) \rightarrow D_{st}^{t+r}(X^{(n)}, G)$$

взаимно однозначно, если  $r < n$ , и инъективно, если  $r = n$ .

Следствием последних двух предложений является

Предложение 4. Если  $\varphi_1, \varphi_2: X \rightarrow Y$  гомотопны, то

$$\varphi_1^* = \varphi_2^*: D(Y, G) \rightarrow D(X, G); \quad \varphi_1^* = \varphi_2^*: D_{st}^n(Y, G) \rightarrow D_{st}^n(X, G).$$

Теорема 2. Если  $\Lambda$ —кольцо главных идеалов, то  $D_{st}^n(X, G)$  на категории конечных клеточных комплексов и их непрерывных отображений является полуточным гомотопическим функтором в смысле работ [3, 4]. Если все  $G_i$  свободны, то функтор  $D_{st}^n = D_i^n$  также является полуточным гомотопическим функтором.

Следовательно, в силу результатов Брауна [3] указанные в теореме функторы в предположении, что модули из  $G$  счетны, представимы в виде  $\pi[X, R]$  на упомянутой категории пространств  $X$ .

Функторы  $D$  более сильны, чем обычные сингулярные когомологии; действительно, функторы  $D$  отличают отображения, отличаемые инвариантом Хопфа и стирродовским функциональным  $\cup$ -произведением.

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

(Поступило 8.5.1970)

მათემატიკა

ბ. ბერიკაშვილი

უწყვეტ ასახვათა ჰომოლოგიის თეორიის შესახებ

რეზიუმე

შესწავლილია [1, 2] ნაშრომში შემოყვანილ კონტრვარიანტულ  $D$  ფუნქტორთა ქცევა ასახვების დროს. კერძოდ, ნაჩვენებია, რომ: ა) ჰომოტოპიური ასახვები ინდუცირებენ  $D$  ფუნქტორის ერთსა და იმავე ასახვას; ბ)  $D(K, G)$  ტოპოლოგიური ინვარიანტია სიმპლექსური კომპლექსისათვის; ც)  $D_{st}^n$  ნახევრად ზუსტი ჰომოტოპიური ფუნქტორებია [3, 4]-ის აზრით.

MATHEMATICS

N. A. BERIKASHVILI

ON THE HOMOLOGY THEORY OF CONTINUOUS MAPS

Summary

The behaviour of contravariant functors  $D$ , introduced in [1,2], with respect to maps is studied. In particular it is proved that: a) to homotopy



maps corresponds the same morphism; b)  $D(K, G)$  is a topological invariant for simplicial complexes; c)  $D_{st}^n$  is a half exact homotopy functor in the sense of [3, 4].

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. А. Берикашвили. Сообщения АН ГССР, 51, № 1, 1968.
2. Н. А. Берикашвили. Сообщения АН ГССР, 59, № 1, 1970.
3. E. H. Brown. Ann. of Math. 75, 1962, 467—484.
4. A. Dold. Halbexakte Homotopiefunktoeren. Springer Verlag, 1966.



О. А. ГЛОНТИ

ЛИНЕЙНАЯ ФИЛЬТРАЦИЯ, ИНТЕРПОЛЯЦИЯ И  
 ЭКСТРАПОЛЯЦИЯ СТАЦИОНАРНЫХ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ  
 С ДРОБНО-РАЦИОНАЛЬНОЙ СПЕКТРАЛЬНОЙ ПЛОТНОСТЬЮ

(Представлено академиком И. Н. Векуа 7.5.1970)

Вопросы линейной фильтрации, интерполяции и экстраполяции (ФИЭ) стационарных последовательностей с дробно-рациональным спектром изучены довольно подробно. Разработан ряд специальных методов решения проблемы [1—4]. Однако отыскание явных формул всегда связано с большими трудностями. При этом в большинстве случаев они громоздки. Используемый в данной работе метод приводит к простым, удобным для моделирования на быстродействующих вычислительных машинах, рекуррентным соотношениям для оптимальных линейных оценок ФИЭ.

Рассмотрим стационарные в широком смысле последовательности, допускающие спектральное представление

$$v_0(t) = \int_{-\pi}^{\pi} e^{i\lambda t} \varphi(i\lambda) \Phi(d\lambda), \quad t = 0, 1, 2, \dots, \quad (1)$$

где  $\varphi(i\lambda) = \{\varphi_{pq}(i\lambda)\}$  — матрица порядка  $n \times m$ , ранга  $m \leq n$ ,  $\varphi_{pq}$  — дробно-рациональные относительно  $e^{i\lambda}$  функции, аналитичные вне единичного круга,  $\Phi(d\lambda) = [\Phi_1(d\lambda), \dots, \Phi_m(d\lambda)]$  — вектор ортогональных спектральных мер,  $M\Phi_k(d\lambda) = 0, k = 1, \dots, m,$

$$M|\Phi_p(d\lambda) \Phi_q(d\lambda)| = \begin{cases} \frac{d\lambda}{2\pi}, & p = q \\ 0 & p \neq q \end{cases}.$$

Пусть теперь

$$v_0(t) = (\theta_t, \xi_t) = (\theta_1(t), \dots, \theta_n(t)), (\xi_1(t), \dots, \xi_l(t)), \quad k + l = n,$$

где  $\xi_t$  — наблюдаемая, а  $\theta_t$  — ненаблюдаемая компоненты.

В случае, когда  $v_0(t), t = 0, 1, 2, \dots$  — гауссовская последовательность, наилучшая в среднеквадратическом смысле оценка

$$\hat{\theta}_t, \tau(\xi^\tau) = M(\theta_t | \xi^\tau) \quad (\xi^\tau = (\xi_0, \xi_1, \dots, \xi_\tau), \tau \geq t)$$

оказывается линейной. Мы получим рекуррентные соотношения для этих условных математических ожиданий.

Если же процесс  $v_0(t)$  не является гауссовским, то, как известно [2], рассмотрение гауссовского процесса с теми же первыми двумя моментами, что и у  $v_0(t)$ , позволяет находить наилучшие оценки в классе линейных оценок. Поэтому в дальнейшем мы будем считать  $v_0(t)$  гауссовским процессом.

Здесь мы используем метод, развитый в работе [5].

Нам понадобятся следующие две леммы.



Лемма 1. Пусть гауссовская стационарная последовательность допускает спектральное представление

$$\mu_0(t) = \int_{-\pi}^{\pi} e^{i\lambda t} \frac{b_{n-1}(e^{i\lambda}-1)^{n-1} + \dots + b_0}{(e^{i\lambda}-1)^n + a_{n-1}(e^{i\lambda}-1)^{n-1} + \dots + a_0} \Phi(d\lambda),$$

$$M\Phi(d\lambda) = 0, \quad M|\Phi(d\lambda)|^2 = \frac{d\lambda}{2\pi}.$$

Тогда  $\mu_0(t)$  является компонентой стационарной гауссовской  $n$ -мерной марковской цепи  $(\mu_0(t), \dots, \mu_{n-1}(t))$ , управляемой системой разностных уравнений  $(\Delta x(t) = x(t+1) - x(t))$ :

$$\Delta \mu_j(t) = \mu_{j+1}(t) + \delta_j \Delta \omega(t), \quad j = 0, 1, \dots, n-2,$$

$$\Delta \mu_{n-1}(t) = - \sum_{j=0}^{n-1} a_j \mu_j(t) + \delta_{n-1} \Delta \omega(t),$$

где  $\omega(t)$  — дискретный гауссовский процесс, имеющий независимые между собой приращения,  $M[\omega(t) - \omega(s)]^2 = t - s$ ,  $t > s$ , а коэффициенты  $\delta_0, \dots, \delta_{n-1}$  находятся из следующих соотношений:

$$\delta_0 = b_{n-1},$$

$$\delta_k = b_{n-k-1} - \sum_{j=0}^{k-1} \delta_j a_{n-k+j}, \quad k = 1, \dots, n-1.$$

Лемма 2. Пусть гауссовская стационарная последовательность  $\nu_0(t) = (\nu_{01}(t), \dots, \nu_{0n}(t))$  допускает представление (1). Тогда существует  $N$ -мерная ( $N \geq n$ ) марковская цепь  $\nu(t) = (\nu_{01}(t), \dots, \nu_{0n}(t), \nu_{n+1}(t), \dots, \nu_N(t))$ , управляемая разностным уравнением

$$\Delta \nu(t) = A \nu(t) + B \Delta \omega(t), \quad (2)$$

где  $\omega(t) = (\omega_1(t), \dots, \omega_m(t))$  — дискретный гауссовский процесс с независимыми приращениями и с независимыми компонентами, у которого  $M\omega_k(t) = 0$ ,  $M[\omega_k(t) - \omega_k(s)]^2 = t - s$ ,  $t > s$ ,  $k = 1, 2, \dots, m$ ,  $A$  и  $B$  — матрицы порядка  $N \times N$  и  $N \times m$ ,  $N = \sum_{q=1}^m \sum_{p=1}^{n_1} \alpha_{pq}$ ,  $\alpha_{pq}$  — степень знаменателя  $\varphi_{pq}(i\lambda)$ ,  $n_1 \leq n$  — число несовпадающих элементов  $\varphi_{pq}(i\lambda)$  в столбце с номером  $q$ .

Леммы 1 и 2 дают возможность использовать результаты автора по ФИЭ марковских цепей [6—9]. Действительно, вместо последовательности  $\nu_0(t) = (\theta_t, \xi_t) = ((\theta_1(t), \dots, \theta_k(t)), (\xi_1(t), \dots, \xi_l(t)))$ , задаваемой (1), мы рассмотрим марковскую цепь

$$\nu(t) = (\nu_0(t), \tilde{\nu}_0(t)) = (\theta_t, \xi_t, \tilde{\nu}_0(t)) = (\tilde{\theta}_t, \tilde{\xi}_t) \quad (\tilde{\theta}_t = (\theta_t, \tilde{\nu}_0(t))),$$

допускающую представление (2), которую можно переписать в следующем виде:

$$\begin{aligned} \Delta \tilde{\theta}_t &= a_1 \tilde{\theta}_t + a_2 \tilde{\xi}_t + b_1 \Delta \omega_1(t) + b_2 \Delta \omega_2(t), \\ \Delta \tilde{\xi}_t &= A_1 \tilde{\theta}_t + A_2 \tilde{\xi}_t + B_1 \Delta \omega_1(t) + B_2 \Delta \omega_2(t), \end{aligned} \quad (3)$$

где постоянные матрицы  $a_1, a_2, A_1, A_2, b_1, b_2, B_1, B_2$  имеют соответственно порядок  $(N-l) \times (N-l)$ ,  $(N-l) \times l$ ,  $l \times (N-l)$ ,  $l \times l$ ,  $(N-l) \times m_1$ ,  $(N-l) \times m_2$ ,  $l \times m_1$ ,  $l \times m_2$ , где  $m_1 + m_2 = m$  ( $m$  — ранг матрицы  $\varphi(i\lambda)$ ).



Система (3) является частным случаем систем, рассматриваемых в работах [6—9], поэтому мы можем воспользоваться формулами для оптимальных оценок ФИЭ из работ [6—9] и получить, например, оптимальную оценку вектора  $\tilde{\theta}_t = (\theta_t, \tilde{v}_0(t))$ :

$$\hat{\theta}_t(\xi^T) = M(\tilde{\theta}_t | \xi^T) = \{M(\theta_t | \xi^T), M(\tilde{v}_0(t) | \xi^T)\}, \tau \cong t.$$

Пример. Пусть

$$v_0(t) = (\theta_t, \xi_t) = \int_{-\pi}^{\pi} e^{i\lambda t} \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ \frac{(e^{i\lambda} - 1) + 0,5}{(e^{i\lambda} - 1) + 0,5} & \frac{1}{(e^{i\lambda} - 1) + 0,2} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \Phi_1(d\lambda) \\ \Phi_2(d\lambda) \end{pmatrix}.$$

На основании леммы 2

$$\Delta \mu_{11}^0(t) = -0,5 \mu_{11}^0(t) + \Delta w_1(t), \mu_{12}^0(t) = 0, \mu_{21}^0(t) = \mu_{11}^0(t), \\ \Delta \mu_{22}^0(t) = -0,2 \mu_{22}^0(t) + \Delta w_2(t),$$

тогда

$$\theta_t = \mu_{11}^0(t), \xi_t = \mu_{11}^0(t) + \mu_{22}^0(t).$$

Исключая  $\mu_{22}^0(t)$ , получаем систему

$$\Delta \theta_t = -0,5 \theta_t + \Delta w_1(t), \\ \Delta \xi_t = -0,3 \theta_t - 0,2 \xi_t + \Delta w_1(t) + \Delta w_2(t)$$

и из работы [6], например, для нахождения оптимальной оценки (фильтрации)  $m(t) = M(\theta_t | \xi^t)$  и ошибки оценивания  $\gamma(t) = M((\theta_t - m(t))^2 | \xi^t)$  имеем рекуррентные соотношения

$$\Delta m(t) = -0,5 m(t) + \frac{1 - 0,15 \gamma(t)}{2 + 0,09 \gamma(t)} [\Delta \xi_t + 0,3 m(t) + 0,2 \xi_t], \\ \Delta \gamma(t) = -0,75 \gamma(t) + 1 - \frac{(1 - 0,15 \gamma(t))^2}{2 + 0,09 \gamma(t)}$$

с начальными условиями  $m(0) = m$  и  $\gamma(0) = \gamma$  ( $m$  и  $\gamma$  выбираются на основе априорной информации, способ нахождения начальных условий дается в работе [5]).

Тбилисский государственный университет  
Институт прикладной математики

(Поступило 8.5.1970)

მათემატიკა

მ. ლლონტი

წილად-რაციონალურ სპექტრალურ სიმკვრივის სტაციონარული მიმდევრობების წრფივი ფილტრაცია, ინტერპოლაცია და ექსტრაპოლაცია

რეზიუმე

კანხილულია წრფივი მიმდევრობითი ოპტიმალური შეფასებების აგების საკითხი სტაციონარული მიმდევრობებისათვის წილად-რაციონალური სპექტრით.

О. А. GLONTI

SEQUENTIAL LINEAR FILTRATION, INTERPOLATION AND  
EXTRAPOLATION FOR STATIONARY SEQUENCES WITH  
FRACTIONALLY-RATIONAL SPECTRAL DENSITY

Summary

The question is considered of constructing linear sequential optimal estimates for stationary sequences with fractionally-rational spectrum.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. О. М. Яглом. Труды Московского матем. о-ва, 4, 1955, 237—278.
2. Дж. Л. Дуб. Вероятностные процессы. М., 1956.
3. Ю. А. Розанов. Стационарные случайные процессы. М., 1963.
4. Р. Whittle. Prediction and regulation. New Jersey, 1963.
5. Р. Ш. Липцер. Кибернетика, № 3, 1968, 63—70; № 6, 1968, 70—75.
6. О. А. Глонти. Труды Ин-та прикладной математики ТГУ, II, 1969, 185—197.
7. О. А. Глонти. Сообщения АН ГССР, 55, № 1, 1969, 33—35.
8. О. А. Глонти. Литовский матем. сб., 2, 1969, 263—279.
9. О. А. Глонти. Литовский матем. сб. 4, 1969, 741—754.

М. Г. КАЛАБЕГАШВИЛИ

ОБ ОПТИМАЛЬНОМ ПРОЕКТИРОВАНИИ КРУГОВЫХ  
 ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ОБОЛОЧЕК

(Представлено академиком Ш. Е. Микеладзе 7.5.1970)

В работе рассмотрены две задачи. Первая касается проектирования равнопрочной цилиндрической сферической ортотропной оболочки, а вторая — оптимального проектирования однородной однослойной оболочки с учетом условий жесткости и прочности.

В обоих случаях предполагается, что края оболочки закреплены шарнирно, а сама конструкция подвергается действию равномерного внутреннего давления  $P$ . Что касается системы координат, то ее начало поместим посередине оболочки, а ось  $x$  направим вдоль одной из образующих ее срединной поверхности.

1. Будем искать такой закон изменения толщины несущего слоя, который обеспечивает мгновенный переход оболочки в пластическое состояние.

Соответствующая разрешающая система, записанная посредством безразмерных величин, имеет вид [1]

$$t^2 + \frac{3}{4} m^2 = 1, \quad \frac{d^2 t}{d\xi^2} - m = 0, \quad \frac{d^2}{d\xi^2} (m\delta) + k_0 t \delta = q, \quad (1)$$

где

$$k_0 = \frac{E_x \sigma_{sy}^2}{(1 - \nu_{xy} \nu_{yx}) E_x \sigma_{sx}^2}, \quad x = \left( \frac{a H E_x \sigma_{sy}}{2(1 - \nu_{xy} \nu_{yx}) \sigma_{sx} E_y} \right)^{1/2} \xi,$$

$$\delta = \frac{h}{a}, \quad m = \frac{M_x}{h H \sigma_{sx}}, \quad t = \frac{T_y}{2 h \sigma_{sy}}, \quad q = - \frac{E_x \sigma_{sy} p}{2(1 - \nu_{xy} \nu_{yx}) \sigma_{sx}^2 E_x},$$

$a$  обозначает радиус срединной поверхности оболочки,  $h$  и  $H$  — толщину несущего слоя и заполнителя соответственно,  $M_x$  — изгибающий момент,  $T_y$  — кольцевое нормальное усилие, а  $E_x, E_y; \nu_{xy}, \nu_{yx}; \sigma_{sx}, \sigma_{sy}$  — модуль Юнга, коэффициент Пуассона и предел текучести материала в осевом и кольцевом направлениях соответственно.

Систему (1) решаем путем представления каждой искомой функции в виде ряда Маклорена соответственно варианту А. Н. Крылова [2]. Подобный прием был ранее использован автором при изучении несущей способности цилиндрической оболочки [4].

Граничные условия имеют вид  $t' = 0, \delta' = 0$  при  $\xi = 0; t = 0, \delta = 0$  при  $\xi = 0,5$ .

Из первых двух уравнений (с сохранением в ряде семи членов) определяем безразмерный изгибающий момент и кольцевое нормальное усилие:

$$m = -1,14271 - 0,09564 \xi^2 + 0,19320 \xi^4,$$

$$t = 0,14338 - 0,57135 \xi^2 - 0,00797 \xi^4 + 0,00644 \xi^6.$$



Интегрированием третьего уравнения (при  $k_0=1, 2; q=0,05$ ) находим искомый закон изменения толщины:

$$\delta = 0,00534 - 0,02192 \xi^2 + 0,00220 \xi^4.$$

На этот раз оказалось достаточным сохранить первые пять членов ряда.

II. Будем искать закон изменения толщины оболочки, заданный с точностью до двух неизвестных параметров  $\alpha$  и  $\beta$  ( $h = \alpha e^{\beta \xi}$ ), таким образом, чтобы прогиб посередине оболочки равнялся некоторой наперед заданной величине ( $w = w_0$ ) и в максимально напряженных волокнах образовалась пластическая деформация. Последний факт снабжает нас граничным условием относительно  $w''$ .

Аналогичным способом были исследованы некоторые задачи для плоских плит [5, 6].

Дифференциальное уравнение изгиба оболочки имеет вид

$$\frac{d^2}{d\xi^2} \left( h^3 \frac{d^2 w}{d\xi^2} \right) + bh w = p_1, \quad \left( \xi = \frac{x}{l} \right), \quad (2)$$

где

$$b = \frac{12(1-\nu^2)l^4}{a^2}, \quad p_1 = \frac{12(1-\nu^2)l^4}{E} p,$$

а длина оболочки равняется  $10l$ .

С учетом условий жесткости и прочности (пластичности) граничные условия выглядят следующим образом:

$$\begin{aligned} w &= w_0, \quad w' = 0, \\ w'' &= \frac{2l^2 w_0 (1-\nu^2)}{\alpha x (1-\nu + \nu^2)} \left\{ 0,5 - \nu - \left[ (0,5 - \nu)^2 + \left( \frac{\alpha^2 \sigma_s^2}{\omega_0^2 E^2} - 1 \right) (1 - \nu + \nu^2) \right]^{0,5} \right\}, \\ w''' &= -3\beta w_0'' \text{ при } \xi = 0; \quad w = 0 \text{ и } w'' = 0 \text{ при } \xi = 5. \end{aligned}$$

По-прежнему уравнение решаем способом А. Н. Крылова. Первые четыре граничных условия дают возможность найти с точностью до двух параметров ( $\alpha$  и  $\beta$ ) выражение прогиба и его второй производной. Для определения  $\alpha$  и  $\beta$  располагаем двумя граничными условиями на контуре оболочки, которые приводят к системе алгебраических уравнений относительно неизвестных параметров. Эту систему решаем способом последовательных подстановок. Рассмотрен пример:

$$\nu = 0,3; \quad \frac{l^4}{a^2} = 6,4 \cdot 10^{-3}; \quad p_1 = -4,3264 \cdot 10^{-3}; \quad w_0 = -73,0 \cdot 10^{-3};$$

$$l^2 \frac{\sigma_s}{E} = 6,31 \cdot 10^{-3}.$$

При разложении в ряд было сохранено такое количество членов, которое позволяет удовлетворить уравнению равновесия в любой точке интервала с точностью по крайней мере трех значащих цифр. Сохранив 17 членов, неизвестные параметры оказались соответственно равными  $\alpha = 1,041$ ,  $\beta = -0,092$ . Следует отметить, что с достаточной степенью точности эти параметры были определены при сохранении лишь 11 членов ( $\alpha = 1,040$ ,  $\beta = -0,092$ ). Ту же задачу решали и численно путем применения известных рекуррентных формул М. Ш. Микеладзе [1, 3].

Представим уравнение (2) в виде системы уравнений

$$\frac{d^2 w}{d\xi^2} - \frac{y}{h^3} = 0, \quad \frac{d^2 y}{d\xi^2} + bhw = p_1,$$

где

$$y = h^3 \frac{d^2 w}{d\xi^2}.$$

Эквивалентная система интегральных уравнений типа Вольтерра второго рода будет

$$\frac{d^2 w}{d\xi^2} - \frac{1}{h^3} \left[ y_0 + y'_0 \xi + \int_0^\xi (\xi - t) y''_t dt \right] = 0,$$

$$\frac{d^2 y}{d\xi^2} + bh \left[ w_0 + w'_0 \xi + \int_0^\xi (\xi - t) w''_t dt \right] = 0$$

со следующими граничными условиями:

$$w = w_0, \quad w' = 0, \quad y = \alpha^3 w''_0, \quad y' = 0 \quad \text{при} \quad \xi = 0$$

и

$$w'' = 0, \quad y'' = p_1 \quad \text{при} \quad \xi = 5.$$

Промежуток интегрирования мы разбивали соответственно на 5, 10, 20 и 30 частей. Вычисления показали, что в случае 20 делений получаем уже практически точное решение, поскольку оно совпадает с решением, построенным при 30 делениях.

Достаточную для практики точность обеспечивает уже случай с 5 делениями. Соответствующие значения неизвестных параметров ( $\alpha = 1,020$ ,  $\beta = -0,087$ ) мало отличаются от тех, которые имелись при 20 делениях ( $\alpha = 1,041$ ,  $\beta = -0,092$ ).

Что касается искомой толщины оболочки, то она определяется с еще большей степенью точности, о чем свидетельствует нижеприведенная таблица:

№	0	1	2	3	4	5
При 5 делениях	1,020	0,935	0,858	0,787	0,721	0,662
При 20 делениях	1,041	0,950	0,867	0,791	0,722	0,659

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

(Поступило 15.5.1970)



## მ. ყალაბეგაშვილი

წრიული ცილინდრული გარსის ოპტიმალური დაგეგმარების შესახებ

რეზიუმე

განხილულია ორი ამოცანა. პირველი ეხება ტოლი წინაღობის წრიული ფენოვანი ორთოტროპული ცილინდრული გარსის დაგეგმარებას, მეორე კი ჩვეულებრივი ერთფენოვანი გარსის ოპტიმალურ დაგეგმარებას სიხისტისა და სიმტკიცის პირობების გათვალისწინებით. იგულისხმება, რომ სახსრულად დამაგრებული გარსი განიცდის შიგნიდან თანაბრად განაწილებული დატვირთვის ქმედებას.

პირველ ამოცანაში სისტემა ამოხსნილია საძიებელი ფუნქციის მაკლორენის მწკრივად წარმოდგენის გზით. მეორე ამოცანაში მოძებნილია სისქის ცვლილების ისეთი კანონი, რაც უზრუნველყოფს გარსის ჩაღუნვას შუაში წინასწარ მოცემული სიდიდით და პლასტიკური დეფორმაციის წარმოქმნას მაქსიმალურად დაძაბულ ბოჭკოებში. ეს ამოცანა ამოხსნილია როგორც გამწკრივებით, ისე რიცხვითი გზითაც.

MECHANICS

M. G. KALABEGASHVILI

ON THE OPTIMUM DESIGN OF CIRCULAR CYLINDRICAL SHELLS

Summary

Two problems in the optimum design of a simply supported circular cylindrical shell are considered. The first deals with the orthotropic sandwich shell of uniform strength. Within the range of the theory such a law of changes of shell thickness will be found which ensure instantaneous occurrence of the plastic state.

In the second problem the uniform shell is considered: The thickness of the shell varies following the exponential law:  $h = \alpha e^{\beta z}$ , where  $\alpha$  and  $\beta$  are the unknown parameters. These latter are selected so that the obtained condition should be satisfied along the most stressed points of the structure and that the maximum deflection should be equal to the admissible value. The problem is relatively simplified, as it is known in advance that the deflection and the stresses will attain their maximum in the middle of the shell.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. М. Ш. Микеладзе. Статика анизотропных пластичных оболочек. Тбилиси, 1963.
2. А. Н. Крылов. Лекция о приближенных вычислениях. М.—Л., 1950.
3. М. Ш. Микеладзе. Прикладная математика и механика, XVII, вып. 3, 1953.
4. მ. ყალაბეგაშვილი. საქართველოს სსრ მეცნ. აკადემიის მოამბე, 54, № 2, 1969.
5. რ. ცხვედაძე. საქართველოს სსრ მეცნ. აკადემიის მოამბე, 48, № 3, 1967.
6. Г. Г. Кочияшвили. Сообщения АН ГССР, т. 51, № 3, 1968.



А. Г. МАМИСТВАЛОВ

### ОБ ОСНОВНОЙ ТЕОРЕМЕ МОМЕНТНЫХ ИНВАРИАНТОВ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Л. П. Гокиели 22.4.1970)

Однородный полином двух переменных  $u$  и  $v$

$$f = a_{p0} u^p + \binom{p}{1} a_{p-1,1} u^{p-1} v + \binom{p}{2} a_{p-2,2} u^{p-2} v^2 + \dots + a_{0p} v^p$$

называется двойной (бинарной) алгебраической формой порядка  $p$  и обозначается так [1]:

$$f \equiv (a_{p0}; a_{p-1,1}; \dots; a_{0p}) (u, v)^p. \quad (1)$$

Однородный полином коэффициентов  $a_{p0}, a_{p-1,1}, \dots, a_{0p}$  есть алгебраический инвариант веса  $\omega$ , если

$$I(a'_{p0}, a'_{p-1,1}, \dots, a'_{0p}) = \Delta^\omega I(a_{p0}, a_{p-1,1}, \dots, a_{0p}),$$

где  $a'_{p0}, a'_{p-1,1}, \dots, a'_{0p}$  есть новые коэффициенты, полученные подстановкой следующего общего линейного преобразования:

$$\begin{bmatrix} u \\ v \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \alpha & \gamma \\ \beta & \delta \end{bmatrix} \begin{bmatrix} u' \\ v' \end{bmatrix} \quad \Delta = \begin{vmatrix} \alpha & \gamma \\ \beta & \delta \end{vmatrix} \neq 0 \quad (2)$$

в первоначальной форме (1).

Например, двойная форма второго порядка

$$a_{20} u^2 + 2 a_{11} uv + a_{02} v^2$$

имеет следующий алгебраический инвариант веса 2:

$$I_1 = a'_{20} a'_{02} - (a'_{11})^2 \equiv \Delta^2 (a_{20} a_{02} - a_{11}^2). \quad (3)$$

Пусть плоский образ с координатами  $x, y$  подвергнут общему линейному преобразованию

$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \alpha & \beta \\ \gamma & \delta \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix}. \quad (4)$$

Обозначим двумерные центральные моменты образа до и после преобразования через  $\mu_{p-r,r}$  и  $\mu'_{p-r,r}$   $r = 0, 1, 2, \dots, p$ , а якобиан преобразования (4) — через  $J$ .

В дальнейшем под словом „моменты“ всегда будем подразумевать центральные моменты.

В работе [1] сформулирована следующая основная теорема моментных инвариантов:

Если алгебраическая форма порядка  $p$  имеет алгебраический инвариант

$$I(a'_{p0}, \dots, a'_{0p}) = \Delta^\omega I(a_{p0}, \dots, a_{0p}),$$

то моменты порядка  $p$  имеют тот же инвариант, но с дополнительным множителем  $|J|$ :

$$I(\mu'_{p0}, \dots, \mu'_{0p}) = |J| \Delta^\omega I(\mu_{p0}, \dots, \mu_{0p}). \quad (5)$$



При выводе формулы (5) автором была допущена ошибка в рассуждениях, в результате чего она оказалась неверной. Например, функционал

$$\frac{I_1}{\mu^3} = \frac{\mu_{20} \mu_{02} - \mu_{11}^2}{\mu^3}, \quad (6)$$

который получен в работе [1] на основании (3) и (5) с учетом того, что в случае линейного преобразования (4)

$$\Delta^2 = |J|^2, \quad (7)$$

$$\mu'_{00} = |J| \mu_{00}, \quad (8)$$

должен быть инвариантным относительно этого преобразования. Но ввиду ошибочности (5) это не так. Покажем это на конкретном примере. При линейном преобразовании (невырожденном) параллелограмм опять получается параллелограмм. Поэтому значение (6) для любого параллелограмма должно быть одним и тем же. Для квадрата со стороной  $a$ , приведенного к главным осям, имеем

$$\mu_{20} = \mu_{02} = \frac{a^4}{12}, \quad \mu_{11} = 0, \quad \mu_{00} = a^2, \quad (9)$$

а для ромба, заданного диагоналями  $d_1$  и  $d_2$  и приведенного к главным осям, имеем

$$\mu_{20} = \frac{d_1^3 d_2}{48}, \quad \mu_{02} = \frac{d_1 d_2^3}{48}, \quad \mu_{11} = 0, \quad \mu_{00} = \frac{d_1 d_2}{2}. \quad (10)$$

Для таких параллелограммов значения (6) равны: для квадрата —  $\frac{a^2}{144}$ , для ромба —  $\frac{d_1 d_2}{288}$ . Ввиду произвольности  $a$ ,  $d_1$  и  $d_2$  имеем  $\frac{a^2}{144} \neq \frac{d_1 d_2}{288}$ . Этот пример показывает, что функционал (6) не инвариантен относительно линейного преобразования образов.

Ниже даются правильная формулировка основной теоремы моментных инвариантов и ее доказательство.

### Основная теорема моментных инвариантов

Если двойная алгебраическая форма порядка  $p$  имеет алгебраический инвариант

$$I(a'_{p0}, \dots, a'_{0p}) = \Delta^w I(a_{p0}, \dots, a_{0p}), \quad (11)$$

то моменты порядка  $p$  имеют тот же инвариант, но с дополнительным множителем  $|J|^n$ :

$$I(\mu'_{p0}, \dots, \mu'_{0p}) = |J|^n \Delta^w (\mu_{p0}, \dots, \mu_{0p}),$$

где  $n$  — размерность однородных полиномов

$$I(a'_{p0}, \dots, a'_{0p}), \quad I(a_{p0}, \dots, a_{0p}).$$

Доказательство. Известно, что преобразования (2) и (4) удовлетворяют инвариантному соотношению

$$ux + vy = u'x' + v'y'.$$

Учитывая это, имеем, принимая во внимание (4),

$$\int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} (ux + vy)^p \varphi(x, y) dx dy = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} (u'x' + v'y')^p \varphi'(x', y') \frac{dx' dy'}{|J|}. \quad (12)$$

Раскрывая скобки в равенстве (12) по формуле бинома Ньютона и считая, что центр тяжести образа совпадает с началом координат, получаем

$$|J|(\mu_{p0}; \mu_{p-1,1}; \dots; \mu_{0p})(u, v)^p = (\mu'_{p0}; \mu'_{p-1,1}; \dots; \mu'_{0p})(u', v')^p, \quad (13)$$

где

$$\mu_{p-r,r} = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} x^{p-r} y^r \rho(x, y) dx dy,$$

$$\mu'_{p-r,r} = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} (x')^p (y')^r \rho'(x', y') dx' dy'.$$

Из равенства (13) заключаем, что закон преобразования двойной формы, составленной из центральных моментов порядка  $p$ , такой же, как для коэффициентов алгебраической формы (1), за исключением множителя  $|J|$ .

Теперь допустим, что размерность алгебраического инварианта (11), т. е. размерность однородных полиномов  $I(a'_{p0}, \dots, a'_{0p})$ ,  $I(a_{p0}, \dots, a_{0p})$ , равна  $n$ . Тогда каждый его член будет преобразовываться по закону

$$(a'_{p-i_1, i_1})^{j_1} (a'_{p-i_2, i_2})^{j_2} \dots (a'_{p-i_k, i_k})^{j_k} = \Delta^\omega a_{p-i_1, i_1}^{j_1} a_{p-i_2, i_2}^{j_2} \dots a_{p-i_k, i_k}^{j_k},$$

где  $j_1 + j_2 + \dots + j_k = n$ ,  $i_1, i_2, \dots, i_k \leq p$ .

А каждый член инварианта, составленного из моментов  $\mu_{p-r,r}$ , согласно (13), будет преобразовываться по закону

$$\begin{aligned} & (\mu'_{p-i_1, i_1})^{j_1} (\mu'_{p-i_2, i_2})^{j_2} \dots (\mu'_{p-i_k, i_k})^{j_k} = \\ & = \Delta^\omega (|J| \mu_{p-i_1, i_1})^{j_1} (|J| \mu_{p-i_2, i_2})^{j_2} \dots (|J| \mu_{p-i_k, i_k})^{j_k} = \\ & = \Delta^\omega |J|^n \mu_{p-i_1, i_1}^{j_1} \mu_{p-i_2, i_2}^{j_2} \dots \mu_{p-i_k, i_k}^{j_k}. \end{aligned}$$

Таким образом, каждый член инварианта, составленного из моментов, будет содержать множитель  $\Delta^\omega |J|^n$ . Вынеся этот общий множитель за скобки, получим

$$I(\mu'_{p0}, \dots, \mu'_{0p}) = |J|^n \Delta^\omega I(\mu_{p0}, \dots, \mu_{0p}), \quad (14)$$

что и требовалось доказать.

Покажем на примере справедливость уточненной нами основной теоремы. Ввиду того что размерность алгебраического инварианта (3) равна 2, согласно (14), получаем моментный инвариант

$$\mu'_{20} \mu'_{02} - (\mu'_{11})^2 = |J|^2 \Delta^2 (\mu_{20} \mu_{02} - \mu_{11}^2). \quad (15)$$

Тогда из (7), (8) и (9) получаем такой инвариант относительно линейного преобразования

$$\frac{I_1}{\mu_{00}^4} = \frac{\mu_{20} \mu_{02} - \mu_{11}^2}{\mu_{00}^4}. \quad (16)$$

Проверим инвариантность (16) для множества параллелограммов. Подставляя в (16) значения центральных моментов для квадрата (9) и для ромба (10), в действительности получаем одно и то же значение

$$\frac{I_1}{\mu_{00}^4} = \frac{1}{144}.$$

ა. მამისტვალოვი

მომენტთა ინვარიანტების ძირითადი თეორემის შესახებ

რეზიუმე

ნაჩვენებია, რომ მომენტთა ინვარიანტების ძირითადი თეორემა, რომელიც [1] შრომაშია დამტკიცებული, მცდარია. აღნიშნულ თეორემაში შეტანილია არსებითი ცვლილება, რის შედეგადაც თეორემა კორექტული გახდა. დამტკიცებულია შესწორებული მომენტების ინვარიანტების ძირითადი თეორემა.

CYBERNETICS

A. G. MAMISTVALOV

ON THE FUNDAMENTAL THEOREM OF MOMENT INVARIANTS

Summary

It is shown that the fundamental theorem of moment invariants which is presented in [1] is wrong. After a certain correction the theorem is set right. The corrected fundamental theorem of moment invariants is proved.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Ming-Kuei Hu. IRE Trans. on information theory, IT—8, № 2, 1962.



С. Б. ФАГИН, Г. Л. ТАУГЛИХ, З. Ш. КИПШИДЗЕ

## О ВЕСОВОМ ПОЛИНОМИАЛЬНОМ КОДЕ, ИСПРАВЛЯЮЩЕМ ОШИБКИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Н. В. Габашвили 23.4.1970)

Рассмотрим систему из  $n$  взаимно простых полиномов с коэффициентами из поля  $GF(2)$ :  $m_1(x)$  степени  $d_1$ ,  $m_2(x)$ , степени  $d_2, \dots, m_n(x)$ , степени  $d_n$ . Пусть для степеней этих полиномов выполняется условие

$$d_1 \leq d_2 \leq \dots \leq d_n. \quad (1)$$

Последовательность вида

$$(\alpha_1(x), \alpha_2(x), \dots, \alpha_n(x)) \quad (2)$$

(где  $\alpha_i(x)$ —вычет по модулю  $m_i(x)$ ,  $i = 1, 2, \dots, n$ ) назовем кодовым словом полиномиального полиадического кода, например полиномиального кода в системе остаточных классов или в обобщенной полиадической системе.

Полином вида

$$w(x) = \sum_{i=1}^n \alpha_i(x) \mu_i(x)$$

назовем обобщенным весом кодового слова (2) [1, 2]. Полиномы  $\alpha_i(x)$  будем называть цифрами кода,  $\mu_i(x)$ —весами.

Рассмотрим множество всех кодовых слов (2), удовлетворяющих следующему условию:

$$w(x) = \sum_{i=1}^n \alpha_i(x) \mu_i(x) = a(x).$$

Займемся отысканием наиболее удобного вида полиномов  $\mu_i(x)$   $i = 1, 2, \dots, n$ .

Если в  $j$ -м разряде кодового слова произошла ошибка, это приведет к изменению обобщенного веса, который теперь будет иметь вид

$$\overline{w(x)} = w(x) + \delta_j(x) \mu_j(x),$$

где  $\delta_j(x)$ —ошибка, вычет по модулю  $m_j(x)$ .

Таким образом, для исправления одиночных ошибок необходимо выполнение условий

$$\delta_i(x) \mu_i(x) \neq \delta_j(x) \mu_j(x); \quad i \neq j; \quad i, j = 1, 2, \dots, n. \quad (3)$$

Поскольку возможен случай, когда

$$\delta_i(x) = \delta_j(x), \quad i \neq j,$$



нужно потребовать, чтобы все веса были различными. Кроме того, так как степени полиномов  $m_i(x)$  удовлетворяют условию (1), что можно сказать и о максимальных степенях полиномов  $\delta_i(x)$ , то необходимо, чтобы и степени весов  $\mu_i(x)$  с увеличением индекса  $i$  не уменьшались, иначе не исключена возможность равенств

$$\mu_i(x) = \delta_j(x), \quad \mu_j(x) = \delta_i(x), \quad i < j,$$

противоречащих условию (3). Очевидно, это может произойти и тогда, когда при  $i < j$  степень  $\mu_j(x)$  будет меньше степени  $m_i(x)$ . Поэтому степень  $\mu_j(x)$  должна быть не меньше степени  $m_i(x)$  при  $i < j$ .

Предположим теперь, что два веса имеют общий делитель ненулевой степени  $\tau(x)$ , т. е.

$$\mu_i(x) = \tau(x) \mu'_i(x),$$

$$\mu_j(x) = \tau(x) \mu'_j(x),$$

где  $\mu'_i(x)$  и  $\mu'_j(x)$  — также полиномы ненулевой степени. Подставив эти полиномы в неравенства (3) и сократив на  $\tau(x)$ , получим следующее соотношение:

$$\delta_i(x) \mu'_i(x) \neq \delta_j(x) \mu'_j(x), \quad i \neq j.$$

Здесь полиномы  $\mu'_i(x)$  и  $\mu'_j(x)$  могут уже не удовлетворять вышеперечисленным требованиям, налагаемым на веса, что может привести к нарушению неравенств (3). Следовательно, нужно потребовать, чтобы все веса были взаимно простыми.

Очевидно, в качестве весов можно взять полиномы

$$\mu_1(x) = m_0(x) \equiv 1, \quad \mu_i(x) = m_{i-1}(x), \quad i = 2, 3, \dots, n.$$

Таким образом, нами доказана следующая теорема:

**Теорема.** Множество кодовых слов  $(\alpha_1(x), \alpha_2(x), \dots, \alpha_n(x))$ , удовлетворяющих равенству

$$W(x) = \sum_{i=1}^n \alpha_i(x) m_{i-1}(x) = a(x)$$

( $a(x)$  — полином степени, не превосходящей  $d_{n-1} + d_n - 1$ ), представляет собой код, исправляющий одиночные ошибки.

Укажем два способа декодирования.

Первый заключается в последовательном делении полинома  $\delta_i(x) m_{i-1}(x)$  на веса, начиная со второго, до тех пор, пока остаток от деления не станет равным нулю. Число последовательных делений даст нам номер разряда, в котором произошла ошибка, а частное от последнего деления — вид полинома ошибки.

Что же касается первого разряда, то ошибка в нем произойдет тогда и только тогда, когда степень полинома  $\delta_i(x) m_{i-1}(x)$  будет не больше  $d_1 - 1$ .

Второй способ заключается в следующем: когда степени всех весов одинаковы и равны  $d$  и, кроме того, все веса — неприводимые над полем  $GF(2)$  полиномы, можно привести следующий алгоритм декодирования:



раз веса—неприводимые полиномы, они обладают различными наборами корней, причем эти корни не являются корнями полиномов меньшей степени, т. е. полиномов  $\delta_i(x)$ ,  $i = 1, 2, \dots, n$ .

Пусть  $t_i$ —корень полинома  $m_i(x)$ ,  $i = 1, 2, \dots, n - 1$ . Очевидно, выполняются условия

$$\begin{aligned} \delta_i(t_j) m_{i-1}(t_j) &= 0, & i = j + 1, \\ \delta_i(t_j) m_{i-1}(t_j) &\neq 0, & i \neq j + 1. \end{aligned}$$

Таким образом, обнаруживается номер разряда, в котором произошла ошибка. Разделив полином  $\delta_i(x) m_{i-1}(x)$  на  $m_{i-1}(x)$ , находим ошибку. Ошибка в первом разряде произойдет, очевидно, тогда и только тогда, когда степень  $\delta_i(x) m_{i-1}(x)$  будет не больше  $d-1$ .

Академия наук Грузинской ССР  
Вычислительный центр

(Поступило 24.4.1970)

კიბერნეტიკა

ს. ფაინი, გ. ტაუგლიხი, ზ. კიფშიძე

შეცდომის გამსწორებელი წონითი პოლინომიალური  
კოდის შესახებ

რ ე ზ ი უ მ ე

განხილულია ჯგუფური შეცდომების გამსწორებელი წონითი პოლინომიალური კოდი. შეცდომა წარმოდგენილია როგორც  $GF(2)$  ველზე განსაზღვრული ხარისხის პოლინომის დამახინჯება.

CYBERNETICS

S. B. FAIN, G. L. TAUGLIKH, Z. Sh. KIPSHIDZE

ON AN ERROR-CORRECTING WEIGHT POLYNOMIAL CODE

S u m m a r y

A weight polynomial code correcting a certain type of group errors is considered. The error is presented as a distortion of a polynomial of a certain degree over the field  $GF(2)$ .

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Р. Р. Варшамов, Г. М. Тененгольц. Автоматика и телемеханика, 26, № 2, 1965.
2. С. Б. Файн. Сб. «Вопросы прикладной математики». Тбилиси, 1969.





В. В. ЧАВЧАНИДЗЕ  
 (член-корреспондент АН ГССР)

## К ТЕОРИИ КВАНТОВО-ВОЛНОВЫХ АВТОМАТОВ

В данном сообщении будут рассмотрены вопросы, связанные с введением квантовых, волновых и квантово-волновых автоматов, на основании ранее развитого аппарата [1—10].

Рассмотрим «квантовый черный ящик» как устройство, имеющее входы, выходы и некое внутреннее устройство, способное менять свои внутренние состояния и тем самым выходы под влиянием входов и наличного состояния. Избранный нами [7—10] конструктивный подход к развитию классической и квантовой логики, не опирающийся на общепринятый аксиоматический метод, а также разработанный нами метод матрично-аналитического представления алгебро-логических информационных функций [1—6] позволяют непосредственно и эффективно в компактной и аналитической форме представить каждый классический автомат (называемый в дальнейшем *C*-автоматом [9]) и написать уравнение для соответствующего квантового автомата (называя его *q*-автоматом).

В пределах дозволенных операций над базисными вектор-матрицами (столбцами) [1, 7, 8] можно строить произвольные матричные соответствия (отображения) при условии соблюдения правил для рангов матриц и принятой системы алгебро-логических операций как над матрицами в целом, так и над их элементами с использованием принятого обобщенного понимания операции инверсии [7—10]. Это позволяет считать теорию квантовых автоматов теорией «квантового черного ящика» с заданным алфавитом для входов, выходов и внутренних состояний. В отличие от классической теории автоматов, *C*-автомат будем задавать в матрично-аналитической форме. Это означает описание входов  $\{x_1, x_2, \dots, x_{m_x}\}$ , выходов  $\{z_1, z_2, \dots, z_s\}$  и внутренних состояний  $\{q_1, q_2, \dots, q_{m_q}\}$  с помощью базисных вектор-матриц состояний [1, 6, 7] соответствующих рангов.

Зададим *C*-автомат в канонической форме [9]:

$$\overset{V}{\Psi}_z(t) = F_1[\overset{V}{\Psi}_x(t), \overset{V}{\Psi}_q(t)], \quad (1)$$

$$\overset{V}{\Psi}_q(t+1) = F_2[\overset{V}{\Psi}_x(t), \overset{V}{\Psi}_q(t)], \quad (2)$$

где  $F_1[\overset{V}{\Psi}_x, \overset{V}{\Psi}_q]$  и  $F_2[\overset{V}{\Psi}_x, \overset{V}{\Psi}_q]$  — однозначные логические функции от аргументов — базисных вектор-матриц (например, столбцов)  $\overset{V}{\Psi}_x, \overset{V}{\Psi}_q$  и вектор-матрицы  $\overset{V}{\Psi}_z$  ранга 2 ( $m = m_x + m_q$ , где  $m_x$  и  $m_q$  — числа независимых входных и внутренних переменных в соответствии с обычным представлением автоматов); ранг  $\overset{V}{\Psi}_z$  равен  $2^m = k \geq 2^s$ .



В качестве примера рассмотрим уравнения (1) и (2) для случая, приведенного в [10] (стр. 102, табл. II. 3):

$$\Psi_z(t) = \Psi_x(t) \bar{\Psi}_q(t) + \bar{\Psi}_x(t) \cdot \Psi_q(t), \quad (3)$$

$$\Psi_q(t+1) = \Psi_x(t) \bar{\Psi}_q(t) + \bar{\Psi}_x(t) \cdot \Psi_q(t). \quad (4)$$

Переход от ординарных автоматов, заданных в канонической форме, к новым видам автоматов путем подстановки алфавитной пары  $\{a, \bar{a}\}$  вместо  $\{1, 0\}$

Вид автомата	К л а с с и ч е с к и й (С)			К в а н т о в ы й (Q)		
	Детерминированный (D)	Стохастический (S)	Стохастический (S)	Детерминированный (D)	Стохастический (S)	Стохастический (S)
Обозначение вида автомата	О	Q	Q	W	W	W
Описание	Ординар-Нормаль-Волновой вид	Ординар-Нормаль-Волновой вид	Ординар-Нормаль-Волновой вид	Ординар-Нормаль-Волновой вид	Ординар-Нормаль-Волновой вид	Ординар-Нормаль-Волновой вид
Ограничения на параметры	$0$ $CD0$ $CDI$ $CDW$	$CS0$ $CSI$ $CSW$ $CDW$	$CS0$ $CSI$ $CSW$ $CDW$	$QDI$ $QDO$ $QDW$ $QSW$	$QSI$ $QSO$ $QDW$ $QSW$	$QSI$ $QSO$ $QDW$ $QSW$
Описание параметров	$\alpha_i e^{j\varphi_i}$ $\alpha_i e^{j\varphi_i}$ $\alpha_i e^{j\varphi_i}$ $\alpha_i e^{j\varphi_i}$	$p_i e^{j\varphi_i}$ $p_i e^{j\varphi_i}$ $p_i e^{j\varphi_i}$ $p_i e^{j\varphi_i}$	$p_i e^{j\varphi_i}$ $p_i e^{j\varphi_i}$ $p_i e^{j\varphi_i}$ $p_i e^{j\varphi_i}$	$b_i e^{j\varphi_i}$ $b_i e^{j\varphi_i}$ $b_i e^{j\varphi_i}$ $b_i e^{j\varphi_i}$	$\alpha_i e^{j\varphi_i}$ $\alpha_i e^{j\varphi_i}$ $\alpha_i e^{j\varphi_i}$ $\alpha_i e^{j\varphi_i}$	$\alpha_i e^{j\varphi_i}$ $\alpha_i e^{j\varphi_i}$ $\alpha_i e^{j\varphi_i}$ $\alpha_i e^{j\varphi_i}$
Описание ограничений	$b \cdot \theta = 6$ $\theta \cdot \theta = 6$ $\theta \cdot \Lambda = 6$ $\Lambda \cdot \Lambda = \Lambda$	$p_i \cdot \bar{p}_i = 1$ $\varphi_i \cdot \bar{\varphi}_i = 1$ $j^2 = 1$	$p_i \cdot \bar{p}_i = 1$ $\varphi_i \cdot \bar{\varphi}_i = 1$ $j^2 = 1$	$b_i \cdot \bar{b}_i = 1$ $\varphi_i \cdot \bar{\varphi}_i = 1$ $j^2 = 1$	$\alpha_i \cdot \bar{\alpha}_i = 1$ $\varphi_i \cdot \bar{\varphi}_i = 1$ $0 \leq  \alpha_i  \leq 1$	$\alpha_i \cdot \bar{\alpha}_i = 1$ $\varphi_i \cdot \bar{\varphi}_i = 1$ $0 \leq  \alpha_i  \leq 1$

Запись базисных вектор-матриц 4-го ранга в обобщенной форме через  $\alpha$  и  $\bar{\alpha}$

$$\Psi_{x_1} = \begin{pmatrix} \alpha_1 \\ \alpha_1 \\ \alpha_1 \\ \alpha_1 \end{pmatrix}, \quad \Psi_{x_2} = \begin{pmatrix} \bar{\alpha}_2 \\ \bar{\alpha}_2 \\ \bar{\alpha}_2 \\ \bar{\alpha}_2 \end{pmatrix}$$

Для автомата вида  $ACDI$  вместо  $\alpha_i$  нужно подставить  $\alpha_i e^{j\varphi_i}$ , а вместо  $\bar{\alpha}_i = \alpha_i e^{j\varphi_i}$  (ср. /.../)

Совпадение функций  $F_1$  и  $F_2$ , конечно, случайно. Запись в форме (1) и (2) весьма удобна в том отношении, что не позволяет оперировать вектор-матрицами до окончания расчетов, а лишь в конце дает возможность подставлять базисные вектор-матрицы состояний вхо-



дов, внутренних состояний и сопоставленных им «выходов». Кроме того, избранный нами подход позволяет эффективно записывать уравнения или таблицы «переходов» и «выходов» для соответствующих классических детерминистских информационных волновых и стохастических ординарных информационных волновых автоматов, а также легко записывать уравнения для квантовых детерминистских ординарных информационных и волновых автоматов.

Для составления уравнений или таблиц в случае новых видов автоматов достаточно в произвольных конкретных таблицах «переходов» и «выходов» для  $C$ -детерминированных ординарных автоматов (СДО), представленных в канонической форме, заменить компоненты пары 1,0 на пару  $\{a, \bar{a}\}$ , где  $a$  и  $\bar{a}$  — соответствующие одно- или двухкомпонентные комплексы [9]. Вместо  $\{x_1, x_2, \dots, x_{m_q}\}$ ,  $\{q_1, q_2, \dots, q_{m_q}\}$  подставляются ортонормированные базисные вектор-матрицы  $\Psi_{x_i}$  и  $\Psi_{q_i}$  с заданными в соответствии с видом автомата элементами  $a$  и  $\bar{a}$ . Вместо  $\{z_1, z_2, \dots, z_s\}$  пишутся вектор-матрицы ранга  $2^m$  также с элементами в виде комплекса  $a$  или „кокомплекса“  $\bar{a}$ . Зная функционирование какого-либо обычного (ординарного) автомата, возможно записать уравнение (или таблицы „переходов“ и „выходов“) нового вида автомата путем совершения соответствующих подстановок в таблице [9].

Уравнения (1) и (2) должны быть обобщены с учетом зависимости  $\Psi_x, \Psi_q, \Psi_z$  от вектора 4-сдвига  $\xi(\bar{a}, \tau)$  в 4-мерном решетчатом пространстве [9] (т. е. в 4-узлах). Следуя [9], запишем (1) и (2) в общем виде для 4-мерного решетчатого пространства:

$$\Psi_z(x_\mu + \xi'_\mu) = F_1 [\Psi_x(x_\mu) \cdot \Psi_q(x_\mu)], \quad (1')$$

$$\Psi_q(x_\mu + \xi''_\mu) = F_2 [\Psi_x(x_\mu), \Psi_q(x_\mu)], \quad (2')$$

где  $\xi'_\mu, \xi''_\mu$  — 4-вектора сдвига типа  $(\bar{a}, \tau)$ ;  $\tau$  — элементарная единица задержки;  $\bar{a}$  — вектор элементарного пространственного сдвига (смещения) вдоль ребер элементарного 4-куба, примыкающего к узлу в 4-точке  $x_\mu(\bar{x}, t)$  двояко дискретной 4-решетчатой пространственно-временной структуры, в узлах которой заданы автоматы с изменяющимися состояниями и выходом в зависимости от поступивших входных сигналов и наличного состояния. (Динамика 4-среды с однородными автоматами в узлах).

В волновых автоматах типа  $CD$ ,  $CS$  и  $QD$ ,  $QS$  вводится явная зависимость от  $(x_\mu, a_\mu)$  и для написания уравнений или таблиц достаточно использовать представления переключательных функций [10].

Задача трансформации (переработки)  $Q$ -автоматом 4-сообщения („4-слова“) будет рассмотрена в одном из последующих сообщений. Кроме того, будут рассмотрены проблема „наблюдения“ выходов  $Q$ -автоматов с по-



мощью  $C$ -автоматов, а также не рассмотренные в данном сообщении новейшие виды  $Q$ -автоматов, связанные с функционированием  $Q$ -формальных нейронов и  $Q$ -предикатных автоматов в духе работ [4, 9, 10] соответственно.

Академия наук Грузинской ССР

Институт кибернетики

(Поступило 6.3.1970)

კვიპერნეტიკა

3. ზავჩანიძე

(საქართველოს სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი)

კვანტურ-ტალღური ავტომატების თეორიისათვის

რეზიუმე

ადრე შემოყვანილ მათემატიკურ აპარატზე დაყრდნობით წერილში განხილულია საკითხები კვანტურ, ტალღურ და კვანტურ-ტალღურ ავტომატებთან დაკავშირებით. ჩვენ მიერ შემუშავებული ალგებრულ-ლოგიკური ინფორმაციული ფუნქციების მატრიცულ-ანალიტიკური წარმოდგენის მეთოდი საშუალებას გვაძლევს უშუალოდ და ეფექტურად, კომპაქტური ანალიტიკური ფორმით წარმოვადგინოთ ყოველი კლასიკური ავტომატი და დაწვეროთ განტოლება შესაბამისი კვანტური ავტომატისათვის.

CYBERNETICS

V. V. CHAVCHANIDZE

## ON THE THEORY OF QUANTUM-WAVE AUTOMATA

### Summary

On the basis of a previously introduced mathematical apparatus, the questions connected with quantum and quantum-wave automata are considered in the paper. The method of matrix-analytical representation of algebraic-logic informational functions developed by the author allows directly and effectively, in compact and analytical form, to represent every classical automaton and to write the equation for the corresponding quantum automaton.

### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. В. Чавчанидзе. Тез. докл. Всесоюзного совещания по теории вероятностей и математической статистике. Тбилиси, 1963.
2. В. В. Чавчанидзе. Сообщения АН ГССР, 32, № 2, 1963.
3. В. В. Чавчанидзе. Сообщения АН ГССР, 33, № 1, 1964.
4. В. В. Чавчанидзе, И. Ш. Чумбуридзе. Сообщения АН ГССР, XLVI, 3, 1967.
5. В. В. Чавчанидзе. Матер. IV Всесоюзного симпозиума по кибернетике. Тбилиси, 2—4 декабря, 1968.
6. В. В. Чавчанидзе. Сообщения АН ГССР, 51, № 2, 1968.
7. Н. Е. Кобринский, Б. А. Трахтенбрат. Введение в теорию конечных автоматов. Физматгиз, 1962.
8. В. В. Чавчанидзе. Сб. «Бионические принципы самоорганизации». Тбилиси, 1969.
9. В. В. Чавчанидзе. Сообщения АН ГССР, 59, № 1, 1970.
10. В. В. Чавчанидзе. Сообщения АН ГССР, 59, № 2, 1970.

Т. Н. СУХИАШВИЛИ

## АЛГОРИТМ ЦЕЛОЧИСЛЕННОГО ЛИНЕЙНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ

(Представлено членом-корреспондентом Академии В. В. Чавчанидзе 30.4.1970)

Для оптимального проектирования комбинационных схем (КС) был разработан специальный целочисленный алгоритм линейного программирования. Алгоритм состоит из двух основных этапов: корректировки матрицы условий и метода целочисленного линейного программирования [1, 2].

Корректировка матрицы условий основывается на способах сокращения размеров матрицы условий задачи оптимального проектирования КС [3, 4] и выделения из последней некоторого множества переменных—ядра решения.

Определение: если столбец  $j$  в матрице условий задачи пересекается со строкой  $L_j$ , которая содержит только один ненулевой элемент, то соответствующая ему переменная  $y_j$  называется ядерной; множество ядерных переменных называется ядром.

На рис. 1 приведена блок-схема специального алгоритма. Алгоритм состоит из следующих шагов:

Шаг 1. Диаграммой Вейча или таблицей истинности задается булева функция  $n$  переменных ( $n = 1, 2, 3, \dots$ ), формируется матрица условий  $A_n$  при помощи рекуррентной формулы

$$A_n = \begin{vmatrix} A_{n-1} & 0 & A_{n-1} \\ 0 & A_{n-1} & A_{n-1} \end{vmatrix} \quad (1)$$

шаг за шагом.

Шаг 2. Из матрицы условий  $A_n$  вычеркиваются строки, соответствующие тем элементам диаграммы Вейча (или таблицы истинности), в которых стоят нули. Вместе со строками вычеркиваются все те столбцы, которые на пересечении с этими строками содержат ненулевые элементы. Получена матрица  $A'_n$ .

Шаг 3. Просматриваются столбцы получившейся матрицы  $A'_n$ . Если в ней обнаружен столбец  $k$ , который покрывается столбцом  $j$  (т. е.  $y_k \in y_j$ ), тогда столбец  $k$  вычеркивается из матрицы  $A'_n$  без ущерба для решения задачи. При этом процессе учитываются цены переменных  $y_j$  и  $y_k$ ,  $r_j$  и  $r_k$ .

$$y_k \begin{cases} \text{вычеркивается из } A'_n, \text{ если } y_k \in y_j, r_k \geq r_j, \\ \text{не вычеркивается из } A'_n, \text{ если } y_k \in y_j, \\ \text{а } r_k < r_j. \end{cases} \quad (2)$$

Получена матрица  $A''_n$ .



Шаг 4. Просматриваются строки матрицы  $A_n''$ . Если в матрице обнаружены две строки  $L_i$  и  $L_{i+1}$ , такие, что строка  $L_i$  покрывает строку  $L_{i+1}$  (т. е.  $L_{i+1} \in L_i$ ), то строка  $L_i$  вычеркивается из матрицы  $A_n''$ . Возвращаемся

к шагу 2. Если таких строк нет, переходим к следующему шагу.

Шаг 5. Просматривается матрица  $A_n''$ . Если в матрице обнаружена строка  $L_i$ , содержащая единственный ненулевой элемент, то столбец  $j$ , соответствующий этому элементу, представляет переменную ядра  $y_j$  и обязательно войдет в решение. Кроме того, все строки, которые на пересечении со столбцом  $j$  содержат ненулевые элементы, окажутся покрытыми этим столбцом, поэтому из матрицы  $A_n''$  вычеркиваются как столбцы  $j$ , так и все строки, покрытые ими. Переходим к шагу 3. Если такой строки не обнаружено следует новый шаг.

Шаг 6. Применение

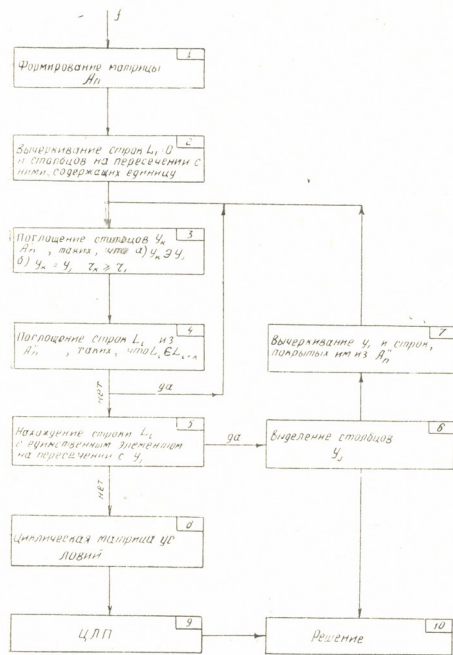


Рис. 1

метода целочисленного линейного программирования к оставшейся матрице  $A_n'''$ . В случае неполностью определенных булевых функций в алгоритм включается шаг 2<sup>1</sup>. На этом шаге из матрицы условий  $A_n'$  вычеркиваются строки  $L_i$ , соответствующие неопределенным наборам заданной булевой функции. В отличие от шага 2, из матрицы  $A_n$  не вычеркиваются столбцы, содержащие ненулевые элементы на пересечении с вычеркиваемыми строками  $L_i$ .

Нужно отметить, что корректировка матрицы условий будет продолжаться до тех пор, пока а) не вычеркнутся все строки матрицы условий  $A_n$ , в результате чего номера переменных ядра полностью определяют решение задачи, или б) не будут получены отдельные компоненты решения, соответствующие компонентам ядра, и сжатая матрица условий  $A_n'''$ , не упрощаемая первым этапом алгоритма. Матрица такого типа цикличе-

ская, содержит в каждой строке и каждом столбце не менее двух ненулевых элементов. Для решения задач с промежуточной циклической матрицей  $A_n''''$  необходимо применить методы целочисленного линейного программирования Гомори [5] или комбинаторные методы Балаша [6]. Метод Гомори для решения задач оптимального проектирования КС наиболее эффективен, так как требует значительно меньше времени решения, чем метод Балаша.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт кибернетики

(Поступило 30.4.70)

კიბერნეტიკა

თ. სუხიაშვილი

მთელრიცხოვანი წრფივი პროგრამირების ალგორითმი

რეზიუმე

მოცემულია კომბინატორი სქემების ოპტიმალური პროექტირებისათვის დამუშავებული მთელრიცხოვანი წრფივი პროგრამირების ალგორითმი. დაწვრილებითაა აღწერილი ალგორითმის მუშაობა და მოყვანილია მისი ბლოკ-სქემა.

CYBERNETICS

T. N. SUKHIASHVILI

## ALGORITHM OF INTEGER LINEAR PROGRAMMING

### Summary

An algorithm of integer linear programming developed specially for optimum projecting of combinational schemes is given. The block-scheme of the algorithm is presented and its work described in detail.

### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Е. Г. Гольштейн, Д. Б. Юдин. Новые направления в линейном программировании. М., 1966.
2. А. А. Корбут, Ю. Ю. Финкельштейн. Дискретное программирование, 1969.
3. Т. Н. Сухиашвили, М. Е. Штейн. Сб. «Синтез дискретных автоматов и управляющих устройств». М., 1968.
4. Т. Н. Сухиашвили. Сообщения АН ГССР, 57, № 2, 1970.
5. E. Balay. Proceedings of 3<sup>d</sup> scientific session on statistics, Bucharest, December, 1963, 5—7.
6. G o m o r y. Rand Corp., 22, Santa Monica California, February, 1960, 1885.



З. С. КАЧЛИШВИЛИ, К. Х. АСРАТЯН

НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫЙ ПРОБОЙ В ПОЛУПРОВОДНИКАХ  
 С УЧЕТОМ ВОЗБУЖДЕНИЯ АТОМОВ НЕЙТРАЛЬНОЙ ПРИМЕСИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. Р. Хуцишвили 19.2.1970)

Существуют экспериментальные данные [1—3], указывающие, что при низких температурах и достаточно больших концентрациях нейтральной примеси ( $N > 10^{15} \text{ см}^{-3}$ ) ( $N = N_D - N_A$ , где  $N_D$  и  $N_A$  — концентрации доноров и акцепторов соответственно) пробивное поле ( $E_{\text{пр}}$ ) пропорционально  $N$ , а при меньших концентрациях слабо зависит от  $N$ . Характер функциональной зависимости  $E_{\text{пр}}(N)$  не может быть объяснен только зависимостью подвижности от  $N$ , что однозначно указывает на возникновение нового механизма рассеяния.

В работе [4] нами было показано, что в определенных условиях потери энергии, связанные с неупругим рассеянием горячих электронов (возбуждение  $1s-2p$ ) на нейтральных атомах примеси могут быть более значительными, чем при рассеянии на акустических фононах.

В настоящей работе делается попытка привлечь этот механизм потерь для установления функциональной зависимости  $E_{\text{пр}}(N)$ . Вычисления проводятся в приближении электронной температуры  $T_e$ .

Из уравнения баланса энергии

$$e\mu E^2 = \left(\frac{d\mathcal{E}}{dt}\right)_{\text{фон}} + \left(\frac{d\mathcal{E}}{dt}\right)_{\text{неупр}} \quad (1)$$

определяется функция распределения  $T_e(E, N)$ . Подвижность  $\mu$  в левой части уравнения (1) есть суммарная подвижность, обусловленная рассеянием на акустических фононах, ионах (I) и нейтральных атомах примеси (N):

$$\mu^{-1} = \mu_{\text{фон}}^{-1} + \mu_I^{-1} + \mu_N^{-1}.$$

Температурная зависимость подвижностей дается формулами [5]

$$\mu_{\text{фон}} = \mu_{\text{фон}}^0 \left(\frac{T}{T_e}\right)^{1/2}, \quad \mu_I = \mu_I^0 \left(\frac{T_e}{T}\right)^{3/2}, \quad \mu_N = \mu_N^0,$$

$$\mu_{\text{фон}}^0 = \frac{4el}{3(2\pi m^* T)^{1/2}}, \quad \mu_I^0 = \frac{\epsilon^2 T^{3/2}}{2\pi z^2 e^2 m^{*1/2}} \cdot \frac{1}{N_I}, \quad \mu_N^0 = \frac{m^* e^3}{20\epsilon h^3} \cdot \frac{1}{N}.$$

Концентрация ионов  $N_I$  выражается через степень компенсации  $c$  ( $= \frac{N_A}{N_D}$  — образец  $n$ -типа) и концентрацию нейтральной примеси  $N$  следующим образом:

$$N_I = 2N_A = 2N(c/(1-c)).$$



В правой части уравнения (1) записаны выражения потери при рассеянии на акустических фонах [5]:

$$\left(\frac{d\mathcal{E}}{dt}\right)_{\text{фон}} = \frac{32 eu^2}{3 \pi \mu_{\text{фон}}^0} \left[ \left(\frac{T_e}{T}\right)^{1/2} - \left(\frac{T_e}{T}\right)^{3/2} \right]$$

и на возбуждение нейтральных атомов примеси [4]:

$$\left(\frac{d\mathcal{E}}{dt}\right)_{\text{неупр}} = 2,22 \frac{\pi m^* e^4}{\alpha^2 h^2 \epsilon^2 T^{1/2}} \frac{\Delta\mathcal{E}}{\sqrt{2\pi m^*}} \left(\frac{T}{T_e}\right)^{1/2} \exp\left\{-\frac{\Delta\mathcal{E}}{2T_e}\right\} k_0 \left(\frac{\Delta\mathcal{E}}{2T_e}\right).$$

Здесь  $T$ —температура решетки,  $\epsilon$ —диэлектрическая постоянная,  $z$ —заряд иона,  $\Delta\mathcal{E}$ —энергия возбуждения,  $l$ —длина свободного пробега,  $K_0(x)$ —модифицированная функция Бесселя. Остальные обозначения общеприняты. Индекс 0 в выражениях для подвижностей указывает на ее величину в слабом электрическом поле.

Уравнение (1) решалось численно, применительно к  $n$ -Ge при  $T = 5^\circ\text{K}$ .

С помощью вычисленных функций распределения по схеме работы [6] определяется функциональная зависимость  $E_{\text{пр}}(N)$ .

На рисунке приведены результаты этих вычислений. Здесь же даны экспериментальные точки по работе [3] и кривая V по работе [1]. Остальные кривые соответ-

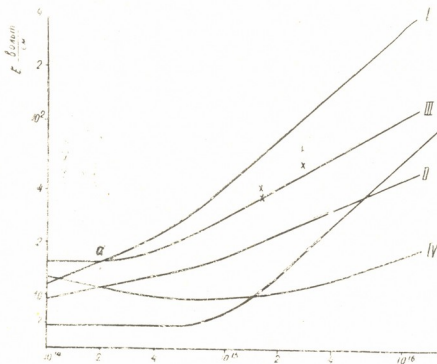


Рис.

ствуют следующим случаям: I—постоянная компенсация ( $c=0,5$ ) с учетом обоих механизмов потерь; II—постоянная компенсация ( $c=0,5$ ) с учетом только фоновых потерь; III—переменная компенсация с учетом обоих механизмов потерь; IV—переменная компенсация с учетом только фоновых потерь.

Необходимость учета изменения компенсации связана с экспериментально и теоретически подтвержденным фактом зависимости пробивного поля от степени компенсации образца.

Некоторые расхождения экспериментальных и вычисленных нами кривых, по-видимому, можно объяснить различной степенью закомпенсированности исследуемых образцов, к сожалению, неизвестной в указанных экспериментах.

Из сравнения приведенных кривых ясно видно, что учет только фоновых потерь (II и IV) ни качественно ни количественно не дает результата, совпадающего с экспериментальным.

Разницу в угле наклона кривых III и V можно объяснить следующим образом: направо от точки „а“ ( $c=0,5$ ,  $N=10^{14}$  см $^{-3}$ ) кривая III соответствует более слабой компенсации ( $<0,5$ ), тогда как в эксперименте, видимо, использовался образец с компенсацией  $\sim 0,5$ , что подтверждается совпадением угла наклона кривой V с углом наклона кривой I, для которой компенсация равна 0,5. Налево же от точки „а“ с ходом кривой V совпадает ход кривой III, что указывает на то, что для малых концентраций (меньше  $2 \cdot 10^{14}$  см $^{-3}$ ) компенсация экспериментальных образцов была больше 0,5.

(Поступило 26.2.1970)

ფიზიკა

ზ. კაჩლიშვილი, კ. ასრატყანი

დაბალტემპერატურული გარღვევა ნახევარგამტარებში ნეიტრალური მინარების ატომთა აღზნების გათვალისწინებით

რეზიუმე

გამოთვლილია გამრღვევი ველის დამოკიდებულება ნეიტრალურ ატომთა კონცენტრაციისაგან. ნაჩვენებია, რომ შედეგები, რომლებიც მიიღება მინარების ნეიტრალურ ატომთა აღზნების გათვალისწინებისას და მის გარეშე, ერთმანეთისაგან განსხვავდება თვისობრივად. პირველ შემთხვევაში შედეგები კარგად ემთხვევა ექსპერიმენტებს.

PHYSICS

Z. S. KACHLISHVILI, K. Kh. ASRATYAN

## A LOW TEMPERATURE BREAKDOWN IN SEMICONDUCTORS WITH ALLOWANCE FOR EXCITATION OF NEUTRAL IMPURITY ATOMS

Summary

A functional dependence of the breakdown field on neutral impurity concentration during a constant (0.5) and variable compensation has been found and investigated by means of numerical calculations for *n*-Ge at the lattice temperature 5°K. The results are in satisfactory agreement with the experiment.

### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. N. Sclar, E. Burstein. Phys. Chem. Sol., 2, 1957, 1.
2. S. H. Koenig, G. R. Gunter. Mohr. Phys. Chem. Sol., 2, 1957, 268.
3. Э. И. Абаулина-Заварицкая. ЖЭТФ, 36, 1959, 1343.
4. К. Х. Асратян, З. С. Качлишвили. Сообщения АН ГССР, 55, 1969, 53.
5. Р. Смит. Полупроводники. М., 1962.
6. З. С. Качлишвили. ФТП, 3, 1969, 36.



М. С. ГЕЛАШВИЛИ

РЕГУЛЯРИЗАЦИЯ В ЗАДАЧЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НОРМАЛЬНОЙ ПРОИЗВОДНОЙ СИЛЫ ТЯЖЕСТИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Б. К. Балавадзе 7.5.1970)

В настоящей работе мы рассматриваем задачу об определении нормальной производной потенциальной функции для произвольной поверхности  $S$  как некорректную задачу и для ее решения используем метод регуляризации А. Н. Тихонова [1, 2]. Следует заметить, что регуляризация в гравиметрии в основном применялась [3] для определения контактной поверхности, а для определения нормальной производной она до сих пор не применялась. Для решения регуляризованной задачи используем некоторые схемы, описанные в работах [4, 5]. Пусть на контуре  $\Gamma$  заданы значения силы тяжести  $V_z(y)$   $y \in \Gamma$  (мы будем рассматривать плоский случай; формулы для пространственного случая совершенно аналогичны; они получаются заменой  $\ln r(M, y)$  на  $r^{-1}(M, y)$ ). Будем предполагать, что  $\Gamma$  содержит в себе все особые точки  $V_z$ . Тогда известно, что

$$\int_{\Gamma} \psi(y) \ln r(M, y) d\Gamma_y = F(M), \quad M \in G,$$

где  $G$ —плоская конечная область, ограниченная контуром  $\Gamma$ ,

$$\psi(y) = \frac{\partial}{\partial n_y} V_z(y), \quad F(M) = \int_{\Gamma} V_z(y) \frac{\partial}{\partial n_y} \ln r(M, y) d\sigma_y.$$

Выберем в области  $G$  замкнутый контур  $\Gamma'$ , не имеющий общих точек с  $\Gamma$ , и будем рассматривать интегральное уравнение первого рода

$$\int_{\Gamma} \psi(y) \ln r(M, y) d\sigma_y = F(M), \quad M \in \Gamma'. \tag{1}$$

Ясно, что, ввиду ограниченности ядра  $\ln r(M, y)$  интегрального уравнения (1) (последнее обусловлено тем, что, по нашему предположению, точки  $M \in \Gamma'$  и  $y \in \Gamma$  не могут совпасть), решение уравнения (1) является некорректной в смысле Адамара задачей—сколь угодно малое изменение  $F(M)$  может вызвать сколь угодно большое в смысле метрики пространства  $C$  (пространства непрерывных функций) изменение искомой функции  $\psi(y)$ .

Решение задачи (1) заменяем вариационной задачей нахождения минимума сглаживающего функционала

$$\int_{\Gamma'} \left[ \int_{\Gamma} \psi(y) \ln r(M, y) d\sigma_y - F(M) \right]^2 d\sigma_m + \alpha \int_{\Gamma} \{K(y)[\psi'(y)]^2 + P(y)\psi^2(y)\} d\sigma_y, \tag{2}$$

где  $K(y) > 0$ ,  $P(y) > 0$ —произвольные непрерывные функции,  $\alpha$ —параметр регуляризации. Известно [1, 2], что решение рассматриваемой вариационной



задачи при соответствующем выборе параметра регуляризации, когда  $\alpha \rightarrow 0$ , стремится к решению уравнения (1). Решение вариационной задачи (2) можно получить путем решения двухточечной граничной задачи для соответствующего интегро-дифференциального уравнения Эйлера

$$\alpha \left\{ \frac{d}{dy} \left[ K(y) \frac{\partial \psi}{\partial y} \right] - P(y) \psi(y) \right\} - \int_{\Gamma} R(y, \xi) \psi(\xi) d\xi = b(y),$$

$$\psi'(a_1) = \psi'(a_2) = 0, \quad (3)$$

где  $a_1$  и  $a_2$  — начало и конец контура  $\Gamma$ ,

$$R(y, \xi) = \int_{\Gamma'} \ln r(\eta, y) \ln r(\xi, \eta) d\eta,$$

$$b(y) = \int_{\Gamma'} \ln r(\eta, y) F(\eta) d\eta.$$

Для решения задачи (3) воспользуемся конечно-разностным методом. Простейшая разностная аппроксимация, рассмотренная в работе [1], дает для задачи (3) следующую линейную систему алгебраических уравнений:

$$K_j \psi_{j+1} + K_{j-1} \psi_{j-1} - (K_j + K_{j-1} + P_j h^2) \psi_j - \frac{h^3}{\alpha} \sum_{i=0}^{n+1} \beta_{j,i} R_{j,i} \psi_i = \frac{h^2}{\alpha} b_j, \quad (4)$$

$$j = 1, 2, \dots, n, \quad \psi_0 = \psi_1, \quad \psi_{n+1} = \psi_n,$$

где

$$h \sum_{i=0}^{n+1} \beta_{j,i} R_{j,i} \psi_i = \int_{\Gamma} R(y_j, \xi) \psi(\xi) d\xi + O(h^7) \quad (5)$$

— формула численного интегрирования порядка  $\gamma_j$ ,  $\psi_i = \psi(\xi_i)$ ,  $i = 0, 1, \dots, n+1$ ,  $\beta_{j,i}$  и  $\xi_i$  — коэффициенты и абсциссы этой формулы; зависимость коэффициентов  $\beta_{j,i}$  от индекса  $j$  указывает на то, что для различных значений параметра  $y_i$  могут быть применены различные формулы численного интегрирования и, следовательно, точность  $\gamma_j$  этой формулы также будет функцией индекса  $j$ .

Введем следующее обозначение:

$$C_j = h \sum_{i=0}^{n+1} |R_{j,i} \beta_{j,i}|.$$

Предполагая сходимостъ квадратурных процессов (5), получаем, что

$$C = \max_j C_j < \infty.$$

В работе [4] показано, что при условии

$$\alpha P_j \geq C_j, \quad (6)$$

причем хотя бы для одного узла последнее неравенство превращается в строгое неравенство, линейная система (4) имеет единственное решение, которое отличается в узлах сетки от точного решения интегро-дифференциального уравнения (3) на порядок  $O(h^\nu)$ , где

$$\nu = \min [1, \min_j \gamma_j].$$



В работе [5] предложены более точные разностные схемы. Для их применения перепишем задачу (3) в виде

$$K(y) \frac{\partial^2 \psi}{\partial y^2} + K'(y) \frac{\partial \psi}{\partial y} - P(y) \psi(y) - \frac{1}{\alpha} \int_{\Gamma} R(y, \xi) \psi(\xi) d\xi = b(y),$$

$$\psi'(a_1) = \psi'(a_2) = 0$$

и рассмотрим следующую систему:

$$\left(K_j + \frac{h}{2} K'_j\right) \psi_{j+1} + \left(K_j - \frac{h}{2} K'_j\right) \psi_{j-1} - (2K_j + h^2 P_j) \psi_j -$$

$$- \frac{h^3}{\alpha} \sum_{i=1}^n \bar{\beta}_{j,i} \bar{R}_{j,i} \psi_i = \frac{h^2}{\alpha} b_j, \quad j = 2, 3, \dots, n-1$$

$$\left(\frac{2}{3} K_1 + h K'_1\right) \psi_2 - \left(\frac{2}{3} K_1 + h K'_1 + h^2 P_1\right) \psi_1 -$$

$$- \frac{h^3}{\alpha} \sum_{i=1}^n \bar{\beta}_{j,i} \bar{R}_{j,i} \psi_i = \frac{h^2}{\alpha} b_1,$$

$$\left(\frac{2}{3} K_n - h K'_n\right) \psi_{n+1} - \left(\frac{2}{3} K_n - h K'_n + h^2 P_n\right) \psi_n -$$

$$- \frac{h^3}{\alpha} \sum_{i=1}^n \bar{\beta}_{j,i} \bar{R}_{j,i} \psi_i = \frac{h^2}{\alpha} b_n,$$

где

$$\bar{\beta}_{j,i} \bar{R}_{j,i} = \beta_{j,i} R_{j,i}, \quad i = 2, 3, \dots, n-1,$$

$\bar{\beta}_{j,1} \bar{R}_{j,1} = \beta_{j,1} R_{j,1} + \beta_{j,0} R_{j,0}$ ,  $\bar{\beta}_{j,n} \bar{R}_{j,n} = \beta_{j,n} R_{j,n} + \beta_{j,n+1} R_{j,n+1}$ . Нетрудно видеть, что последняя система содержит  $n$  уравнений с  $n$  неизвестными вместо  $(n+2)$  уравнений в (4). Погрешность [5] для решения этой системы при условии (6) имеет вид  $O(h^\gamma)$ , где  $\gamma = \min_j [2, \min \gamma_j]$ .

Предположим, что  $K = \text{const}$ ,  $P = \text{const}$ , и рассмотрим систему

$$K \left[1 - \frac{Ph^2}{12}\right] (\psi_{j+1} + \psi_{j-1}) - \left[2K + h^2 P \left(1 - \frac{K}{6}\right)\right] \psi_j -$$

$$- \frac{h^3}{\alpha} \left(1 + \frac{Ph^2}{12}\right) \sum_{i=1}^n \bar{\beta}_{j,i} \bar{R}_{j,i} \psi_i = \frac{h^2}{12\alpha} (12b_j + Kb'_j), \quad j = 2, 4, \dots, n-1,$$

$$K\psi_2 - \left(K + \frac{2\sqrt{3}-3}{6} Ph^2\right) \psi_1 - \frac{2\sqrt{3}-3}{6\alpha} h^3 \sum_{i=1}^n \bar{\beta}_{j,i} \bar{R}_{j,i} \psi_i =$$

$$= \frac{2\sqrt{3}-3}{6\alpha} b_1,$$

$$K\psi_{n-1} - \left(K + \frac{2\sqrt{3}-3}{6} Ph^2\right) \psi_n - \frac{2\sqrt{3}-3}{6\alpha} h^3 \sum_{i=1}^n \bar{\beta}_{j,i} \bar{R}_{j,i} \psi_i =$$

$$= \frac{2\sqrt{3}-3}{6\alpha} b_n.$$

Погрешность для ее решения при условии  $\alpha P \cong \left(1 + \frac{h}{12}\right) C$  имеет вид  $O(h^\gamma)$ , где  $\gamma = \min [3, \min \gamma_j]$ .

Грузинский политехнический институт  
им. В. И. Ленина

(Поступило 8.5.1970)

გეოფიზიკა

მ. ბელაშვილი

რეგულარიზაცია სიმძიმის ძალის ნორმალური წარმოებულის  
განსაზღვრის ამოცანაში

რ ე ზ ი ე მ ე

განხილულია რთული ზედაპირის შემთხვევაში სიმძიმის ძალის ნორმალური წარმოებულების გამოთვლის საკითხი. ამოცანა მიიყვანება პირველი გვარის ინტეგრალური განტოლების ამოხსნაზე და ამდენად იგი არაკორექტურულია ადამარის აზრით. ა. ტიხონოვის რეგულარიზაციის მეთოდის გამოყენებით მიღებულია ინტეგრო-დიფერენციალური განტოლება, რომლის მიახლოებით ამოსახსნელად მოცემულია რამდენიმე რიცხვითი სქემა.

GEOPHYSICS

M. S. GELASHVILI

## REGULARIZATION IN THE PROBLEM OF DETERMINATION OF NORMAL DERIVATIVE OF GRAVITY

Summary

The question of calculating normal derivatives of gravity in the case of composite surface is considered. The problem is reduced to the solution of the first integral equation and therefore is incorrect in Hadamard's sense. By the application of A. N. Tikhonov's regularization method the integro-differential equation has been obtained for the approximate solution of which some numeral schemes are given.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. Н. Тихонов. ДАН СССР, 151, № 3, 1963.
2. А. Н. Тихонов. ДАН СССР, 153, № 1, 1963.
3. А. Н. Тихонов, Б. В. Гласко. Ж. вычислит. матем. и матем. физики, 3, 1964.
4. М. С. Гелашвили. Труды ГПИ им. Ленина, вып. 2, 1969.
5. М. С. Гелашвили. Труды ГПИ им. Ленина, № 2, 1970.

Л. С. ЧОТОРЛИШВИЛИ

## РАСПРОСТРАНЕНИЕ ПАССИВНОЙ ПРИМЕСИ В ТУРБУЛЕНТНОЙ СРЕДЕ ОТ ЛИНЕЙНОГО ИСТОЧНИКА

(Представлено членом-корреспондентом Академии Б. К. Балавадзе 6.5.1970)

При решении ряда геофизических и технических задач (например, искусственное воздействие на облака и туманы) требуется знание диффузии примеси воздействующего вещества от различных источников в турбулентной среде. Знание количественных характеристик диффузии активного вещества в турбулентной среде дает возможность определить место и количество вносимого вещества.

Будем считать, что примесь является пассивной, т. е. частицы полностью следуют за движением среды, а коэффициент турбулентной диффузии среды постоянен, и рассмотрим диффузию примеси от линейного бесконечного источника в облаках и в тумане с учетом захвата частиц примеси частицами среды.

Для удобства рассмотрим задачу в цилиндрической системе координат. Примем, что источник совпадает с осью  $z$ , тогда дифференциальное уравнение диффузии, описывающее процесс распространения пассивной примеси, с учетом захвата ее частиц частицами среды будет иметь вид

$$\frac{\partial q}{\partial t} = \frac{k^2}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left( r \frac{\partial q}{\partial r} \right) - F(r, q, N), \quad (1)$$

где  $q$ —концентрация примеси,  $k^2$ —коэффициент турбулентной диффузии,  $r$ —расстояние от оси  $z$  до произвольной точки среды,  $t$ —время и  $F(r, q, N)$ —функция, характеризующая захват частицы примеси частицами среды,  $N$ —концентрация центров захвата среды.

В работе [1] показано, что если концентрация центров захвата мала, по сравнению с концентрацией примеси, так, что захват примеси каждым центром может рассматриваться независимо от других, и за промежутки времени воздействия на облака не произойдет интенсивное загрязнение частиц среды, то  $F$  можно считать пропорциональной концентрации примеси и концентрации центров захвата, т. е.  $F = \beta Nq$ , где коэффициент пропорциональности  $\beta$  является коэффициентом захвата, который исследован во многих работах [1].

Подставляя в (1) выражение  $F$ , получаем

$$\frac{\partial q}{\partial t} = \frac{k^2}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left( r \frac{\partial q}{\partial r} \right) - \alpha q, \quad (2)$$

где  $\alpha = \beta N$ .

Уравнение (2) решаем при следующих краевых условиях:

$$1) \quad t = 0, \quad q(r, 0) = 0, \quad (3)$$

$$2) \quad r = 0, \quad q(0, t) \neq \infty, \quad (4)$$

$$3) \quad r = \infty, \quad q(\infty, t) = 0, \quad (5)$$

$$4) \quad M = \lim_{\varepsilon \rightarrow 0} \int_{C_\varepsilon} \left( -k^2 \frac{\partial q}{\partial r} \right) ds, \quad (6)$$

где  $M$ —мощность линейного источника на единицу длины,  $ds$ —элемент цилиндрической поверхности.

Условие (6) выражает закон сохранения массы при диффузии (примеси не могут исчезать и возникать). Действительно, в (6) интеграл выражает диффузионный поток через поверхность цилиндра с радиусом  $\varepsilon$  и единичной длиной, ось которого совпадает с источником. Если хотим получить поток через всю поверхность цилиндра, тогда нужно брать интеграл по всей длине источника.

Уравнение (2) при помощи подстановки

$$q = \bar{q} e^{-\beta t} \quad (7)$$

примет вид

$$\frac{\partial q}{\partial t} = \frac{k^2}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left( r \frac{\partial q}{\partial r} \right). \quad (8)$$

Задачу решаем операционным методом, применяя преобразование Лапласа:

$$Q(r, p) = \int_0^\infty \bar{q}(r, t) e^{-pt} dt. \quad (9)$$

Дифференциальное уравнение для изображений будет иметь вид

$$r \frac{d^2 Q}{dr^2} + \frac{dQ}{dr} - \frac{p}{k^2} Q = 0. \quad (10)$$

Краевые условия для изображения соответственно будут:

$$1) \text{ при } r = 0 \quad Q(0, p) \neq 0, \quad (11)$$

$$2) \text{ при } r = \infty \quad Q(\infty, p) = 0, \quad (12)$$

$$3) \quad \frac{M}{p} = \lim_{\varepsilon \rightarrow 0} \int_{C_\varepsilon} \left( -k^2 \frac{dQ}{dr} \right) ds. \quad (13)$$

Начальное условие здесь уже не фигурирует, так как при преобразовании Лапласа оно автоматически появляется в дифференциальном уравнении для изображения, и в данном случае этот член равен нулю.

Решение уравнения (10) известно [2], оно имеет вид

$$Q(r, p) = A(p) I_0 \left( \frac{\sqrt{p}}{k} r \right) + B(p) K_0 \left( \frac{\sqrt{p}}{k} r \right), \quad (14)$$

где  $I_0 \left( \frac{\sqrt{p}}{k} r \right)$  и  $K_0 \left( \frac{\sqrt{p}}{k} r \right)$

— бесселевы функции первого и второго рода от мнимого аргумента нулевого порядка.

Так как при  $r \rightarrow \infty$

$$I_0 \left( \frac{\sqrt{p}}{k} r \right) \rightarrow \infty,$$

а, согласно (12), при  $r = \infty$   $Q(\infty, p)$  должно быть равным нулю, следует положить  $A(p) = 0$ . Тогда

$$Q(r, p) = B(p) K_0 \left( \frac{\sqrt{p}}{k} r \right). \quad (15)$$



Для определения постоянной  $B(p)$  используем условие (13).

Учитывая, что функция  $K_0\left(\frac{\sqrt{p}}{k}r\right)$  при  $r=0$  имеет логарифмическую особенность и

$$K_0\left(\frac{\sqrt{p}}{k}r\right) = -\ln \frac{\sqrt{p}}{k}r + \dots$$

при  $r \rightarrow 0$ , получаем

$$\lim_{\varepsilon \rightarrow 0} \left[ - \int_{C_\varepsilon} k^2 \frac{dQ}{dr} ds \right] = \lim_{\varepsilon \rightarrow 0} \left[ k^2 2\pi\varepsilon B(p) \frac{1}{\varepsilon} \right] = 2\pi k^2 B(p) = \frac{M}{p}.$$

Отсюда

$$B(p) = \frac{M}{2\pi k^2 p}$$

и

$$Q(r, p) = \frac{M}{2\pi k^2} \frac{K_0\left(\frac{\sqrt{p}}{k}r\right)}{p}. \quad (16)$$

Переходим к оригиналу от изображения с помощью таблицы [3]. Используя теорему Бореля, имеем

$$\bar{q}(r, t) = \frac{M}{4\pi k^2} \int_0^t \frac{1}{(t-\tau)} \exp\left(-\frac{r^2}{4k^2(t-\tau)}\right) d\tau. \quad (17)$$

Введем обозначения

$$t-\tau = \frac{1}{x}, \quad a = \frac{r^2}{4k^2},$$

тогда

$$\bar{q}(r, t) = \frac{M}{4\pi k^2} \int_{1/t}^{\infty} \frac{e^{-ax}}{x} dx. \quad (18)$$

Учитывая, что [4]

$$Ei\left(-\frac{a}{t}\right) = \int_{1/t}^{\infty} \frac{e^{-ax}}{x} dx,$$

где  $Ei$  -- функция Эйлера, и подставляя (18) в (7), получаем

$$q(r, t) = \frac{M}{4\pi k^2} Ei\left(-\frac{a}{t}\right) e^{-\beta t}. \quad (19)$$

Так как для  $Ei(x)$  существуют таблицы, производить расчеты по формуле (19) нетрудно.

Тбилисский филиал Всесоюзного института метрологии  
им. Д. И. Менделеева

(Поступило 14.5.1970)

ლ. ზოტორლიშვილი

წრფივი წყაროდან პასიური ნარევის გავრცელება  
 ტურბულენტურ გარემოში

რეზიუმე

შესწავლილია ტურბულენტურ გარემოში პასიური ნარევის გავრცელება წრფივი წყაროებიდან იმ დაშვებით, რომ ტურბულენტურ გარემოს ნაწილაკების ზომა დიდია ნარევის ნაწილაკების ზომაზე. გარემოს ნაწილაკების მიერ ხდება ნარევის ნაწილაკების შთანთქმა და გარემოს ტურბულენტობის კოეფიციენტი მუდმივია.

G E O P H Y S I C S

L. S. CHOTORLISHVILI

DISTRIBUTION OF PASSIVE IMPURITY IN TURBULENT MEDIUM  
 FROM A LINEAR SOURCE

S u m m a r y

The distribution of passive impurity from an linear source with regard to particles of impurity captured by particles of the medium is considered. The ratio of turbulent diffusion is assumed to be constant and the particles of impurity are completely involved by the medium.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Ф. А. Гисина. Труды Всесоюзного научного метеорол. о-ва, т. VII, 1963.
2. Э. Камке. Справочник по обыкновенным дифференциальным уравнениям, 1961.
3. А. В. Лыков. Теория теплопроводности. М., 1967.
4. И. С. Градштейн, И. М. Рыжик. Таблицы интегралов сумм, рядов и произведений. М., 1963.



АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Д. И. ЭРИСТАВИ (член-корреспондент АН ГССР), В. Д. ЭРИСТАВИ,  
 Ш. А. КЕКЕЛИЯ

ОТДЕЛЕНИЕ БЕРИЛЛИЯ ОТ НИКЕЛЯ, МЕДИ, АЛЮМИНИЯ И  
 ЖЕЛЕЗА С ПОМОЩЬЮ КАРБОНАТНОЙ ФОРМЫ АНИОНИТА  
 АВ-17

Фотометрическим методам, наиболее распространенным при определении микроколичеств бериллия, мешает ряд элементов, в основном железо, алюминий, сопутствующие бериллию, а также никель и медь, являющиеся основой бериллиевых бронз [1].

Для отделения бериллия от этих элементов используются различные методы, в том числе и хроматографические [1—4]. Известна работа по отделению бериллия от Ni и Cu, в которой предложено предварительно перед пропусканием анализируемого раствора через NH<sub>4</sub>-форму катионита СВС катионы переводить соответственно в карбонатные и аммиакатные комплексы [5]. Мы решили использовать различие в сорбции изучаемых элементов на карбонатных формах анионитов, а также их различное отношение к растворам гидроокиси аммония и карбоната аммония, примененным в данной работе в качестве элюентов.

Изучение сорбции этих элементов в динамических условиях на карбонатных формах анионитов показало возможность успешного использования карбонатной формы анионита АВ-17 для этой цели. Сорбция бериллия происходила за счет образования карбонатного комплекса непосредственно в колонке при взаимодействии катиона этого элемента с CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>-ионами, входящими в состав активных групп анионита АВ-17, а сорбция железа, алюминия, меди и никеля — в виде их гидроокисей, основных карбонатов и карбонатов. Методика экспериментов по изучению сорбции вышеуказанных элементов аналогична описанной в [6], ДСЕ [7] карбонатной формы анионита АВ-17 по Be, Ni, Cu, Al и Fe приведена в табл. 1.

Таблица 1  
 ДСЕ карбонатных форм анионита АВ-17 по Be, Al, Ni, Cu и Fe  
 при различных скоростях потока

Элементы	Скорость потока, мл/мин		
	1	5	10
	ДСЕ, мг-экв/мл		
Be	0,592	0,321	0,197
Ni	0,030	0,009	0,003
Cu	0,008	0,004	0,000
Al	0,015	0,007	0,000
Fe	0,003	0,002	0,000

В предыдущем сообщении [8] нами указывалось на возможность отделения бериллия от элементов, образующих с NH<sub>4</sub>OH аммиакаты, непосредственно на анионите в процессе элюирования. Поэтому нами предполагалось, что разделение этих элементов будет происходить по следующей схеме:

- 1) Ni, Cu — десорбция раствором  $\text{NH}_4\text{OH}$ ;
- 2) Be — десорбция раствором  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ ;
- 3) Al, Fe — десорбция раствором  $\text{HCl}$ .

При проверке этой схемы и подборе оптимальных режимов элюирования (исследование процессов десорбции проводилось по методике, описанной в [9]) нами было обнаружено, что, наряду с Ni и Cu, раствором  $\text{NH}_4\text{OH}$  десорбируется и Al за счет пептизации и перехода в коллоидное состояние. На рис. 1 приведены результаты этого исследования. Как видно из данного рисунка, для вымывания всех трех элементов достаточно 200 мл 3N раствора  $\text{NH}_4\text{OH}$ . Как показали эксперименты по элюированию Ni, Cu Al, при их совместном присутствии вымывание практически полностью достигается 250 мл 3N раствора  $\text{NH}_4\text{OH}$ .

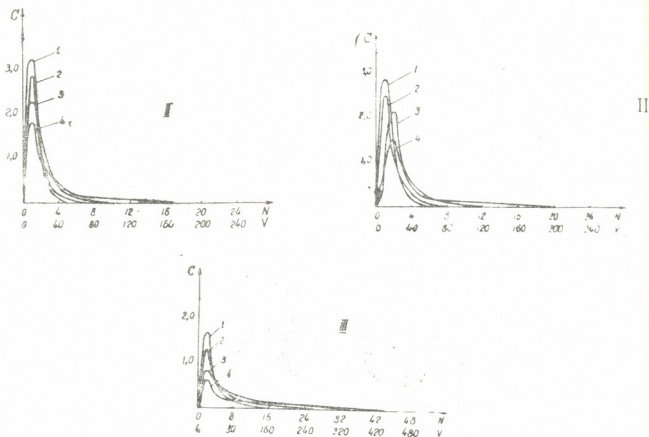


Рис. 1. Элюирование никеля, меди и алюминия с карбонатной формы анионита АВ-17 растворами  $\text{NH}_4\text{OH}$  различной концентрации: I—выходные кривые элюирования никеля; II—меди; III—алюминия; 1—3 N раствор  $\text{NH}_4\text{OH}$ ; 2—2 N раствор  $\text{NH}_4\text{OH}$ ; 3—1,0N раствор  $\text{NH}_4\text{OH}$ ; 4—0,5N раствор  $\text{NH}_4\text{OH}$

Ранее нами было установлено, что для элюирования бериллия, наряду с 3—5N растворами карбоната аммония [9], можно с успехом использовать в качестве десорбента 3N раствор  $\text{NaOH}$  [8]. Десорбция алюминия с карбонатной формы анионита АВ-17 за счет пептизации его гидроокиси при пропускании раствора гидроокиси аммония позволила, наряду с  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ , использовать и раствор  $\text{NaOH}$  для элюирования бериллия при отделении его от Ni, Cu, Al и Fe.

Что же касается железа, то, как видно из рис. 2, после десорбции всех элементов его можно элюировать 40 мл 1,5 N раствора  $\text{HCl}$ .

На основании описанной выше работы нами была разработана методика отделения бериллия от никеля, меди, алюминия и железа с помощью карбонатной формы анионита АВ-17.

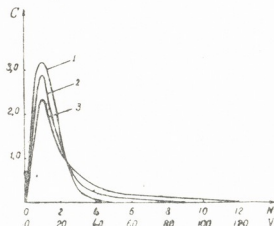


Рис. 2. Элюирование железа с карбонатной формы анионита АВ-17 растворами HCl различной концентрации: 1—1,5N раствор HCl; 2—1N раствор HCl; 3—0,5N раствор HCl

### Отделение Be от Ni, Cu, Al и Fe

Анализируемый раствор (рН 2,5), содержащий ионы Be, Ni, Al, Cu и Fe, со скоростью фильтрации 1 мл/мин пропускается через колонку с карбонатной формой анионита АВ-17 (диаметр колонки 1,6 см, высота слоя набухшего сорбента 4,5 см). После промывания этой колонки порцией дистиллированной воды (15 мл) через нее со скоростью фильтрации 5 мл/мин пропускаются 250 мл 3N раствора  $\text{NH}_4\text{OH}$ , вымывающего никель, медь и алюминий. Затем для десорбции бериллия через эту колонку с той же скоростью фильтрации пропускают 300 мл 3N раствора  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$  или же 70 мл 1N раствора NaOH. Получаемый при этом элюат собирается в отдельную колбу для анализа на бериллий.

Таблица 2

Определение бериллия после его отделения от Ni, Cu, Fe и Al с помощью  $\text{CO}_3^{2-}$ -формы анионита АВ-17

№ п/п	Взято, мг					Элюент—3N раствор $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$		Элюент—1N раствор NaOH	
	Be	Ni	Cu	Al	Fe	Определено Be в элюате, мг	Относительная ошибка, %	Определено Be в элюате, мг	Относительная ошибка, %
1	0,0	1,5	1,5	1,5	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0
2	1,0	1,5	1,5	1,5	1,5	0,988	-1,2	0,986	-1,4
3	0,5	1,5	1,5	1,5	1,5	0,492	-1,6	0,512	+2,4
4	0,1	1,5	1,5	1,5	1,5	0,104	+4,0	0,095	-5,0
5	0,05	1,5	1,5	1,5	1,5	0,047	-6,0	0,047	-6,0
6	0,01	1,5	1,5	1,5	1,5	0,0107	+7,0	0,0092	-8,0

Проверка описанного метода на искусственных смесях (см. табл. 2) показала возможность его успешного применения в аналитической практике при определении бериллия в различных объектах. Бериллий определяли фотоколориметрическим методом с использованием арсената I в качестве реагента [10].

დ. ერისთავი (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი),  
 ვ. ერისთავი, შ. კეკელია

ბერილიუმის დაცილება ანიონიტის AB-17-ის კარბონატული  
 ფორმით ნიკელის, სპილენძის, ალუმინისა და რკინისაგან  
 რეზიუმე

დადგენილია ბერილიუმის დაცილების შესაძლებლობა ანიონიტის AB-17-ის კარბონატული ფორმით ნიკელის, სპილენძის, ალუმინისა და რკინისაგან. Ni, Cu და Al-ის დესორბცია იონგაცვლითი სვეტიდან ხორციელდება 250 მლ 3N ამონიუმის ჰიდროქანგის, Be-ის დესორბცია 300 მლ 3N  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ -ის ან 70 მლ 1N NaOH-ის ხსნარებით.

ANALYTICAL CHEMISTRY

D. I. ERISTAVI, V. D. ERISTAVI, Sh. A. KEKELIA

SEPARATION OF BERILIUM FROM NICKEL, COPPER,  
 ALUMINIUM AND IRON BY USING AB-17

Summary

The possibility of separating berilium from Ni, Cu, Al and Fe by using the carbonate form of anion-exchange resin AB-17 has been established. The desorption of Ni, Cu and Al from ionexchange column is accomplished with 250 ml of the 3N solution of  $\text{NH}_4\text{OH}$ ; and desorption of berilium with 300 ml of the 3N solution  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$  or 70 ml 1N solution of NaOH.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. В. Новоселова, Л. Р. Бацанова. Аналитическая химия бериллия. М., 1956.
2. Д. Эверест. Химия бериллия. М., 1968, 139.
3. Г. Шарло. Методы аналитической химии, ч. 2. М., 1970, 709.
4. И. П. Харламов, Д. В. Романов. Зав. лаб., т. 8, № 10, 1952, 184.
5. Т. А. Белявская, В. И. Фадеева. Вестник Московского ун-та, № 6, 73, 1956.
6. Д. И. Эристави, В. Д. Эристави, Ш. А. Кекелия. Труды Грузинского политехнического ин-та им. В. И. Ленина, № 4, 43, 1969.
7. О. Самуэльсон. Ионобменные разделения в аналитической химии. М.—Л., 1966, 97.
8. Д. И. Эристави, В. Д. Эристави, Ш. А. Кекелия. Труды Грузинского политехи. ин-та им. В. И. Ленина, № 2, 1970.
9. Д. И. Эристави, В. Д. Эристави, Ш. А. Кекелия. Труды Грузинского политехи. ин-та, им. В. И. Ленина, № 3, 1970.
10. В. И. Кузнецов. ЖАХ, 10, 1955, 275.



И. Г. ГРИГОРЬЕВ, Н. М. ФРОЛОВ, М. Л. САНДЗЕ

## НОВЫЙ БЕЗЭЛЕКТРОДНЫЙ ВЫСОКОЧАСТОТНЫЙ ИСТОЧНИК НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ПЛАЗМЫ И ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В СПЕКТРАЛЬНОМ АНАЛИЗЕ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Д. И. Эристави 3.3.1970)

За последние годы в большой степени возрос интерес к получению и применению газоразрядной низкотемпературной плазмы, особенно в химии и химической технологии.

Один из методов ее получения состоит в том, что в кварцевой трубе, помещенной в поле высокочастотного индуктора, возбуждается высокочастотный кольцевой так называемый Н-разряд в рабочем газе, продуваемом через трубу. Данные по исследованию и применению таких разрядов можно найти в [1—3].

Плазма обладает мощным оптическим излучением, состоящим из сплошного спектра и линий, присущих рабочему газу. Расход газа составляет  $(2 \div 10) 10^3$  л/час.

Низкотемпературную плазму можно получить и использованием Е-разряда, т. е. разряда в высокочастотном электрическом поле. Плазма такого разряда представляет собой вытянутое образование светящегося газа в виде тонкого шнура, окруженного оболочкой из нагретого им газа. К этому типу разрядов относится так называемый факельный разряд [4]. Разряд изучался многими авторами и к последним исследованиям следует отнести работы, помещенные в сборнике [5].

Разряд в высокочастотном электрическом поле может быть осуществлен и безэлектродным способом. Так, в работе [6] описано устройство для получения такого разряда при атмосферном давлении. Разрядное устройство представляет собой кварцевую трубу с двумя наложенными на нее электродами. Разряд в виде тонкого плазменного шнура начинается и заканчивается в трубе, в местах расположения электродов. В настоящем сообщении приводится описание нового источника низкотемпературной плазмы, осуществленного на основе использования высокочастотного безэлектродного электрического разряда.

Разрядное устройство, схематически изображенное на рис. 1, представляет собой кварцевую трубу 1 с кольцевым разрядным электродом 2 на ее наружной поверхности. Электрод 2 подключен к высокочастотному генератору 3 через согласующее звено. Через трубу снизу продувается аргон в количестве 1—3 л/мин. В месте расположения разрядного электрода 2 имеется водяная рубашка, показанная на рис. 1 пунктиром, в которой циркулирует вода.

Зажигание разряда производится угольным электродом, вносимым сверху в трубу 1 до уровня наружного кольцевого электрода. Первоначально происходит пробой промежутка между внесенным электродом и стенками кварцевой трубы в месте расположения кольца. После этого стержень убирается и разряд переходит в линейный в виде ярко-го плазменного шнура 4.

Разряд этот во многом схож с высокочастотным факельным разрядом. Его отличительной особенностью является то, что он берет свое

начало не с острия электрода, как факельный разряд, а внутри кварцевой трубы на участке, охваченном кольцевым электродом.

Ранее в работе [7] был описан аналогичный по форме разряд, полученный в кварцевой трубе, помещенной в индуктор высокочастотного генератора. Но, несмотря на то что разряд этот был получен с помощью индуктора, по своему характеру он не свойствен индукционному, так как имеет ярко выраженную линейную форму, а не кольцевую и является, по-видимому, результатом замыкания емкостных токов на землю, так же как в случае факельного разряда и безэлектродного факельного разряда, осуществленного нами.

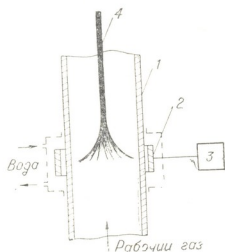
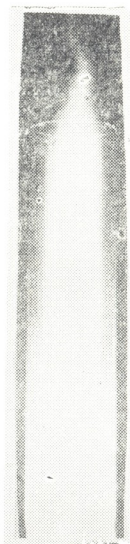


Рис. 1. Схема устройства для получения низкотемпературной плазмы

Рис. 2. Фотография диффузионной формы безэлектродного факельного разряда



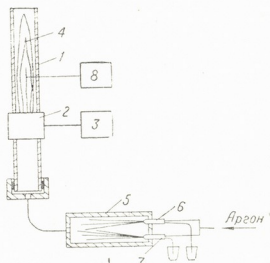
Если вместо чистого аргона в разрядную трубу 1 (рис. 1) вводить смесь аргона с распыленным раствором ионизирующего щелочного или щелочно-земельного элемента, то светящийся канал исчезает (при соответствующей концентрации ионизирующего элемента), а разряд принимает диффузионную форму и свечение ионизирующего элемента заполняет всю трубу выше разрядного кольца. Факел такого разряда весьма схож с факелом обычного газового пламени (рис. 2).

Полученный нами безэлектродный факельный разряд был опробован в качестве источника эмиссионных спектров элементов. Схема использования этого источника низкотемпературной плазмы в спектральном анализе с разрядом в диффузионной форме приведена на рис. 3. Здесь имеется источник, изображенный на рис. 1 с добавлением распылительной системы и спектрофотометра. Распылительная система включает в себя камеру распыления 5 и два распылителя: 6 — распы-



литель ионизирующего элемента и 7 — распылитель анализируемой пробы. Оба распылителя углового типа.

Рис. 3. Схема спектрофотометрической установки: 1—кварцевая труба, 2—разрядное кольцо с охлаждающей рубашкой, 3—генератор высокой частоты, 4—плазма разряда в диффузионной форме, 5—камера распыления, 6—распылитель ионизирующего элемента, 7—распылитель анализируемой пробы, 8—спектрофотометр



Использование безэлектродного факельного разряда в диффузионной форме объясняется тем, что в этом случае создаются наиболее благоприятные условия возбуждения эмиссионных спектров большого числа элементов со средними потенциалами возбуждения (2,5÷4,5 эв). А чтобы эти условия были стабильными, оказалось выгодным предва-

№ п/п	Элемент	Линия элемента, Å	Энергия возбуждения, эв	Чувствительность (мг/л) на одно деление*	Чувствительность, %
1	Стронций	4607	2,69	0,0005	5·10 <sup>-8</sup>
2	Алюминий	3961,5	3,1	0,05	5·10 <sup>-6</sup>
3	Цинк	4810,5	6,7	0,5	5·10 <sup>-5</sup>
4	Ксбальт	4118,7	4,06	0,1	5·10 <sup>-5</sup>
5	Железо	3859,9	3,21	0,05	5·10 <sup>-6</sup>
6	Хром	4254,3	2,91	0,005	5·10 <sup>-7</sup>
7	Никель	3858,3	3,63	1,0	1·10 <sup>-4</sup>
8	Барий	4554	2,72	0,05	5·10 <sup>-6</sup>
9	Литий	6707	1,9	0,01	1·10 <sup>-6</sup>
10	Кальций	4226,7	2,93	0,001	1·10 <sup>-7</sup>
11	Молибден	3864	3,2	0,2	2·10 <sup>-5</sup>
12	Марганец	4030,7	3,08	0,01	1·10 <sup>-6</sup>
13	Европий	4594	2,7	0,01	1·10 <sup>-6</sup>
14	Таллий	5350,4	3,28	0,05	5·10 <sup>-6</sup>
15	Свинец	4057,8	4,38	0,5	5·10 <sup>-5</sup>
16	Медь	5105	3,82	0,5	5·10 <sup>-5</sup>

\* Шкала измерительного прибора имеет 100 делений.

рительно перевести разряд из шнурового в диффузионный путем постоянного введения в зону разряда ионизирующего элемента независимым распылителем 6. Высокая стабильность диффузионного разряда в этом случае объясняется тем фактором, что здесь нет переходных стадий от шнурового разряда к диффузионному и от диффузионного к шнуровому, неизбежных при анализе проб, в которые ионизирующие элементы введены в качестве присадок. Анализируемые же пробы в нашем случае вводятся в зону диффузионного разряда обычным способом через распылитель 7.

Результаты анализов ряда элементов с применением нового источника на спектрофотометре, собранного на базе монохроматора УМ-2 [8], приведены в таблице. Диффузионная форма разряда характеризуется почти полным отсутствием сплошного спектра в коротковолновом

участке видимой области оптического диапазона, и наблюдаются только линии и молекулярные полосы, присущие ионизирующему элементу. Как явствует из таблицы, чувствительность определения большинства элементов приближается к чувствительности их определения атомно-абсорбционным способом. При использовании же более совершенного метода распыления и спектрального прибора с лучшей разрешающей способностью чувствительность может быть увеличена не менее чем на порядок.

Академия наук Грузинской ССР  
 Геологический институт

(Поступило 12.3.1970)

ანალიზური ქიმია

ი. გრიგორიევი, ნ. ფროლოვი, მ. სანოძე

ახალი არაელექტროდული მაღალსიხშირიანი პლაზმის წყარო და მისი გამოყენება სპექტრალურ ანალიზში

რ ე ზ ი ე მ ე

აღწერილია ახალი, მაღალსიხშირიანი განმუხტვის გამოყენების საფუძველზე მიღებული დაბალტემპერატურული პლაზმის წყარო. განმუხტვა არაელექტროდულია და თორმით მოვლავიანობას მაღალსიხშირიან ჩირალდოვან განმუხტვას. აღწერილია აგრეთვე ამ განმუხტვით მიღებული პლაზმის, როგორც სინათლის წყაროს გამოყენების ხერხი ემისიურ სპექტრალურ ანალიზში. მოცემულია რიგი ელემენტების განსაზღვრის მგრძობიარობის შედეგები, რომელიც ატომურ-აბსორბციული მეთოდით მიღწეულ მგრძობიარობას უახლოვდება.

ANALYTICAL CHEMISTRY

I. G. GRIGORIEV, N. M. FROLOV, M. L. SANODZE

## A NEW ELECTRODELESS HIGH-FREQUENCY SOURCE OF LOW-TEMPERATURE PLASMA AND ITS USE IN SPECTRAL ANALYSIS

Summary

A new source of low-temperature plasma obtained on the basis of high-frequency E-discharge is described. The discharge is electrodeless and in its form resembles a high-frequency torch discharge. The method of using the plasma of this discharge as a source of light in the emission analysis is given. The sensitivity data on the determination of a number of elements are given, approaching the sensitivity of the atomic-absorption method.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. Т. Аладьев, И. Г. Кулаков и др. Сб. «Низкотемпературная плазма». М., 1967, 411.
2. Б. М. Дымшиц, Я. П. Коренкий. ЖТФ, XXXIV, 9, 1963, 1677.
3. Ф. Б. Вурзель, Н. Н. Долгополов и др. Сб. «Кинетика и термодинамика химических реакций в низкотемпературной плазме». М., 1965, 223.
4. Н. А. Капцов. Электроника. М., 1956.
5. А. В. Качанов, Е. С. Трехов, Е. П. Фетисов. Сб. «Физика газоразрядной плазмы», вып. 1. М., 1968.
6. К. А. Егорова. ЖПС, т. VI, 1, 1967, 22.
7. Э. Д. Брицке, Б. М. Борисов, Ю. С. Сукач. Зав. лаб., т. XXXIII, 2, 1967.
8. И. Г. Григорьев. Бюлл. комиссии по определению абсолютного возраста, вып. VIII. М., 1967, 63.



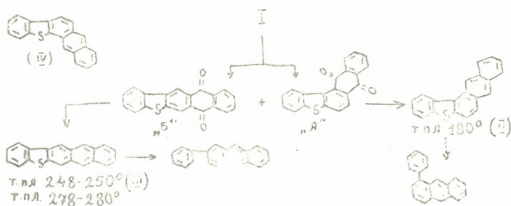
Д. Д. ГВЕРДЦИТЕЛИ, В. П. ЛИТВИНОВ

О СТРОЕНИИ ПРОДУКТОВ ЦИКЛИЗАЦИИ И ПОСЛЕДУЮЩЕГО ВОССТАНОВЛЕНИЯ О-2-ДИБЕНЗОТЕНОИЛБЕНЗОИНОЙ КИСЛОТЫ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Л. Д. Меликадзе 6.5.1970)

Нами было показано [1], что при циклизации о-2-дибензотеноилбензойной кислоты (I) с полифосфорной кислотой с последующим восстановлением продукта циклизации образуется смесь трех продуктов одного и того же состава —  $C_{20}H_{12}S$  соответствующего антрабензотиофену, но с различными т. пл. — 180; 248 — 250 и 278—280°.

Строение продукта с т. пл. 180° как антра-[2,1-в]-бензо-[d]-тиофена (II) не вызывает сомнения, поскольку десульфуризацией (II) получен  $\alpha$ -фенилантрацен.



Укажем в этой связи, что как в патенте [2], так и в работе [3] обсуждается возможность образования на стадии циклизации (I), наряду с «линейным» бензотиенилантрахиноном Б, «ангулярного» бензотиенилантрахинона А.

Поскольку продукт с т. пл. 248—250° дал при десульфуризации  $\beta$ -фенилантрацен и, кроме того, его т. пл. соответствует приведенной в литературе [4] для антра-[2,3-в]-бензо-[d]-тиофена, ему приписано строение (III). С другой стороны, продукт с т. пл. 278—280° при десульфуризации также образует  $\beta$ -фенилантрацен, что возможно лишь в случае, если он представляет собой либо антра-[2,3-в]-бензо-[d]-тиофен (III), либо антра-[1,2-в]-бензо-[d]-тиофен (IV). Образование (IV) маловероятно, поскольку он может получиться лишь в результате ацилирования дибензотиофена в положение 4 фталевым ангидридом, последующей ин-клизации о-4-дибензотеноилбензойной кислоты (V) в положение 3 и восстановления продукта циклизации. Однако, как было показано нами [1], возможная примесь (V) в (I) не превышает, по данным ГЖХ, 5%, в то время как продукт с т. пл. 278—280° образуется в значительно большем количестве, равном количеству продукта с т. пл. 248—250°. Кроме того, этот продукт отличался по т. пл. от (IV) (220° [5], 226—226,5° [6]), а его УФ-спектр оказался полностью идентичным со спектром III



(продукт с т. пл. 248—250°). Сравнение ИК-спектров продуктов с т. пл. 248—250 и 278—280° (см. рис. 1, а, б) показало, что они, как и УФ-спектры, практически одинаковы. На основании этих данных и результатов реакции десульфуризации мы имели основание предположить, что продукты с т. пл. 248—250 и 278—280° являются двумя кристаллическими модификациями одного и того же соединения — антра-[2,3-в]-бензо-[d]-тиофена (III). Отметим, что в работе [3] приведена т. пл. для (III) (285—288°), которая расходится с приведенной в патенте [4] для (III) (249—250°), и авторы не дают объяснения этому факту, хотя и пытаются в завуалированной форме связать это с тем, что в процессе пиролиза о-толуил-2-добензотиофена [4] образуется не (III), а изомерный антрабензотиофен (по аналогии с протеканием пиролиза о-толуил-3-бензо-[в]-тиофена [7]).

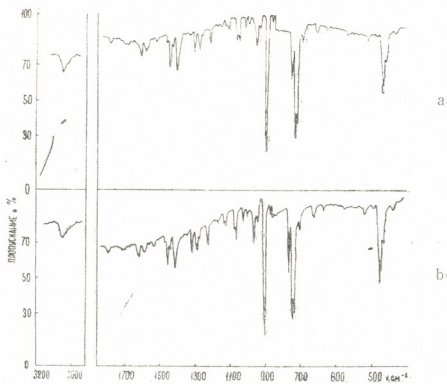


Рис. 1. а—ИК-спектр продукта с т. пл. 248—250°;  
б—ИК-спектр продукта с т. пл. 278—280°

Подтверждением сделанного нами вывода о том, что продукты с т. пл. 248—250 и 278—280° являются различными кристаллическими модификациями (III), наряду с идентичностью УФ и ИК-спектров, получением при десульфуризации  $\beta$ -фенилантрацена, является тот факт, что при окислении этих продуктов образуется один и тот же бензотиофенилантрахинон Б (идентичность ИК-спектров), а также то, что при кипячении раствора продукта с т. пл. 248—250° в уксусной кислоте получен продукт с т. пл. 278—280°.

Рассмотрение ИК-спектров полученных соединений и сравнение их со спектром ароматического аналога—пентацена (см. рис. 1, 2) показало, что наиболее существенное отличие обнаружено в спектре антра-[2,1-в]-бензо-[d]-тиофена (II) (рис. 2): одиночная полоса  $470\text{ см}^{-1}$  вместо дублета  $455\text{—}475\text{ см}^{-1}$ , характерного для пентацена, интенсивное поглощение в областях  $630$  и  $875\text{ см}^{-1}$ , которое практически отсутствует в спектрах пентацена и антра-[2,3-в]-бензо-[d]-тиофена (III) (спектры двух последних во многом совпадают). Так как изомеры (II) и (III) дают разные картины поглощения, то следует предположить, что в данном случае колебательные спектры чувствительны прежде всего к из-

менениям конфигурации полициклической системы, связанным с заменой одного бензольного кольца на тиофеновое.

Необходимо отметить, что при проведении циклизации предварительно очищенной (I) в присутствии  $AlCl_3$ , аналогично [8], образуется с небольшим выходом бензотиенилантрахинон Б с т. пл. 285—286°, восстановлением которого получен (III) с т. пл. 248—250°.

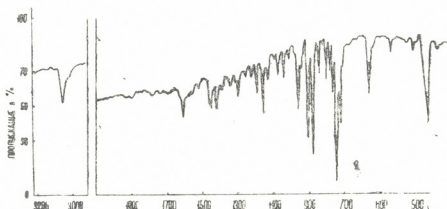


Рис. 2. ИК-спектр антра-[2,1-в]-бензо-[d]-тиофена (II)

Считаем своим приятным долгом поблагодарить И. П. Яковлева за помощь в получении и интерпретации ИК-спектров.

ИК-спектры получены на спектрометре UR-20; прессовка с КВг.

1. **Десульфуризация антрабензотиофенов.** Смесь 0,3 г (II) (т. пл. 180°), 10 г скелетного Ni и 70 мл спирта прокипячена в течение 9 часов, затем горячий раствор отфильтрован и катализатор на фильтре тщательно промыт горячим спиртом. Спирт отогнан, получено 0,21 г частично гидрированного  $\alpha$ -фенилантрацена, к которому прибавлено 0,32 г Se. Смесь нагревалась 5 часов при 270—300°. После экстракции бензолом и пропускания через колонку с  $Al_2O_3$  получено 0,17 г (выход 80%)  $\alpha$ -фенилантрацена с т. пл. 109—111° (из спирта) (по литературным данным [9], т. пл. 110—112°). Найдено, %: С 94,20; Н 5,67.  $C_{20}H_{14}$ . Вычислено, %: С 94,44; Н 5,52. Аналогично из (III) с т. пл. 248—250° получен с выходом 78%  $\beta$ -фенилантрацен с т. пл. 205—206° (из спирта) (по литературным данным [9], т. пл. 207—207,5°). Найдено, %: С 94,12; Н 5,88.  $C_{20}H_{14}$ . Вычислено, %: С 94,44; Н 5,52. Из продукта с т. пл. 278—280° получен также  $\beta$ -фенилантрацен (выход 85%) с т. пл. 205—206°. Найдено, %: С 94,66; Н 5,45. Смешанная проба  $\beta$ -фенилантраценов не дала депрессии т. пл., а их УФ-спектры оказались идентичными.

2. **Окисление антрабензотиофенов.** К смеси 0,3 г  $CrO_3$ , 10 мл воды и 10 мл уксусной кислоты прибавлен раствор 0,2 г (II) в 15 мл уксусной кислоты. Смесь прокипячена в течение 1 часа, затем охлаждена и осадок отфильтрован. Получено 0,12 г (выход 54%) бензотиенилантрахинона А с т. пл. 265—267° и уксусной кислоты. Аналогично из продукта с т. пл. 278—280° получен с выходом 62% бензотиенилантрахинон Б с т. пл. 285—286° (из уксусной кислоты) (по литературным данным [8], т. пл. 285—286°). Из (III) (т. пл. 248—250°) также получен бензотиенилантрахинон Б с т. пл. 285—286°. Смешанная проба бензотиенилантрахинонов Б не дала депрессии т. пл., а их ИК-спектры оказались идентичными.



დ. გვერდციტილი, ვ. ლიტვინოვი

o-2-დიბენზოთენოილბენზოის მჟავას ციკლიზაციითა და შემდგომი აღდგენით მიღებული პროდუქტების აბეზულების შესახებ

რეზიუმე

ნაჩვენებია, რომ o-2-დიბენზოთენოილბენზოის მჟავას ციკლიზაციითა და წარმოქმნილი პროდუქტების აღდგენით მიღებული ანტრა [2,3-b]-ბენზო- [d]-თიოფენი ავლენს დიმორფიზმს. იგი არსებობს ორი კრისტალური მოდიფიკაციის სახით — ლ. ტ. 248—250° და 278—280°.

შესწავლილია დესულფურაციის რეაქცია იზომერული ანტრაბენზოთიოფენებისათვის. ანტრა [2,1-b]-ბენზო- [d]-თიოფენისა და ანტრა [2,3-b]-ბენზო- [d]-თიოფენიდან მიღებულია შესაბამისად  $\alpha$  და  $\beta$ -ფენილანტრა-ცენები. შესწავლილია აგრეთვე ანტრაბენზოთიოფენებისა და პენტაცენის ინფრაწითელი სპექტრები.

ORGANIC CHEMISTRY

D. D. GVERDTSITELI, V. P. LITVINOV

## ON THE STRUCTURE OF THE PRODUCTS OF CYCLIZATION AND FURTHER REDUCTION OF THE o-2-DIBENZOTHIENOYL BENZOIC ACID

Summary

It is shown that anthra-(2,3-b)-benzo-(d)-thiophene demonstrates dimorphism and exists in two crystalline modifications with m. p. 248-250° and 278-280°. The desulfurisation reaction of isomeric anthrabenzothiophenes with Raney nickel has been studied, which made it possible to obtain  $\alpha$ - and  $\beta$ -phenylanthracenes from anthra-(2,1-b)-benzo-(d)-thiophene and anthra-(2,3-b)-benzo-(d)-thiophene, respectively. Infrared absorption spectra of isomeric anthrabenzothiophenes and pentacenes have been measured.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Д. Д. Гвердцители, В. П. Литвинов. Сообщения АН ГССР, 58, № 2, 1970.
2. Пат. США № 2533171 1950; С. А., 45, 1775, 1951.
3. W. H. Cherry, W. Davies, B. C. Ennis, Q. N. Porter. Aust. J. Chem., 20, 1967, 313.
4. Фр. пат. № 614959, 1926; Zentr., 1929, II, 797.
5. G. R. N. Sastry, B. D. Tilak. J. Sci. Industr. Res., 20 B, 1961, 286.
6. W. Davies, Q. N. Porter. J. Chem. Soc., 1957, 4962.  
G. M. Badger, B. J. Christie. J. Chem. Soc., 1956, 3435.
8. H. Gilman, A. L. Jacoby. J. Org. Chem., 3, 1938, 108.
9. J. W. Cook. J. Chem. Soc., 1930, 1087.

Г. Р. НАТРОШВИЛИ

## γ-РАДИОЛИЗ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ СУЛЬФИДА НАТРИЯ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Н. А. Ландиа 12.5.1970)

В работе [1] исследовалось радиолитическое превращение двухвалентной серы в нейтральных растворах тиосульфата натрия.

Целью настоящей работы являлось изучение радиолитического поведения двухвалентной серы в растворах сульфида натрия, имеющих щелочную реакцию ( $\text{pH} \sim 11,8$ ).

Исследование проводилось с использованием  $\gamma$ -излучения мощностью дозы  $\sim 1 \cdot 10^{16}$  эв/мл·сек и спектрофотометрического, масс-спектрометрического и йодометрического методов анализа.

На рис. 1 приведены результаты радиоллиза  $3,2 \cdot 10^{-3}$  моль/л водного раствора сульфида натрия.

С увеличением количества поглощенной энергии постепенно уменьшается концентрация сульфид-иона и соответственно возрастает количество продуктов радиоллиза—тиосульфата и сульфита. В ходе облучения величина  $\text{pH}$  растворов не изменялась.

Кривые превращения и накопления имеют прямолинейный характер, по их наклону вычислялись значения радиационно-химических выходов ( $G(-\text{HS}^-) = 0,37 \pm 0,03$ ,  $G(\text{SO}_3^{2-}) = 0,13 \pm 0,01$  и  $G(\text{S}_2\text{O}_3^{2-}) = 0,14 \pm 0,03$ ).

На рис. 2 приведены ИК-спектры облученных  $5 \cdot 10^{-3}$  моль/л растворов сульфида натрия в диапазоне волновых чисел  $\bar{\nu} = 800 - 1300 \text{ см}^{-1}$ .

С ростом количества поглощенной энергии наблюдается образование характерных полос поглощения тиосульфат-ионов при 980—1010; 1120—1180 и 880  $\text{см}^{-1}$ .

Масс-спектры паров облученных дезаэрированных  $5 \cdot 10^{-3}$  моль/л растворов сульфида натрия содержат пик с массовым числом 2, относящийся к иону  $\text{H}_2^+$ . Из кривой накопления образующегося  $\text{H}_2$  было вычислено значение радиационно-химического выхода образования молекулярного водорода  $0,45 \pm 0,05$ .

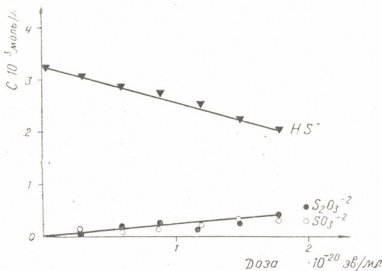


Рис. 1. Радиоллиз  $3,2 \cdot 10^{-3}$  моль/л водного раствора сульфида натрия



Если образование тиосульфата и сульфита из сульфид-ионов представить схематически следующим образом:



получится, что

$$G(-\text{HS}^-) = 2G(\text{S}_2\text{O}_3^{2-}) + G(\text{SO}_3^{2-}) = 0,41 \pm 0,04,$$

что хорошо согласуется с полученным экспериментальным значением  $G(-\text{HS}^-)$ .

Величина  $G(\text{H}_2) = 0,45 \pm 0,05$  указывает на акцептирование гидроксильных радикалов находящимися в растворе  $\text{HS}^-$ -ионами.

Кроме гидроксильных радикалов, окислительное действие на сульфид-ионы может оказать  $\text{H}_2\text{O}_2$ , образующаяся в шпорах рекомбинацией радикалов  $\text{OH}$ .

Взаимодействие радикалов  $\text{OH}$  друг с другом вне шпор в присутствии  $10^{-3}$  моль/л растворенного сульфида маловероятно, так как при использованной мощности дозы ( $I = 0,875 \cdot 10^{16}$  эв/мл·сек) объемная концентрация радикалов  $\text{OH}$  в растворе имеет весьма малый порядок:

$$[R] = \sqrt{\frac{G_{\text{OH}} \cdot I}{100 \cdot N \cdot K_{\text{OH}+\text{OH}}}} \approx \\ \approx 1,5 \cdot 10^{-7} \text{ моль/л,}$$

где  $K_{\text{OH}+\text{OH}} \approx 10^{10}$  л/моль·сек [2].

Определенное методом импульсного радиолитиза [3] значение  $K_{\text{HS}^-+\text{OH}}$  примерно равно значению  $K_{\text{OH}+\text{OH}}$ . Таким образом, реакция  $\text{HS}^- + \text{OH}$  может успешно конкурировать с рекомбинацией радикалов  $\text{OH}$  в шпорах.

Можно показать, что

$$G(\text{H}_2\text{O}_2) = 0$$

при  $[\text{HS}^-] \geq 1,52 \cdot 10^{-3}$  моль/л, если использовать уравнение,

связывающее  $G(\text{H}_2\text{O}_2)$  с концентрацией акцептора радикалов  $\text{OH}$  [4]:

$$G(\text{H}_2\text{O}_2) = G_{\text{H}_2\text{O}_2} - G_{\text{H}_2\text{O}_2} \left[ \frac{K_{\text{HS}^-+\text{OH}}}{K_{\text{OH}+\text{OH}}} \cdot \frac{G(-\text{H}_2\text{O})}{G_{\text{OH}}} \cdot \frac{(2\pi r^2)^{3/2}}{n^0 - 1} \right]^{1/3} [\text{HS}^-]^{1/3},$$

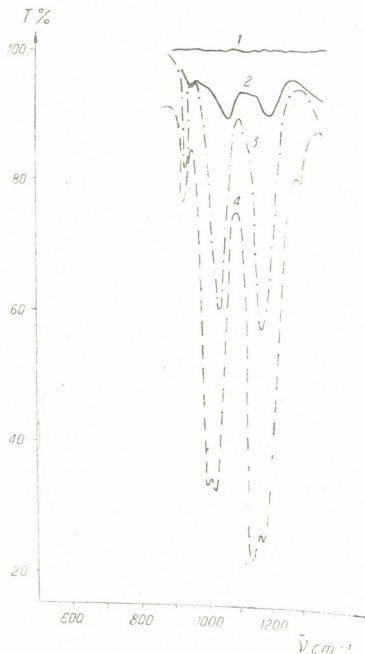


Рис. 2. ИК-спектры исходного и облученных  $5 \cdot 10^{-3}$  моль/л растворов  $\text{Na}_2\text{S}$  при различных дозах (призма  $\text{NaCl}$ ): 1—исходный раствор; 2—доза  $2,6 \cdot 10^{20}$  эв/мл; 3—доза  $7,8 \cdot 10^{20}$  эв/мл; 4—доза  $2,78 \cdot 10^{21}$  эв/мл



где  $r$ —гауссовый радиус шпор для  $\text{OH}$ ,  $n_0$ —начальное число пар радикалов в шпоре,  $G_{\text{H}_2\text{O}_2}$ ,  $G_{\text{OH}}$ ,  $G(-\text{H}_2\text{O})$  взяты при  $\text{pH} = 11,8$  [5].

Таким образом, в случае  $3,2 \cdot 10^{-3}$  моль/л раствора все гидроксильные радикалы, образующиеся при ионизации молекул воды, захватываются ионами  $\text{HS}^-$  и выход окислительных частиц равняется

$$G_{\text{OH}} + 2 G_{\text{H}_2\text{O}_2} = 3,70.$$

Так как  $G_{\text{восст}} = 2,90$  [5],  $G(-\text{HS}^-)$  должен равняться

$$G_{\text{OH}} + 2 G_{\text{H}_2\text{O}_2} - G_{\text{восст.}} = 0,80.$$

Разница между расчетным и экспериментальным значениями радиационно-химического выхода окисления сульфидной серы составляет  $\sim 0,4$ , что, вероятно, обусловлено диссоциацией гидроксильных радикалов в исследованной области  $\text{pH}$ .

Работа проведена под руководством и при участии проф. Е. М. Нанобашвили.

Академия наук Грузинской ССР  
 Институт неорганической химии  
 и электрохимии

(Поступило 14.5.1970)

ფიზიკური ქიმია

ბ. ნატროშვილი

ნატრიუმის სულფიდის წყალხსნარების  $\gamma$ -რადიოლიზი

რ ე ზ ი მ ე

გამოკვლეულია ნატრიუმის სულფიდის  $\gamma$ -რადიოლიზის პროდუქტები განზავებულ წყალხსნარებში. დადგენილია თიოსულფატების, სულფიტებისა და მოლეკულური წყალბადის წარმოქმნა. შეფასებულია წყლის რადიოლიზური პროდუქტების როლი სულფიდ-იონის დაქანგვაში.

PHYSICAL CHEMISTRY

G. R. NATROSHVILI

$\gamma$ -RADIOLYSIS OF AQUEOUS SOLUTIONS OF SODIUM SULPHIDE

S u m m a r y

The products of  $\gamma$ -radiolysis of sodium sulphide in diluted aqueous solutions have been investigated. The formation of thiosulphates, sulphites, and molecular hydrogen has been established.

The role of radiolytic products of water in the transformation of sulphide-ion has been determined.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. Р. Натрошвили, Е. М. Нанобашвили. Сообщ. АН ГССР, 57, № 3, 1970.
2. А. Н. Пикаев. Импульсный радиолиз воды и водных растворов. М., 1965.
3. W. Karmann, G. Meissner, A. Henglein. Z. Naturforsch., № 3, 1965.
4. В. М. Бяков. ДАН СССР, 153, 1965, 1356.
5. E. Hayon. Trans. Far. Soc., 61, 1965, 734.

Р. К. КВАРАЦХЕЛИЯ

## О «рН-ЭФФЕКТЕ» ПРИ ВОССТАНОВЛЕНИИ НИТРАТ-ИОНА НА РТУТНОМ КАТОДЕ

(Представлено академиком Р. И. Агладзе 6.5.1970)

При изучении процесса восстановления нитрат-иона в широком интервале значений рН электролита нами на катодах из ртути, свинца, олова и графита было обнаружено явление, названное «рН-эффектом» [1]. В настоящей статье рассматривается простейший случай этого явления на ртутном катоде.

На рис. 1 сплошными линиями представлена картина зависимости выхода продуктов восстановления нитрат-иона на ртутном катоде от рН раствора нитрата калия (с целью изменения рН последний подщелачивался едким натром или подкислялся серной кислотой). В области значений рН от 12,5 до 1,22 продуктом восстановления нитрат-иона, обнаруживаемым в катодите, является нитрит-ион. Начиная с рН 1,65 выход нитрита, равный до этого количественному, резко падает, и при рН 1,22 в растворе обнаруживаются лишь следы нитрит-иона. В этом же растворе имеются следы гидроксилamina. С дальнейшим уменьшением рН выход гидроксилamina резко возрастает, достигая уже при рН 0,56 90%. Таким образом, здесь имеет место необычное явление — скачкообразное изменение природы продукта восстановления по достижении определенной «границной» области рН.

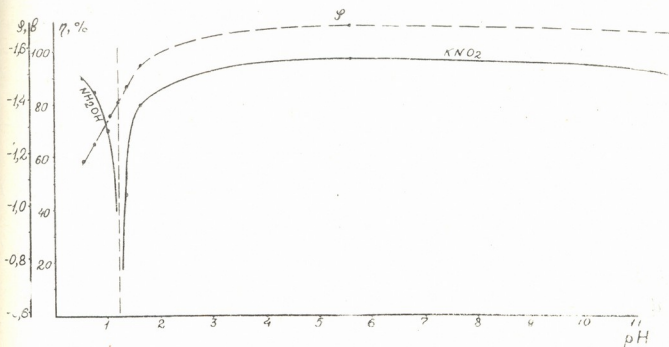


Рис. 1. „рН-эффект“ на ртутном катоде. Плотность тока 2 а/дм<sup>2</sup>; концентрация КNO<sub>3</sub> 100 г/л; потенциалы отнссительно насыщенного каломелевого электрода

Пунктирной кривой показано изменение потенциала катода с изменением рН в аналогичных условиях. Нетрудно заметить, что в области, где имеет место «рН-эффект», кривая резко сдвигается в положи-



тельную сторону на 0,5 в, причем граничное значение рН лежит на нисходящей ветви. В области рН выше 1,7 изменение потенциала незначительно.

Интересное явление «рН-эффекта» объясняется нами следующим образом.

В слабокислой, нейтральной и щелочной средах доминирующим катодным процессом, как видно из рис. 1, является восстановление нитрат-иона в нитрит-ион. С увеличением кислотности среды этот процесс затормаживается вследствие начала выделения водорода. Кроме того, увеличивается и скорость процесса восстановления нитрат-иона в гидроксилламин, являющаяся функцией концентрации водородных ионов [2]. Накапливающийся в электролите гидроксилламин начинает взаимодействовать с нитритом по реакции



что и приводит к появлению «рН-эффекта».

В подтверждение этого объяснения рассмотрим подробнее кинетическую картину «рН-эффекта».

В кислой среде на катоде протекают две основные реакции:



Кроме того, в этих условиях имеет место и химическая реакция (1). Реакция (2) подчиняется кинетическому уравнению

$$i_1 = k_1 C_{\text{NO}_3^-} \exp\left(-\frac{\alpha_1 F \varphi z_1}{RT}\right), \quad (I)$$

а реакция (3) —

$$i_2 = k_2 C_{\text{NO}_3^-} C_{\text{H}^+} \exp\left(-\frac{\alpha_2 F \varphi z_2}{RT}\right), \quad (II)$$

где  $i_1$  и  $i_2$  — соответственно скорости реакций (2) и (3),  $k_1$  и  $k_2$  — константы скорости этих реакций,  $C_{\text{NO}_3^-}$  — концентрация нитрат-ионов,  $C_{\text{H}^+}$  — концентрация водородных ионов,  $\alpha_1$  и  $\alpha_2$  — коэффициенты переноса,  $z_1$  и  $z_2$  — соответствующие числа электронов,  $\varphi$  — потенциал катода,  $F$ ,  $R$  и  $T$  имеют обычный смысл.

В той области рН, где совместно осуществляются реакции (1) — (3), имеет место соотношение

$$\frac{dC'_r}{dt} = \frac{dC_r}{dt} + \frac{dC''_r}{dt}, \quad (III)$$

где  $\frac{dC'_r}{dt}$  — скорость изменения концентрации гидроксилламина в электролите,

$\frac{dC_r}{dt}$  — скорость образования его по реакции (3),  $\frac{dC''_r}{dt}$  — скорость его расхода

по реакции (1). Последняя величина является скоростью химической реакции (1) и, согласно литературным данным [3], выражается уравнением

$$\frac{dC'_r}{dt} = -k(C'_A)^2 - \frac{k' C'_A C'_r}{z_1 + z_2 C_{\text{H}^+}}, \quad (IV)$$

где  $k$  и  $k'$  — различные значения константы скорости реакции,  $z_1$  и  $z_2$  — постоянные,  $C'_r$  и  $C'_A$  — концентраций гидроксилламина и азотистой кислоты в момент времени  $t$ .



Скорость образования гидроксилamina по реакции (3) можно найти из уравнения Фарадея:

$$\frac{dC_r}{dt} = i_2 \frac{s}{v} c_2, \quad (V)$$

где  $s$  и  $v$  — соответственно поверхность катода и объем электролита,  $c_2$  — электрохимический эквивалент гидроксилamina.

Подставив вместо  $i_2$  его значение из уравнения (II), получим

$$\frac{dC_r}{dt} = k_2 \frac{s}{v} c_2 C_{NO_3^-} C_{H^+} \exp\left(-\frac{\alpha_2 F \varphi z_2}{RT}\right). \quad (VI)$$

Подставив уравнения (IV) и (VI) в (III), получим выражение, описывающее скорость изменения концентрации гидроксилamina в электролите:

$$\frac{dC'_r}{dt} = k_2 \frac{s}{v} c_2 C_{NO_3^-} C_{H^+} \exp\left(-\frac{\alpha_2 F \varphi z_2}{RT}\right) - k(C'_A)^2 - \frac{k' C'_A C'_r}{\alpha_1 + \alpha_2 C_{H^+}}. \quad (VII)$$

Выражения, аналогичные уравнениям (III) и (IV), могут быть написаны и для азотистой кислоты. Скорость же ее образования по реакции (2) будет

$$\frac{dC_A}{dt} = (i - i_2) \frac{s}{v} c_1 = i \frac{s}{v} c_1 - k_2 \frac{s}{v} c_1 C_{NO_3^-} C_{H^+} \exp\left(-\frac{\alpha_2 F \varphi z_2}{RT}\right), \quad (VIII)$$

где  $i$  — общая скорость катодного процесса,  $c_1$  — электрохимический эквивалент азотистой кислоты.

Скорость изменения концентрации азотистой кислоты выразится следующим образом:

$$\begin{aligned} \frac{dC'_A}{dt} = & i \frac{s}{v} c_1 - k_2 \frac{s}{v} c_1 C_{NO_3^-} C_{H^+} \exp\left(-\frac{\alpha_2 F \varphi z_2}{RT}\right) - \\ & - k(C'_A)^2 - \frac{k' C'_A C'_r}{\alpha_1 + \alpha_2 C_{H^+}}. \end{aligned} \quad (IX)$$

Вычитая уравнение (IX) из (VII), получаем

$$\begin{aligned} & \frac{dC'_r}{dt} - \frac{dC'_A}{dt} = \\ & = k_2 \frac{s}{v} (c_1 + c_2) C_{NO_3^-} C_{H^+} \exp\left(-\frac{\alpha_2 F \varphi z_2}{RT}\right) - i \frac{s}{v} c_1. \end{aligned} \quad (X)$$

Это выражение показывает, что с ростом кислотности электролита разность скоростей накопления гидроксилamina и азотистой кислоты растет. Это следствие соответствует экспериментальным данным и подтверждает объяснение, данное нами «рН-эффекту».

Из уравнения (X) следует, что при равенстве скоростей накопления обоих продуктов рН и потенциал катода связаны зависимостью

$$\text{pH}_p = -\frac{\alpha_2 F z_2}{2,3 RT} \varphi_p - \lg \left[ \frac{i c_1}{k_2 (c_1 + c_2) C_{NO_3^-}} \right]. \quad (XI)$$

Равенство скоростей накопления продуктов должно иметь место в области правее «рН-эффекта» в интервале потенциалов от  $-1,4$ , до  $-1,6$  в (рис. 1). При подстановке этих значений в уравнение (XI) получаются значения рН от 1,76 до 2,76, в то время как соответствующие экспериментальные значения лежат в пределах 1,22—2,2. Близость экспери-



ментальных и рассчитанных данных является еще одним подтверждением правильности нашего объяснения «рН-эффекта».

Академия наук Грузинской ССР  
Институт неорганической химии  
и электрохимии

(Поступило 7.5.1970)

ელექტროქიმია

რ. კვარაცხელია

მერცხლისწყლის კათოდზე ნიტრატ-იონის აღდგენისას არსებულ  
„pH-ეფექტის“ შესახებ

რეზიუმე

ვერცხლისწყლის კათოდზე ნიტრატ-იონის აღდგენის შესწავლისას აღმოჩენილია მოვლენა, რომელსაც „pH-ეფექტი“ ეწოდა. აღწერილი და ახსნილია აღნიშნული ეფექტი.

ELECTROCHEMISTRY

R. K. KVARATSKHELIA

ON THE “pH-EFFECT” UNDER THE REDUCTION OF NITRATE-  
ION ON THE MERCURY CATHODE

Summary

A phenomenon, called “pH-effect”, has been discovered in studying the reduction of nitrate-ion on the mercury cathode. The phenomenon is described and explained.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Р. К. Кварацхелия. Тезисы Всесоюзной конфер. по электрохимии. Тбилиси, 1969, 319.
2. Р. К. Кварацхелия, Р. И. Агладзе. Электрохимия, 2, № 5, 1966.
3. C. Döring, H. Gehlen. Zeit. anorg. Chem., 312, 1961, 32.



ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

К. С. КУТАТЕЛАДЗЕ (член-корреспондент АН ГССР),  
 И. Г. ХИЗАНИШВИЛИ, Ц. П. ЦАНАВА

ИЗМЕНЕНИЕ СВОЙСТВ ГЛАЗУРЕЙ, ПОЛУЧЕННЫХ НА ОСНОВЕ  
 АНДЕЗИТА ПРИ ЗАМЕЩЕНИИ ЕГО СМЕСЬЮ МАТЕРИАЛОВ  
 ИДЕНТИЧНОГО СОСТАВА

Установлено, что глазури, полученные на базе изверженных горных пород, по своим свойствам отличаются от глазурей идентичного состава, синтезированных из обычного сырья. Имеются литературные данные об аналогичном явлении при замене полевого шпата синтезированными материалами [1, 2].

Основываясь на вышеизложенном, мы провели некоторые исследования в этом направлении. Были изучены низкотемпературные фаянсовые андезитовые глазури, т. е. глазури, приготовленные из андезита следующего химического состава (в % по весу):  $\text{SiO}_2$ —59,07;  $\text{Al}_2\text{O}_3$ —19,45;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ —7,00;  $\text{CaO}$ —5,86;  $\text{MgO}$ —3,40;  $\text{SO}_3$ —0,25;  $\text{K}_2\text{O}$ —1,36;  $\text{Na}_2\text{O}$ —2,84; влага—0,12; п.п.п.—0,64.

Нами были исследованы глазурные массы, состоящие из смеси андезита, соды, буры и окиси железа. Одновременно для сопоставления исследовались глазури идентичного состава, в которых андезит был заменен химикатами. Материальный и химический составы исследуемых глазурей приведены в табл. 1 и 2.

Таблица 1

Наименование компонентов	Состав в весовых частях					
	$A_{10}$	$CA_{10}$	$A_{13}$	$CA_{13}$	$A_B$	$CA_B$
Андезит природный	90	—	87	—	77	—
Андезит синт. (смесь А)	—	96,70	—	93,48	—	82,73
Сода кальцинированная	10	10	13	13	—	—
Кристаллическая бура	—	—	—	—	16	16
Окись железа	—	—	—	—	7	7

Таблица 2

Индекс глазури	Состав в весовых %							
	$\text{SiO}_2$	$\text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{Fe}_2\text{O}_3$	$\text{CaO}$	$\text{MgO}$	$\text{K}_2\text{O}$	$\text{Na}_2\text{O}$	$\text{B}_2\text{O}_3$
$A_{10}$	55,69	18,67	6,78	5,52	3,49	1,39	9,50	—
$CA_{10}$	—	—	—	—	—	—	—	—
$A_{13}$	54,71	19,95	6,66	5,39	3,25	1,36	10,68	—
$CA_{13}$	—	—	—	—	—	—	—	—
$A_B$	49,88	15,46	12,62	9,96	2,88	1,14	5,23	8,43
$CA_B$	—	—	—	—	—	—	—	—

Температура фриттования равнялась 1300°C. Фриттование и приготовление глазурей производились в одинаковых для всех составов условиях. Результаты политого обжига глазурей приведены в табл. 3.

Индекс глазури	Температура обжига, °С	Характеристика поверхности глазуриного покрова
A <sub>10</sub>	1100—1160	Блестящая, гладкая, разлив ровный, цвет коричневый
CA <sub>10</sub>	1100—1160	Блестящая, гладкая, имеются наколы, цвет коричневый
A <sub>13</sub>	1100—1160	Блестящая, гладкая, разлив ровный, цвет горчичный
CA <sub>13</sub>	1100—1160	Блестящая, имеются наколы, цвет черный, с синим сттенком
A <sub>B</sub>	1000—1150	Блестящая, гладкая, разлив ровный, цвет темно-вишневый
CA <sub>B</sub>	1000—1150	Глазурь недостаточно расплавлена, блеск неяркий, цвет вишневый

Судя по данным табл. 3, глазури, полученные на основе природного андезита, по сравнению с глазурями идентичного химического состава, синтезированными из обычного сырья, характеризуются повышенным блеском, гладкой поверхностью и отсутствием внешних дефектов. Нужно отметить, что в результате ввода в состав андезитовой глазури кальцинированной соды в зависимости от ее количества резко меняется цвет глазури. При добавлении к андезиту 10%-ной кальцинированной соды получается глазурь (A<sub>10</sub>) коричневого цвета. При увеличении содержания соды (более 10%) цвет глазури резко меняется — переходит в горчичный (A<sub>13</sub>). Однако при CA<sub>10</sub> и CA<sub>13</sub> аналогичное явление не наблюдается. Данное явление в настоящее время необъяснимо, так как рентгенографические, электронномикроскопические исследования и ИК-спектры поглощения не дают достоверного материала для его объяснения.

У исследуемых глазурей были определены огнеупорность, микротвердость (на приборе ПМТ-3 при нагрузках от 60 до 120 г) и термостойкость по методу Харкорта (по температуре появления цек). Данные, зафиксированные при испытаниях, приведены в табл. 4.

Таблица 4

Индекс глазури	Огнеупорность, °С		Микротвердость, кг/мм <sup>2</sup>	Термостойкость, °С
	температура спекания t <sub>1</sub>	температура начала плавления t <sub>2</sub>		
A <sub>10</sub>	890	930	551	220
CA <sub>10</sub>	915	980	541	120
A <sub>13</sub>	875	920	549	220
CA <sub>13</sub>	900	960	538	120
A <sub>B</sub>	875	905	492	240
CA <sub>B</sub>	900	975	490	160

Проведенные эксперименты позволили нам установить, что глазури, полученные на основе смеси А, имеют более высокую температуру начала плавления (t<sub>2</sub>) и больший интервал между температурами начала спекания и плавления (t<sub>2</sub>—t<sub>1</sub>).

Андезитовые глазури A<sub>10</sub> и A<sub>13</sub> характеризуются повышенной термостойкостью (220°). Глазури CA<sub>10</sub> и CA<sub>13</sub>, полученные на основе смеси А, при испытании на термостойкость дают цек при 120°С.

Глазурь  $A_{13}$  характеризуется высокой термостойкостью ( $240^{\circ}\text{C}$ ), а глазурь идентичного химического состава, синтезированная из обычного сырья ( $CA_{13}$ ), дает цек при  $160^{\circ}\text{C}$ .

Микроструктура фритт, сваренных на основе андезита с добавкой 10 и 13%-ного углекислого натрия, мало отличается от микроструктуры фритт, синтезированных из обычного сырья. Содержание гематита во фритте глазури  $A_B$  меньше, чем в  $CA_B$ , а шпинелевая фаза, наоборот, больше в первой фритте.

В результате исследований установлено, что при замене андезита в глазурных массах смесью идентичного химического состава, синтезированной из обычного сырья, происходит резкое ухудшение качественных показателей глазурей. Глазури, полученные на основе природного андезита, характеризуются повышенным блеском, равномерным разливом и высокой термостойкостью.

Высокая термостойкость, низкая температура плавления, интенсивная степень окраски, непревзойденный зеркальный блеск, сочность и глубина цвета и другие отличительные свойства андезитовых глазурей, по нашему мнению, являются результатом самой природы андезита и его структурных особенностей. Причину в этом случае следует искать в условиях его образования в магматической среде при больших давлениях и высокой температуре.

Все вышеизложенное дает основание для дальнейшего более глубокого комплексного изучения вулканических горных пород в глазурных массах.

Тбилисский институт строительных материалов

(Поступило 21.5.1970)

ქიმიური ტექნოლოგია

ა. კუტათელაძე (საქართველოს სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი),  
 ი. ხიზანიშვილი, მ. ცანავა

ანდეზიტის ნივთიერების თვისებების ცვლილება ანდეზიტის  
 შეცვლისას იდენტური შემადგენლობის ნივთიერებათა ნარევით

რ ე ზ ი უ მ ე

დადგენილია, რომ ჭიქურები, რომელიც დამუშავებულია ბუნებრივი ანდეზიტის საფუძველზე, ხასიათდება გაცილებით უკეთესი მაჩვენებლებით, ვიდრე იდენტური ქიმიური შემადგენლობის ჭიქურები, რომელიც მიღებულია ანდეზიტის საფუძველზე შედგენილი ქიმიკატებისაგან.

CHEMICAL TECHNOLOGY

K. S. KUTATELADZE, I. G. KHIZANISHVILI, Ts. P. TSANAVA

PROPERTY CHANGE OF ANDESITE GLAZES WHEN ANDESITE  
 IS REPLACED BY A SUBSTANCE MIXTURE OF IDENTICAL  
 COMPOSITION

Summary

Investigations have shown that glazes obtained on the basis of andesite (igneous rock) are characterized by much better properties than glazes



of identical composition obtained on the basis of an andesite synthesized from chemicals.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. И. Августиник, А. П. Пыжова. Стекло и керамика, № 11, 1964.
2. А. И. Августиник, А. П. Пыжова. Неорганические стекловидные покрытия и материалы. Рига, 1969.



Л. В. АДЕИШВИЛИ, В. С. БОСТОГАНАШВИЛИ, Р. М. ПИНЯЖКО

## СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХИНОЦИДА, ХЛОРИДИНА И БИГУМАЛЯ В УЛЬТРАФИОЛЕТОВОЙ ОБЛАСТИ СПЕКТРА

(Представлено академиком В. С. Асатиани 6.5.1970)

Количественный анализ лекарственных препаратов по их спектрам поглощения в УФ-области находит все более широкое применение на практике [1—4].

Мы поставили перед собой задачу, изучить возможность применения спектрофотометрии в УФ-области для количественного определения хиноцида, хлоридина и бигумалья. Для этого исследовали УФ-спектры поглощения этих веществ в спиртовом растворе, в воде и в 0,01 н. растворах HCl и KOH.

Точную навеску препарата мы растворили в мерной колбе и путем дальнейшего разбавления получили серию (15—20 разведений) растворов разных концентраций (от 0,1 до 60 мг в 100 мл). Приготовленные таким образом растворы препаратов налили в кварцевые кюветы (1 см) и с помощью спектрофотометра СФ-4А измерили интенсивность светопоглощения (в качестве аналитических длин волны мы избрали максимумы поглощения). Из полученных результатов измерений (не менее пяти для одной концентрации) оптических плотностей вычислили удельные показатели поглощения, пользуясь уравнением закона Бугера — Ламберта — Бера

$$E = \frac{D}{l \cdot C},$$

где  $D$ —оптическая плотность,  $C$ —концентрация.

Исследуемые растворы подчиняются закону Бера в определенных границах концентрации (см. табл. 1).

Как видно из данных, приведенных в табл. 1, относительная ошибка во всех случаях не превышает  $\pm 1,77$  и в основном находится в пределах от  $\pm 0,1$  до  $\pm 1,50\%$ . Полученные данные нами были использованы для количественного определения препарата в порошке. Эти величины также могут служить критерием проверки чистоты препаратов. Данные этих определений приведены в табл. 2.

Интервальное значение среднего арифметического  $100,1 \pm 0,59$ .

Квадратичное отклонение:

отдельного определения  $\sigma \pm 1,1$ .

среднего арифметического  $\sigma_x \pm 0,28$ .

Вероятное квадратичное отклонение средних арифметических (доверительный интервал)  $J_{95\%} \pm 0,59$ .

Относительная ошибка  $A \pm 0,59\%$ .

Они характеризуют хорошую воспроизводимость количественных определений. Относительная ошибка не превышает  $\pm 0,59$ .

Итак, определены 15 величин удельных показателей поглощения хиноцида, хлоридина и бигумалья в четырех растворителях (вода, спирт, 0,01 н. HCl и KOH), установлены пределы концентраций, в которых

Таблица 1

Значение удельных показателей поглощения хиноцида, хлоридина и бигумалья в интервалах концентраций, при которых соблюдается закон Бера

Препарат	Значение удельного показателя E 1% с достоверностью 1 см 95%					
	$\bar{X} \pm J 0,95$	$\eta$ ммк	Граница концентрации (мг на 100 мл)	Количество опытов	Растворитель	Относительная ошибка $A = \frac{J_{0,95} \cdot 100}{X}, \%$
Хиноцид	520,9 ± 1,0	260	0,6—2,7	11	Вода	0,2
	62,6 ± 0,99	355	1,0—17,0	9	"	1,58
	598,5 ± 2,80	266	0,3—2,1	7	Спирт	0,46
	29,84 ± 0,56	308	5,0—50,0	10	"	1,87
	79,1 ± 1,42	361	4,0—16,0	7	"	1,77
	348,9 ± 0,92	265	0,5—4,5	9	0,01 н·HCl	0,26
	342 ± 1,31	281	1,0—5,0	9	"	0,38
	49,2 ± 0,73	333	3,0—24,0	8	"	1,48
	491,1 ± 4,45	259	1,5—3,0	6	0,01 н·KOH	0,9
	71,01 ± 1,43	355	6,0—20,0	8	"	1,97
Хлоридин	424,0 ± 4,6	287	0,1—2,5	7	Спирт	1,08
	325,2 ± 0,99	272	0,5—4,0	8	0,01 н·HCl	0,30
Бигумаль	500,0 ± 0,0	253	0,5—3,20	8	Вода	0,32
	645,3 ± 1,1	260	0,25—2,25	9	Спирт	0,17
	388,0 ± 3,8	250	0,8—2,40	5	0,01 н·HCl	0,97

Таблица 2

Результаты спектрофотометрического определения хиноцида, хлоридина и бигумалья

Препарат	Растворитель	$\eta$ ммк	E 1%, 1 см	Количество проб	Взято на анализ препаратов (мг на 100 мл)	Найдено		Абсолютная ошибка
						мг	%	
Хиноцид	Вода	260	520,9	4	2,0	1,99	99,5	-0,5
		355	62,6	4	16,0	16,01	100,0	-0,0
	Спирт	266	598,5	4	1,8	1,802	100,1	-0,1
		308	29,84	4	20,0	20,01	100,05	+0,05
	"	361	79,9	4	20,0	20,01	100,05	+0,05
		0,01 н·HCl	265	348,9	4	4,0	4,10	102,5
	"		281	342,0	4	4,0	3,94	98,5
		"	333	49,2	4	20,0	19,6	98,0
	0,01 н·KOH		259	491,1	4	20,0	19,6	98,0
		"	355	71,01	4	15,0	15,05	100,4
Хлоридин	Спирт	287	424,0	4	2,0	1,997	99,8	-0,2
	0,01 н·HCl	272	325,2	4	3,0	3,02	100,6	+0,6
Бигумаль	Вода	253	500,0	4	2,0	2,0	100,0	0,0
	Спирт	260	645,3	4	1,50	1,49	99,3	-0,7
	0,01 н·HCl	250	388,0	4	2,00	2,02	100,7	+0,6

растворы указанных веществ подчинены закону Бера. На этой основе разработаны способы спектрофотометрического количественного определения в порошке: хиноцида—при 10 максимумах поглощения, хлоридина—при 2 максимумах и бигумалья — при 3 максимумах.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт фармакохимии им. И. Г. Кутателадзе

(Поступило 7.5.1970)



ლ. ადეიშვილი, ვ. ბოსტოღანაშვილი, რ. პინიაშკო

ქინოციდის, ქლორიდინისა და ბიგუმალის სპექტროფოტომეტრული განსაზღვრა სპექტრის ულტრაიისფერ არეში

რეზიუმე

განსაზღვრულია ოთხ გამხსნელში (წყალი, სპირტი, 0,01 ნ HCl და KOH) ქინოციდის, ქლორიდინისა და ბიგუმალის შთანქმის ხვედრითი მაჩვენებლები და კონცენტრაციის საზღვრები, რომლებშიც იანი ემორჩილებიან ბეჰრის კანონს. მიღებული მონაცემები გამოყენებულა ფუნქციებში ამ პრეპარატების რაოდენობითი განსაზღვრისათვის სპექტროფოტომეტრული მეთოდით. მეთოდის შეფარდებითი ცდომილება არ აღემატება  $\pm 0.59\%$ -ს და მიეკუთვნება ექსპრეს მეთოდთა რიცხვს.

PHARMACEUTICAL CHEMISTRY

L. V. ADEISHVILI, V. S. BOSTOGANASHVILI, R. M. PINYAZHKO

SPECTROPHOTOMETRIC DETERMINATION OF QUINOCIDE, CHLORIDINE AND BIGUMAL IN THE ULTRAVIOLET REGION OF SPECTRUM

Summary

The specific indices of absorption of quinocide, chloridine and bigumal in four solvents (water, alcohol, 0.01 norm. HCL and KOH) have been determined. The limits of concentrations in which the solvents of the above substances are governed by Behr's law have been established. On the basis of this methods of spectrophotometric quantitative determination of quinocide, chloridine and bigumal in powders have been developed. The *P* relative error of the method does not exceed  $\pm 0.59\%$ .

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Р. М. Пиняжко. Аптечное дело, т. XV, № 6, 1966.
2. Сб. «Синтез и анализ лекарственных веществ». Львов, 1966, 154.
3. Ф. М. Шемякин, Н. Г. Тимофеева. Аптечное дело, XV, № 6, 1966.
4. Т. Е. Гулимова. Аптечное дело, XIV, № 3, 1965.
5. М. Д. Машковский. Лекарственные средства. М., 1967, 125.
6. Государственная фармакопея СССР. М., 1968, 178.
7. Межреспубликанские технические условия на лекарственные средства. Сб. № 1, М., 1963, 62.



ზ. ჯაგანიშვილი

## ნალექების წლიური ჯამების განაწილება საქართველოში

(წარმოდგინა აკადემიკოსმა თ. ღვეთიაშვილმა 5.5.1970)

ატმოსფერული ნალექები დიდ გავლენას ახდენს ადამიანის სამეურნეო ცხოვრებაზე. ყოველგვარი ჰიდროტექნიკური ნაგებობების მშენებლობა და საირიგაციო სამუშაოებზე ნალექების რეჟიმის დეტალურ ცოდნას მოითხოვს. განსაკუთრებული ყურადღება ექცეოდა და ამჟამადც ექცევა ნალექების წლიური ჯამების ტერიტორიულ განაწილებას, რომელსაც დიდი თეორიულ-პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს.

ატმოსფერული ნალექების განაწილების უკანასკნელ ხანს შედგენილი რუკა მოცემულია „საქართველოს სსრ ატლასში“, რომელიც ძირითადად სწორად ასახავს ნალექების რეალურ განაწილებას საქართველოში, ზოგიერთი ადგილის გამოკლებით, კერძოდ, აჭარის ზღვისაგან მიქცეული მხარი, კოლხეთის ბარი, შიდა ქართლის ვაკე, კახეთი და სხვ.

ატმოსფერული ნალექების წლიური ჯამების განაწილების ახალი რუკის (ზ. რუკა) შედგენისას გამოვიყენეთ საქართველოს ტერიტორიაზე არსებული 400-ზე მეტი მეტეოროლოგიური სადგურისა და წვიმსაზომი საგუშავგოს 1891—1965 წლების პერიოდის მონაცემები, ამასთან საჭიროების შემთხვევაში ვიყენებდით მეზობელი რესპუბლიკების მეტეოროლოგიური სადგურების მონაცემებსაც.

იზოჰეტების გატარებისას ფაქტიური მონაცემებისა და გამოთვლილი პლუვიომეტრიული გრადიენტების გარდა მხედველობაში ვიღებდით არაპირდაპირ მაჩვენებლებს: ქედების ექსპოზიციას, მდინარეთა ჩამონადენს, მცენარეულ საფარს და სხვ.

საქართველოს ტერიტორია კლიმატური თავისებურებების, კერძოდ ნალექების წლიური რაოდენობის განაწილების თვალსაზრისით დიდი კონტრასტების მხარეა. ამას აპირობებს ერთი მხრივ ის, რომ იგი მოქცეულია შავსა და კასპიის ზღვებს შორის (ნალექების წარმოშობაში უმთავრესი როლი შევ ზღვას ენიჭება), მეორე მხრივ ის, რომ ტერიტორია დასერილია სხვადასხვა მიმართულების ღრმა ხეობებითა და მაღალი ქედებით; გარკვეული როლი ნალექების წარმოქმნაში ენიჭება ზედაპირის ხასიათს და მის არათანაბარ გათბობას წლის განმავლობაში.

რთული ოროგრაფიული პირობები და ახლომდებარე ზღვები აქ გაბატონებულ ატმოსფეროს ცირკულაციას იმგვარად გარდაქმნის, რომ საქართველოს ზოგიერთი ნაწილი უხვად ირწყვება ატმოსფერული ნალექებით, ზოგი კი მეტად მცირე ნალექებს იღებს, იეს, რომ სოფლის მეურნეობის წარმატებით განვითარებისათვის დიდი საირიგაციო სამუშაოებია ჩასატარებელი.

ჰაერის მასების შემოსვლა საქართველოში ძირითადად დასავლეთიდან და აღმოსავლეთიდან ხდება. დასავლეთ საქართველოში ამინდის მკვეთრი ცვლილება და ატმოსფერული ნალექების დიდი რაოდენობა დაკავშირებულია ჰაერის მასების დასავლეთიდან შემოჭრასთან. წლის განმავლობაში მოსული ნალექის 30—35% დასავლეთ საქართველოში, ხოლო 20—30% აღმოსავლეთ საქართველოში ამ პროცესზე მოდის. ჰაერის მასების აღმოსავლეთიდან შემოჭრის დროს შედარებით უხვი ნალექები მოდის აღმოსავლეთ საქართველოს აღმოსავლეთ რაიონებში. აქ წლის განმავლობაში მოსული ნალექების 10—15%, ძლიერი შემოჭრის დროს, შეიძლება დასავლეთ საქართველოში მოვიდეს, საერთოდ კი მოსული ნალექის მხოლოდ 1—2% შეადგენს.



მთელ საქართველოში ნალექები ერთდროულად მოდის ჰაერის მასების ორმხრივი შემოჭრის დროს. მნიშვნელოვან ნალექებს იძლევა ამიერკავკასიის



ნალექების წლიური ჯამების განაწილება საქართველოში (იზოჰეტები მმ-ით)

სამხრეთით მოქმედი ტალღური აღრევები და კონვექციური პროცესები. ამ უკანასკნელზე მოდის ზაფხულში მოსული ნალექების 60—70%.

ტერიტორიის სიმცირის მიუხედავად საქართველოში მოსული ნალექების წლიური ჯამები დიდ ფარგლებში მერყეობს, კერძოდ 400-დან 4500 მმ-მდე. ყველაზე მეტი ნალექი ჩაქვის ქედის ზღვისკენ მიქცეულ ფერდობზე მოდის, აქ საშუალოდ წლიური ნალექის ჯამი 4500 მმ აღემატება. განსაკუთრებით უზენაესი ნალექიანია აჭარის ზღვისპირეთი, აქედან ჩრდილოეთით ნალექები მკვეთრად მცირდება. ბათუმში მოდის 2720 მმ ნალექი, ფოთში — 1830 მმ, სოხუმში — 1540 მმ, გაგრაში — 1480 მმ. კავკასიონის დასავლეთი ნაწილის სამხრეთ ფერდობზე ნალექები სიმაღლეზე საგრძნობლად იზრდება (ჩაკეტილ ხეობებში პირიქითაა) და მის თხემურ ნაწილში 3000—3500 მმ სიმაღლეზე ზღვის დონიდან (უმთავრესად აფხაზეთის ფარგლებში), საშუალოდ 2800—3200 მმ ნალექი მოდის.

მნიშვნელოვანი ნალექები მოდის კოდორის, სამეგრელოსა და რაჭის ქედების სამხრეთ ფერდობებზეც (იხ. რუკა), ზღვის სიახლოვის მიუხედავად დასავლეთ საქართველოშიც არის მშრალი ადგილები. აჭარაში, სვანეთში, რაჭა-ლეჩხუმში, ზემო იმერეთში — ჩაკეტილი ხეობების დაბალ ნაწილებში — მოსული ნალექების რაოდენობა 950—1100 მმ შეადგენს.

კოლხეთის ბარში, ადგილის ამიღლების მიუხედავად, აღმოსავლეთით ნალექები საგრძნობლად მცირდება, ზღვის სანაპიროზე მოდის 1800—1900 მმ ნალექი, ბარის აღმოსავლეთ ნაწილში 1100—1200 მმ, უფრო აღმოსავლეთით ლიხის ქედის დასავლეთ ფერდობზე ნალექი ისევ მატულობს, მაგრამ 1500 მმ არ აღემატება.

აღმოსავლეთ საქართველოში, დასავლეთთან შედარებით, მეტად მცირე ნალექები მოდის, აქ ტერიტორიულად ნალექების წლიური ჯამი იცვლება 400—1800 მმ ფარგლებში. ტერიტორიის მნიშვნელოვანი ნაწილი, ზღვის დონიდან დაახლოებით 1000 მ სიმაღლემდე, რომელიც უმთავრესად საოფლო-სამეურნეო სავარგულებს წარმოადგენს, განსაკუთრებით მცირე ნალექებს იღებს, საშუალოდ 400—800 მმ. კავკასიონის აღმოსავლეთი ნაწილის სამხრეთ ფერდობზე (საქართველოს ფარგლებში) ნალექები სიმაღლეზე თითქმის ყველგან იზრდება, რაც არ შეიმჩნევა საქართველოს სამხრეთ მთიანეთში. აქ ქედების, ზეგნებისა და ხეობების მორიგეობა ნალექების მომტან ატმოსფერულ პროცესებს იმგვარად გარდაქმნის, რომ ნალექების ტერიტორიულ განაწილებაში გადამწყვეტ როლს რელიეფის ფორმა თამაშობს, აქ განსაკუთრებით მცირე ნალექს იღებს ყველა მხრიდან მაღალი ქედებით ჩაკეტილი ახალქალაქის ზეგანი და მდ. ხრამისა ზემო წელი, საშუალოდ 500—600 მმ წლიურად.

მცირე ნალექებით გამოირჩევა შიდა ქართლი, ქვემო ქართლი, გარე კახეთის ზეგანი. აქ საშუალოდ 400—600 მმ ნალექი მოდის წელიწადში. შედარებით უზვი ნალექები მოდის შივა კახეთში, საშუალოდ 700—1000 მმ, რაც უმთავრესად რელიეფის თავისებური ფორმითაა გაპირობებული. შედარებით მცირე ნალექებით ხასიათდება კავკასიონის ჩრდილო ფერდობზე მდებარე საქართველოს ტერიტორიის დაბალი ადგილები, კერძოდ ყაზბეგისა და იმალის მიდამოები. აქ საშუალოდ 700—800 მმ ნალექი მოდის წელიწადში. ეს შეპირობებულია ქედების ექსპოზიციით და ჩაკეტილ ხეობებში მდებარეობით.

ნალექების წლიური ჯამების განაწილების ახალი რუკა შეიძლება გამოყენებულ იქნეს სახალხო მეურნეობის რიგი პრაქტიკული მოთხოვნების დასაკმაყოფილებლად.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია  
ვახუშტის სახ. გეოგრაფიის ინსტიტუტი

შ. ი. ჯავახიშვილი

## ТЕРРИТОРИАЛЬНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ГОДОВЫХ СУММ АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКОВ В ГРУЗИИ

Резюме

При составлении карт годовых сумм осадков во внимание принимались вертикальные градиенты, расчет которых велся с помощью корреляционных графиков. При проведении изогиет, кроме полученных градиентов и данных по осадкам, во внимание принимался ряд косвенных показателей, в частности, речной сток, растительный покров, экспозиция хребтов и др.

Весьма разнообразный и сложный рельеф Грузии обуславливает большое различие в количестве годовых осадков и в их территориальном распределении. Осадки в Грузии колеблются в пределах 400 — 4500 мм.

PHYSICAL GEOGRAPHY

Sh. I. JAVAKHISHVILI

## TERRITORIAL DISTRIBUTION OF ANNUAL PRECIPITATION SUMS IN GEORGIA

Summary

When plotting maps of annual precipitation sums consideration was given to vertical gradients calculated with the help of correlation graphs. In addition to the obtained gradients and precipitation data, isohyet drawing involved a number of indirect indices, in particular, streamflow, vegetation cover, exposition of ridges, etc. which were also taken into account.

The highly varied and rugged topography of Georgia changes the general atmospheric circulation in such a way as to give rise to considerable differences in the amount and territorial distribution of annual precipitation. In Georgia precipitations vary within broad limits, namely, from 400mm to 4500mm.



М. Г. БОКЕРИА

## ТЕМПЕРАТУРНО-ВЕТРОВОЙ РЕЖИМ ВЫСОКОГОРНОЙ ЗОНЫ КАВКАСИОНИ (БОЛЬШОЙ КАВКАЗ)

(Представлено академиком Ф. Ф. Давитая 13.5.1970)

Оценка температурно-ветрового режима получила большое прикладное значение, так как влиянием этих двух метеорологических элементов обуславливаются работа и отдых человека на открытом воздухе, налаженность и работа специальных приборов и конструкций, а также тепловой режим зданий.

В настоящей работе рассмотрен температурно-ветровой режим периода года с отрицательными температурами, когда совместное влияние ветра и температуры воздуха обуславливает максимальную теплоотдачу зданий и дискомфортные условия для человека, работающего на открытом воздухе. Используются данные по сочетанию температуры воздуха и скорости ветра по четырехсрочным наблюдениям за 20—25 лет по ряду станций высокогорного Кавкасиони.

Определив расчетные метеорологические параметры теплоотдачи зданий, Л. С. Гандин пришел к выводу, что недоучет влияния ветра может привести к неверному определению теплопотерь зданий [1].

Охлаждающее действие ветра зимой слишком велико в высокогорной зоне Кавкасиони, поэтому в некоторых жилищных комплексах температура воздуха внутри помещений опускается ниже нормы. В зимние месяцы температура воздуха в зданиях с подветренными стенами, может понизиться на 6—8°.

По расчетам Л. С. Гандина [1], важнейшим параметром, определяющим конструктивные особенности зданий, является эффективная температура  $t_e$ , т. е. температура, при которой здание имело бы ту же теплоотдачу в условиях штиля, какую оно имеет в действительности при данной температуре воздуха и данной скорости ветра.

Для определения  $t_e$  была использована формула [2]

$$t_e = t_d - cv^2(t_B - t_d),$$

где  $t_d$ —температура наружного воздуха,  $v$ —скорость ветра в м/сек,  $t_B$ —температура воздуха внутри помещения, которая обычно принимается равной 18°,  $c$ —коэффициент, характеризующий инфильтрационные особенности здания.

Для вычисления эффективной температуры была подсчитана повторяемость различных сочетаний ветра и за каждый срок наблюдений выбирались данные температуры воздуха и скорости ветра. По формуле получились значения  $t_e$  для различных сочетаний температуры воздуха и скорости ветра, а по числу случаев определялась повторяемость каждого сочетания. Затем повторяемость одинаковых  $t_e$  суммировалась и вычислялась вероятность каждого значения  $t_e$  в процентах от общего числа случаев наблюдений за год. По полученным данным вычислялась интегральная вероятность.

Для территории высокогорного Кавкасиони были обработаны данные нескольких станций за период 1956—1967 гг. Этот период наблюде-



ний явно недостаточен, так как даже 30-летние средние, как это показали О. А. Дроздов и Е. С. Рубинштейн на примерах станций, расположенных в умеренной зоне Советского Союза, оказались неустойчивыми [3], стр. 94), а поэтому и малонадежными.

При проведении крупных народнохозяйственных мероприятий, рассчитанных на длительный период, например при сооружении ГЭС, как указывает Ф. Ф. Давитая, климатической нормой надо считать средние из ряда наблюдений порядка 100 лет [4]. Однако для строительства зданий в высокогорной зоне, за неимением таких данных, по видимому, можно использовать и норму за 10 лет.

В таблице приведены данные сочетаний температуры воздуха и скорости ветра в процентах от общего числа случаев наблюдений температуры воздуха  $0^{\circ}$  и ниже.

Повторяемость эффективных температур  $t_e$  при разных значениях коэффициента „с“ Казбеги в/г

$t_e$	$c = 0,16$	$c = 0,20$	$c = 0,24$
-1	4,795	4,199	4,199
-10	1,818	2,194	0,486
-20	3,022	1,198	0,768
-30	0,372	0,441	0,847
-40	0,055	0,682	0,888
-50	0,013	0,045	—
-60	0,041	0,323	0,045
-70	0,020	0,058	0,172
-80	—	0,014	—
-90	—	0,075	—
-100	0,010	—	0,057
-110	—	0,038	—
-120	—	0,010	0,048
-130	—	—	0,041
-140	—	—	0,010
-150	—	—	0,010

На высокогорной станции Казбеги (3653 м) период с температурой воздуха  $0^{\circ}$  и ниже составляет 74—75% времени года. При низких температурах здесь наблюдаются ветры со скоростью 28—34 м/сек, а в некоторых случаях — 40 м/сек. Период с температурами  $0-5^{\circ}$  при ветрах до 5 м/сек на высокогорной станции Казбеги составляет всего 14—15% времени года. Одинаковые эффективные температуры, например  $-22^{\circ}$ , здесь будут наблюдаться при следующих значениях температур воздуха и скорости ветра:

Температура воздуха, $^{\circ}\text{C}$	0,0	-8,1	-14,1	-21,1
Скорость ветра, м/сек	16—17	10—11	6—7	2—3

Одинаковые эффективные температуры  $-37^{\circ}$  будут наблюдаться при следующих значениях:

Температура воздуха, $^{\circ}\text{C}$	-14,1	-18,1	-22,1	-26,1
Скорость ветра, м/сек	12—13	10—11	8—9	6—7

Анализ данных высокогорной зоны Кавкасион (Казбеги в/г, Пасанаури, Гагрский хребет), а также, для сравнения, Тбилиси и Сухуми, показал согласованность в величинах эффективных температур на сравнимых станциях.

Итак, район с очень низкими значениями  $t_e$  ( $-150^{\circ}$  и ниже), охватывает высокогорную зону Кавкасион от высоты 2000 м и выше. Район с низкими значениями  $t_e$  ( $-25^{\circ}$ ) распространяется в средне-



горной зоне ниже 2000 м, до 1000 м. Район с умеренными значениями  $t_3$  ( $-23^\circ$ ) охватывает низкогорную зону от 500 до 1000 м.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт географии им. Вахушти

(Поступило 14.5.1970)

ფიზიკური გეოგრაფია

მ. ბოკერია

ტემპერატურისა და ქარის სიჩქარის რეჟიმი კავკასიონის მაღალმთიან ზონაში

რეზიუმე

შენობის სითბური რეჟიმი, ადამიანის მუშაობა სუფთა ჰაერზე, მრავალი სპეციალური ხელსაწყოთა და კონსტრუქციის მუშაობა განპირობებულია ჰაერის ტემპერატურითა და ქარის სიჩქარის ერთობლივი მოქმედებით. ამ მეტეოროლოგიური ელემენტების გამაერთიანებელ სიდიდეს ეფექტური ( $t_3$ ) ტემპერატურა წარმოადგენს.  $t_3$ -ს ვერტიკალური განაწილების ანალიზი გვიჩვენებს, რომ კავკასიონის მაღალმთიან ზონაში გამოიყოფა: 1) რაიონი ძალიან დაბალი  $t_3$ -ით ( $-150^\circ$  და დაბალი), მოიცავს ტერიტორიას 2000 მ სიმაღლეზე და უფრო მაღლა; 2) რაიონი დაბალი  $t_3$ -ით ( $-25^\circ$ ), მოიცავს დიაპაზონს 1000—2000 მ სიმაღლეთა შორის; 3) რაიონი ზომიერად დაბალი  $t_3$ -ით ( $-20^\circ$ ), მოიცავს დიაპაზონს 500—1000 მ სიმაღლეთა შორის.

PHYSICAL GEOGRAPHY

M. G. BOKERIA

TEMPERATURE AND WIND REGIME IN THE HIGH KAVKASIONI  
(THE GREATER CAUCASUS)

Summary

Thermal regime of buildings, man's work in the open air, as well as the operation of various special apparatuses and structures, are conditioned by the combined influence of air temperature and wind velocity. Combination of these two meteorological elements gives an effective temperature ( $t_3$ ). Analysis of the vertical distribution of  $t_3$  makes it possible to isolate: 1) an area with a very low  $t_3$  ( $-150^\circ$  and lower) embracing the territory higher than 2000m above sea level; 2) an area with a low  $t_3$  ( $-25^\circ$ ) stretching from 1000m to 2000m a.s.l.; 3) an area with a temperature  $t_3$  ( $-20^\circ$ ) lying at the height of 500m to 1000m a.s.l.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Л. С. Гандии. Труды ГГО, вып. 149, 1963.
2. Л. Е. Анапольская. Труды ГГО, вып. 161, 1964.
3. О. А. Дроздов, Е. С. Рубинштейн. Изв. АН СССР, сер. геогр., № 1, 1966.
4. Ф. Ф. Давитая. Изменение во времени различных компонентов природы и их взаимодействие. М., 1966.



УДК 551.432(47.922)

ფიზიკური გეოგრაფია

### 3. ზივნილი

## ცივ-გომბორის ჰაერის რელიეფის განვითარების ისტორიისათვის

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ა. ცაგარელმა 27.5.1970)

ლიტერატურულ წყაროებსა [1—5] და ჩვენ მიერ მოპოვებული მასალების ანალიზის საფუძველზე განსახილველი ტერიტორიის რელიეფის განვითარების ისტორია შეიძლება ჩამოვყალიბოთ შემდეგნაირად: განვითარების საწყის ეტაპად გვევლინება მეოთხეული პერიოდის დასაწყისი, როდესაც ტექტონიკური ფაზის გამოვლინებას ჰქონდა ადგილი. ამ უკანასკნელმა განაპირობა ადრე არსებული ზედაპლიოცენური ალუვიური ვაკის ტერიტორიაზე ცივ-გომბორის ქედის პირველი პალეოანალოგის თანდათანობით ამოზევება, რომელსაც ჩასახვის მომენტშივე ახასიათებდა კავკასიონის მთავარი წყალგამყოფის მიმართ პარალელური სამხრეთ-აღმოსავლური მიმართულება. ამავდროს იგი უკავშირდება საგურამო-იალონის ქედის აზევების ზოლის სამხრეთ-აღმოსავლურ დაბოლოებას. ჩრდილო-აღმოსავლეთიდან საზღვარი ემთხვევა დაძირვის ტრენდციის მქონე ალაზნის ვაკეს, რომლის როგორც მსხვილი მონოფორმული ტექტურული ერთეულის ფორმირება მეოთხეული პერიოდის დასაწყისიდან დაიწყო. სამხრეთ-დასავლურ ნაწილში ზღვისაგან ახლად განთავსულ ფლებულ ივრის ზეგნის პალეოანალოგზე სამხრეთისაკენ გაგრძელებას პოულობს ივრის ხეობა. ქედის აზევებასთან დაკავშირებით იორი ანტიცენტრალურ ჰევის საგურამო-იალონისა და ცივ-გომბორის ქედებს აზევებად ზონას ერწოს ქებაულსა და ივრის ზეგანს შორის და, ამრიგად, თავისი ეროზიული მოქმედებით ცივ-გომბორის ქედს აძლევს დამოუკიდებელ მონოფორმულ რელიეფს. შეიძლება დაუშვათ, რომ მდ. ალაზანი თავდაპირველად მისი თანამედროვე კალაპოტის სამხრეთ-დასავლეთით მიედინებოდა. ქედის აზევების გამო ალაზნის დეპრესიის დაძირვის ლერძი თანდათანობით ჩრდილო-აღმოსავლეთისაკენ უნდა გადაადგილებულიყო. ცივ-გომბორის ქედის აზევების საწყის ეტაპზე ალაზნის კალაპოტის დასავლურ მდებარეობაზე მიუთითებს ფართო ვასწვრავი ნახეობარის არსებობა მდ. თურდოსა, კისისხევისა და ჭერემისხევის წყალგამყოფი ქედების თხემურ ნაწილებში, 1600-1700 მ სიმაღლეზე. დასაშვებია, რომ ქედის ჩრდილო-აღმოსავლეთ ფერდობზე ეს ხეობა ბაქოური სეკუნდის განმავლობაში განაგრძობდა დამოუკიდებელ არსებობას. შემდგომ პერიოდში, როდესაც ალაზნის დეპრესიაზე კავკასიონის სამხრეთი ფერდობის ძირში დაძირვის ზონა გაჩნდა, ხოლო ცივ-გომბორის თანამედროვე თხემთან ახლოს აზევების ზონა ჩამოყალიბდა, მდ. ალაზნის პირველი სამხრული პალეოანალოგი უფრო ჩრდილოეთისაკენ გადაადგილდა დეპრესიის გასწვრივ, სამხრეთით კი შემორჩა მშრალი ხეობა. როდესაც მომდევნო პერიოდში ქედის სიმაღლე მნიშვნელოვანი გახდა, მის ჩრდილო-აღმოსავლეთ ფერდობზე ეროზიულ მოქმედებას იწყებს მდ. ალაზნის მარჯვენა შენაკადები — ხოდაშნისხევის, კისისხევის, ჭერემისხევის, ფაფრისხევის პალეოანალოგების სახით. მათი ეროზიული ზეობები ღრმად ანაწევრებენ ჩრდილო-აღმოსავლეთ ფერდობს და იწყებენ ალაზნის პირველი პალეოანალოგის მშრალი ხეობის გადანაწილებას. ამის გამო მისი მხოლოდ ცალკეული ფრაგმენტები ფართო უნაგობის სახით შემორჩა თურდოსა და კისისხევის წყალგამყოფზე. კიდევ უფრო სამხრეთ-აღმოსავლეთით მდ. ჭერემისხევის სათავეებში, სადაც აზევების ტემპი სუსტი იყო, დღემდე შემორჩენილია ფართო და შედარებით სუსტად ჩაჭრილი მდ. ჭერემისხევის ხეობა.



ქედის აზრების საწყის ეტაპზე პირველ რიგში ამაღლდა აღზრდილი შერონული ნაღველების წყება. რომელმაც მალალ ჰიფსომეტრიულ ზონაში განიცადა გადარეცხვა. ეს გარემოება საფუძვლად დაედო ნეოგენური ასაკის მოსწორებული ზედაპირების გაშიშვლებას. ევოლუციის ახალ ციკლში ნეოგენურმა ზედაპირებმა განიცადეს ჩამორეცხვა-დანაწევრება, რის გამო თანამედროვე რელიეფში, ქედის ჩრდილო-აღმოსავლეთ ფერდობზე და ზოგან თხემურ ნაწილში, მათი მხოლოდ ფრაგმენტები შემორჩა. გაშიშვლებული ზედაპირები თხემურ ნაწილში უფრო ნაკლებ დანაწევრდნენ, ვიდრე ჩრდილო-აღმოსავლეთი ფერდობის პერიფერიებზე. ამიტომ ალაზნის წყება, თემის ყველაზე მალალ ნაწილში გადარეცხვას გადაურჩა; მასში გამოიშველებულია თურდოსა და კისისხევის ზემო წელის ხეობები. ჩრდილო-აღმოსავლეთისაკენ სუსტად დახრილი ეს წყება წყალგამყოფი ქედების თხემებსა და მწვერვალებს მაგიდისებურ მოყვანილობას აძლევს.

ალაზნის წყებითაა აგრეთვე აგებული ქედის ჩრდილო-აღმოსავლური ფერდობის პერიფერიული მონოკლინური ქედები, რომლებიც ქმნიან სტრუქტურული რელიეფის ზონას. მას ანაწევრებენ თურდოს, კისისხევის, ჭერემისხევის და ფაფრისხევის ხეობები.

ცივ-გომბორის ქედის თაღისებური აზრების დასაწყისში ჩამოყალიბდა ვრცელი ასიმეტრიული სტრუქტურა. თაღისებური ანტიკლინის ჩრდილო-აღმოსავლეთი ფერდობი უფრო განიერი და ნაკლებად დახრილი იყო, ვიდრე სამხრეთ-დასავლეთი ფერდობი. ეს თავისებურება აზრების შემდგომ ეტაპზე დაც იქნა შენარჩუნებული, რის გამო ქედმა საბოლოოდ მიიღო ასიმეტრიული სახე და შეაპირობა ეროზიული პროცესების არათანაბარი ტემპი. სამხრეთ-აღმოსავლეთ ფერდობზე უფრო ნაკლები სიგრძისა და სიღრმის ხეობებია გამოიშველებული, ვიდრე ჩრდილო-აღმოსავლეთ ფერდობზე. ამ მოვლენას რამდენადმე ხელი შეუწყო ივრის ზეგნის სუსტად აზრებამ, რამაც სამხრეთ-დასავლეთ ფერდობზე გამოიწვია ივრის მარცხენა შენაკადების ეროზიის ბაზისის ამაღლება შედარებით ალაზნის მარჯვენა შენაკადების ბაზისთან, რომელიც ალაზნის დაძირვადი ზონის ღერძულ ნაწილში მდებარეობს, საშუალოდ 200—250 მეტრი უფრო დაბლა და კიდევ უფრო დაბლა იქნებოდა, რომ ალაზნის ვაკეზე კონტინენტური ნაღვეების მძლავრ აკუმულაციას არ ჰქონოდა ადგილი.

მთელი მეოთხეულის განმავლობაში ქედზე მიმდინარეობს ინტენსიური ეროზია, მაგრამ მიუხედავად ამისა მისი მაქსიმალური აზრების ზონას შიგადაშიგ მაინც რამდენადმე ემთხვევა მთავარი წყალგამყოფი. ალაზნის მარჯვენა და ივრის მარცხენა შენაკადებმა ღრმა ეროზიული ხეობები გამოიმუშავეს. ისინი ორივე ფერდობზე სტრუქტურების გარღივარძმოდ არიან განვითარებული. ასეთივე დამოკიდებულებაში იმყოფება სტრუქტურების მიმართ ზემოდასახლებულ მდინარეთა წყალგამყოფი ქედებიც. ეროზიული პროცესები აზრების ნაკლები ტემპის გამო მნიშვნელოვნად არის შესუსტებული ქედის სამხრეთ-აღმოსავლეთ დაბოლოებაზე, სადაც რელიეფი გორაკბორცვიანია. ეროზიული პროცესები კიდევ უფრო სუსტია მიმდებარე ალაზნისა და ივრის ვაკეებზე.

ცივ-გომბორის ქედის რელიეფის მოდელირებაში მნიშვნელოვან როლს ასრულებს მეწყერული და ღვარცოფული მოვლენები, რომლებიც ასაზრდოებენ ფართო გამოზიდვის კოაუსებს ალაზნისა და ივრის ვაკეებზე. მათ მიერ შეიქმნა ტიპური აკუმულაციური რელიეფი შლიეფებისა და ალუვიური ვაკეების სახით.

შედარებით სუსტი როლი შეასრულა ქედის რელიეფის მოდელირებაში კარსტულმა პროცესებმა და ტალახის ვულკანებმა, რომლებმაც შექმნეს რელიეფის მიკროფორმები ლოკალური გავრცელების კარსტული ძაბრებისა და ტალახის გორაკების სახით.

თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

(შემოვიდა 28.5.1970)

В. И. ЧЕИШВИЛИ

К ИСТОРИИ РАЗВИТИЯ РЕЛЬЕФА ЦИВ-ГОМБОРСКОГО  
ХРЕБТА

(Восточная Грузия)

Резюме

Рельеф Цив-Гомборского хребта сформировался и обрел облик среднегорного хребта в основном в четвертичном периоде в процессе воздымания хребта и погружения прилегающих территорий. Наряду с другими внешними факторами, в дальнейшем в моделировании рельефа существенную роль сыграли эрозионные процессы. В результате продолжительной денудации обнажены участки неогенового пенеplена, образованного на меловом субстрате.

PHYSICAL GEOGRAPHY

V. I. CHEISHVILI

ON THE HISTORY OF THE DEVELOPMENT OF THE RELIEF  
OF THE TSIVI-GOMBORI RIDGE (EASTERN GEORGIA)

Summary

The relief of the Tsivi-Gombori ridge was formed and took the form of midmountain ridge basically in the Quaternary period during the process of the bulging up of the ridge and the plunging of adjacent areas. Along with other external factors erosional processes played a significant role in shaping the relief. The areas of neogenic peneplain, formed on the chalky substratum, have been denuded by prolonged denudation.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Л. И. Маруашвили. Труды Ин-та географии им. Вахушти, т. IV, 1955.
2. Н. Е. Астахов, Л. И. Маруашвили, Г. З. Чапгашвили. Изв. АН СССР, сер. геогр., № 2, 1956.
3. И. Э. Карстенс. Труды НГРИ, сер. Б, вып. 47, 1934.
4. А. Л. Цагарели. Сб. «Гималайский и альпийский орогенез». М., 1964.
5. გ. ჩანგაშვილი. მღ. ალაზნის აუზის მარჯვენა მხარის გეომორფოლოგია. ავტორეფერატი, თბილისი, 1954.



УДК 656(47.922)

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ

Р. И. КВЕРЕНЧИЛАДЗЕ

ПРОБЛЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ РАЙОНА ТРАНСПОРТНОЙ СЕТЬЮ

(Представлено академиком Ф. Ф. Давитая 15.5.1970)

Обычно при расчете густоты транспортной сети в экономико-географической и экономической литературе широко применяется так называемый статистический метод (протяженность сети на единицу территории — 100 или 1000 кв. км и на численность населения — 1000 или 10 000 человек). Полученные таким путем показатели дают лишь некоторое представление об уровне обеспеченности района транспортной сетью и используются при сравнительной транспортно-географической характеристике той или иной территории.

Кроме того, для определения коэффициента транспортного обслуживания района известны формулы Энгеля и Успенского ([1], стр. 59). Однако эти формулы как метод определения уровня транспортного обслуживания территории не нашли широкого применения в практике. По формуле Энгеля мы подсчитали уровни железнодорожного обслуживания республик СССР и получили нереальные коэффициенты. Оказалось, например, что Украина почти вдвое меньше обеспечена железными дорогами, чем Казахстан, а Молдавия — в 2,5 раза больше, чем Украина.

Для определения густоты дорожной сети Борчерт предложил простой способ — подсчитать по карте все дорожные пересечения и судить об обеспеченности района по этому показателю ([2], стр. 47).

Общепринятой методики установления оптимальной густоты сети дорог пока не существует, так как до сих пор не выяснено, какие факторы воздействуют на густоту дорожной сети.

При оценке обеспеченности транспортной сетью той или иной территориальной единицы главным следует считать не средний, статистический показатель густоты по общей площади, а то, насколько обеспечены дорожной сетью в хозяйственном отношении развитые и с точки зрения расселения освоенные территории, зоны концентрации производства и населения. Показатели обеспеченности транспортной сетью должны дать правильное представление о соответствии этой сети размещению основных производительных сил.

Об уровне транспортного обслуживания района можно получить более реальное представление по показателям густоты сети, подсчитанным по хозяйственной территории. Возникает вопрос — что считать хозяйственной территорией. Мы полагаем, что к такой территории надо отнести сельскохозяйственные угодья (пахотные и залежные земли, сады, виноградники, сенокосы и пастбища), где происходит систематическая деятельность человека. Сельскохозяйственные угодья являются местами хозяйственной деятельности и скопления населения и поэтому их можно назвать хозяйственно-культурными территориями. Подсчет показателей густоты сети по этим территориям имеет и тот смысл, что именно эти территории представляют собой главные ареалы грузооборота и пассажирских перевозок, выступая, таким образом, в роли грузо- и пассажирообразующих регионов.



Из средних статистических показателей густоты сети и обеспеченности дорог видно, что Грузия не относится к числу районов, хорошо обеспеченных дорожной сетью (см. таблицу). В Европейской части страны и республиках Закавказья она находится на одном из последних мест. По показателю густоты железнодорожной сети Грузия немного опережает только две республики: Азербайджан (1,9 км) и Армению (1,8 км). Высокими показателями выделяются Латвия, Украина, Литва, Эстония, Молдавия. Низка густота сети в РСФСР, Казахстане и республиках Средней Азии (примерно 0,4 км на каждые 100 кв. км). Высокие показатели обеспеченности железными дорогами (по численности населения) отличают республики Прибалтики, особенно Эстонию (1,8 км на каждую 1000 жителей) и Латвию (1,2 км). Грузия в этом отношении в Европейской части страны и в Закавказье опережает только Армению (да и то незначительно), отставая не только от других республик, но и от общесоюзного уровня.

Таблица 1

Показатели густоты транспортной сети и обеспеченности дорогами  
(по состоянию на 1965 г.)

Территориальные единицы	На каждые 100 кв. км				На каждую 1000 жителей, км	
	железные дороги, км		автомобильные дороги, км		железные дороги	автомобильные дороги
	по общей площади	по хозяйственной территории	по общей площади	по хозяйственной территории		
СССР	0,6	2,4	6,0	25,1	0,6	5,7
РСФСР	0,4	3,4	4,9	33,6	0,6	5,9
Украина	3,6	5,0	39,3	55,3	0,4	5,2
Белоруссия	2,6	5,4	31,4	65,8	0,6	7,5
Литва	3,1	5,3	50,9	87,3	0,7	11,1
Латвия	4,4	10,4	37,2	88,8	1,2	10,5
Эстония	3,1	8,2	51,4	136,4	1,8	18,0
Молдавия	3,1	3,8	38,2	47,7	0,3	3,8
Грузия	2,0	5,0	28,0	62,5	0,3	4,3
Азербайджан	1,9	4,4	22,3	49,5	0,4	4,1
Армения	1,8	3,9	27,2	57,7	0,2	3,7
Казахстан	0,4	0,7	3,9	5,9	1,0	8,9
Узбекистан	0,6	1,1	6,4	11,6	0,3	2,7
Киргизия	0,2	0,4	8,9	18,7	0,1	6,7
Таджикистан	0,2	0,6	8,6	30,7	0,1	4,7
Туркмения	0,4	0,7	1,6	2,6	1,1	4,0

Аналогичное положение наблюдается и в отношении густоты автомобильных дорог.

Густота дорог, подсчитанная по общей площади района, не дает реального представления об обеспеченности территории транспортной сетью и, тем более, не может служить основой для перспективного дорожного строительства. Сравнительно низкими показателями густоты дорог, подсчитанными по общей площади, иногда мотивируется новое дорожное строительство в Грузии и других республиках Закавказья, хотя экономическая целесообразность такого строительства не всегда обосновывается.

При определении показателей густоты сети по хозяйственной территории выясняется, что районы Советского Союза и, в частности, союзные республики обеспечены транспортной сетью намного лучше, чем их площади в целом. Так, если показатель густоты сети железных дорог





по общей площади Грузии составляет 2 км на 100 кв. км, то по хозяйственной территории этот показатель равен 5 км, что можно считать в современных условиях оптимальным коэффициентом транспортного обслуживания района. Если в Азербайджане показатель густоты железнодорожной сети по общей площади республики составляет 1,9 км, то по отношению к хозяйственной территории он равен 4,4 км. По указанному показателю Грузия в Европейской части СССР и Закавказье значительно отстает только от Латвии (10,4 км) и Эстонии (8,2 км), немного уступает Белоруссии и Литве, стоит наравне с Украиной и опережает Азербайджан, Армению и Молдавию. Этот же показатель в Грузии вдвое превышает общесоюзный уровень, а также РСФСР, не говоря уже о Казахстане и республиках Средней Азии, где данный показатель, достигая максимума в Узбекистане, составляет лишь 1,1 км.

Такая же картина наблюдается и в отношении густоты сети автомобильных дорог. Если на каждые 100 кв. км общей площади Грузии приходится 28 км дорог, то по хозяйственной территории этот показатель составляет 62,5 км. Если на каждые 100 кв. км территории Армении приходится 27,2 км автомобильных дорог, то по хозяйственной территории республики этот же показатель вдвое выше — 57,7 км. Такое положение в основном и по остальным республикам СССР.

Как и по другим показателям густоты транспортной сети, по протяженности автомобильных дорог на 100 кв. км хозяйственной территории особенно выделяется Эстония, где этот показатель составляет 136,4 км. Высокие показатели и у Латвии, Белоруссии. Довольно густой сетью отличаются Украина, Армения, Азербайджан, Молдавия.

Таким образом, средние показатели густоты транспортной сети по отношению к общей площади не создают реальной картины и не могут служить основой перспективного дорожного строительства. Густота коммуникации на заселенной, стало быть, хозяйственно освоенной территории позволяет более реально судить об обеспеченности дорожной сетью. Поэтому расчеты густоты сети по этому методу следует положить в основу перспективного планирования территориальной организации транспорта.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт географии им. Вахушти

(Поступило 21.5.1970)

ბაკონომიური გეოგრაფია

რ. კვიციანიძე

გაიონის სატრანსპორტო ქსელით უზრუნველყოფის პრობლემა

რეზიუმე

სატრანსპორტო ქსელის სიზშირისა და გზებით უზრუნველყოფის გაანგარიშებისას ჩვეულებრივად მიღებულია სტატისტიკური მეთოდი — ქსელის სიგრძე რაიონის მთლიანი ფართობის ანდა მოსახლეობის საერთო რაოდენობის მიმართ. მაგრამ მთავარი უნდა იყოს არა საშუალო მაჩვენებლები, არამედ ის, თუ რამდენადაა უზრუნველყოფილი საგზაო ქსელით მეურნეობრივად განვითარებული და განსახლების თვალსაზრისით ათვისებული ტერიტორიები, მოსახლეობისა და მეურნეობის კონცენტრაციის ზონები. ამ გზით წარმოებული გაანგარიშებანი უფრო რეალურ წარმოდგენას ქმნიან საწარმოო ძალებისა და საგზაო ქსელის შესატყვისობაზე. ეს მეთოდი მიღებული უნდა იქნეს ტრანსპორტის ტერიტორიული ორგანიზაციის პერსპექტიული დაგეგმვის საფუძვლად.



R. I. KVERENCHKHILADZE

THE PROBLEM OF PROVIDING THE COUNTRYSIDE WITH  
A TRANSPORT NETWORK

## Summary

In calculating the density of the transport network it is usual to use the statistical method (the length of roads per unit of territory and population). However, the average index should not be taken to be the main consideration, but rather the provision with a road network of economically developed and populated areas, zones of the concentration of production and population. Calculations obtained in this way create a more realistic picture about the adequacy of the transport network to the distribution of the main productive forces. Calculations of the density of the network by this method should form the basis of a long-term planning of the territorial organization of transport.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. В. Никольский. География транспорта СССР. М., 1960.
2. J. R. Borchert. Geographical Review, 51, № 1, 1966.

И. П. ГАМКРЕЛИДЗЕ

## О ПЕРВИЧНОЙ ТРЕЩИНОВАТОСТИ ПОРОД ТРИАЛЕТСКОГО ХРЕБТА И ЕЕ РОЛИ В ПРОЦЕССЕ ДЕФОРМАЦИИ

(Представлено академиком А. Л. Цагарели 12.5.1970)

В связи с исследованием механизма формирования структур Триалетского хребта специально изучалась трещинная тектоника этой области.

В осадочных и осадочно-вулканогенных породах Триалетского хребта выделяются две резко различные генетические группы трещин. Повсеместно развитые трещины, ориентированные всегда перпендикулярно к слоистости и в большинстве случаев не выходящие за пределы отдельных слоев, представляют собой первичные поверхности раздела. Вторая группа трещин, секущая под разными углами слою пород, является тектонической.

Перпендикулярная к слоистости трещиноватость осадочных толщ платформенных областей изучалась многими исследователями, большинство из которых связывает ее возникновение с процессом диагенеза осадков [1—9]. Некоторые же авторы основной причиной образования этих трещин считают действие тектонических сил, однако до наступления процесса складчатости [10—13]. Высказывалось также мнение о существовании определенной закономерной ориентации первичных трещин, сохраняющейся на обширных площадях распространения осадочных пород и вызванной планетарными причинами [6—8, 14].

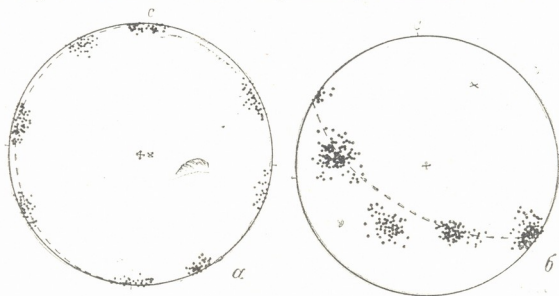


Рис. 1. Диаграммы первичной трещиноватости Триалетского хребта: а—в пологопадающих слоях, б—в слоях со сравнительно крутым падением. Пунктирные полуокружности изображают плоскости слоистости, а точ и—полюса плоскостей первичной трещиноватости

На центральном отрезке Триалетского хребта в разновозрастных породах замерено около 12 000 этих трещин и составлены структурные диаграммы (рис. 1). Путем приведения плоскостей слоистости в горизонтальное положение и соответствующей трансляции плоскостей тре-

24. „მეცნიერება“, ტ. 59, № 2, 1970



щииноватости на отдельных диаграммах определена их первичная ориентация. Составлены синоптические розы-диаграммы трещин для пород различного возраста (рис. 2). Эти диаграммы указывают на существование четырех основных направлений первичных трещин, образующих ортогональную и диагональную системы. Однако следует иметь в виду, что в отдельных обнажениях четыре направления этих трещин наблюдаются довольно редко. Обычно развиты трещины лишь двух или трех направлений. Можно заметить также определенные различия в ориентации первичных трещин в породах различного возраста (рис. 2), но для окончательных выводов по этому вопросу требуется более обширный материал.

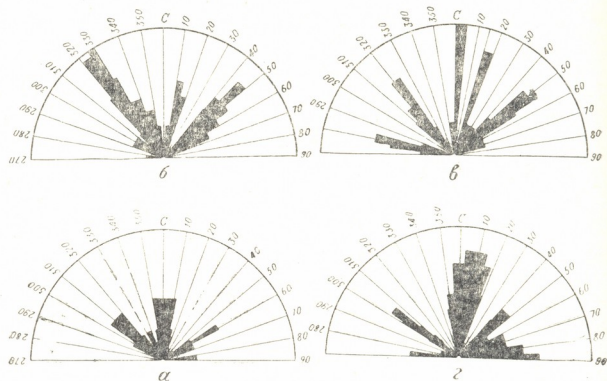


Рис. 2. Синоптические розы-диаграммы первичной трещиноватости приведенных к горизонту слоев Триалетского хребта: а—верхнемеловых, б—палеоцен-нижнеэоценовых, в—среднеэоценовых, г—верхнеэоценовых

Существование четырех основных направлений трещин в восточной части Триалетского хребта было отмечено И. В. Кирилловой [15], но этим автором все трещины считались тектоническими, как это и по сей день принимается некоторыми исследователями ([16] и др.) для других областей. Этими исследователями представляется довольно сложный механизм образования перпендикулярных к слоистости трещин и допускается неоднократное значительное изменение плана деформации.

В пользу отнесения указанных трещин к первичным поверхностям раздела, наряду с отмеченными другими исследователями аргументами [1—9], говорит весьма любопытный факт, наблюдаемый в среднеэоценовых «конгломератах запутанного напластования» окрестностей г. Тбилиси. Громадные валуны слоистых пород, выведенные из первичного состояния в среднеэоценовое же время и имеющие, следовательно, совершенно различную ориентацию, обладают самостоятельной перпендикулярной к слоистости трещиноватостью, которая имеет, таким образом, явно первичное происхождение, связанное, по-видимому, с процессом литификации осадочных слоев. По нашему мнению, именно к подобным первичным трещинам отрыва должно быть приурочено

большинство кластических даек, подробно описанных в верхнем эоцене Триалетского хребта [17, 18].

Таким образом, описанные трещины, имеющие первичное происхождение, наряду с плоскостями слоистости, обуславливают первичную механическую анизотропию пород и при деформации являются механически активными. Несмотря на то что ограниченные этими трещинами отдельные блоки пород имеют как бы кирпичную кладку (за пределы отдельных слоев выходит лишь сравнительно редкая система трещин), движения по ним все же играют значительную роль.

Следы скольжения были обнаружены нами вдоль трещин, параллельных простираанию слоев, причем почти во всех случаях они указывают на движения взбросового характера. Местами эти трещины вместе с почти перпендикулярными к ним плоскостями послойного скольжения образуют сопряженную систему плоскостей скалывания.

Кроме того, в процессе складчатости изменяется и первичная ориентация трещин указанного направления относительно плоскостей слоистости, в частности, в Триалетском хребте почти повсеместно наблюдается скашивание первоначально прямых углов между этими трещинами и плоскостями слоистости, направленное всегда в сторону сводовых частей антиклинальных складок (рис. 1,б). Это явление, безусловно, вызвано действием пары сил при относительном проскальзывании слоев во время складчатости.

Смещения наблюдаются также по первичным трещинам, ориентированным вдоль падения слоев и в диагональном к нему направлении. Здесь обнаружены главным образом сдвиговые перемещения, указывающие на дифференциальные горизонтальные движения деформируемых пород.

Местами было подмечено также вторичное искривление первоначально прямолинейных сравнительно протяженных первичных трещин, указывающее на пластичное перемещение деформируемых пород. Примечательно, что в центральной части Триалетского хребта, там, где слои залегают почти горизонтально, довольно протяженные, секущие несколько слоев, первичные трещины прямолинейны и не испытывают какого-либо искривления.

Таким образом, наблюдение над перпендикулярной к слоистости первичной трещиноватостью дает довольно ясное представление о характере и масштабах движения деформируемых пород и, следовательно, позволяет судить о кинематической стороне процесса деформации. Вместе с тем, эти данные, наряду с данными о тектонических поверхностях раздела, могут быть использованы для изучения динамики процесса деформации.

Академия наук Грузинской ССР

Геологический институт

(Поступило 15.5.1970)

გეოლოგია

ი. ბაშრაღიძე

თრიალეთის ქედის ამაგი ქანების პირველადი ნაპრალოვნების  
 და მიხი როლის შესახებ დეფორმაციის პროცესში

რ ე ზ ი უ მ ე

მოცემულია შრეებრივობის მართობული პირველადი ნაპრალების პირველადი სივრცობრივი ორიენტაციის აღდგენის ცდა. გამოთქმულია მოსაზრება, რომ თრიალეთის ქედის ამაგი ქანების დეფორმაციის პროცესში ეს ნაპრალები



ბი მნიშვნელოვან როლს ასრულებს და დეფორმაციის კინემატიკურ მხარეზე მსჯელობის საშუალებას იძლევა.

GEOLOGY

I. P. GAMKRELIDZE

## ON THE PRIMARY JOINTING OF THE TRIALETI RANGE ROCKS AND ITS ROLE IN THE DEFORMATION PROCESS

### Summary

Restoration of the primary spatial orientation of the bedding-orthogonal primary joints is attempted. It is suggested that these joints played an important part during the deformation of the Trialeti range and thus allow to judge of the kinematics of the deformation process.

### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. П. Е. Офман. Бюлл. МОИП, отд. геол., т. XX, 5—6, 1945.
2. А. С. Новикова. Изв. АН СССР, сер. геол., № 5, 1951.
3. М. X. Булач. Труды ВНИГРИ, вып. 165, 1961.
4. В. А. Невский. Изв. вузов, Геол. и разв., № 3, 1964.
5. Л. Ф. Трачев, И. П. Федоров. Вестник Ленингр. ун-та, сер. геол., вып. 2, № 12, 1967.
6. С. С. Шульц. Междунар. геол. конгр., XXII сессия. Докл. советских геологов. Тбилиси, 1964.
7. С. С. Шульц. Геотектоника, № 2, 1966.
8. С. С. Шульц. Вестник Ленингр. ун-та, Геол. и геогр., вып. 1, № 6, 1969.
9. В. И. Калачева. Труды ВНИГРИ, вып. 165, 1961.
10. М. А. Усов. Структурная геология. М., 1940.
11. I. M. Parker. Bull. Geol. Amer., Y. 53, 1942.
12. В. К. Громов, Ф. К. Петрова. Труды ВНИГРИ, вып. 165, 1961.
13. Н. Ф. Краузе. Clausthaler geologische Abhandlungen, 2, 1965.
14. Н. С. Шатский. Матер. к познанию геол. строения СССР, вып. 2, 1945.
15. И. В. Кириллова. ДАН СССР, т. 50, 1945.
16. Л. Д. Кноринг. Математические методы при изучении механизма образования тектонической трещиноватости. Л., 1969.
17. М. М. Рубинштейн. Сообщения АН СССР, т. 10, № 8, 1949.
18. Г. А. Чихрадзе. Сб. «К XXII сессии Междунар. геол. конгр.». Тбилиси, 1964.

Ц. И. СВАНИДZE

## НОВЫЕ ДАННЫЕ О ВЕРХНЕЮРСКОЙ ФЛОРЕ ГРУЗИИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии А. Л. Цагарели 18.5.1970)

До недавнего времени в геологической литературе был известен лишь один небольшой список растений из келловейских отложений с. Цеси [1]. Впоследствии выяснилось, что этот список далеко не исчерпывает видового состава ископаемой флоры указанного района [2].

В настоящее время, помимо флоры с. Цеси, в верхнеюрских образованиях Грузии обнаружено несколько новых местонахождений ископаемых растений — в верхней юре Абхазии (ущелье р. Бзыби), Верхней Рачи (сс. Цхмори, Велуанта) и Юго-Осетии (сс. Шадькау, Кемульты и г. Рибиса). В данной работе дается состав флор вышеупомянутых местонахождений. Растительные остатки определены в основном по морфологии листьев и эпидермальному анализу при наличии фитолеймы (Абхазия, Рача).

В двух новых местонахождениях Верхней Рачи (келловей сс. Цхмори и Велуанта) были обнаружены растительные осадки следующего состава:

Gymnospermae. *Pachypteris bendukidzei* Dolud. et Svan., *Pachypteris lanceolata* Brongn., *Ctenozamites usnadzei* Dolud. et Svan.

Caytoniales. *Sagenopteris heterophylla* Dolud. et Svan., *Sagenopteris phillipsii* (Brongn.) Presl.

Bennettitales. *Nilssoniopteris angustifolia* Dolud., *Nilssoniopteris stenophylla* Dolud., *Nilssoniopteris vulgaris* Dolud., *Pterophyllum georgiense* Dolud., *Pterophyllum insigne* Dolud., *Pterophyllum paradoxum* Dolud., *Pterophyllum aff. ptilum* Harris, *Pterophyllum aff. subaequale* Hartz., *Ptilophyllum caucasicum* Dolud. et Svan., *Cycadolepis rugosa* (Halle) Harris.

Cycadales. *Paracycas brevipinnata* Delle, *Pseudoctenis aff. eathensis* (Richard) Sew., *Pseudoctenis (?) magnifolius* Dolud.

Coniferales. *Brachyphyllum aff. expansum* (Sternb.) Sew., *Brachyphyllum sp.*, *Pagiophyllum cf. peregrinum* (L. et H.) Sew.

В келловейских отложениях бассейна р. Бзыби (р. Коджриш), встречается довольно богатая флора:

Filices. *Cladophlebis denticulata* (Brongn.) Font., *Sphenopteris sp.*

Caytoniales. *Sagenopteris colpodes* Harris., *Sagenopteris heterophylla* Dolud. et Svan., *Sagenopteris phillipsii* (Brongn.) Presl.

Bennettitales. *Nilssoniopteris angustifolia* Dolud., *Nilssoniopteris longifolia* Dolud., *Nilssoniopteris muchlensis* Dolud., *Nilssoniopteris*



*vulgaris* Dolud., *Pterophyllum* aff. *georgiense* Dolud., *Pterophyllum instigne* Dolud., *Pterophyllum paradoxum* Dolud., *Pterophyllum* aff. *ptilum* Harris, *Pterophyllum raripinnatum* Dolud., *Pterophyllum rionense* Dolud., *Pterophyllum* aff. *subaequale* Hartz, *Pterophyllum* sp., *Ptilophyllum caucasicum* Dolud. et Svan., *Ptilophyllum okribense* f. *ratchense* Dolud. et Svan., *Pseudocycas cessiensis* Dolud., *Cycadolepis ovalis* Dolud., *Cycadolepis rugosa* (Halle) Harris.

Cycadales. *Paracycas brevipinnata* Delle, *Paracycas intermedia* Dolud., *Pseudoctenis* aff. *eathiensis* (Richard) Sew., *Pseudoctenis* aff. *lanei* Thomas, *Pseudoctenis oleosa* Harris, *Pseudoctenis weberi* (Sew.) Pryn.

Ginkgoales. *Eretmophyllum tomasii* Dolud. et Svan.

Coniferales. *Brachyphyllum* aff. *expansum* (Sternb.) Sew., *Brachyphyllum* aff. *mamillare* Brongn., *Brachyphyllum* sp., *Elatocladus* sp., *Pagiophyllum astrachanense* Dolud., *Pagiophyllum* cf. *peregrinum* (L. et H.) Sew., *Pagiophyllum* cf. *williamsonii* (Brongn.) Sew.

Гораздо меньшим количеством видов характеризуется ископаемая флора верхнеюрских отложений Юго-Осетии:

Caytoniales. *Sagenopteris heterophylla* Dolud. et Svan., *Sagenopteris phyllipsii* (Brongn.) Presl.

Bennettitales. *Nilssoniopteris* aff. *Vittata* (Brongn.) Florin., *Nilssoniopteris vulgaris* Dolud., *Ptilophyllum caucasicum* Dolud. et Svan.

Coniferales. *Podozamites* cf. *lanceolatus* (Brongn.) Schimp., *Brachyphyllum* cf. *expansum* (Sternb.) Sew., *Brachyphyllum* aff. *mamillare* Brongn., *Elatocladus* sp., *Pagiophyllum astrachanense* Dolud., *Pagiophyllum* cf. *peregrinum* (L. et H.) Sew.

Флоры упомянутых местонахождений в основном сходны с келловейской флорой с. Цеси и подтверждают верхнеюрский возраст содержащих слоев.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 21.5.1970)

გეოლოგია

ც. სვანიძე

ახალი მონაცემები საქართველოს ზედაიურული ფლორის შესახებ

რეზიუმე

ცნობილია მხოლოდ სოფ. წესის მიდამოების კალციური ფლორა. ამჟამად აღმოჩენილია ნამარბი მცენარეების რამდენიმე ადგილსამყოფელი აფხაზეთია, ზემო რაჭისა და სამხრეთ ოსეთის ზედაიურულ ნალექებში. მოცემულია აღნიშნულ ფლორათა შემადგენლობა.



Ts. I. SVANIDZE

## NEW DATA ON THE UPPER JURASSIC FLORA OF GEORGIA

## Summary

Until recently only the Callovian flora of the village Tsesi was known. New Upper Jurassic floras have been discovered in several other localities of Abkhazia, Upper Racha and Southern Ossetia. The composition of these floras is presented.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. Г. Кузнецов. Сб. «Экспедиция по Кавказу. Грузинская ССР. Западная часть», 1937.
2. М. П. Долуденко, Ц. И. Сванидзе. Труды Геол. ин-та АН СССР, вып. 178, 1969.

И. И. КИКНАДЗЕ

## О ЯВЛЕНИЯХ КАЛИШПАТИЗАЦИИ В ГИПАБИССАЛЬНЫХ ИНТРУЗИВАХ ОСНОВНОГО СОСТАВА БАССЕЙНА р. КУБАНИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. М. Заридзе 14.5.1970)

При изучении габбровых массивов бассейна р. Кубани — рр. М. и Б. Зеленчука, Теберды и др. (интрузивы Гоначхири, горы Лысой, Муху, Верхней Теберды, балки Церковной, Кяфара и др.) наше внимание привлекло явление замещения плагиоклазов калиевым полевым шпатом.

Замещение плагиоклазов калиевым полевым шпатом, а также кварцем в этих породах было описано ранее [1, 2]. При микроскопическом изучении данных пород мы обратили внимание на часто встречающиеся резкие контакты жилок калишпатов в плагиоклазах, являющихся, как известно, одним из доказательств неметасоматического происхождения пород или минералов [3—5]. Однако наши исследования показали, что калиевый полевой шпат в этих породах является метасоматическим образованием.

В строении гипабиссальных интрузивов принимают участие породы от оливнинового габбро, габбро-сиенитов и сиенит-диоритов до плагиогранитов и альбитизированных диоритов.

Мы полагаем, что в исходные габброиды происходил интенсивный привнос К и Na. Из-за высокой подвижности они диффундировали в затвердевшие габброиды, производя метасоматическое замещение плагиоклаза кали-натровым полевым шпатом.

В результате калишпатизации и предшествующей ей альбитизации различной интенсивности формировались указанные породы.

Количественное содержание главных породообразующих минералов в массивах основных пород колеблется в больших пределах: плагиоклаз (андезин-лабладор) — 56—72%, калиевый полевой шпат — 0—12%, кварц — 12—19%, пироксен, амфибол и биотит — 5—13%.

Плагиоклаз образует идиоморфные кристаллы, состав которых колеблется в больших пределах — от  $Ap_{66}$  до  $Ap_{70-80}$ . Распределение этих минералов в массивах весьма неравномерно, особенно кали-натрового полевого шпата, наиболее широко развитого в габбро-сиенитовом и сиенито-диоритовом массивах района р. Муху и горы Лысой, а также в габбровом интрузиве Верхней Теберды. В балке Церковной и Гоначхири в габбровом теле оно выражено слабее. Наблюдаются все стадии развития калишпатизации от небольших каемок до полного замещения зерен плагиоклаза калиевым полевым шпатом. Часто на границе зерен плагиоклаза и калиевого полевого шпата развивается кислый плагиоклаз —  $Ap_{25-30}$  и даже альбит —  $Ap_{8-10}$  (рис. 1).

Г. М. Заридзе и Н. Ф. Татришвили [1, 2] различают несколько морфологических типов замещения плагиоклаза калиевым полевым шпатом: полосчатые в случае замещения калиевым полевым шпатом



плаггиоклаза по его периферии, пятнистые, пленчатые, ключевидные и др. при замещении калиевым полевым шпатом центральной части плаггиоклаза. Кроме того, по нашим данным, весьма широко распространен также прожилковый тип замещения. Калиевый полевой шпат, по классификации А. С. Марфунина [6], представлен промежуточным триклинным ортоклазом:  $2v-74^\circ, 77^\circ, \perp (010) Ng 8^\circ, \Delta_0 0,4, S_{тр} 0,7-0,8, Ng 1,526, Np 1,520, Ng-Np 0,006$ .

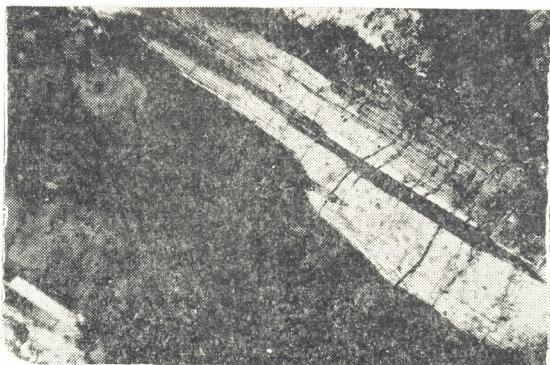


Рис. 1. Жила калиевого полевого шпата сечет и замещает основной плаггиоклаз. Трещины спайности по (001) взаимно пересекают оба минерала

Жилки калиевого полевого шпата на границе с плаггиоклазом имеют резкие контуры, оставляя впечатление обычной инъекции. Однако внимательное наблюдение показало, что здесь происходит замещение плаггиоклаза калиевым полевым шпатом. Это видно из спайности по (001) данного зерна плаггиоклаза, которая унаследованно продолжается в замещающем его калишпате, пересекая резкие контакты этих минералов (рис. 1, 2).

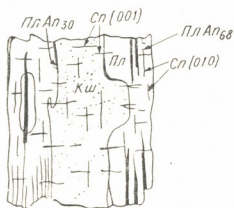


Рис. 2. Жила калиевого полевого шпата (черное) сечет плаггиоклаз (серое). Видны трещины спайности по (001), взаимно пересекающие плаггиоклаз и калиевый полевой шпат

Изучение оптической индикатрисы плаггиоклаза и пересекающей его жилки калиевого полевого шпата показало полное совпадение их ориентировки. Следовательно, резкие границы могут наблюдаться не только в магматических, но и в метасоматических образованиях пород и минералов.

Таким образом, наши исследования полностью подтвердили мнение Г. М. Заридзе и Н. Ф. Татришвили [1, 2] о метасоматическом происхождении кали-натровых полевых шпатов в рассмотренных породах.

Академия наук Грузинской ССР  
Геологический институт

(Поступило 22.5.1970)

კატეგორია

О. კიკნაძე

კალიშპატიზაციის მოვლენები მდ. ყუბანის აუზის ჰიპაბისსურ  
ფშპი ინტრუზივებში

რ ე ზ ი უ მ ე

აღწერილია პირველად ნაპოვნი კალიუმ-ნატრიუმის მინდვრის შპატის ძარღვაკები მკვეთრი კონტაქტებით, რომლებიც მდ. ყუბანის აუზის ფუძე ქანებში პლაგიოკლასებს ანაცვლებენ. დადგენილია, რომ კალიუმ-ნატრიუმის მინდვრის შპატები აღნიშნულ ქანებში მეტასომატური წარმონაქმნებია. რაც შეეხება მკვეთრ კონტაქტებს, იგი შეიძლება გამოიყოსდეს არა მარტო მაგმურ, არამედ მეტასომატურ ქანებში და მინერალებში.

PETROLOGY

I. I. KIKNADZE

ON THE PHENOMENA OF POTASSIUM-SPAR FORMATION IN  
HYPABYSSAL INTRUSIVES OF THE BASIC COMPOSITION OF  
THE KUBAN RIVER SYSTEM

Summary

Veins of soda-potash feldspar with particularly sharp contours replacing the plagioclases of the basic rocks of the Kuban river system discovered by the present writer for the first time are described. The interpretation of replacement mechanism of plagioclases by soda-potash feldspar have led the writer to the conclusion that sharp boundaries can be observed not only in magmatic rock and mineral formations but in metasomatic formations as well.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. М. Заридзе и Н. Ф. Татришвили. НДВШ, № 2. М., 1958.
2. Н. Ф. Татришвили. Труды Геол. ин-та АН ГССР, минер.-петр. сер., т. V, 1961.
3. А. Н. Заварицкий. Изверженные горные породы. М., 1955.
4. Г. Д. Ажгирей. Структурная геология. М., 1956.
5. Н. А. Елисеев. Структурная петрология. Л., 1953.
6. А. С. Марфуни. Полевые шпаты — фазовые взаимоотношения, оптические свойства, геологическое распределение. М., 1962.



ო. მხიძე

განზოგადებულ დრეკად ფუძეზე მდებარე ცვლადი სისქის რბოლური ფირფიტების ლუნვა

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა შ. მიქელაძემ 14.5.1970)

განხილულია ვინკლერის განზოგადებულ დრეკად ფუძეზე მდებარე ცვლადი სისქის რბოლური ფირფიტის ლუნვის ლერძისმეტრიული ამოცანა.

როცა ფირფიტა განიცდის შიგა კონტურის გასწვრივ განაწილებული ვერტიკალური  $P$  ძალების ქმედებას, ლუნვის დიფერენციალურ განტოლებას ექნება სახე

$$\frac{d^2 \varphi}{dr^2} + \left( \frac{1}{r} + \frac{d \ln h^3}{dr} \right) \frac{d\varphi}{dr} + \left( \frac{\nu}{r} \frac{d \ln h^3}{dr} - \frac{1}{r^2} \right) \varphi = - \frac{Q_r}{D}, \quad (1)$$

სადაც 
$$D = \frac{Eh^3}{12(1-\nu^2)}, \quad Q_r = \frac{Pa}{r} - \int_a^r q(r) r dr,$$

$r$  რადიუსია ( $a \leq r \leq b$ ),  $\varphi$ —ფირფიტის ცილინდრული კვეთის მობრუნების კუთხე,  $E$ —დრეკადობის მოდული,  $\nu$ —პუასონის კოეფიციენტი,  $h$ —ფირფიტის სისქე,  $q(r)$ —დრეკადი ფუძის რეაქცია. რამდენადაც ქვემოთ ვსარგებლობთ მიმდევრობითი მიახლოების ხერხით გაღუნვის წინასწარი შერჩევის საფუძველზე, ამდინად იგაცნობილ ფუნქციად უნდა ჩაითვალოს.

უგანზომილებო სიდიდეებისა და ახალი  $V(\rho)$  ცვლადის შემოღების შედეგად დიფერენციალური განტოლება (1) ღებულობს სახეს

$$V''(\rho) + A(\rho)V(\rho) = F(\rho), \quad (2)$$

სადაც 
$$\rho = \frac{r}{a}, \quad A(\rho) = 0,5 \frac{d^2 \ln h^3}{d\rho^2} + 0,25 \left( \frac{d \ln h^3}{d\rho} \right)^2 + \frac{0,75}{\rho^2} - \frac{\nu - 0,5}{\rho},$$

$$F(\rho) = - \frac{12(1-\nu^2)a^2}{Eh^3} \left[ \frac{P}{\rho} - a \int_1^\rho q(\rho) \rho d\rho \right] \times$$

$$\times \exp \left\{ 0,5 \int_1^\rho \left( \frac{1}{\rho} + \frac{d \ln h^3}{d\rho} \right) d\rho \right\},$$

ხოლო კავშირი ძველსა და ახალ ცვლადებს შორის გამოისახება ფორმულით

$$\varphi(\rho) = V(\rho) \exp \left\{ -0,5 \int_1^\rho \left( \frac{1}{\rho} + \frac{d \ln h^3}{d\rho} \right) d\rho \right\}.$$

მიღებული განტოლების ამოხსნის მიზნით ვსარგებლობთ მ. მიქელაძის შრომაში [1] მოცემული გზით. იგი საშუალებას გვაძლევს  $P$  დატვირთვა შევინარჩუნოთ გამოთვლებში როგორც უცნობი პარამეტრი, რომელიც განისაზღვრება შიგა კონტურის გასწვრივ პლასტიკური დეფორმაციის წარმოქმნის პირობიდან. [1]-ის შესაბამისად, დიფერენციალური განტოლება (2) შევცვალოთ ვოლტერას ტიპის მეორე გვარის ეკვივალენტური ინტეგრალური განტოლებით

$$V''(\rho) = A(\rho)V(1) + A(\rho)(\rho - 1)V'(1) + A(\rho) \int_1^{\rho} (\rho - t)V''(t) dt + F(\rho) \quad (3)$$

და ვეძიოთ მისი რიცხვითი ამოხსნა შემდეგი ჯამის სახით:

$$V''(\rho) = \xi(\rho) + \eta(\rho)V(1) + \zeta(\rho)V'(1),$$

სადაც  $\xi$ ,  $\eta$  და  $\zeta$  თავის მხრივ უკვე ასეთი ინტეგრალური განტოლებების ამოხსნებია:

$$\xi(\rho) = F(\rho) + A(\rho) \int_1^{\rho} (\rho - t)\xi(t) dt, \quad \eta(\rho) = A(\rho) + A(\rho) \int_1^{\rho} (\rho - t)\eta(t) dt,$$

$$\zeta(\rho) = A(\rho)(\rho - 1) + A(\rho) \int_1^{\rho} (\rho - t)\zeta(t) dt.$$

მიმდევრობითი მიახლოების ხერხის შესაბამისად, წინასწარ ვღებულობთ ჩალუნვის ცვლილების რაიმე კანონს. მაგალითად, ნულოვანი მიახლოების მისაღებად ჩალუნვა  $W$  მივიჩნით ჭერ მუდმივ სიდიდედ, შემდეგ კი წარმოვიდგინეთ პოლინომის სახით:  $W = a_0 + a_1\rho^2 + a_2\rho^4 + a_3\rho^6$ , სადაც  $a_0, a_1, a_2, a_3$  კოეფიციენტები შერჩეულია სასაზღვრო პირობების შესაბამისად: შიგა კონტურზე  $M_\rho = 0, Q = P$ , გარე კონტურზე  $M_\rho = 0, Q = 0$ .

მას შემდეგ, რაც ინტეგრალური განტოლება (3) ამოხსნილია, საშუალება გვქვია დავუბრუნდეთ ძველ ცვლადს  $\varphi(\rho)$  და გამოვავალოთ ჩალუნვები.

განვიზილოთ მაგალითი. ფირფიტის სისქე, მისი შიგა და გარე კონტურის რადიუსები შესაბამისად ტოლია:  $h = 16e^{-0.1\rho}$ ,  $a = 30$  სმ,  $b = 150$  სმ, ხოლო საგების კოეფიციენტი  $K_1 = 6,9$  კგ/სმ<sup>2</sup> [2]. განზოგადებული ფუძის შემთხვევაში, რაც გულისხმობს რეაქტიული მომენტის არსებობასაც, გვაქვს საგების მეორე კოეფიციენტიც, რომელიც მიჩნეულია 26 535,9 კგ/სმ ტოლად.

გაანგარიშება შესრულებულია სხვადასხვა ფაქტორების გათვალისწინებით.

შედევები შეჯამებულია ცხრილის სახით ჩალუნვებისა და მღუნავი მომენტების მიმართ ( $M_\rho$ —რადიალური მღუნავი მომენტი,  $M_\theta$ —რგოლური) (იხ. ცხრილი).

ცხრილში მოცემულია სხვადასხვა შემთხვევების რიცხვითი მონაცემები შემდეგი მიმდევრობის მიხედვით: I — ვინკლერის ჩვეულებრივი ფუძე. ჩალუნვების ნულოვან მიახლოებად მიღებულია მუდმივი სიდიდე  $W = a_0$ . შესრულდა ზეითი მიახლოება; II — იგივე ამოცანა. ნულოვან მიახლოებად მიღებულია პოლინომი  $W = a_0 + a_1\rho^2 + a_2\rho^4 + a_3\rho^6$ . შესრულდა ოთხი მიახლოება; III — იგივე ამოცანა ამოხსნილია ორჯერ შემცირებული ბიჯით. შესრულდა ოთხი მიახლოება; IV და V — გათვალისწინებულია დრეკადი ფუძის არაერთგვაროვნება მისი ზრდისა და კლების შემთხვევებში:  $K_1 = 6,9 \mp 0,5(\rho - 1)$  გაანგარიშებას დასჭირდა ოთხ-ოთხი მიახლოება; VI — გათვალისწინებულია საგების მეორე კოეფიციენტიც. შესრულდა ცხრა მიახლოება; VII და VIII — გათვალისწინებულია მასალის ანიზოტროპულობის გავლენა როცა შესაბამისად

$$\frac{E_\theta}{E_r} = 1,1 \quad \text{და} \quad \frac{E_\theta}{E_r} = 0,9. \quad \text{დაგვირდა ცხრა-ცხრა მიახლოება.}$$

ამგვარად, ყველა სიდიდე განისაზღვრება უცნობი  $P$  პარამეტრის სიზუსტით. ამოცანა დაიყვანება  $P$ -ს ისეთი მნიშვნელობის მოძებნაზე, რომლის დროსაც ფირფიტის შიგა კონტური მყისად გადადის პლასტიკურ მდგომარეობაში.

K		0	1	2	3	4	5	6	7	8
p		1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5
I	W	624,9 · 10 <sup>-6</sup> P	—	532,5 · 10 <sup>-6</sup> P	—	443,2 · 10 <sup>-6</sup> P	—	357,4 · 10 <sup>-6</sup> P	—	277,4 · 10 <sup>-6</sup> P
	M <sub>p</sub>	0	—	5,9P	—	2,1P	—	0,2P	—	0
	M <sub>θ</sub>	55,8P	—	20,9P	—	10,2P	—	5,0P	—	2,8P
II	W	624,9 · 10 <sup>-6</sup> P	—	532,5 · 10 <sup>-6</sup> P	—	443,2 · 10 <sup>-6</sup> P	—	357,4 · 10 <sup>-6</sup> P	—	277,7 · 10 <sup>-6</sup> P
	M <sub>p</sub>	0	—	5,9P	—	2,1P	—	0,2P	—	0
	M <sub>θ</sub>	55,8P	—	21,5P	—	10,2P	—	5,0P	—	2,7P
III	W	633,0 · 10 <sup>-6</sup> P	582,8 · 10 <sup>-6</sup> P	539,9 · 10 <sup>-6</sup> P	487,8 · 10 <sup>-6</sup> P	441,4 · 10 <sup>-6</sup> P	396,0 · 10 <sup>-6</sup> P	351,9 · 10 <sup>-6</sup> P	309,4 · 10 <sup>-6</sup> P	268,5 · 10 <sup>-6</sup> P
	M <sub>p</sub>	0	6,5P	5,5P	3,6P	1,9P	0,8P	0,1P	-0,1P	0
	M <sub>θ</sub>	61,4P	34,8P	22,4P	15,2P	10,5P	7,4P	5,2P	3,8P	2,9P
IV	W	766,2 · 10 <sup>-6</sup> P	721,2 · 10 <sup>-6</sup> P	678,6 · 10 <sup>-6</sup> P	637,5 · 10 <sup>-6</sup> P	597,8 · 10 <sup>-6</sup> P	559,5 · 10 <sup>-6</sup> P	523,3 · 10 <sup>-6</sup> P	489,3 · 10 <sup>-6</sup> P	457,1 · 10 <sup>-6</sup> P
	M <sub>p</sub>	0	4,9P	3,0P	1,7P	0,3P	-0,4P	-0,7P	-0,6P	0
	M <sub>θ</sub>	55,1P	30,8P	19,2P	12,7P	8,5P	5,9P	4,0P	2,9P	2,2P
V	W	559,3 · 10 <sup>-6</sup> P	506,3 · 10 <sup>-6</sup> P	455,6 · 10 <sup>-6</sup> P	405,3 · 10 <sup>-6</sup> P	355,4 · 10 <sup>-6</sup> P	306,0 · 10 <sup>-6</sup> P	257,6 · 10 <sup>-6</sup> P	210,5 · 10 <sup>-6</sup> P	164,7 · 10 <sup>-6</sup> P
	M <sub>p</sub>	0	7,4P	6,5P	4,5P	2,0P	1,5P	0,6P	0,1P	0
	M <sub>θ</sub>	64,6P	36,9P	24,0P	16,5P	11,3P	8,2P	5,9P	4,3P	3,2P
VI	W	574,8 · 10 <sup>-6</sup> P	535,2 · 10 <sup>-6</sup> P	497,9 · 10 <sup>-6</sup> P	462,1 · 10 <sup>-6</sup> P	427,9 · 10 <sup>-6</sup> P	395,5 · 10 <sup>-6</sup> P	365,2 · 10 <sup>-6</sup> P	336,9 · 10 <sup>-6</sup> P	310,2 · 10 <sup>-6</sup> P
	M <sub>p</sub>	0	3,9P	2,6P	1,0P	-0,2P	-0,8P	-0,9P	-0,7P	0
	M <sub>θ</sub>	48,6P	26,9P	16,7P	10,8P	7,1P	4,8P	3,2P	2,3P	1,9P
VII	W	579,6 · 10 <sup>-6</sup> P	539,2 · 10 <sup>-6</sup> P	501,0 · 10 <sup>-6</sup> P	464,3 · 10 <sup>-6</sup> P	429,0 · 10 <sup>-6</sup> P	395,6 · 10 <sup>-6</sup> P	364,1 · 10 <sup>-6</sup> P	334,6 · 10 <sup>-6</sup> P	306,7 · 10 <sup>-6</sup> P
	M <sub>p</sub>	0	5,0P	3,4P	1,6P	0,2P	-0,5P	-0,8P	-0,5P	0
	M <sub>θ</sub>	54,5P	30,3P	18,9P	12,3P	8,2P	5,5P	3,7P	2,7P	2,1P
VIII	W	569,5 · 10 <sup>-6</sup> P	530,7 · 10 <sup>-6</sup> P	494,7 · 10 <sup>-6</sup> P	459,6 · 10 <sup>-6</sup> P	426,5 · 10 <sup>-6</sup> P	395,4 · 10 <sup>-6</sup> P	366,4 · 10 <sup>-6</sup> P	339,6 · 10 <sup>-6</sup> P	314,4 · 10 <sup>-6</sup> P
	M <sub>p</sub>	0	4,2P	2,6P	0,8P	-0,5P	-1,2P	-1,3P	-0,9P	0
	M <sub>θ</sub>	42,8P	23,7P	14,7P	9,4P	6,1P	4,3P	2,7P	1,9P	1,6P



რამდენადაც ამოცანის შინაარსის მიხედვით არსებით როლს ასრულებს განივი ძალა, მიზანშეწონილია მისი გავლენის გათვალისწინება პლასტიკურობის პირობაში, რაც გასაშუალოებული სახით შეიძლება ასე ჩაიწეროს:

$$\frac{12 M_0^2}{h^2} + 3,6 Q^2 = h^2 \sigma_0^2.$$

მისი დაწერის დროს მხედველობაში იყო მიღებული ის გარემოება, რომ [3]-ის მიხედვით სათანადო მხები ძაბვა  $\tau_{rz}$  გამოითვლება ფორმულით

$$\tau_{rz} = \frac{3Q}{2h} \left[ 1 - \left( \frac{z}{h/2} \right)^2 \right].$$

გამოთვლის შედეგად ვღებულობთ, რომ  $P=3292,6$  კგ/სმ.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

ა. რაზმაძის სახელობის

თბილისის მათემატიკის ინსტიტუტი

(შემოვიდა 15.5.1970)

СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА

О. Р. МХЕИДЗЕ

## ИЗГИБ КОЛЬЦЕВЫХ ПЛИТ ПЕРЕМЕННОЙ ТОЛЩИНЫ НА ОБОБЩЕННОМ УПРУГОМ ОСНОВАНИИ

Резюме

Рассмотрена задача изгиба кольцевых плит переменной толщины на обобщенном упругом основании. Задача изучена численным методом [1]. Учтены неоднородность основания и анизотропия материала плиты. Величина внешней нагрузки устанавливается из условия возникновения пластичности на внутреннем контуре.

STRUCTURAL MECHANICS

О. R. MKHEIDZE

## THE BENDING OF ANNULAR PLATES OF VARIABLE THICKNESS ON A GENERALIZED ELASTIC FOUNDATION

Summary

The problem of the bending of annular plates of variable thickness on a generalized elastic foundation is considered and studied by the numerical method [1]. The heterogeneity of the foundation and the anisotropy of the plate material are taken into account. The value of the external load is defined from the condition of occurrence of the plasticity on the inner contour.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. М. Ш. Микеладзе. Статика анизотропных пластичных оболочек. Тб., 1963.
2. С. П. Тимошенко... Пластины и оболочки. М., 1963.
3. Рейснер. Сб. «Упругие оболочки». М., 1962.



## РАЗРАБОТКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ И ОБОГАЩЕНИЕ

Г. Т. ГАСАНОВ, Г. В. ГАБУНИЯ

### О ПРОГНОЗИРОВАНИИ ГРАДИЕНТА ДАВЛЕНИЯ НЕФТЕГАЗОПРОЯВЛЕНИЯ НА ПРИМЕРЕ ПЛОЩАДИ ТАРИБАНИ ГРУЗИНСКОЙ ССР

(Представлено академиком А. А. Дзидзигури 13.5.1970)

В процессе проводки скважин на площади Тарибани при вскрытии продуктивных горизонтов наблюдаются сильные нефтегазопроявления, для регулирования которых осуществляют увеличение удельного веса промывочной жидкости до  $2,2 \text{ г/см}^3$ , что в определенных условиях вызывает снижение естественной проницаемости из-за проникновения в пласт глинистого раствора и его фильтрата.

Для предупреждения загрязнения пластов необходимо определить эффективную величину градиента давления нефтегазопроявления, являющегося случайным событием, требующего прогнозирования по глубине скважины на основании неполной информации.

В настоящее время существует большое количество гидродинамических методов исследования бурящейся скважины и пластов. При гидродинамических расчетах, как известно, для реальных условий мы располагаем сравнительно небольшими данными о скважине и о пласте. Таким образом, отмеченная расчетная схема носит некоторый элемент неопределенности из-за неполноты информаций о выполнении различных операций в бурении. Следовательно, ход отдельных процессов бурения скважины не может быть точно указан априори, и поэтому их надо исследовать статистическими методами.

Решением обратных задач на основании информаций, собранных на устье скважины, можно найти, например, модуль градиентов давления гидравлического разрыва или проявления пластов. При этом получается интегральное значение параметров, распространяемое на некоторые области. Но в результате исследований, проведенных в скважине, находятся дискретные значения модуля градиентов давления гидроразрыва и проявления пластов, с помощью которых нужно представить непрерывные значения модуля градиентов давления. Если условиться относить дискретные значения модуля градиентов давления гидроразрыва и проявления пластов  $P_i$  к тем точкам пластов, в которых расположены скважины, то в результате получается сетка, в узлах которой считается модуль градиента давления, покрывающая нефтяную площадь известной точностью. Если сетка скважин окажется несколько иной, то значение  $P_i$  будет другим. Поэтому говорят, что значение  $P_i$  носит случайный характер. Кроме того, элемент неопределенности в методах определения  $P_i$  позволяет считать ее случайной функцией. С увеличением информации уменьшается элемент случайности. Но поскольку объем информации не может быть существенно увеличен, то следует применять статистическую модель для определения различных параметров в процессе бурения.



Для определения математического ожидания  $\tilde{m}(H)$ , дисперсии  $\tilde{D}(H)$  и корреляционного момента  $\tilde{k}(H)$  случайной функции  $P_i$  составляется таблица распределения  $P_i(H)$ , с помощью которой вычисляются значения  $\tilde{m}(H)$ ,  $\tilde{D}(H)$ ,  $\tilde{k}(H)$  следующими формулами:

$$\tilde{m}(H) = \frac{\sum_{i=1}^n P_i(H_i)}{n}, \quad (1)$$

$$\tilde{D}(H) = \frac{\sum_{i=1}^n \left[ n^{-1} \sum_{i=1}^n P_i(H_i) - P_i(H_i) \right]^2}{n-1} = \frac{\sum_{i=1}^n [\tilde{m}(H) - P(H)]^2}{n-1}, \quad (2)$$

$$\tilde{K}(H) = \frac{\sum_{i=1}^n [\tilde{m}(H_i) - P_i(H_i)] [\tilde{m}(H_{i-m}) - P_{i-m}(H_{i-m})]}{n-1}. \quad (3)$$

№ событий $n$	Альтитуда скважины в метрах распределения градиента давления нефтегазопрооявления, ат/м				
	$H_1 = 1000$	$H_2 = 1500$	$H_3 = 2000$	$H_4 = 2500$	$H_5 = 3000$
1	0,122	0,135	0,149	0,177	0,222
2	0,124	0,125	0,144	0,161	0,200
3	0,123	0,132	0,142	0,153	0,216
4	0,124	0,133	0,155	0,188	0,215
5	0,121	0,135	0,147	0,175	0,186
6	0,123	0,133	0,158	0,171	0,184
7	0,120	0,135	0,156	0,177	0,210
$\tilde{m}(H)$	0,122	0,132	0,150	0,172	0,205

Для вычисления нормированной корреляционной функции, характеризующей распределение градиента давления по глубине скважины, составляется корреляционная матрица полученной системы случайных величин.

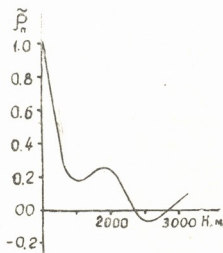


Рис. 1

Исследование показало, что изменение нормированной корреляционной функции по глубине скважины описывается формулой (рис. 1).



$$\tilde{\rho}_n = \exp[-\alpha(H-1000)] \cos \beta(H-1000). \quad (4)$$

Определив  $\beta$  из условия  $\beta(2350-1000)=0,5$  п, а  $\alpha$  по методу наименьших квадратов, получим

$$\tilde{\rho}_n = \exp[-0,0061(H-1000)] \cos 0,0016(H-1000). \quad (5)$$

Вычисление количества данных, необходимых для прогнозирования изменения модуля градиента давления нефтегазопроявления по глубине скважины, производится по методике работы [1] на основании неполной информации исходя из условий

$$M = \sum_{k=1}^{n-1} \varphi(k\Delta) a(k\Delta) \leq \int_0^H a(H) \varphi(H) dH, \quad (6)$$

$$a_{i+1} = ka(H_i), \quad \sum_{i=1}^n a_i = 1, \quad k = \Delta \left(1 - \frac{a_1 + a_n}{2}\right),$$

где  $a_i$ —весовые функции.

Оптимальное значение дисперсии определяется выражением

$$\frac{\sigma_{0n}^2}{\sigma_n^2} = \frac{2\alpha C_i}{b^2}, \quad b = \sqrt{\alpha^2 + \beta^2}, \quad \frac{\beta}{\alpha} = \operatorname{tg} \varphi, \quad (7)$$

$$C_i = \frac{b}{bh - 2B - 2A[1 - \exp\{-b(h-1000)\}]},$$

$$B = \frac{\exp\{-\alpha(h-1000)(\cos \varphi)^{-1}\}(1 - \cos \varphi) - (1 + \cos \varphi)}{\exp\{-\alpha(h-1000)(\cos \varphi)^{-1}\}(1 - \cos \varphi) + (1 + \cos \varphi)},$$

$$A = \frac{2 \sin^2 \varphi}{(1 + \cos \varphi) + \exp\{-\alpha(h-1000)(\cos \varphi)^{-1}\}(1 - \cos \varphi)}.$$

Весовые функции  $a_i$  оптимальной оценки математического ожидания определяются из решения системы

$$\begin{aligned} a_1 + a_2 \rho \cos \beta_1 + a_3 \rho^2 \cos 2\beta_1 + \dots + a_n \rho^{n-1} \cos(n-1)\beta_1 &= \sigma_m^2 \sigma_n^{-2}, \\ a_1 \rho \cos \beta_1 + a_2 + a_3 \rho \cos \beta_1 + \dots + a_n \rho^{n-2} \cos(n-1)\beta_1 &= \sigma_m^2 \sigma_n^{-2}, \\ \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots & \\ a_1 \rho^{n-1} \cos(n-1)\beta_1 + \dots + a_n &= \sigma_m^2 \sigma_n^{-2}, \\ a_1 + a_2 + a_3 + \dots + a_n &= 1. \end{aligned} \quad (8)$$

Вычисления показали, что  $b=0,0062$ ,  $\varphi=0,255$ ,  $A=0,0634$ ,  $B=-1$ ,  $C_i=0,00055$ . На основании этих данных находим, что  $\sigma_{\text{опт}}^2 \sigma_n^{-2} = 0,018$ .

Решение системы уравнений (8) при  $n=4$  показывает, что  $\sigma_m^2 \sigma_n^{-2} = 0,016$ . Это указывает на то, что в рассматриваемом случае четырех данных достаточно для прогнозирования градиента давления нефтегазопроявления или гидроразрыва пластов.

Грузинский филиал

Всесоюзного геологоразведочного  
нефтяного института

(Поступило 15.5.1970)



ბ. ბასანოვი, ბ. გაბუნია

ნავთობგაზბამოვლინების წნევის გრადიენტის პროგნოზირების  
შესახებ ტარიბანის ფართობის მაგალითზე

რეზიუმე

მოყვანილია ნავთობგაზბამოვლინებისა და ფენის ჰიდრაულიკური გახლეჩის  
წნევის გრადიენტის პროგნოზირების მათემატიკური მეთოდი. ნაჩვენებია, რომ  
ოთხი მონაცემი საკმარისია ამ მოვლენების პროგნოზირებისათვის.

## EXPLOITATION OF DEPOSITS AND CONCENTRATION

G. T. GASANOV, G. V. GABUNIA

### ON THE PROGNOSIS OF THE OIL-GAS SHOW PRESSURE GRADIENT ON THE TARIBANI AREA EXAMPLE (GEORGIAN SSR)

#### Summary

A mathematical method of prognosis of the oil-gas show pressure gradient and hydraulic fracturing is presented. Four indices have been found to be enough in this case for the prognosis of these processes.

#### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. С. Пугачев. Теория случайных функций и ее приложение к задачам автоматического управления. М., 1960.

## РАЗРАБОТКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ И ОБОГАЩЕНИЕ

А. И. БЕРОН, В. Д. СОЛОВЬЕВ

### АБРАЗИВНОСТЬ УГЛЯ И МЕТОД ЕЕ ОЦЕНКИ

(Представлено академиком А. А. Дзидзигури 14.5.1970)

Анализ причин расхода режущего инструмента угледобывающих машин показал, что большинство резцов выходит из строя вследствие износа, определяемого абразивностью угля.

Однако уголь, обладая такими имманентными свойствами, как хрупкость, небольшая (по сравнению с другими горными породами) прочность, с точки зрения абразивности до сих пор охарактеризован не был. А вследствие того, что уголь менее абразивен, методы испытания, применяющиеся для исследования абразивности горных пород, оказались непригодными для определения его абразивности.

В основу разработанного метода исследования абразивности положено изнашивание металла (эталона) об уголь. В этом случае метод отражает главное в физической сущности изнашивания режущего инструмента угледобывающих машин, несмотря на разнообразие конструкций инструмента и схем его взаимодействия с массивом.

После опробования различных сплавов в качестве материала эталона принята наименее износостойкая сталь марки Ст 3 ГОСТ 380—60,  $HV = 105 \pm 5$ .

Для возможности классифицировать угли по абразивности методикой предусматривается постоянство площади контакта эталона с углем, удельного давления и скорости относительного перемещения эталона и образца угля.

Постоянная величина площади контакта достигается выполнением эталона в виде кольца.

Вследствие того что прочность углей колеблется в широких пределах, а изготовление образца исследуемого на абразивность слабого по прочности угля нужных формы и размеров затруднено, разработанная методика обеспечивает независимость от формы и размеров образца угля. Это достигается истиранием эталона о раздробленный уголь, причем с целью обеспечения строго определенного силового взаимодействия между эталоном и углем последний находится в объемно-напряженном состоянии. Емкость, которую заполняет предназначенный для испытания на абразивность раздробленный уголь, выполнена в виде стакана с двойными стенками, образующими кольцевую щель. Тогда уголь имеет лишь одну открытую поверхность, с которой взаимодействует эталон при истирании.

Продукты диспергирования, образующиеся при истирании эталона об уголь, высыпаются через радиальные отверстия в стенках стакана наружу и внутрь него.

Сухое контактирование более правильно отражает закономерности абразивного изнашивания в связи с тем, что высокие давления, возникающие в месте контакта горнорезущего инструмента с углем, разрывают пленку жидкости даже в тех случаях, когда разрушение угля

происходит с орошением или с промывкой. Поэтому методикой предусмотрено трение эталона об уголь без промывки.

Количественное значение оптимальных режимных факторов установлено на основании методического исследования влияния каждого из факторов на износ эталона.

Удельное давление на эталон —  $30 \text{ кг/см}^2$ , число оборотов эталона — 70 в мин, время испытания — 10 мин.

При таком режиме испытаний на абразивность получался ощутимый износ эталона и вполне допустимый износ угля.

Необходимое количество повторных опытов для определения одного показателя абразивности угля установлено равным шести.

На рис. 1 представлена схема установки для исследования абразивности угля УИА-3.

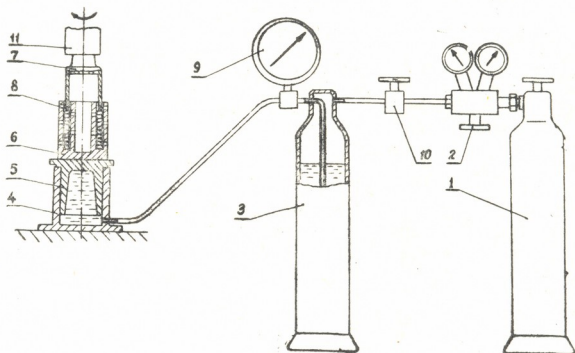


Рис. 1. Схема установки для исследования абразивности угля УИА-3: 1—баллон со сжатым газом (азотом); 2—редуктор давления; 3—баллон с маслом; 4—гидроцилиндр; 5—гидропоршень; 6—стакан с углем; 7—переходник; 8—эталон; 9—манометр; 10—кран; 11—шпindelь станка

Порядок определения показателя абразивности следующий:

1. Подлежащий исследованию уголь кусочками 4—5 мм полойно помещается в стакан 6 и на установке уплотняется при удельном давлении  $35 \text{ кг/см}^2$ .

2. Рабочая поверхность эталона зачищается до исчезновения риска от предыдущего опыта, эталон 8 промывается в спирте, взвешивается на аналитических весах с точностью 0,1 мг и укрепляется на переходнике 7, вставляемом в шпindelь 11 вертикально-сверильного станка.

3. В течение 10 мин при удельном давлении  $30 \text{ кг/см}^2$  и числе оборотов 70 в мин происходит истирание эталона об уголь.

4. После окончания опыта эталон промывается в спирте и взвешивается.

5. Средняя из шести опытов разница в весе эталона является показателем абразивности  $\rho$  данного угля.

По такой методике определены показатели абразивности около 60 разновидностей углей, представляющих различные месторождения



Советского Союза (Донецкий, Кизеловский, Карагандинский, Кузнецкий и другие бассейны). Были испытаны угли различной степени метаморфизма — от гумосовых до антрацитов. Показатели абразивности изменяются при этом от долей мг до почти 10 мг, т. е. более чем в 30 раз, что свидетельствует о большой чувствительности метода. Это позволило предложить классификацию углей по абразивности.

При составлении классификации в основу положен принцип построения классификационных шкал, разработанный Л. И. Бароном [1], который заключается в том, что величины интервалов между соседними классами принимаются равными полусумме полей вероятного рассеяния центральных значений этих классов, подсчитываемых при помощи так называемых контрольных лимитов.

В результате получилось пять классов угля по абразивности:

**Показатель  
абразивности, мг**

- I класс — до 1,5 — весьма малоабразивные угли;
- II класс — 1,5—3,0—малоабразивные угли;
- III класс—3,0—5,0—среднеабразивные угли;
- IV класс 5,0—8,0—высокоабразивные угли;
- V класс свыше — 8,0—весьма высокоабразивные угли.

Показатели абразивности углей были сопоставлены с такими показателями механических свойств, как коэффициент крепости, временное сопротивление одноосному сжатию, твердость по штампу, определенная по методу Л. А. Шрейнера, а также с зольностью тех же углей. Однако низкое корреляционное отношение не позволяет с уверенностью говорить о наличии надежной связи между сопоставленными величинами.

Иной результат получился при сопоставлении показателя абразивности с содержанием в угле наиболее распространенного минерального включения пирита (П, %), а также серы, определяемой химическим путем ( $S_{66}^c$ , %).

Зависимости между этими величинами аппроксимируются прямыми вида

$$\rho = 0,68 + 0,6 П,$$

$$\rho = 0,7 + 0,45 S_{66}^c.$$

Коэффициенты корреляции зависимостей равны соответственно 0,9 и 0,8.

Таким образом, установлено, что определяющее влияние на абразивность угля оказывает содержание в нем серы (пирита).

Институт горного дела  
им. А. А. Скочинского

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

(Поступило 15.5.1970)

საბჭოთა დამუშავება და გამდიდრება

ა. ბაგონი, ვ. სოლოვიოვი

ნახშირის აბრაზულობა და მისი შეფასების მეთოდი

რეზიუმე

დამუშავებულია ნახშირის აბრაზულობის შეფასების მეთოდიკა, რაც მდგომარეობს გარკვეული და მუდმივი კუთრი დაწნევისა და ხაზური სიჩქა-



საქართველოს  
აкадеმიის  
გამომცემი

რის შემთხვევაში, ნახშირზე ლითონის ეტალონის ცვეთაში. ამ შემთხვევაში განსაზღვრული ნახშირის აბრაზულობის მაჩვენებლები ცვალებადობენ 30-ჯერ და მეტად. წარმოდგენილია ნახშირების კლასიფიკაცია აბრაზულობის მიხედვით. დადგენილია, რომ ნახშირის აბრაზულობაზე განმსაზღვრელ მოქმედებას ახდენს გოგირდი (პირიტი).

## EXPLOITATION OF DEPOSITS AND CONCENTRATION

A. I. BERON, V. D. SOLOVIEV

### COAL ABRASION AND A METHOD OF ITS ESTIMATION

#### Summary

A method for the estimation of coal abrasion, consisting in the wearing of a metallic standard against coal at a definite and constant specific pressure and linear velocity during the entire experiment, has been worked out. The indices of coal abrasion have been found to change 30 times and more. A classification according to coal abrasion is suggested. The containing sulphur (pyrite) has been found to exert the main influence on coal abrasion.

#### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Л. И. Берон. Изв. АН СССР, ОТН, № 11, 1948.





А. Д. НОЗАДЗЕ, Р. В. БЕДИНЕИШВИЛИ

ИССЛЕДОВАНИЕ РАССОГЛАСОВАНИЯ СКОРОСТНОГО РЕЖИМА  
 ВАЛКОВ ПРИ НЕПРЕРЫВНОЙ ПРОКАТКЕ ТРУБНЫХ  
 ЗАГОТОВОК

(Представлено академиком Ф. Н. Тавадзе 15.4.1970)

Подбор оптимального режима рассогласования скоростей валков имеет большое значение для нормальной эксплуатации непрерывных прокатных станов и получения проката правильной геометрии.

В литературе мало экспериментальных и теоретических данных по теории непрерывной прокатки крупносортовых профилей, не определены зависимости между натяжением и отношением скоростей валков с учетом технологических параметров процесса прокатки. Данный вопрос без учета уширения рассмотрен в работе [1].

Ниже приводится метод расчета рассогласования скоростей валков с учетом уширения и отрицательного опережения при непрерывной прокатке трубных заготовок. Константа непрерывной прокатки в калибрах с допущением  $\cos \gamma_i = \cos \gamma_{i+1}$  имеет вид

$$\int_{-b_{n_i}/2}^{+b_{n_i}/2} v_i y_i dy = \int_{-b_{n_{i+1}}/2}^{+b_{n_{i+1}}/2} v_{i+1} y_{i+1} dy, \quad (1)$$

где  $y_i, y_{i+1}$  — высота полосы в нейтральных сечениях  $i$ -й и  $i+1$ -й клетях;  $b_{n_i}, b_{n_{i+1}}$  — ширина полосы в тех же сечениях;  $v_i, v_{i+1}$  — окружная скорость валков.

Для данного продольно-вертикального слоя металла при замене дуги хордой высота нейтрального сечения

$$y_{n_i, i+1} = h_{i, i+1} \left( 1 + \varepsilon_{n_i, i+1} \frac{l_{n_i, i+1}}{l_{i, i+1}} \right), \quad (2)$$

где  $h_{i, i+1}$  — высота элементарного слоя после пропуска;  $\varepsilon_{n_i, i+1}$  — относительная степень деформации того же слоя металла;  $\frac{l_{n_i, i+1}}{l_{i, i+1}}$  — определитель положения нейтрального сечения (соотношение зоны опережения к полной длине очага деформации).

При линейном законе распределения уширения по длине очага деформации в горизонтальной плоскости разъема валков ширина нейтрального сечения

$$b_{v_i, i+1} = b_{o_i, i+1} \left[ 1 + \varepsilon_{b_i, i+1} \left( 1 - \frac{l_{v_i, i+1}}{l_{i, i+1}} \right) \right], \quad (3)$$

где  $b_{o_i, i+1}$  — исходная ширина полосы посередине толщины полосы;  $\varepsilon_{b_i, i+1}$  — относительное уширение.



После алгебраических преобразований из условия постоянства секундных объемов формула для расчета отношения скоростей валков в смежных клетях имеет вид

$$\frac{n_{i+1}}{n_i} = \frac{R_i}{R_{i+1}} \frac{h_{1i}}{h_{1i+1}} \frac{b_{0i}}{b_{0i+1}} \frac{\left(1 + \varepsilon_{h_i} \frac{l_{n_i}}{l_i}\right) \left[1 + \varepsilon_{b_i} \left(1 - \frac{l_{n_i}}{l_i}\right)\right]}{\left(1 + \varepsilon_{h_{i+1}} \frac{l_{n_{i+1}}}{l_{i+1}}\right) \left[1 + \varepsilon_{b_{i+1}} \left(1 - \frac{l_{n_{i+1}}}{l_{i+1}}\right)\right]}, \quad (4)$$

где определитель положения нейтрального сечения для любой клетки подсчитывается по формуле [1]

$$\frac{l_n}{l} = \pm \frac{1 - 4 n_\sigma \alpha \psi - \frac{1}{\alpha R} \frac{\sigma_0 h_0 - \sigma_1 h_1}{k}}{2 - 4 n_\sigma \alpha \psi - \frac{1}{\alpha R} \frac{\sigma_0 h_0 - \sigma_1 h_1}{k}}, \quad (5)$$

где  $n_\sigma$  — коэффициент напряженного состояния;  $\alpha$  — угол захвата,  $\psi$  — коэффициент плеча равнодействующего давления;  $R$  — радиус валка;  $\sigma_0$  и  $\sigma_1$  — заднее и переднее натяжения. Знак  $+$  относится к прокатке с положительным опережением (рис. 1, а), а знак  $-$  — с отрицательным (рис. 1, в). Отрицательное опережение возможно от заднего натяжения в последующей  $i+1$ -й клетке во время прокатки с малым отношением длины дуги захвата к средней толщине полосы  $l/h < 1$ .

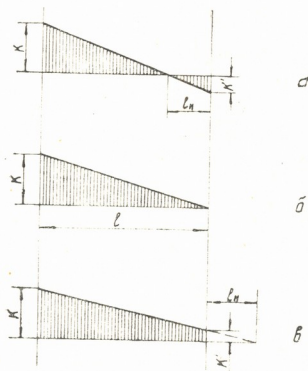


Рис. 1. Распределение удельных сил трения по дуге захвата: а—нейтральное сечение находится в очаге деформации, б—в плоскости выхода, в—за очагом деформации

При отрицательном опережении высота мнимого нейтрального сечения определяется из равенства

$$y_{n_{i+1}} = h_{1i+1} \left(1 - \varepsilon_{h_{i+1}} \frac{l_{n_{i+1}}}{l_{i+1} + l_{n_{i+1}}}\right), \quad (6)$$

а соответствующая ширина

$$b_{n_{i+1}} = b_{0i+1} \left[1 + \varepsilon_{b_{i+1}} \left(1 + \frac{l_{n_{i+1}}}{l_{i+1}}\right)\right]. \quad (7)$$

Уравнение для расчета отношения скоростей валков при прокатке в  $i$ -й клетки с положительным опережением и в  $i+1$ -й клетки с отрицательным опережением принимает вид

$$\frac{n_{i+1}}{n_i} = \frac{R_i}{R_{i+1}} \frac{h_{1i}}{h_{1i+1}} \frac{b_{0i}}{b_{0i+1}} \times \left(1 + \varepsilon_{h_i} \frac{l_{n_i}}{l_i}\right) \left[1 + \varepsilon_{b_i} \left(1 - \frac{l_{n_i}}{l_i}\right)\right] \times \frac{1}{\left(1 - \varepsilon_{h_{i+1}} \frac{1}{1 + \frac{l_{i+1}}{l_{n_{i+1}}}}\right) \left[1 + \varepsilon_{b_{i+1}} \left(1 + \frac{l_{n_{i+1}}}{l_{i+1}}\right)\right]} \quad (8)$$

Условием отсутствия опережения является

$$4 n_{\sigma} \alpha \psi + \frac{1}{\alpha R} \frac{\sigma_0 h_0 - \sigma_1 h_1}{k} = 1, \quad (9)$$

отсюда величина заднего натяжения, обеспечивающая нулевое опережение, равна

$$\frac{\sigma_0}{k} = \frac{\sigma_1}{k} \frac{h_1}{h_0} + \frac{\alpha R}{h_0} (1 - 4 n_{\sigma} \alpha \psi). \quad (10)$$

С увеличением заднего и переднего натяжений нейтральное сечение выталкивается из очага деформации. Подтверждается известное мнение А. И. Целикова [2] о том, что натяжения перемещают нейтральное сечение в противоположном направлении действия самого натяжения.

Уравнения (4) и (8) через  $l_n/l$  устанавливают связь между соотношением скоростей валков, технологическими параметрами и межклетевыми натяжениями. Зависимость  $l_n/l$  от натяжения представлена на рис. 2.

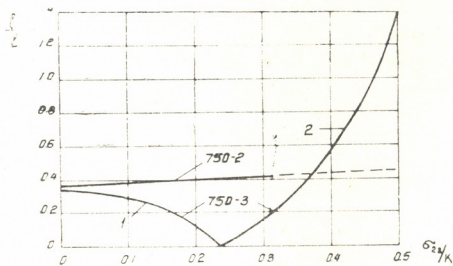


Рис. 2. Зависимость  $l_n/l$  от натяжения при прокатке трубной заготовки диаметром 150 мм: 1—при положительном опережении, 2—при отрицательном опережении

Вышеприведенные формулы содержат текущие геометрические и силовые параметры произвольного продольно-вертикального сечения очага деформации. Расчет среднеедействующих параметров при непрерывной прокатке трубных заготовок приведен в работе [1].

Для проверки предложенного метода и разработки оптимального скоростного режима валков проведено экспериментальное исследование непрерывной группы трубозаготовочного стана 900/750×3. На основании проведенного исследования освоено производство трубных заготовок диаметрами 120 и 150 мм непрерывным способом.

Академия наук Грузинской ССР

Институт металлургии

(Поступило 16.4.1970)

მეტალურგია

ა. ნოზაძე, რ. ბედინეიშვილი

გლინების ჩქარული რეჟიმის განთანხმების გამოკვლევა  
 მილნამზადების უწყვეტი გლინვისას

რ ე ზ ი ე ე

გამოკვლეულია მაღალი ზოლების (როცა  $l/h < 1$ ), კერძოდ, მილნამზადების უწყვეტი გლინვისას გლინების ჩქარული რეჟიმი წინა და უკანა დაჭიმულობისა და ტექნოლოგიური პარამეტრების გავალისწინებით. მიღებულია ნეიტრალური კვეთის მდებარეობისა და გლინების ბრუნვათა რიცხვების ფარდობის საანგარიშო ფორმულები.

METALLURGY

A. D. NOZADZE, R. V. BEDINEISHVILI

## INVESTIGATION OF MISADJUSTMENT OF HIGH-SPEED REGIME OF ROLLS DURING CONTINUOUS ROLLING OF SKELPS

Summary

Study has been made of high-speed regime of rolls during the rolling of heavy sections (when  $l/h < 1$ ), particularly, during continuous rolling according to the front and back pull and technological parameters. The formulae for the neutral section position and the ratio of the number of the revolutions of rolls have been obtained.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. Д. Нозадзе, Р. В. Бединеишвили Сообщения АН ГССР, 57, № 3, 1970.
2. А. И. Целиков. Теория расчета усилий в прокатных станах. М., 1962.

А. С. ВАШАКИДZE, Г. С. БЕГЛАРИШВИЛИ

## ДЕФОРМАЦИЯ МЕТАЛЛА ПРИ ПРОКАТКЕ В МНОГУГОЛЬНЫХ КАЛИБРАХ ТРУБОЗАГОТОВОЧНЫХ СТАНОВ

(Представлено академиком Ф. Н. Тавадзе 29.4.1970)

Исследование проводилось на лабораторном стане с диаметрами валков 220 мм, на которых были расположены десятиугольные калибры с широким и узким днами.

Десятиугольный калибр с широким дном ( $\frac{B'_k}{B_p} > 0,75$ ) имел следующие размеры [1]: ширина дна калибра  $B'_k = 30,5$  мм; ширина калибра у разъема  $B_p = 40,5$  мм; ширина калибра в точках пересечения наклонной и боковой поверхностей калибра  $B''_k = 38,1$  мм; высота ручья калибра  $h'_p = 14,75$  мм; высота стенки калибра  $h''_p = 6,6$  мм.

Десятиугольный калибр с узким дном ( $\frac{B'_k}{B_p} < 0,45$ ) имел следующие размеры:  $B'_k = 15,0$  мм;  $B''_k = 32,0$  мм;  $B_p = 33,4$  мм;  $h'_p = 8,8$  мм;  $h''_p = 18,0$  мм.

Для проведения опытов по изучению неравномерности деформации был использован метод координатных сеток [2, 3].

В десятиугольном калибре с широким дном прокатывали заготовку сечением  $45,0 \times 37,25$  мм с обжатием  $\Delta h = 7,5$  мм и  $\frac{l}{h_{cp}} = 0,6$ .

Прокатываемая полоса перед входом в очаг деформации получила утяжку 1,85 мм.

Кривые рис. 1 показывают, что пластическая деформация металла начинается до соприкосновения полосы с дном десятиугольного калибра.

При прокатке в десятиугольном калибре с широким дном полная длина очага деформации, начиная от места прикосновения наклонной поверхности калибра с полосой до выхода ее из валков, составляла  $l_0 = 44,5$  мм.

Кривые 1 и 2 нарастающих коэффициентов вытяжки контактных слоев (рис. 1,а) показывают, что в очаге деформации по длине дна калибра имеются зоны скольжения и прилипания. При этом отмечаем, что нейтральное сечение пересекает горизонтальный участок кривых 1 и 2 [1].

Отношение длины зоны прилипания ( $l_n$ ) к длине очага деформации по дну калибра  $l_d$  составляло 0,63.

Нарастание коэффициентов вытяжки для полосок, расположенных в плоскости горизонтально-продольного разъема (кривые 3 и 4 рис. 1,а), начинается до соприкосновения полосы с дном десятиугольного калибра и продолжается по длине очага деформации; на расстоянии примерно  $0,25 l_d$  (или  $0,13 l_0$ ) от плоскости выхода (в противоположную сторону прокатки) нарастание вытяжки прекращается.



На расстоянии примерно  $0,27 l_d$  (или  $0,14 l_6$ ) от плоскости входа металла в валки (в сторону направления прокатки) коэффициенты вытяжки контактных слоев и слоев, расположенных в плоскости горизонтально-продольного разреза, выравниваются.

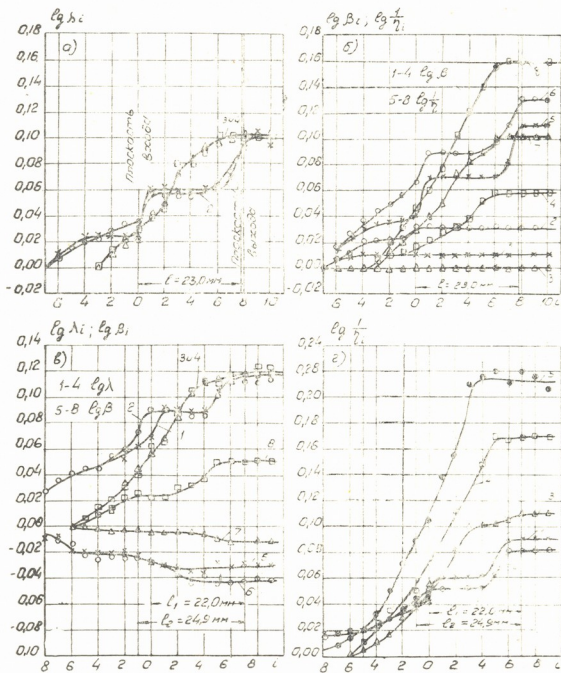


Рис. 1. Кривые нарастающих коэффициентов деформации элементарных плоскостей, расположенных посередине ширины полосы (x) и в местах соприкосновения полосы с краем дна калибра (o), посередине высоты боковой поверхности полосы (●), посередине (Δ) и на краю (□) горизонтально-продольной плоскости разреза при получении недокатов в десятиугольном калибре с широким (а, б) и узким (в, г) днами

Посередине ширины полосы плоскости горизонтально-продольного разреза (кривая 3 рис. 1,б) поперечная деформация по всей длине очага деформации не обнаружена. На остальных трех участках — в местах соприкосновения полосы с краем дна калибра (расстояние от середины полосы в направлении уширения — 10,5 мм, кривая 2 рис. 1,б), по середине контактной поверхности полосы (кривая 1) и на расстоянии 3 мм от края ширины полосы плоскости горизонтально-продольного разреза (кривая 4) — обнаружено положительное уширение.

Интенсивное увеличение нарастающих коэффициентов вытяжки в плоскости горизонтально-продольного разреза и их значительно боль-



шая величина (посередине длины очага деформации) сравнительно с нарастающими вытяжками на контактной поверхности вызывают в центральных частях полосы большие растягивающие напряжения, поэтому посередине ширины полосы у разъема нарастание коэффициентов уширения для элементарных полосок не обнаружено.

Вблизи плоскости выхода нарастающие коэффициенты обжатия элементарных полосок, расположенных на расстоянии 3 мм от края ширины полосы плоскости горизонтально-продольного разъема (кривая 8 рис. 1,б), по величине значительно превышают нарастающие коэффициенты обжатия полосок, расположенных по середине ширины полосы (кривая 7). Нарастающие коэффициенты обжатия для элементарных полосок, расположенных на контактной поверхности посередине и на расстоянии 10,5 мм от середины ширины полосы, выражаются соответственно кривыми 5 и 6.

В десятиугольном калибре с узким дном прокатывалась прямоугольная заготовка сечением  $46,0 \times 30,0$  мм с обжатием  $\Delta h = 8$  мм и  $\frac{l}{h_{\text{пр}}} = 0,5$ . Максимальная утяжка посередине ширины полосы составляла 3,3 мм. Полная длина очага деформации составляла  $l_6 = 56,7$  мм.

Кривые 1 и 2 нарастающих коэффициентов вытяжки на контактной поверхности по дну калибра (рис. 1,в) имеют горизонтальный участок, где нарастания коэффициентов вытяжки нет. Несмотря на это, на контактной поверхности прилипание отсутствует, так как нейтральное сечение не пересекает горизонтальный участок кривой [1, 4].

В исследуемых полосках, расположенных на контактной поверхности посередине ширины полосы (кривая 5, рис. 1,в) и в местах соприкосновения поверхности полосы с краем дна калибра (на расстоянии 6 мм от середины полосы, кривая 6), а также посередине ширины полосы в плоскости горизонтально-продольного разъема (кривая 7), обнаружено отрицательное уширение. Положительное уширение наблюдается только для полосок, расположенных на расстоянии 3 мм от края ширины полосы плоскости горизонтально-продольного разъема (кривая 8).

Нарастающие коэффициенты обжатия элементарных полосок, расположенных посередине боковой поверхности полосы (кривая 5, рис. 1,г), значительно превышают нарастающие коэффициенты обжатия для остальных исследуемых полосок.

Вблизи плоскости выхода нарастающие коэффициенты обжатия получаются минимальными для полосок, расположенных на контактной поверхности калибра (кривые 1 и 2. рис. 1,г). Кривые 3 и 4 выражают изменение нарастающих коэффициентов обжатия для элементарных полосок, расположенных посередине и на расстоянии 3 мм от края ширины полосы плоскости горизонтально-продольного разъема.

ა. ვაშაკიძე, ბ. ბეგლარიშვილი

ლითონის დეფორმაცია მილსანაგზადო ღვანის მრავალკუთხოვან  
კალიბრებში გლინვისას

რეზიუმე

მოცემულია გამოჭიმვის, გაფართოებისა და მოჭიმვის წანაზარდი კოეფიციენტების მნიშვნელობები ლითონის მთელ მოცულობაში სხვადასხვა ზომის აკუთხოვან კალიბრებში გლინვისას. დადგენილია სრიალისა და მიკერის ზონები საკონტაქტო ზედაპირების უბნებზე.

METALLURGY

A. S. VASHAKIDZE, G. S. BEGLARISHVILI

METAL DEFORMATION DURING ROLLING IN MULTIANGULAR  
PASSES OF TUBE-BILLET MILLS

Summary

Experimental data on the increasing coefficients of deformation in the entire volume of the metal during rolling in decagonal passes of different sizes are presented. Adhesion and slip regions are established on separate sections of contact surface.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. A. S. Vashakidze, G. S. Beglarishvili. Труды Ин-та металлургии АН ГССР. Прокатное и трубoproкатное производство, т. XVII, вып. 1, 1969.
2. И. Я. Тарновский, А. А. Поздеев, В. Б. Ляшков. Деформация металла при прокатке. М., 1956.
3. П. И. Полухин, В. С. Берковский, И. Г. Крахт. Сб. статей Московского ин-та стали и сплавов, вып. XLII, 1967.
4. А. П. Чекмарев и др. Теория прокатки крупных слитков. М., 1968.



М. Я. ДАШЕВСКИЙ, Г. В. КУКУЛАДZE, М. С. МИРГАЛОВСКАЯ

## ПОЛУЧЕНИЕ ОДНОРОДНЫХ МОНОКРИСТАЛЛОВ АНТИМОНИДА ГАЛЛИЯ

(Представлено академиком Ф. Н. Тавадзе 7.5.1970)

Для производства полупроводниковых приборов с воспроизводимыми электрическими параметрами необходимы монокристаллы с равномерным распределением примесей по длине и сечению кристалла. Поэтому проблема получения однородных монокристаллов является одной из центральных проблем полупроводниковой металлургии.

Метод Чохральского, несмотря на ряд преимуществ (высокая производительность, высокое качество получаемых кристаллов, возможность создания по длине кристалла областей с разной проводимостью и др.), страдает одним существенным недостатком. Он по своей природе без определенных модификаций не может обеспечить постоянство концентрации, а следовательно, и электрических свойств по длине кристалла. Этот недостаток, в основе которого лежит различная растворимость примесей в соприкасающихся жидкой и твердой фазах ( $k_{эф} \neq 1$ ), может быть устранен путем некоторого видоизменения метода. Существует ряд способов получения однородных монокристаллов полупроводников, основанных на методе Чохральского (<sup>1</sup> [1, 2]).

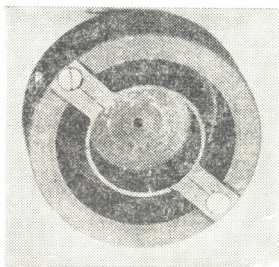
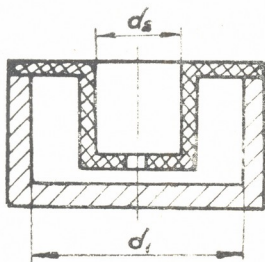


Рис. 1. „Жестко закрепленный“ двойной тигель: а—схема тигля, б—фотография тигля

В доступной нам литературе нет данных о получении однородных монокристаллов антимонида галлия. Для получения монокристаллов GaSb с равномерным распределением теллура мы пользовались методом «жестко закрепленного» тигля, предложенным в работе [4].

(<sup>1</sup> Впервые метод получения однородных монокристаллов путем питания расплава слитком того же состава был предложен Д. А. Петровым [3].

Метод основан на поддержании постоянной концентрации в расплаве, что достигается применением тигля в виде двух сообщающихся сосудов. На рис. 1а показана схема такого тигля, а на рис. 1б — фотография тигля.

Во внутренний тигель помещается материал с примесью, а во внешний тигель — нелегированный материал. По мере вытягивания кристалла из внутреннего тигля происходит приток «чистого» материала из внешнего тигля, что и компенсирует обогащение расплава примесью, вызванное эффектом оттеснения теллура растущим кристаллом. Путем подбора диаметров внутреннего и внешнего тиглей можно добиться точной компенсации. Тогда состав расплава во внутреннем тигле будет постоянным и, следовательно, вытянутый кристалл будет однородным по распределению примеси по всей длине слитка. Условие, необходимое для компенсации, записывается в виде [4]

$$d_2 = d_1 \sqrt{k_{\text{эфф}}},$$

где  $k_{\text{эфф}}$  — эффективный коэффициент распределения примеси,  $d_1$  и  $d_2$  — диаметры внешнего и внутреннего тиглей соответственно.

Материалом тигля использовали графит марки МГ. Плавку вели в атмосфере очищенного гелия при избыточном давлении 200—300 мм рт. ст. Во внешний тигель загружался предварительно вытянутый кристалл GaSb с концентрацией дырок  $p = 1,3 \cdot 10^{17} \text{ см}^{-3}$  (300°K). Кристалл разрезали на полоски для лучшего использования объема между тиглями и травили в CP-4A. После расплавления часть материала выдавливалась через соединительный канал во внутренний тигель, в результате чего поверхность расплава во внутреннем тигле всегда была свободна от пленки. Примесь сбрасывали в виде лигатуры  $\text{Sb}_2\text{Te}_3$  перед самым началом вытягивания. (Лигатуру рассчитывали для количества расплава, находящегося во внутреннем тигле).

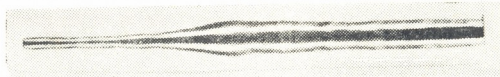


Рис. 2. Монокристалл GaSb, легированный теллуrom и выращенный в направлении  $\Lambda$  [111]  $\times 0,5$

На рис. 2 показана фотография кристалла, выращенного из двойного тигля в направлении  $\Lambda$  [111], а в таблице даны результаты электрических измерений по длине кристалла. Для сравнения в этой же таблице даны результаты измерений электрических свойств кристалла, выращенного из обычного тигля.

	Кристалл, выращенный из двойного тигля (длина кристалла 120 мм)		Кристалл, выращенный из обычного тигля (длина кристалла 100 мм)	
	$n \cdot 10^{-17} \text{ см}^{-3}$	$p \cdot 10^{13} \text{ ом} \cdot \text{см}$	$n \cdot 10^{-17} \text{ см}^{-3}$	$p \cdot 10^{13} \text{ ом} \cdot \text{см}$
	(300° K)		(300° K)	
Начало	3,1	7,0	0,22	90
Середина	3,4	6,5	1,0	123
Низ	4,0	5,5	9,2	2,8

Из таблицы видно, что кристалл, вытянутый из двойного тигля, практически однороден. Незначительное увеличение концентрации по длине можно объяснить некоторой «утечкой» примеси во внешний тигель или



незначительным отклонением использованной нами величины  $k_{эфф}$  от истинного значения (в наших опытах  $k_{эфф}$  был принят равным 0,4 [5]).

При выращивании кристаллов часто имеет место «эффект грани», [6], что приводит к существенной неоднородности в распределении примеси. Предполагалось, что при выращивании кристалла из двойного тигля должен повышаться температурный градиент в расплаве у фронта кристаллизации, что, в свою очередь, может привести к снятию концентрационного переохлаждения и, следовательно, «эффекта грани». Как показали наши исследования, жестко закрепленный двойной тигель способствует снятию концентрационного переохлаждения, но не гарантирует его исключение. Среди кристаллов, вытянутых из двойного тигля, были кристаллы, в которых наблюдался «эффект грани», но число таких кристаллов меньше, чем при выращивании из обычного тигля.

Кристалл, вытянутый из двойного тигля, более совершенен — плотность дислокации, как правило, на порядок ниже ( $\sim 10^2 \text{ см}^{-2}$ )<sup>(1)</sup>, а подвижность в отдельных образцах достигает значений  $5000 \frac{\text{см}^2}{\text{в—сек}}$  ( $300^\circ\text{K}$ ).

Грузинский политехнический институт  
им. В. И. Ленина

Институт металлургии  
им. Байкова АН СССР

(Поступило 8.5.1970)

მიტალურგია

ა. დავითაძე, ბ. კუკულაძე, მ. მირგალოვსკაია

გალიუმის ანტიმონიდის ერთგვაროვანი მონოკრისტალების მიღება

რ ე ზ ი უ მ ე

განხილულია ტელურით ლეგირებული გალიუმის ანტიმონიდის ერთგვაროვანი მონოკრისტალების მიღება „ხისტად დამაგრებული“ ორმაგი ტიგელის მეთოდის საშუალებით. ნაჩვენებია, რომ ამ მეთოდით მიღებული კრისტალი პრაქტიკულად ერთგვაროვანია. აღინიშნება მიღებული კრისტალების მაღალი სრულყოფა.

METALLURGY

M. Y. DASHEVSKI, G. V. KUKULADZE, M. S. MIRGALOVSKAYA

## PRODUCTION OF HOMOGENEOUS SINGLE CRYSTALS OF GALLIUM ANTIMONIDE

Summary

Production of homogeneous single crystals doped with tellurium, using the method of “firmly fixed” double crucible, is discussed. The single crystal obtained in this way is practically homogeneous, being noted for its high perfection.

(1) Специальные меры для уменьшения дислокации не принимались.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. М. Я. Дашевский, Э. М. Титова.. Труды ИМЕТ, 8, 143, 1961.
2. В. Н. Романенко. Получение однородных полупроводниковых кристаллов. М., 1966.
3. Д. А. Петров. Сб. «Вопросы теории и исследования полупроводников и процессов полупроводниковой металлургии». М., 1955.
4. Б. К. Воронов, М. Я. Дашевский, Э. М. Титова, В. Д. Хвостикова. Сб. «Вопросы металлургии и физики полупроводников». М., 1961.
5. Г. В. Кукуладзе, М. С. Миргаловская. Электронная техника, сер. 14, вып. 8, 1968.
6. М. С. Миргаловская, Г. В. Кукуладзе, В. А. Кокошкин. Изв. АН СССР, Неорганические материалы, вып. 5, 1968.



МАШИНОВЕДЕНИЕ

О. С. ЕЗИКАШВИЛИ, Г. Ш. ЦИНЦАДЗЕ, Ц. Н. КОБАХИДЗЕ

К ВОПРОСУ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПУСКОВОЙ И ТОРМОЗНОЙ МОЩНОСТЕЙ ПАРТИОННОЙ СНОВАЛЬНОЙ МАШИНЫ

(Представлено академиком В. В. Махалдиани 14.5.1970)

В эксплуатационных условиях запуск и торможение партионной сновальной машины могут быть осуществлены при любом диаметре намотки сновального валика. Это обстоятельство обусловлено обрывностью нити, для ликвидации которой необходимо быстрое затормаживание машины.

С целью уменьшения времени торможения, устранения выбега сновального валика относительно ведущего барабана и увеличения скорости сновки нами был предложен механизм, делающий возможным одновременное торможение всех движущихся элементов машины [1]. Резкое сокращение времени торможения и увеличение скорости сновки вызвало увеличение динамических нагрузок на рабочие элементы, участвующие в работе в периодах неустановившихся движений. Поэтому вопрос определения динамической, пусковой и тормозной мощностей стал весьма существенным.

В существующей справочной литературе максимальную мощность в периодах неустановившихся движений определяют путем алгебраического сложения максимальных значений динамической и статической мощностей:  $N_{дв} = N_{д\max} + N_{с\max}$ . При таком способе определения пусковой мощности всегда получается завышенный результат, так как в условиях эксплуатации при пуске машины максимальные значения динамической и статической мощностей не совпадают во времени [2].

Рассмотрим процесс пуска машины. В дальнейшем предполагается, что в рабочей (устойчивой) части характеристика асинхронного двигателя является жесткой и колебания внешней нагрузки не вызывают значительных изменений угловой скорости его ротора [3]; приращения масс и моментов инерции движущихся элементов машины из-за краткости времени пуска весьма незначительны.

При расчете разгона механизмов с электрическим приводом принимается [4—6], что ускорение элементов выражается наклонной прямой, соответствующей случаю равномерно убывающего ускорения.

Уравнение этой прямой можно записать в виде

$$\frac{\varepsilon}{\varepsilon_1} + \frac{t}{t_1} = 1; \quad \varepsilon = \frac{dw}{dt} = \varepsilon_1 \left( 1 - \frac{t}{t_1} \right), \quad (1)$$

где  $\varepsilon_1$ —начальное ускорение;  $t_1$ —полное время разгона двигателя (машины);  $t$ —текущее время.

Интегрируя уравнение (2), получаем, что угловая скорость в период разгона двигателя

$$\omega = \varepsilon_1 \left( t - \frac{t^2}{2t_1} \right) + C. \quad (2)$$

Начальные условия при пуске: при  $t=0$   $\omega=0$ ,  $\frac{d\omega}{dt}=\varepsilon_1$ ; при  $t=t_1$

$\omega=\omega_1$ ,  $\frac{d\omega}{dt}=0$ , откуда находим, что  $C=0$ . Начальное ускорение при



$t = 0$   $\varepsilon_1 = \frac{2\omega_1}{t_1}$ , где  $\omega_1$ —угловая скорость вала двигателя после окончания разгона. Поставляя в (2), получаем

$$\omega = \frac{2\omega_1}{t_1} \left( t - \frac{t^2}{2t_1} \right). \quad (3)$$

На основании известного уравнения кинетической энергии для случая разгона можем написать

$$A_{\text{дв}} - A_c = \Sigma J \frac{\omega_1^2}{2} - \Sigma J \frac{\omega_0^2}{2}, \quad (4)$$

где  $A_{\text{дв}}$ —работа движущихся сил;  $A_c$ —работа сил сопротивления;  $\Sigma J \frac{\omega_0^2}{2}$ ;  $\Sigma J \frac{\omega_1^2}{2}$ —кинетическая энергия системы соответственно в начале и в конце рассматриваемого процесса.

Правая часть данного выражения является работой сил инерции  $A_{\text{и}}$  и

$$\frac{dA_{\text{и}}}{dt} = \frac{dA_{\text{дв}}}{dt} - \frac{dA_c}{dt}. \quad (5)$$

Так как мощность есть производная энергии по времени, динамическая мощность  $N_{\text{д}} = N_{\text{дв}} - N_c$ .

Динамическую составляющую мощности можно представить как произведение динамического момента на угловую скорость:

$$N_{\text{д}} = M_{\text{д}} \omega. \quad (6)$$

Динамический момент системы

$$M_{\text{д}} = J \frac{d\omega}{dt} = J \frac{2\omega_1}{t_1} \left( 1 - \frac{t}{t_1} \right), \quad (7)$$

где  $J$ —приведенный момент инерции вращающихся элементов.

Подставляя в (6) соответствующие значения, имеем

$$N_{\text{д}} = \frac{4J\omega_1^2}{t_1^2} \left( 1 - \frac{3t}{2t_1} + \frac{t^2}{2t_1^2} \right) t. \quad (8)$$

Статическую мощность представим как произведение статического момента на угловую скорость:

$$N_c = M_c \omega = \frac{2M_c \omega_1}{t_1} \left( 1 - \frac{t}{2t_1} \right) t. \quad (9)$$

Подставив значения  $N_{\text{д}}$  и  $N_c$  в (7) и написав уравнение относительно  $N_{\text{дв}}$ , получим

$$N_{\text{дв}} = \frac{4J\omega_1^2}{t_1^2} \left( 1 - \frac{3t}{2t_1} + \frac{t^2}{2t_1^2} \right) t + \frac{2M_c \omega_1}{t_1} \left( 1 - \frac{t}{2t_1} \right) t. \quad (10)$$

Отыщем максимум пусковой мощности в интервале

$$\frac{dN_{\text{дв}}}{dt} = \frac{4J\omega_1^2}{t_1^2} \left( 1 - \frac{3t}{t_1} + \frac{3t^2}{2t_1^2} \right) + \frac{2M_c \omega_1}{t_1} \left( 1 - \frac{t}{t_1} \right) = 0. \quad (11)$$

Примем обозначения  $\frac{J\omega_1^2}{t_1} = N_{\text{д max}}$  и  $M_c \omega_1 = N_{\text{с max}}$ , тогда после преобразования предыдущее уравнение примет вид

$$t^2 - \frac{6N_{\text{д max}} + N_{\text{с max}}}{3N_{\text{д max}}} t_1 t + \frac{2N_{\text{д max}} + N_{\text{с max}}}{3N_{\text{д max}}} t_1^2 = 0, \quad (12)$$

откуда

$$t = t_1 \left[ 1 + \frac{N_{\text{с max}}}{6N_{\text{д max}}} \pm \sqrt{\left( 1 + \frac{N_{\text{с max}}}{6N_{\text{д max}}} \right)^2 - \frac{2N_{\text{д max}} + N_{\text{с max}}}{3N_{\text{д max}}}} \right]. \quad (13)$$



Для проверки соответствия времени  $t$ , определяемого по уравнению (13), максимальному значению пусковой мощности  $N_{дв}$  воспользуемся способом сравнения знаков производной. Взяв вторую производную

$$\frac{d^2 N_{дв}}{dt^2} = 2t - \frac{6 N_{д\max} + N_{с\max}}{3 N_{д\max}} t_1, \quad (14)$$

получим при найденном  $t$  его отрицательное значение. Следовательно, время  $t$ , определяемое по формуле (13), соответствует максимуму  $N_{дв}$ .

Подставляя в уравнение (13) действительные значения времени разгона, максимальной динамической и максимальной статической мощностей, находим, что перед корнем должен стоять знак минус. В противном случае получим  $t > t_1$ , что не соответствует рассматриваемому случаю. Исследование уравнения (13) показывает, что  $t/t_1 = \text{const}$ , так как все величины, входящие в правую часть уравнения, постоянны, а момент инерции и время пуска меняются пропорционально и произведение  $J/t_1$  не зависит от диаметра катушки.

Подставляя численные значения в уравнение (13), получаем зависимость для определения времени, за которое пусковая мощность достигает максимального значения

$$t_n = 0,425 t_1. \quad (15)$$

Соответствующая максимальная пусковая мощность, если воспользоваться формулой (12) и учесть ранее принятые обозначения, будет

$$N_{дв\max} = 0,76 N_{д\max} + 0,66 N_{с\max}. \quad (16)$$

Коэффициенты показывают, какая часть максимально возможной статической и динамической мощностей входит в величину максимальной пусковой мощности.

Теперь рассмотрим период торможения машины. Если за рассматриваемый период приращение масс и моментов движущихся элементов, а также момент, развиваемый механическим тормозом, постоянны, тогда и ускорение элементов машины тоже будет постоянным, т. е.

$$\varepsilon = -\frac{d\omega}{dt} = -\frac{\omega_2}{t_T} = \text{const}, \quad (17)$$

где  $\omega_2$ —угловая скорость тормозного шкива в момент начала торможения;  $t_T$ —время с момента начала торможения до полного останова; знак минус здесь указывает, что при торможении происходит замедление движения.

Интегрируя уравнение (17), получаем

$$\omega = -\omega_2 \frac{t}{t_T} + C. \quad (18)$$

Начальные условия при торможении: при  $t=0$   $\omega=\omega_2$ ; при  $t=t_T$   $\omega=0$ , откуда находим, что  $C=\omega_2$ . Тогда

$$\omega = \omega_2 \left(1 - \frac{t}{t_T}\right). \quad (19)$$

Тормозная мощность

$$N_T = N_d - N_c. \quad (20)$$

Динамическую составляющую мощности аналогично предыдущему представляем как произведение динамического момента на угловую скорость:

$$N_d = M_d \omega. \quad (21)$$

Динамический момент системы

$$M_d = J \frac{d\omega}{dt} = J \frac{\omega_2}{t_T}. \quad (22)$$

Подставляя значения в (21), определяем

$$N_d = \frac{J\omega_2^2}{t_T} \left(1 - \frac{t}{t_T}\right). \quad (23)$$

Соответственно статическая мощность

$$N_c = M_c \omega = M_c \omega_2 \left(1 - \frac{t}{t_T}\right). \quad (24)$$

Подставляя значения  $N_d$  и  $N_c$  в (20), имеем

$$N_T = \left(J \frac{\omega_2^2}{t_T} - M_c \omega_2\right) \left(1 - \frac{t}{t_T}\right). \quad (25)$$

Уравнение (25) показывает, что тормозная мощность достигает максимального значения при  $t=0$ . В интервале от  $t=0$  до  $t=t_T$  тормозная мощность постепенно убывает и при значении  $t=t_T$   $N_T=0$  и машина останавливается.

Грузинский политехнический институт  
 им. В. И. Ленина

(Поступило 15.5.1970)

მანქანათმშენებლობა

ო. ეზიკაშვილი, გ. ცინცაძე, ც. კობახიძე

პარტიონული საქმელავი მანქანის გაშვებისა და დამუხრუჭების  
 სიმძლავრეთა განსაზღვრის საკითხისათვის

რ ე ზ ი თ მ ე

პარტიონული საქმელავი მანქანის გაშვება და დამუხრუჭება უნდა განხორციელდეს საქმელავი ლილვაკის ნებისმიერი დიამეტრის დროს. ეს მოთხოვნა გამოწვეულია ძაღის წყვეტიანობით, რომლის ლიკვიდაციისათვის აუცილებელია მანქანის სწრაფი დამუხრუჭება, წინააღმდეგ შემთხვევაში გაწყვეტილი ძაღის ბოლოს მოსაძებნად იხარჯება დიდი დრო, რაც იწვევს მანქანის მოცდენას.

MACHINE BUILDING SCIENCE

O. S. EZIKASHVILI, G. Sh. TSINTSADZE, Ts. N. KOBAKHIDZE

## ON THE DETERMINATION OF THE STARTING AND BRAKING CAPACITIES OF A BATCH WARPING MACHINE

Summary

The starting and braking of a batch warping machine may be accomplished at any value of the winding diameter of the warping roller. Otherwise, the torn end of the thread is reeled on the warping roller, and much time is spent in searching for the broken end of the thread. In the present paper the processes of the starting and braking of the C-140 warping machine are examined.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. О. С. Езикашвили, Г. Ш. Цинцадзе, Ц. Н. Кобахидзе. Текстильная промышленность, № 10, 1968.
2. М. С. Комаров. Динамика грузоподъемных машин. М., 1953.
3. В. А. Зиновьев. Основы динамики машинных агрегатов. М., 1964.
4. М. С. Комаров. Научные записки ЛПИ, вып. № 4, 1949.
5. С. Н. Кожевников. Динамика неустановившихся процессов в машинах. Автореферат. М., 1940.
6. А. О. Спиваковский. Работа машин в период неустановившегося движения. Днепропетровск, 1927.





Р. Н. ГОГИТИШВИЛИ

## О СОСТАВНЫХ ЭЛЕМЕНТАХ ТРУДОЕМКОСТИ КАПИТАЛЬНОГО РЕМОНТА МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ СТАНКОВ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Д. С. Тавхелидзе 8.6.1970)

Ежегодные затраты на ремонт и межремонтное обслуживание в машиностроении составляют 10—15% от стоимости оборудования. Одни только затраты на капитальный ремонт по универсальным токарным, консольно-фрезерным, вертикально-сверлильным и другим станкам составляют 40—45% от стоимости их изготовления. Трудоемкость капитального ремонта иногда даже в 1—1,5 и более раз превышает трудоемкость изготовления нового станка [1].

Полную трудоемкость капитального ремонта любой машины, в том числе и металлорежущих станков, можно представить как сумму трех основных элементов:

$$Q = q_p + q + q_c \text{ час,} \quad (1)$$

где  $q_p$ —трудоемкость разборки в часах,  $q$ —трудоемкость ремонта, восстановления и изготовления отдельных деталей в часах,  $q_c$ —трудоемкость сборки в часах.

В свою очередь, элемент  $q$  можно представить как

$$q = \sum_{i=1}^k q_i + \sum_{m=1}^y q_m + \sum_{n=1}^z q_n, \quad (2)$$

где  $q_i$ —суммарная трудоемкость ремонта  $k$  количества деталей станка,  $q_m$ —суммарная трудоемкость восстановления  $y$  количества деталей станка,  $q_n$ —суммарная трудоемкость изготовления  $z$  количества деталей станка.

Подставляя значение  $q$  в формулу (1), получаем

$$Q = q_p + \sum_{i=1}^k q_i + \sum_{m=1}^y q_m + \sum_{n=1}^z q_n + q_c \text{ час.} \quad (3)$$

Значение  $Q$  для различных станков разное и может колебаться в больших пределах. Особенно большое значение  $Q$  принимает при ремонте тяжелых и уникальных станков.

Рассмотрим отдельные элементы, входящие в формулу (3).

По данным заводов тяжелого машиностроения и станкостроения, трудоемкость только разборочных работ ( $q_p$ ) составляет 10—25% от полной трудоемкости капитального ремонта, а трудоемкость пригоночно-сборочных работ — 30—45%. Это объясняется главным образом низкой степенью механизации разборочных работ. Кроме того, пригоночные работы при сборке станков связаны с дополнительной обработкой (для снятия излишнего металла), которая выполняется преимущественно ручной шабровкой.

Элементом  $q_i$  предусматривается объем работ, связанных с ремонтом различных деталей станка путем обработки их изношенных поверхностей. При этом производится восстановление первоначальной формы за счет изменения их размеров.



Для соблюдения определенного характера сопряжения обработку изношенных поверхностей следует производить в соответствии с заранее установленными ремонтными размерами с учетом сохранения жесткости и прочности ремонтируемых деталей.

Ремонтные размеры устанавливаются исходя из величины и характера износа, а также из минимального припуска на обработку. Так, например, ремонтный размер изношенной шейки вала можно определить по формуле

$$d_p = d_n - \lambda,$$

где  $d_p$ —ремонтный размер (диаметр) шейки вала,  $d_n$ —номинальный размер (диаметр) шейки вала,  $\lambda = (\delta_0 + x)$ —величина снимаемого слоя металла при обработке шейки под ремонтный размер,  $\delta_0$ —максимальный износ шейки по диаметру,  $x$ —величина припуска (по диаметру) на обработку в местах наибольшего износа.

Ремонт изношенных деталей на заводах выполняется механической обработкой или ручной шабровкой. Следовательно, величина элемента  $q_i$  зависит не столько от общего количества ремонтируемых деталей, сколько от количества тех деталей, ремонт которых выполняется ручной шабровкой. К таким деталям относятся станина, стойка, каретка, стол и другие корпусные детали. При этом следует принимать во внимание, что при ремонте тяжелых станков в связи с увеличением площадей сопряженных поверхностей трудоемкость шабровочных работ особенно возрастает и достигает 50—70% от полной трудоемкости слесарно-сборочных работ, тогда как для станков средних размеров она не превышает 30—35% [2].

Трудоемкость восстановления ( $q_m$ ) изношенных деталей и изготовления ( $q_n$ ) новых деталей вместо изношенных составляет значительную долю полной трудоемкости капитального ремонта.

При капитальном ремонте станков восстановлению подвергаются разнообразные фланцы и втулки, валики и шестерни коробок скоростей и подач, кронштейны и вилки, крепежные и прочие детали. Рис. 1, а, б дает представление об удельном весе восстановленных (а) и замененных (б) втулок, шестерен и валов от общего количества изношенных деталей (кроме корпусных) при выполнении капитального ремонта тяжелых и уникальных станков различных групп.

Известно, что восстановление изношенных деталей производится путем наращивания металлического слоя наплавкой, металлизацией, хромированием и другими высокоэффективными способами. Затраты на восстановление составляют 15÷50% стоимости новой детали. Однако восстановлению подвергается лишь незначительное количество (примерно 5—7%) изношенных деталей, а подавляющая их часть заменяется новыми. При этом трудоемкость изготовления этих деталей составляет значительную долю станочных работ, выполняемых при капитальном ремонте. Ограниченное применение методов восстановительной технологии объясняется, с одной стороны, недооценкой работниками ремонтных служб эффективности этих методов, а с другой — отсутствием на ряде заводов соответствующих установок для их осуществления.

Особо следует сказать о замене изношенных деталей новыми. Ввиду отсутствия до настоящего времени научно обоснованных норм износа решение вопроса о пригодности изношенных деталей носит весьма субъективный характер, так как оно основывается лишь на практическом опыте работников ремонтных служб. Поясним это примером.

При выполнении капитального ремонта двух тяжелых горизонтальных — расточных станков (фирмы Ричардс, модель PRT-SN, диаметр



расточного шпинделя 125 мм и фирмы Шисс-Дефриз, модель WBF-18, диаметр расточного шпинделя 180 мм) нами был определен износ почти всех валиков, втулок и зубчатых колес коробок скоростей [3]. Измерение износа втулок производилось нутромером в нескольких сечениях по длине, а валиков — микрометром в нескольких сечениях по длине шеек. При определении износа зубчатых колес был использован метод общей нормали, длина которой измерялась с помощью специального микрометра. При обследовании было обнаружено также значительное повреждение рабочих поверхностей зубчатых колес (рис. 2). В результате трехкратного измерения каждой изношенной детали было установлено, что износ валиков составляет  $0,05 \div 0,12$  мм, втулок —  $0,03 \div 0,15$  мм, а зубчатых колес —  $0,030 \div 0,273$  мм.

Если максимальные значения износа принять за предельные, превысив

которые деталь потеряет свои служебные свойства и не сможет обеспечить нормальной работы узла, то все детали с меньшим значением износа можно оставить в станке до очередного ремонта. Однако по причине отсутствия предельных норм износа почти все изношенные детали (в том числе детали с минимальным значением износа) были заменены новыми, что привело к значительному увеличению трудоемкости станочных работ.

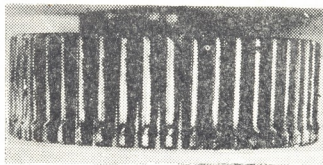


Рис. 2

На основе вышеизложенного можно заключить, что из всех элементов, входящих в формулу (3), наиболее трудоемкими являются  $q_i$  и  $q_c$ , так как они связаны с ручной шабровкой. Для сокращения трудоемкости этих элементов возникает необходимость механизации шабровоч-

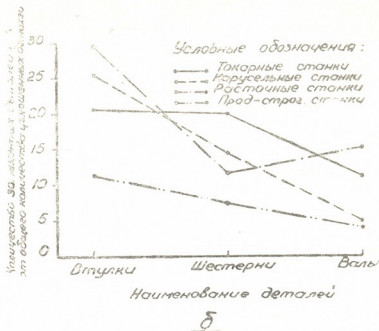
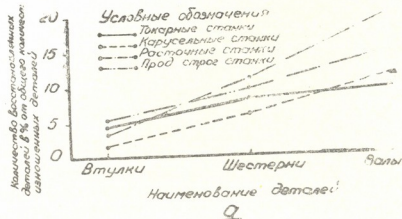


Рис. 1



ных работ. С этой целью на некоторых заводах используются специальные приспособления — механические шаберы. Однако существующие конструкции механических шаберов несовершенны и применяются главным образом для предварительной обработки.

Эффективным средством снижения трудоемкости элементов  $q_i$  и  $q_c$  является замена процесса ручной шабровки станочной обработкой. Для этих целей при ремонте корпусных деталей станков можно использовать крупные продольно-шлифовальные станки или продольно-строгальные станки, снабженные шлифовальной головкой. При отсутствии этих станков весьма целесообразно применение специальных переносных шлифовальных приспособлений.

Трудоемкость ремонта в значительной степени зависит от конструкции станка, которая предопределяет основной объем ремонтных работ. Поэтому при разработке конструкции отдельных узлов станка должны быть найдены решения, обеспечивающие максимальное сокращение количества деталей в узле и упрощение их конфигурации. Это позволит сократить число объектов (деталей), подлежащих ремонту, и соответственно снизить трудоемкость ремонта.

Трудоемкость ремонта в большой степени зависит также от ремонтоспособности конструкции станка. В частности, конструкцией станка должна быть предусмотрена возможность его разборки без порчи деталей. Между тем, в некоторых станках встречаются отдельные узлы, конструкция которых не отвечает этим требованиям.

Грузинский политехнический институт  
им. В. И. Ленина

(Поступило 11.6.1970)

მანქანათმშენობლა

რ. გოგითიშვილი

ლითონსაჭრელი ჩარხების კაპიტალური რემონტის შრომატევადობის  
შემაჯგებელი ელემენტების შესახებ

რ ე ზ ი მ ე

ლითონსაჭრელი ჩარხების კაპიტალური რემონტის მთლიანი შრომატევადობა წარმოდგენილია ცალკეული ელემენტების შრომატევადობათა ჯამის სახით. მოცემულია თითოეული ელემენტის მოცულობის განმსაზღვრელ საშუალოთა დახასიათება და მათი შრომატევადობის შემცირების ზოგიერთი საშუალება.

MACHINE BUILDING SCIENCE

R. N. GOGITISHVILI

## ON THE CONSTITUENT ELEMENTS OF LABOUR SPENT ON CAPITAL REPAIR OF THE METAL-CUTTING MACHINES

Summary

The total labour spent on capital repair of the metal-cutting machines is represented in the shape of the sum of the constituent elements of labour. The volume of each constituent element is described and ways of lowering the amount of work involved are proposed.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. П. Владзиевский, М. О. Якобсон. Коммунист, № 9, 1959.
2. Р. Н. Гогитишвили. Труды ГПИ им. В. И. Ленина, № 3 (64), 1959.
3. А. П. Владзиевский, М. О. Якобсон, Р. Н. Гогитишвили. Ремонт и эксплуатация тяжелых и уникальных станков. ЭНИМС, 1955.



Г. А. ГАЧЕЧИЛАДЗЕ

ОБ УТОЧНЕНИИ ЗАВИСИМОСТЕЙ ДЛЯ ТУРБУЛЕНТНОГО  
 НАПРЯЖЕНИЯ И ДЕФИЦИТА СКОРОСТИ В ПЛОСКОМ  
 РАВНОМЕРНОМ ПОТОКЕ

(Представлено академиком П. Г. Шенгелиа 7.5.1970)

Зависимости, полученные после интегрирования уравнений динамики (составленных на основе двухвекторной модели явления [1]), имеют вид <sup>(1)</sup>

$$(1 - k) \bar{v}_2 \bar{u}_2 - k \bar{v}_1 \bar{u}_1 = gh_0 i \left( 1 - \frac{y}{h_0} \right) - \nu \frac{d\bar{u}}{dy}, \quad (1)$$

$$(1 - k) \bar{v}_2 - k \bar{v}_1 = 0, \quad (2)$$

где  $\bar{u}_1$  и  $\bar{u}_2$  — осредненные по времени продольные (на ось  $x$ ), а  $\bar{v}_1$  и  $\bar{v}_2$  — вертикальные (на ось  $y$ ) составляющие скорости частиц, проходящих через точку соответственно в положительном и отрицательном направлениях оси  $y$ ; в принятой схеме  $+y$  направлена перпендикулярно дну снизу вверх — в случае равномерного плоского потока конечной глубины (фиг. 1) или же от стенки к центру сечения — в случае потока в круглой трубе; частицы первой группы названы восходящими, а второй — нисходящими;  $k$  — соотношение общесуммированной продолжительности прохождения восходящих частиц через данную точку к периоду осреднения  $T$ ;  $(1 - k)$  — то же для нисходящих частиц;  $\bar{u}$  — осредненная по времени скорость в точке; все обозначения даны на фиг. 1, а.

Зависимость между  $\bar{v}_1$ ,  $\bar{u}_1$  и  $\bar{u}_2$  имеет вид [1]

$$\bar{u} = k\bar{u}_1 + (1 - k) \bar{u}_2. \quad (3)$$

Пренебрегая вязкостным членом для турбулентного ядра потока, из зависимости (1) с учетом выражений (2) и (3) получаем два эквивалентных друг другу уравнения:

$$\bar{v}_1 (\bar{u}_2 - \bar{u}) = gh_0 i \left( 1 - \frac{y}{h_0} \right), \quad (4)$$

$$\bar{v}_2 (\bar{u} - \bar{u}_1) = gh_0 i \left( 1 - \frac{y}{h_0} \right). \quad (5)$$

В точке 0 на кривой распределения скоростей имеем осредненную скорость  $\bar{u} = \bar{u}_y$  (фиг. 1). Продольная скорость восходящих частиц, проходящих через точку 0 (с ординатой  $y$ ), определяется по зависимости

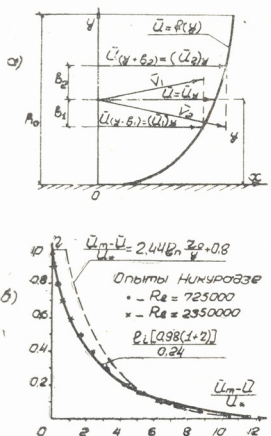
$$\bar{u}_1 = \frac{1}{kT} \sum_{i=1}^{n_1} \int_{\Delta_1 t_i} u_1 dt, \quad (6)$$

где  $kT$  — общесуммированная продолжительность прохождения через эту точку восходящих частиц, а  $\Delta_1 t_i$  — продолжительность прохождения восходящей частицы  $i$  через данную точку.

<sup>(1)</sup> Зависимости, весьма близкие к уравнениям (1) и (2), без строгого количественного анализа явления были получены и опубликованы А. С. Образовским в 1957 г.



Аналогичной зависимостью выразится  $\bar{u}_2$  с периодом осреднения  $(1-k)T$ . На основе выражения (6) можно предположить, что среднестатистическая длина переноса количества движения  $b$ , обусловленная турбулентным переносом частиц жидкости, будет равна расстоянию, отмеренному поперек потока, от рассматриваемой точки (с ординатой  $y$ ) до той, в которой местная осредненная скорость  $\bar{u}$  равна осредненной скорости в точке с ординатой  $y$  для данной группы частиц (восходящих или нисходящих, фиг. 1, а). Это предположение равносильно допущению, что среднестатистический эффект, вызванный поперечным переносом количества движения в результате переноса частиц жидкости турбулентным движением, принимается эквивалентным динамическому эффекту, соответствующему переносу частиц без изменения продольной скорости из слоя, лежащего на расстоянии, равном длине переноса для данной группы частиц.



Фиг. 1. а—Кинематическая схема двухвекторной модели турбулентного движения;  $\bar{v}_1$  и  $\bar{v}_2$ —осредненные по времени векторы скоростей частиц жидкости, проходящих через рассматриваемую точку в направлении соответственно  $+y$  и  $-y$ ; б—экспериментальная проверка распределения скоростей по закону интегрального логарифма

водные, ищем значения функции  $\bar{u} = f(y)$ , соответствующие значениям аргументов  $y-b_1$  и  $y+b_2$ , меняющихся в пределах  $0 \leq y-b_1 \leq y$  и  $y \leq y+b_2 \leq h_0$ . Разлагая функцию в ряд Тэйлора и ограничиваясь членами второго порядка, получаем

$$\bar{u}_1 = \bar{u}_{(y-b_1)} = \bar{u}_y - b_1 \frac{d\bar{u}_y}{dy} + \frac{b_1^2}{2} \frac{d^2 \bar{u}_y}{dy^2}, \quad (7)$$

$$\bar{u}_2 = \bar{u}_{(y+b_2)} = \bar{u}_y + b_2 \frac{d\bar{u}_y}{dy} + \frac{b_2^2}{2} \frac{d^2 \bar{u}_y}{dy^2}. \quad (8)$$

С учетом выражений (7) и (8) уравнения (4) и (5) принимают вид

$$\bar{v}_1 \left( b_2 \frac{d\bar{u}}{dy} + \frac{b_2^2}{2} \frac{d^2 \bar{u}}{dy^2} \right) = u_*^2 \left( 1 - \frac{y}{h_0} \right), \quad (9)$$

$$\bar{v}_2 \left( b_1 \frac{d\bar{u}}{dy} - \frac{b_1^2}{2} \frac{d^2 \bar{u}}{dy^2} \right) = u_*^2 \left( 1 - \frac{y}{h_0} \right), \quad (10)$$

где  $u_* = \sqrt{gh_0 i}$ —так называемая динамическая скорость у стенки.

Согласно гипотезе о локальной симметрии распределения характеристик турбулентности [2] принимаем  $k=0,5$ , с учетом чего из уравнения (2) получаем  $\bar{v}_1 = \bar{v}_2$  и  $|\bar{v}| = \bar{v}_1 = \bar{v}_2$ , где  $|\bar{v}|$ —осредненная по времени абсо-

лутная величина вертикальной составляющей скорости. Учитывая также, что, согласно экспериментальным данным Рейхардта, Е. М. Минского, Лауфера, И. К. Никитина, Конт-Белло и др.,  $\sqrt{\overline{v'^2}}$  в турбулентном потоке имеет порядок динамической скорости  $u_*$ , можно написать приближенное равенство в виде

$$\overline{v}_1 = \overline{v}_2 = \overline{|v|} \approx V \sqrt{\overline{v'^2}} \approx u_* \quad (11)$$

Длины переноса  $b_1$  и  $b_2$  определяем по гипотезе Кармана [2]:

$$b_1 = -\kappa_1 \frac{\overline{u}'}{\overline{u}''} \quad \text{и} \quad b_2 = -\kappa_2 \frac{\overline{u}'}{\overline{u}''}, \quad (12)$$

где  $\overline{u}' = \frac{d\overline{u}}{dy}$ ,  $\overline{u}'' = \frac{d^2\overline{u}}{dy^2}$ , а  $\kappa_1$  и  $\kappa_2$  — постоянные Кармана для двух групп частиц жидкости — восходящих и нисходящих.

С учетом зависимостей (11) и (12) из уравнений (9) и (10) получаем

$$-\overline{|v|} (\kappa_2 - 0,5\kappa_2^2) \frac{(\overline{u}')^2}{\overline{u}''} = u_*^2 \left(1 - \frac{y}{h_0}\right), \quad (13)$$

$$-\overline{|v|} (\kappa_1 + 0,5\kappa_1^2) \frac{(\overline{u}')^2}{\overline{u}''} = u_*^2 \left(1 - \frac{y}{h_0}\right). \quad (14)$$

Следует отметить, что уравнения (9) и (10), описывающие одно и то же явление, представляют собой эквивалентные друг другу зависимости. Поэтому если выражения, определяющие длину переноса  $b_1$  и  $b_2$ , установлены в строгом соответствии с физикой явления, то после их подстановки в уравнения (9) и (10) последние должны превратиться в одно и то же уравнение, что, как видно из выражений (13) и (14), на самом деле выполняется в результате применения гипотезы Кармана. Проверка такого характера, по нашему мнению, является весьма надежным критерием для оценки строгости теоретического построения всей динамической модели явления. Разделив уравнение (13) на (14), получим

$$\kappa_2 - 0,5\kappa_2^2 = \kappa_1 + 0,5\kappa_1^2 = a \quad (15)$$

и, следовательно, вместо уравнений (13) и (14) имеем

$$a \overline{|v|} \frac{(\overline{u}')^2}{\overline{u}''} = -u_*^2 \left(1 - \frac{y}{h_0}\right), \quad (16)$$

Уравнение (16), связывающее турбулентное напряжение (правая часть уравнения) с полем осредненных составляющих скоростей турбулентного потока, явно отличается от аналогичных уравнений как Кармана, так и Прандтля.

С учетом выражения (11) из уравнения (16) находим

$$\frac{(\overline{u}')^2}{\overline{u}''} = -\frac{u_*}{a} \left(1 - \frac{y}{h_0}\right). \quad (17)$$

Обозначив  $\overline{u}' = \frac{d\overline{u}}{dy} = z$ ,  $\frac{y}{h_0} = \eta$  и  $dy = h_0 d\eta$ , после первого интегрирования уравнения (17) получаем

$$-\frac{u_*}{ah_0} \frac{1}{z} = \ln(1 - \eta) + c_1. \quad (18)$$

Постоянную интегрирования  $c_1$  определяем из условия: при  $\eta \rightarrow 0$   $\ln(1 - \eta) \rightarrow 0$ . Следовательно, из (18) получаем  $c_1 \sim \frac{1}{\frac{d\overline{u}}{dy}}$ . Так как у стенки  $\frac{d\overline{u}}{dy}$  велико, можно принять  $c_1 = \ln \varepsilon$ , где  $\varepsilon$  — величина, близкая к



единице. Заменяя  $z$  на  $d\bar{u}/dy$  и учитывая  $c_1 = \ln \epsilon$ , из (18) получаем уравнение

$$\frac{ah_0}{u_*} \int_{\bar{u}}^{\bar{u}_m} d\bar{u} = \int_{1-\eta}^0 \frac{h_0 d[\epsilon(1-\eta)]}{\epsilon \ln[\epsilon(1-\eta)]} = - \int_0^{1-\eta} \frac{h_0}{\epsilon} \frac{d[\epsilon(1-\eta)]}{\ln[\epsilon(1-\eta)]}, \quad (19)$$

интегрирование которого дает

$$\frac{\bar{u}_m - \bar{u}}{u_*} = - \frac{1}{\epsilon a} \operatorname{li}[\epsilon(1-\eta)], \quad (20)$$

где  $\bar{u}_m$  — скорость в точке  $y = h_0$  (максимальная скорость в сечении).

По специальной таблице в зависимости от величины  $\eta$  находим значения интегрального логарифма (20) для разных  $\epsilon$ , близких к единице. На основе анализа опытных данных И. Никурадзе [3] было установлено, что зависимость (20) хорошо описывает распределение скоростей практически во всей толще потока при значениях  $\epsilon = 0,98$  и  $a = 0,245$ .

На фиг. 1, б построены кривые распределения скоростей по (20) и по общепринятой логарифмической зависимости. Для оценки степени их соответствия с экспериментом там же нанесены опытные точки Никурадзе. Изменение дефицита скорости по закону интегрального логарифма хорошо подтверждается во всей толще турбулентного потока и, по всей вероятности, является тем универсальным законом, к которому стремится распределение скоростей при очень больших числах Рейнольдса.

Грузинский институт гидротехники и мелиорации

(Поступило 15.5.1970)

ჰიდროტექნიკა

ბ. ბაჩილაძე

ბრტყელ თანაბარ ნაკადვებში ტურბულენტური ჰინვისა და სიჩქარის დეფიციტის საანგარიშო დამოკიდებულებათა დაზუსტების შესახებ რეზიუმე

გამოყვანილია ტურბულენტური ჰინვის დაზუსტებული საანგარიშო განტოლება, რომლის ინტეგრირება იძლევა სიჩქარის დეფიციტის განაწილებას ინტეგრალური ლოგარითმის კანონით. მიღებული განაწილების კანონი მეტად დამაჯერებლად დასტურდება ექსპერიმენტული მონაცემებით ნაკადის მთელ სიღრმეზე.

HYDRAULIC ENGINEERING

G. A. GACHECHILADZE

## ON SPECIFYING DEPENDENCIES FOR TURBULENT STRESS AND VELOCITY DEFICIT IN TWO-DIMENSIONAL UNIFORM FLOW

Summary

A specified calculation formula is derived for turbulent stress in two-dimensional flow, the integration of which gives the distribution of velocity deficit by the law of logarithm integral. The obtained law of distribution is fully borne out by the experimental data in entire depth of the flow.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. А. Гачечиладзе. Труды ГрузНИИГиМ, вып. 25, 1967.
2. Т. Карман. Сб. «Проблемы турбулентности», Л., 1936.
3. И. Никурадзе. Сб. «Проблемы турбулентности», Л., 1936.





Б. М. ЧИКВАШВИЛИ

ГИДРАВЛИКА СОПРЯЖЕНИЯ ПОТОКОВ, СБРАСЫВАЕМЫХ ИЗ ПОВЕРХНОСТНОГО И ГЛУБИННОГО ВОДОСБРОСОВ ВЫСОКИХ ПЛОТИН

(Представлено академиком П. Г. Шенгелия 29.5.1970)

Используя основные теоретические предпосылки М. Е. Факторовича [1], ниже даем методiku расчета сопряжения двух сбросных потоков в воздушной среде с учетом их раздробленности.

Геометрические условия сопряжения потоков запишем в виде

$$x_n = x_r = x \text{ и } y_n = y_r + \eta, \quad (1)$$

а уравнения траектории свободного падения потоков в виде:

а) для поверхностного водосброса

$$y_n = x \operatorname{tg} \beta_n + \frac{gx^2}{2V_{0n}^2 \cos^2 \beta_n} \quad (\text{где } V_{0n} = \varphi \sqrt{2gH_{01}}); \quad (2)$$

б) для глубинного водосброса

$$y_r = x \operatorname{tg} \beta_r + \frac{gx^2}{2V_{0r}^2 \cos^2 \beta_r} \quad (\text{где } V_{0r} = \mu \sqrt{2g(H_{01} + \eta)}). \quad (3)$$

Подставляя выражения (2) и (3) в (1), получаем

$$x = \frac{-D_1 + \sqrt{D_1^2 + 2D_2\eta}}{D_2}, \quad (4)$$

где

$$D_1 = \frac{\sin(\beta_n - \beta_r)}{\cos \beta_n \cos \beta_r} - \frac{g}{V_{0n}^2 \cos^2 \beta_n}; \quad D_2 = g \left( \frac{1}{V_{0n}^2 \cos^2 \beta_n} - \frac{1}{V_{0r}^2 \cos^2 \beta_r} \right).$$

Аналогичным образом запишем уравнение для определения дальности падения соединенного в воздухе поверхностного и глубинного потоков на уровне воды нижнего бьефа:

$$l_{\text{под}} = -\frac{V_c \cos \beta_{co}}{g} (V_c \sin \beta_{co} - \sqrt{V_c^2 \sin^2 \beta_{co} + 2gy_c}) + x. \quad (5)$$

В выражениях (1)–(5) приняты следующие обозначения:  $x_n$  и  $x_r$ ,  $y_n$  и  $y_r$  — соответственно горизонтальные и вертикальные ординаты траектории свободных падений поверхностного ( $x_n$  и  $y_n$ ) и глубинного ( $x_r$  и  $y_r$ ) потоков, а  $V_{0n}$ ,  $V_{0r}$ ,  $\beta_n$  и  $\beta_r$  — их начальные скорости и углы наклона концевых участков водосбросов по отношению к горизонту;  $H_{01}$  — напор поверхностного водосброса над центром его концевой участка — трамплина;  $\eta$  — высота между центрами концевых сечений сбросных отверстий;  $V_c$  — скорость сбросных потоков после их соединения;  $\beta_{co} = \beta_c + \beta_0$  — угол наклона соединенного потока по отношению к горизонту;  $\beta_c$  — угол между осевыми линиями глубинного и соединенного потоков;  $\beta_0$  — угол наклона осевой линии глубинного потока по отношению к горизонту.

(<sup>1</sup> Здесь и ниже всюду индексы „n“, „r“ и „с“ соответствуют поверхностному (n), глубинному (r) и соединенному (с) потокам.)



Анализ выражений (4) показывает, что при заданных реальных величинах  $\beta_n$  и  $\beta_r$  основным условием сопряжения в воздушной среде сбросных потоков является

$$\varphi < \mu \sqrt{1 + \frac{2}{H_{01}}} \quad (6)$$

Таким образом, выясняя заранее, согласно (6), возможность сопряжения потоков, по выражениям (4)–(6) определяем параметры  $x$ ,  $y_n$  и  $y_r$  и строим совмещенный график очертания траекторий свободных падений поверхностного и глубинного потоков и тем самым устанавливаем место (створ) их сопряжения. Что касается угла их сопряжения  $\beta$ , то его следует определять (измерять) графически между построенными на одном чертеже осевыми линиями траекторий глубинных и поверхностных сбросных потоков. Рассмотрим две наиболее возможные схемы сопряжения в воздушной среде двух сбросных потоков.

I. Сопряжение двух раздробленных потоков. Рассмотрим участок сопряжения двух бурных потоков, ограниченный контрольными сечениями п—п, г—г и с—с (рис. 1,а), при следующем допущении импульсом силы тяжести выделенного участка пренебрегаем ввиду его незначительности, по сравнению с количеством движения потока. Это позволяет треугольник векторов количества движения до и после соединения потоков считать замкнутым.

С учетом отмеченного из треугольника векторов количества движения (рис. 1,б) по заданным двум сторонам и углу между ними найдем величину количества движения после сопряжения потоков:

$$\rho_a^2 W_c^2 V_c^2 = \rho_a^2 W_r^2 V_r^2 + \rho_a^2 W_n^2 V_n^2 + 2 \rho_a^2 W_n W_r V_n V_r \cos \beta, \quad (7)$$

где  $\rho_a$ —плотность аэрированного потока;  $W = bh\lambda$ —объем раздробленной массы отдельных образований потока;  $\lambda$ ,  $b$  и  $h$ —длина, ширина и высота раздробленной массы потока соответственно.

По данным В. Г. Леви́ча [2], величина  $\lambda$  находится в пределах 5—9  $h$ .  $V_n$ ,  $V_r$  и  $V_c$ —скорости течения потоков в контрольных сечениях п—п, г—г и с—с соответственно. С некоторым приближением  $V_n$  и  $V_r$  можно определить из выражений

$$V_n = 0,8 \sqrt{V_{0n}^2 + 2gy_n} \quad \text{и} \quad V_r = 0,8 \sqrt{V_{0r}^2 + 2gy_r}. \quad (8)$$

Объем соединенного потока определим из уравнения массы, записанного в виде

$$W_c = W_r + W_n. \quad (9)$$

Решая уравнения (7) и (9) совместно, после разделения на  $W_r^2 V_r^2$  и  $\rho_a^2$  получаем

$$\frac{V_c}{V_r} = \frac{\sqrt{1 + \frac{W_n V_n}{W_r V_r} \left( \frac{W_n V_r}{W_r V_r} + 2 \cos \beta \right)}}{1 + \frac{W_n}{W_r}}. \quad (10)$$

Формула (10) является расчетной формулой по определению относительной скорости соединенного в воздухе поверхностного и глубинного раздробленного потоков.

Направление же соединенного потока — угол  $\beta_c$  между осями соединенного и глубинного потоков (рис. 1,а) — определим из того же

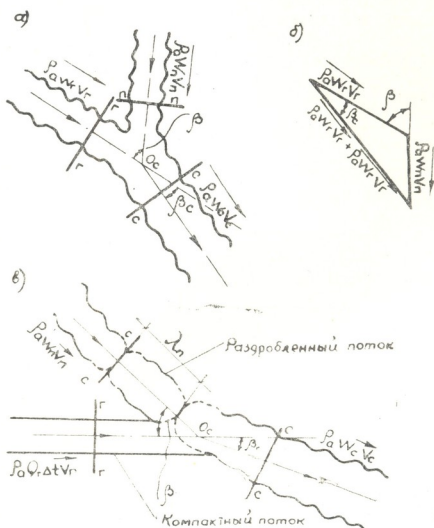


Рис. 1

треугольника векторов количества движения (рис. 1,б) с применением следующей тригономической функции:

$$\beta_c = \beta - \arctg \frac{\sin(\pi - \beta)}{\frac{W_n V_n}{W_r V_r} - \cos(\pi - \beta)} = \beta - \arctg \frac{\sin \beta}{\frac{W_n V_n}{W_r V_r} + \cos \beta} \quad (11)$$

II. Сопряжение поверхностного раздробленного (дискретного) и глубинного компактного (непрерывного) потоков. В данном случае явление взаимодействия поверхностного раздробленного и глубинного компактного потоков характеризуется тем, что раздробленная масса поверхностного сбросного потока протаскивается глубинным компактным потоком вниз по течению и вызывает некоторое заторможение общего движения соединенного потока без нарушения его компактности. В данном случае в соответствии с расчетной схемой рис. 1,в запишем

$$\rho_a W_c \vec{V}_c = \rho_a W_n \vec{V}_n + \rho_a Q_r \Delta t \vec{V}_r, \quad (12)$$

где  $Q_r \Delta t = W_r = \omega_r V_r \Delta t$ . (13)

Согласно расчетной схеме рис. 1,в принимаем

$$\Delta t = \frac{\lambda_n}{V_n}. \quad (14)$$

Тогда  $Q_r \Delta t = \omega_r V_r \frac{\lambda_n}{V_n}$ . (15)

Подставив равенство (7) в (12), получим

$$\rho_a W_c \vec{V}_c = \rho_a W_n \vec{V}_n + \rho_a \omega_r \lambda_n \left( \frac{V_r}{V_n} \right) \vec{V}_r \quad (16)$$



или же (в скалярных величинах)

$$\rho_a^2 W_c^2 V_c^2 = \rho_a^2 W_n^2 V_n^2 + \rho_a^2 (\omega_r \lambda_n)^2 \left( \frac{V_r}{V_n} \right)^2 V_r^2 + 2 \rho_a^2 W_n V_n \omega_r \lambda_n \frac{V_r}{V_n} V_r \cos \beta. \quad (17)$$

На основании уравнения массы имеем

$$W_c = W_n + \omega_r \lambda_n \frac{V_r}{V_n}, \quad (18)$$

где  $\omega_r = bh$  — поперечное сечение глубинного компактного потока.

Поделив все члены уравнения (17) на  $(\omega_r \lambda_n)^2 V_r^2$  и сократив на  $\rho_a^2$ , получим с учетом (18)

$$\frac{V_c}{V_r} = \frac{\sqrt{\frac{W_n^2 V_n^2}{(\omega_r \lambda_n)^2 V_r^2} + \frac{1}{(V_n/V_r)^2} + 2 \frac{W_n}{\omega_r \lambda_n} \cos \beta}}{\frac{W_n}{\omega_r \lambda_n} + \frac{1}{V_n/V_r}}. \quad (19)$$

Аналогично для определения направления соединенного потока (рис. 1,а) запишем

$$\beta_c = \beta - \arctg \frac{\sin(\pi - \beta)}{\frac{W_n}{\omega_r \lambda_n} \left( \frac{V_n}{V_r} \right)^2 - \cos(\pi - \beta)} = \beta - \arctg \frac{\sin \beta}{\frac{W_n}{\omega_r \lambda_n} \left( \frac{V_n}{V_r} \right)^2 + \cos \beta}. \quad (20)$$

Таким образом, вычисляя заранее согласно выражению (8) скорости поверхностного  $V_n$  и глубинного  $V_r$  сбросных потоков, по формулам (10) и (19) определяем интересующую нас скорость соединенного потока, а по (11) и (20) — его направление.

Тбилисский институт сооружений и гидротехники

(Поступило 5.6.1970)

ჰიდროტექნიკა

ბ. ჩიკვაშვილი

მაღალი კაშხლების ზედაპირული და სიღრმითი წყალსაგდებებიდან ვარდნილი ნაკადების უშუალოების ჰიდრაულიკა

რეზიუმე

თეორიული განხილვის საფუძველზე მოცემულია მაღალი კაშხლების ზედაპირული და სიღრმითი წყალსაგდებებიდან ვარდნილი ნაკადების უშუალოების განგარიშების მეთოდი ნაკადის დაქუცმაცებისა და აერაციის ხარისხის გათვალისწინებით.

HYDRAULIC ENGINEERING

B. M. CHIKVASHVILI

## HYDRAULICS OF JOINTS OF FLOWS REMOVED FROM SURFACE AND DEPTH HIGH-DAM SPILLWEIRS

Summary

A method for calculating joints of flows removed from surface and depth spillweirs of high dams with regard to the extent of their air compound and separation are given on the basis of theoretical considerations.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. М. Э. Факторович. Изв. ВНИИР, № 48, 1952.

2. В. Г. Левич. Физико-химическая гидродинамика. М., 1969.



УДК 627.13

ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

Б. Г. НАЧКЕБИЯ

К ВОПРОСУ ОБ АНАЛИЗЕ РАБОТЫ СХЕМЫ ФОРМИРОВАНИЯ ИМПУЛЬСОВ НА ТИРИСТОРАХ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Л. Г. Абелишвили 23.6.1970)

В различных устройствах импульсной техники с коммутирующими приборами, напряжение которых не превышает нескольких десятков вольт при токах в несколько ампер, успешно применяются тиристоры малой мощности [1, 2]. Процесс включения последних производится в основном при высоком уровне инжекции в широкой слаболегированной *n*-базе [3] с незначительной длительностью этапа модуляции проводимости базовых областей неосновных носителей [1]. Поэтому в момент коммутации ток через структуру можно представить в виде

$$i(t) = I_0 e^{t/\tau},$$

где  $I_0$  — начальный ток включения,  $\tau$  — постоянная времени инерционности прибора, зависящая от параметров структуры тиристора.

Одна из типичных схем формирователя двухтактных импульсов тока на двух тиристорах представлена на рис. 1, работа ее основана на заряде и разряде накопительной емкости  $C$  путем попеременного отпирания (запирания) тиристоров  $T_1$  и  $T_2$ . Анализ подобных схем посвящено несколько статей, например [1, 2]. Однако постановка задачи в отдельных случаях искажает истинную картину переходных процессов в схеме и вызывает усложнение математических выкладок. Так, при составлении эквивалентной схемы заряда накопительной емкости  $C$  принимается во внимание и ток утечки закрытого тиристора [1],

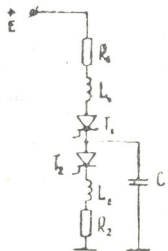


Рис. 1

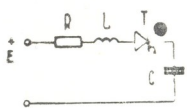


Рис. 2

несмотря на его малость, по сравнению с номинальным (порядка 5 ÷ 6). Пренебрежение этим током в известной мере упростило бы задачу при минимальном ущербе для точности. Кроме того, использование при решении переходного процесса значения остаточного напряжения [1] вы-



зывает ряд трудностей при расчетах. В частности, если имеется в виду остаточное напряжение, приведенное в паспортных данных, то здесь следует учитывать разброс параметров и вид вольт-амперной характеристики открытого тиристора, где незначительная неточность, допущенная в определении остаточного напряжения, вызывает значительную ошибку в определении тока. Во-вторых, если известно остаточное напряжение при наличии характеристики тиристора, задача для определения тока сама собой отпадает.

В настоящей статье предлагается анализ одного этапа работы формирователя импульсов на тиристорах, а именно процесса заряда накопительной емкости на основе эквивалентной схемы, приведенной на рис. 2.

Процесс заряда емкости начинается, как только в тиристоре завершаются внутрирегенеративные процессы. Уравнение, описывающее переходный процесс, можно записать в виде

$$\frac{d^2 U_C}{dt^2} + \frac{R+r}{L} \frac{dU_C}{dt} + \frac{1}{LC} U_C = E, \quad (1)$$

где  $r$  — сопротивление открытого тиристора, которое из-за небольшой нелинейности характеристики можно считать постоянным.

Для того чтобы обеспечить получение максимального токового импульса в цепи, должно осуществляться условие  $r + R < 2 \sqrt{\frac{L}{C}}$ , и решение уравнения (1) примет следующий вид:

$$U_C = E + (A_1 \cos \omega' t + A_2 \sin \omega' t) e^{-at}. \quad (2)$$

Здесь

$$a = \frac{R+r}{2L} \quad \text{и} \quad \omega' = \sqrt{\frac{1}{LC} - \frac{(R+r)^2}{4L^2}}.$$

Начальные условия, определяющие постоянные коэффициенты  $A_1$  и  $A_2$ , можно найти построив нагрузочную характеристику тиристора для процесса включения.

На рис. 2 справедлива система уравнений, соответствующих моменту включения тиристора:

$$U_R = iR; \quad e = L \frac{di}{dt}; \quad i = C \frac{dU_C}{dt}; \quad i = I_0 e^{t/\tau}.$$

Путем исключения времени и несложных преобразований получим зависимость между током и напряжением на тиристоре:

$$di = - \frac{1}{\frac{\tau}{C} + R + \frac{L}{\tau}} dU_T. \quad (3)$$

Выражение (3) представляет прямую с углом наклона

$$\alpha = \arctg \left( - \frac{1}{\frac{\tau}{C} + R + \frac{L}{\tau}} \right).$$

Нанеся нагрузочную прямую на характеристику тиристора (рис. 3), можно определить ток и напряжение на тиристоре к концу момента регенеративного процесса в структуре соответственно и начальные условия для решения уравнения (1).



Время, за которое в тиристоре кончается экспоненциальное нарастание тока, определяется из уравнения (1):

$$t_0 = \tau \ln \frac{E - U}{I_0 \left( R + \frac{L}{\tau} + \frac{\tau}{C} \right)}. \quad (4)$$

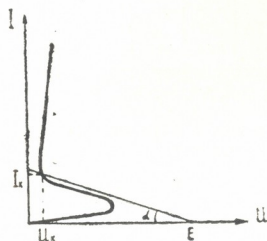


Рис. 3

Напряжение на емкости, соответствующее этому моменту времени, будет иметь следующий вид:

$$U_C(t_0) = \frac{1}{C} \int_0^{t_0} i dt = \frac{2}{C} \int_0^{t_0} I_0 e^{t/\tau} dt = \frac{1}{C} \tau I_0 e^{t_0/\tau} - \frac{1}{C} \tau I_0.$$

Однако в момент  $t_0$  напряжение на тиристоре равно  $U_k$  и ток в цепи соответственно будет равняться  $i(t_0) = I_0 e^{t_0/\tau} = I_k$ . Так как  $I_0 \ll I_k$ , то окончательно для напряжения на емкости будем иметь

$$U_C(t_0) \approx \frac{1}{C} \tau I_k. \quad (5)$$

К подобному результату можно прийти следующим образом.

Если ток через тиристор за время включения представляется экспоненциальной функцией, то фактически получаем линейную зависимость между током и напряжением (выражение (3)), что позволяет представить в первом приближении ток в цепи как линейную функцию от времени  $i(t) = kt$ , где  $k = I_k/I_0$ . Следовательно, для напряжения на емкости к моменту  $t_0$  будем иметь

$$U'_C(t_0) = \frac{1}{C} \int_0^{t_0} kt dt = \frac{kt_0^2}{2C} = \frac{I_k}{2C} t_0. \quad (6)$$

В таблице приведены значения критического тока и соответствующие напряжения на емкости, вычисленные по формулам (5) и (6).

Тип и № прибора	$\tau$ , мксек	$I_0$ , ма	$R$ , ом	$C$ , мкф	$L$ , мкГн	$t_0$ , мксек	$I_k$ , а	$U_k$ , в	$U_c(t^0)$ , в	$U'_c(t^0)$ , в
КУ 201 Е	1	0,2	1	1	10	1,38	1,07	0,93	0,214	0,773
	2	0,08	5	3	0,5	5	0,91	0,92	0,145	0,373
	3	0,1	0,6	1	1,5	4	0,77	1,46	0,96	0,374
	4	0,12	0,6	2	2	8	0,85	0,86	0,91	0,188
	5	0,09	4	4	2,5	10	0,43	0,52	0,9	0,044
	6	0,1	0,55	5	0,25	5	0,73	1,08	0,93	0,43
	7	0,07	6	1	1	10	0,3	0,41	0,88	0,028

Из вышеизложенного следует, что процесс установления напряжения на тиристоре происходит довольно быстро. Напряжение на конденсаторе, как и надо было предполагать, изменяется незначительно и фактически определяется током  $I_k$ . Поэтому для решения уравнения переходного процесса заряда накопительной емкости можно задаться нулевым начальным значением напряжения на емкости.

(Поступило 25.6.1970)

ელექტროტექნიკა

### ბ. ნაჩკებია

ტირისტორებზე აგებული იმპულსების მაფორმირებელი სქემის ანალიზის საკითხისათვის

რეზიუმე

განხილულია დამაგროვებელი ტევადობის მქონე ტირისტორებზე აგებული იმპულსების მაფორმირებელში მიმდინარე პროცესები. მოყვანილია დამაგროვებელი ტევადობის დამუხტვის ეტაპის ანალიზი, აგრეთვე კომპლექსური დატვირთვის მქონე ტირისტორის დატვირთვის მახასიათებლის აგების მეთოდი.

ELECTROTECHNICS

B. G. NACHKEBIA

## ANALYSIS OF WORK OF THYRISTOR PULSE FORMER SCHEME

### Summary

For analysis of processes occurring in a thyristor scheme it is necessary to find the loading characteristic of the thyristor. It is found easily if the current of thyristor at the time of commutation represents an exponential function. The table illustrates parameters of scheme with variation complex load.

### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. А. Горохов, М. Б. Щедри. Радиотехника, т. 24, № 2, 1969.
2. Р. В. Билик, В. С. Крутенко и др. Импульсные схемы на тиристорах и диодисторах. М., 1968.
3. А. А. Лебедев, А. И. Уваров. ФТП, т. 1, вып. 2, 1967.





УДК 511.7

АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ И ВЫЧИСЛИТ. ТЕХНИКА

Н. Г. ХАРАТИШВИЛИ, И. М. ЧХЕИДЗЕ

О ДИСКРЕТНОМ ПРЕДСТАВЛЕНИИ ДВУМЕРНОГО СООБЩЕНИЯ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Н. В. Габашвили 21.4.1970)

Фундаментальное значение для теории передачи сообщений имеет известная теорема В. А. Котельникова [1]. Однако представление в соответствии с этой теоремой сигнала, ограниченного по спектру, является, как известно, удобным приближением и приводит к замене реального сигнала приближенным, существующим неограниченно во времени. Погрешность подобного приближения неоднократно обсуждалась [1—5].

Совершенно аналогичные процессы преобразования непрерывных сообщений в дискретные имеют место и в других системах передачи сообщений, в которых идет речь о многомерных сообщениях, т. е. о сообщениях, являющихся функциями более чем одной переменной (например, фототелеграфия, телевидение и т. д.). Ограничившись случаем двумерных сообщений, рассмотрим в настоящей работе решение двух задач, представляющих интерес при разработке определенного класса систем передачи сообщений:

1. Разложение функции, являющейся математическим выражением двумерного сообщения, в ряд, который описывает это сообщение при помощи дискретных значений, расположенных в области существования этого сообщения.
2. Оценка погрешности применяемого приближения при ограничении числа членов ряда.

Для решения первой задачи сформулируем теорему.

*Теорема. Пусть задана функция  $f(x, y)$ , удовлетворяющая условиям Дирихле, определенная в области*

$$-\frac{X}{2} \leq x \leq \frac{X}{2}; \quad -\frac{Y}{2} \leq y \leq \frac{Y}{2}$$

и тождественно равная нулю вне этой области. Тогда

$$f_N(x, y) = \sum_{i=-f_{b_1} X}^{f_{b_1} X} \sum_{j=-f_{b_2} Y}^{f_{b_2} Y} \frac{1}{2 f_{b_1} X 2 f_{b_2} Y} f(i\Delta x, j\Delta y) \times$$

$$\times \frac{\sin \left[ \frac{(2 f_{b_1} X + 1)}{2} \cdot \frac{2\pi}{X} (x - i\Delta x) \right]}{\sin \frac{2\pi}{X} (x - i\Delta x)} \cdot \frac{\sin \left[ \frac{(2 f_{b_2} Y + 1)}{2} \cdot \frac{2\pi}{Y} (y - j\Delta y) \right]}{\sin \frac{2\pi}{Y} (y - j\Delta y)}. \quad (2)$$

Доказательство. Как известно, разложение  $f(x, y)$ , заданной в области (1), в двойной ряд Фурье имеет вид [6]



$$f(x, y) = \sum_{n, m} \lambda_{n, m} \left[ a_{n, m} \cos \frac{n 2 \pi x}{X} \cos \frac{m 2 \pi y}{Y} + b_{n, m} \cos \frac{n 2 \pi x}{X} \sin \frac{m 2 \pi y}{Y} + c_{n, m} \sin \frac{n 2 \pi x}{X} \cos \frac{m 2 \pi y}{Y} + d_{n, m} \sin \frac{n 2 \pi x}{X} \sin \frac{m 2 \pi y}{Y} \right], \quad (3)$$

где

$$\lambda_{n, m} = \begin{cases} 1/4 & \text{если } n = 0, \quad m = 0, \\ 1/2 & \text{если } n \neq 0, \quad m = 0, \\ & \text{или } n = 0, \quad m \neq 0, \\ 1 & \text{если } n \neq 0, \quad m \neq 0, \end{cases}$$

а коэффициенты определяются по формулам

$$\begin{aligned} a_{n, m} &= \frac{4}{XY} \int_{-X/2}^{+X/2} \int_{-Y/2}^{+Y/2} f(x, y) \cos \frac{n 2 \pi x}{X} \cos \frac{m 2 \pi y}{Y} dx dy, \\ b_{n, m} &= \frac{4}{XY} \int_{-X/2}^{+X/2} \int_{-Y/2}^{+Y/2} f(x, y) \cos \frac{n 2 \pi x}{X} \sin \frac{m 2 \pi y}{Y} dx dy, \\ c_{n, m} &= \frac{4}{XY} \int_{-X/2}^{+X/2} \int_{-Y/2}^{+Y/2} f(x, y) \sin \frac{n 2 \pi x}{X} \cos \frac{m 2 \pi y}{Y} dx dy, \\ d_{n, m} &= \frac{4}{XY} \int_{-X/2}^{+X/2} \int_{-Y/2}^{+Y/2} f(x, y) \sin \frac{n 2 \pi x}{X} \sin \frac{m 2 \pi y}{Y} dx dy. \end{aligned} \quad (4)$$

Так как коэффициенты Фурье с увеличением номера  $n$  и  $m$  стремятся к нулю, то обычно ограничивают число членов ряда (3) с требуемой точностью:

$$\begin{aligned} f_N(x, y) &= \sum_{n=0}^{f_{b_1} X} \sum_{m=0}^{f_{b_2} Y} \lambda_{n, m} \left[ a_{n, m} \cos \frac{n 2 \pi x}{X} \cos \frac{m 2 \pi y}{Y} + \right. \\ &+ b_{n, m} \cos \frac{n 2 \pi x}{X} \sin \frac{m 2 \pi y}{Y} + c_{n, m} \sin \frac{n 2 \pi x}{X} \cos \frac{m 2 \pi y}{Y} + \\ &\left. + d_{n, m} \sin \frac{n 2 \pi x}{X} \sin \frac{m 2 \pi y}{Y} \right], \end{aligned} \quad (5)$$

где  $f_{b_1}$  и  $f_{b_2}$  — высшие гармоники ряда Фурье.

Подставляя значения коэффициентов ряда Фурье, определяемые через дискретные значения функции  $f(x, y)$  по формуле прямоугольников [7], представляя произведение синусов и косинусов по формулам разложения и используя формулу кратных косинусов, окончательно получаем

$$f_N(x, y) = \sum_{i=-f_{b_1} X}^{f_{b_2} X} \sum_{j=-f_{b_2} Y}^{f_{b_2} Y} \frac{1}{2 f_{b_1} X 2 f_{b_2} Y} f(i \Delta x, i \Delta y) \times$$

$$\times \frac{\sin \left[ \frac{(2f_{b_1}X + 1)}{2} \frac{2\pi}{X} (x - i\Delta x) \right] \cdot \sin \left[ \frac{(2f_{b_2}Y + 1)}{2} \frac{2\pi}{Y} (y - j\Delta y) \right]}{\sin \frac{2\pi}{X} (x - i\Delta x) \sin \frac{2\pi}{Y} (y - j\Delta y)}. \quad (6)$$

Если принять, что  $2f_{b_1}X \gg 1$  и  $2f_{b_2}Y \gg 1$ , то ряд выразится в виде

$$f_N(x, y) = \sum_{i=-f_{b_1}X}^{f_{b_1}X} \sum_{j=-f_{b_2}Y}^{f_{b_2}Y} f(i\Delta x, j\Delta y) \times \frac{\sin \omega_{b_1}(x - i\Delta x)}{\omega_{b_1}X/\pi \sin \frac{\pi}{X}(x - i\Delta x)} \times \\ \times \frac{\sin \omega_{b_2}(y - j\Delta y)}{\omega_{b_2}Y/\pi \sin \frac{\pi}{Y}(y - j\Delta y)}. \quad (7)$$

Таким образом, из ряда (6) следует утверждение: двумерная функция с ограниченной областью существования (1) и ограниченными частотами двумерного спектра описывается  $2f_{b_1}X$  и  $2f_{b_2}Y$  — числом дискретных отсчетов функции и областью существования.

Связь полученного ряда (7) с обобщенным рядом Котельникова нетрудно усмотреть, если зафиксировав  $\omega_{b_1}$  и  $\omega_{b_2}$ , неограниченно увеличивать интервал существования (1). Тогда в знаменателе  $\sin$  заменяется аргументом и получается обобщение ряда Котельникова для двумерного сообщения [8].

Для оценки погрешности применяемого приближения при ограничении числа членов ряда применим критерий среднеквадратичной ошибки, которая при обобщении уравнения замкнутости [7] будет иметь следующий вид:

$$\delta^{(2)} = \sum_{n=2f_{b_1}X+1}^{\infty} \sum_{m=2f_{b_2}Y+1}^{\infty} a_{n,m}^2 + b_{n,m}^2 + c_{n,m}^2 + d_{n,m}^2, \quad (8)$$

где  $a_{n,m}$ ,  $b_{n,m}$ ,  $c_{n,m}$  и  $d_{n,m}$  — формулы (4).

Поскольку переход от (5) к (7) производится лишь при помощи тождественных преобразований, то погрешность (8) будет одновременно в квадрате отклонения ряда при ограничении верхних граничных частот спектра  $\omega_{b_1}$  и  $\omega_{b_2}$ . Выражение (8) представляет собой энергию двумерного сообщения, частотные составляющие которого находятся выше  $\omega_{b_1}$  и  $\omega_{b_2}$ ; обозначим ее через  $\Delta E$ . Относя эту часть энергии к полной энергии сообщения  $E$ , получаем выражение для относительной погрешности в виде

$$\frac{[\bar{f}(x, y) - f_N(x, y)]^2}{\bar{f}(x, y)^2} = \frac{\Delta E}{E}.$$

В качестве двумерной функции может быть взята функция распределения яркости, которая в соответствии с Метцом и Греем [9] может быть представлена в виде двукратного преобразования Фурье:

$$B_{x,y} = \sum_{n,m} A_{n,m} \exp \left[ i\pi \left( \frac{nx}{a} + \frac{my}{b} \right) \right],$$

где  $2a$  и  $2b$ —ширина и высота передаваемого изображения, а  $A_{n,m}$ —коэффициенты ряда Фурье. Связь коэффициентов  $A_{n,m}$  с  $a_{n,m}$ ,  $b_{n,m}$ ,  $c_{n,m}$ ,  $d_{n,m}$  может быть установлена общезвестными соотношениями [6].

Грузинский политехнический институт  
им. В. И. Ленина

(Поступило 30.4.1970)

ავტომატური მართვა და გამომავლითი ტექნიკა

ბ. ხარატიშვილი, ი. ჩხეიძე

ორზომად შეტყობინებათა დისკრეტული სახით წარმოდგენის  
შესახებ

რეზიუმე

ორზომად შეტყობინებათა წარმოდგენისათვის გამოყენებულია წაკვეთილი მწკრივი. მიღებული დაშლა საშუალებას იძლევა აღვადგინოთ ორზომადი ფუნქცია მისი სასრული რაოდენობის მნიშვნელობებით დისკრეტულ წერტილებში, რომლებიც მიეკუთვნება ფუნქციის არსებობის არეს. მიღებული შედეგებით შეიძლება მოვახდინოთ ორზომად შეტყობინებათა დისკრეტისაცა საჭირო სიზუსტით.

AUTOMATIC CONTROL AND COMPUTER ENGINEERING

N. G. KHARATISHVILI, I. M. CHKHEIDZE

ON DISCRETE REPRESENTATION OF A TWO-DIMENSIONAL  
SIGNAL

Summary

The representation of a two-dimensional signal, described by a function with a limited region of existence, i. e., a truncated series, is obtained. The obtained expansion allows to restore the function with a finite number of values at a discrete point belonging to the region of the function existence. The results are of interest in solving the problem of the representation of two-dimensional signals by discrete values of the function.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. А. Котельников. Материалы к 1-му съезду ВЭК. М., 1933.
2. Н. А. Железнов. Радиотехника, № 8, 1957.
3. И. Т. Турбович. Метод близких систем. М., 1961.
4. А. А. Харкевич. Радиотехника, № 8, 1958.
5. В. В. Лебедев. Радиотехника, № 1, 1961.
6. Г. М. Фихтенгольц. Курс дифференциального и интегрального исчисления, т. III. М., 1949.
7. В. И. Смирнов. Курс высшей математики, т. III. М., 1948.
8. Н. К. Игнатьев. НДВШ, Радиотехника и электроника, № 1, 1961.
9. P. Mertz, F. Gray. BSTJ, 13, 1934, 464—515.



3. მოსაზრებები, ფ. ნიკუაჩაძე

### საფუძვარე მიკროორგანიზმების ბენეზიკის საკითხისათვის

(წარმოდგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ნ. ხომიჭრაშვილმა 28.4.1970)

მკვლევართა უმრავლესობის მიერ აღიარებულია, რომ საფუძვრები ღვიწკნის ხედვებზე უფრო მეტად ეერთა (ვენახიდან). თუ როგორ ჩნდება იგი ვენახში და როგორია მისი სასიცოცხლო ციკლი წლის განმავლობაში, ჯერ კიდევ საკმარისად არაა შესწავლილი.

აღნიშნულ საკითხზე პირველი ჩამოყალიბებული ჰიპოთეზა მოგვცა ჰანზენმა. ამ თეორიის თანახმად, ღვიწკნის საფუძვრები, რომლებიც ვაზის სხვადასხვა ორგანოებზე არიან, ცვივიან რა ძირს, იზამთრებენ ნიადაგში, და გაზაფხულზე და ზაფხულში ქარისა და მწერების საშუალებით კვლავ აღმოჩნდებიან ვაზის მიწისზედა ნაწილებზე.

ჰანზენის შრომის გამოქვეყნების შემდეგ მრავალი მკვლევარის მიერ შემოწმებულ იქნა საფუძვრების წლიურ ციკლში მიმოქცევის საკითხები. შემოწმებულ იქნა ვენახის ნიადაგისა და ჰაერის მიკროფლორა წლის სხვადასხვა პერიოდში.

საბჭოთა კავშირში ამ მიმართებით დიდი კვლევითი მუშაობა აქვთ ჩატარებული შორეული აღმოსავლეთისა და სომხეთის პირობებისათვის ვ. კულარიაძეც, ყირიმის პირობებისათვის — ნ. საენკოს, ხოლო საქართველოს პირობებისათვის — გ. მოსიაშვილს.

ამ გამოკვლევათა საფუძველზე ყველა მკვლევარი მივიდა ერთსა და იმავე დასკვნამდე — ვენახების საფუძვრების მიკროფლორა მეტად ღარიბია, ვენახის როგორც ნიადაგში, ისე ჰაერში და მცენარეთა ნაწილებზე ისინი ძლიერ მცირე სახეობით გვხვდებიან.

როგორც წესი, გაზაფხულ-ზაფხულის განმავლობაში ნიადაგსა და ჰაერში გვხვდება მხოლოდ *Torulopsis* და *Hanseniaspora*-ს გვარის საფუძვრები. რაც შეეხება ძლიერ მადულარა საფუძვრებს, ისინი მხოლოდ სიმწიფის პერიოდში ვლინდებიან და ისიც მცირე რაოდენობით.

ამგვარად ისმება კითხვა, საიდან იღებენ საწყისს საფუძვრები და ძლიერ მადულარა ფორმები, როგორია მათი სასიცოცხლო ციკლი წლის სხვადასხვა პერიოდების მიხედვით?

ნ. საენკოს მიერ ჩატარებულმა ცდებმა გვიჩვენა, რომ ნიადაგში დიდი რაოდენობით შეტანილი ძლიერ მადულარა საფუძვრები ვაჭარა ზამთრის განმავლობაში, სექტემბერში მწიფე ყურძენზე ნ. საენკომ გამოავლინა საფუძვრის ისეთი ფორმები, რომლებიც ნიადაგში არ ყოფილა შეტანილი და არც ყოფილა აღმოჩენილი ნიადაგის, ჰაერისა და ყურძნის არც ერთი გასინჯვის დროს.

მკვლევარები აღნიშნავენ, რომ ნიადაგიდან საფუძვრები გადაიტანება ვაზზე ქარისა, მწერებისა და მომუშავე პერსონალის მიერ. თუ ნიადაგში საფუძვრები წარმოდგენილია მხოლოდ *Torulopsis* და *Hanseniaspora*-ს სახეობით, მაშინ როგორ გადაიტანენ ზემოაღნიშნული ფაქტორები საფუძვრების იმ სახეობებს, რომლებიც გვხვდება სიმწიფეში მყოფ ყურძენზე. ყოველივე აქედან გამომდინარე, ჩვენ შევიწყვეტეთ დროზოფილას და ზოგიერთი მწერების საფუძვრებთან ურთიერთამოკიდებულების საკითხები.

ამ მიზნით შესწავლილია სხვადასხვა სეზონის სიმწიფის ხილის ნაყოფებზე გავრცელებული საფუძვრები და ბუჩქნები. შესწავლა წარმოებდა შემ-



დეგი წესით: ვიღებდით საღ ნაყოფებს, ვრეცხდით მათ სტერილური წყლით და აღნიშნული ნარეცხიდან გადაგვქონდა წვეთი ყურძნის წვენი. დათესილ ყურძნის წვეთიდან 48 საათის შემდეგ წვეთი გადაგვქონდა ყურძნის წვენ-ავარიან პეტრის ფინჯანზე კოლონიების დასადგენად. პარალელურად ღია ქურჭელში ვტოვებდით ხილის ნაყოფის დაქუცმაცებულ დაჭყლეტილ ნაწილებს, რომლებზედაც სწრაფად ჩნდებოდნენ ბურნები. ბურნებს ვიჭერდით და ვსვამდით როგორც გასტერილებულ ყურძნის წვენიან სინჯარებში, ისე ყურძნის წვენ-ავარიან პეტრის ფინჯანზე. ხილის ნარჩენებზე წარმოშობილი ბურნის მატლები და ჭუპრები გადაგვყავდა იმავე საკვებ არეებზე. ცალკე ვაწარმოებდით ბურნებს. გამრავლება ვინასწარ განსაზღვრულ საკვებ არეებზე. ასეთი წესით გამრავლებულ ბურნებს, მატლებსა და ჭუპრებს ვათავსებდით სპეციალურ ერთი სახეობის საფუარებით დათესილ ყურძნის წვენ-ავარიან პეტრის ფინჯანებზე.

ამეთ საკვებ არეებზე ვაწარმოებდით ბურნის გადათესვას რამდენიმე თაობაში. ვსწავლობდით მიღებული საფუარების დუღილის ინტენსივობას, კოლონიების აღნაგობას (კოლონიის ზედაპირის ამობურცულობას, ფორმასა და ფერს).

შესწავლის შედეგად გამოვლინდა, რომ ბურნა ყველა შემთხვევაში იძლევა სუსტად მადულარი საფუარების სამ-ოთხ ფორმას. თხევად საკვებ არეში (ყურძნის წვენი) ეს საფუარები იძლევიან სუსტ დუღილს, ხსნარის ზედაპირზე თეთრი ფერის ბრკეს, ხოლო მაგარ საკვებ არეზე (ყურძნის წვენ-ავარი) პეტრის ჯამებზე — თეთრი ფერის წვრილ და საშუალო ზომის კოლონიებს. მეორე და შემდგომ თაობებში ეს საფუარები თანდათან აძლიერებენ დუღილს. მათი ხელახლა გადათესვის შემოწმების შედეგად აღმოჩნდა, რომ ერთსა და იმავე კოლონიიდან გადათესილმა კულტურამ (მტამამ) შემდეგ თაობაში მოგვცა ახალი ფორმები: მათში გამოჩნდა ჯერ წვრილი პატარა პრიალა კოლონიები (ძლიერი მადულრები), შემდგომ თაობებში კი უფრო მსხვილი და ასევე ძლიერ მადულარა ფორმები. როგორც ცნობილია, ყველა მკვლევარი აღნიშნავს, რომ ბურნები არიან საფუარების გარეგნულად გადაძვანები, რომ ისინი იკვებებიან საფუარებით და ექსკრემენტთან ერთად მოუწელებელ საფუარის უჯრედებს ავრცელებენ სხვადასხვა ობიექტებზე.

ჩვენი ცდების შედეგად ეს მოვლენა არ დადასტურდა. ყოველი ბურნის შეყვანა აღნიშნულ საკვებ არეებზე ყველა შემთხვევაში იძლევა საფუარის ნათესს. ამასთან ნათესს იძლევა არამარტო ბურნები, არამედ მათი როგორც ახლად გამოჩეკილი, ისე ხნიერი მატლებიც. ამასთან როგორც მატლები, ისე ბურნები თავიანთი მოძრაობის მთელ გზაზე სთესენ საფუარების კოლონიებს, ისე, რომ მთელი პეტრის ფინჯნის ზედაპირი დაფარულია წვრილი, ერთიმეორეზე მიწყობილი კოლონიებით. თითოეული კოლონია წარმოადგენს საფუარის ერთი უჯრედის ნამრავლს. შეუძლებელია წარმოვიდგინოთ, რომ ბურნას, რომელმაც რვა საათის განმავლობაში მთელ ზედაპირზე დათესა უამრავი საფუარის კოლონია. ჰქონდა ამდენი მოუწელებელი ცოცხალი საფუარის უჯრედები ნაწლავებში. თუ კი ეს საფუარით იკვებებოდა, მაშინ მოუწელებელი უჯრედების რაოდენობა უნდა იყოს ძლიერ მცირე. გარდა ამისა, ჩვენ მიერ ასობით ჩატარებულ ცდებში 5—6 წლის მანძილზე არ შეგვიმჩნევია, რომ იმ პეტრის ფინჯანზე, რომელზედაც დათესილი იყო საფუარების კოლონიები და შეყვანილი იყო ბურნა, შექმნილი ყოფილიყო კოლონიები, ანდა დარღვეული ყოფილიყო მათი ზედაპირული აღნაგობა.

მატლების შეყვანის დროს საფუარებით დათესილ პეტრის ფინჯანზე შეიმჩნევა, რომ მატლები მაშინვე მიდიან საფუარის კოლონიებისაკენ, ძვრებიან მათ ქვეშ, აგარის შრეში და ჭამენ აგარის იმ ნაწილს, რომელიც საფუარის მიერ იყო დაჟმავებული. საფუარით დაუსახლებელ აგარს ისინი ნაკლებად ეტანებიან. იმისათვის, რომ უფრო ნათლად გავვერკვია აღნიშნული საკითხი, მატლები და ბურნები გადაგვყავდა სულ ახალ, სუფთა აგარის ზე-

დაპირზე და ყოველთვის ვიღებდით საფუერების კოლონიებს.

გარდა ამისა, ასეთი წესით ვაწარმოებდით რამდენიმე თაობის აღზრდას ერთი გარკვეული სახის ან შტამის საფუერით დათესილ საკვებ არეზე. ასე, მაგალითად, ითესებოდა *Torulopsis pulcherrima*, *Saccharomyces globosus*, *Sporobolomyces*, *Pichia alcoholiphila* და კახური № 42 (გამოვლენილი გ. მოსიაშვილის მიერ). ყველა ზემოთ ჩამოთვლილი კულტურების ნაზარდზე შეყვანილ ბურნებს და მათ მატლებს ახალ, სუფთა ავარის არეზე გადაყვანის შემთხვევაში უნდა მოეცათ მხოლოდ აღნიშნული საფუარი, რომელიც ამ პეტრის ფინჯანზე იყო დათესილი. ჩვენ კი სინამდვილეში გვაძლევდა ძირითადად იმ სამი სახეობის საფუერებს, რომლებიც დამახასიათებელია ამ ბურნისათვის სპეციფიურ საკვებ არეზე აღზრდის გარეშე. რა თქმა უნდა, მათ შორის გვინდებოდა აგრეთვე ამ საფუარის კოლონიებიც, რომლებიც იყო პეტრის თასზე. განსაკუთრებით ეს აღინიშნება მატლების გადაყვანის დროს.

მრავალწლიან ცდებში ათასობით ბურნის გამრავლებისას, არ ყოფილა არც ერთი შემთხვევა, რომ ბურნას არ მოეცეს საფუერების ნათესი, რა არეზე და რა პირობებშიც არ უნდა ყოფილიყვნენ ისინი აღზრდილი. ბურნა და საფუარა მიკროორგანიზმები მჭიდრო კავშირში არიან და განაპირობებენ ურთიერთგამრავლებასა და განვითარებას.

ბურნის მიერ დათესილი საფუარა მიკროორგანიზმები თავიანთი გენეტიკური სტრუქტურით ძლიერ პლატიფურები არიან და ადვილად იძლევიან მუტაციურ ფორმებს, რომელთა შორის შეიძლება გამოყოფილი იქნეს სხვადასხვა სიძლიერის მქონე მაღულარა მუტაციური ფორმები.

საქართველოს სსრ მეზღეობის, მევენახეობისა და  
მეღვინეობის ინსტიტუტი

(შემოვიდა 8.5.1970)

## ГЕНЕТИКА И СЕЛЕКЦИЯ

В. А. МОСАШВИЛИ, Ф. Д. НИКУРАДЗЕ

### К ВОПРОСУ О ГЕНЕЗИСЕ ДРОЖЖЕВЫХ МИКРООРГАНИЗМОВ

#### Резюме

Многолетние опыты по вопросам генезиса дрожжевых микроорганизмов в годовом цикле и связь их жизнедеятельности с плодовой мушкой выявили, что плодовая мушка (*Drosophila*) и дрожжи находятся в тесной взаимосвязи друг с другом.

Весной, при поступлении первых фруктов, плодовая мушка на поврежденные и опавшие плоды сажает яички, из которых вылупляются гусеницы, питающиеся субстратом, населенным дрожжами.

Посеянные от плодовой мушки дрожжевые микроорганизмы очень пластичны и легко дают мутационные формы, среди которых можно выделить такие, которые отличаются разной силой брожения. Последующая генерация плодовой мушки, переходя на другие вслед созревающие фрукты, содержащие больше сахара, переносит дрожжи, среди которых все чаще встречаются более сильно бродящие формы. Так обеспечивается сохранение и обновление дрожжевой микрофлоры в годовом цикле.

V. A. MOSASHVILI, F. D. NIKURADZE

## ON THE GENESIS OF YEAST MICROORGANISMS

## S u m m a r y

Experiments carried on for many years on the genesis of yeast microorganisms in an annual cycle and the connection of their vitality with fruit fly (*Drosophila*) have revealed that fruit fly and yeast are intimately related with each other. Yeast microorganisms sowed from fruit fly are very plastic and easily produce mutation forms among which such forms may be isolated which differ by various power of fermentation and are closely interrelated. In spring, with the appearance of the first fruit, the fruit fly lays the eggs on the damaged and fallen fruit from which caterpillars are hatched. The subsequent generation of fruit fly, transmitting on to subsequently appearing fruit, transfers yeasts among which there often occur much stronger fermentable forms. Thus, they regulate the preservation of yeast microflora in an annual cycle.



ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

В. М. МОСИДЗЕ, М. Л. ГУГУШВИЛИ

ВЛИЯНИЕ ЭКСТИРПАЦИИ ТЕМЕННЫХ АССОЦИАТИВНЫХ  
ОБЛАСТЕЙ КОРЫ БОЛЬШИХ ПОЛУШАРИЙ НА  
КРАТКОСРОЧНУЮ ПАМЯТЬ СОБАК

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. Н. Ониани 20.4.1970)

Литературные данные о значении ассоциативных областей коры больших полушарий для нервных процессов, лежащих в основе краткосрочной памяти, главным образом относятся к фронтальному отделу ассоциативной коры [1—3]. Что же касается роли задних ассоциативных, так называемых теменных областей для краткосрочной памяти, этот вопрос недостаточно изучен. Согласно экспериментальным данным работы [4], экстирпация теменных полей у обезьян не вызывает нарушения отсроченных реакций, а в работе [5] указано на то, что у животных после теменной лобэктомии затрудняется осуществление этих реакций. Таким образом, литературные данные, касающиеся этого вопроса, довольно противоречивы. Настоящее исследование посвящено изучению роли теменных ассоциативных областей средней супрасильвиевой и передней латеральной извилин для краткосрочной памяти собак.

Опыты проводились на трех собаках в большой экспериментальной комнате по двигательной-пищевой методике [6]. В исходной позиции собака находилась в клетке, двери которой при надобности открывались экспериментатором. Перед клеткой справа и слева на расстоянии 4 м от нее находились две кормушки (расстояние между ними 3 м), прикрытые ширмами. У собак устанавливались максимальные отсрочки на зрительные и звуковые раздражители. Для установления преоперативного уровня краткосрочной памяти на зрительные раздражители пользовались прямым методом изучения отсроченных реакций. В начальном периоде опытов собака выпускалась из клетки сразу же после зрительного восприятия пищи. Затем животное высвобождалось из клетки после определенного времени (период отсрочки). Реакция считалась правильной, если животное сразу же направлялось к соответствующей кормушке. В качестве звуковых раздражителей служили звонок и тон 500 гц. У животных сперва вырабатывались дифференцированные хождения к кормушкам на звуковые сигналы (на звонок — к кормушке № 1 справа, на тон — к кормушке № 2 слева) с последующим пищевым подкреплением. После выработки и упрочения таких дифференцировок приступали к исследованию отсроченных реакций. После установления максимума периода отсрочки на звуковые и зрительные раздражители у подопытных собак удалялись передняя латеральная и средняя супрасильвиева извилины (поле 7 по Клемпни). Опыты возобновлялись на 10—14-й день после операции.

У собаки Рокко операция была проделана в два этапа. После одностороннего удаления поля 7 дифференцированные хождения к кормушкам на зрительные и звуковые раздражители остались без изменения, в то время как краткосрочная память значительно ухудшилась. Максимум периода отсрочки на звуковые сигналы уменьшился с 8 до 2 ми-



нут, а на зрительные — с 20 до 15 минут. Для восстановления до исходных величин понадобилась примерно месячная тренировка. После этого было удалено поле 7 другого полушария. Эта операция вызвала повторное уменьшение максимума периода отсрочек на зрительные и звуковые раздражители до того же уровня, что и после первого оперативного вмешательства. Полное восстановление нарушенных отсроченных реакций потребовало 5—6-недельную тренировку. Морфологический контроль показал, что поле 7 было удалено полностью, без повреждения других корковых полей (рис. 1).

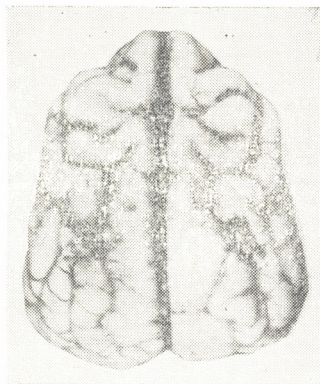


Рис. 1. Мозг собаки Реско. Удалены с обеих сторон средняя супрасильвиева и передняя латеральная извилины

У собак Лайки и Курши удаление поля 7 произведено одномоментно. У оперированных собак отмечалось сильное нарушение отсроченных реакций, в то время как дифференцированные хождения к кормушкам остались без изменения. У собаки Лайки период отсрочки на звуковые сигналы уменьшился с 5 до 1 минуты, а на зрительные — с 15 до 5 минут. Через 3 месяца после операции произошло лишь частичное восстановление отсрочки: на звуковые сигналы отсрочки достигали 3 минут, а на зрительное раздражение — 10 минут. Морфологический контроль показал, что удаление коры одного полушария ограничивалось полем 7, а с другой стороны, наряду с полем 7, было повреждено и поле 5. У собаки Курши продолжительность максимума отсрочки на звуковые и зрительные раздражители уменьшалась соответственно с 8 минут до 30 секунд и с 15 до 1 минуты. Полное восстановление нарушенных отсрочек до исходного уровня было достигнуто лишь на 9-й неделе на звуковые раздражители и на 11-й неделе на зрительные раздражители [2].

Таким образом, удаление теменных областей передней латеральной и средней супрасильвиевой извилин вызывает сильное нарушение отсроченных реакций на зрительные и звуковые раздражители. Полученные данные указывают на важную роль теменных ассоциативных областей в фиксации и репродукции следов памяти. Как известно, теменная область, которая расположена между проекционными областями, воспринимает зрительные, слуховые и соматестетические раздражения и является для них ассоциативной зоной [7, 8]. Надо полагать, что при каждом



слуховом и зрительном восприятии вместе с соответствующими проекционными зонами активируются и теменные области. Согласно реверберационной теории происхождения краткосрочной памяти, между эти-

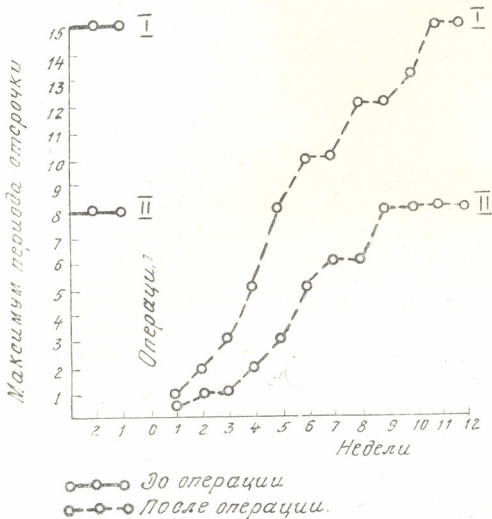


Рис. 2. Максимум периода отсрочки на зрительные (I) и звуковые (II) раздражители до и после удаления поля 7 (собака Курша)

ми возбужденными отделами коры легко образуются замкнутые нейронные круги [6], которые представляют основу краткосрочной памяти. Кроме того, как известно, поле 7 теменной доли тесно связано с пре-реальной извилиной — ведущим субстратом краткосрочной памяти [9]. Исходя из вышесказанного, теменную область можно рассматривать как одно из составных звеньев сложной реверберирующей системы, предназначенной для организации краткосрочной памяти.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт физиологии

(Поступило 23.4.1970)

აღაგინისა და ცხოველთა ფიზიოლოგია

ვ. მოსიძე, ა. ზუბუზვილი

დიდი ტვინის თხემის ასოციაციური ველის მოცილების გავლენა ძალეების ხანმოკლე მახსიერებაზე

რეზიუმე

ცდები ჩატარდა სამ ძალზე, თავისუფალი ქცევის პირობებში. შესწავლილია დაყოფილი რეაქციები (ხანმოკლე მეხსიერება) მხედველობით და ბგერით გამიზიანებლებზე. დაყოფების მაქსიმუმის დადგენის შემდეგ სამივე



ძალღს ვაცილებდით თხემის წილის უბნებს, რომლებიც მოიცავდნენ სუბრასილვიური ხვეულის შუა ნაწილსა და წინა ექტოლატერალურ ხვეულს. როგორც ოპერაციის შემდგომმა დაკვირვებებმა გვიჩვენა, დაყოვნებული რეაქციები მკვეთრად ირღვეოდა. მათ აღდგენას თავდაპირველ დონემდე დასჭირდა 5—9 კვირა. ამრიგად, მიღებული მონაცემების საფუძველზე ჩვენ შეგვიძლია ვივარაუდოთ, რომ თხემის წილის ასოციაციური უბნები მონაწილეობენ დაყოვნებული რეაქციების განხორციელებაში.

#### HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY

V. M. MOSIDZE, M. L. GUGUSHVILI

### EFFECT OF THE REMOVAL OF THE PARIETAL ASSOCIATION AREAS OF THE CORTEX ON SHORT-TERM MEMORY IN DOGS

#### Summary

The role of the parietal association areas in short-term memory was studied in three freely moving dogs. The maximum of delayed responses to visual and auditory stimuli established before the operation was diminished critically after the removal of the middle suprasylvian and anterior lateral gyri. The data obtained give reasons to suggest that these areas are of certain significance for short-term memory for visual and auditory stimuli.

#### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. K. H. Pribram. *J. Neurophysiol.*, 18, 1955, 108.
2. M. Mishkin. *J. Neurophysiol.*, 20, 1967, 615.
3. K. L. Chow, P. J. Huff. *Brain*, 76, 1953, 625.
4. J. S. Blum, K. L. Chow, K. H. Pribram. *J. Comp. Neurol.*, 93, 1950, 53.
5. J. S. Blum. *Comp. Psychol. Monogr.*, 20, 1951, 219.
6. ი. ს. ბერიტაშვილი. Память позвоночных животных, ее характеристика и происхождение. Тбилиси, 1968.
7. P. F. Thompson, H. E. Smith, D. Bliss. *J. Neurophysiol.*, 26, 1963, 365.
8. С. П. Нарикашвили, А. С. Тимченко, Н. А. Хадарцева. *Физиол. ж. СССР*, 53, 1967, 734.
9. Г. И. Кикидзе. *Сообщения АН СССР*, 51, № 3, 1968, 775.

ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

А. Р. КЕЗЕЛИ

ВЛИЯНИЕ ВЫКЛЮЧЕНИЯ ЗРИТЕЛЬНОЙ ФУНКЦИИ НА  
ПРОЦЕСС ОБУЧЕНИЯ И НА ДОЛГОСРОЧНУЮ  
УСЛОВНОРЕФЛЕКТОРНУЮ ПАМЯТЬ БЕЛЫХ КРЫС

(Представлено членом-корреспондентом Академии А. Н. Бакурадзе 22.4.1970)

Как известно, выключение зрительной афферентации вызывает значительные изменения как в электрической активности головного мозга, так и в поведении животных. Выключение зрения производят тремя различными способами: надеванием светонепроницаемой маски или помещением животного в темное помещение, экстирпацией зрительной коры и энуклеацией глазных яблок. Содержание животных в абсолютной темноте вызывает депрессию электрической активности в затылочной, теменной и сенсомоторной коре [1]. Аналогичная картина наблюдается и при энуклеации: через 3—4 месяца после операции амплитуда и частота электрических колебаний в коре снижаются до 65—70%, по сравнению с фоновой корковой активностью [2, 3]. При этом снижается и двигательная активность, наблюдаются изменения в локомоции [4]. На ЭЭГ слепых людей также заметны изменения. В подавляющем большинстве случаев у слепых отсутствует  $\alpha$ -ритм, снижается вольтаж колебаний, преимущественно в затылочной области [5, 6]. Удаление зрительной коры также вызывает серьезные нарушения. Лешли показал, что крысы с «корковой» слепотой решают лабиринтные задачи хуже, чем интактные [7]. В аналогичной работе на обезьянах [8] отрицается влияние энуклеации на выполнение задач, не связанных со зрением. Показано, что удаление зрительной коры нарушает условные рефлексy на световые раздражения [9].

Работа выполнена на 18 белых крысах весом 250—300 г. Животные, входящие в первую группу (восемь крыс), ослеплялись путем энуклеации глазных яблок. Вторая группа (10 крыс) была контрольной. Через 2 недели после операции ставились опыты по лабиринтной пищевой методике, разработанной в нашей лаборатории. Лабиринт представляет собой ящик размером 80×60 см с шестью прозрачными перегородками. По обеим сторонам каждой перегородки находятся двери, открывающиеся в одну сторону. Часть дверей запирается по желанию экспериментатора, в результате чего получается путь той или иной сложности (рис. 1). В ходе эксперимента крыс обучали выходить из стартовой коробки в лабиринт и проходить его, открывая двери толчком носа или лапы. Пройдя лабиринт, крысы выходили в другую коробку, где получали пищу. Побежка считалась правильной, если крыса ни разу не пыталась открыть запертую дверь, не заходила в тупик и не возвращалась назад. Подсчитывалось общее количество пусков, необходимых для осуществления правильной побежки и регистрировалось время нахождения крысы в лабиринте. После того как крыса обучалась безошибочно проходить весь путь, она снималась с опыта. Осуществлялись лишь одиночные пробные пуски с интервалами в 1—2 дня до тех пор, пока крыса не начинала совершать ошибок при про-



беge лабиринта. Таким образом устанавливался максимум времени, в течение которого крыса твердо помнила путь через лабиринт. После этого менялась форма и сложность пути (рис. 1, В). Подсчитывалось количество пусков и время, необходимое для заучивания нового пути. Результаты обрабатывались статистически общепринятыми методами [10].

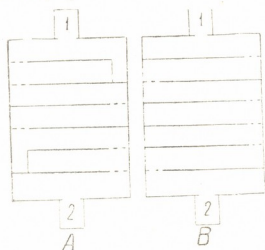


Рис. 1. Схема лабиринтов: А—применяемого в первой серии опытов; В—применяемого во второй серии; 1—стартовая коробка; 2—коробка с пищей. Пунктиром обозначены незапертые двери

Обработка результатов опытов показала, что между слепыми и нормальными крысами существует значительная разница как в процессе обучения, так и в последующем запоминании. Процесс обучения слепые крысы завершают быстрее, тратя на него меньше времени, чем контрольные (см. таблицу).

Животные	Лабиринт А			Лабиринт В	
	Среднее количество пусков	Среднее время обучения, мин	Средняя продолжительность запоминания, сутки	Среднее количество пусков	Среднее время обучения, мин
Контрольные	87,5	40,9	23,1	19,3	6,0
Слепые	44,3	27,0	2,7	9,1	2,7
Доверительный уровень, %	99	99	99,9	99	99

Аналогичная картина наблюдается и в измененном лабиринте, который мы применяли для исключения возможности ошибки, вызванной тем обстоятельством, что слепым и контрольным крысам требуется разное количество пусков, необходимых для обучения открыванию дверей.

Прямо противоположным оказался результат изучения долгосрочной памяти. А именно, слепые крысы забывают правильную дорогу гораздо быстрее, чем контрольные: если запоминание у интактных крыс длилось в среднем 23,1 суток, то ослепленные запоминали в среднем всего лишь 2,7 суток.

Исходя из наших фактических данных, можно заключить, что выключение зрительной афферентации сильно влияет на процесс обучения и на долгосрочную условнорефлекторную память белых крыс. На первый взгляд кажется парадоксальным факт более быстрого заучивания пути слепой крысой (интересно, что аналогичный результат получен А. И. Константиновым [11] на летучих мышах). Однако, по-видимому, этот факт следует объяснить следующим образом. Известно, что нормальные крысы избегают открытых освещенных пространств. Их исследовательская активность в этих условиях очень низка [12], слепые же крысы в первых же пробах совершают активные исследовательские движения. Кроме того, при осуществлении побежки на слепую крысу



из-за отсутствия зрительной информации действует меньше отвлекающих моментов. Вместе с тем, следует учесть и феномен компенсации, в результате которого наступает усиление других рецепторных функций: слуховой, обонятельной, тактильной и кинестетической, а также вестибулярного аппарата. Все это вместе взятое, вероятно, ускоряет процесс запоминания у ослепленных животных.

Но чем объяснить столь ощутительное различие в сохранении информации? Как известно, при зрительной деафферентации понижается тонус почти всех областей коры головного мозга и особенно зрительной [1, 3]. Однако известно и то, что даже после двустороннего удаления вторичных зрительной и слуховой зон у высших позвоночных животных долговременная память на комплексное восприятие пищи не нарушается [1-3].

По-видимому, причина нарушений кроется здесь в том, что, видимо, при полном отсутствии зрительной информации нарушается процесс репродукции образа внешней среды. Мы обратили внимание на тот факт, что слепые крысы совершали больше ошибок в начале пути. Вероятно, у нормальной крысы образ местонахождения пищи репродуцируется сразу при виде знакомой обстановки. У слепой же крысы при отсутствии зрительного образа, которому принадлежит ведущая роль в поведении животного, представление об окружающей среде создается через восприятие слуховых, обонятельных и особенно тактильных, кинестетических и вестибулярных раздражений. Очевидно, для репродукции образа, созданного при отсутствии зрительных восприятий, необходимо, чтобы активировались все те основные компоненты, из которых составляется образ: ослепленное животное получает информацию от проприоцепторов и вестибулярных рецепторов лишь после того, как оно пройдет некоторое расстояние в лабиринте. В результате этого образ местонахождения пищи становится ярче, а побегка — целенаправленной.

Известно, что после филогенетического развития зрительной функции наиболее «важная» информация поступает в головной мозг от зрительного анализатора. Поэтому, как бы ни были велики компенсаторные возможности головного мозга, слепая крыса постоянно испытывает недостаток информации, а это, в свою очередь, не может не отразиться на длительности сохранения в памяти всей обстановки опыта.

Академия наук Грузинской ССР

Институт физиологии

(Поступило 23.4.1970)

აღიანიასა და ცხოველთა ფიზიოლოგია

ა. კეზელი

მხედველობითი ფუნქციის გამოთიზვის გავლენა თეთრი მირთაგვევის სწავლების პროცესსა და გრძელვადიან პირობითრეფლექსურ მისიერებაზე

რეზიუმე

ზრდასრული ვირთაგვევის დაბრმავება თვალის კაკლების ენუკლეაციის გზით იწვევს მკვეთრ ცვლილებებს როგორც სწავლების პროცესში, ისე გრძელვადიან მისიერებაში. ბრმა ვირთაგვები ინტაქტურებზე გაცილებით ადრე იკვლევენ გზას ლაბირინთში, მაგრამ ინტაქტურებს ბევრად უფრო დიდხანს ახსოვთ გზა. მხედველობითი ინფორმაციის არარსებობა, როგორც ჩანს, ამწელებს იმ ხატის შექმნასა და რეპროდუქციას, რაც ცხოველს წარმოეკმნება სხვადასხვა რეცეპტორულ გაღიზიანებათა შედეგად.

A. R. KEZELI

 EFFECT OF VISUAL DEPRIVATION ON THE PROCESS OF  
 LEARNING AND LONG-TERM CONDITIONED MEMORY IN  
 ALBINO RATS

## Summary

Blindness caused through enucleation of adult rats elicits striking changes both in the process of learning and long-term memory. Blind rats orientate within the maze better than the intact ones, but the intact rats remember the way for a longer time. The absence of visual information seems to inhibit the retention and reproduction of the image formed as a result of stimulating different receptors.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. И. Беляев, Л. А. Новикова. III конференция по вопросам электрофизиологии ЦНС. Киев, 1960, 46.
2. А. С. Батуев. Вестник ЛГУ, № 15, сер. биол., вып. 3, 1963, 98.
3. Н. Н. Дзидзишвили. Гагарские беседы, т. 4, 1963, 203.
4. А. А. Волохов, Г. А. Образцова. Физиол. ж. СССР, 37, № 4, 1951.
5. Л. А. Новикова. Сб. «Современные проблемы электрофизиологии ЦНС». М., 1967, 200.
6. P. S. Bergmann. Arch. Neurol. & Psychiatr., 78, № 6, 1957, 568.
7. K. S. Lashley. Brain Mechanisms and Intelligence, Chicago, 1929.
8. J. Orbach. Proc. Nat. Acad. Sci., 41, 1955, 264.
9. Н. И. Сихарулидзе. Сообщения АН ГССР, 28, № 3, 1962, 355.
10. Б. Я. Курицкий. Математические методы в физиологии. Л., 1969.
11. А. И. Константинов. Вестник ЛГУ, № 15, сер. биол., вып. 3, 1964, 72.
12. K. Bättig, H. U. Wanner. Helv. physiol. et pharmacol. acta, 25, № 3, 1967.
13. И. С. Бериташвили. Память позвоночных животных, ее происхождение и характеристика. Тбилиси, 1968.





ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

Р. П. КАШАКАШВИЛИ, Д. ГОНЗАЛЕС МАРТИН

ИЗМЕНЕНИЯ ПЕРВИЧНЫХ ОТВЕТОВ ПРИ ЛОКАЛЬНОЙ АППЛИКАЦИИ К КОРЕ БОЛЬШИХ ПОЛУШАРИЙ БРОМА И КОФЕИНА

(Представлено членом-корреспондентом Академии А. Н. Бакурадзе 22.4.1970)

Влияние локальной аппликации растворов кофеина и брома на корковые первичные ответы систематически не исследовалось. Учитывая их важное нейрофармакологическое значение, мы решили специально изучить этот вопрос.

Опыты ставились на 20 взрослых кошках при глубоком нембуталовом наркозе (80—100 мг/кг). Для отведения первичных ответов служили пуговчатые серебряные электроды диаметром 0,5 мм. Первичные ответы в соматосенсорной области вызывались электрокожным раздражением контралатеральной передней лапы (продолжительность импульса 0,05 мсек, напряжение 10—50 в). Первичные ответы зрительной проекционной области вызывались световыми импульсами от лампы фотовспышки ИФК-120. «Активный» отводящий электрод устанавливался в соответствующих пунктах соматосенсорной и зрительной проекционных областей, «пассивный» — на кости черепа или на отсепанной мышце. Растворы NaBr и кофеина натриево-бензойного прикладывались локально к коре в области отводящего «активного» электрода. Для этого ватный шарик пропитывался раствором данного вещества, нагретым до температуры поверхности коры. Усиление потенциалов осуществлялось усилителем переменного тока с постоянной времени 0,7 сек. Регистрация производилась катодным осциллографом С1-4 или же комбинацией этого осциллографа с пятилучевым осциллографом «Крыжик».

Влияние изотонического (1,6%) раствора NaBr на первичные ответы (ПО). В настоящей статье приводятся только данные, полученные при воздействии изотонического раствора NaBr. В большинстве случаев наблюдалось ослабление отрицательной фазы ПО. На рис. 1<sup>а,б</sup> отрицательная фаза ПО соматосенсорной коры ослаблена на 30%; ПО зрительной коры представлен в основном положительной фазой и ослаблен на 23% (рис. 1<sub>4</sub>). На рис. 1<sub>2</sub> ответ зрительной коры изменен: исчезло небольшое колебание на нисходящем колене положительной фазы. При сравнении влияния изотонического раствора NaBr на ПО с влиянием NaBr на ответы, вызываемые прямым раздражением коры, оказывается, что он сильнее угнетает дендритный потенциал, чем ПО, и еще сильнее медленный отрицательный потенциал. На рис. 1<sub>6</sub> отрицательная фаза ПО соматосенсорной коры ослаблена на 34%; в это время дендритный потенциал (ДП) ослаблен на 45%, а медленный отрицательный потенциал (МОП) — на 55% (осциллограммы не приводятся).

Влияние кофеина на ПО. В наших опытах малые дозы кофеина натриево-бензойного при его локальной аппликации к коре



в области отводящего электрода вызывали уменьшение амплитуды ПО; эффективными были концентрации от 0,1% и выше. При малой концентрации наблюдалось ослабление в основном отрицательной фазы ПО. На рис. 2 ответ после аппликации 0,1% раствора кофеина натриобензойного ослаблен на 27% (рис. 2<sub>2</sub>), через 2 мин после 1,5-минутной аппликации 1% раствора ПО ослаб на 22% (рис. 1<sub>4</sub>). В обоих случаях

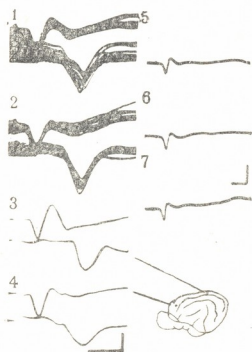
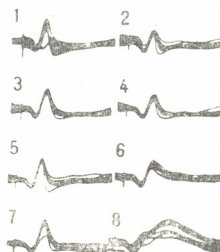


Рис. 1. Влияние локальной аппликации изотонического раствора брома на ПО коры. 1—4—ПО соматосенсорной (верхние кривые) и зрительной (нижние кривые) областей: 1—до отравления, 2 и 3—через 2 и 20 мин после 6-минутной аппликации NaBr. 4—после повторной 10-минутной аппликации NaBr. 5—7—Другой препарат (регистрируются ПО соматосенсорной области коры): 5—до отравления, 6 и 7—после аппликации NaBr, через 4 и 46 мин после удаления

положительный потенциал ответа почти не изменился. Восстановление ответов происходило через 9—15 мин. При больших концентрациях кофеина (5—10%) наблюдалась тенденция к увеличению и удлинению ПО в среднем на 20%. На рис. 2<sub>6</sub> видно, что после воздействия 5% кофеином, хотя амплитуда отрицательной фазы ослабла, сам ответ расширился. После воздействия указанных концентраций восстановление происходило через 15—20 мин.

Рис. 2. Влияние локальной аппликации кофеина натриобензойного на ПО. Зависимость эффекта от его концентрации: 1—ПО соматосенсорной области до отравления, 2—после 2-минутной аппликации 0,1% кофеина, 3—через 21 мин после удаления, 4—после 1,5-минутной аппликации 1% кофеина, 5—через 9 мин после удаления, 6—после аппликации 5% раствора, 7—через 17 мин после удаления, 8—после аппликации 20% кофеина



При локальной аппликации 20% кофеина ПО, вызванный раздражением лапы, сильно нарастает (рис. 3<sub>2</sub>). Увеличение в среднем достигает 280%. Часто на восходящем колене отрицательной фазы ПО наблюдается наложение добавочной отрицательной волны (рис. 2<sub>8</sub>). Нередко отмечается усиление и положительной фазы. Сильное увеличение ответа происходит на 2—3-й минуте (рис. 3<sub>2</sub>), в первую минуту ответ может даже ослабнуть; затем начинается восстановление, которое длится 20—25 мин. При одновременной регистрации ПО, ДП и МОП, в то время как ПО сильно растет, ДП и МОП значительно ослабевают, осо-



бенно МОП. Первичный ответ, вызванный световым раздражением, при воздействии 20% кофеином тоже увеличивался, однако не столь сильно и не столь часто — всего в половине опытов, причем увеличение не превышало в среднем 105%.

Ослабление под влиянием  $\text{Br}^-$  отрицательной фазы ПО можно объяснить уже известным фактом — ослаблением дендритного потенциала прямого ответа коры под влиянием  $\text{Br}^-$  [1]. Отрицательная фаза ПО, согласно мнению большинства исследователей, является результатом трансинаптической активации верхушечных дендритов импульсами, приходящими из глубины коры [2, 3], т. е. она в основном того же происхождения, что и ДП. В пользу этого может свидетельствовать наблюдавшийся нами в одном опыте факт параллельного ослабления ПО и ДП при локальном отравлении коры бромом. Можно также думать, что в ослаблении отрицательной фазы ПО под действием  $\text{Br}^-$  известную роль играет ослабление импульсации корковых нейронов [4]. Наблюдавшееся увеличение начальной положительной фазы (рис. 1 4,6), по всей вероятности, кажущееся и связано с алгебраическим взаимодействием потенциалов разного знака [2, 5]. В наших экспериментах было показано, что малые дозы кофеина угнетают ПО и в основном наблюдается ослабление отрицательной фазы ПО, при этом положительная фаза ПО часто почти не изменяется. Ослабление отрицательной фазы можно объяснить установленным нами фактом ослабления дендритных постсинаптических потенциалов под влиянием кофеина [6]. Однако факту ослабления дендритных постсинаптических потенциалов под действием кофеина не дано объяснения; из литературы известно, что кофеин только увеличивает потенциал двигательной пластинки [7, 8] в основном за счет увеличения чувствительности постсинаптической мембраны к АХ [8].

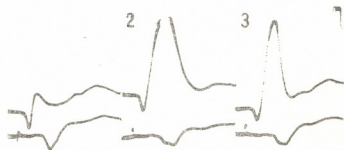


Рис. 3. Влияние высокой концентрации кофеина на ПО. ПО соматосенсорной (верхние кривые) и зрительной (нижние кривые) областей коры: 1 — до отравления, 2 и 3 — после аппликации 20% кофеина, через 3 и 5 мин после удаления. Отметки времени — 20 мсек, калибровки напряжений — 0,2 мв

Увеличение отрицательной фазы ПО при больших дозах кофеина (рис. 2 и 3) можно объяснить усиленной активацией нейронов III и IV слоев коры [2, 3], вызванной воздействием кофеина. Этот вывод соответствует данным, полученным при исследовании действия кофеина на электрические реакции спинного мозга: усиливаются полисинаптические рефлекторные разряды, отводимые от передних корешков [9] или внутриклеточно из мотонейронов [10], а также факту увеличения количества спонтанно активных нейронов коры под влиянием кофеина [4]. Наблюдаемое нами увеличение продолжительности потенциала при больших дозах (рис. 2 и 3) обусловлено возбуждением дополнительных нейронов коры [6], а возможно, тормозным действием высокой концентрации кофеина на холинэстеразу [8]. Наблюдаемая нами неко-

торая избирательность действия кофеина на ПО соматосенсорной области коры может быть объяснена разным химизмом нейронов разных областей коры.

Академия наук Грузинской ССР  
 Институт физиологии

(Поступило 24.4.1970)

ადამიანისა და ცხოველთა ფიზიოლოგია

რ. ქაშაკაშვილი, დ. გონსალეს მარტინი

კირველადი პასუხების ცვლილება დიდი ტვინის ქირჭვი ბრომინსა და კოფეინის ლოკალური აპლიკაციისას

რეზიუმე

ცდები ტარდებოდა კატებზე ნემბუტალის ღრმა ნარკოზით. ქერქის ზედაპირზე NaBr-ის იზოტონური ხსნარის აპლიკაცია იწვევდა სომატოსენსორული და მხედველობის ქერქის პირველადი პასუხების დასუსტებას. დაბალი კონცენტრაციის (0,1—5%) კოფეინის ხსნარი ძირითადად იწვევდა პირველადი პასუხის დათრგუნვას, დიდი დოზებით (10—20%) აპლიკაციისას ძლიერ იზრდებოდა პირველადი პასუხის უარყოფითი ფაზა.

HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY

R. P. KASHAKASHVILI, D. GONSALES MARTIN

## CHANGES OF PRIMARY RESPONSES EVOKED BY LOCAL APPLICATION OF BROMINE AND CAFFEINE TO THE CEREBRAL CORTEX

Summary

Experiments were carried out on cats under deep nembutal anaesthesia. Primary responses of the somato-sensory and visual cortical areas were recorded. Application of NaBr isotonic solution diminished the primary responses. Application of small doses (0.1-5%) of caffeine mostly depressed the primary responses, while high doses (10-20%) markedly increased the negative phase.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. И. Ройтбак, Р. П. Кашакашвили. Физиол. ж. СССР, 55, 1969, 258.
2. А. И. Ройтбак. Биоэлектрические явления в коре больших полушарий. Тб., 1955.
3. С. Окс. Основы нейрофизиологии. М., 1969.
4. М. Н. Ливанов. Сб. «Проблемы современной нейрофизиологии». М.—Л., 1965.
5. Д. Пурпура. Сб. «Механизмы целого мозга». М., 1963.
6. А. И. Ройтбак, Р. П. Кашакашвили. Физиол. ж. СССР, 56, 1970, 825.
7. J. Delga, P. Foulhoux. Compt. rend. Soc. biol., 157, 1963, 54.
8. J. Mambrini, P. R. Benoit. Compt. rend. Soc. biol., 157, 1963, 1373.
9. G. Sant'Ambrogio, D. T. Frasier, L. L. Sojarsky. Proc. Soc. Exptl. Biol. and Med., 109, 1962, 273.
10. А. И. Шаповалов. Клеточные механизмы синаптической передачи. М., 1966.

ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

Т. Н. ОНИАНИ (член-корреспондент АН ГССР), П. П. МОЛЬНАР

ГИППОКАМПАЛЬНЫЕ, НЕОКОРТИКАЛЬНЫЕ И СОМАТИЧЕСКИЕ ЭФФЕКТЫ РАЗДРАЖЕНИЯ РЕТИКУЛЯРНОЙ ФОРМАЦИИ ВО ВРЕМЯ РАЗЛИЧНЫХ ФАЗ СНА

Ранее нами было показано, что пороги поведенческого пробуждения в различных фазах сна в ответ на периферические мотивационные и индифферентные сигналы являются разными, тогда как пороги электроэнцефалографического пробуждения значительно не расходятся [1]. Так как во время парадоксальной фазы сна пороги пробуждения могут меняться и в связи с кортикофугальной регуляцией сенсорных периферических органов [2, 3] мы сочли целесообразным изучить изменение порогов пробуждения при разных фазах сна в ответ на электрическое раздражение ретикулярной формации.

Опыты ставились на 12 кошках с хронически вживленными в различные структуры головного мозга электродами. Производилась также регистрация активации шейных мышц и электрокардиограммы.

Раздражением ретикулярной формации среднего мозга мы пользовались как немотивированным стимулом, так как Рутенберг и Хуанг [4], вопреки ранее существовавшему мнению [5], показали, что ретикулярная формация не должна участвовать в организации фундаментальных мотивированных поведений. С другой стороны, из классических работ Морuzzi и Мегуна [6] известно, что ретикулярная формация в основном является тонизирующей для коры головного мозга и поддерживающей состояние бодрствования.

На рис. 1 показана динамика электрической активности различных структур головного мозга при слабом электрическом раздражении РФ, которое во время медленноволновой фазы сна (МВФС) вызывает десинхронизацию электрической активности во всех отводимых структурах, но не сопровождается поведенческим пробуждением, на что указывает отсутствие изменений активности шейных мышц (рис. 1, А). Если подобное слабое раздражение длится более или менее долго, то на фоне раздражения синхронная активность может восстановиться.

При определенном усилении раздражения РФ на фоне МВФС картина десинхронизации электроэнцефалограммы вырисовывается более отчетливо и если такое раздражение длится более или менее долго, то может наступить и поведенческое пробуждение, о чем указывает усиление активности шейных мышц (рис. 1, Б).

Таким образом, порог электрического раздражения РФ для активации электроэнцефалограммы значительно ниже порога поведенческого пробуждения в МВФС при том же раздражении. Это указывает на то, что изменение электроэнцефалограммы может служить более тонким тестом для определения порогов в различных фазах сна, нежели поведенческое пробуждение. Однако дело затрудняется тем, что во время парадоксальной, или быстроволновой, фазы сна (ПФС) в большинстве мозговых структур развивается картина десинхронизации электроэнцефалограммы, на фоне которой трудно выявить влияние раздра-



жения активирующей системы. Но, как известно, во время ПФС в некоторых структурах головного мозга может наступить не десинхронизация электроэнцефалограммы, а ее синхронизация. В этом отношении особенно специфичной является динамика электрогиппокампограммы [7]. На рис. 2 показаны изменения электрической активности новой коры и гиппокампа в ответ на пороговое раздражение РФ. Параметры раздражения те же, что на рис. 1. Как видно, во время ПФС в гиппокампе сильно развит тета-ритм. В меньшей степени этот ритм отмечается и в слуховой коре. В ответ на пороговое раздражение РФ на фоне ПФС в слуховой коре и в гиппокампе наступают значительные измене-

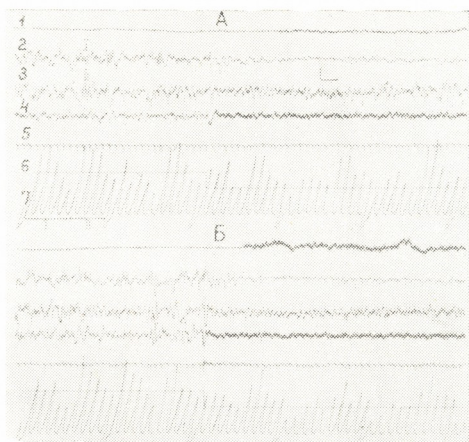


Рис. 1. Изменение электрической активности шейных мышц (1), слуховой коры (2), дорсального гиппокампа (3) и ретикулярной формации (4) в ответ на электрическое раздражение ретикулярной формации в медленноволновой фазе сна; 5—кардиограмма; 6—отметка раздражения; 7—интегрированные величины  $\delta$ -,  $\theta$ -,  $\alpha_1$ -,  $\alpha_2$ -ритмов слуховой коры (I) и дорсального гиппокампа (II). Продолжительность эпохи интеграции на рисунках—5 сек. Калибровка на рисунках—100 мкв; время—1 сек. Параметры раздражения на А—2 в; 200 в сек; 0,1 мсек; на Б—3,5 в; 200 в сек; 0,1 мсек

ния, выражающиеся в угнетении тета-ритма. Причем это происходит без поведенческого пробуждения и без изменения частоты сердцебиения. Те минимальные параметры раздражения, которые на фоне МВФС вызвали пробуждение животного, на фоне ПФС также вызывают значительные изменения электрогиппокампограммы. Эти изменения, опять таки, выражаются в угнетении тета-активности гиппокампа. В отличие от МВФС, данные параметры раздражения не вызывают поведенческого пробуждения животного. Не меняется и частота сердцебиения. Если раздражение РФ усиливается еще больше, то на фоне ПФС также вы-

зывается поведенческое пробуждение, которому всегда предшествует угнетение тета-ритма гиппокампа.

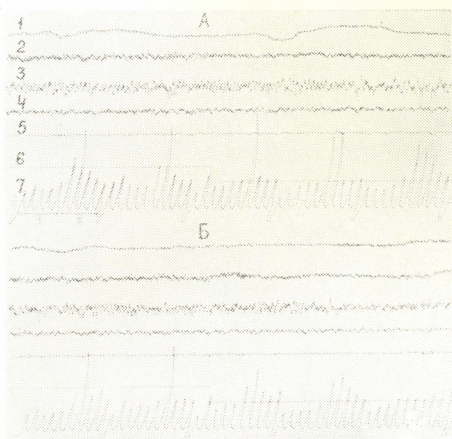


Рис. 2. Изменение электрической активности различных структур головного мозга в ответ на раздражение ретикулярной формации во время парадоксальной фазы сна. Отведения те же, что на рис. 1. Параметры раздражения на А—2 в; 200 в сек; 0,1 мсек; на Б—3,5 в; 200 в сек; 0,1 мсек

Таким образом, оказалось, что для поведенческого пробуждения животного на фоне ПФС требуется более сильное электрическое раздражение, чем на фоне МВФС. Однако при вызове электроэнцефалографического изменения под влиянием раздражения РФ не наблюдается подобного соотношения порогов. Наоборот, при пороговых раздражениях РФ на фоне ПФС наступают более значительные и стабильные изменения, чем на фоне МВФС. Такие расхождения в порогах для поведенческого и электроэнцефалографического пробуждения в различных фазах сна можно объяснить более сильным затормаживанием двигательных рефлексов спинного мозга во время ПФС, по сравнению с фазой МВС [8, 9].



თ. ონიანი (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი),  
პ. მოლნარი

მეზენცეფალური რეტიკულარული ფორმაციის გალიზიანების  
საპასუხოდ აღძრული ჰიპოკამპური, ნეოკორტიკალური და  
სომატური ეფექტები ძილის სხვადასხვა ფაზის დროს

რ ე ზ ი უ მ ე

კატებზე ქრონიკულად ჩანერგილი ელექტროდებით შესწავლებოდა მეზენცეფალური რეტიკულარული ფორმაციის გალიზიანების შედეგად აღძრული ელექტროენცეფალოგრაფული და სომატური რეაქციები ძილის სხვადასხვა ფაზის დროს. აღმოჩნდა, რომ პარადოქსული ძილის დროს, ელექტროენცეფალოგრაფული ცვლილებების გამოსაწვევად საჭირო ზღურბლი არ იზრდება (ძილის ნელტალღოვან ფაზასთან შედარებით). რაც შეეხება ქვევითი გამოვლილებების ზღურბლს, ის პარადოქსული ფაზის დროს მნიშვნელოვნად მეტია, რაც სომატური რეაქციების მაკოორდინირებელი ნერვული ცენტრების შეკავებით უნდა იყოს გაპირობებული.

HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY

T. N. ONIANI, P. P. MOLNAR

HIPPOCAMPAL, NEOCORTICAL, AND SOMATIC EFFECTS OF  
MESENCEPHALIC RETICULAR STIMULATION DURING  
DIFFERENT PHASES OF SLEEP IN CAT

Summary

High frequency electrical stimulation of mesencephalic reticular formation in chronic cats revealed dissociation between the electrographic and the behavioral arousal threshold—characteristic of the paradoxical phase (PP) of sleep—to be present in the slow wave sleep (SWS) as well.

The hippocampogram showed a wave distribution characteristic of average motivational state in response to both subthreshold and awakening parameters. The same stimuli, applied in waking state, were found to be of motivationally indifferent character. It was found that while the threshold of motor arousal during PP significantly increased (in relation to SWS), the threshold of electroencephalographic changes, on the contrary, decreased.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. П. П. Мольнар, Т. Н. Ониани. Сообщения АН ГССР, 59, № 1, 1970.
2. W. Baust, G. Berlucchi, G. Moruzzi. Arch. ges. Physiol., 280, 1964, 89.
3. G. L. Lenzi, O. Pompeiano, T. Satoh. Arch. Ital. Biol., 107, 1969, 19.
4. A. Routtenberg, Y. H. Huang. Physiol. Behav., 3, 1968, 611.
5. J. Olds, B. B. Peretz. Electroenceph. Clin. Neurophysiol., 12, 1960, 445.
6. G. Moruzzi, H. W. Magoun. Electroenceph. Clin. Neurophysiol., 1, 1949, 455.
7. M. Jouvet, F. Michel, J. Courjon. C. R. Soc. Biol. (Paris), 153, 1959, 101.
8. M. M. Gassell, P. L. Marchiafava... Arch. Ital. Biol., 102, 1964, 471.
9. M. M. Gassell, P. L. Marchiafava... Arch. Ital. Biol., 103, 1965, 25.



ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

С. П. НАРИКАШВИЛИ (член-корреспондент АН ГССР),  
В. С. АРУТЮНОВ, Т. Г. ТАТЕВОСЯН

К ХАРАКТЕРИСТИКЕ НЕЙРОННОЙ АКТИВНОСТИ ЯДЕР ШВА  
ПРОДОЛГОВАТОГО МОЗГА

Ядра шва [1] только недавно стали объектом тщательного анатомического [2—4], физиологического [5—7] и химического [8—10] исследования. Интерес к этому стволу образованию обусловлен исключительным богатством содержания серотонина в его нейронах [8—10] и выяснением его значения в явлениях сна и бодрствования [5—7], а также богатством афферентных и эфферентных связей [3, 4] и некоторым сходством с ретикулярной формацией [3].

В данной работе излагаются результаты изучения нейронной активности ядер шва, расположенных в каудальной части продолговатого мозга (пп. *harpe magnus, obscurus*) [11]. Опыты были проведены на 15 кошках при нембуталовом наркозе (30—40 мг/кг). Изучено 50 нейронов при экстрацеллюлярном отведении стеклянными пипетками (диаметр 1—1,5 мк), заполненными 2 М раствором цитрата калия (сопротивление 5—10 Мом) и ориентированными стереотаксическими (Р 13,0; LO; Н—8).

Спонтанно разряжающихся нейронов оказалось очень много: из 50 изученных нейронов 47 (94%) разряжались спонтанно и лишь три нейрона были молчащими. В подавляющем большинстве случаев (44

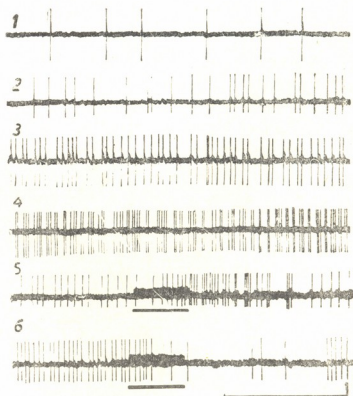


Рис. 1. 1—4—Спонтанные разряды разных нейронов одного и того же препарата; 5—6—влияние кратковременно го тетанического раздражения (10 в, 20/сек) кожи—облегчение (5), угнетение (6). Калибровка: амплитуд—1 мв, время—0,5 сек

из 50) нейроны разряжались одиночными импульсами более или менее регулярно (частотой от 4—6 до 80—100 в сек) и только три нейрона разряжались в виде повторных пачек импульсов (рис. 1, 1—4). На 29. „მედიკა“, ტ. 59, № 2, 1970



одиночные электрокожные раздражения спонтанная активность большой частоты не менялась. Она менялась (облегчение или угнетение) лишь под влиянием тетанического раздражения кожи конечностей (рис. 1, 5—6).

Из испытанных нами раздражений (раздражение кожи лап, световая вспышка — 5 мсек, звуковой щелчок — 5 мсек) наиболее эффективными оказались соматические и лишь три нейрона отвечали также на звуковой щелчок.

Наблюдалась сравнительно большая степень конвергенции соматических афферентов на одном нейроне: 19 (38%) нейронов отвечало на раздражение кожи двух конечностей, а 16 (32%) — на раздражение всех четырех лап. Количество спайков в ответе обычно было от 2 до 6—7 (частотой следования до 800 имп/сек). На рис. 2 видно, что с увеличением интенсивности раздражения латентный период (ЛП) ответного разряда значительно уменьшается (почти на 30—40%), а количество импульсов возрастает (осциллограмма 1—4); при дальнейшем увеличении интенсивности раздражения ЛП уже заметно не меняется (А, 4 и 5).

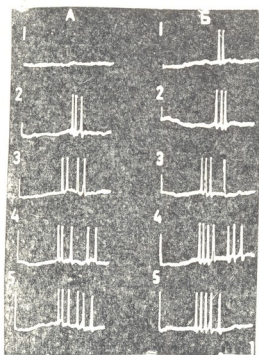


Рис. 2. А—Раздражение кожи одной передней лапы, Б—другой при напряжении: 1—0,5 в; 2—2 в; 3—5 в; 4—7 в; 5—10 в. Калибровка: 10 мв, 10 мсек

Характерно меняется ответный разряд нейронов ядер шва на парные раздражения кожи одной и той же и разных лап. Так, на рис. 3 при парных раздражениях одной и той же передней лапы (4) угнетение тестируемого ответа наступает при интервале 40 мсек. При раздражении же разноименных передних лап (Б) при интервале 90 мсек угнетающее влияние видно уже при интервале 110 мсек. При малых интервалах между парными раздражениями (1—10 мсек) разноименных лап (рис. 3, В—Г) наблюдается арифметическое складывание (суммация) числа ответных импульсов как при пороговой (В), так и при субмаксимальной интенсивности раздражения (Г). Одновременно значительно уменьшается ЛП ответного разряда (почти на 40%). При парных раздражениях кожи одной и той же лапы (одной и той же области) складывание импульсов не происходит, а наблюдается лишь некоторое уменьшение ЛП.

С целью сравнения активности нейронов ядер шва и ретикулярной формации (РФ) в нескольких опытах одновременно регистрировалась активность нейронов ядер шва и мезэнцефалической РФ. Прежде всего

нейроном со спонтанной активностью в мезэнцефалической РФ оказалось значительно меньше. Кроме того, частота разрядов оказалась значительно меньше и не превышала 25 имп/сек. Точно так же отвечающих нейронов здесь оказалось гораздо меньше, все они отвечали только на раздражение кожи одной или двух конечностей.

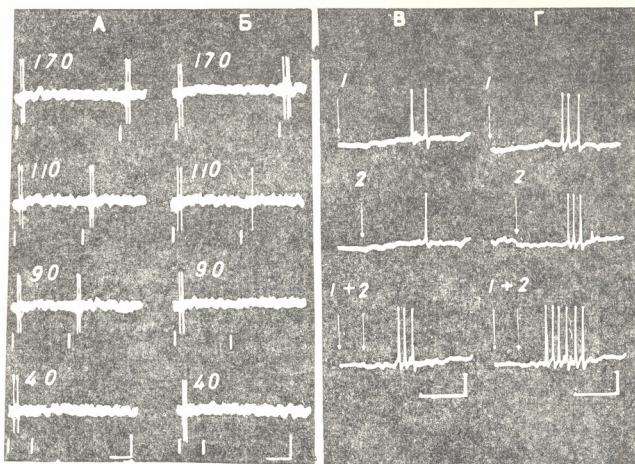


Рис. 3. А—Парное раздражение кожи одноименной, Б—разноименных передних конечностей. Под каждой осциллограммой вертикальными черточками отмечены моменты раздражения. Цифры—интервалы между парой раздражения. время—40 мсек. В—Г: 1—ответ на раздражения кожи одной передней лапы, 2—другой передней лапы. 1+2—парное раздражение их при интервале 6 мсек. В—пороговое раздражение, Г—субмаксимальное. Калибровка: 10 мв, 10 мсек

Таким образом, нейроны ядер шва нембутализированных кошек, наряду со сходством с нейронами РФ, отличаются от последних рядом особенностей: высокой частотой спонтанной активности, малоэффективностью одиночных раздражений, преимущественной или даже исключительной реакцией на соматические раздражения, большим количеством поливалентных нейронов, суммированием импульсов при сочетании раздражений разноименных конечностей в условиях малых интервалов. Эти отличительные особенности нейронов ядер шва продолговатого мозга дают основание считать, что их действие на разные структуры головного мозга в какой-то степени должно отличаться от влияния РФ.

Академия наук Грузинской ССР  
 Институт физиологии

(Поступило 30.4.1970)



ნ. ნარიკაშვილი (საქართველოს სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი),  
 ვ. არუთიუნოვი, ბ. თათევოსიანი

მომზადებულია ტვინის ნაკერის ბირთვის ნეირონთა აქტივობის  
 დასასაიათებისათვის

რ ე ზ ი მ ე

ნემბუტალით დანარკოზებულ (30—40 მგ/კგ), კატებზე შეისწავლბო-  
 ლა ნაკერის ბირთვის (nn *raphe magnus, obscurus*) ნეირონთა აქტივობა. ამ  
 ნეირონთა უმეტესობა ხასიათდებოდა სხვადასხვა სიხშირის სპონტანური  
 განმუხტებით (2—6-დან 80—100-მდე წამში). ჩვეულებრივ, ნეირონები პა-  
 სუხობდნენ სომატურ გალიზიანებაზე (ოთხივე კიდურის კანის გალიზიანება).  
 ზოგი მათგანი პასუხობდა ბგერაზე, მაგრამ სინათლის ზემოქმედებით არ აქ-  
 ტივდებოდა. სხვადასხვა კიდურის კანის გალიზიანებისას წყვილი კვეთებით (მცი-  
 რე ინტერვალისას) მიიღება განმუხტვათა სუმაცია. ნაკერის ბირთვის უჯ-  
 რედების აქტივობა წააგავს რეტვიკულური ფორმაციის ნეირონების მოქმედ-  
 ბას, მაგრამ განსხვავდება კიდევ მათგან.

HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY

S. P. NARIKASHVILI, V. S. ARUTYUNOV, T. G. TATEVOSYAN

ON THE CHARACTERISTIC OF THE UNIT ACTIVITY IN  
 BULBAR RAPHE NUCLEI

Summary

The unit activity of raphe nuclei (nn. *raphe magnus and obscurus*)  
 was studied in nembutalized (30-40 mg/kg) cats. Most of them showed  
 spontaneous discharges of different frequencies (from 2-6 to 80-100/sec.). The  
 units usually responded to somatic stimulations (skin of four limbs) and only  
 some of them to sound clicks, but not to light flashes. When the skin of  
 different limbs was stimulated with paired pulses at short intervals, the  
 number of unit discharges summated. There were found some similarities  
 with the unit activity of mesencephalic reticular formation, but some  
 differences as well.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. S. R. Cajal. Histologie du système nerveux de l'homme et des vertébrés. Madrid, 1, 1952, 950.
2. E. Taber, A. Brodal, F. Walberg. J. Comp. Neurol., 114, 1960, 178.
3. A. Brodal, E. Taber, F. Walberg. J. Comp. Neurol., 114, 1960, 239.
4. A. Brodal, F. Walberg, E. Taber. J. Comp. Neurol., 114, 1960, 261.
5. M. Jouvet. J. Renault. C. R. Soc. Biol., 160, 1966, 1461.
6. W. Kostowski, E. Giacalone, S. Garatini, L. Valzelli. Europ. J. Pharmacol., 7, 1969, 170.
7. W. Kostowski, E. Dollini. Europ. J. Pharmacol., 6, 1969, 71.
8. A. Dahlstrom, K. Fuxe. Acta physiol. scand., 62, suppl., 232, 1964.
9. G. K. Aghajanian, J. A. Rosecrans, M. H. Sheard. Science, 156, 1967, 402.
10. G. K. Aghajanian. Neurosciences Res. Prog. Bull., 8, 1970, 40.
11. Т. Г. Татевосян. Сообщения АН ГССР, 57, № 3, 1970.



8. მიქამა

სხვადასხვა ტიპის ბიოპოლიმერული გარსების კონტის მიოზინ B-ს კომპლექსი

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა პ. ქოქოთიანმა 6.5.1970)

გლუვი კონტისგან გამოყოფილი მიოზინი B ჩონჩხის კონტის მიოზინ B-საგან განსხვავებით ატფ-ის გავლენით მცირედ ან სულ არ იკუმშება [1, 2]. ჩაპოს მიერ ნაჩვენები იყო, რომ საშვილოსნოს კონტის წყლის ექსტრაქტის მიმატება აღადგენდა საშვილოსნოს კონტის მიოზინ B-ს შეკუმშვას [2]. მსგავსი შედეგები მიღებული იყო ჩვენ მიერ კუჭის კონტის მიოზინ B-ს შრიული ძაფების შესწავლისას [3]. ჩონჩხის კონტის მიოზინ B-საგან განსხვავებით გლუვი კონტის მიოზინ B-ს წყლით გადალექვისას მისი შეკუმშვის უნარი მცირდება [2, 3]. ჩაპოს აზრით, გადალექვით საშვილოსნოს კონტის მიოზინ B-ს შეკუმშვის შემცირება პირობადაღებული იყო შეკუმშვის ხელშეწყობი რალაქ ფაქტორის ჩამოცილებით, რასაც მან X ფაქტორი უწოდა [2].

ჩვენ კუჭის კონტის წყლის ექსტრაქტიდან გამოვყავით ცილოვანი კომპონენტი — პროტეინი M, რომლის მიმატებაც აღადგენდა კუჭის კონტის მიოზინ B-ს შეკუმშვის უნარს [4].

მიუხედავად იმისა, რომ ჩონჩხის კონტის მიოზინ B-ს უნარი წყლით გადალექვისას არ ეცემა, ჩვენ მიერ გამოთქმული იყო მოსაზრება, რომ ჩონჩხის კონტის შეკუმშვადი სისტემისათვის მიოზინისა და აქტინის გარდა საჭირო უნდა იყოს დამატებითი ცილოვანი კომპონენტი [5]. ვივარაუდეთ, რომ ჩონჩხის კონტის მიოზინ B-ში გლუვი კონტის მიოზინ B-საგან განსხვავებით ეს კომპონენტი უფრო მტკიცედა დაკავშირებული [5, 6]. პროტეინი M ჩვენ გამოვყავით ჩონჩხის კონტის მიოზინ B-დანაც [4]. კუჭის კონტის წყლის ექსტრაქტიდან და ჩონჩხის კონტის მიოზინ B-დან გამოყოფილი პროტეინი M თავისი ფიზიკურ-ქიმიური მახასიათებლებით მსგავსი აღმოჩნდა [7].

ჩონჩხის კონტის მიოზინ B-დან პროტეინი M-ის გამოყოფის ერთ-ერთ საფეხურს წარმოადგენს მიოზინ B-ის გაცხელება 100°C-ზე, რის გამო მიოზინი B განიცდის კოაგულაციას.

ჩვენ მიზნად დავისახეთ მიოზინ B-დან პროტეინი M ჩამოგვეცილებინა მიოზინ B-ს კოაგულაციის გარეშე.

ცდებს ვატარებდით კურდღლის ჩონჩხის კონტზე. მიოზინ B-ს მისაღებად კონტის ვატარებდით ცივ ხორცსავე მანქანაში, ფარშის ექსტრაქციის ვაწარმოებდით გუბა—ტრაპების ხსნარით (pH 6,4) 24 საათის განმავლობაში, შემდეგ ვაცენტრიფუგებდით 6000 ბრ/წ 10 წუთს, ცენტრიფუგატის ნაწილიდან მიოზინ B-ს ვლექავდით მაცივარში ვაცივებული წყლით (ნორმალური მიოზინი B). დანარჩენ ნაწილს ვყოფდით რამდენიმედ, თითოეული მიგვყავდა სათანადო ტემპერატურაზე (25, 30, 35, 43, 45, 46°C) და მიოზინ B-ს ვლექავდით იმავე ტემპერატურის წყლით. ვაცენტრიფუგებდით, ვხსნიდით ცივ (მაცივარში ნადგომი) ტოლი მოცულობის 1,2 M KCl-ის ხსნარში, გადალექვას ვიმეორებდით რამდენიმეჯერ.

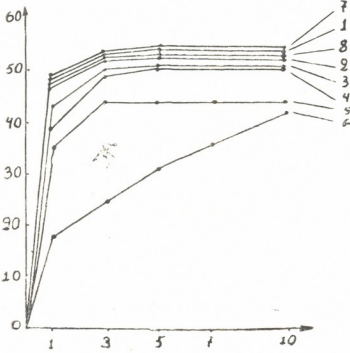
კონტის წყლით ექსტრაქტის მისაღებად ახლად ამოჭრილ კონტს ვაქცივებდით, ვასხამდით სამ მოცულობა წყალს და 15-წუთიანი ექსტრაქციის შემდეგ კონტის ნაფლეთებს ვაცივებდით ცენტრიფუგირებით.

მიოზინ B-ს შრიული ძაფების მიღებას და შეკუმშვის გაზომვას ვახდენდით ადრე აღწერილი მეთოდით [6, 8]. ცდებში ვიყენებდით ატფ Na-ის მარილს.



ვინაიდან ვაცხელებით შეიძლება პროტეინ *M*-ის გამოყოფა კუნთის წყლის ექსტრაქტიდან და მიოზინ *B*-დან [4], ჩვენ შევეცადეთ პროტეინი *M* ჩამოგვეცალეებინა ჩონჩხის კუნთის მიოზინ *B*-საგან სხვადასხვა ტემპერატურის წყლით (25, 30, 35, 45 და 46°) რამდენჯერმე გადალექვით.

პროტეინ *M*-ის ჩამოცილებაზე ვმსჯელობდით ასეთი პრეპარატებიდან მომზადებული შრიული ძაფების შეკუმშვის უნარის შესწავლით. ნორმალურ მიოზინ *B*-თ მივიჩნევდით მაივიარში ნამყოფი წყლით გამოლექილ პრეპარატს. პირველი გამოლექვის მიოზინ *B*-ს პრეპარატები (ნორმალური; 25, 30, 35°-ზე გადალექილი) შეკუმშვის უნარით მცირედ განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან, 43°-ზე გადალექილ მიოზინ *B*-ს შეკუმშვის უნარი მცირდება, ხოლო 46°-ზე გადალექვით კიდევ უფრო მკვეთრად მცირდება (სურ. 1). ასე



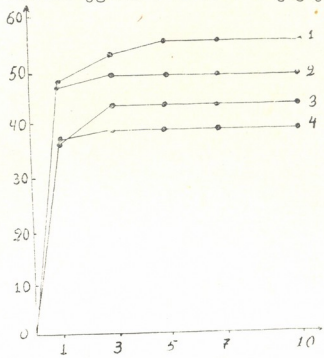
სურ. 1. სხვადასხვა ტემპერატურაზე პირველი გადალექვის ჩონჩხის კუნთის მიოზინ *B*-ს შრიული ძაფების შეკუმშვა ატფ-ის გავლენით. ცდის პირობები: 0,05 M KCl,  $10^{-3}$  M MgCl<sub>2</sub>, 0,02 M ვერონალ-ვერონალ კალიუმის ბუფერი, pH 7,5;  $5 \cdot 10^{-3}$  M ატფ, ტემპერატურა 37°C. ორღინატთა ღერძზე გადაზომილია შეკუმშვა %-ში, აბსცისთა ღერძზე დრო—წუთებში. 1) ნორმალური მიოზინი *B*, 2) 25°-ზე, 3) 30°-ზე, 4) 35°-ზე, 5) 43°-ზე, 6) 46°-ზე გადალექილი მიოზინი *B*, 7) 43°-ზე გადალექილი მიოზინ *B*-სა და კუჭის კუნთის წყლის ექსტრაქტის ნარევი, 8) 46°-ზე გადალექილი მიოზინი *B*-სა და კუჭის კუნთის წყლის ექსტრაქტის ნარევი

ვე, 25, 30 და 35°-ზე მეორე გადალექვის მიოზინ *B*-საგან მომზადებული შრიული ძაფების შეკუმშვა თითქმის არ განსხვავდება ნორმალურ მიოზინ *B*-ს შრიული ძაფების შეკუმშვისაგან, ხოლო მესამე გადალექვისას (25, 30, 35°) უკვე შეინიშნება შრიული ძაფების შეკუმშვის უნარის მკვეთრი დაქვეითება. რაც უფრო მაღალ ტემპერატურაზეა გადალექილი მიოზინი *B*, შეკუმშვის შემცირება უფრო მეტად არის გამოხატული (სურ. 2). იმის დასადაგენად, რომ შეკუმშვის შემცირება შედეგია მიოზინ *B*-ს პრეპარატიდან პროტეინ *M*-ის თანდათანობითი ჩამოცილებისა, ნორმალურ მიოზინ *B*-ს ვაცხელებდით 100°-ზე, კოაგულეზულ ცილას ვაცილებდით ცენტრიფუგირებით და ცენტრიფუგატს ეუმატებდით ტემპერატურული გადალექვის შედეგად შემცირებული შეკუმშვის უნარის მქონე მიოზინ *B*-ს, რის შედეგად აღდგა შეკუმშვალობა (სურ. 3, მრუდი 3).

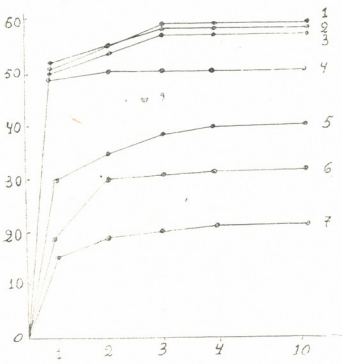
აღრე ჩვენ ვნახეთ, რომ გლუვი კუნთის მიოზინ *B*-ს შეკუმშვას აღადგენს არა მარტო გლუვი კუნთიდან მიღებული პროტეინი *M*, არამედ ჩონჩხის კუნთის მიოზინ *B*-დან გამოყოფილიც [4]. იმის შესამოწმებლად, იგივე გავლენას მოახდენდა თუ არა გლუვი კუნთის პროტეინი *M* ჩონჩხის კუნთის მიოზინ *B*-ზე, კუჭის კუნთის წყლის ექსტრაქტს ვუმატებდით ჩონჩხის კუნთის მიოზინ *B*-ს, რომლის შეკუმშვის უნარიც შემცირებული იყო ტემპერატურული გადალექვის შედეგად. როგორც სურ. 3-დან ჩანს, ჩონჩხის კუნთის 35°-ზე მესამე გადალექვის მიოზინ *B*-ს კუმშვალობა ერთნაირად აღდგება როგორც კუჭის კუნთის წყლის ექსტრაქტის დამატებისას (მრუდი 1), ისე ჩონჩხის კუნთის ნორმალური მიოზინ *B*-ს ვაცხელებით მიღებულ ზედა ხსნარის დამატებისას (მრუდი 3), რაც იმაზე უნდა მიუთითებდეს, რომ გლუვი და ჩონჩხის კუნთის პროტეინი *M* მსგავსი უნდა იყოს.

ჩვენ მიერ ნაჩვენებია, რომ კუჭის კუნთის წყლის ექსტრაქტი, ამ ექსტრაქტიდან მიღებული პროტეინი *M*, ჩონჩხის კუნთის მიოზინ *B*-ს გაცე-

სურ. 2. სხედასხვა ტემპერატურაზე მესამე გადალექვის ჩონჩხის კუნთის მიოზინ *B*-ს ძაფებას შეკუმშვა ატფ-ის გავლენით. 1) ნორმალურა, 2) 25°-ზე, 3) 30°-ზე, 4) 35°-ზე გადალექალო მიოზინი *B*. ცდის პირობები და აღნიშვნები იხილეთ, რაც სურ. 1-ზე



ლებით მიღებული სუპერნატანტი და სუპერნატანტიდან მიღებული პროტეინი *M* ერთი და იგივე მოქმედებით ხასიათდებიან მიოზინ *B*-საგან მომზადებულ შრიული ძაფების შეკუმშვაზე [4]. ვინაიდან კუჭის კუნთის წყლის ექსტრაქტი და ჩონჩხის კუნთის მიოზინ *B*-ს გაცხელებით მიღებული სუპერნატანტი გაცილებით ადვილად და სწრაფად მიიღება, ამიტომ ცდების აღნიშნულ სერიაში სუფთა პროტეინ *M*-ის ნაცვლად ვიყენებდით კუჭის კუნთის წყლის ექსტრაქტს და მიოზინ *B*-ს გაცხელებით მიღებულ სუპერნატანტს.



სურ. 3. სხედასხვა ტემპერატურაზე გადალექილი ჩონჩხის კუნთის მიოზინ *B*-ს შრიული ძაფების შეკუმშვა. 1) 35°-ზე მესამე გადალექვის მიოზინ *B*-სა და კუჭის კუნთის წყლის ექსტრაქტის ნარევი, 2) ნორმალური მიოზინი *B*, 3) 35°-ზე მესამე გადალექვის მიოზინ *B*-სა და ნორმალური მიოზინ *B*-ს გაცხელებით მიღებული სუპერნატანტის ნარევი, 4) 43°-ზე მეორე გადალექვის მიოზინ *B*-სა და კუჭის კუნთის წყლის ექსტრაქტის ნარევი, 5) 35°-ზე მესამე გადალექვის მიოზინი *B*, 6) 43°-ზე მეორე გადალექვის მიოზინი *B*, 7) 45°-ზე მეორე გადალექვის მიოზინი *B*. ცდის პირობები და აღნიშვნები იხილეთ, რაც სურ. 1-ზე

43 და 46°-ზე პირველი გადალექვის მიოზინ *B*-სადმი კუნთის წყლის ექსტრაქტის მიმატებით ხდება შეკუმშვის აღდგენა საწყის დონემდე (სურ. 1), 43°-ზე მეორე გადალექვის მიოზინ *B*-ს შეკუმშვა კუნთის წყლის ექსტრაქტის მიმატების შემდეგ ძლიერდება, მაგრამ საწყის დონეს ვეღარ აღწევს (სურ. 3). 45°-ზე მეორედ გადალექილი მიოზინ *B*-სადმი კუნთის წყლის ექსტრაქტის მიმატება ვეღარ ზრდის ან უმნიშვნელოდ ზრდის შეკუმშვის უნარს, ხო-

ლო მესამედ 43 და 45°-ზე გადალექილი მიოზინ *B*-ს და კუნთის წყლის ტრაქტის ნარევიდან ძაფები ველარ მიიღება. 43, 45 და 46°-ზე მეორედ და მესამედ გადალექვის შემდეგ მიოზინი *B* 1,2 M KCl-ში ცუდად იხსნება. მალალ ტემპერატურებზე (43, 45°-ზე) განმეორებითი გადალექვის შემდეგ პროტეინ *M*-ის ჩამოცილებასთან ერთად, როგორც ჩანს, ხდება მიოზინ *B*-ს ტემპერატურული დენატურაცია. ცნობილია, რომ გადალექვის შემდეგ აქტომიოზინი უფრო თერმოლაბილურია [9].

ამგვარად, ირკვევა, რომ ჩონჩხის კუნთის მიოზინ *B*-ს თბილი წყლით რამდენჯერმე გადალექვით ხდება პროტეინ *M*-ის თანდათანობითი ჩამოცილება. მიღებული შედეგები ერთხელ კიდევ ადასტურებენ ადრე გამოთქმული ვარაუდის სისწორეს, რომ გლუვი კუნთის მსგავსად, ჩონჩხის კუნთის კომპლექსური სისტემისათვის, გარდა მიოზინისა და აქტინისა, საჭიროა პროტეინი *M*.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია  
ფიზიოლოგიის ინსტიტუტი

(შემოვიდა 15.5.1970)

БИОФИЗИКА

Г. В. МИКАДЗЕ

### СОКРАТИТЕЛЬНЫЕ СВОЙСТВА ПРЕПАРАТОВ МИОЗИНА *B* ПОПЕРЕЧНО-ПОЛОСАТОЙ МЫШЦЫ, ПЕРЕОСАЖДЕННЫХ ПРИ РАЗЛИЧНОЙ ТЕМПЕРАТУРЕ

Резюме

При изучении сократительных свойств пленочных нитей препаратов миозина *B* поперечно-полосатой мышцы, переосажденных водой различной температуры (25, 30, 35°C), показано, что во время переосаждения теплой водой от миозина *B* поперечно-полосатой мышцы постепенно отделяется белок — протейн *M* — который, по-видимому, является необходимым компонентом сократительной системы.

BIOPHYSICS

G. V. MIKADZE

### CONTRACTILE PROPERTIES OF MYOSIN *B* PREPARATIONS IN STRIATED MUSCLE REPRECIPITATED AT DIFFERENT TEMPERATURES

Summary

In studies of contractile properties of layer threads of myosin *B* preparations in striated muscle reprecipitated by means of water at different temperatures (25, 30, 35°C) it was found that during reprecipitation by warm water protein *M*, which is probably a necessary component of the contractile system, was gradually separated from myosin *B* in striated muscle.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. И. Иванов и Е. Г. Киселева. ДАН СССР, 60, 1948.
2. А. Ссаро. Acta Physiol. Scand., 19, 1949.
3. Г. В. Микадзе. Сообщения АН ГССР, 31, № 2, 1963.
4. М. М. Заалишвили, Г. В. Микадзе, Т. Т. Сургуладзе. Сообщения АН ГССР, 34, № 1, 1966.
5. Г. В. Микадзе. Некоторые физико-химические свойства сократительных белков гладкой мускулатуры. Автореферат, Тбилиси, 1963.
6. М. М. Заалишвили, Г. В. Микадзе. Биохимия, 29, вып. 5, 1964.
7. М. М. Заалишвили, Н. А. Гачечиладзе и др. Сообщения АН ГССР, 37, № 3, 1967.
8. М. М. Заалишвили, Г. В. Микадзе. Биохимия, 4, 1959.
9. А. Д. Браун, Н. М. Несветаева, Н. В. Фиженко. Цитология, 1, № 1, 1959.





С. В. ДУРМИШИДZE (академик АН Грузинской ССР),  
Н. Н. НУЦУБИДZE

## УСВОЕНИЕ ГАЗООБРАЗНОГО АММИАКА РАЗНЫМИ РАСТЕНИЯМИ

Питание растения разными формами азота, как известно, изменяет окислительно-восстановительный режим в тканях и приводит к определенным сдвигам в обмене веществ растений. Поэтому поглощение аммиака из атмосферы, его внутриклеточное образование, а также связывание являются важными сторонами общего обмена веществ растения. Под влиянием аммиака могут изменяться интенсивность дыхания, окисление различных субстратов в тканях, проницаемость клеток, активность и индуцирование некоторых ферментов, водный режим растения и т. п. [1—3]. Между тем, усвоение газообразного аммиака высшими растениями еще мало изучено [4—6].

В настоящей работе мы ставили себе целью изучить усвоение и пути связывания газообразного аммиака у растений.

Усвоение газообразного аммиака исследовалось на месячных сеянцах кукурузы (сорт Круг), фасоли (сорт Красная), подсолнечника (сорт Армавирская), томата (сорт Чудо). Опыты проводились в герметических сосудах из органического стекла. Корни или листья помещались в среду 5 и 10%-ного  $N^{15}H_3$ . Перед опытом та часть растения, которая помещалась в среду газообразного аммиака, обрабатывалась 0,1%-ным раствором сулемы. Экспозиция опыта — 1 мин, 10 мин, 1 час; температура 25°C.

Образцы фиксировались в аппарате Коха. Часть образца использовалась для масс-спектрометрирования, а другая часть обрабатывалась 80%-ным этиловым спиртом для получения отдельных аминокислот, содержащих  $N^{15}$ . После экстракции, концентрирования и выпаривания образцов сухие осадки растворялись 2—5 мл 40%-ного этилового спирта, хроматографировались на препаративной хроматографической бумаге в линию и отдельные линии, содержащие аминокислоты, сжигались по общепринятому методу для масс-спектрометрирования [7]. Свободные аминокислоты определялись по В. Л. Кретовичу и Ж. В. Успенской [8].

Газообразный аммиак корнями различных растений усваивается с различной интенсивностью (табл. 1). Кукуруза и фасоль уже за одну минуту поглощают значительное количество газообразного аммиака, и общее обогащение корней и листьев, в особенности, у растений кукурузы, довольно высокое. У подсолнечника и томата обогащение  $N^{15}$  происходит незначительно. Общее обогащение листьев подсолнечника при этом более высокое.

При десятиминутной и часовой экспозициях показатели обогащения  $N^{15}$  увеличиваются или остаются на одном уровне. Сумма аминокислот при разных экспозициях меняется в различных растениях по-разному — в кукурузе и томате уменьшается с увеличением экспозиции, а в фасоли и подсолнечнике происходит как бы волнообразное накопление аминокислот.



Изучение распределения  $N^{15}$  между свободными аминокислотами показало, что на первых порах усвоения газообразного аммиака в различных растениях обогащением  $N^{15}$  и общим количеством выделяются следующие аминокислоты: в корнях кукурузы — аланин, аспарагиновая кислота и аспарагин, а в листьях — аспарагин, глутаминовая кислота и тирозин.

Таблица 1  
Усвоение газообразного аммиака корнями различных растений в среде 5%-ного  $N^{15}H_3$

Растения	Общее обогащение $N^{15}$ в %, сумма аминокислот в мг/г сухого материала					
	Экспозиция					
	1 минута		10 минут		1 час	
	Корни	Листья	Корни	Листья	Корни	Листья
Кукуруза						
Общее обогащение	2,1	1,7	1,7	1,4	3,4	4,4
Сумма аминокислот	11,0	14,9	5,4	12,9	—	9,4
Фасоль						
Общее обогащение	1,0	0,9	2,3	1,9	2,2	1,3
Сумма аминокислот	15,7	25,0	10,8	12,4	23,1	15,4
Подсолнечник						
Общее обогащение	0,7	1,4	0,8	1,9	1,5	1,9
Сумма аминокислот	—	11,2	4,0	16,6	9,9	13,4
Томат						
Общее обогащение	0,6	0,6	2,7	3,3	3,2	2,6
Сумма аминокислот	—	—	20,1	22,6	7,4	4,1

У фасоли этими показателями выделяются: в корнях — аспарагин, глутамин, аспарагиновая и глутаминовая кислоты, в листьях — аспарагин, аргинин, аспарагиновая и глутаминовая кислоты.

В корнях и листьях подсолнечника общим содержанием и количеством  $N^{15}$  выделяются аспарагиновая кислота и аспарагин.

В томате обогащением  $N^{15}$  отличаются в корнях и листьях аспарагин, аспарагиновая и глутаминовая кислоты. В листьях дополнительно можно назвать тирозин, аланин, пролин и лейцин.

Интенсивно поглощают газообразный аммиак те же растения через листья (табл. 2). За 1 минуту происходит довольно высокое обогащение не только листьев, но и корней  $N^{15}$  кукурузы, фасоли и подсолнечника. Листьями фасоль и подсолнечник поглощают газообразный аммиак более чем вдвое интенсивнее, нежели корнями.

В томате обогащение меченым азотом аммиака активно начинается после более длительной экспозиции. При часовой экспозиции отмечаются резкое увеличение количества аминокислот и их обогащение  $N^{15}$  в корнях, т. е. происходит интенсивный отток усвоенного аммиака в корни. Усиленным оттоком поглощенного аммиака характеризуется также фасоль.

При поглощении газообразного аммиака листьями в растениях активно образуются и метятся меченым азотом следующие аминокислоты: в корнях кукурузы — аспарагин, аспарагиновая и глутаминовая кислоты, в листьях — аланин, аспарагин, аспарагиновая и глутаминовая кислоты; в корнях фасоли — аланин, глутамин, тирозин, валин и фенилаланин, в листьях — аспарагин, глутамин, глутаминовая кислота, валин и пролин.



В подсолнечнике по общему количеству и по меченому азоту можно выделить: в корнях — аспарагин, глутаминовую кислоту, аланин и тирозин, в листьях — аспарагин, аспарагиновую кислоту и фенил-аланин.

В томате в корнях и листьях можно отметить аспарагин, в листьях выделяется также аргинин.

Таблица 2

Усвоение газообразного аммиака листьями различных растений в среде 5%-ного  $N^{15}H_3$

Растения	Общее обогащение $N^{15}$ в %, сумма аминокислот в мг/г сухого материала					
	Экспозиция					
	1 минута		10 минут		1 час	
	Корни	Листья	Корни	Листья	Корни	Листья
Кукуруза						
Общее обогащение	1,4	1,9	2,7	1,9	1,3	1,3
Сумма аминокислот	12,5	16,2	7,8	12,9	11,9	14,8
Фасоль						
Общее обогащение	2,1	2,5	1,8	2,1	1,8	1,9
Сумма аминокислот	13,9	19,4	30,9	6,7	17,7	24,3
Подсолнечник						
Общее обогащение	1,6	1,9	2,3	1,3	2,1	3,2
Сумма аминокислот	3,2	5,5	4,1	14,4	12,4	13,3
Томат						
Общее обогащение	0,6	0,6	2,1	2,1	4,0	2,7
Сумма аминокислот	—	—	7,7	15,1	37,6	15,0

Таким образом, можно заключить, что кукуруза, фасоль, подсолнечник и томат усваивают газообразный аммиак как корнями, так и листьями. Поглощение и отток поглощенного и связанного аммиака более интенсивно происходят через листья.

Связывание поглощенного газообразного аммиака в основном происходит в амиды — в аспарагин и глутамин. Активно образуются в этом процессе также аспарагиновая и глутаминовая кислоты, аланин, аргинин и тирозин.

Сопоставление данных общего обогащения  $N^{15}$  и показателей изотопного азота аминокислот показало, что, наряду с образованием амидов и аминокислот, в связывании газообразного аммиака активно участвуют органические кислоты с образованием аммонийных солей.

Академия наук Грузинской ССР  
Лаборатория биохимии растений

(Поступило 18.6.1970)

გიორგიბია

ს. ლურჯიშვიდი (საქართველოს სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი), ნ. ნუცუბიძე

გაზნიკაბური ამიაკის შეთვისება სხვადასხვა მცენარეების მიერ

რ ე ზ ი თ ე ე

სიმინდის, ლობიოს, მწესუმწირასა და ტომატის ნაზარდები ითვისებენ გაზნიკაბური ამიაკს ფესვებიდან და ფოთლებიდან. ამ მხრივ განსაკუთრებით სიმინდი და ლობიო გამოირჩევა. ამიაკის შეთვისება უფრო ინტენსიურად

ხდება ფოთლების მეშვეობით შეკავშირებული ამიაკის აზოტი ჟღერო ინტენსიურად გადადის ფოთლებიდან ფესვებში, ვიდრე ფესვებიდან ფოთლებში. შთანთქმული ამიაკი ძირითადად იბოჭება ასპარაგინსა და გლუტამინში. ამ პროცესში აქტიურად წარმოიქმნება აგრეთვე სხვა ამინომჟავები: ასპარაგინისა და გლუტამინის მჟავები, ალანინი, არგინინი, ტროპონინი და ორგანული მჟავების ამონიუმის მარილები.

## BIOCHEMISTRY

S. V. DURMISHIDZE, N. N. NUTSUBIDZE

### UPTAKE OF GASEOUS AMMONIA BY DIFFERENT PLANTS

#### Summary

Young plants (a month old) of maize, kidney bean, sunflower and tomatoes assimilate gaseous ammonia through roots and leaves. In this respect maize and kidney bean are especially distinguished. Ammonia is intensively assimilated by leaves. Nitrogen of the bound ammonia transfers from leaves to roots more intensively than from roots to leaves. Assimilated ammonia is mainly bound in asparagine and glutamine. Other amino acids: aspartic and glutamic acids, alanine, arginine, tyrosine and the ammonium salts of organic acids are actively formed in the process.

#### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. H. M. Wines, R. T. Wedding. *Plant Physiol.*, 35, № 6, 1960.
2. D. M. Stuart, J. L. Haddock. *Plant Physiol.*, 43, № 3, 1968.
3. Г. Ш. Ткемаладзе. Регуляция синтеза и активности растительных ферментов азотного обмена и малатдегидрогеназы. Автореферат, М., 1969.
4. Ю. А. Усманов, Труды Башкирского с.-х. ин-та, II, № 1, 1963, 160—163.
5. В. М. Макаревич. *Физиология растений*, 10, № 5, 1963.
6. Н. С. Сиянова. *Физиология растений*, 2, № 3, 1964.
7. Дж. Барнард. *Современная масс-спектрометрия*. М., 1957.
8. Ж. В. Успенская, В. Л. Кретович. Количественное определение аминокислот. М—Л., 1962.



МИКРОБИОЛОГИЯ И ВИРУСОЛОГИЯ

В. В. МЕУНАРГИЯ, Э. Ш. ВАРДОСАНИДЗЕ

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИММУННЫХ ЛИМФОИДНЫХ КЛЕТОК ДЛЯ  
ОБНАРУЖЕНИЯ *in vitro* АНТИГЕНОВ, ИНДУЦИРОВАННЫХ  
ВИРУСАМИ

(Представлено академиком К. Д. Эристави 7.4.1970)

Как известно, иммунные лимфоциты проявляют специфическое цитотоксическое действие на клетки-мишени [1], что и послужило основанием для их использования при определении новых клеточных антигенов, индуцированных онкогенными вирусами.

В опытах мы использовали вирус полиомы штамма 2510 В с титром  $10^7$ ТЦПД в 0,2 мл и вирус SV<sub>40</sub> штамма 777 с титром  $10^7$ ТЦПД<sub>50</sub> в 0,2 мл. Взрослых хомячков объединяли в группы. Хомячкам одной группы вводили вирус полиомы внутрисердечно в объеме 0,3 мл, второй группы — вирус SV<sub>40</sub>, а третьей группы — среду 199.

Через 5—10 дней почки инфицированных вышеуказанными вирусами и контрольных хомячков извлекали стерильно, трипсинизировали общепринятым методом, полученные клетки взвешивали в среде 199 с 10% бычьей сыворотки и разливали по пробиркам в количестве 2 млн. клеток в 1 мл. Пробирки с клеточными культурами инкубировали при 37°C.

Иммунные лимфоидные клетки готовили из лимфоузлов хомячков, которым за 6—7 дней до опыта вводили подкожно соответствующие вирусы по 0,5 мл в областях расположения регионарных лимфоузлов. Лимфоузлы (паховые, шейные, мезентериальные) извлекали стерильно, очищали от капсулы и растирали в стеклянном гомогенизаторе Поттера.

Контрольные неиммунные лимфоидные клетки готовили из лимфоузлов хомячков, которым предварительно вводили культуральную жидкость неинфицированных культур клеток мышинных фибробластов и почек зеленых мартышек.

Через 7—8 дней после культивирования клеток почек хомячков отбирали культуры с монослойным ростом, питательную среду удаляли, культуры отмывали раствором Эрла, а затем в каждую пробирку с культурами соответствующих групп добавляли суспензию лимфоидных клеток в объеме 1 мл, содержащую  $1,5 \times 10^7$  клеток. Культуры почечных клеток как неинфицированных, так и инфицированных вирусом хомячков инкубировали с иммунными и неиммунными лимфоидными клетками при 37°C в течение 48—72 часов. В опыт включали следующие контрольные группы культур: 1) культуры почек неинфицированных хомячков с неиммунными лимфоидными клетками, 2) культуры почек неинфицированных хомячков с иммунными лимфоидными клетками, 3) те же культуры без лимфоидных клеток, 4) культуры почек инфицированных вирусом хомячков с неиммунными лимфоидными клетками, 5) те же культуры без лимфоидных клеток и 6) культуры почек инфицированных вирусом хомячков с иммунными лимфоидными клетками (опытная группа). В каждую группу включали 10 пробирок с культурами. Оценку результатов опытов производили по интенсивности цито-

токсического действия лимфоидных клеток на клетки-мишени шифровано.

В начале опыты ставили с вирусом полиомы. Клетки-мишени представляли собой культуры почек неинфицированных и инфицированных вирусом полиомы хомячков. Следует отметить, что взятые в опыт хомячки не содержали антител к вирусу полиомы.

В первые же часы после добавления лимфоидных клеток в культуры отмечалось интенсивное облепление почечных клеток.

В пробирках с культурами почек хомячков, инфицированных вирусом полиомы (группа 6), через 24 часа после добавления иммунных лимфоцитов клетки-мишени округлялись, в них появлялась зернистость, а к 48 часам наблюдалась почти полная деструкция монослоя.

В культурах почек как неинфицированных, так и инфицированных вирусом хомячков, которые инкубировались без лимфоцитов (контрольные группы 3 и 5), цитотоксические изменения не наблюдались. В контрольных культурах почечных клеток (группы 1,2,4), которым добавляли лимфоциты, иногда наблюдался слабый цитотоксический эффект. Однако при учете интенсивности цитотоксического эффекта в большинстве опытов отмечалась четкая разница между опытными (группа 6) и контрольными (группы 1, 2, 3, 4, 5) культурами (рис. 1, 2, 3).

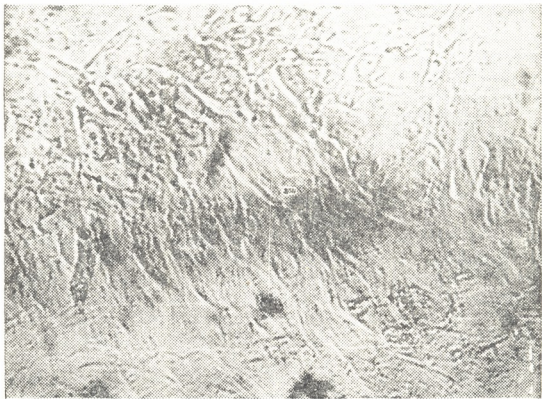


Рис. 1. Культура почек хомячков, инфицированных вирусом полиомы (ув.  $10\times 10$ ). Полное отсутствие цитодеструктивных изменений

В опытах с вирусом SV<sub>40</sub> получены сходные результаты. Для исключения возможной роли репликации вирусов полиомы и SV<sub>40</sub> в цитотоксических изменениях культур хомячковых почечных клеток культуральные жидкости и гомогенаты почечных тканей добавляли в культуры клеток мышинных фибробластов и почек зеленых мартышек соответственно. При этом индикаторные клетки не подвергались характерным для вирусов полиомы и SV<sub>40</sub> цитопатическим действиям.

Культуры почек хомячков, инфицированных вирусом полиомы и SV<sub>40</sub>, не подвергались ни морфологической, ни малигнизирующей трансформации; тем не менее, в почечных клетках иммунофлюоресцентным методом [2] обнаруживался специфичный для вируса SV<sub>40</sub> внутриядер-

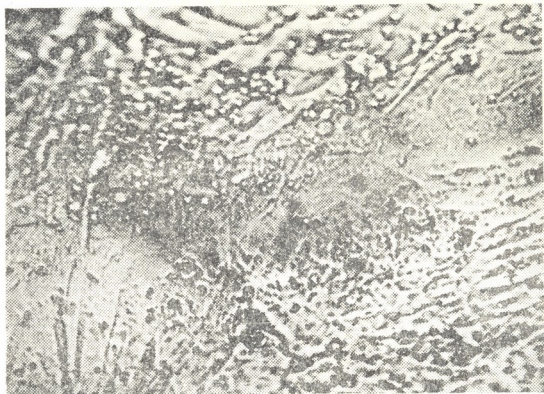


Рис. 2. Культура почек хомячков, инфицированных вирусом полиомы, с нормальными лимфоидными клетками (ув.  $10 \times 10$ ). Почти полное отсутствие цитотоксического действия лимфоидных клеток

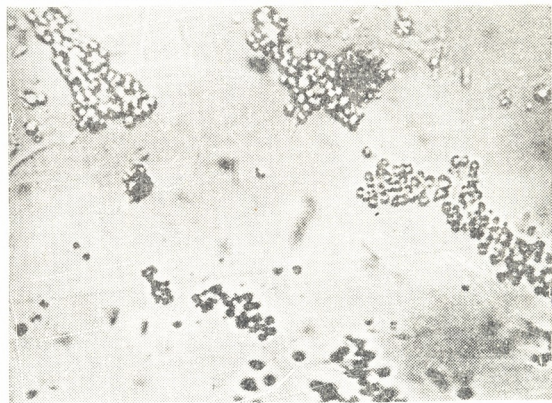


Рис. 3. Та же культура с иммунными лимфоидными клетками (ув.  $10 \times 10$ ). Полная деструкция монослоя

ный Т-антиген, свидетельствующий о наличии в них вирусного генома [3]. Эти результаты согласуются с имеющимся в литературе данными об отсутствии прямой корреляции между процессами клеточной трансформации и индукции вирусом антигенов [4, 5].

Наличие вирусного генома в клетках хомячков, инфицированных вирусом SV<sub>40</sub>, которые подвергались специфическому цитотоксическому действию иммунных лимфоидных клеток, по-видимому, говорит о том, что, наряду с Т-антигеном, в этих клетках индуцируется антиген, лока-





М. А. БРЕГАДЗЕ

## О МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЯХ В МОЗЖЕЧКЕ ОБЛУЧЕННЫХ МОРСКИХ СВИНОК ПОСЛЕ ТРАНСПЛАНТАЦИИ КОСТНОГО МОЗГА

(Представлено членом-корреспондентом Академии А. Н. Бакурадзе 14.5.1970)

Современные данные [1—3] свидетельствуют о том, что при лучевой болезни эффективным лечебным средством является трансплантация костного мозга. Многие радиобиологи [4—6] указывают, что основным критерием эффективности противолучевых средств является выживаемость облученных животных. Но выживаемость должна зависеть также от функционально-морфологического состояния ЦНС, регулирующей и нормализующей физиологические процессы в организме. Исходя из этого определенный интерес представляет выяснение морфологических изменений, происходящих в головном мозгу облученных животных после трансплантации костного мозга.

Морские свинки (самцы весом 500—700 г) подвергались однократному общему воздействию рентгеновских лучей в абсолютно летальной дозе (600 р). Костный мозг брался пункцией голени за 20 мин до облучения; затем этот трансплантат (2—4 млн. костномозговых клеток) вводился животным внутривенно через 10—20 мин после облучения.

Морфологически изучался мозжечок как необлученных, так и облученных (контрольных и облученных с трансплантацией костного мозга) морских свинок (всего 20). Фиксация материала производилась в жидкости Карнуа, 10% и в нейтральном формалине. Срезы мозжечка толщиной 30 мк на замораживающем и 7 мк на санном микротоме окрашивались разными методами (Кахала, Эрлиха, Ван-Гизона и др.), изучалось состояние глиальных (астроцитарных) и нервных (Пуркинье и зернистых) клеток.

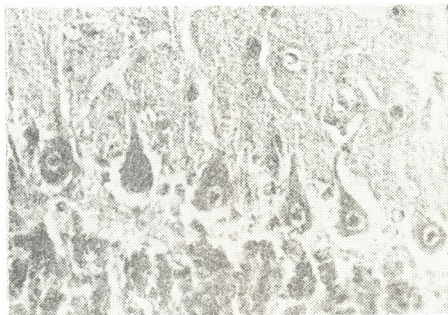


Рис. 1. Клетки Пуркинье  
до облучения

Морфологическое изучение мозжечка необлученных животных показало, что большие грушевидной формы клетки Пуркинье имеют хорошо заметные отростки в сторону молекулярного слоя и ядра в центре клетки. Зернистый слой представлен плотно расположенными ма-  
30. „მთაბე“, ტ. 59, № 2, 1970



ленькими клетками, в которых отчетливо видны ядра (рис. 1). Глиальные клетки в мозжечке, в основном в белом веществе, представлены в большом количестве, с хорошо заметными отростками. Форма клеток почти у всех круглая, редко овальная (рис. 2).

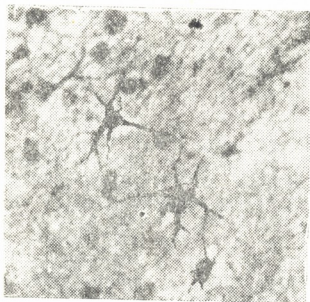
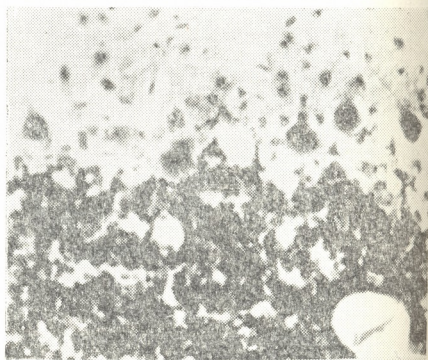


Рис. 2. Клетки астроцитальной глии до облучения

Как у контрольных, так и у подопытных животных отчетливые морфологические изменения отмечаются во всех слоях коры и в белом веществе мозжечка лишь через 24 часа после облучения. В зернистых клетках изменения обнаруживаются в виде пикноза, а в клетках Пуркинье имеют место поражения ядер и отростков. Выпадение нервных клеток, изменение формы клетки и ядра заметны уже на 8-й день после облучения. На 10-й день после облучения в мозжечке контрольных животных вместо клеток Пуркинье и зернистых клеток видны лакуны. Оставшиеся клетки Пуркинье находятся в стадии расплавления или в измененной форме, т. е. сморщенные или вытянутые. Ядра у зернистых клеток набухшие, а у клеток Пуркинье пикнозированы и расположены эксцентрично, отростки же у них отщеплены (рис. 3).

Рис. 3. Клетки Пуркинье у контрольных животных на 10-й день после облучения



У подопытных животных в молекулярном и зернистом слое также отмечаются лакуны вместо нервных клеток, наблюдаются уменьшение



клеток и изменение их отростков, ядра же клеток почти не изменены и, как и у необлученных животных, находятся в центре клеток (рис. 4).

На 30-й день у выживших подопытных животных наблюдаются почти неизменные клетки, но отмечается уменьшение количества клеток (как Пуркинью, так и зернистых).

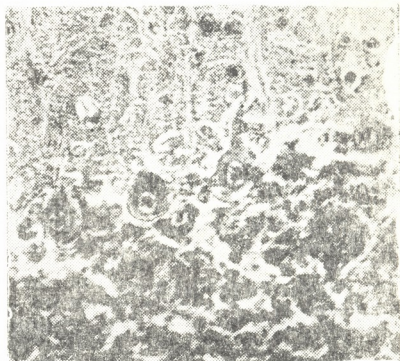


Рис. 4. Клетки Пуркинью у подопытных животных на 10-й день после облучения

Изменение глиальных клеток мозжечка у облученных животных заметно уже после первых часов облучения, попадают одиночные измененные астроциты. После 24 часов астроциты представляют собой набухшие клетки с хорошо выраженными отростками. На 8-й день встречаются дегенеративные астроциты и число глиальных клеток уменьшается. На 10-й день клетки в большинстве случаев теряют отростки, изменяются в форме и становятся мельче (рис. 5). Что касается гли-

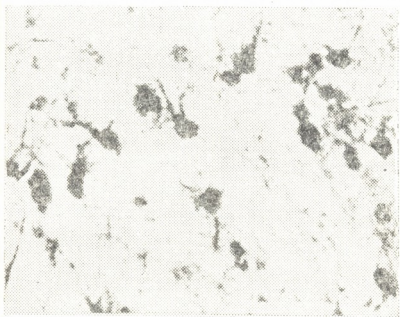


Рис. 5. Астроцитальные клетки контрольных животных на 10-й день после облучения

альных клеток подопытных животных, то количество их уменьшается, форма же клеток и отростков изменяется сравнительно меньше. На 10-й день встречаются одиночные астроциты с измененной формой отростков и клеток (рис. 6).

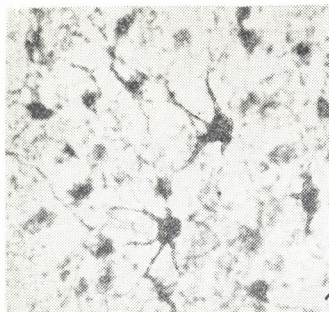


Рис. 6. Астроцитальные клетки под  
опытных животных на 10-й день по-  
сле облучения

Таким образом, в результате нашего исследования можно допу-  
стить, что трансплантация костного мозга способствует снижению сте-  
пени поражения глиальных (астроцитальных) и нервных (Пуркинье и  
зернистых) клеток.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт физиологии

(Поступило 14.5.1970)

ჰისტოლოგია

ნ. ბრეგაძე

დასხნივებულ ზღვის გოჭის ნათხემში ძვლის ტვინის გადანერგვის  
შემდეგ მიმდინარე მორფოლოგიური ცვლილებები

რეზიუმე

დასხივებულ ცხოველთა ნათხემში, ძვლის ტვინის გადანერგვის შემდეგ, შე-  
ისწავლებოდა გლიურ (ასტროციტულურ) და ნერვულ (პურკინიეს და მარცე-  
ლოვან) უჯრედთა მორფოლოგიური ცვლილება. კვლევის შედეგად აღმოჩნდა,  
რომ ძვლის ტვინის გადანერგვა ხელს უწყობს გლიურ და ნერვულ უჯრედთა  
დაზიანების შემცირებას.

HISTOLOGY

M. A. BREGADZE

ON THE MORPHOLOGICAL CHANGES IN THE CEREBELLUM  
OF IRRADIATED GUINEA PIGS AFTER TRANSPLANTATION  
OF MARROW

Summary

Study has been made of morphological changes of the glial (astroglia)  
and nerve (Purkinje) cells in the cerebellum of irradiated animals after  
transplantation of marrow. Transplantation was found to reduce the lesion  
of glial and nerve cells.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. М. О. Раушенбах и И. Л. Чертков. Патогенетическое обоснование гемо- и  
миелотерапии острой лучевой болезни. М., 1965.
2. Дж. Томсон. Защита млекопитающих от ионизирующих излучений. М., 1964.
3. Б. Пендик. Диагностика и лечение острых лучевых поражений. Женева, 1962.
4. Э. Я. Граевский. Основы радиационной биологии. М., 1964.
5. Т. Д. Горизонтов. Патологическая физиология лучевых поражений. М., 1968.
6. М. Тюбнана и др. Физические основы лучевой терапии и радиобиологии.  
М., 1969.

А. Л. МИКЕЛАДЗЕ, Э. И. ДЗАМОЕВА

## УЛЬТРАСТРУКТУРА ОЛИГОДЕНДРОЦИТОВ МОЗОЛИСТОГО ТЕЛА

(Представлено членом-корреспондентом Академии А. Н. Бакурадзе 13.5.1970)

Нейроглия принимает активное участие в формировании нервной ткани, метаболизме нейронов, процессах дегенерации, регенерации и т. д. Предполагается ее участие во врожденных и приобретенных реакциях организма, поэтому изучение нейроглиальных клеток на субмикроскопическом уровне вызывает большой интерес. Имеются указания, что олигодендроциты серого и белого вещества мозга выполняют различную функциональную роль, что должно было найти свое отражение в структуре этих клеток. Однако этот вопрос недостаточно изучен и данные по нему весьма противоречивы.

Цель настоящей работы — описание тонкой структуры олигодендроцитов мозолистого тела. Исследовалось мозолистое тело четырех кошек, головной мозг которых перфузировался 2,5% раствором глютаральдегида на фосфатном буфере с последующей постфиксацией в 1% растворе осмиевой кислоты на том же буфере. Кусочки заключались в эпох 812.

Из всех видов нейроглии в мозолистом теле наиболее широко представлены олигодендроциты. Они располагаются одиночно, вдоль миелинизированных аксонов, но чаще группами по 3—4 и более, образуя тесные контакты друг с другом (рис. 1). Олигодендроциты характеризуются наличием небольшого количества коротких отростков неопределенного очертания, проникающих в щели между миелинизированными аксонами. Ядра овально-округлой формы при тесном контакте означенных клеток несколько угловатые. Хроматин ядра собран в глыбки, которые располагаются под внутренней мембраной оболочки ядра, местами образуя густые скопления. Такие скопления ядерного хроматина разбросаны по всему ядру, что придает ему пятнистый вид. Щель между мембранами с небольшими расширениями, на наружной мембране располагается небольшое количество свободных рибосом.

Цитоплазма окружает ядро узким ободком и содержит большое количество свободных рибосом и их розеток. Эндоплазматическая сеть представлена в виде уплощенных и расширенных округлых цистерн (примерно 1500 Å в диаметре), покрытых рибосомами. Центральная обширная часть цитоплазмы занята аппаратом Гольджи в виде мелких пузырьков, параллельно расположенных крупных уплощенных цистерн (рис. 2). Митохондрии различной величины и формы содержат маленькие темные гранулы. Их кристы четко выражены, в цитоплазме олигодендроцитов наблюдаются мультивезикулярные тела.

Анализ полученных данных показывает, что в мозолистом теле встречаются два типа олигодендроцитов — со светлой и темной цитоплазмой и ядром (рис. 1, 2, 3 и 4). Светлые олигодендроциты встречаются более часто, чем темные. Морфологические различия между двумя означенными типами олигодендроцитов заключаются в том, что

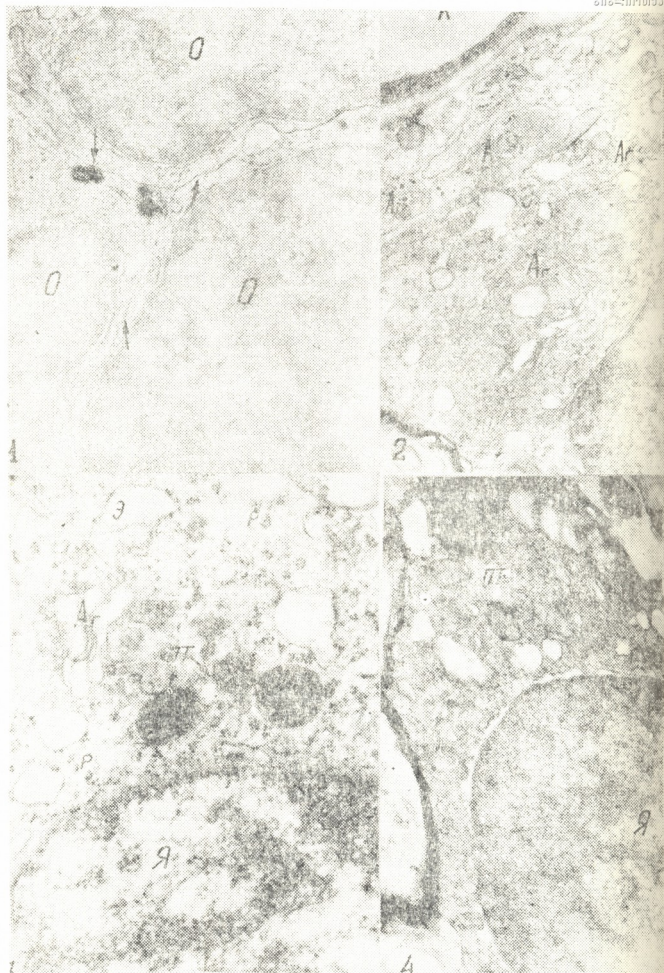


Рис. 1. Три олигодендрокита (О) мозлистого тела кошки. Стрелками указан контакт между клетками.  $\times 22000$ . 2. Светлый олигодендрокит: я—ядро, Э—цистерны эндоплазматической сети, Аг—аппарат Гольджи, А—отростки астроцитов с частицами гликогена, К—капилляры.  $\times 22000$ . 3. Перинуклеарная область с аппаратом Гольджи светлого олигодендрокита: р—рибосомы, пт—плотные тела.  $\times 52000$ . 4. Темный олигодендрокит. Обозначения те же, что на рис. 1, 2.  $\times 25000$



темные имеют более развитую гранулярную эндоплазматическую сеть и содержат большее число митохондрий и свободных рибосом, у светлых, наоборот, лучше развит агранулярный ретикулум.

Наши результаты не согласуются с данными Шульца, Мейнерта и Пиза [1], которые находили в мозолистом теле крыс лишь один тип олигодендроцитов, а именно со светлой цитоплазмой и ядром, тогда как, по данным Луз [2], Крюгера и Максвелла [3], в подлежащем белом веществе коры встречаются эти два типа олигодендроцитов.

Мы не разделяем взгляда Мори и Леблонда [4], которые относят темный тип олигодендроцитов к микроглиальным клеткам. Согласно нашим наблюдениям, клеточная поверхность микроглиоцитов мозолистого тела угловато-неправильной формы. Цитоплазматический и ядерный матрикс одинаковой электронной плотности. Ядро неправильного очертания, хроматин распределен равномерно, придавая ядру гомогенный мелкозернистый вид. Эндоплазматическая сеть представлена в виде уплощенных и расширенных цистерн, покрытых рибосомами и начинающихся непосредственно у оболочки ядра. Длинные отростки микроглиоцита глубоко проникают в структуры нейрона, сохраняя плотность, соответствующую плотности цитоплазмы.

Таким образом, показаны два типа олигодендроцитов в белом веществе мозга (мозолистое тело), в отличие от коры головного мозга, где олигодендроциты-сателлиты, как правило, светлые. Исходя из особенностей субмикроскопической организации светлые олигодендроциты мозолистого тела должны нести отличную от светлых олигодендроцитов-сателлитов коры мозга функцию. Их численное преимущество над другими глиальными клетками, тесная связь с миелинизированными аксонами, хорошо развитый аппарат Гольджи указывают на усиленный метаболизм этих клеток в белом веществе мозга.

Академия наук Грузинской ССР

Институт физиологии

(Поступило 15.5.1970)

პისტოლოგია

ა. შიქელაძე, მ. კახიანი

კორძიანი სხეულის ოლიგოდენდროციტების ულტრასტრუქტურა

რეზიუმე

ელექტრონულმიკროსკოპულად შესწავლილია კატის თავის ტვინის კორძიან სხეულის ოლიგოდენდროციტების ნატიფი სტრუქტურა. კორძიან სხეულში აღინიშნება ოლიგოდენდროციტების ორი ტიპი — მუქი და ბაცი უჯრედები, შესაბამისად მუქი და ბაცი ციტოლაზმური და ბირთვული მატრიქსით. მუქ უჯრედებში ენდოლაზმური ბადე კარგადაა განვითარებული, ვიდრე ბაც უჯრედებში. აქ დიდი როლენობით გვხვდება მიტოქონდრიები და თავისუფალი რიბოსომები. ბაც უჯრედებში უკეთესად არის განვითარებული გოლჯის აპარატი, მოცემულია ანალიზი აღნიშნული უჯრედების შესაძლო ფუნქციის შესახებ.

A. L. MIKELADZE, E. I. DZAMOEVA

THE FINE STRUCTURE OF OLIGODENDROCYTES OF THE  
CORPUS CALLOSUM

## Summary

The fine structure of the oligodendrocytes in the corpus callosum of the cat was examined. Two types of oligodendrocytes with "pale" and "dark" nuclear and cytoplasmic matrix were found. The "dark" oligodendrocytes differed from the "pale" ones by the presence of larger quantities of free ribosomes and mitochondria. The "dark" oligodendrocytes could not be recognized as microgliaocytes.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. R. L. Schultz, E. A. Maynard, D. C. Pease. *Am. J. Anat.*, 100, 3, 1957.
2. S. A. Luse. *Anat. Rec.*, 138, 4, 1960, 461—469.
3. L. Kruger, D. S. Maxwell. *Am. J. Anat.*, 118, 2, 1966, 411—436.
4. S. Mori, C. P. Leblond. *J. Comp. Neur.*, 135, 1, 1969, 55—65.





Н. К. ТОТИБАДЗЕ, К. К. АҚБАРДИЯ, М. Ш. ПИРЦХАЛАИШВИЛИ

## О ТРАНСКАЛЛОЗАЛЬНЫХ КОРКОВЫХ ПРОЕКЦИЯХ НАРУЖНОГО КОЛЕНЧАТОГО ТЕЛА

(Представлено членом-корреспондентом Академии С. П. Нарикашвили 22.5.1970)

На основании ранних морфологических исследований [1] отрицалось наличие транскаллозальных геникуло-корковых связей. В последнее время были описаны проекции дорзального наружного коленчатого тела (ДНКТ) в первичной (17 поле) и вторичной зрительной коре противоположного полушария [2—5]. Однако эти данные оспариваются [6—9]. Следовательно, вопрос о проекциях ДНКТ в коре противоположного полушария требует дальнейшего экспериментального изучения. Ему и посвящена данная работа.

Исследования проводились на четырех кошках (три — с электролитическим повреждением ДНКТ и одна — контроль). Повреждающий электрод вводился сбоку через каудальную часть сильвиевой извилины, параллельно горизонтальной нулевой линии, под прямым углом к сагитальной плоскости, на уровне А6; Н+3; L 10 (соответственно атласу Джаспера и Аймон-Марсана [10]). В одном случае (кошка № 1) повреждающим электродом служил константовый провод диаметром 0,6 мм, в остальных двух случаях (кошки № 2 и 3) — диаметром 0,3 мм, вставленный в инъекционную иглу диаметром 1 мм. Ядро повреждалось постоянным током 4 мА в течение 30 сек. В контрольном случае таким же образом вводился электрод (0,6 мм), но без пропускания повреждающего тока.

Таким образом, в первом случае получалось обширное повреждение ядра при наличии сравнительно тонкого трека электрода, а в остальных двух случаях ядро повреждалось более локально при наличии грубого трека. Постоперационный период составлял 2 недели. Материал обрабатывался по методу Наута—Гигакса в модификации Н. А. Замбриджского [11].

Кошка № 1. Повреждены все слои центральной части ДНКТ на уровне А6, 5—7; Н+3; L 10, а также часть зрительного тракта. Волокна зрительного тракта, поврежденные вместе с ДНКТ и направляющиеся к неповрежденной части его, полностью фрагментированы, а отрезки волокон от места повреждения вниз (к сетчатке) сохранены. При микроскопическом исследовании фронтальных препаратов противоположного полушария оказалось, что наибольшее количество перерожденных волокон переходит через мозолистое тело на уровне валика и задней части ствола, а также передней части ствола и колена (рис. 1). Одиночные перерожденные волокна отмечаются на всем протяжении ствола мозолистого тела. Проходящие через валик и заднюю часть ствола мозолистого тела перерожденные волокна направляются к зрительной коре противоположного полушария и заканчиваются в III слое дорзальной части переднего отдела 17 поля (рис. 2); некоторое количество волокон заходит также во II слой данного поля. В остальной части зрительной коры (18 и 19 поля) перерожденные фрагменты во-



локон достигают только VI слоя. Слабо выраженная дегенерация, доходящая до средних слоев коры, отмечается и в темпоральной коре. Пучки перерожденных волокон, переходящие в противоположное полушарие в передней части ствола и колена мозолистого тела, проходят в



Рис. 1. Перерожденные волокна в валике мозолистого тела. Импрегнация по Наута—Замбрицкому (микрофото  $40 \times 15$ )

верхней части внутренней капсулы, направляются орально и достигают верхних слоев (включая II слой) передней крестовидной и верхней части прореальной извилин (рис. 3). В меньшем количестве дегенерированные фрагменты волокон рассеяны в средних слоях задней крестовидной, преспленниальной и венечной извилин.

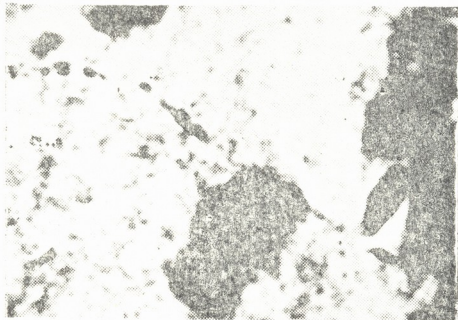


Рис. 2. Перерожденные волокна в III слое 17 поля противоположного полушария. Импрегнация по Наута—Замбрицкому (микрофото  $40 \times 15$ )

Кошки № 2 и 3. В обоих случаях повреждены вентролатеральный угол ДНКТ и прилегающая к нему часть волокон зрительного тракта. Повреждение распространяется в каудо-оральном направлении в пре-

делах от А4 до А7. Самое обширное повреждение ядра отмечается на уровне А5, где диаметр его достигает 1,5 мм. В этих случаях, так же как и у кошки № 1, волокна зрительного тракта от места повреждения в сторону сетчатки интактны. Переход перерожденных волокон через мозолистое тело отмечается в тех же участках, что и в первом случае, однако количество их гораздо меньше. Дегенерация волокон, доходящая до верхних слоев коры, как и в первом случае, хорошо выражена в передней крестовидной и верхней части прореальной извилины, слабее — в дорзолатеральной части переднего отдела 17 поля. В малом количестве фрагменты волокон прослеживаются также в темпоральной коре.

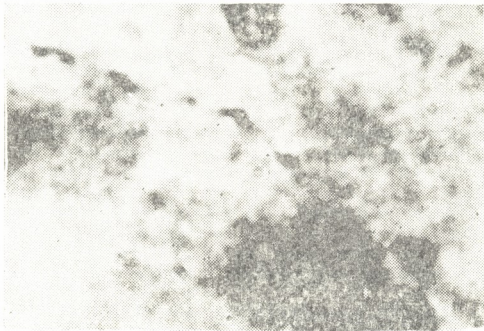


Рис. 3. Перерожденные волокна во II слое прореальной извилины противоположного полушария. Импрегация по Наута—Замбрицкому (микрофото 40 × 15)

При сравнении распределения дегенерации волокон у всех кошек становится очевидным, что в последних двух случаях (кошки № 2 и 3), несмотря на грубый трек электрода, количество перерожденных волокон в противоположном полушарии, доходящих до верхних слоев первичной зрительной и моторной коры, меньше, чем в случае кошки № 1. Однако количество перерожденных волокон в зрительной и моторной коре больше, чем в других областях коры. Таким образом, количество перерожденных транскаллозальных волокон в зрительной и моторной коре зависит от величины повреждения ядра, а не от толщины трека, повреждающего корковые клетки у волокна внутренней капсулы.

В контрольном случае (кошка № 4) по ходу трека электрода во внутренней капсуле было кровоизлияние диаметром в 2 мм, замещенное глиальной тканью. Несмотря на такое обширное повреждение волокон во внутренней капсуле данного уровня, в зрительной и моторной коре противоположного полушария отмечаются лишь одиночные перерожденные волокна, входящие в серое вещество. Сравнительно больше фрагментированных волокон оказалось в темпоральной и теменной коре. Сопоставляя результаты всех четырех случаев, можно заключить, что ДНКТ посылает прямые транскаллозальные волокна в зрительную и моторную кору противоположного полушария. О наличии проекций ДНКТ в других областях коры противоположной гемисферы сейчас



что-либо сказать трудно, так как в контрольном случае наибольшее количество перерожденных транскаллозальных волокон было отмечено в темпоральной и теменной областях коры.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт физиологии

(Поступило 28.5.1970)

ჰისტოლოგია

ბ. თოთიბაძე, კ. აკბარდია, მ. ფირცხალაიშვილი

ბარემთა დამუხვობილი სხეულის ტრანსკალოზური ქერქული  
კავშირების შესახებ

რ ე ზ ი უ მ ე

კატის გარეთა დამუხვობილი სხეულის (გდს) ტრანსკალოზური ქერქული კავშირები შეისწავლებოდა ნაუტას მეთოდით. დადგენილ იქნა, რომ გდს, გარდა ჰომოლატერალური მხედველობის ქერქისა, პირდაპირ ტრანსკალოზური ბოჭკოებით დაკავშირებულია მოპირდაპირე ჰემისფეროს მხედველობისა და მოტორულ ქერქთან. კომისურული ბოჭკოები ამ უზნებში აღწევენ ქერქის III და II შრეებს

HISTOLOGY

N. K. TOTIBADZE, K. K. AKBARDIA, M. Sh. PIRTSKHALAISHVILI

ON THE TRANSCALLOSAL CORTICAL PROJECTIONS OF THE  
LATERAL GENICULATE BODY

Summary

The transcallosal cortical projections of the dorsal lateral geniculate body (GL) were studied by the method of Nauta. The GL was found to have direct transcallosal connections with the visual and motor cortical areas of the opposite hemisphere, the commissural fibres reaching layers III and II of these regions.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. S. Polyak. J. Comp. Neurol., 1927, 44, 197.
2. M. Glickstein, J. Miller, O. A. Smith. Science, 145, 1964, 159.
3. M. Glickstein, J. Miller, R. King. Anat. Rec., 151, 1965, 353.
4. M. Glickstein, R. A. King, J. Miller, M. Berkley. J. Comp. Neurol., 130, 1967, 55.
5. M. Glickstein. Science, 164, 1969, 917.
6. N. E. Wilson, B. G. Cragg. J. Anat., 101, 1967, 677.
7. N. E. Wilson, B. G. Cragg. Brain Res., 13, 1969, 462.
8. L. J. Garey, T. P. S. Powell. Proc. Roy. Soc. B, 169, 1967, 107.
9. R. Marty, O. Benoit, M. M. Larquier. Arch. Ital. Biol., 107, 1969, 723.
10. H. H. Jasper, C. Ajmone-Marsan. A Stereotaxic Atlas of the Diencephalon of the Cat., 1954.
11. Н. А. Замбрицкий. Булл. эксп. биол. и мед., № 4, 1963, 119.



УДК 636.5.085

ციტოლოგია

ნლ. ჭლენტი (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი),  
ა. კალატოზიშვილი

### ტუტე და მჟავე ფოსფატაზების აქტივობა ინდაურისა და იხვის კუნთოვან ბოჭკოებში ორბანიზმის ინდივიდური განვითარების დროს

კუნთოვანი ქსოვილის ფერმენტული აქტივობის შესახებ, მისი მორფო-  
გენეზისა და შემდგომი განვითარების პროცესში, ჩვენთვის ხელმისაწვდომ  
ლიტერატურაში მონაცემები ძალზე მცირეა. ცნობილია მ. პრესნოვის  
გამოკვლევა ფოსფატაზებზე ნორმალურ ქსოვილში [1], ნ. ტატიშვილმა  
და ნ. ბაქრაძემ ჰისტოქიმიურად შეისწავლეს ფოსფატაზები იმუნოგენე-  
ზის დროს [2]. ქათმის კვერცხშიდა განვითარებისა და გამოჩეკის შემდგომ  
პერიოდში ფოსფატაზების აქტივობაზე მიგვითითებენ სხვადასხვა მკვლევარე-  
ბი [3, 4].

ცოცხალ ორგანიზმში არსებობს ბევრი ისეთი ფერმენტი, რომელთა ფი-  
ზიკურ-ქიმიური თვისებები, ფუნქციები, ლოკალიზაცია ჯერ კიდევ ამო-  
უცნობია და შეუსწავლელი. ისინიც კი, რომლებიც ბიოქიმიური მეთოდები-  
თაა შესწავლილი, ჰისტოქიმიური და ჰისტოენზიმური მეთოდებით არ ვლინ-  
დებიან.

ზემოაღნიშნული მეთოდების არასრულფასოვნების გამო ხშირად ვერ  
ხერხდება ამა თუ იმ ქსოვილში ფერმენტის გამოვლენა მისი იქ არსებობის  
მიუხედავად. საჭიროა გავითვალისწინოთ ისიც, რომ უჯრედის ფუნქციურ  
მდგომარეობისაგან, მისი არსებობის პირობებისაგან, კერძოდ ცდის პირო-  
ბებისაგან დამოკიდებულებით შესაძლებელია მკვეთრად შეიცვალოს ჰისტო-  
ლოგიურად გამოვლინებადი ფერმენტის რაოდენობა. მიუხედავად ამისა,  
ფერმენტთა სისტემების კომპლექსის ჰისტოქიმიური მეთოდებით შესწავლა ნა-  
თელს მოჰყვანს მთელ რიგ შეუსწავლელ საკითხებს, რომლებიც ეხებიან მეტა-  
ბოლიზმს და მასთან განუყოფელ დაკავშირებულ უჯრედის ცხოველმოქმე-  
დებას.

ჩვენი კვლევის მიზანს შეადგენდა ქათმის ჩონჩხის კუნთში ენერჯის მაპ-  
როდუცირებელი ზოგიერთი ფერმენტის ჰისტოქიმიურ თავისებურებათა შეს-  
წავლა ორგანიზმის ინდივიდური განვითარების პროცესში.

კვლევის ობიექტს წარმოადგენდა ინდაურისა და იხვის 14, 16, 18, 20, 22,  
24, 26 დღის ემბრიონები. ახალგაზოჩეკილი, 7, 14, 21, 28 დღის ჭუტეები და  
2, 3, 4, 5 თვის ინდაურები და იხვები. ვსწავლობდით ჩონჩხის წითელ კუნ-  
თებს (მხრის კუნთები) და თეთრ კუნთებს (მკერდის მცირე კუნთები).

გავლენით ტუტე ფოსფატაზას ჰომორის მიხედვით, ხოლო მორფოლო-  
გიური სურათის დასადგენად მასალა იღებებოდა ჰემატოქსილინ-ეოზინითა  
და ჰიკროფუქსინით ვან-გიზონის მიხედვით.

ჩატარებულმა გამოკვლევებმა გვიჩვენა, რომ 14, 16, 18 და 20 დღის ინ-  
დაურისა და იხვის ემბრიონების მხრისა და მკერდის მცირე კუნთებში ტუტე  
ფოსფატაზა გამოვლინებულია კუნთოვანი ბოჭკოსა და კუნთოვანი მილაკების  
ბირთვებში, შუამდებარე შემართებელი ქსოვილის უჯრედების ბირთვებში  
და სისხლძარღვთა კედლების უჯრედებში. მისი აქტივობა მაღალია აღნიშ-  
ნულ უჯრედებში (+++).

22 დღის ინდაურის და იხვის ემბრიონების მხრისა და მკერდის მცირე  
კუნთებში ტუტე ფოსფატაზა გამოვლინებულია კუნთოვანი ბოჭკოების ბირთ-



ვებში, შუამდებარე შემაერთებელი ქსოვილის უჯრედების ბირთვებში და სისხლძარღვთა კედლების უჯრედებში. მისი აქტივობა კუნთოვანი ბოჭკოების ბირთვებში დაბალია (+), ხოლო შუამდებარე შემაერთებელი ქსოვილის უჯრედების ბირთვებში და სისხლძარღვთა კედლების უჯრედებში აქტივობა მაღალია (+++); 24 და 26 დღის ინდაურისა და იხვის ემბრიონების მხრისა და მკერდის მცირე კუნთებში ტუტე ფოსფატაზის აქტივობა ისეთივეა, როგორც 22 დღის ემბრიონებში.

ახალგამოჩეკილი ინდაურისა და იხვის ჭუკების მხრისა და მკერდის მცირე კუნთებში ტუტე ფოსფატაზა ვლინდება კუნთოვანი ბოჭკოების ბირთვებში და შუამდებარე შემაერთებელი ქსოვილის უჯრედებში. კუნთოვანი ბოჭკოების ბირთვებში მისი აქტივობა დაბალია (+), ხოლო შუამდებარე შემაერთებელი ქსოვილის უჯრედების ბირთვებში მისი აქტივობა მაღალია (+++).

1, 2, 3, 4 კვირის ინდაურისა და იხვის ჭუკების მხრისა და მკერდის მცირე კუნთებში ტუტე ფოსფატაზა ვლინდება კუნთოვანი ბოჭკოების ბირთვებში და შუამდებარე შემაერთებელი ქსოვილის უჯრედებში. კუნთოვანი ბოჭკოების ბირთვებში მისი აქტივობა დაბალია (+), ხოლო შუამდებარე შემაერთებელი ქსოვილის უჯრედების ბირთვებში მისი აქტივობა ზომიერია (+ +).

2-თვიანი ინდაურისა და იხვის მხრისა და მკერდის მცირე კუნთებში ტუტე ფოსფატაზა ვლინდება სისხლძარღვთა კედლების შორისულ ნივთიერებაში. კუნთოვან ბოჭკოებში იგი არ ვლინდება.

3, 4 და 5 თვის ინდაურისა და იხვის მხრისა და მკერდის მცირე კუნთებში ტუტე ფოსფატაზა არ ვლინდება.

14, 16, 18, 20, 22 დღის ინდაურისა და იხვის ემბრიონების მხრისა და მკერდის მცირე კუნთებში მყავე ფოსფატაზა ვლინდება კუნთოვანი ბოჭკოსა და კუნთოვანი მილაკების ბირთვებში, შუამდებარე შემაერთებელი ქსოვილის უჯრედების ბირთვებში და სისხლძარღვთა კედლების უჯრედებში. მისი აქტივობა მაღალია აღნიშნულ უჯრედებში.

24, 26 დღის ინდაურისა და იხვის ემბრიონების და ახალგამოჩეკილი ჭუკების მხრისა და მკერდის მცირე კუნთებში მყავე ფოსფატაზა ვლინდება კუნთოვანი ბოჭკოების ბირთვებში და სისხლძარღვთა კედლების უჯრედებში. მისი აქტივობა მაღალია აღნიშნულ უჯრედებში (+++).

1, 2, 3 და 4 კვირის ინდაურისა და იხვის მხრისა და მკერდის მცირე კუნთებში მყავე ფოსფატაზა ვლინდება კუნთოვანი ბოჭკოების ბირთვებში და სისხლძარღვთა კედლების უჯრედებში. მისი აქტივობა მაღალია აღნიშნულ უჯრედებში (+++).

1, 2, 3 და 4 კვირის ინდაურისა და იხვის მხრისა და მკერდის მცირე კუნთებში მყავე ფოსფატაზა გამოვლენილია კუნთოვანი ბოჭკოსა და კუნთოვანი მილაკების ბირთვებში, სისხლძარღვთა კედლების ბირთვებსა და ციტოპლაზმაში. მისი აქტივობა მაღალია აღნიშნულ უჯრედებში (+++).

2, 3, 4 და 5 თვის ინდაურისა და იხვის მხრისა და მკერდის მცირე კუნთებში მყავე ფოსფატაზა გამოვლენილია კუნთოვანი ბოჭკოების ბირთვებში, შუამდებარე შემაერთებელი ქსოვილის ყველა უჯრედოვანი ელემენტის ბირთვებში და სისხლძარღვთა კედლებში. მისი აქტივობა მაღალია აღნიშნულ უჯრედებში გამოხატულია ზომიერად (+++).

ამგვარად, ტუტე და მყავე ფოსფატაზები ვლინდება ინდაურისა და იხვის მხრისა და მკერდის მცირე კუნთების კუნთოვანი ბოჭკოსა და კუნთოვანი მილაკების ბირთვებში, შუამდებარე შემაერთებელი ქსოვილის უჯრედების ბირთვებში და სისხლძარღვთა კედლების უჯრედებში. ინდაურისა და იხვის ორგანიზმის ინდივიდუალური განვითარების პროცესში იცვლება ენერგიის მაპროდუცირებელ ფერმენტთა აქტივობა. ორგანიზმის განვითარების კვერცხში და პერიოდში ჩონჩხის კუნთის უჯრედებში მაღალია მყავე და ტუტე ფოსფატაზების აქტივობა. მისი გამოჩეკის შემდეგ ორგანიზმის ინდივიდუალური განვითარების მთელ მანძილზე მყავე ფოსფატაზის აქტივობა რჩება მაღალი, ტუ-

ტე ფოსფატაზის აქტივობა კი შედარებით კლებულობს ფრინველის ასაკის  
 მატებასა და კუნთოვანი უჯრედების დიფერენციაციასთან ერთად.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია  
 ზოოლოგიის ინსტიტუტი

(შემოვიდა 30.4.1970)

## ЦИТОЛОГИЯ

В. К. ЖГЕНТИ (академик АН ГССР), М. Д. КАЛАТОЗИШВИЛИ

### АКТИВНОСТЬ КИСЛОЙ И ЩЕЛОЧНОЙ ФОСФАТАЗ В ПРОЦЕССЕ ИНДИВИДУАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ МЫШЕЧНЫХ ВОЛОКОН ИНДЕЕК И УТОК

#### Резюме

При исследовании щелочной и кислой фосфатаз в скелетах мышц индеек и уток в процессе индивидуального развития организма было установлено, что в период инкубации щелочная и кислая фосфатазы обнаруживаются в ядрах мышечных трубок, в ядрах межучточной ткани и в ядрах стенок кровеносных сосудов. В указанных клетках фосфатазы характеризуются высокой активностью. После вылупления и в процессе дальнейшего развития организма активность кислой фосфатазы остается высокой, в то время как активность щелочной фосфатазы падает в зависимости от возраста животного и степени дифференциации мышечных волокон.

## CYTOLOGY

V. K. ZHGENTI, M. D. KALATOZISHVILI

### ACTIVITY OF ACID AND ALKALINE PHOSPHATASES IN THE PROCESS OF INDIVIDUAL DEVELOPMENT OF MUSCULAR FIBRES OF TURKEYS AND DUCKS

#### Summary

In studies of acid and alkaline phosphatases in the skeletal muscles of turkeys and ducks, in the process of individual development of the organism, it was established that during incubation acid and alkaline phosphatases were found in the nucleus of muscular tubes, in the intercalary tissue, and in the nucleus of blood vessel walls; the phosphatases of these cells were characterized by high activity. The activity of acid phosphatase remained high after the organism was hatched and during its further development, whereas the activity of alkaline phosphatase decreased depending on the age of the fowl and the degree of the differentiation of muscular fibres.

#### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. М. А. Преснов. Ж. общ. биологии, т. 15, № 5, 1954, 32.
2. Н. И. Татишвили, Н. Д. Бакрадзе. Бюлл. экспер. биологии и медицины, № 9, 1966, 72—76.
3. K. T. Rogers. J. Exptl. Zool., № 1, 145, 1960, 49—59.
4. Kato Ioshihiro. Science, 127, № 3302, 1958, 812—813.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МОРФОЛОГИЯ

Т. Г. БАРАМИДЗЕ, Д. М. НАНОБАШВИЛИ

НОВЫЙ МЕТОД СКЕННИРОВАНИЯ В ДИАГНОСТИКЕ  
ОПУХОЛЕВЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ МУЖСКИХ ПОЛОВЫХ  
ЖЕЛЕЗ

(Представлено академиком К. Д. Эристави 14.1.1970)

Несмотря на крупные достижения в области радиоизотопной диагностики, в частности радиоизотопного скеннирования различных органов, далеко не все органы можно подвергать скеннированию. Так, например, не разработаны методики скеннирования некоторых органов в онко-урологической практике. Одним из авторов настоящей работы (Т. Г. Барамидзе) предложена новая методика скеннирования мужских половых желез.

Метод скеннирования яичек заключается в введении гамма-излучающего радиоактивного вещества на новокаиновом растворе в индикаторных дозах по 20 мл в левую и правую доли мошонки. Непосредственно после введения радиоактивного препарата при определенных технических условиях осуществляется скеннирование яичек.

Благодаря регистрации внешнего гамма-излучения над областью топографического расположения мужских половых желез с помощью венгерского гамма-топографа удалось получить изображение результатов на бумаге — так называемые тестоскеннограммы. Всего обследовано 48 больных с различными заболеваниями яичек, 11 мужчин служили контролем (больные с опухолевыми заболеваниями других локализаций, с интактными яичками).

По характеру заболевания больные были распределены следующим образом: семинома — 24, водянка яичек — 11, туберкулез яичек — 7, крипторхизм — 6, контрольная группа — 11 (всего 59).

При определении по тестоскеннограммам тех или иных изменений, характерных для различной патологии мужских половых желез, мы исходили из тестоскеннограмм, взятых у контрольных лиц. Тестоскеннограмма в норме представляет собой изображение яичек с равномерным распределением радиоактивного препарата, выраженным равномерно распределенной штриховкой включения радиоактивного препарата. Яички располагаются симметрично, правое и левое яички на скеннограмме изображены слитно, края органа гладкие и четкие. При изучении разных скеннограмм в норме была отмечена анатомическая вариабельность яичек у разных обследуемых лиц. На рис. 1 приводится тестоскеннограмма в норме.

При исследовании больных с клиническим диагнозом сеиномы нами получены весьма характерные для этого вида заболевания тестоскеннограммы. Радиоактивный препарат в месте топографии яичек распределяется неравномерно, что выражается на тестоскеннограмме, ввиду отсутствия включения радиоактивного препарата на этом участке, наличием дефекта штриховки. Правое и левое яички расположены асимметрично, имеют различную величину и форму. Контуры органа нечет-



кие, неровные. Указанные изменения на скеннограммах у больных с клиническим диагнозом семиномы выражены различно и, видимо, зависят от степени распространения патологического процесса, а также от морфологической структуры опухоли.

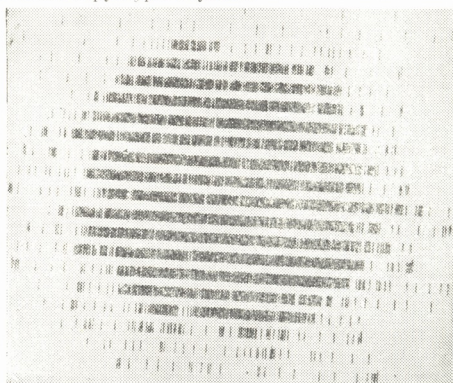


Рис. 1. Тестоскеннограмма в норме

Для иллюстрации приводим случай.

1. Больной Г. И., 42 лет (история болезни № 1514), поступил в клинику 3/IV—1969 г. с жалобами на увеличение правого яичка и затрудненное мочеиспускание. Помимо клинико-лабораторных исследований, больному провели скенирование яичек: на тестоскеннограмме был выявлен дефект включения радиоактивного препарата справа. Больного оперировали — правосторонняя гемикастрация. В результате патоморфологического исследования был установлен диагноз семиномы (рис. 2).

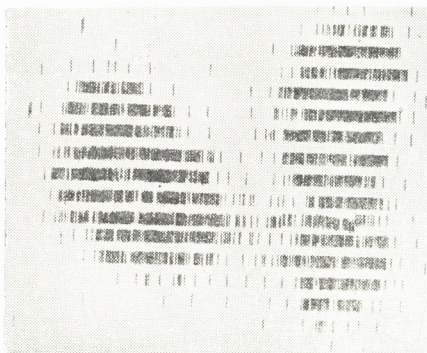


Рис. 2. Тестоскеннограмма при сеиноме яичка

Водянка яичка на скеннограмме выражается увеличением изображения участка топографии яичек. Правое и левое яички на скеннограм-

ме не разграничены, выражена асимметричность включения радиоактивного препарата. Края ячеек на скеннограмме ровные и четкие.

При туберкулезе яичка тестоскеннограмма выглядит несколько иначе. Включение радиоактивного препарата на месте топографии ячеек неравномерное, имеется дефект штриховки между правым и левым яичком, однако контуры скеннограммы выражены ровно и четко.

При врожденной аномалии развития яичек, в частности крипторхизме и монорхизме, на тестоскеннограмме выявляются весьма характерные изменения. Штриховка включения радиоактивного препарата выражает асимметрию расположения яичек. В частности, при ингвинальном крипторхизме соответствующее яичко располагается гораздо выше нормального яичка. Контуры яичек выражены четко и гладко.

Для иллюстрации приводим случай.

2. Больной Р. Г., 18 лет (история болезни № 314), поступил в стационар 15/V—1968 г. с врожденным пороком — задержкой правого яичка в паховом канале. Проведено скеннирование. Большой оперирован 20/V—1968 г. — правосторонний орхидолиз. Выписан излеченным.

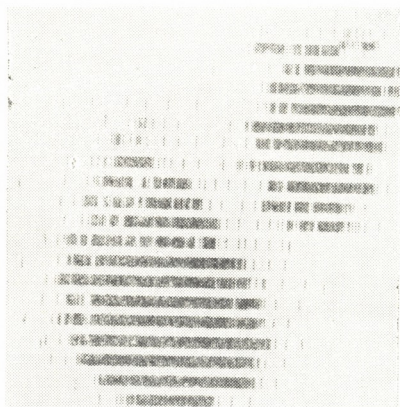


Рис. 3. Тестоскеннограмма при крипторхизме

В настоящее время в радиологической лаборатории Института онкологии МЗ ГССР с применением радиоактивного золота  $Au^{198}$  проводится работа по радиоизотопному скеннированию яичек с одновременным обнаружением метастазов опухоли в лимфатических узлах.

Предложенный нами метод скеннирования яичек — тестоскеннография является новым оригинальным диагностическим тестом, впервые он применен в изотопной лаборатории Института онкологии МЗ ГССР. Тестоскеннография является простым, легкодоступным методом. Полученные с помощью тестоскеннографии сведения объективны, весьма характерны для различных патологических состояний мужских половых желез.

Все вышесказанное дает основание рекомендовать новый метод для внедрения в онко-урологическую практику. Тестоскеннография мо-

жет занять одно из ведущих мест в деле дифференциальной диагностики различных патологических состояний мужских половых желез.

Институт онкологии МЗ ГССР

(Поступило 15.1.1970)

მაკაბრინმენტული მორფოლოგია

თ. ბარამიძე, დ. ნანობაშვილი

მამაკაცის სათესლე ჯირკვლავის სიმსივნური დაავადების დიაგნოსტიკა სკანირების ახალი მეთოდით

რ ე ზ ი უ მ ე

აღწერილია მამაკაცის სათესლე ჯირკვლების სიმსივნური დაავადების დიაგნოსტიკისათვის სკანირების ახალი მეთოდი — ტესტოსკენოგრაფია. ამ მეთოდით გამოკვლეულია სათესლე ჯირკვლის სხვადასხვა დაავადებით შეპყრობილი 59 ავადმყოფი. ტესტოსკენოგრაფიით მიღებული სურათი არის ობიექტური, ფრიად დამახასიათებელი სათესლე ჯირკვლის სხვადასხვა დაავადებისათვის. ამგვარად, ტესტოსკენოგრაფია არის სანდო ტესტი სათესლე ჯირკვლის სხვადასხვა პათოლოგიის დიფერენციალური დიაგნოზის საქმეში.

EXPERIMENTAL MORPHOLOGY

T. G. BARAMIDZE, D. M. NANOBASHVILI

## SCANNING IN DIAGNOSIS OF TUMOURS OF THE MALE GENITAL GLANDS

### Summary

A new method of diagnosis of the male genital tumours is proposed, namely testoscannography. 59 patients with various diseases of the male genital glands were studied by the new method. The data obtained were objective and rather characteristic of different pathological conditions of the male genitals.



Ц. В. ГАЧЧИЛАДЗЕ

## МОРФОЛОГИЧЕСКИЙ И ГИСТОХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ДЕЙСТВИЯ ПРЕПАРАТОВ ГОНАДОТРОПНЫХ ГОРМОНОВ

(Представлено академиком В. К. Жгенти 19.3.1970)

Изучение на структурном уровне способов гуморальной регуляции различных жизненных функций в организме имеет огромное значение для биологии и медицины. В половой системе самок млекопитающих основная регулирующая функция принадлежит гипофизу, а при беременности и плаценте, которые осуществляют свое воздействие через гонадотропные гормоны. Выделение гонадотропных гормонов гипофизом, в свою очередь, контролируется высшими отделами центральной нервной системы и гипоталамусом.

В экспериментальной работе и клинической практике пользуются готовыми препаратами гонадотропных гормонов: сывороточным гонадотропином, выделенным из сыворотки жеребых кобыл (СЖК), или самой СЖК, а также хориогинонином (ХГ) — препаратом, который получают из мочи беременных. Ряд авторов выявляет преимущественно фолликулоstimулирующую функцию СЖК [1, 2], другие приписывают ему, особенно в больших дозах, и лютеинизирующий эффект [3, 4]. В оценке биологического действия ХГ также нет единства мнений. Одни авторы определяют при применении этого препарата только лютеинизирующий эффект [5], другие [6] продемонстрировали его способность индуцировать овуляцию. Введение ХГ в течение нескольких дней сопровождается резкой гиперплазией яичников, гипертрофией внутренней теки, появлением крупных атретических фолликулов с секретирующей гранулезой [7]. В опытах на неполовозрелых обезьянах установлено, что применение ХГ вызывает множественные кровоизлияния в яичники и лютеинизацию фолликулов, но не сопровождается овуляцией [8].

Настоящая работа основана на изучении яичников и матки 125 неполовозрелых и половозрелых белых крыс. 55 животных, не подвергавшихся медикаментозным или каким-либо другим воздействиям, составили контрольную группу. Половозрелые крысы забивались группами по пять животных в каждый из 4 дней полового цикла. Фазы полового цикла определялись с помощью общепринятого метода оценки по мазкам содержимого влагалища. 40 крыс было использовано для определения действия на половые органы СЖК, которая вводилась животным в дозе 40 м. е. подкожно в паховую область. На 30 животных изучалось действие ХГ. Данный гормон вводился внутримышечно также в дозе 40 м. е.

Животных забивали с помощью декапитации через 24—48 часов после последней инъекции. Яичники и матку взвешивали на торсионных весах. Материал фиксировали в жидкости Карнуа и 10% нейтральном формалине, а для выявления ферментов срезы из свежей ткани яичников получали в криостате. На серийных гистологических препаратах из ткани яичников производился подсчет различных структурных компонентов, определялась их величина, а также размеры некоторых



клеток и их ядер с помощью окулярмикрометра. Полученные данные обработывались методом вариационной статистики.

В ткани яичников с помощью гистохимических методов определялись следующие группы веществ: РНП, ДНП, сульфгидрильные группы, белки, включающие в свой состав триптофан, тирозин и гистидин, мукополисахариды и гликоген, кислые мукополисахариды, липиды, щелочная фосфатаза, цитохромоксидаза, НАД- и НАДФ-диафразы, сукцинат-малат-лактат-изоцитрат- и глюкозо-6-фосфат-дегидрогеназы. В препаратах маток крыс определялись все описанные вещества, за исключением цитохромоксидазы, диафраз и дегидрогеназ.

Кроме того, исследовались соскобы эндометрия от женщин, обратившихся по поводу бесплодия в Научно-исследовательский институт физиологии и патологии женщины им. И. Ф. Жордания в период с 1953 по 1967 гг. Всего было исследовано 90 соскобов от 52 женщин: 14 однократных соскобов от женщины с неизменным менструальным циклом, которые служили для контроля, и 76 первичных и повторных (после лечения ХГ) соскобов эндометрия от 38 женщин с различными видами нарушений функций яичников (гипофункцией, ановуляторным циклом, геморрагической метроррапией, неполноценностью желтого тела). В эндометрии, полученном при выскабливании, определялись РНП, ДНП, мукополисахариды и гликоген.

Изучение яичников показало, что СЖК интенсифицирует процесс созревания фолликулов, усиливает в гранулезе митотическую активность, приводит к увеличению в ней содержания РНП и некоторой активности НАД- и НАДФ-диафраз. Данный гормон задерживает облитерирующую атрезии гибнущих фолликулов за счет сохранения в них гранулезного слоя с наличием митозов (рис. 1), значительным содержанием РНП, белков, мукополисахаридов при сохранении активности большинства изученных ферментов на уровне, характерном для зреющих фолликулов. Под влиянием СЖК происходит небольшое увеличение размеров клеток внутренней теки, некоторое повышение уровня содержания в ней РНП и усиление активности глюкозо-6-фосфат-дегидрогеназы (рис. 2) и щелочной фосфатазы, а также сохранение текой атрезиирующихся фолликулов структурных и гистохимических особенностей, свойственных для данного слоя в зреющих фолликулах. В интерстициальной железе при применении СЖК происходят такие же гистохимические сдвиги, как и во внутренней оболочке фолликулов. СЖК не увеличивает в яичниках числа желтых тел и не меняет существенно их гистохимической характеристики, за исключением усиления активности обеих диафраз.

Таким образом, наши данные показывают, что СЖК обладает выраженным фолликулостимулирующим действием. СЖК замедляет процесс атрезии фолликулов за счет сохранения в них гранулезного слоя с наличием митозов, значительным содержанием РНП, белков, мукополисахаридов и ферментов, активность которых остается на уровне, характерном для зреющих фолликулов. Одновременно наблюдается лютеинизирующее влияние, выражающееся в активации в клетках внутренней теки ферментов, тесно связанных со стероидогенезом (глюкозо-6-фосфат-дегидрогеназы и щелочной фосфатазы) и в гипертрофии ее, что сопровождается выделением эстрогенов. Последнее утверждение основано на изучении матки неполовозрелых и половозрелых крыс, в слизистой оболочке которой происходят пролиферативные изменения, характерные для стимуляции эстрогенами: разрастание эпителия, увеличение в нем числа митозов, увеличение содержания РНП.

Действие ХГ заключается в увеличении числа зрелых (полостных) форм фолликулов без усиления митотической активности гранулезы,

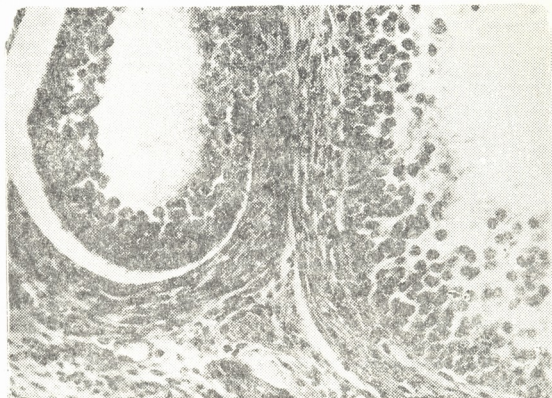


Рис. 1. Атрезирующиеся фолликулы в яичнике крысы, получавшей СЖК, с наличием митозов в гранулезе и внутренней теке (гематоксилин-эозин, ок.  $\times 10$ , об.  $\times 20$ )

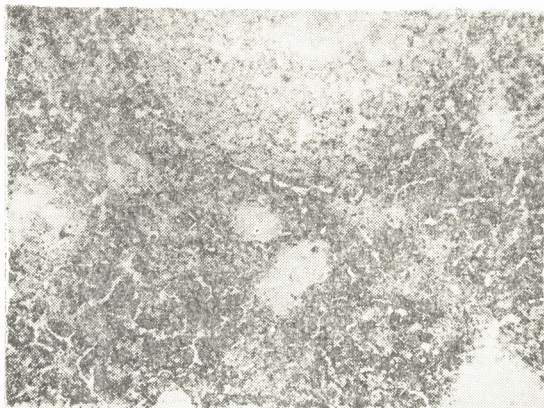


Рис. 2. Высокая активность глюкозо-6-фосфат-дегидрогеназы во внутренней теке и интерстициальной железе яичника крысы, получавшей СЖК (ок.  $\times 10$ , об.  $\times 20$ )

некотором повышении содержания в гранулезе РНП и сульфгидрильных групп и усилении активности диафораз, а в граафовых фолликулах и сукцинат-дегидрогеназы при одновременной гипертрофии клеток фолликулярного эпителия. При введении ХГ возрастает число кистозных



форм атрезирующихся фолликулов при сохранении в них гранулезного слоя и значительном накоплении мукополисахаридов. ХГ обуславливает утолщение слоя внутренней теки и гипертрофию ее элементов, а также усиление активности в теке и интерстициальной железе глюкозо-6-фосфат-дегидрогеназы и щелочной фосфатазы. Возрастает количество желтых тел, появляющихся в тех возрастных периодах, в которых в норме овуляции не наблюдается. В желтых телах отмечается увеличение содержания РНП, сульфгидрильных групп и белков и усиление активности многих ферментов, в том числе глюкозо-6-фосфат-дегидрогеназы и щелочной фосфатазы.

Из приведенных данных очевидно, что ХГ обладает выраженным лютеинизирующим действием и способствует возникновению овуляции. Деятельное состояние новообразованных желтых тел, выделяющих прогестерон, подтверждается секреторными изменениями в железах слизистой оболочки матки крыс при введении ХГ, дицидуальной реакцией стромы эндометрия и возрастанием в нем содержания гликогена. Проверка действия ХГ в клинических условиях показывает, что он не только обладает способностью стимулировать овуляцию, что подтверждалось соответствующим изменением показателей биопсий эндометрия у женщин с разными видами патологии яичниковой функции, связанной с ановуляцией, но и интенсифицирует выработку прогестерона желтым телом, что нашло подтверждение в усилении секреторных изменений в эндометрии у больных с морфологически и гистохимически подтвержденной неполноценностью желтого тела.

Институт физиологии и патологии женщины  
им. И. Ф. Жордания

(Поступило 15.5.1970)

მეცნიერებათა აკადემიის ბიოლოგიის ინსტიტუტი

ც. ვაჩეჩილაძე

გონადოტროპული ჰორმონების მოკვდების მორფოლოგიური და ჰისტოქიმიური ანალიზი

რეზიუმე

ჩატარებულია მოზარდი და ზრდასრული 125 თეთრი ვირთაგვის საკვირ-ცხეებისა და საშვილოსნოს ჰისტოლოგიური და ჰისტოქიმიური გამოკვლევა ნორმალურ პირობებში, აგრეთვე გონადოტროპული ჰორმონების მკვე ცხენის შრატის (მკშ) და ქორიონული გონადოტროპინის (ქგ) შეყვანის შემდეგ.

EXPERIMENTAL MORPHOLOGY

Ts. V. GACHECHILADZE

## MORPHOLOGICAL AND HISTOCHEMICAL ANALYSIS OF THE EFFECT OF GONADOTROPIC HORMONES

Summary

Histological and histochemical investigation has been carried out on the ovary and uterus in 125 prepubertal and pubertal white rats in normal conditions and after the administration of gonadotropic hormones (pregnant mare serum and human chorionic gonadotropin).

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. R. Greep, H. Dyke, B. Chow. *Endocrin.*, 1942, 30.
2. M. Zarrow, D. Quinn. *J. Endocrin.*, 1963, 26.
3. M. Simpson. *Endocrin.*, 1951, 48.
4. S. Stelman, A. Segaloff. *Rec. Progr. Horm. Res.*, 1959, 15.
5. D. Samond. *J. Endocrin.*, 1960, 20.
6. J. Senoga, W. McShan, B. Show. *Endocrin.*, 1942, 30.
7. А. Р. Дальмане. Материалы II научной сессии Рижского пед. ин-та, 1965.
8. Л. А. Плодовская. *Акушерство и гинекология*, 1965, 8.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

К. Д. ЭРИСТАВИ (академик АН ГССР), Г. Е. ГЕОРГАДЗЕ,  
В. С. МАГЛАКЕЛИДЗЕ, Н. Г. ТУРКИЯ

ВЛИЯНИЕ КАМЕЛИНА НА ИНДУКЦИЮ ОПУХОЛЕЙ

В предлагаемом сообщении излагаются данные, касающиеся влияния камелина на индукцию рака кожи. В опыте использовались 120 мышей, из них 60 линии A/Sp и 60 белых беспородных мышей. Животные были разделены на три группы: мыши линии A/Sp на I, II и III, а беспородные мыши на I<sup>a</sup>, II<sup>a</sup> и III<sup>a</sup>, по 20 мышей в каждой.

Всех животных смазывали через день 0,1% бензолным раствором 9,10-диметил-1,2-бензантрацена в течение 2,5 месяца. Мышам вторых групп через 2 минуты после смазывания кожи канцерогеном на то же место наносили одну каплю 100% камелина. Животные третьей группы служили контролем (смазывание только канцерогеном).

Излагая данные эксперимента по срокам наблюдения, следует отметить, что в течение первых двух недель эксперимента наблюдался падеж животных почти во всех группах, больше среди беспородных мышей. У части животных на месте смазывания канцерогеном отмечалось облысение кожи, у беспородных мышей образовывались трещины и шелушилась кожа.

К концу первого месяца от начала опыта изменения со стороны кожи на месте смазывания канцерогеном были выражены более ярко, особенно это наблюдалось во вторых группах, в которых животные смазывались как канцерогеном, так и камелином. Здесь больше было число животных с полным облысением кожи, трещинами и шелушением. Эти явления были менее выражены у мышей третьей группы (контроль), особенно у мышей линии A/Sp, и значительно меньше у мышей первых групп, где животные смазывались канцерогеном и перорально получали камелин.

К концу второго месяца у животных наблюдалось образование папиллом. В I группе (A/Sp) из оставшихся в живых 12 мышей папиллома образовалась у 1, в I<sup>a</sup> группе (б/п мыши) из 6 у 2. Во II группе из оставшихся в живых 12 мышей папилломы развились у 5, во II<sup>a</sup> группе из 7 у 4; в III группе из 17 у 6, в III<sup>a</sup> группе из 9 у 4.

Таким образом, число животных с папилломами превалирует во вторых группах, меньше в контрольных группах и значительно меньше в первых группах. Надо отметить, что и в этих группах число животных с папилломами превалирует среди б/п мышей (см. таблицу).

К концу третьего месяца во всех группах вновь отмечался падеж животных, но особенно во вторых группах, где животные, кроме канцерогена, смазывались и камелином. Предраковые изменения, которые выражались в образовании в основном папиллом, наблюдались во всех группах: в I группе из 10 выживших животных папилломы наблюдались у 2; в I<sup>a</sup> группе из 6 у 2; во II группе из 3 у 1, во II<sup>a</sup> группе из 3 у 2; в III группе из 17 у 6, в III<sup>a</sup> группе из 9 у 5.

Как видно из приведенных данных, предопухолевые изменения в первых и контрольных группах почти не отличаются от предыдущих.





Что касается вторых групп, то здесь из 20 взятых в опыт мышей выжило только по 3 мыши, что говорит о токсическом действии на животных одновременного действия канцерогена и камелина. Полученные в этих группах данные трудно сопоставить с данными других групп из-за малочисленности животных. Здесь же надо отметить, что после прекращения дачи камелина (спустя 2,5 месяца от начала опыта) в первых группах предопухольевые изменения кожи стали нарастать; все чаще стали появляться папилломы, а позже и раки.

Группа	Вид животных	Кол-во животных к началу опытов	Вид воздействия	2 месяца			3 месяца			4 месяца			5—6 месяцев		
				Число животных	с папилломами	с раком кожи	Число животных	с папилломами	с раком кожи	Число животных	с папилломами	с раком кожи	Число животных	с папилломами	с раком кожи
I	Мыши A/Sn	20	ДМБА+камелин перорально	12	1	—	10	2	—	10	2	2	10	—	4
II	"	20	ДМБА+камелин смазывание	12	5	—	3	2	—	3	—	2	3	—	2
III	"	20	ДМБА	17	6	—	17	8	1	17	2	8	17	—	10
I <sup>a</sup>	Б/п мыши	20	ДМБА+камелин перорально	6	2	—	6	2	—	6	1	2	6	—	3
II <sup>a</sup>	"	20	ДМБА+камелин смазывание	7	4	—	3	2	—	3	1	2	3	—	3
III <sup>a</sup>	"	20	ДМБА	9	4	—	9	5	—	9	1	5	9	—	6

К концу четвертого месяца во всех группах наблюдалось образование рака кожи, а число папиллом увеличилось. Так, в I группе из 10 мышей у 2 наблюдался рак кожи, а у 2 — папилломы; в I<sup>a</sup> группе из 6 мышей у 2 наблюдался рак кожи, а у 1 — папиллома; во II группе из 3 мышей у 2 отмечался рак кожи; во II<sup>a</sup> группе из 3 мышей у 1 наблюдалась папиллома, а у 2 — рак кожи; в III группе из 17 мышей у 2 наблюдались папилломы, а у 8 — рак кожи; в III<sup>a</sup> группе из 9 мышей у 1 наблюдалась папиллома, а у 5 — рак кожи.

К концу 5—6-го месяцев изменения, описанные к четвертому месяцу, более стабилизировались. В I группе из 10 мышей, оставшихся в живых к этому сроку, у 4 наблюдался рак кожи (40%), у остальных со стороны кожи на месте смазывания изменения не наблюдались, в I<sup>a</sup> группе рак кожи имел место из 6 мышей у 3 (50%), во II группе у 2 (66,6%), во II<sup>a</sup> группе из 3 у 3 (100%), в III группе из 17 у 10 (58,8%), в III<sup>a</sup> группе из 9 у 6 (66,8%).

Результаты опытов представлены в таблице.

Сопоставляя данные до срока наблюдения, отмечаем, что в первые 2 месяца изменения со стороны кожи (облысение, трещины, шелушение и т. д.) на месте смазывания канцерогеном ярче были выражены в контрольной и во вторых группах, т. е. там, где одновременно с канцерогеном на кожу наносился камелин; менее — в первых группах (особенно у мышей линии A/Sn), т. е. где животные перорально получали камелин. После прекращения дачи камелина (2,5 месяца от начала опыта) указанные изменения стали нарастать и показатели образования папиллом и рака к концу 4—5—6-го месяцев почти приблизились к таковым у контрольных животных (45—50% в первых группах против

58,8—66,6% в контрольных соответственно). Однако в первых группах образование папиллом и рака наблюдалось в более поздние сроки, чем в контрольных.

Результаты, полученные во вторых группах к концу второго месяца, почти не отличаются от контрольных, а в позднем периоде мы их не сравнивали с другими группами, так как здесь отмечался большой падеж животных и данные, полученные на 3 мышах, не могут быть достоверными.

Таким образом, выясняется, что камелин оказывает тормозящее действие на процесс канцерогенеза, пока он циркулирует в крови; как только его действие прекращается, нарастает число папиллом и раков и оно почти приравнивается к такому у контрольных животных.

На основании наших исследований становится необходимым проведение новых экспериментов, в которых введение камелина не будет прекращено после прекращения смазывания канцерогеном, а продлено до конца опытов. При получении желаемых результатов камелин может найти применение в практике как профилактическое средство.

Институт экспериментальной и клинической хирургии  
 МЗ ГССР

(Поступило 16.4.1970)

მასპერიმენტული მედიცინა

ა. მრისთავი (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი), ბ. გიორგაძე,  
 ვ. მაგლაკელიძე, ნ. თურქია

### კამელინის გავლენა ინდუცირებაზე სიმსივნეზე

რ ე ზ ი მ ე

კამელინის მოქმედების შესწავლამ კანის კიბოს ინდუცირებაზე თავებში დაგვანახა, რომ იგი აბრკოლებს კანცეროგენეზის პროცესს სანამ ის შეგვეყვინებინა; როგორც კი მისი მოქმედება წყდება, თანდათან მატულობს პაპილომებისა და კანის კიბოს რიცხვი და იგი თითქმის უტოლდება საკონტროლო ჯგუფს.

EXPERIMENTAL MEDICINE

K. D. ERISTAVI, G. E. GEORGADZE, V. S. MAGLAKELIDZE, N. G. TURKIA

### THE EFFECT OF CAMELLIN ON INDUCED TUMOURS

Summary

It has been ascertained that camellin acts as an inhibitor of cancerogenesis during its circulation in the blood; as soon as the action of camellin ceases the number of papillomas and carcinomas of the skin increase almost to the level found in the control animals.



ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

Л. Н. ЧЕЛИДЗЕ

О ВЛИЯНИИ ПЕРИОДОНТИТОВ НА ВНЕШНЕСЕКРЕТОРНУЮ  
ФУНКЦИЮ ПАНКРЕАСА

(Представлено академиком А. Д. Зурабшвили 15.4.1970)

Одним из актуальных вопросов современной теоретической и практической стоматологии является изучение тех механизмов, которые вызывают заболевания полости рта и патологические изменения пищеварительной системы.

Целью нашей работы является изучение взаимосвязи, которая имеется между периодонтной тканью и внешнесекреторной функцией поджелудочной железы. С этой целью нами проведены клинические наблюдения над больными панкреатитами и изучено влияние периодонтитов, вызванных в условиях эксперимента на животных на внешнесекреторную функцию поджелудочной железы.

Нами обследовано всего 19 случаев панкреатитов, из них 11 случаев острого панкреатита, три — хронического, семь — диффузного и три — катарального.

Все изученные случаи были исследованы и со стоматологической точки зрения.

Следует отметить, что у обследованных нами больных отмечалось явно выраженное поражение периодонтной ткани, в частности его воспалительный процесс. Надо подчеркнуть то обстоятельство, что у обследованных больных нам удалось обнаружить почти все виды как острого, так и хронического периодонтита, в частности, нами наблюдались острый серозный апикальный периодонтит, случаи фиброзного периодонтита, гранулирующие периодонтиты, грануломатозные и хронические гнойные периодонтиты. У всех отмеченных больных имелись явные признаки хронического и острого периодонтита. В большинстве случаев отмечалось повышение диастазы в крови.

Проведенные нами наблюдения полностью подтверждают, что острому или хроническому воспалению поджелудочной железы сопутствует острое или хроническое воспаление периодонта.

Не исключена и такая возможность, что в первую очередь развивается воспаление периодонта, а затем следует патология поджелудочной железы.

В данном случае нас не интересовал вопрос, которая из патологий первичная — периодонтит или панкреатит. Нас интересовала сущность этих двух патологий (т. е. взаимопроцесс периодонтита и панкреатита).

Наши наблюдения показали, что во всех случаях как при остром, так и при хроническом воспалении поджелудочной железы имеется поражение периодонтной ткани.

Таким образом, наши наблюдения еще раз подтверждают мнение ряда исследователей, что при периодонтитах нормальная деятельность пищеварительной системы нарушается и в главных пищеварительных железах отмечаются как функциональные, так и структурные сдвиги.



Исходя из всего вышесказанного перед нами встал логичный вопрос, какими нервными механизмами осуществляется взаимоотношение между периодонтной тканью и функциональной деятельностью поджелудочной железы.

Известно, что периодонтную ткань нервируют специальные ветви тройничного нерва, которые известны под названием альвеолярных нервов.

Известно и то, что тройничный нерв является одним из главных источников выведения импульсов в ЦНС, в частности в сетевидную формацию мозгового ствола.

Если примем во внимание то обстоятельство, что в сетевидной формации мозгового ствола обильно представлены регулирующие центры вегетативных функций — как секреторная, так и моторные центры пищеварительной системы, станет понятным, что сетевидная формация мозгового ствола не принимает активного участия в установлении отмеченной взаимосвязи.

С целью уточнения этого вопроса мы на собаках вызывали экспериментальный периодонтит следующими методами: 1) полностью удаляли пульпу и оставляли зуб открытым, 2) удаляли коронковую пульпу и оставляли зуб открытым, 3) полностью удаляли пульпу и пломбировали трепанационное отверстие, 4) после полного удаления пульпы в корне канала оставляли 40%-ный формалин.

Во всех случаях развились хорошо выраженные экспериментальные периодонтиты, чему сопутствовало явно выраженное усиление внешнесекреторной функции поджелудочной железы.

Убедившись, что экспериментальный периодонтит стимулирует внешнюю секрецию панкреатита, вышеописанные опыты мы повторяли на фоне нейроплегических веществ аминазина.

Развитый на фоне аминазина (2 мг на 1 кг веса) экспериментальный периодонтит не вызывает усиления внешнесекреторной функции поджелудочной железы собаки в такой степени, как это отмечается в обычных условиях.

Отмеченный факт указывает на то, что сетевидная формация мозгового ствола должна играть определенную роль при периодонтите в тех изменениях, которые развиваются во внешнесекреторной функции поджелудочной железы.

Не исключено наличие таких механизмов и в условиях клиники — в тех случаях панкреатитов, которые нами были описаны выше.

Тбилисский институт психиатрии  
им. М. М. Асатиани

(Поступило 16.4.1970)

მაკაბრიმენტული მედიცინა

ლ. ზელიძე

პანკრეასის ბარბეკოტივით უზნადაც პერიოდონტიტივის  
ბავლინის შესახებ

რეზიუმე

ჩვენ მიერ გამოკვლეულია პანკრეატიტივის დროს (მწვავე და ქრონიკული) პერიოდონტის მდგომარეობა. ნაჩვენებია, რომ ქრონიკული და მწვავე პანკრეატიტივის დროს აღვილი აქვს ანთებად პროცესს პერიოდონტის ქსოვილში. შესწავლილია აგრეთვე, ექსპერიმენტული პერიოდონტი-

ტების გავლენა ძაღლების პანკრეასის გარესეკრეციულ ფუნქციაზე. ნაჩვენებია, რომ სხვადასხვა გზით გამოწვეული ექსპერიმენტული პერიოდონტიტი აძლიერებს პანკრეასის გარესეკრეციულ ფუნქციას.

ცხოველებში წინასწარ ამინაზინის (2 მგ/კგ) შეყვანა სპობს ექსპერიმენტული პერიოდონტიტის მასტიმულირებელ გავლენას პანკრეასის გარესეკრეციულ ფუნქციაზე.

თუ გავითვალისწინებთ იმ გარემოებას, რომ ნეიროპლეგიური ნივთიერების — ამინაზინის მოქმედების ძირითად მიდამოს თავის ტვინის ღეროს ბადებრივი ფორმაცია წარმოადგენს, შეიძლება ვივარაუდოთ, რომ ბადებრივი ფორმაცია გარკვეულ როლს ასრულებს იმ ურთიერთკავშირის დამყარებაში, რასაც ადგილი აქვს პერიოდონტიტებისა და პანკრეასის სეკრეციულ ფუნქციას შორის.

EXPERIMENTAL MEDICINE

L. N. CHELIDZE

ON THE EFFECT OF PERIODONTITIS ON THE OUTER SECRETORY FUNCTION OF THE PANCREAS

Summary

In patients with acute and chronic pancreatitis the inflammatory process is found in the periodontal tissue. An increase of the outer secretory function of the pancreas is observed in animals with experimental periodontitis. Preliminary injection of aminazine into dogs removes the stimulating effect of periodontitis on the outer secretory function of the pancreas.



ა. კორკალია

მუცლის ღრუს ფონოგრაფიის მეთოდის შესწავლისათვის

(წარმოდგინა აკადემიკოსმა კ. ერისთავმა 8.5.1970)

მუცლის ღრუში პერისტალტიკური ხმიანობის შესწავლის მიზნით ჩვენ გამოვიყენეთ მუცლის ღრუს ფონოგრაფიული მეთოდი. მუცლის აუსკულტაციით მოიხილება მუცლის ღრუში თვითნებურად და ხელოვნურად წარმოშობილი ხმიანობა. არჩევენ შემდეგ სახეებს: 1. ნაწლავთა ხმიანობას („ბორბორიგებები“); 2. ხმამაღალ ყურყურას; 3. შხეფის ხმას (მუცლის შერხვევისას); 4. მუცლის ფარის ხახუნის ხმიანობას („პერიტონეალური აფრქვია“).

ნაწლავთა ხმიანობის წარმოშობისათვის აუცილებელია ნაწლავის შიგნით თავისუფალი აირის არსებობა, რაც ექსპერიმენტულად დადასტურდა ს. ჩიხტიაკოვმა. ჯანმრთელი ადამიანის ნაწლავებში საშუალოდ არის 0,5—2 ლ აირი. ნაწლავებში აირი წარმოიშობა ჩაყლაპვითა და მიკრობების ცხოველმყოფლობის შედეგად. ნაწლავთა ხმიანობა ნაწლავთა პერისტალტიკის თანხმლები მოვლენაა. ნაწლავთა ხმიანობა დამოკიდებულია პერისტალტიკას გაძლიერებაზე, ნაწლავის სანათურის თვისებებზე, ნაწლავის შიგთავსის შემადგენლობაზე. მუცლის აუსკულტაციით მოსმენილი ნაწლავთა ხმიანობა ადასტურებს ნაწლავთა პერისტალტიკის არსებობას. მუცლის ღრუს აუსკულტაციისა და ფონოგრაფიის შესახებ გამოქვეყნებულია მხოლოდ ერთი უმრავლესობა.

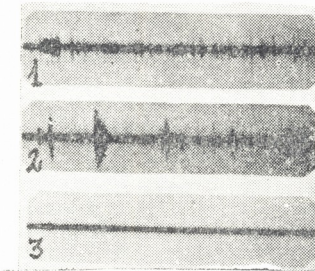
შლანგე [1] და რეზეტი [2] მიუთითებდნენ ნაწლავთა პარეზის ღრუს „სამარისებურ სიჩუმეზე“ მუცლის ღრუში. ფერარმა და ინგელფინგერმა [3], აგრეთვე ს. ჩიხტიაკოვმა [4], პირველად საბჭოთა კავშირში, მოგვარდეს პერისტალტიკური ხმიანობის ჩაწერის მეთოდიკა, რომელიც შეიძლება გამოყენებულ იქნეს პრაქტიკაში, ნაწლავთა მოტორული აქტივობის ობიექტურად შესწავლისათვის. ამ მიზნით ელექტრომაგნიტური მიკროფონი თავსდება მუცლის წინა კედელზე. მისგან მიღებული ელექტროპოტენციალები ძლიერდება და გადაეცემა ელექტრონულ ოსცილოგრაფს. ჩაწერა წარმოებს მოძრავ აფსკზე (მოძრაობის სიჩქარე 10—15 სმ წუთში). ხმების მნიშვნელოვანი სიხშირე უდრის 136 ჰც-ს, მაქსიმალური — 538 ჰც-ს [4].

ჩვენ, ა. ბეთანელთან ერთად, ჩავატარეთ მუცლის ღრუს ფონოგრაფია აპარატ „კარდოტესტერის“ (მეტრიმექსი, ბუდაპეშტი, 1966) საშუალებით, რომელიც ჩვენ მიერ იქნა სპეციალურად რეკონსტრუირებული ამ მიზნისათვის. ფოტოქალაღი მოძრაობს წუთში 8 სმ სიჩქარით.

მოგვყავს ჩვენ მიერ ჩაწერილი მუცლის ღრუს ფონოგრამების ტიპური ნიმუშები (სურ. 1).

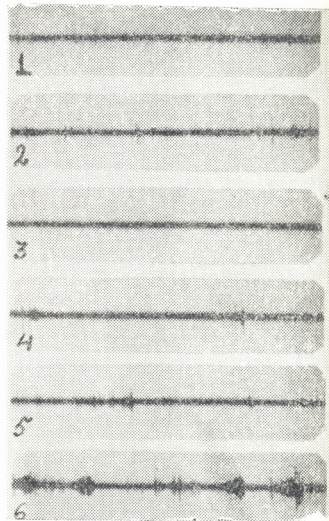
ნაწლავთა მოტორულ ფუნქციაზე უარყოფითი ემოციების ზეგავლენის შესასწავლად, ჩვენ 31 შემთხვევაში ჩავატარეთ მუცლის ღრუს ფონოგრაფია კუჭის რეზექციის ოპერაციამდე ერთი საათით ადრე. ნაწლავთა ხმიანობა აღმოჩნდა 12 შემთხვევაში, გაძლიერებული — სამ შემთხვევაში, ხმიანობა სრულიად გაქრა 16 შემთხვევაში. მსგავსი შედეგები მიიღო ს. ჩიხტიაკოვმა [4], რომელსაც ხმიანობის გაქრობის მიზეზად ოპერაციასთან დაკავშირებული უარყოფითი ემოციების ზეგავლენით ნაწლავთა მოტორიკის დათრგუნვა მიაჩნია. ჩვენი აზრით, აქ მნიშვნელობა აქვს აგრეთვე ოპერაციის წინ კუჭ-ნაწლავის ტრაქტის მომზადების ფაქტორსაც. სივმო-რომანოსკოპიისათვის 32. „მოამბე“, ტ. 59, № 2, 1970

მომზადებული 30 შემთხვევიდან, რომელთაც მუცლის ღრუს ფონოგრაფია ჩავუტარეთ, 21 შემთხვევაში ხშიანობა საგრძნობლად შესუსტებული აღმოჩნდა.



სურ. 1. 1—ნორმალური ხშიანობა,  
 2—გაძლიერებული ხშიანობა,  
 3—ხშიანობის გაქრობა

მწვავე დიფუზური პერიტონიტის დროს ნაწლავთა მოტორიკა, რაც ნაწლავთა ფონოგრაფიით დავადგინეთ, დათრგუნვილია. ფონოგრამაზე ოდნავ გამოვლენილი ნაწლავთა პერისტალტიკური ხშიანობა წარმოადგენს საიმედო ნიშანს, რომელიც პროცესის უკუგანვითარებასა და პერისტალტიკის აღდგენაზე მიუთითებს.



სურ. 2. 1—ოპერაციამდე 1 საათის წინ,  
 2—ოპერაციიდან 24 საათის შემდეგ,  
 3—48 საათის შემდეგ,  
 4—72 საათის შემდეგ,  
 5—მეოთხე დღეს,  
 6—მერვე დღეს

მწვავე დიფუზური პერიტონიტის დროს მუცლის ღრუს ფონოგრაფია ჩვენ ჩავატარეთ 12 ავადმყოფზე, რომელთაგან სამი შემდგომში გარდაიცვალა. ამ უკანასკნელთ, მუცლის ღრუს ფონოგრამაზე, სამი-ხუთი დღის განმავლობაში არ აღენიშნებოდათ ნაწლავთა ხშიანობის ნიშნები. დანარჩენ ცხრას,

რომლებიც გამოჯანმრთელდნენ, მეორე-მესამე დღეს მუცლის ღრუს ფონოგრაფიაზე აღენიშნებოდათ, სუსტად გამოხატული ხმიანობა (სურ. 2).

უელსმა და თანავტორებმა [5] მუცლის ღრუს ფონოგრაფიით დაადგინეს რომ მუცლის ღრუს ორგანოებზე ოპერაციის შემდეგ ნაწლავთა ხმიანობა მთლიანად არ ჰქრება, თუმცა ოპერაციის პირველი ხუთი საათის შემდეგ იგი საგრძნობლად კლებულობს. ჩვენი მონაცემებიც ამას ადასტურებს.

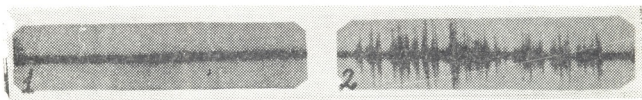
ოპერაციის შემდეგ ნაწლავთა ხმიანობის დაქვეითების ან გაქრობის დროის დადგენის მიზნით, ჩვენ ჩავატარეთ მუცლის ღრუს ფონოგრაფია აპენდიციტის გამო ნაოპერაციებ 66 პირზე (მწვავე აპენდიციტი — 43, ქრონიკული აპენდიციტი — 23). მწვავე აპენდიციტის გამო ჩატარებული აპენდექტომიის შემდეგ მუცლის ღრუს ფონოგრაფიამ გვიჩვენა: 37 შემთხვევაში ნაწლავთა ხმიანობის შესუსტება დაიწყო ოპერაციიდან ხუთი-ექვსი საათის შემდეგ, ექვს შემთხვევაში კი ოპერაციიდან 12—14 საათის შემდეგ. ქრონიკული აპენდიციტის გამო ჩატარებული აპენდექტომიის შემდეგ მუცლის ღრუს ფონოგრაფიამ გვიჩვენა, რომ 19 შემთხვევაში ნაწლავთა ხმიანობის შესუსტება დაიწყო ოპერაციიდან ხუთი-ექვსი საათის შემდეგ, ოთხ შემთხვევაში კი 10—12 საათის შემდეგ.

პერისტალტიკური ხმიანობა შეიძლება წარმოიშვას კუჭში, წვრილ და მსხვილ ნაწლავებში. აღწერილია შემთხვევა, როცა ქალიშვილი გაურბოდა საზოგადოებას მუცლის ღრუში (კუჭში) ძლიერი ყურყურის გამო. იგი განიკურნა კუჭის რეზექციის შედეგად.

ჩვენი დაკვირვებებით, ნაწლავთა ხმიანობა ძირითადად წვრილ ნაწლავებში წარმოიშობა. ილეოსტომის მომტანი სანათურის დროებით (30—45 წ.) დახშობას თან სდევს ნაწლავთა ხმიანობის გაძლიერება. ბრმა ნაწლავის ფისტულის გზით მსხვილ ნაწლავში შეყვანილი ჰაერი აძლიერებს ნაწლავთა ხმიანობას.

მუცლის ღრუს ფონოგრაფია ჩვენ ჩავატარეთ აგრეთვე ნაწლავთა მწვავე გაუვალობის, მუცლის ღრუში სისხლდენის, კუჭ-ნაწლავის შიგნით სისხლდენის, მწვავე გინეკოლოგიური დაავადებების, ლაბორტომიებისა და ენტეროსტომიის შემდეგაც.

გარდა ამისა, შევისწავლეთ ზოგიერთი ფარმაცოლოგიური ნივთიერების (პროზერინი, ჰიპერტონული ხსნარები, დიმეკოლინი, ვიტამინები, გლუკოზა და სხვ.), სამკურნალო პროცედურებისა და გაუმტკივარების სახეების გავლენა მუცლის ღრუს ხმიანობაზე (სურ. 3).



სურ. 3. 1—ნაწლავთა სუსტი ხმიანობა,

2—ნაწლავთა ხმიანობის გაძლიერება 10% სუფრის მარილის ხსნარის (50,0) ინტრავენური ინექციის შემდეგ (22-ე წუთზე)

პროზერინის ინექციის 20—25 წუთის შემდეგ მუცლის ღრუს ხმიანობა იწყებს გაძლიერებას, რაც გრძელდება 40—80 წუთის განმავლობაში. სუფრის მარილის 10% ხსნარის (50,0) ინტრავენური ინექციის 18—20 წუთის შემდეგ პერისტალტიკური ხმიანობა იწყებს გაძლიერებას, რაც გრძელდება ორ-ხუთ საათს. ასეთივე შედეგნილობის 5%-იანი ხსნარი (100,0) მუცლის ღრუს ხმიანობას (პერისტალტიკას) არ აძლიერებს.

პერისტალტიკის გაძლიერების თვალსაზრისით ყველაზე ძლიერ მოქმედი აღმოჩნდა ჰიპერტონული ცივი მიკროოყენები.

ენდოტრაქეალური ეთერ-ჟანგბადის ნარკოზის მსვლელობაში აღინიშნებოდა პერისტალტიკური ხმიანობის ზომიერი დაქვეითება, რაც ოპერაციის შემდეგ დროებით ძლიერდება, უბრუნდება ნორმალურ დონეს და ხუთი-





ექვსი საათის შემდეგ კვლავ იწყებს დაქვეითებას. რელაქსანტების (ლისტენონი) მოქმედების პერიოდში მუცლის ღრუს სპიანობა დაქვეითებულია.

მუცლის ღრუს ფონოგრაფია წარმოადგენს მუცლის ღრუს სპიანობის ობიექტური გამოკვლევის ახალ მეთოდს, რასაც დიდი მნიშვნელობა აქვს კუჭ-ნაწლავის ტრაქტის მოტორული ფუნქციის შეაწვავლის საქმეში.

თბილისის ექიმთა დახელოვნების  
ინსტიტუტი

თბილისის მეშვიდე  
კლინიკური საავადმყოფო

(შემოვიდა 14.5.1970)

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

А. А. КОРКЕЛИЯ

### К МЕТОДИКЕ ИЗУЧЕНИЯ ФОНОГРАФИИ БРЮШНОЙ ПОЛОСТИ

#### Резюме

Произведены оригинальные исследования по фонографии брюшной полости при различных острых и хронических заболеваниях органов брюшной полости и при перитоните. Изучалось влияние некоторых фармакологических средств (прозерин, 10%-ный раствор поваренной соли, витамины, глюкоза и др.), медикаментозных манипуляций (клизмы различных составов, электростимуляция) и видов обезболивания (эндотрахеальный эфирно-кислородный наркоз, релаксанты) на фонограмму брюшной полости.

## EXPERIMENTAL MEDICINE

A. A. KORKELIA

### ON THE METHOD OF STUDYING THE PHONOGRAPHY OF THE ABDOMINAL CAVITY

#### Summary

Some original investigations have been carried out in the phonography of the abdominal cavity during various acute and chronic diseases of organs of the abdominal cavity and the peritoneum. The effect of some pharmaceuticals (prozerin, 10 % common salt solution, vitamins, glucose, etc.), medicamentous manipulations (enemas of different compositions, electrostimulation) and varieties of anaesthetisation (endotracheal ether-oxygen narcosis, relaxants) on the phonogram of the abdominal cavity were studied.

#### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Schlange. Arch. Kl. Chir., 39, 1889, 429.
2. Roesebeck. Mit grenzgeb. Med. u. Chir., Jena, 36, 1923, 459.
3. Ю. М. Гальперин, Г. Г. Рогацкий, В. Я. Эскин. Механизмы нарушения моторики тонкой кишки при динамической непроходимости. М., 1967.
4. С. И. Чистяков. Послеоперационный метеоризм. Автореферат, Иваново, 1968.
5. S. Wells, D. Rall. Proct. Soc. Exp. Biol. Med., 68, 3, 1948, 421.



Т. Н. ДОБРОВОЛЬСКАЯ

## ГЛАГОЛЫ ПЕРЦЕПЦИИ ВО ФРАНЦУЗСКОМ И ИСПАНСКОМ ЯЗЫКАХ

(Представлено академиком Г. С. Ахвледзиани 29.5.1970)

Если обратиться к некоторым сопоставлениям в родственных языках, то можно обнаружить определенную соотношенность слова с предметом, под которым следует понимать не только материальный предмет, но и всякое действие, отношение или понятие.

Предметная соотношенность составляет логическую основу, на которой образуются понятия. Чем шире объем обозначаемых словом предметов, тем, конечно, шире объем понятий.

Понятие не тождественно предмету, но как форма мысли верно отражает предмет. Отражение явления реальной действительности проявляется в звуковой оболочке, т. е. в слове.

Объем понятий, заключенных в слове, обычно состоит из «основного» значения, которое часто оказывается чисто исторической категорией, и различных потенциально возможных реализаций слова в различных ситуациях.

Такие реализации слова обеспечиваются его многозначимой структурой. Гиро считает, что „si un mot peut avoir plusieurs sens, ce sont des sens virtuels, ce n'est jamais qu'un seul d'entre eux qui s'actualise dans un contexte donné“ [1]. „Если слово может иметь несколько значений, то эти значения виртуальные, лишь одно из них всегда актуализируется в данном контексте“.

Действительно, если звуковая оболочка слова непосредственно связана с его значущей стороной, то его внутренняя форма может проявляться самым различным образом. Так называемое «этимологическое» значение может быть вытеснено одним из вторичных значений. Эти вторичные значения — ситуативные или экспрессивные — обычно, вначале заменяя основное значение семантически близким понятием, постепенно вытесняют его.

Таким образом, в пределах одного и того же слова могут одновременно сосуществовать различные понятия, крайними пределами которых является расщепление слова на два или несколько понятий, что в конечном итоге приводит к образованию синонимов.

Глаголы перцепции, выражающие различные чувственные восприятия субъектом окружающей его действительности, в большинстве языков развиваются различным путем. В некоторых случаях слова, сопутствующие тому или другому глаголу перцепции, могут оказать существенное влияние на значение глагола. Сопутствующее словесное окружение особенно влияет на значение французского глагола *entendre*.

Латинский глагол *intendere* обладает широкой шкалой значений как глагол конкретного действия (например, *intendere arcum* — „натянуть лук“, *intendere sugittam* — „выпустить стрелу“), так и отвлеченного действия (*intendere mentum* — „стремиться к чему-то“, „обращать внимание“, „направлять мысль на что-то“, „следить за чем-то“ и т. д.). Именно эти зна-



чения стали, по-видимому, развиваться в плане спонтанного восприятия на слух. В старофранцузском языке глаголы *entendre* и *ouïr*, впоследствии ставшие синонимами, воспринимались не как глаголы, указывающие на различные действия, но как глаголы, выражающие различные оттенки действия. В старо- и среднефранцузском языках глагол *ouïr* часто употреблялся наряду с глаголом *entendre*.

„Combien de pauvreté, d'injures, de forces, d'injustices qui se font aux peuples sont cachées au roys, qu'ils peuvent ouyr et entendre en tenant les États“ [2]. „Сколько нищеты, оскорблений, насилия, несправедливости делается народу, которые скрыты от королей и которые они могут слышать и понимать, управляя государством“.

Однако, сохраняя значение глагола мышления, глагол *entendre* в XVI в. оттесняет глагол *ouïr*, все более и более утверждаясь в значении глагола чувственного восприятия на слух. „Le cardinal de Guise(...) entendait la voix de son frère qui criait mercy à Dieu...“ [2]. „Кардинал де Гиз (...) слышал голос брата, который взывал к милосердию бога“.

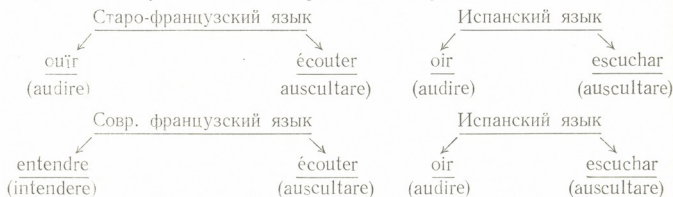
Завершающим этапом является перестановка значений: глагол мышления уступает место глаголу перцепции, становясь одним из лексико-семантических вариантов слова (понимать, уметь, договариваться и т. д.), тогда как значение чувственного восприятия на слух на современном уровне языка приобретает основное значение.

Что касается испанского языка, то глагол *entender* развивается, по сравнению с французским, в диаметрально противоположном направлении, выражая прежде всего акт мышления: понимать, знать, подразумевать, иметь мнение и т. д. Сохранение в испанском языке глагола *entender* в значении глагола мышления может объясняться тем, что глагол чувственного восприятия *oír* полностью сохраняет свои личные и неличные формы, тогда как французский вариант глагола *ouïr* к концу XVI в. в значительной степени утрачивает их.

Le verbe *ouïr* se rencontre au passé défini, à l'infinitif, un peu plus au participe passé, mais on constate des hésitations“ [3]. „Глагол *ouïr* встречается в прошедшем законченном, в инфинитиве, несколько чаще в причастии прошедшего времени, но констатирует колебания“.

Так, французский глагол *entendre* получает в XVI в. широкую возможность развивать значение глагола чувственного восприятия, заполняя тем самым утрату ставшего уже неполноценным глагола *ouïr*.

Следующие схемы выражают соответствия французских и испанских глаголов чувственного восприятия на слух:



Вторые члены этих соответствий восходят как во французском, так и в испанском к единой этимологической основе — внимательно слушать, прислушиваться, подслушивать, выражая сознательный акт субъекта. Первый же член соответствия, выражающий непроизвольное бессознательное восприятие на слух, отходит во французском языке от этимологической основы.

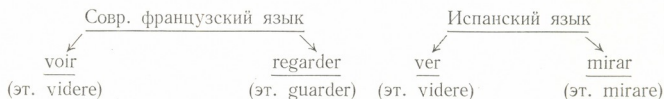


Чувственное восприятие внешнего мира путем зрения как во французском, так и в испанском языке было представлено аналогичными парами:



Первые члены этих пар *veër/ver* осуществляли непроизвольное, бессознательное восприятие внешнего мира, другая же пара *mirer/mirar* предполагала сознательное действие субъекта на познание объективной действительности.

Старофранцузский язык не знал реитеративного глагола (ге) *garder* в значении «смотреть». Как видно из схемы, его место занимал глагол *mirer* — «смотреть внимательно, любоваться, восхищаться, удивляться» (отсюда *miróir* — «то, во что смотрятся»). В XI в. глагол *garder* (guarder) французского происхождения; нем. *warten* — ожидать; англ. *to ward* — сохранять, опекать и т. д., т. е. не спускать глаз с чего-то, еще сохраняет этимологическое значение, сохранившееся до наших дней в простом глаголе *garder*. Реитеративная форма *regarder* перешла от конкретного значения опеки к более абстрактному — «смотреть на кого-то или на что-то». Современное соответствие устанавливает расхождение во втором члене схемы:



Итак, устанавливается замещение основного значения в глаголах *entendre* и *regarder* вторичными образованиями. Что касается испанских глаголов перцепции, то они не отходят от этимологического прототипа.

Во французском и испанском языках глагол *sentir* не отклоняется от этимологического значения «чувствовать», «ощущать». Однако вторичные значения развиваются в противоположных направлениях. В испанском языке глагол *sentir* оказывается полисемичным: воспринимать, слышать, жалеть, сочувствовать, страдать, понимать и т. д. Что касается французского глагола *sentir*, то он развивается в основном лишь в плане чувственных восприятий. Р. А. Будагов указывает, что связь глагола *sentir* с осязанием оказалась непрочной, связь с обонянием, напротив того, оформилась прочно и до сих пор выступает как одно из значений глагола [4].



ბ. დობროვოლსკაია

## პერცეფციული ზმნები ფრანგულსა და ესპანურ ენებში

რ ე ზ ი უ მ ე

მონათესავე ენებში ზმნის ძირითადი მნიშვნელობა შესაძლებელია სხვადასხვა გზით განვითარდეს: ძირითადი მნიშვნელობა მეორადმა შესცვალოს, დაიკარგოს ეტიმოლოგიური მნიშვნელობა და ა. შ. ფრანგული და ესპანური პერცეფციული ზმნების შეპირისპირებამ დაგვანახა, რომ ესპანურ ზმნებს შენარჩუნებული აქვთ ძირითადი ეტიმოლოგიური მნიშვნელობა, ხოლო შედარებით ახალმა ფრანგულმა ზმნებმა „regarder“ და „entendre“ შეცვალეს პირველადი ეტიმოლოგიური ფორმები.

LINGUISTICS

T. N. DOBROVOLSKAYA

## VERBS OF PERCEPTION IN FRENCH AND SPANISH

Summary

In cognate languages the development of verbal meanings can proceed in different ways: substitution of the principal meaning by the secondary meaning, loss of etymological meaning, etc. Comparison of the verbs of perception in the French and Spanish languages shows that the Spanish verbs of perception preserve their principal etymological meaning, at the same time assuming a number of secondary connotations. The French verbs *regarder* and *entendre*, however, appear to be new formations that have replaced the original etymological forms.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. P. Guiraud. La Sémantique. Paris, 1955.
2. A. Mary. La fleur de la prose française. Bruxelles, 1954.
3. E. Huguet. Mots disparus ou vieilliss depuis le XVI s. Paris, 1935.
4. P. A. Будагов. Сравнительно-семасиологические исследования (романские языки). М., 1963.

ბ. კვიციანი

ქართულწარწერიანი ირანული ჰერმისის შესავალი ნაშრომი

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა გ. ჩიტაიამ 20.6.1970)

აკად. ს. ჯანაშიას სახელობის საქართველოს სახ. მუზეუმის ეთნოგრაფიის განყოფილების ლიონის ფონდში ინახება სპილენძის იბრიდი ირანული წარმოშობისა (22—24/II). აღნიშნული ჰერმისი მუზეუმს შეუძენია 1924 წელს ცნობილი კოლექციონერის მირზოვეისაგან. საინვენტარო დაცვარში ამ სურის სადაფრობის შესახებ, სამწუხაროდ, არაფერია ნათქვამი. რაც, ბუნებრივია, ამნელებს მისი დამზადების ადგილის ზუსტად დადგენას.

ეს სურა ყველაზე მეტად იმითაა საინტერესო, რომ მასზე ამოკვეთილია ქართული წარწერა, ამ ფაქტმა აუცილებელი გახდა მისი შესწავლა. იბრიდი დამზადებულია სპილენძისაგან ცივად კვერის გზით. მისი კომპონენტები დიდი ოსტატობითაა გამოკვეთილი ცალკადაც, შემდეგ კი კბილებითაა დამაგრებული სურის ტანზე. ვადაბმის ადგილები საგულდაგულოდაა მიჩინული. სურა მხატვრული და ტექნიკური თვალსაზრისით მაღალხარისხოვნადაა დამუშავებული.

სურას აქვს ნახევარმთვარის ფორმის პირი, ყელი მაღალია და ვიწრო. მას შუაში ამოხრტილი რგოლი შემოსდევს (სურ. 1).

მუცელი მსხლისებრი მოყვანილობისაა და ორივე გვერდი ოდნავ შებრტყელებული აქვს. მილაკი ვიწროა და გრძელი. იგი ზემოთ მოხრილი და მრგვალია. მთავრდება გვერდებდაკბილული თავით. სურას ქუსლი დაბალი აქვს და ფართოდ „გადგმული“, ძირი კი შეზნექილი. იბრილს სახელური არა აქვს. იგი ორმხრივია მოკალუნი.

როგორც დაკვირვებამ ცხადყო, ოსტატს სურის შემკობისას ნაირი სახის ორნამენტული მოტივები აქვს გამოყენებული. იბრილის პირს ამშვენებს ჯაჭვისებრი ორნამენტი, რომელიც ორი, ერთმანეთში გადახლართული ხაზითაა გადმოცემული. ყელსა და მუცელზე წარმოდგენილია სტილიზებული მცენარეული მოტივები. ისინი ერთმანეთისაგან გამიჯნულია მსხლის ფორმის ჩარჩოებით.

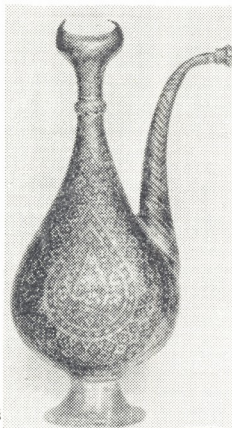
იბრილის მუცლის ერთ მხარეზე, მსხლისებრი ჩარჩოში, ამოკვეთილია ქალის ფიგურა. იგი მაჰმადიანურ ყაიდაზე ფეხმორთხმული ზის. მარჯვენა ხელი ჩამოშვებული აქვს, მარცხენა — ნახევრად ზეაღმართული. მარჯვენა ხელში მას ყვავილი უჭირავს. მისი თმის ვარცხნილობა სამი დიდი კულულის სახითაა წარმოდგენილი.

სურის ტანის მეორე მხარეს, მსხლის ფორმის ჩარჩოში, მოხუცი მამაკაცის ფიგურაა ამოკვეთილი. როგორც კომპოზიციურად, ისე გამოსახვის სტილითა და მანერით იგი ანალოგიურია ქალის ზემოაღწერილი ფიგურისა.

სურას მუცლის წინა მხარეზე ამშვენებს მცენარეულ მედალიონში ამოკვეთილი ფარშევანის სტილიზებული გამოსახულება. ამ გამოსახულების საწინააღმდეგო მხარეს მოკვეთილია „სიცოცხლის ხის“ მოტივი. რასაც კვიპაროსის ხე განასახიერებს. მისი მაცოცხლებელი, მკვებავი ფესვები ქვემოთ შეკრულია და ფორმით ყვავილს მოგვაგონებს. ამ გამოსახულებას ქვემოდან ებმის ჯვრის ფორმის ჩარჩო, რომელშიც ამოკვეთილია ქართული

(1 ირანში საოჯახო, სარიტუალო და დეკორატიული დანიშნულების გრძელმილაკიან დოქს „იბრიდი“, „ეთაბე“, „აბდასთან“-ი ჰქვია. ჩვენში მას „წურწუმა“, „კულუმას“ უწოდებენ.

წარწერა „ქეს აბელასია: ულბ“. წარწერიდან ჩანს, რომ ეს ჭურჭელი დაზღვნილია 1744 წელს (ქეს ულბ) და ეკუთვნოდა ვინმე აბელასს. ჩარჩოს, რომელშიც ეს წარწერაა ამოკვეთილი, ქვემოდან ებმის მცენარეულ მედალიონში მოჭედილი სახელმწიფო ღერბი ირანისა — მზე და ლომი. მედალიონის ორივე მხარეზე ამოკვეთილია თევზის გამოსახულება. სურაზე მოცემულ „სიცოცხლის ხის“ ანტიპოდებად ფრინველებია გამოყენებული. იბრილის მილაკი შემკულია პარალელური, ტეხილი ხაზებით.



სურ. 1



სურ. 2

თუ ამ ჭურჭლის გარეგან ფორმასა და, რაც მთავარია, ორნამენტული მოტივების ხასიათსა და თვით სურის შემკობის სტილსა და მანერას დაუკვირდებით, უნდა ვიფიქროთ, რომ იგი ირანული წარმოშობის შეიძლება იყოს. ამას ისიც გვაფიქრებინებს, რომ სურის ჭრელში არაა არც ერთი დეტალი ორნამენტისა — აღამიანთა გამოსახულებიდან მოკიდებული უწვრილეს გეომეტრიულ ფიგურებამდე, რომელიც უცხო იყოს ირანული ხელოვნებისათვის.

საყურადღებოა ის ფაქტი, რომ განსახილველი იბრილის ფორმის სურები ფართოდ ჩანს გავრცელებული XVIII ს. ირანში [1]. სპილენძის სამი ასეთი ირანული იბრილი საქართველოს სახ. მუზეუმის ეთნოგრაფიის განყოფილების ლითონის ფონდშიც ინახება. ერთ-ერთ მათგანზე სპარსულ ენაზე ამოკვეთილია ჭურჭლის მფლობელის სახელი  $\text{خاندان شاه}$  „სააჰმეჰ შასან“ (ჭურჭლის) პატრონი შასანი. XVIII ს. დათარიღებული ზემოაღნიშნული ფორმის ირანული იბრილები სახელმწიფო ერმიტაჟსა და მოსკოვის ისტორიულ მუზეუმშიც ინახება. ყოველივე ეს, ბუნებრივია, ხაზს უსვამს იმას, რომ ჩვენ მიერ შესასწავლი ჭურჭელი ირანული წარმოშობისაა.

მიუხედავად ზემოთქმულისა კითხვა ჩნდება: ხომ არ შეიძლებოდა გვეფიქრა, რომ ხსენებული სურა საქართველოში მცხოვრები რომელიმე მაჰმადიანი ხელოსნის მიერ იყოს დამზადებული? სამწუხაროდ ამზე გადაჭრით ვერაფერს ვიტყვი, რადგან ჩვენთვის ჯერჯერობით უცნობია, რა ფორმისა და შემკულობის სპილენძის ნივთებს ამზადებდნენ თბილისში მცხოვრები ირანელი ხელოსნები. ამავე დროს, საქართველოში უცხოელ ხელოსანთა მიერ დამზადებული ლითონის ნაწარმის შედარებამ განსახილველ სურასთან ნათესაობის

თვალსაზრისით სასურველი შედეგი არ მოგვცა; ამან კი საბოლოოდ გვაფიქრებინა, რომ ხსენებული სურა, როგორც გარეგანი ფორმით, ისე მის დასამშვენებლად გამოყენებული ორნამენტული სახეებისა და მოტივების თავისებურებით, მათი მოხაზულობითა და თემით, შემკულობის ელემენტების ჭურჭლის ჭრელში განაწილებით აშკარად შორდება კავკასიურ, ასევე შუაზიურ სამყაროს და ირანული ხელოსნობის სფეროში თავსდება.

როგორც ზემოთ ითქვა, ჩვენთვის ყველაზე საინტერესოა სურის ტანის უკანა მხარეს გამოსახული „სიცოცხლის ხის მოტივი“ და, რაც მთავარია, აქვე ამოკვეთილი ქართული წარწერა. ეჭვს არ იწვევს ის გარემოება, რომ ამჟერად „სიცოცხლის ხის მოტივი“ სურის დასამშვენებლად გამოყენებული.

ამასვე ვერ ვიტყვით „სიცოცხლის ხის მოტივისა“ და ირანის სახელმწიფო ღერბს შორის მოქცეული ჯვრის ფორმის ჩარჩოს შესახებ, რომელშიც, როგორც ზემოთ ითქვა, ქართული წარწერაა ამოკვეთილი. წარწერიდან „ქქს აბელასია: ულბ“ ჩანს, რომ სურის მფლობელი არის ვინმე აბელა. არის თუ არა სურის ოსტატი თვითონ აბელა, ძნელი სათქმელია. წარწერის მიხედვით ასევე შეუძლებელია იმის მტკიცებაც, რომ აბელა ქრისტიანი ან მაჰმადიანია.

საჭირო მასალების უქონლობის გამო დაბეჭივებით ვერც იმას ვიტყვით, აბელა ირანში მცხოვრები ქართველია, თუ საქართველოდან იქ რაიმე მისიით ჩასული, ან კიდევ ამ ქვეყანაში გზად გავლილი, რომელმაც აქაურ ხელოსანს ეს სურა დაამზადებინა და შემდეგ საქართველოში ჩამოიტანა.

თუ სურის მფლობელი აბელა ხელოსანი არაა და ეს ჭურჭელი ირანელი ოსტატის მიერაა დამზადებული. მაშინ აშკარაა, რომ ქართული წარწერის სურაზე ამოკვეთა აბელას უშუალო კონსულტაციით ხდებოდა მაინც. მხოლოდ ასეთ პირობებში მაჰმადიან ოსტატს არ გაუჭირდებოდა ხსენებულ იბრილზე თავისუფლად ამოკვეთა მისთვის უცხო, ქართული წარწერა.

როგორც ჩანს, თვითონ აბელას ქართული კარგად სცოდნია, რადგან წარწერა სწორადაა დაქარაგმებული და ყველა ნიშანი ზუსტადაა დაცული. სხვათა შორის, ზემოთ განხილულ იბრილზე ამოკვეთილი ქართული წარწერა თავისი შინაარსით სავსებით შეესაბამება სახელდებულ ირანულ ჭურჭლებზე არსებულ სპარსულ წარწერებს. როგორც წესი, ამგვარ ჭურჭლებზე მოცემულია ჯერ სიტყვა „საჰიბე“ (პატრონი), შემდეგ მფლობელის სახელი და ბოლოს დამზადების თარიღი. მაგალითად, ამგვარი წესითაა განლაგებული სპარსული წარწერა ირანულ სპინდლის იბრილზე, რომელიც საქართველოს სახ. მუზეუმის ეთნოგრაფიის განყოფილების ლიონის ფონდშია დაცული

ساحب حسن „საჰიბე ჰასანი“, 1284 (ჰიჯრით). ქართულად ამ წარწერის შინაარსი ასეთია: [ჭურჭლის] მფლობელი ჰასანი, 1856 წელი.

ჩვენი აზრით, ზემოაღნიშნული სპარსული წარწერის მსგავსად უნდა იყოს შესრულებული ჩვენ მიერ განხილულ იბრილზე ამოკვეთილი ქართული წარწერაც: „ქქს აბელასია: ულბ“. ამ წარწერაში ჭურჭლის დამზადების თარიღი ორადაა გაყოფილი და მფლობელის სახელის თავსა და ბოლოშია მოქცეული, რაც, სხვათა შორის, სპარსულისათვისაც არაა უცხო.

ამ წარწერაში თარიღს, ზემოთ აღნიშნული სპარსული წარწერის მსგავსად, უშუალოდ მოსდევს სურის პატრონის დასახელება. მისი უფლება ამ ჭურჭელზე ლაკონურადაა გადმოცემული ფორმით „აბელასია“, ე. ი. აბელასი არის.

სხვათა შორის, არც სპარსულ და არც ქართულ წარწერაში არაა ნახსენები ჭურჭლების სახელწოდებები. ამგვარი რამ ირანში წესად იყო მიღებული.

ამრიგად, ქართული წარწერისა და სპარსული წარწერის ურთიერთშეჯერების საფუძველზე შეიძლება დავასკვნათ, რომ ჩვენ მიერ განხილული სურის მფლობელი აბელას სპარსულიც კარგად უნდა სცოდნოდა და მის მიერ დაცვილი ჭურჭელზე ამოკვეთილი ქართული წარწერა სახელდებულ ირანულ ნივთებზე მოცემული სპარსული წარწერების მიბაძვით უნდა შეედგინა.

შესაძლებელია აბელა შთამომავალი იყო იმ ქართველებისა, რომლებიც XVII საუკუნეში შაჰ აბას I-მა საქართველოდან აყარა და ირანს გადაასახლა.





სამშობლოს მოწყვეტილი აბელა, როგორც ჩანს, ბოლომდე ერთგული დარჩა თავისი მშობლიური ენისა და სარწმუნოებისა, ამის გამოა რომ, როცა მან დაამზადებინა ეს სურათი, ზედ თავისი სახელი ამოაკვეთინა ჯვრის ფორმის ჩარჩოში. ამით აბელამ აშკარად თავყვანი სცა მშობლიურ სარწმუნოებას — ქრისტიანობას; რა გინდ ბუნდოვანი უნდა იყოს ეს წარწერა, სწორედ იგი ანიჭებს სურათს დიდ მნიშვნელობას და ამ უკანასკნელს საქართველოს სახელმწიფო მუზეუმში დაცულ უძველეს ნივთთა შორის უმკვიდრებს ადგილს.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

აკად. ს. ჯანაშიას სახელობის

საქართველოს სახელმწიფო მუზეუმი

(შემოვიდა 3.7.1970)

ИСТОРИЯ

Г. Г. КВИРКВЕЛИЯ

## К ИЗУЧЕНИЮ ИРАНСКОГО СОСУДА С ГРУЗИНСКОЙ НАДПИСЬЮ

Резюме

На медном кувшине, хранящемся в фондах отдела этнографии Государственного музея Грузии, имеется грузинская надпись „ქეს აბელასია: ულბ“. Надпись гласит, что сосуд изготовлен в 1744 г. и принадлежит грузину по имени Абеда. Возможно, Абеда являлся потомком тех грузин, которые в XVII в. по приказу шаха Аббаса I были выселены из Грузии в Иран. Оставаясь верным своему языку и вере, Абеда велел мастеру выгравировать на кувшине свое имя в крестовидной рамке, которая по форме напоминает символ христианской религии — крест.

HISTORY

G. G. KVIRKVELIA

## ON THE STUDY OF AN IRANIAN VESSEL WITH A GEORGIAN INSCRIPTION

Summary

The Georgian inscription „ქეს აბელასია: ულბ“ made on a copper jug preserved at the Ethnography Department of the State Museum of Georgia reads that the jug was made in 1744 and belonged to a Georgian—Abela by name. Abela may have been a descendant of the Georgians deported to Iran in the 17th century by Shah Abbas I. True to his native tongue and religion, Abela had the master engrave his name in a cross-shaped frame which in its outline resembles a cross, the symbol of the Christian religion.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. A. U. Pope. A Survey of Persian Art from Prehistoric Times to the Present, V, London—New-York, 1939, 1642.

## К С В Е Д Е Н И Ю  А В Т О Р О В

1. В журнале «Сообщения АН ГССР» публикуются статьи академиков, членов-корреспондентов, научных работников системы Академии и других ученых, содержащие еще не опубликованные новые значительные результаты исследований. Печатаются статьи лишь из тех областей науки, номенклатурный список которых утвержден Президиумом АН ГССР.

2. В «Сообщениях» не могут публиковаться полемические статьи, а также статьи обзорного или описательного характера по систематике животных, растений и т. п., если в них не представлены особенно интересные научные результаты.

3. Статьи академиков и членов-корреспондентов АН ГССР принимаются непосредственно в редакции «Сообщений», статьи же других авторов представляются академиком или членом-корреспондентом АН ГССР. Как правило, академик или член-корреспондент может представить для опубликования в «Сообщениях» не более 12 статей разных авторов (только по своей специальности) в течение года, т. е. по одной статье в каждый номер, собственные статьи—без ограничения, а с соавторами—не более трех. В исключительных случаях, когда академик или член-корреспондент требует представления более 12 статей, вопрос решает главный редактор. Статьи, поступившие без представления, передаются редакцией академику или члену-корреспонденту для представления. Один и тот же автор (за исключением академиков и членов-корреспондентов) может опубликовать в «Сообщениях» не более трех статей (независимо от того, с соавторами она или нет) в течение года.

4. Статья должна быть представлена автором в двух экземплярах, в готовом для печати виде, на грузинском или на русском языке, по желанию автора. К ней должны быть приложены резюме—к грузинскому тексту на русском языке, а к русскому на грузинском, а также краткое резюме на английском языке. Объем статьи, включая иллюстрации, резюме и список цитированной литературы, приводимой в конце статьи, не должен превышать четырех страниц журнала (8000 типографских знаков), или шести стандартных страниц машинописного текста, отпечатанного через два интервала (статьи же с формулами—пяти страниц). Представление статьи по частям (для опубликования в разных номерах) не допускается. Редакция принимает от автора в месяц только одну статью.

5. Представление академика или члена-корреспондента на имя редакции должно быть написано на отдельном листе с указанием даты представления. В нем необходимо указать: новое, что содержится в статье, научную ценность результатов, насколько статья отвечает требованиям пункта 1 настоящего положения.

6. Статья не должна быть перегружена введением, обзором, таблицами, иллюстрациями и цитированной литературой. Основное место в ней должно быть отведено результатам собственных исследований. Если по ходу изложения в статье сформулированы выводы, не следует повторять их в конце статьи.

7. Статья оформляется следующим образом: вверху страницы в середине пишутся инициалы и фамилия автора, затем—название статьи; справа вверху представляющий статью указывает, к какой области науки относится она. В конце основного текста статьи с левой стороны автор указывает полное название и местонахождение учреждения, где выполнена данная работа.

8. Иллюстрации и чертежи должны быть представлены по одному экземпляру в конверте; чертежи должны быть выполнены черной тушью на кальке. Надписи на чертежах должны быть исполнены каллиграфически и в таких размерах, чтобы даже в случае уменьшения они оставались отчетливыми. Подписуемые подписи,



сделанные на языке основного текста, должны быть представлены на отдельном листе. Не следует приклеивать фото и чертежи к листам оригинала. На полях оригинала автор отмечает карандашом, в каком месте должна быть помещена та или иная иллюстрация. Не должны представляться таблицы, которые не могут уместиться на одной странице журнала. Формулы должны быть четко вписаны чернилами в оба экземпляра текста; под греческими буквами проводится одна черта красным карандашом, под прописными—две черты черным карандашом снизу, над строчными—также две черты черным карандашом сверху. Карандашом должны быть обведены полукругом индексы и показатели степени. Резюме представляются на отдельных листах. В статье не должно быть исправлений и дополнений карандашом или чернилами.

9. Список цитированной литературы должен быть отпечатан на отдельном листе в следующем порядке. Вначале пишутся инициалы, а затем—фамилия автора. Если цитирована журнальная работа, указываются сокращенное название журнала, том, номер, год издания, а если цитирована книга,—полное название книги, место и год издания. Если автор считает необходимым, он может в конце указать и соответствующие страницы. Список цитированной литературы приводится не по алфавиту, а в порядке цитирования в статье. При ссылке на литературу в тексте или в сносках номер цитируемой работы помещается в квадратные скобки. Не допускается вносить в список цитированной литературы работы, не упомянутые в тексте. Не допускается также цитирование неопубликованных работ. В конце статьи, после списка цитированной литературы, автор должен подписаться и указать место работы, занимаемую должность, точный домашний адрес и номер телефона.

10. Краткое содержание всех опубликованных в «Сообщениях» статей печатается в реферативных журналах. Поэтому автор обязан представить вместе со статьей ее реферат на русском языке (в двух экземплярах).

11. Автору направляется корректура статьи в сверстанном виде на строго ограниченный срок (не более двух дней). В случае невозвращения корректуры к сроку редакция вправе приостановить печатание статьи или напечатать ее без визы автора.

12. Автору выдается бесплатно 25 оттисков статьи.

(Утверждено Президиумом академии наук Грузинской ССР 10.10.1968; внесены изменения 6.2.1969).

Адрес редакции: Тбилиси 60, ул. Кутузова, 15, телефоны: 37-22-16, 37-93-42

Условия подписки: на год — 12 руб.

ა ვ ტ ო რ თ ა ს ა უ უ რ ა დ ლ ე ბ ო დ

1. ეურნალ „საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბეში“ ქვეყნდება აკადემიკოსთა და წევრ-კორესპონდენტთა, აკადემიის სისტემაში მომუშავე და სხვა მეცნიერთა მოკლე წერილები, რომლებიც შეიცავს ახალ მნიშვნელოვან გამოკვლევათა ჯერ გამოუქვეყნებულ შედეგებს. წერილები ქვეყნდება მხოლოდ იმ სამეცნიერო დარგებიდან, რომელთა ნომენკლატურული სია დამტკიცებულია აკადემიის პრეზიდიუმის მიერ.

2. „მოამბეში“ არ შეიძლება გამოქვეყნდეს პოლემიკური წერილი, აგრეთვე მიმოხილვითი ან აღწერითი ხასიათის წერილი ცხოველთა, მცენარეთა ან სხვათა სისტემატიკაზე, თუ მასში მოცემული არაა მეცნიერებისათვის განსაკუთრებით საინტერესო შედეგები.

3. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსთა და წევრ-კორესპონდენტთა წერილები უშუალოდ გადაეცემა გამოსაქვეყნებლად „მოამბის“ რედაქციას, ხოლო სხვა ავტორთა წერილები ქვეყნდება აკადემიკოსთა ან წევრ-კორესპონდენტთა წარდგინებით. როგორც წესი, აკადემიკოსს ან წევრ-კორესპონდენტს „მოამბეში“ დასაბეჭდად წელიწადში შეუძლია წარმოადგინოს სხვა ავტორთა არაუმეტეს 12 წერილისა (მხოლოდ თავისი სპეციალობის მიხედვით). ე. ი. თითოეულ ნომერში თითო წერილი, საკუთარი წერილი—რამდენიც სურს, ხოლო თანაავტორებთან ერთად—არაუმეტეს სამი წერილისა. გამონაკლის შემთხვევაში, როცა აკადემიკოსი ან წევრ-კორესპონდენტი მოითხოვს 12-ზე მეტ წერილის წარდგენას, საკითხს წვევტს მთავარი რედაქტორი. წარდგინების გარეშე შემოსულ წერილს „მოამბის“ რედაქცია წარმოსადგენად გადასცემს აკადემიკოსს ან წევრ-კორესპონდენტს. ერთსა და იმავე ავტორს (გარდა აკადემიკოსისა და წევრ-კორესპონდენტისა) წელიწადში შეუძლია „მოამბეში“ გამოაქვეყნოს არაუმეტეს სამი წერილისა (სულ ერთია, თანაავტორებთან იქნება იგი, თუ ცალკე).

4. წერილი წარმოდგენილი უნდა იყოს ორ ცალად, დასაბეჭდად სავსებით მზა სახით. ავტორის სურვილისამებრ, ქართულ ან რუსულ ენაზე. ქართულ ტექსტს თან უნდა ახლდეს რუსული და მოკლე ინგლისური რეზიუმე, ხოლო რუსულ ტექსტს—ქართული და მოკლე ინგლისური რეზიუმე. წერილის მოცულობა ილუსტრაციებითურთ, რეზიუმეებითა და დამოწმებული ლიტერატურის ნუსხითურთ, რომელიც მას ბოლოში ერთვის, არ უნდა აღემატებოდეს ეურნალის 4 გვერდს (8000 სასტამბო ნიშანი), ანუ საწერ მანქანაზე ორი ინტერვალთა გადაწერილ 6 სტანდარტულ გვერდს (ფორმულებიანი წერილი კი 5 გვერდს). არ შეიძლება წერილების ნაწილებად დაყოფა (სხვადასხვა ნომერში გამოსაქვეყნებლად). ავტორისაგან რედაქცია ღებულობს თვეში მხოლოდ ერთ წერილს.

5. აკადემიკოსთა ან აკადემიის წევრ-კორესპონდენტთა წარდგინება რედაქციის სახელზე დაწერილი უნდა იყოს ცალკე ფურცელზე წარდგინების თარიღის აღნიშვნით. მასში აუცილებლად უნდა აღინიშნოს, თუ რა არის ახალი წერილში, რა მეცნიერული ღირებულება აქვს მას და რამდენად უპასუხებს ამ წესების 1 მუხლის მოთხოვნას.

6. წერილი არ უნდა იყოს გადატვირთული შესავლით, მიმოხილვით, ცხრილებით, ილუსტრაციებითა და დამოწმებული ლიტერატურით. მასში მთავარი ადგილი უნდა ჰქონდეს დამოხილვი საკუთარი გამოკვლევების შედეგებს. თუ წერილში გზადაგზა, ქვეთავების მიხედვით გადმოცემულია დასკვნები, მაშინ საჭირო არაა მათი გამოტობა წერილის ბოლოს.

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

8. ილუსტრაციები და ნახაზები წარმოდგენილ უნდა იქნეს თითო ცალად კონვერტით. ამასთან, ნახაზები შესრულებული უნდა იყოს კალკაზე შავი ტუშით. წარწერები ნახაზებს უნდა გაუკეთდეს კალიგრაფიულად და ისეთი ზომისა, რომ შემცირების შემთხვევაშიც კარგად ეკითხებოდეს. ილუსტრაციების ქვემო წარწერების ტექსტი წერილის ძირითადი ტექსტის ენაზე წარმოდგენილ უნდა იქნეს ცალკე ფურცელზე. არ შეიძლება ფოტოებისა და ნახაზების დაწებება დედნის გვერდებზე. ავტორმა დედნის კიდეზე ფანქრით უნდა აღნიშნოს,



რა ადგილას მოთავსდეს ესა თუ ის ილუსტრაცია. არ შეიძლება წარმოდგენილ იქნეს ისტორიული, რომელიც ყურნალის ერთ გვერდზე ვერ მოთავსდება. ფორმულები მელნიოზის მკურნალობისათვის უნდა იყოს ჩაწერილი ტექსტის ორივე ეგზემპლარში; ბერძნულ ასოებს ქვემოთ ყველგან უნდა გავსვას თითო ხაზი წითელი ფანქრით, მთავრულ ასოებს—ქვემოთ ორ-ორი პატარა ხაზი შავი ფანქრით, ხოლო არამთავრულ ასოებს—ზემოთ ორ-ორი პატარა ხაზი შავი ფანქრით. ფანქრითვე უნდა შემოიფარგლოს ნახევარწრით ნიშნაკებიც (ინდექსები და ხარისხის მაჩვენებლები). რეზიუშეები წარმოდგენილ უნდა იქნეს ცალ-ცალკე ფურცლებზე. წერილში არ უნდა იყოს ჩასწორებები და ჩამატებები ფანქრით ან მელნით.

9. დამოწმებული ლიტერატურა უნდა დაიბეჭდოს ცალკე ფურცელზე. საჭიროა დაცულ იქნეს ასეთი თანმიმდევრობა: ავტორის ინიციალები, გვარი. თუ დამოწმებულია საყურნალო შრომა, გუჩვენეთ ყურნალის შემოკლებული სახელწოდება, ტომი, ნომერი, გამოცემის წელი. თუ დამოწმებულია წიგნი, აუცილებელია გუჩვენეთ მისი სრული სახელწოდება, გამოცემის ადგილი და წელი. თუ ავტორი საჭიროდ მიიჩნევს, ბოლოს შეუძლია გვერდების ნუმერაციაც უჩვენოს. დამოწმებული ლიტერატურა უნდა დალაგდეს არა ანბანური წესით, არამედ დამოწმების თანმიმდევრობით. ლიტერატურის მისათითებლად ტექსტსა თუ შენიშვნებში კვადრატულ ფრჩხილებში ნაჩვენები უნდა იყოს შესაბამისი ნომერი დამოწმებული შრომისა. არ შეიძლება დამოწმებული ლიტერატურის ნუსხაში შევიტანოთ ისეთი შრომა, რომელიც ტექსტში მითითებული არ არის. ასევე არ შეიძლება გამოუქვეყნებელი შრომის დამოწმება, დამოწმებული ლიტერატურის ბოლოს ავტორმა უნდა მოაწეროს ხელი, აღნიშნოს სად მუშაობს და რა თანამდებობაზე, უჩვენოს თავისი ზუსტი მისამართი და ტელეფონის ნომერი.

10. „მოამბეში“ გამოქვეყნებული ყველა წერილის მოკლე შინაარსი იბეჭდება რეფერატულ ყურნალეში. ამიტომ ავტორმა წერილთან ერთად აუცილებლად უნდა წარმოადგინოს მისი რეფერატი რუსულ ენაზე (ორ ცალად).

11. ავტორს წასაკითხად ეძლევა თავისი წერილის გვერდებზე შეკრული კორექტურა მკაცრად განსაზღვრული ვადით (არაუმეტეს ორი დღისა). თუ დადგენილი ვადისათვის კორექტურა არ იქნა დაბრუნებული, რედაქციას უფლება აქვს შეაჩეროს წერილის დაბეჭდვა ან დაბეჭდოს იგი ავტორის ვიზის გარეშე.

12. ავტორს უფასოდ ეძლევა თავისი წერილის 25 ამონაბეჭდი.

(დამტკიცებულია საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის პრეზიდიუმის მიერ 10.10.1968; შეტანილია ცვლილებები 6.2.1969)

რედაქციის მისამართი: თბილისი 60, კუტუშოვის ქ. № 15; ტელ. 37-22-16. 37-93-42

ხელმოწერის პირობები: ერთი წლით—12 მან.