

ISSN—0132—3447



საქართველოს
მეცნიერებათა აკადემიის

საქართველოს სსრ
მეცნიერებათა აკადემიის

აზაზა

СООБЩЕНИЯ

АКАДЕМИИ НАУК
ГРУЗИНСКОЙ ССР

BULLETIN

OF THE ACADEMY OF SCIENCES
OF THE GEORGIAN SSR

ტომი 104

№ 3

თბილისი 1981 დეკაბრი

97-12

TBILISI • TELAVISI • TBILISI



საქართველოს
მეცნიერებათა აკადემიის

საქართველოს სსრ
მეცნიერებათა აკადემიის

შრომები

СООБЩЕНИЯ

АКАДЕМИИ НАУК
ГРУЗИНСКОЙ ССР

BULLETIN

OF THE ACADEMY OF SCIENCES
OF THE GEORGIAN SSR

№ 104 ტომ

№ 3

დაბეჭდილი 1981 დეკაბრ

თბილისი • თბილისი • თბილისი

საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის
ბიბლიოთეკა

16840



ՅՈՒՐԻՍԿՈՆ

ՀԱՅԿԱՍՏԱՆԻ ԿՈՄՍՏԱՆԻ ՄԱՍԻՆԻ ԿՈՆՎՈՐՏԱԿԱՆ ԳՐԱԴԱՐԱՆ

- Պ. Գրեյս-Մյուլեր և Մյուլեր, և Գրեյս-Մյուլեր, Մյուլերի կրթական շնորհաբանության և Մյուլերի կրթական շնորհաբանության մասին
- Պ. Մյուլեր, և Կոմիտաս, Մյուլերի կրթական շնորհաբանության մասին
- Պ. Կոմիտաս, Մյուլերի կրթական շնորհաբանության մասին
- Պ. Կոմիտաս, Մյուլերի կրթական շնորհաբանության մասին

ՊԱՅՈՒՆԱՆԻ ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

- Պ. Գրեյս-Մյուլեր, և Մյուլեր, և Կոմիտաս, Մյուլերի կրթական շնորհաբանության մասին
- Պ. Կոմիտաս, և Կոմիտաս, Մյուլերի կրթական շնորհաբանության մասին
- Պ. Մյուլեր, և Կոմիտաս, Մյուլերի կրթական շնորհաբանության մասին
- Պ. Կոմիտաս, և Մյուլեր, և Կոմիտաս, Մյուլերի կրթական շնորհաբանության մասին

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

- Պ. Գրեյս-Մյուլեր, և Մյուլեր, և Կոմիտաս, Մյուլերի կրթական շնորհաբանության մասին
- Պ. Կոմիտաս, և Կոմիտաս, Մյուլերի կրթական շնորհաբանության մասին
- Պ. Կոմիտաս, և Կոմիտաս, Մյուլերի կրթական շնորհաբանության մասին
- Պ. Կոմիտաս, և Կոմիտաս, Մյուլերի կրթական շնորհաբանության մասին

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

- Պ. Կոմիտաս, և Կոմիտաս, Մյուլերի կրթական շնորհաբանության մասին

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

- Պ. Կոմիտաս, և Կոմիտաս, Մյուլերի կրթական շնորհաբանության մասին



საქართველოს
აкадеმიის

СОДЕРЖАНИЕ

МАТЕМАТИКА

Г. С. Чогошвили (академик АН СССР). О D-функциях	529
М. И. Дыченко. О ряда Фурье с монотонно убывающими коэффициентами в некоторых вопросах гладкости сопряженных функций	533
А. Б. Карацашвили. Абсолютная транзитивность компакта в бесконечномерных банаховых пространствах	537
С. С. Джорбенадзе. О размерности образованной некоторыми подклассов члуживанных пространства	541
И. Дж. Губеладзе. О нескольких классах полиномов, порожденных одночленами	545
М. М. Надарейшвили. Параметрическая оценка плотности распределения в случае двух неизвестных мер	549
Т. Г. Буадзе. О предельном поведении проекционных оценок плотности распределения вероятностей	553

ТЕОРИЯ УПРУГОСТИ

Д. Г. Натрошвили. О свойствах фундаментальных решений уравнения устоявшегося колебаний анизотропной упругой среды	557
Л. Г. Леборджанидзе. Решения задачи далакина жестких профалей на границе нелинейно упругой полурасности	561

КИБЕРНЕТИКА

Э. И. Квистаур. Применение параллельной декомпозиции дискретных марковских процессов для вычисления стационарных вероятностей	565
---	-----

ФИЗИКА

А. А. Хелашвили. Релятивистские уравнения в случае бесконечно растущих потенциалов	569
В. Ш. Гогохия. Асимптотическая формулировка метода вариационного уравнения	573
З. С. Качаишвили, Ф. Г. Чумбуридзе. Поворот плоскости поляризации света, проходящий через анизотропную, помещенной в магнитном поле, при наличии фонового разброса и релаксационного эффекта	577
М. И. Джибладзе, В. С. Лежава, З. Г. Зенашвили, Р. А. Петренко. Влияние температуры на порог генерации спонтаннокогерентного неоднородного лазера	581
В. А. Зуев, Т. М. Калаидадзе. Исследование поглощения ИК-света и комбинационной фото-а.д.с. при лазерном возбуждении пленки	585
Т. Г. Жгента, Г. Ш. Качаишвили. Дифракция электромагнитной волны элементарного диполя на шаре	589

* Заглавие, отмеченное звездочкой, относится к разделу статьи.



ГЕОФИЗИКА

- Б. А. Аллибеганов, Б. Д. Мискидзе, А. Г. Тархадзе, А. В. Гуреев, И. Э. Эриашвили. Опыт исследования радиогенных структур Гербской Горной Абхазии методом частотных электромагнитных волн
- Б. Д. Мискидзе, Г. М. Замтарадзе. Опыт комплексного исследования радиогенных структур геофизическими методами на примере Гербской Абхазии
- В. С. Харебов. Оценка неопределенности при теоретическом вычислении магнитного склонования D
- Г. И. Горчаков, Д. М. Митревская, Э. М. Геттер, С. О. Ломадзе, А. В. Тихонов. Двухлучевой фотокатодный светящийся экран атмосферного воздуха

297

304

305

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- А. Д. Давыдов, В. М. Попов, Э. А. Кириченко, Л. М. Хананашвили (член-корреспондент АН ГССР). Олигометаллоформатостроительные и их свойства
- Т. А. Гагарица, М. И. Гаурдители. Классификация алколов в геологическом ряду алканов
- Б. М. Бенашвили, О. С. Бандошвили. Изотермы протекания кинетики и поглотиметрии в присутствии модифицированного катализатора дуба
- Д. М. Ханиашидзе (член-корреспондент АН ГССР), Н. И. Цемия, Г. С. Миялашвили, Ц. И. Вардосанидзе, Р. Ш. Тхашелашвили. Синтез кремнийорганических дивинилсоединений, содержащих полициклические базисы

309

318

317

321

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- Г. В. Цицишвили (член АН ГССР), М. В. Урушадзе, Д. Г. Рула, О. Г. Дендариани. Агрессивность ионери адсорбции с помощью ЭВМ
- Ф. И. Тарадзе (член АН ГССР), О. И. Макадзе, Б. П. Булав, В. К. Гиньдерман, В. И. Земцов, А. Д. Неуймин, С. Ф. Пальгун, Н. П. Кешелая, Т. Г. Давидибадзе. Исследование электрофизических свойств полимерной смеси крахмала
- Г. В. Цицидзе, К. Неселав, Э. О. Джавахишвили, Ю. Т. Стручков, Г. Г. Александров. Средние комплексы кобальта (II) с β -оксофосфорбидазоло[2,2,1]пиридином
- Э. О. Джавахишвили, Г. В. Цицидзе, Г. Г. Александров, Ю. Т. Стручков. Рентгенструктурное исследование кристаллов триацетотриацетилфосфорбидазолопиримидина (III)

325

329

333

337

ГИДРОЛОГИЯ

- Г. Г. Савицкая (член-корреспондент АН ГССР), Э. А. Пиравашвили. Метод группового моделирования гидрологических рядов при немарковской модели речного стока

341

ГЕОЛОГИЯ

- Н. Ш. Селукидзе, В. Д. Эвнатшвили. К вопросу о составлении геологических разрезов отложений Грузии и Крыма

345



ПАЛЕОНТОЛОГИЯ

В. В. Дружин, И. В. Кванталиани, М. В. Кюриня, М. З. Аришвили
 Исследования результатов исследования внутреннего строения
 ида латских аммонитов Сабаловити в Кробиологическом институте

ПЕТРОЛОГИЯ

Г. В. Гагадзе. Гидротермально-высокопресное породы Каабсанского рудно-го поля 653

МИНЕРАЛОГИЯ

Г. И. Насназе. Результаты термических исследований некоторых нефоболитов Аджаро-Туркестанской складчатой зоны 657

МИНЕРАЛОГИЯ

Т. В. Иванишвили. Минералогия средне-конт-контотомых провинций Кюг-Восточной Грузии 661

СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА

Д. П. Георгиев, Ан. А. Лесаверидзе. Применение и обоснование мето-да А. Н. Крылова при решении системы однородных уравнений собствен-ных колебаний пружинных пластин 665

МЕТАЛЛУРГИЯ

З. У. Джабуа, Л. Н. Гаурджидзе, Т. О. Дадвани, В. В. Сана-дзе. Аспекты тонких пленок сульфидов самария и неодима 669

А. Д. Нозадзе, Р. В. Бедниевский, А. Р. Кокрашвили, Б. Ш. Квалчакадзе. Кратерный напряженное состояние при фелдшпатовой прокатке труб 673

МАШИНОСТРОЕНИЕ

Т. Г. Татишвили, В. С. Сванидзе, Н. Д. Ковачани, А. Л. Гога-ва. Экспериментальное исследование пространственных вибраций систе-мы циклопараллельный мотор — четыре руля» 677

Н. С. Давиташвили, Г. С. Шарашенидзе. Динамическое исследова-ние плоского четырехлопастного шарнирного механизма с зазорами 681

З. Н. Каркашадзе, Г. К. Рабоа, Ш. В. Сариншвили. Определение сил давления на зубья шестерен планетных передач 685

ГИДРОТЕХНИКА

И. Д. Кодау, Г. В. Квицидзе, Л. С. Мчатошвили. Применение численного метода решения системы уравнений Сен-Венана при исследова-нии уровня рекама и осадочными каналами в определенная место-расселениях водных стаяний 689

ЭНЕРГЕТИКА

Л. В. Хвицкия. Исследование температурного поля пустотного цилиндра конечных размеров при теплообмене с наружной поверхностью 693

А. З. Акилаури. Математическая модель стационарного течения газа в ка-налах с учетом неравномерности профиля скорости 697

АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ И ВЫЧИСЛИТ. ТЕХНИКА

- Р. В. Квасулова, И. С. Михайлов. Одновальная система автоматического управления с резервированием 705
- И. С. Михайлов, Т. Э. Чумбуридзе. К вопросу перестройки управляющей технической системы при заданном числе запасных элементов 705
- В. А. Геловани, И. К. Вохва, И. Д. Смольянинов, И. М. Чичинадзе, О. В. Козригин, К. А. Маркошвили. МОПИС — машинно-ориентированная интеллектуальная система для диагностики релактных форм артериальной гипертензии 709

ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

- А. А. Угладзе. Влияние раздражения постной клякшки на электроформы ритма и постингуляционный допросител 713
- А. К. Кавтарадзе. О каллиграфической передаче возбуждения слухового прокладения 717
- С. И. Думбадзе, А. В. Бобров. Влияние сигнала электрического потенциала на поверхности коры при расположении над ней твердого тела 721

БИОХИМИЯ

- М. Ш. Гордеевский, С. В. Дурмишвили (институт АН ГССР), Л. К. Курашвили. Нагибрунный эффект меди-термохимического комплекса на НАДФН- и гидроперокси-сукцил-стимулируемое гидроксимирование нуклеотидов в растительной ткани 725
- Е. А. Боболидзе. Изменение содержания радиоактивной метки парувата и галактозы в лаванде и фенольные соединения под влиянием кластерина в листьях растений 729
- Н. Г. Котрикадзе, Г. Д. Габуния, О. С. Джиншарова, М. А. Царицкая, В. А. Ломсадзе. О жидкокристаллическом состоянии «вывернутых» гидрофобной стороной наружу мембран липидов в аэзолюном и аэротонном растворе 733

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

- И. К. Пасва (член-корреспондент АН ГССР), Н. Ш. Манджанидзе, Н. В. Карсанов, Т. В. Бурджанадзе, Н. О. Мелашвили. Характеристика кислотно-аэрагирного кластера крови мертворожденных младенцев с учетом аллергической отягощенности у их матерей 737

ПАЛЕОБИОЛОГИЯ

- А. К. Веква, Э. В. Квицидзе. Палеонтологическая характеристика плазмонных костяных отложений Норского плакостерия 741

ЭКОНОМИКА

- А. А. Эдиберидзе. Постановка оптимизационных задач объема-календарного планирования на сербных предприятиях 745

ЯЗЫКОЗНАНИЕ

- С. У. Павлов. Классификация фразеологических единиц абхазского языка по семантическому признаку 749

ФИЛОЛОГИЯ

- *Ц. Г. Хелашвили. Персидский народный текст «Самико афар» (XII—XIII вв.) 755



საქართველოს
აкадеმიის
ბიულეტენი

CONTENTS

MATHEMATICS

G. S. Chogoshvili. On D-factors	532
M. I. Dyachenko. On Fourier series with monotonously decreasing coefficients and some problems of smoothness of conjugate functions	536
A. B. Kharazishvili. Absolute negligibility of compacta in infinite-dimensional Banach spaces	540
S. S. Jorbenadze. On the dimension of mappings of some subclasses of real spaces	544
I. J. Gubeladze. On subrings of polynomial rings generated by monomials	547
M. M. Nadareishvili. Nonparametric density estimate in the case of two unknown measures	552
T. G. Buzadze. On the limit behaviour of projective estimates of the density of probability distribution	556

THEORY OF ELASTICITY

D. G. Natroshvili. On some properties of fundamental matrices of equations of steady oscillations of the anisotropic theory of elasticity	560
I. G. Dabojginidze. Solution of the problem of pressure of rigid profiles at the boundary of a nonlinearly elastic half-plane	564

CYBERNETICS

E. I. Kistauri. Application of parallel decomposition of discrete Markovian processes to the calculation of stationary probabilities	567
--	-----

PHYSICS

A. A. Kheilashvili. Relativistic equations for infinitely rising central potentials	572
V. Sh. Gogokhia. Asymptotic formulation of the comparison equation method	576
Z. S. Kachlishvili, F. G. Chumburidze. The rotation of the plane of polarization of light passing through a semiconductor embedded in a magnetic field in the presence of phonon heating and the recombination effect	579
M. I. Jibladze, B. S. Lezhava, Z. G. Esiashevili, R. A. Petrenko. The effect of temperature on the generation threshold of a neodymium glass fiber laser	584
V. A. Zuev, T. M. Kalandadze. Study of the absorption of IR light and capacity photo-EMF of laser stimulation in thin Si films	588
T. G. Zhgenti, G. Sh. Kevanishvili. The diffraction of the electromagnetic wave of an elementary dipole on a sphere	592



GEOPHYSICS

- B. A. Alibegashvili, B. D. Mkhelidze, A. G. Tarkenton, E. A. Eneashvili. Investigation of thrust structures by the method of teleseismic frequency logging 296
- B. D. Mkhelidze, G. M. Zamiatadze. Complex investigation of thrust structures by Neotektonic Alkhanza 600
- V. S. Kharchev. The error assessment in the theoretical calculation of magnetic declination D 604
- G. I. Gorchakov, D. M. Metreveli, E. M. Getter, S. O. Lomadze, A. V. Tikhonov. Two-beam optical atmospheric aerosol particle counter 608

ORGANIC CHEMISTRY

- A. D. Damaeva, V. M. Popov, E. A. Kirichenko, L. M. Khananashvili. Oligomethylphenylthiooxazones and their properties 612
- G. A. Gamiani, M. I. Gverdtsiteli. Classification of isomers in the homologous series of alkanes 616
- E. M. Benuashvili, G. S. Baldashvili. Isomeric mass fractions of mesitylene and pseudocumene over modified clinoptilolite containing tails 620
- L. M. Khananashvili, N. I. Tsomina, G. S. Mindaishvili, Ts. N. Vardosanidze, R. Sh. Teshelashvili. C_{20} amonifenes dipeper-compounds containing polycyclic biophenols 624

PHYSICAL CHEMISTRY

- G. V. Tsitsishvili, M. V. Urushadze, L. G. Ruda, G. G. Devdariani. Computer approximation of adsorption isotherms 628
- F. N. Tavadze, O. I. Mikadze, B. P. Bulla, V. K. Gilderman, V. I. Zemiso, A. D. Neulimin, S. P. Paiguer, M. P. Keshelava, T. G. Dzindrihadze. Study of the electrophysical properties of chromium sesquioxide 632
- G. V. Tsintsadze, K. Isleik, Z. G. Javakhishvili, Yu. T. Struchkov, G. G. Aleksandrov. The structure of a cobalt (II) complex with 1-oxophosphabicyclo (3, 3, 1) nonane 636
- Z. G. Javakhishvili, G. V. Tsintsadze, G. G. Aleksandrov, Yu. T. Struchkov. X-ray structural study of bis(trisacetyl- (hexamethylphosphoramide) lanthanum (III) crystals 639

HYDROLOGY

- G. G. Svamidze, Z. A. Piranashvili. A method of group modelling of hydrologic series for a non-Markovian model of river run-off 643

GEOLOGY

- N. Sh. Salukvadze, V. D. Epitashvili. On the correlation of the Paleocene deposits of Georgia and the Crimea 648



PALAEONTOLOGY

V. V. Donschits, I. V. Kyantaliani, M. V. Knerina, M. Z. Shvachko, and A. A. Kadze. Some results of an investigation of the internal structure of the Aptian ammonites *Cheloniceras* and *Epicheloniceras* 526

PETROLOGY

G. V. Gigladze. Hydrothermally altered rocks of the Kvatsa ore field 526

MINEGEOLOGY

G. I. Nasidze. Results of thermal studies of some amphiboles of the Adjara-Trialeti folded zone 530

T. V. Ivaniashvili. Mineralogy of copper-pyrite-epidote occurrences of south-eastern Georgia 534

STRUCTURAL MECHANICS

D. P. Giorgadze, A. A. Loscheridze. Use and generalization of the Krylov method in solving a system of homogeneous equations of free vibrations of arch dams 538

METALLURGY

Z. U. Jabua, L. N. Gurjidze, T. G. Dadiani, V. V. Samadze. Doping of samarium sesquioxide thin films with Cd 571

A. D. Kozadze, R. V. Bedinashvili, L. R. Kokrashvili, B. Sh. Kvanchakhadze. Average wall pressure during mandrelless tube rolling 575

MACHINE BUILDING SCIENCE

T. G. Tatishvili, V. S. Svanidze, N. D. Kopaliani, A. L. Gogava. Experimental study of the spatial vibrations of the system "mechanized device-four hands" 580

N. S. Davitashvili, G. S. Shvachbenidze. Dynamical study of a plane four-link hinged mechanism with clearances 584

Z. I. Karkashadze, G. K. Ryabov, Sh. V. Sarishvili. Determination of pressure forces acting on the teeth sprockets of chain drives 588

HYDRAULIC ENGINEERING

N. D. Kodua, G. V. Kvimsadze, L. S. Mnatsobishvili. Numerical solution of a Saint-Venant set of equations applied in the study of water level conditions in irrigation canals and in the selection of pumping station sites 592

POWER ENGINEERING

- L. V. Khvingia. Investigation of the temperature field in a finite body during heat exchange from the external surface 704
- A. Z. Apisauri. A mathematical model of unsteady gas flow in a pipe against the background of a non-uniform velocity profile 705

AUTOMATIC CONTROL AND COMPUTER ENGINEERING

- R. V. Kakubava, I. S. Mikadze. A single-channel maintenance redundant system 704
- I. S. Mikadze, T. Z. Chumbaridze. On the problem of technical system reliability with a given number of spare elements 708
- V. A. Gelovani, N. K. Bekhua, N. D. Smolyaninov, M. M. Chichinadze, G. V. Kovrigin, K. A. Markoishvili. CEISD—a computer based intelligent system for diagnosis of various forms of arterial hypertension 712

HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY

- A. A. Ungiadze. The effect of singular gamma stimulation on epileptiform discharges and postconvulsive depression caused by hippocampus stimulation 716
- A. K. Kartaradze. On the cortical transfer of auditory excitation 720
- S. I. Dumbadze, A. V. Bobrov. The phenomenon of the electrical potential shift over the cortical surface caused by the placement of a solid body 724

BIOCHEMISTRY

- M. Sh. Gerdziani, S. V. Durmishidze, L. K. Kurashvili. Inhibitory effect of tyrosine-copper complex on NADPH and coenzyme hydroperoxide stimulated hydroxylation of some xenobiotics in plant tissue 728
- E. A. Bobekhidze. Alteration of pyruvate and glucose label incorporation into lipids and phenolic compounds under the influence of cholesterol in plant leaves 734
- N. O. Kotrikadze, G. D. Gabunia, G. S. Jishkariani, M. A. Tsaritsidze, B. A. Lomsadze. On the liquid-crystalline state of lipid micelles "fused out" with their hydrophobic side in a nonpolar and aprotic solvent 736

EXPERIMENTAL MEDICINE

- I. K. Pagava, M. Sh. Manjavidze, N. V. Karasnov, T. V. Burjanadze, N. O. Melashvili. Characterization of the acid-extractable collagen of mature still-born infant's skin with account of the mother's allergic background 740

PALAEOBIOLOGY

- A. K. Vekua, E. V. Kvaavadze. Palaeontological characterization of the Pliocene bone-bearing strata of the Iori plateau 744

ECONOMICS

- A. A. Ediberidze. Statement of optimization problems of capacity target planning at series production enterprises

LINGUISTICS

- S. U. Puzov. Semantic classification of the phraseological units of the Abaza Language

PHILOLOGY

- Ts. G. Kbelashvili. The Persian folk drama *Samsat'-Ayyar* (12th-13th centuries)

752

755



ՅԱՐՈՅԵՆԻ
ՆՈՅՆՈՐԴՈՒՅՅ



Леонид Ильич Брежнев

Генеральный секретарь ЦК КПСС,
Председатель Президиума Верховного Совета СССР

К 75-летию со дня рождения

Г. С. ЧОГОШВИЛИ (академик АН ГССР)

О D-ФУНКТОРАХ

В [1] с помощью теории обратных систем групп со множеством гомоморфизмов Гуревича, Дугунджи и Доукера [2] были построены функторы Π^* , названные D-функторами, ассоциированные с данной теорией кохомологии $H = \{H^n\}$. Эти функторы двойственны функторам гомотопии, ассоциированным в смысле Бауэра [3] с данной гомологической структурой и построенным в [4] посредством теории прямых систем групп со многими гомоморфизмами [2]. Указанные построения сводятся к вопросу расширения функтора, данного на некоторой подкатегории K_0 данной категории K на всю категорию K , решаемому нами с помощью вышеназванной теории прямых и обратных спектров групп со множеством гомоморфизмов. Из многих других способов исследования указанного вопроса отметим, например, [5].

В [6] были установлены некоторые свойства D-функторов, в частности, связь между D-теорией $\Pi = \{\Pi^n\}$ с соответствующей кохомологической теорией $H = \{H^n\}$, выражающаяся в гомоморфизмах

$$d = d(R, R'; \pi): H^n(R, R') \rightarrow \Pi^n(R, R'; H),$$

где (R, R') — пара топологических пространств из категории K .

Гомоморфизм d является естественным гомоморфизмом, т. е. диаграмма

$$\begin{array}{ccc} H^n(S, S') & \xrightarrow{d} & \Pi^n(S, S'; H) \\ \varphi^* \downarrow & & \downarrow \varphi^* \\ H^n(R, R') & \xrightarrow{d} & \Pi^n(R, R'; H) \end{array}$$

где $\varphi: (R, R') \rightarrow (S, S')$, коммутативна.

Пусть

$$k \in H^n(S, S') \text{ и } \alpha = (X, X'; f) \in \omega(R, R'; \pi).$$

Тогда, по определению (C) из [6],

$$(d\varphi^*(k))_\alpha = f^*(\varphi^*(k)),$$

а по определению (A) из [1]

$$(\varphi^* d(k))_\alpha = (d(k))_{\varphi^*\alpha} = (\varphi^*)^*(k)_\alpha.$$

16 840

ქ. ჩოგოშვილი
 ს. ჯანაშია
 ანაკლია



где

$$\varphi(\alpha) = (X, X'; \varphi f).$$

Следовательно,

$$d(R, R')\varphi^* = \varphi^* d(S, S').$$

Имеет также место коммутативность диаграммы

$$\begin{array}{ccc} H^n(R') & \xrightarrow{\delta} & H^{n+1}(R, R') \\ d(R') \downarrow & & \downarrow d(R, R') \\ \Pi^n(R'; H) & \xrightarrow{\delta^n} & \Pi^{n+1}(R, R'; H) \end{array}$$

Пусть

$$h \in H^n(R') \text{ и } \alpha = (X, X'; f) \in \mathfrak{a}(R, R'; n+1).$$

Тогда, по определению (B) и (C) из [1] и [6] соответственно,

$$(\delta^n d(h))_\alpha = \delta(d(h)_{\delta\alpha}) = \delta(f' - f | X')^*(h)$$

и

$$(d\beta)(h)_\alpha = f^*(\beta(h)),$$

откуда

$$\delta^n d(R') = d(R, R')\delta.$$

Из двух предположенных утверждений вытекает, что $d(R, R')$ определяет гомоморфизм кохомологической последовательности пары $(R, R') \in \mathcal{K}$ в теории H в D -факторную последовательность той же пары в теории Π относительно H и, что в коммутативной диаграмме

$$\begin{array}{ccccccc} \cdots \rightarrow H^n(R, R') & \xrightarrow{f^n} & H^n(R) & \xrightarrow{f^n} & H^n(R') & \xrightarrow{\delta} & H^{n+1}(R, R') \rightarrow \cdots \\ \downarrow & & \downarrow & & \downarrow & & \downarrow \\ \cdots \rightarrow \Pi^n(R, R'; H) & \xrightarrow{f^n} & \Pi^n(R; H) & \xrightarrow{f^n} & \Pi^n(R'; H) & \xrightarrow{\delta^n} & \Pi^{n+1}(R, R'; H) \rightarrow \cdots \end{array}$$

каждой четырехугольной коммутативна.

Пусть $(R, R') \in \mathcal{K}_n$, т. е. $H^m(R, R') = 0$ при $m > n$ в теории H . Тогда пара $\mu = (R, R'; i)$, где $i: (R, R') \rightarrow (R, R')$ — тождественное отображение, принадлежит множеству $\mathfrak{a}(R, R'; n)$ и является одним из его кофактальных элементов, т. е.

$$\mu \triangleright \alpha = (X, X'; f), \forall \alpha \in \mathfrak{a}(R, R'; n)$$

за $i_{\mu\alpha}^n: (X, X') \rightarrow (R, R')$ можно принять f . Таким образом, в этом случае $\mathfrak{a}(R, R'; n)$ становится направленной решеткой с кофактальными элементами (кофактальными будут также элементы

$$\nu = (S, S'; f).$$





где

$$(R, R') \in (S, S'), (S, S') \in K_{\alpha},$$

или существует инъекция $(R, R') \rightarrow (S, S')$, а $r: (S, S') \rightarrow (R, R')$ — изоморфизм. Гомоморфизм d представляет в этом случае изоморфизм

$$d: H^n(R, R') \rightarrow \Pi^n(R, R'; H).$$

Действительно, r -координата p данного элемента $\rho = (\rho_a)$ группы $\Pi^n(R, R'; H)$ есть элемент группы

$$H_a = H^n(R, R') \text{ и } (d\rho)_a = i^n(\rho_a) = \xi_a^n \rho_a = \rho_a,$$

т. е. $d\rho_a = \rho$, а если $h \neq 0$, то

$$(dh)_a = i^n(h) = h \neq 0,$$

т. е. $dh \neq 0$.

Этот изоморфизм представляет собой аналогию теоремы Гуревича в D-теории. Изоморфизмом является и проекция

$$\pi_a: \Pi^n(R, R'; H) \rightarrow H^n(R, R') = H_a.$$

В самом деле, если

$$\pi_a(\rho) = 0, \text{ то } V_a, \pi_a(\rho) = \xi_a^n \pi_a(\rho) = 0 \text{ и } \rho = 0;$$

если же $h_a \in H_a$, то для каждого

$$\alpha = (X, X'; f) \text{ берем } h_a = i^n(h_a)$$

и так как

$$\xi_a^n h_a = \xi_a^n g^n(h_a) = i^n(h_a) = h_a, \forall h_a,$$

то

$$\rho = (h_a) \in \Pi^n(R, R'; H) \text{ и } \pi_a(\rho) = h_a.$$

В действительности d и π_a взаимнообратны:

$$\pi_a d(h) = i^n(h) = h \text{ и } (d\pi_a(\rho))_a = i^n(\pi_a(\rho)) = \xi_a^n \rho_a = \rho_a,$$

т. е. $d\pi_a(\rho) = \rho$. Итак, $d = \pi_a^{-1}$.

Из изоморфизма d и доказанных выше коммутативностей следует, что при $(R, R'), (S, S') \in K_{\alpha}$, индуцированные гомоморфизмы любого отображения $\varphi: (R, R') \rightarrow (S, S')$, а также кограничные операторы в коhomологической и d -функторной теориях совпадают соответственно $\varphi^* = \varphi^*$ и $\delta = \delta^*$. Следовательно, D-функтор Π^n относительно коhomологии $H = (H^n)$ и коhomологический функтор H^n на подкатегории K_{α} изоморфны, функтор Π^n представляет собой распространение с K_{α} на K означенного функтора H^n с K на K_{α} .

Из сказанного следует, что в спектре, определяющем D-группу, коhomологические группы вспомогательных пар пространства (т. е. объектов подкатегории K_{α}) можно заменить их D-группами, а индуцированные гомоморфизмы групп коhomологии — индуцированными гомоморфизмами D-групп. Далее, если R — одноточечное пространство, то группа $\Pi^n(R; H)$ изоморфна группе коэффициентов при $a=0$ и тривиальна при $a \neq 0$; это показывается и непосредственно.

Мы видим, что при таком построении некоторые теоремы теории функторов гомотопического типа, например, теорема Гуревича, полу-



чаются просто, как непосредственные следствия основных предложений теории спектров, например, предложения о коэффициентах. При обычном изложении соответствующие свойства спектров действительных групп в неявном виде переформулируются.

Тбилисский государственный университет

(Получено 10.9.1981)

მათემატიკა

ა. ლეონიძის (ბაქ. სსრ მეც. აკადემიის აკადემიკოსი)

D-ფუნქტორთა თვისებები

აბსტრაქტი

სამუშაოში, რომელიც მოცემულია [4], რომელიც მოცემულია $H = \{H^n\}$ კობოლოგიის თეორიის H^n რგვითი ასახვის H -დან წარმოქმნილ $\Pi = \{\Pi^n\}$ თეორიის Π^n რგვით [1], ვადადავლებულია ასახვის ინდუცირებულ და სისაზღვრო კობოლოგიზმებით და რომ ამ ფუნქტორებისათვის ადგილი აქვს ჰერცეინის თეორემის ანალოგიურ ფუნქციებს. ფუნქტორთა ვანერცონა ჰერცეინ-ფუნქციონ-ფუნქტორის შრავსკობოლოგიზმებით სექტორების თეორიის სწავლებით, რომლითაც ავსებელია Π და d , კობოლოგიური ტიპის ამ ფუნქტორთა თვისებებს წარმოვადგენს სექტორთა ძირითადი თვისებების შედეგად.

MATHEMATICS

G. S. CHOGOSVILI

ON D-FUNCTORS

Summary

It is shown that the homomorphism d [4], which maps a group Π^n of the theory $\Pi = \{\Pi^n\}$ generated by the cohomology theory $H = \{H^n\}$ in H^n , commutes with the homomorphism induced by a map and with the boundary operator, and that for these functors a theorem analogous to the theorem of Hurewicz is valid.

The extension of functors by means of Hurewicz-Dugundji-Dowker's theory of systems of groups with a set of homomorphisms [2], used to construct Π and d , permits to represent some properties of these functors of homotopy type in the light of the indicated theory.

შეჯამება — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. С. Чогошвили, Сообщения АН ГССР, 92, № 2, 1980, 273—276.
2. W. Hurewicz, J. Dugundji, C. H. Dowker, Ann. Math. 69, 1948, 391-406.
3. F. W. Bauer, Math. Annalen, 148, 1963, 105-130.
4. Г. С. Чогошвили, Сообщения АН ГССР, 92, № 2, 1978, 273—276.
5. P. Hilton, General Cohomology Theory and K-Theory, Cambridge, 1971.
6. Г. С. Чогошвили, Сообщения АН ГССР, 90, № 3, 1980, 529—532.

М. И. ДЬЯЧЕНКО

О РЯДАХ ФУРЬЕ С МОНОТОННО УБЫВАЮЩИМИ
 КОЭФФИЦИЕНТАМИ И НЕКОТОРЫХ ВОПРОСАХ ГЛАДКОСТИ
 СОПРЯЖЕННЫХ ФУНКЦИЙ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Л. В. Жакишвилием 9.2.1981)

Пусть функция

$$f(x) = \frac{a^x}{2} + \sum_{n=1}^{\infty} a_n \cos nx \text{ при } x \in (0, \pi), \quad (1)$$

где $a_n > 0$ при $n \rightarrow \infty$, а $\tilde{f}(x) = \text{св сопряженная}$. Гладкость таких рядов в пространствах C и L_p при $p \geq 1$ изучались Лоренцем [1], А. А. Конышковым [2, 3] и Алявчиным [4]. По поводу неустойчивости одной оценки Алявчина см. [5].

Обозначим

$$\Delta_k a_n = \sum_{m=0}^k (-1)^m C_k^m a_{n+m}$$

и $\omega_k^{\delta}(f, \delta)$ — модуль непрерывности k -го порядка функции $f(x)$ в пространстве L_p . При $k=1$ индекс будет, для краткости, опускаться. Кроме того, будем считать, что $0 < p < 1$.

П. Л. Ульямовым был предложен вопрос о нахождении гладкости функций $f(x)$ и $\tilde{f}(x)$ в пространствах L_p , с $0 < p < 1$. Мы установили, что справедливо следующее утверждение.

Теорема 1. Пусть числа $\{a_n\}_{n=0}^{\infty}$ таковы, что $|a_n| \leq n^{-\alpha}$ при $n > 1$, где число $\alpha \in (0, 1)$ и $\Delta_k a_n \geq 0$ при $n = 0, 1, 2, \dots$, где минимальное число $k > 1$. Тогда

$$\omega_{k-1}^{\delta}(f, \delta) \leq C_1 \delta^{\alpha + (k-1)p} \text{ при } p > \frac{1}{k-\alpha} \text{ и } \delta \in \left(0, \frac{1}{2}\right), \quad (2)$$

$$\omega_{k-1}^{\delta}(f, \delta) \leq C_2 \delta^{\alpha-1} (\ln \delta)^{k-1} \text{ при } \delta \in \left(0, \frac{1}{2}\right), \quad (3)$$

$$\omega_{k-1}^{\delta}(f, \delta) \leq C_3 \delta^{\alpha-1} \text{ при } p < \frac{1}{k-\alpha} \text{ и } \delta \in \left(0, \frac{1}{2}\right), \quad (4)$$

$$\omega_k^{\delta}(f, \delta) \leq C_4 \delta^{\alpha - (k-1)p} \text{ при } p > \frac{1}{k} \text{ и } \delta \in \left(0, \frac{1}{2}\right), \quad (5)$$

$$\omega_k^{\delta}(f, \delta) \leq C_5 \delta^{\alpha-1+\alpha} (\ln \delta)^k \text{ при } \delta \in \left(0, \frac{1}{2}\right) \text{ и } \quad (6)$$

$$\omega_k^{\delta}(f, \delta) \leq C_6 \delta^{\alpha-1+\alpha} \text{ при } p < \frac{1}{k} \text{ и } \delta \in \left(0, \frac{1}{2}\right); \quad (7)$$

где постоянные C_1, \dots, C_n зависят лишь от p, k и k , причем неравенства (2) и (7) справедливы. То же справедливо и для функции $\tilde{f}(x)$.

Следует отметить, что теорема 1 допускает естественное обобщение на случай $\alpha > 1, \alpha \neq 2, 3, \dots$

Пусть $\{f_n\}_{n=1}^{\infty}$ — некоторая система функций и A — некоторое условие на последовательность чисел $\{a_n\}_{n=1}^{\infty}$. В 1979 г. на семинаре по теории функций в МГУ П. Л. Ульямовым была поставлена задача об описании множества N всех нулей функций вида

$$F(x) = \sum_{n=1}^{\infty} a_n f_n(x).$$

В этом направлении им¹ было показано, что если $\{f_n\}$ — система Хаара, A — условие монотонности (т. е. $a_n \downarrow$) и мера $mN < \infty$, то $F(x)$ есть полином по системе Хаара. Он же отметил, что функция $F(x)$ может иметь континуум нулей (меры ноль и размерности 1) и не быть полиномом. Рассмотрев эту задачу для рядов вида (1) и их сопряженных, В. Ф. Галюшкин построил неравнанные ряды вида (1), суммы которых имеют континуальные множества нулей.

Перейдем к рассмотрению вопроса о том, может ли функция $f(x)$ или $\tilde{f}(x)$ обращаться в нуль на множестве положительной меры.

Теорема 2. Если функция $\tilde{f}(x) = \frac{\pi}{2} \left(1 - \frac{x}{a}\right)$ при $x \in (0, a)$ и $f(x) = 0$ при $x \in (a, \pi)$, где число $a \in [2, 15, \pi]$, то суммо-коэффициенты Фурье $b_n(\tilde{f})$ монотонно убывают при $n \rightarrow \infty$.

С другой стороны, обозначим

$$E(\tilde{f}) = \{x \in (0, \pi) \mid \tilde{f}(x) \neq 0\}, \quad N(\tilde{f}) = (0, \pi) \setminus E(\tilde{f}) \quad \text{и} \\ \phi(x) = \tilde{f}(x) \cdot 2 \sin \frac{x}{2}.$$

Если

$$\tilde{f}(x) = \sum_{n=1}^{\infty} b_n(\tilde{f}) \sin nx \quad \text{при } x \in (0, \pi), \quad \text{где } b_n(\tilde{f}) \downarrow 0, \quad (8)$$

$$\text{то } \phi(x) = b_1(\tilde{f}) \cos \frac{x}{2} - \sum_{n=1}^{\infty} \Delta b_n(\tilde{f}) \cos \left(n + \frac{1}{2}\right) x.$$

Кроме того, ясно, что $E(\tilde{f}) = E(\phi)$. Тогда

$$b_1(\tilde{f}) = \frac{2}{\pi} \int_0^{\pi} \phi(x) \cos \frac{x}{2} dx \leq \frac{2}{\pi} \int_{E(\tilde{f})} |\phi(x)| dx \leq \frac{2}{\pi} \cdot 2b_1(\tilde{f}) \cdot m E(\tilde{f}),$$

откуда $m E(\tilde{f}) > \frac{\pi}{4}$. При изучении множества $E(\tilde{f})$ полезными оказываются также следующие формулы:

¹ С любезного согласия П. Л. Ульямова и В. Ф. Галюшкина здесь формулируются их результаты.

$$mE(\tilde{f}) + \sin mE(\tilde{f}) \geq \pi \frac{M(\tilde{f})}{\left(\sum_{n=1}^{\infty} (\Delta_n \tilde{f})^2\right)^{1/2}}$$

$$mE \geq \frac{2}{\pi} \frac{\left(2b_1(\tilde{f}) + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{2}{2n+1} \cdot (-1)^{n+1} \Delta_n \tilde{f}\right)}{M(\tilde{f}) + \left(\sum_{n=1}^{\infty} (\Delta_n \tilde{f})^2\right)^{1/2}}$$

Обозначим $B = \sup M(\tilde{f})$.

Теорема 3. Справедливо неравенство $\pi - 2, 15 < \beta < \pi - 1, 4$.

Для рядов вида (1) дело обстоит иначе. Пусть, $0 < \delta < \pi < \frac{1}{2}$. Определим четкую, 2π -периодическую функцию $f_{\delta, \delta}(x)$ при $x \in [0, \pi]$ в виде

$$2 \sin \frac{x}{2} f_{\delta, \delta}(x) = \begin{cases} 0 & \text{при } x \in [2\pi, \pi] \\ 2\pi - x & \text{при } x \in [\pi, 2\pi] \\ \pi & \text{при } x \in [3\pi, \pi] \\ x^{2\delta+1} & \text{при } x \in [0, \delta]. \end{cases}$$

Теорема 4. Для любого $\delta \in \left(0, \frac{1}{2}\right)$ существует число $\delta \in (0, \pi)$, такое, что функция $f_{\delta, \delta}(x)$ имеет ряд Фурье вида (1).

Обозначим $\omega(t)$ и $\omega_1(t)$ функции типа модуля непрерывности, причем $\omega(t)$ строго возрастает на $[0, 2\pi]$.

$$\int_0^1 \frac{\omega(t)}{t} dt < \infty \text{ и } \int_0^1 \frac{\omega_1(t)}{t^2} dt = O(\omega_1(t)) \text{ при } t \rightarrow +0.$$

Формулируемая ниже теорема является ответом на один вопрос П. Л. Ульманова.

Теорема 5. Пусть измеримое множество $F \subset [0, 2\pi]$, функция $\omega_1(t) = O(\omega(t))$ при $t \rightarrow +0$, функция $f_\delta(x) \in H_\omega$ и

$$|f_\delta(x) - f_\delta(t)| \leq \omega_1(|x-t|) \text{ при } x \in F \text{ и } t \in [0, 2\pi]. \quad (9)$$

Тогда

$$|\bar{f}_\delta(x) - \bar{f}_\delta(t)| = o \left(\int_0^{\omega^{-1}(\omega_1(|x-t|))} \frac{\omega(u)}{u} du + \right. \\ \left. + \omega_1(|x-t|) \cdot \ln \frac{\omega^{-1}(\omega_1(|x-t|))}{|x-t|} \right)$$

при $x-t \rightarrow 0$, где $t \in [0, 2\pi]$ и $x \in F_1 \subseteq F$, где $m(F - F_1) = 0$, причем теорема верна также.

Если же потребовать выполнения неравенства (9) лишь для $x, t \in F$, то можно будет только утверждать, что



$$|f_n(x) - f_n(t)| = 0 \left(\int_0^{|x-t|} \frac{m(u)}{u} du + |x-t| \int_{|x-t|}^1 \frac{m(u)}{u^2} du \right) \leq \epsilon$$

при $x-t \rightarrow 0$, где $x, t \in F_1 \subseteq F$, где $m(F \setminus F_1) = 0$.

Московский государственный университет
им. М. В. Ломоносова

(Получено 13.2.1981)

ВВЕДЕНИЕ

ИЗУЩЕНЫ ВОЗМОЖНОСТИ РАВНОМЕРНОГО ПРИБЛИЖЕНИЯ
ФУНКЦИЙ С МОНОТОНО УБЫВАЮЩИМИ КОЭФФИЦИЕНТАМИ
К ЛИНЕЙНЫМ ФУНКЦИЯМ НА МНОЖЕСТВЕ

★ ★ ★ ★ ★

Изучены возможности равномерного приближения функций с монотонно убывающими коэффициентами к линейным функциям на множестве положительной меры. Рассмотрены также вопросы сходимости ряда Фурье в пространствах L_p с $0 < p < 1$ и рассмотрены некоторые вопросы сходимости сопряженных функций.

MATHEMATICS

M. I. DYACHENKO

ON FOURIER SERIES WITH MONOTONOUSLY DECREASING
COEFFICIENTS AND SOME PROBLEMS OF SMOOTHNESS
OF CONJUGATE FUNCTIONS

Summary

The article deals with the possibility of equalling the function $f(x)$ or $\bar{f}(x)$ to zero on a set of positive measure of Fourier series with monotonously decreasing coefficients, and the smoothness of such series in the spaces of L_p with $0 < p < 1$ is also discussed. In addition, some problems of smoothness of conjugate functions are considered.

***** — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. G. G. Lorentz, Math. Z., 51, № 2, 1948, 135-149.
2. А. А. Кошляков, Изв. АН СССР, сер. матем., 21, № 3, 1957, 423-448.
3. А. А. Кошляков, Matem. сб., 51, № 1, 1960, 27-72.
4. S. Djijancic, Vuk. Acad. Serbe, 40, № 6, 1957, 13-28.
5. М. И. Дьяченко, Всесоюзный симпозиум по теории аппроксимации функций в комплексной области, тезисы докладов, Уфа, 1980, 52-53.

А. В. ХАРАЗИШВИЛИ

АБСОЛЮТНАЯ ПРЕНЕБРЕЖИМОСТЬ КОМПАКТОВ В БЕСКОНЕЧНОМЕРНЫХ БАНАХОВЫХ ПРОСТРАНСТВАХ

(Представлено академиком А. В. Ешадзе 18.6.1981)

Пусть E — произвольное бесконечномерное банахово пространство, G — некоторая группа, состоящая из параллельных переносов этого пространства и не содержащаяся в объединении счетного числа компактов. Обозначим через $M_{(E,G)}$ класс всевозможных G -квазиинвариантных мер в пространстве E , обладающих свойством Суслина. Другими словами, соотношение $\mu \in M_{(E,G)}$ эквивалентно конъюнкции следующих соотношений:

- 1) мера μ определена на некотором (зависящем от μ) σ -кольце частей пространства E ;
- 2) мера μ является G -квазиинвариантной;
- 3) всякое семейство попарно непересекающихся μ -измеримых множеств со строго положительными мерами не более чем счетно (свойство Суслина).

Множество $X \subseteq E$ будем называть абсолютно пренебрежимым (в классе $M_{(E,G)}$), если, для любой меры $\mu \in M_{(E,G)}$ найдется мера $\bar{\mu} \in M_{(E,G)}$, служащая продолжением меры μ , содержащая множество X в своей области определения и удовлетворяющая равенству $\bar{\mu}(X) = 0$ (см. [1]).

Имеет место следующая

Теорема 1. Пусть X — такое подмножество пространства E , что для некоторого счетного семейства $(K_n)_{n \in N}$ состоящего из компактов в E , справедливо включение $X \subseteq \bigcup_{n \in N} K_n$. Тогда X представляет собой абсолютно пренебрежимое подмножество пространства E .

Доказательство сформулированной теоремы основывается на приводимой ниже лемме (см. [1]).

Лемма. Множество $Y \subseteq E$ является абсолютно пренебрежимым тогда и только тогда, когда для каждого счетного семейства $(g_i)_{i \in J}$ элементов группы G можно подыскать такое счетное семейство $(h_i)_{i \in J}$ элементов этой же группы, что будет выполняться соотношение

$$\bigcap_{i \in J} (h_i + \bigcup_{i \in J} (g_i + Y)) = \emptyset.$$

Легко сообразить, что если множество $X \subseteq E$ содержится в объединении счетного семейства компактов, то существует параллельный



перенос $A \in \mathcal{G}$, такой, что $(A + X) \cap X = \emptyset$. Отсюда, в силу приведенной леммы, сразу же вытекает, что множество X является \mathcal{G} -режимом в пространстве E .

З а м е ч а н и е. Абсолютную пренебрежимость множества X можно доказать и непосредственно, воспользовавшись методом трансфинитной индукции. А именно, трансфинитной рекурсией до ординального числа ω_1 без особого труда можно определить ω_1 -последовательность попарно непересекающихся \mathcal{G} -транслятов множества X . Существование такой ω_1 -последовательности позволит сделать заключение об абсолютной пренебрежимости множества X .

Из теоремы 1 легко выводится

Т е о р е м а 2. Пусть μ — мера, принадлежащая классу $M_{\mathcal{G}, \sigma}$ и определенная на борелевской σ -алгебре сепарабельного пространства E . Тогда мера μ является сингулярной, т. е. она может принимать только два значения: 0 и $+\infty$.

П р и м е р. Нетривиальную сингулярную инвариантную меру можно построить следующим образом. Пусть E — бесконечномерное сепарабельное банахово пространство. Рассмотрим борелевскую σ -алгебру \mathcal{B} этого пространства и для всякого множества $Z \in \mathcal{B}$ положим $\lambda(Z) = 0$, если Z есть множество первой категории в E , и $\lambda(Z) = +\infty$ в противном случае. Совершенно ясно, что λ представляет собой сингулярную меру, принадлежащую классу $M_{\mathcal{G}, \sigma}$.

Из теоремы 2 вытекает

Т е о р е м а 3. Пусть E — бесконечномерное сепарабельное банахово пространство, \mathcal{G} — некоторая группа параллельных переносов этого пространства, μ — несингулярная \mathcal{G} -инвариантная мера, удовлетворяющая условию Суслова и определенная на борелевской σ -алгебре пространства E . Тогда группа \mathcal{G} содержится в объединении счетного числа компактов и, следовательно, является множеством первой категории в пространстве E .

З а м е ч а н и е. В связи с аналогами теорем 2 и 3 для σ -конечных мер в бесконечномерном гильбертовом пространстве смотри [2].

Т е о р е м а 4. Пусть E — бесконечномерное сепарабельное банахово пространство, \mathcal{G} — некоторая группа параллельных переносов этого пространства, не содержащаяся в объединении счетного семейства компактов, μ — какая-либо несингулярная мера, принадлежащая классу $M_{\mathcal{G}, \sigma}$. Тогда найдется борелевское множество $Z \subset E$, не принадлежащее области определения $\mu^{\mathcal{G}}$.

Эта теорема показывает, что для бесконечномерных пространств вопрос о существовании неизмеримых множеств решается эффективно (т. е. без использования бесчетных форм аксиомы выбора).

Из вышесказанного видно, что проблема существования в бесконечномерном банаховом пространстве нетривиальной σ -конечной ин-

¹ Можно даже считать, что Z есть шар из некоторого фиксированного счетного семейства шаров в пространстве E .

инвариантной меры, определенной на борелевской σ -алгебре этого пространства, имеет отрицательное решение. Поэтому интерес следующий

Прим ер. Пусть E — произвольное бесконечномерное банахово пространство, R — действительная прямая, наделенная классической лебеговой мерой l . Рассмотрим E и R как векторные пространства над полем Q рациональных чисел. Тогда $\dim E = \dim R = 2^{\aleph_0}$ и, следовательно, существует линейный изоморфизм $\Phi: R \rightarrow E$. Перенесем структуру l на E посредством отображения Φ . Мы получим таким образом меру, определенную на некоторой σ -алгебре частей пространства E , инвариантную относительно группы всех параллельных переносов этого пространства и эквивалентную мере l . Нетрудно убедиться, что такую меру нельзя определить эффективным способом.

Пусть снова E — бесконечномерное банахово пространство. Обозначим через K_0 класс всех тех подмножеств пространства E , которые содержат в объединении счетного числа компактов. Очевидно, что класс K_0 представляет собой счетно-аддитивный идеал, на который квазиинвариантно можно продолжить любую меру из класса $M_{(E, \mathcal{A})}$. Этот идеал собственно входит в идеал всевозможных абсолютно пренебрежимых частей пространства E . Последний идеал уже не является счетно-аддитивным. Более того, счетное объединение абсолютно пренебрежимых частей пространства E может совпадать с этим пространством (см. [1]). Отметим здесь же, что метод продолжения квазиинвариантных мер за счет абсолютно пренебрежимых множеств характеризуется следующей особенностью: если исходная квазиинвариантная мера μ является инвариантной, то продолженную меру $\bar{\mu}$ можно подобрать таким образом, что она тоже окажется инвариантной.

З а м е ч а н и е. Легко видеть, что приведенные выше результаты без каких-либо изменений переносятся на более общие классы топологических групп (например, на класс польских топологических групп).

В заключение сформулируем одну нерешенную задачу из теории квазиинвариантных мер.

Задача. Пусть E — основное банахово множество, G — некоторая группа его преобразований. Найдите необходимые и достаточные условия, которым должна удовлетворять пара (E, G) , чтобы для всякой σ -конечной G -квазиинвариантной меры μ в пространстве E выполнялось следующее свойство: каково бы ни было μ -измеримое множество X с $\mu(X) > 0$, существует множество $Y \subseteq X$, являющееся неизмеримым относительно любой G -квазиинвариантной меры, служащей продолжением меры μ .

Госкомитет СССР по науке и технике

Институт управления
народными хозяйствами

(Поступило 19.6.1981)



საქართველოს

მეცნიერებათა აკადემია

კონსტანტინე ასანუბერაძის სახელობის მათემატიკის ინსტიტუტი

რეზიუმე

დამტკიცებულია უსასრულოდომილებიან სივრცის სუბსეციების ქვეკომპაქტების ნებისმიერი ფელადი კავშირების აბსოლუტურად ნულზომადობა ვეღა მ-სასრულ კავშირებითრულ ზომის კლასის მიმართ. მოცემულია ამ ფაქტების ზოგიერთი გამოყენება.

MATHEMATICS

A. B. KHARAZISHVILI

ABSOLUTE NEGLIGIBILITY OF COMPACTS IN INFINITE-DIMENSIONAL BANACH SPACES

Summary

It is proved that any countable union of compacts in an infinite-dimensional Banach space is an absolutely null set relative to the class of all σ -finite quasi-invariant measures. Some applications of this proposition are given.

სიტყვათა სია — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. A. B. Kharazishvili, *Soviet Math. Dokl.* 23, No. 3, 1981.
2. A. B. Skorokhod, *Измерения в гильбертовом пространстве*, М., 1975.

С. С. ДЖОРБЕНАДZE

О РАЗМЕРНОСТИ ОТОБРАЖЕНИИ НЕКОТОРЫХ ПОДКЛАССОВ ЧЕШУЙЧАТЫХ ПРОСТРАНСТВ

(Представлено академиком Г. С. Чороткидзе 25.6.1981)

В заметке устанавливаются соотношения между различными размерностно-подобными функциями, в частности, классическими размерностями непрерывных отображений пространства, принадлежащих специальным подклассам класса чешуйчатых пространств в смысле Б. А. Пасынова. А именно, накладываются условия совпадения размерностей $\text{Ind } f$ и γf , а также их с $\text{ind } f$ и $\text{dim } f$, установлены условия, при которых справедливы для произведения отображений логарифмический закон, оценена $\text{Ind } f$ посредством γf и т. п. В связи с этим устанавливается связь между классом b -паракомпактных пространств в смысле А. В. Архангельского [1] с классом чешуйчатых пространств посредством понятия b -коллективной нормальности, введенной нами в настоящей заметке.

Все пространства, рассматриваемые в дальнейшем, предполагаются по крайней мере хаусдорфовыми и вполне регулярными, а отображения — непрерывными.

Определения понятий чешуйчатых и канонически тотально чешуйчатых пространств имеются в [2, 3], соответственно.

Через $\text{dim } f$, $\text{Ind } f$, $\text{ind } f$ и γf [4], как обычно, будем обозначать точные верхние грани, соответственно, размерностей dim , Ind , ind и γ [5] полных прообразов точек произвольного отображения $f: X \rightarrow Y$.

Понятия, определения которых не приводятся, имеются в [6, 7].

В дальнейшем покрытие, распадающееся в сумму счетного числа b -систем [1], будем называть α - b -покрытием.

Определение 1. Пространство X называется b -коллективно нормальным, если для каждой дискретной системы $\{F_\alpha\}_{\alpha \in A}$ замкнутых в X множеств существует такая b -система $\{V_i\}_{i \in I_\alpha} \cup \{V_\alpha\}$ открытых множеств, что $F_\alpha \subseteq \bigcup_{i \in I_\alpha} V_i$ и $V_i \cap F_\beta = \emptyset$, где $i \in I_\alpha$ и $\alpha \neq \beta$.

Определение 2. Скажем, что пространство X имеет P_b -свойство, если в каждое открытое покрытие пространства X можно

вписать такое покрытие $\bigcup_{i=1}^{\infty} \omega_i$, что

1. Каждое ω_i есть открытое покрытие пространства X .



2. Для каждого $x \in X$ существуют натуральное число $n(x)$ и окрестность $U(x)$ точки x в X , такие, что для произвольных $V, W \in \mathcal{U}(U(x))$ $(V \cap W \in \mathcal{U}_n, \text{ и } G \cap V = \emptyset)$ является δ -системой.

В дальнейшем нам понадобятся следующие предложения, вытекающие из наш взгляд и самостоятельный интерес.

1. Пространство X наследственно δ -коллективно нормально тогда и только тогда, когда каждое открытое подмножество пространства X δ -коллективно нормально.

2. Каждое δ -паракомпактное пространство δ -коллективно нормально.

3. Нормальное, δ -коллективно нормальное, слабо паракомпактное пространство δ -паракомпактно.

4. Каждое F_σ подмножество нормального δ -паракомпактного пространства нормально и δ -паракомпактно.

5. Нормальное пространство δ -паракомпактно тогда и только тогда, когда оно счетно δ -паракомпактно и в каждое его покрытие можно вписать σ - δ -покрытие.

6. Нормальное пространство X δ -паракомпактно тогда и только тогда, когда оно удовлетворяет P_δ -свойству.

На основании предложений, указанных выше, можно показать, что имеет место

Теорема 1. *Нормальное пространство X δ -паракомпактно тогда и только тогда, когда оно δ -коллективно нормальное и чешуйчатое.*

Имеют место также следующие теоремы.

Теорема 2. *Пусть дано отображение $f: X \rightarrow Y$, такое, что $f^{-1}U$ чешуйчатое и канонически totally чешуйчатое пространство, для каждого $U \in \mathcal{U}(Y)$ и $I(U) < \infty$ [4]. Тогда $\gamma f = \text{Ind} f$.*

Следствие 1. Пусть X —чешуйчатое и канонически totally чешуйчатое пространство, для которого $I(X) < \infty$ [5]. Тогда $\gamma X = \text{Ind} X$.

Определение 3. Пусть дано отображение $f: X \rightarrow Y$. Будем писать, что $I(f) = \infty^*$, если $X = \bigcup_{i=1}^{\infty} A_i$, где каждое A_i замкнуто и $I(f|_{A_i}) < \infty$.

Здесь $f|_{A_i}: A_i \rightarrow Y$ сужение отображения f на множество A_i .

Теорема 3. *Пусть $f: X \rightarrow Y$ такое отображение, что $f^{-1}U$ чешуйчатое и канонически totally чешуйчатое пространство, для которого $U \in \mathcal{U}(Y)$ и $I(f) = \infty^*$. Тогда $\gamma f = \text{Ind} f$.*

Следствие 2. Пусть X —чешуйчатое и канонически totally чешуйчатое пространство, для которого $I(X) = \infty^*$ [5]. Тогда $\gamma X = \text{Ind} X$.

Теорема 4. *Пусть $f_1: X_1 \rightarrow Y_1$ и $f_2: X_2 \rightarrow Y_2$ —такие отображения, что $I(f_1) < \infty$, $I(f_2) < \infty$, $f_1^{-1}U_1 \times f_2^{-1}U_2$ —чешуйчатое и канонически totally чешуйчатое пространство, для произвольного $U_1 \in \mathcal{U}(Y_1)$ и $U_2 \in \mathcal{U}(Y_2)$. Тогда $\gamma(f_1 \times f_2) \leq \gamma f_1 + \gamma f_2$ (предполагается, что X_1 и X_2 не являются одновременно пустыми).*

Следствие 3. Пусть X и Y такие пространства, что $I(X) < \infty$, $I(Y) < \infty$, $X \times Y$ —чешуйчатое и канонически totally чешуйчатое пространство и X и Y не являются одновременно пустыми. Тогда $\gamma(X \times Y) \leq \gamma X + \gamma Y$.

Теорема 5. Пусть $f_1: X_1 \rightarrow Y_1$ и $f_2: X_2 \rightarrow Y_2$ такие отображения, что $I(f_1) = \infty^2$ и $I(f_2) = \infty^2$, $f_1^{-1}\gamma_1 \times f_2^{-1}\gamma_2$ — чешуйчатое и канонически тотально чешуйчатое пространство, для каждого $y_1 \in \gamma_1$ и $y_2 \in \gamma_2$ тогда $\gamma(f_1 \times f_2) \subseteq \gamma f_1 + \gamma f_2$ (предполагается, что X_1 и X_2 не являются пустыми).

Следствие 4. Пусть $I(X) = \infty^2$ и $I(Y) = \infty^2$, а $X \times Y$ — чешуйчатое и канонически тотально чешуйчатое пространство и X и Y не являются одновременно пустыми. Тогда $\gamma(X \times Y) \subseteq \gamma X + \gamma Y$.

Теорема 6. Пусть X — канонически тотально чешуйчатое пространство, имеющее слабую топологию [8] относительно замкнутого покрытия $\{A_\alpha: \alpha \in A\}$. Если $\text{Ind } A_\alpha \leq n$, для каждого $\alpha \in A$, то $\text{Ind } X \leq n$.

Теорема 7. Пусть дано отображение $f: X \rightarrow Y$, $f^{-1}y$ — чешуйчатое и канонически тотально чешуйчатое пространство, имеющее слабую топологию относительно семейства замкнутых множеств $\{A_\alpha: \alpha \in M(y)\}$ для каждого $y \in Y$, где $I(f|_{A_\alpha}) \leq \infty$ и $\gamma|_{A_\alpha} \leq n$, для каждого $\alpha \in M(y)$. Тогда $\text{Ind } f = \gamma f = \sup \{\gamma|_{A_\alpha}\}$.

Следствие 5. Пусть X — чешуйчатое и канонически тотально чешуйчатое пространство, имеющее слабую топологию относительно семейства замкнутых множеств $\{A_\alpha: \alpha \in M\}$, для которого $I(A_\alpha) \leq \infty$ и $\gamma A_\alpha \leq n$ для каждого $\alpha \in M$. Тогда $\text{Ind } X = \gamma X = \sup \{\gamma A_\alpha\} \leq n$.

Теорема 8. Пусть $f: X \rightarrow Y$ такое отображение, что $I(f) < \infty$ и $f^{-1}y$ — чешуйчатое и канонически тотально чешуйчатое пространство для произвольного $y \in Y$. Тогда $\text{Ind } f = \gamma f = \text{Ind } f$. Если, кроме этого, $f^{-1}y$ есть Z -пространство [9], то $\text{Ind } f = \gamma f = \text{Ind } f = \dim f$.

Следствие 6. Пусть X — чешуйчатое и канонически тотально чешуйчатое пространство, для которого $I(X) < \infty$. Тогда $\text{Ind } X = \gamma X = \text{Ind } X$.

Теорема 9. Пусть дано отображение $f: X \rightarrow Y$. Если для каждого $y \in Y$, $f^{-1}y$ — чешуйчатое и канонически тотально чешуйчатое подпространство конечномерного фактор-пространства адельной банаховой группы и $I(f) < \infty$, то $\dim f = \gamma f = \text{Ind } f = \text{Ind } f$.

Теорема 10. Пусть $f: X \rightarrow Y$ такое отображение, что $I(f) < \infty$ и $f^{-1}y$ — наследственно нормальное, паракомпактное, счетного типа [10] и $I(f) < \infty$ для каждого $y \in Y$. Тогда $\gamma f \leq \text{Ind } f \leq \gamma f + 1$.

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

(Получено 27.1981)

0013-788X/82

ს. უჩაძოშვილი

თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, ფიზიკის ფაკულტეტი, თბილისი

ს. უჩაძოშვილი

შეიქმნა სახელმწიფო სტრუქტურის მატემატიკის და ფიზიკის [4] თბილისის ინსტიტუტის მიერ. Ind , ind და \dim განიხილეს, მათი



ბეზი, რომელიც შესრულებისას ასეთ ასახვას ნამრეცისათვის სამართლიანია, ლოკალიზებული კანონი γ განზომილებისათვის, ასევეს შესრულებისას, შეფასებულია მისი γ განზომილების სიშუალებით და ა. შ. ამისთან დაკავშირებით დადგენილია ა. არხანგელსკის მართი ხ-სიხარკონის შესახებ [1]. კავშირი ფიქციან სივრცეებთან [2].

MATHEMATICS

S. S. JORBENADZE

ON THE DIMENSION OF MAPPINGS OF SOME SUBCLASSES OF SCALY SPACES

Summary

The conditions under which the γ dimension [4] of a map mentioned in the title coincides with its ind , ind and dim dimensions are found. It is proved that the Cartesian product theorem holds for the γ dimension of map products; the dimension ind of a map is estimated by means of its γ dimension, etc. In this connection the relation between the class of b -paracompact spaces in the sense of A. V. Arkhangel'skiy [1] with a class of scaly spaces [2] is established.

სტრუქტურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. С. А. Перегудов. Вестник МГУ, сер. матем. мех., № 6, 1973, 1—9.
2. В. А. Пасишник. ДАН СССР, 202, № 6, 1972, 1274—1276.
3. Л. Г. Замбахидзе. Сообщения АН ГССР, 97, № 3, 1980, 1—4.
4. Р. Н. Ормонадзе. Сообщения АН ГССР, 93, № 3, 1979, 541—544.
5. Л. Г. Замбахидзе. Труды Тбилис. матем. ин-та, т. 26, 1977, 62—98.
6. E. Engelking. General Topology. Warszawa, 1967.
7. А. В. Архангельский, В. И. Пonomarev. Основы общей топологии в задачах и упражнениях. М., 1974.
8. K. Nagami. J. Math. Soc. Japan, 21, 1967, 283—290.
9. А. В. Зарелуа. ДАН СССР, 144, № 4, 1962, 713—716.
10. Е. Г. Склиренко. Изв. АН СССР, сер. матем., 26, 1962, 427—452.

И. ДЖ. ГУБЕЛАДZE

О ПОДКОЛЬЦАХ КОЛЬЦА ПОЛИНОМОВ, ПОРОЖДЕННЫХ ОДНОЧЛЕНАМИ

(Представлено академиком Г. С. Чохели 29.6.1981)

Обобщена теорема Серра о размерности Крулля кольца полиномов $R[t_1, \dots, t_n][1]$ для подколец, порожденных одночленами, и при целостности R — для любых подколец, содержащих R .

Установлено достаточное условие для того, чтобы подкольцо $A \subset R[t_1, \dots, t_n]$, порожденное одночленами, было изоморфным такому, также порожденному одночленами, подкольцу $A' \subset R[t_1, \dots, t_n]$, что расширение $A' \subset R[t_1, \dots, t_n]$ — целое. Для случая, когда R — поле, получено необходимое и достаточное условие для неразрывности в поле частных и достаточное условие для тривиальности группы Пикара для этих подколец.

Под $\dim B$ подразумевается размерность Крулля кольца B .

Определение 1. Пусть t_1, \dots, t_n — переменные и R — любое кольцо. Для одночлена $t_1^{a_1} \dots t_n^{a_n} \in R[t_1, \dots, t_n]$ введем обозначение θ_{a_i} , где $a = (a_1, \dots, a_n) \in \mathbb{Z}^n$. Если имеем множество одночленов $S = \{t_{a_i}\}_{i=1}^m$, то для кольца $A = R[S]$ определим величину $r(A)$ — ранг системы векторов $\{\theta_{a_i}\}_{i=1}^m$ в $\mathbb{Q}^n(R[S])$ — подкольцо кольца $R[t_1, \dots, t_n]$ порожденное множеством R и S .

В действительности $r(A)$ не зависит от S .

Теорема 1. Если R — нетерово коммутативное кольцо и $A = R[S]$, где S — множество одночленов из $R[t_1, \dots, t_n]$, то

$$\dim A = r(A) + \dim R.$$

Аналогичная теорема имеет место для $R[t_1^q, \dots, t_n^q]$.

Пусть $R_1 \subset R_2$ — области целостности. Тогда $\text{tr} \cdot d_{R_1} R_2$ обозначает степень трансцендентности поля частных R_2 над полем частных R_1 .

Теорема 2. Если R — нетерова область целостности и A — любое подкольцо кольца $R[t_1, \dots, t_n]$ ($R \subset A$), то

$$\dim A = \text{tr} \cdot d_R A + \dim R.$$

Определение 2. Пусть A — подкольцо кольца $R[t_1^q, \dots, t_n^q]$, порожденное одночленами (всегда подразумевается, что A содержит R). Будем говорить, что A неоприцательно определено, если в $R[t_1^q, \dots, t_n^q]$ существует множество одночленов $S = \{t_{a_i}^q\}_{i=1}^m$, для которого:



$$1) A = R[S],$$

2) в $\{a_n\}_{n=1}^m$ существует максимальное линейно независимое (в R) подмножество $\{a_1, \dots, a_n\}$ такое, что для любого a_i из этого подмножества

$$a_i = \sum_{j=1}^r \lambda_j a_j \Rightarrow \lambda_j \geq 0 \quad (j = 1, \dots, r).$$

Теорема 3. Пусть R — нетривиальное коммутативное кольцо и A — подкольцо $R[t_1, \dots, t_n]$, порожденное конечным числом одночленов. Для того чтобы существовало подкольцо $A' \subset R[t_1, \dots, t_n]$ ($\varphi = r(A)$), порожденное одночленами, такое, что $A \cap A' = 0$ и расширение $A' \subset R[t_1, \dots, t_n]$ — целое, достаточно неотрицательная определенность кольца A .

В [2] показано, что при $n \leq 2$ для любого порожденного одночленами подкольца A такое A' всегда существует. Это следует также из теоремы 3, поскольку при $n \leq 2$, каждое такое подкольцо неотрицательно определено. При $n > 2$ имеются контрпримеры.

В дальнейшем под k всегда будем подразумевать поле.

Теорема 4. Пусть $A \subset k[t_1, \dots, t_n]$ — подкольцо, порожденное одночленами. Тогда, для того чтобы A было целостным в поле частных K_A , необходимо и достаточно:

$$T = t_i^q \in k[t_1, \dots, t_n] \cap K_A \text{ и } T^2 \in A \text{ для некоторого } q > 0 \Rightarrow T \in A.$$

Аналогичная теорема имеет место для кольца $k[t_1^2, \dots, t_n^2]$.

Теорема 5. Пусть $A \subset k[t_1, \dots, t_n]$ — подкольцо, порожденное одночленами, и расширение $A \subset k[t_1, \dots, t_n]$ — целое. Тогда группа $\text{Pic}(A)$ тривиальна при выполнении условий

1) $(t_1, t_2, \dots, t_{i-1}, t_{i+1}, \dots, t_n) \cap \bar{A} \subset A$, где \bar{A} — целое замыкание A в поле частных,

2) если t_i^m — наименьшая положительная степень t_i в A , то $t_i^m \in A \Rightarrow m \mid p_i$ ($i = 1, \dots, n$). Если $\text{Pic}(A) = 0$, то выполняется 2) и

$$1') (t_1, \dots, t_n) \cap \bar{A} \subset A$$

При $n=2$ 1) совпадает с 1') и получаем необходимое и достаточное условие для тривиальности группы $\text{Pic}(A)$, что и было получено в [3].

Теорема 6. Пусть $\text{char } k = p \neq 0$. Если A — любое целостное в поле частных подкольцо кольца полиномов $k[t_1, \dots, t_n]$, такое, что $t_i^{p^m} \in A$ для некоторого $m > 0$ ($i = 1, \dots, n$) то имеет место гомеоморфизм топологических пространств

$$\text{прес}(A) \cong \text{прес}(k[t_1, \dots, t_n]).$$

Теорема 7. Пусть $A \subset k[t_1, \dots, t_n]$ — целостное в поле частных подкольцо, порожденное одночленами, для которого расширение $A \subset k[t_1, \dots, t_n]$ — целое. Если

$$T_i = t_i^{p_i} \cdots t_n^{p_n} \in A \quad (i = 1, \dots, n),$$

ქვემოთ, ვთუ k მთავარწილად პოლინომთა რგოლი არ არის ნულიანობის, თუ

$$A = k[t_1, \dots, t_n] \cap k(T_1, \dots, T_n).$$

და $k(T_1, \dots, T_n)$ — პირე ქართული რგოლი $k[t_1, \dots, t_n]$.

თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

(გეგმილი 3.7.1961)

საქართველოს
საბჭოთაო სოციალისტური
რესპუბლიკის

საბჭოთაო სოციალისტური
რესპუბლიკის

ს. ზაზაძე

საქართველოს საბჭოთაო სოციალისტური რესპუბლიკის
თბილისი

ს. ზაზაძე

სოციალისტური რესპუბლიკის $R[t_1, \dots, t_n]$ V პოლინომთა რგოლის ქვე-
რგოლებისთვის განზოგადებულია სერის თეორემა $R[t_1, \dots, t_n]$ -ის რგო-
ლის განზომილების შესახებ. $k[t_1, \dots, t_n]$ -ის (ბ. ველს აღნიშნებს)
ქართული რგოლი A ქვერგოლებისთვის დადგენილია $\text{Pic}(A) = 0$ თე-
ორემა ტრივიალურობის საკმარისი და A რგოლის ნორმალურობის ადრედადებული
და საკმარისი პირობები შესწავლილია. $A \subset k[t_1, \dots, t_n]$ ვარჯირობის
 $A' \subset k[t_1, \dots, t_n]$ პირე ვარჯირობებზე პირეების საკმარისი ($A \cong A'$).

MATHEMATICS

I. J. GUBELADZE

ON SUBRINGS OF POLYNOMIAL RINGS GENERATED BY
MONOMIALS

Summary

Theorems for Krull's dimension of subrings of polynomial rings are ob-
tained. These results generalize Serre's theorem about Krull's dimension of
 $R[t_1, \dots, t_n]$ for the Noetherian ring R . For the subrings A of $k[t_1, \dots, t_n]$ (k
denotes a field) generated by monomials the sufficient condition for $\text{Pic}(A) = 0$
and the necessary and sufficient condition for the normality are obtained.
The question of reducing the extension $A \subset k[t_1, \dots, t_n]$ to the integral ex-
tension $A' \subset k[t_1, \dots, t_n]$ ($A \cong A'$) is studied.

საბჭოთაო სოციალისტური რესპუბლიკის — ლიტერატურა — REFERENCES

1. X. Bacc. *საბჭოთაო სოციალისტური რესპუბლიკის*, M., 1973.
2. D. F. Anderson. *Canad. J. Math.*, 30, № 1, 1978, 215-224.
3. D. F. Anderson. *Pacific J. Math.*, 79, № 1 1978, 5-17.

М. М. НАДАРЕШВИЛИ

НЕПАРАМЕТРИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПЛОТНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ В СЛУЧАЕ ДВУХ НЕИЗВЕСТНЫХ МЕР

(Представлено членом-корреспондентом Академии Б. В. Хведелидзе 1.7.1981)

Пусть P, Q —одномерные вероятностные меры, а $X_1, X_2, \dots, X_n; Y_1, Y_2, \dots, Y_m$ —результаты наблюдения над случайными величинами X и Y , распределенными по законам P и Q , соответственно. Пусть $k = k(m)$ —заданная последовательность натуральных чисел, удовлетворяющая условию

$$\frac{k}{m} \rightarrow 0, \quad \text{при } m \rightarrow +\infty.$$

Через $R_m = R_m(z, k, Y_1, Y_2, \dots, Y_m)$ обозначим расстояние от точки $z \in]-\infty, +\infty[$ до k -го ближайшего к z наблюдения из выборки Y_1, Y_2, \dots, Y_m .

В качестве оценки для функции плотности

$$f(z) = \frac{dP}{dQ}(z)$$

примем

$$I_{km}(z) = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k W \left(\frac{z - X_i}{d_m} \right), \quad (1)$$

где ядро W —борелевская функция, а $d_m = 2R_m$. В случае, когда W —плотность равномерного распределения на $\left[-\frac{1}{2}, \frac{1}{2}\right]$, из (1), как частный случай, получается оценка плотности $f(z)$, предложенная в [1].

Можно показать, что оценка (1) является асимптотически несмещенной только тогда, когда

$$\frac{n}{m} \rightarrow 1, \quad \text{при } n, m \rightarrow \infty.$$

Поэтому более целесообразно вместо (1) в качестве оценки плотности $f(z)$ рассмотреть статистику

$$I_{km}(z) = \frac{n}{kn} \sum_{i=1}^n W \left(\frac{z - X_i}{d_m} \right).$$

Теоремы 1—4 доказываются методом работы [2]. Вопросам, подобным рассмотренным в настоящей статье, посвящаются также работы [3, 4].



Через $E^{P, Q}$ обозначим усреднение по мере $\prod_{i=1}^n P_i \times \prod_{i=1}^n Q_i$ на R^{n+m} , являющейся прямой произведением мер P и Q , а

$$D^{P, Q} \xi = E^{P, Q} \xi^2 - (E^{P, Q} \xi)^2$$

для любой случайной величины ξ .

Ниже при формулировке теорем мы всегда будем предполагать, что P и Q имеют непрерывные по лебеговой мере плотности g и h соответственно. Кроме того, мы будем требовать выполнения некоторых из следующих условий:

1) g имеет вторую производную, удовлетворяющую условию Липшица порядка α ,

2) $h(z) > 0$, при $z \in]-\infty, +\infty[$,

$$3) \int_{-\infty}^{+\infty} W(u) du = 1,$$

$$4) \int_{-\infty}^{+\infty} u W(u) du = 0,$$

$$5) \int_{-\infty}^{+\infty} |u|^{p+\gamma} W(u) du < +\infty,$$

6) $0 < c_1 < \frac{n}{m} < c_2 < +\infty$, где c_1 и c_2 — положительные постоянные,

7) $\frac{k}{m} \rightarrow 0$, при $m \rightarrow +\infty$,

$$8) \int_{-\infty}^{+\infty} |u|^{p+\alpha} W^2(u) du < +\infty.$$

Теорема 1. Пусть $0 < \alpha \leq 1$ и выполняются условия 1)–7). Тогда

$$E^{P, Q} f_{nm}(z) = f(z) + \frac{\int_{-\infty}^{+\infty} u^2 W(u) du}{2h^2(z)} \left(\frac{k}{m} \right)^2 + o \left(\left(\frac{k}{m} \right)^{1+\alpha} \right),$$

при $n, m \rightarrow +\infty$.

Теорема 2. Пусть $0 < \alpha \leq 1$ и выполняются условия 1)–8). Пусть, кроме того, для любого $z \in]-\infty, +\infty[$ существует $\beta > 0$ такое, что

$$1 - Q(|z-r|, z+r) = o(r^{-\beta}), \text{ при } r \rightarrow +\infty.$$

Тогда

$$D^{P, Q} f_{nm}(z) = \frac{1}{k} \left(f''(z) + \frac{2m}{n} f(z) \int_{-\infty}^{+\infty} W^2(u) du \right) + o \left(\frac{1}{m} + \left(\frac{k}{m} \right)^{1+\alpha} \right).$$

при $n, m \rightarrow +\infty$.

Теорема 3. Пусть $0 < \alpha \leq 1$, $\sum_{m=1}^{\infty} \exp\{-\gamma k^2/m\} < +\infty$, $\gamma > 0$ и выполняются условия 1)–3). Тогда для любого действительного $0 < A < +\infty$

$$\sup_{|x| < A} |f_{nm}(x) - f(x)| \rightarrow 0, \text{ при } n, m \rightarrow +\infty, \text{ по вероятности.}$$

Если, кроме того, $\sum_{m=1}^{\infty} \frac{k}{m^2} < +\infty$, то

$$\sup_{|x| < A} |f_{nm}(x) - f(x)| \rightarrow 0, \text{ при } n, m \rightarrow +\infty, \text{ с вероятностью } 1.$$

Теорема 4. Пусть выполняются условия 4), 6), 7), $\frac{k^2}{m} \rightarrow +\infty$ при $n \rightarrow +\infty$,

$$\int_{-\infty}^{+\infty} |u^i W(u)| du < +\infty, \quad i=0, 1, 2 \quad \text{и} \quad \int_{-\infty}^{+\infty} W^2(u) du < +\infty.$$

Тогда

$$\sup_{-\infty < x < +\infty} \left| Pr \left(\frac{f_{nm}(x) - E^{f_{nm}} f_{nm}(x)}{\sigma f_{nm}(x)} < x \right) - \Phi(x) \right| = O \left(\frac{\sqrt{m}}{k} \right),$$

при $n, m \rightarrow +\infty$

где $\sigma f_{nm}(x) = \sqrt{D^{f_{nm}} f_{nm}(x)}$, а Φ стандартное нормальное распределение с параметрами (0, 1). Если, кроме того, $\frac{k^{2n}}{m^2} \rightarrow 0$, при $m \rightarrow +\infty$, то

$$\begin{aligned} \sup_{-\infty < x < +\infty} \left| Pr \left(\frac{f_{nm}(x) - f(x)}{\sqrt{\frac{2m}{n} f(x) \int_{-\infty}^{+\infty} W^2(u) du + f^2(x)}} < x \right) - \Phi(x) \right| = \\ = O \left(\frac{\sqrt{m}}{k} \right), \text{ при } n, m \rightarrow +\infty. \end{aligned}$$

Академия наук Грузинской ССР
Институт экономики и права

(Поступило 16.7.1981)

საქართველო

ს. ვახტანგისძე

საქართველოს სსრ-ის ეკონომიკის და სტატისტიკის განყოფილებაში მდებარე
ეკონომიკის ინსტიტუტის იურიდიული განყოფილებაში

ს. ვ. ვ. ვ. ვ.

შემოქმედდა რედაქციის-სამეცნიერო განყოფილებამ და გამოქვეყნდა
საქართველოს ეკონომიკის ინსტიტუტის გამომცემის, რედაქციის წარმომადგენლის ვ. ვ. ვ.



ტაბლოსი შეზღუდვის ტიპის შეფასების განზოგადებას დადგენილი უმჯობესების პირობების სიზუსტის შესახებ.

საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის მათემატიკის ინსტიტუტი

M. M. NADAREISHVILI

A NONPARAMETRIC DENSITY ESTIMATE IN THE CASE OF TWO UNKNOWN MEASURES

Summary

A Radon-Nikodym density estimate, generalizing the so-called k -nearest neighbor estimate, is introduced in the case of two unknown measures and some of its properties are established.

საზოგადოებრივი — ლიტერატურა — REFERENCES

1. K. B. Mandakaladze, P. S. Chitashvili. *Teor. ver. i ee primen.*, 2, № 4, 770—772, 1967.
2. Y. P. Mack, Y. Rosenblatt. *J. Multivar. Anal.*, 9, № 1, 1—15, 1979.
3. D. S. Moore, E. G. Henricson. *Ann. Math. Stat.*, 40, № 4, 1499—1502, 1969.
4. L. P. Devroye, T. J. Vagner. *Ann. Statist.*, 5, № 3, 536-540, 1977.

Т. Г. БУАЛДЗЕ

О ПРЕДЕЛЬНОМ ПОВЕДЕНИИ ПРОЕКЦИОННЫХ ОЦЕНОК ПЛОТНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВЕРОЯТНОСТЕЙ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Б. В. Хведелидзе 28.7.1981)

Пусть $\xi_k, \xi_k = (\xi_k^{(1)}, \dots, \xi_k^{(n)})$, $k = \overline{1, n}$ — независимые наблюдения случайного вектора $\xi = (\xi^{(1)}, \dots, \xi^{(n)})$, с неизвестной плотностью распределения $f(x)$ относительно конечной меры $\pi(dx)$, заданной на борелевской σ -алгебре в R^r . Ставится задача об определении $f(x)$, по последовательности независимых наблюдений ξ_1, \dots, ξ_n . Будем предполагать, что $f(x) \in L_2(R^r, \pi)$ — пространству функций на R^r , интегрируемых с квадратом относительно меры π , мера π непрерывна. Выберем в $L_2(R^r, \pi)$ некоторый ортонормированный базис $\{\varphi_k(x)\}_{k=1}^{\infty}$. Тогда в $L_2(R^r, \pi)$

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

где $c_k = \int \varphi_k(x) f(x) \pi(dx)$.

Положим для любого борелевского множества $A \in R^r$

$$P(A) = P\{\xi \in A\} = \int_A f(x) \pi(dx).$$

При построении оценок для $f(x)$ используем эмпирические оценки для c_k . Так как

$$c_k = \int \varphi_k(x) P(dx) = M\varphi_k(\xi),$$

то введем величину

$$c_k^{(n)} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \varphi_k(\xi_i),$$

где ξ_1, \dots, ξ_n — независимые наблюдения случайного вектора ξ .

Составим выражение, называемое проекционной оценкой $f(x)$ (см. [1])

$$\tilde{f}_{n,N}(x) = \sum_{k=1}^N c_k^{(n)} \varphi_k(x)$$

и выражение

$$f_N(x) = \sum_{k=1}^N c_k \varphi_k(x).$$

¹ Здесь и далее $\int = \int_{R^r}$.



Проекционная оценка для одномерной плотности заданных независимых наблюдений ξ_1, \dots, ξ_n изучена многими авторами [1].

В настоящей работе изучается асимптотическое поведение проекционной оценки плотности многомерного распределения.

Рассмотрим величину

$$\varphi_{n,N} = \int |\bar{f}_{n,N}(x) - f_N(x)|^2 \pi(dx).$$

Пусть $\beta_n(dx)$ есть эмпирическая функция распределения соответствующей выборки ξ_1, \dots, ξ_n .

Теорема 1. Если $f(x) \in L_2(R^d)$, π измерима по мере π , то

$$\varphi_{n,N} = \sum_{k=1}^N (c_k^2 - c_N^2) + \iint K_N(x, y) \beta_n(dx) \beta_n(dy) - 2 \int f_N(x) \beta_n(dx) + C_N,$$

где

$$K_N(x, y) = \sum_{k=1}^N \varphi_k(x) \varphi_k(y), \quad C_N = \sum_{k=1}^N c_k^2, \quad x, y \in R^d.$$

Будем предполагать, что для всех k , $\text{Sup}_x |\varphi_k(x)| < \infty$. Тогда $c_k^2 < \text{Sup}_x |\varphi_k(x)|$ и поэтому для всех z , $M \exp\{z \varphi_{n,N}\}$ определено и является целой аналитической по z . Рассматривая преобразование Лапласа, имеем

$$\begin{aligned} \mathcal{L}_z(\varphi_{n,N}) = M \exp\{z \varphi_{n,N}\} = M \exp \left\{ z C_N - 2z \int f_N(x) \beta_n(dx) + \right. \\ \left. + z \iint K_N(x, y) \beta_n(dx) \beta_n(dy) \right\}. \end{aligned}$$

Теорема 2. Пусть $r_N(x)$ — гармоническое поле со средним 0 и корреляционной функцией $K_N(x, y)$, не зависящее от ξ_1, \dots, ξ_n . Тогда

$$\exp \left\{ z \iint K_N(x, y) \beta_n(dx) \beta_n(dy) \right\} = M \left[\exp \left\{ \sqrt{2z} \int r_N(x) \beta_n(dx) \right\} / \mathfrak{F}^{(n)} \right],$$

где $\mathfrak{F}^{(n)}$ — σ -алгебра, порожденная величинами ξ_1, \dots, ξ_n .

Следствие

$$\mathcal{L}_z(\varphi_{n,N}) = M M \left[\exp \left\{ z C_N - 2z \int f_N(x) \beta_n(dx) + \sqrt{2z} \int r_N(x) \beta_n(dx) \right\} / \mathfrak{B}_N \right],$$

где \mathfrak{B}_N — σ -алгебра, порожденная полем $r_N(x)$.

Теорема 3. Пусть

$$\int |g(x)|^2 P(dx) < \infty, \quad g(x) \in L_2(R^d, \pi).$$

Тогда

$$\begin{aligned} M \exp \left\{ \int g(x) \beta_n(dx) \right\} = \\ = \exp \left\{ \int g(x) P(dx) + \frac{1}{2n} \int \left[g(x) - \int g(y) P(dy) \right]^2 P(dx) \right\} \times \\ \times \left[1 + O \left(\frac{1}{n^2} \int |g(x)|^2 P(dx) \right) \right]. \end{aligned}$$

Следствие. Если z достаточно большое, то получаем



$$\begin{aligned} \mathcal{L}_z(\eta_{n,n}) &= \exp \left\{ zC_N - 2z \int f_N(x)P(dx) + \frac{(2z)^2}{2n} \int f_N(x)P(dx) \int f_N(x)P(dx) - \right. \\ &\quad \left. - \frac{(2z)^2}{2n} \left(\int f_N(x)P(dx) \right)^2 \right\} M \exp \left\{ \frac{V\sqrt{2z}}{2n} \int r_N(x)P(dx) - \right. \\ &\quad \left. - \frac{V\sqrt{2z} \cdot 2z}{n} \int r_N(x)f_N(x)P(dx) + \frac{V\sqrt{2z} \cdot 2z}{n} \int r_N(x)P(dx) \int f_N(x)P(dx) + \right. \\ &\quad \left. + \frac{z}{n} \int r_N^2(x)P(dx) - \frac{z}{n} \left[\int r_N(x)P(dx) \right]^2 \right\} \times \\ &\quad \times \left[1 + \frac{|z|^2}{n^2} O \left(\int (|r_N(x)|^2 + |f_N(x)|^2)P(dx) \right) \right]. \end{aligned}$$

Для дальнейшего нам понадобятся некоторые вычисления, связанные с квадратичными и линейными формами от гауссовских случайных величин в гильбертовом пространстве, методы которого разработаны в работах [8, 9]. Нам понадобится

Теорема 4. Пусть ξ — гауссова случайная величина в гильбертовом пространстве H , со средним 0 и корреляционным оператором B , $a \in H$, R — некоторый элемент непрерывной, симметричной оператор. Тогда

$$\begin{aligned} M \exp \{i\langle \xi, a \rangle + \langle R\xi, \xi \rangle\} = \\ = \det [I - 2B^{1/2}RB^{1/2}]^{-1/2} \exp \{i\langle 2B^{1/2}[I - 2B^{1/2}RB^{1/2}]^{-1}B^{1/2}a, a \rangle\}, \end{aligned}$$

где I — единичный оператор.

Нетрудно сопоставить это выражение со следствием теоремы 3 и выписать явный вид функции $\phi(x)$ в гильбертовом пространстве $L_2(R^1, \pi)$. Корреляционный оператор B есть оператор проектирования на подпространство H_N , порожденное $\varphi_1, \dots, \varphi_N$, оператор R действует по формуле $(R\varphi, \varphi) = \frac{z}{n} \left[\int \varphi^2(x) f(x) \pi(dx) - \left[\int \varphi(x) f(x) \pi(dx) \right]^2 \right]$. Можно также выписать в явном виде выражения $R\varphi(x)$ и $R^2\varphi(x)$. Очевидно, $\det [I - 2B^{1/2}RB^{1/2}] = \det [I_N - R_N]$, где I_N — единичный оператор в H_N , R_N — оператор $2B^{1/2}RB^{1/2}$.

Теорема 5. Имеет место разложение

$$\det [I_N - R_N] = \exp \left\{ -Sp R_N - \frac{1}{2} Sp R_N^2 - \dots - \frac{1}{r} Sp R_N^r - \dots \right\}.$$

Пусть a_N — проекция a на H_N . Тогда

$$\begin{aligned} (B^{1/2}[I - 2B^{1/2}RB^{1/2}]^{-1}B^{1/2}a, a) &= ([I_N - R_N]^{-1}a_N, a_N) = (a_N, a_N) + \\ &+ (R_N a_N, a_N) + (R_N^2 a_N, a_N) + \dots \\ (I - R)^{-1} &= I + R + R^2 + \dots \end{aligned}$$

В явном виде можем выписать $a_N(x)$, (a_N, a_N) , $(R_N a_N, a_N)$ и учитывая все вышесказанное, можем написать, что

$$\begin{aligned} \mathcal{L}_z \left(\frac{\eta_{n,n} - A_{n,n}}{\sqrt{2B_{n,n}}} \right) &= \exp \left\{ -\frac{2A_{n,n}}{\sqrt{2B_{n,n}}} \right\} \mathcal{L} \frac{z}{\sqrt{2B_{n,n}}} (\eta_{n,n}) = \exp \left\{ \frac{1}{2} z^2 \right\} + \\ &+ O \left(\frac{N}{n^2 B_{n,n}^2} \right). \end{aligned}$$

$$A_{n,n} = -C_N + \frac{1}{2n} \left(\sum_{j=1}^N \int \varphi_j^2(x) f(x) \pi(dx) - C_N \right) + \frac{C_N}{2n^2}.$$



$$B_{n,N} = \frac{1}{n} \left[\int f_N^*(x) f(x) m(dx) - C_N \right] - \frac{1}{4n^2} \sum_{k=1}^N \left[\int \varphi_k(x) f(x) m(dx) \right]^2 + 2 \int \varphi_k(x) f^2(x) m(dx) \int \varphi_k(x) f(x) m(dx) - \left(\int \varphi_k(x) f(x) m(dx) \right)^2 \times \\ \times \int f^2(x) m(dx) \Big] + \frac{4C_N}{n^2} - \frac{4}{n^2} \sum_{k=1}^N c_k \int f_N(x) f(x) \varphi_k(x) m(dx).$$

Теорема 6. Пусть $\sup_{x,k} |\varphi_k(x)| < \infty$ и N является макс. что

$$\lim_{n, N \rightarrow \infty} \frac{N}{n^2 \int f_N^*(x) f(x) m(dx)} = 0.$$

Если, кроме того

$$\frac{N}{n} = o \left[\int f_N^*(x) f(x) m(dx) \right],$$

то в качестве $B_{n,N}$ можно взять

$$\frac{1}{n} \left[\int f_N^*(x) f(x) m(dx) - C_N \right].$$

Академия наук Грузинской ССР
Институт экономики и права

(Получено 31.7.1983)

0013-788X/84

© 1984

საბჭოთაეთის სსრკის აკადემიის ეკონომიკის ინსტიტუტი
ეკონომიკის ინსტიტუტი

სსრკ

საბჭოთა ეკონომიკის მრავალკუთხედიანი განვითარების სიღრმის
პროცესული შეფასებისათვის სწრაფი დაზოგადი ინტეგრაციული გე-
გამის დადების გარეშების მიზნობრივი ვიდეოკადა.

MATHEMATICS

T. G. BUADZE

ON THE LIMIT BEHAVIOUR OF PROJECTIVE ESTIMATES
OF THE DENSITY OF PROBABILITY DISTRIBUTION

Summary

The asymptotic behaviour of the Laplace transformation of the integ-
ral mean square error of the projective estimate of a multivariate density
has been studied.

საბჭოთაეთის — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. Н. Ченцов. Статистические решающие правила и оптимальные выходы. М., 1972.
2. Э. А. Надарая. Теория вероятностей и ее приложения, т. XXI, вып. 4, 1976.
3. Н. И. Гихман, А. В. Скороход. Теория случайных процессов, т. I, М., 1971.
4. А. В. Скороход. Интегральные и гильбертовы пространства. М., 1975.

Д. Г. НАТРОШВИЛИ

О СВОЙСТВАХ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ РЕШЕНИЙ УРАВНЕНИЯ
 УСТАНОВИВШИХСЯ КОЛЕБАНИИ АНИЗОТРОПНОЙ УПРУГОЙ
 СРЕДЫ

(Представлено академиком В. Д. Курадзе 20.3.1981)

Рассмотрим систему уравнений псевдоколебания анизотропной среды

$$L(\partial x, \nu)u(x) = [L(\partial x) + \nu E]u(x) = F(x), \quad x \in R^n, \quad (1)$$

где $E = \{\delta_{ij}\}_{i,j=1,2,3}$, δ_{ij} — символ Кронекера, $L(\partial x)$ — матричный дифференциальный оператор, порожденный уравнениями статики однородной анизотропной теории упругости [1], $\nu = (\mu + i)^2$ — комплексный параметр ($\mu > 0$, $i = \sqrt{-1}$).

В работе [2] изучены свойства убывающей на бесконечности фундаментальной матрицы $\Gamma(x, \nu)$ оператора $L(\partial x, \nu)$ и доказано, что

$$\forall x \in R^n \setminus \{0\}: \lim_{\omega \rightarrow 0+} D_j^* \Gamma(x, \nu) = D_j^* \Gamma(x, \omega^2), \quad (2)$$

где $\alpha = (\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3)x$, $|\alpha| = \alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3$,

$\alpha_j (j = 1, 2, 3)$ — неотрицательные целые числа; $\Gamma(x, \omega^2)$ — фундаментальная матрица оператора $L(\partial x, \omega^2)$. В равенстве (2) сходимость равномерна на любом компактном множестве (относительно x).

В работе [2] показано также, что при $\varepsilon > 0$

$$\Gamma(x, \nu) = F_{\Gamma \rightarrow x}^{-1} \left[\frac{1 - h(\rho)}{P(\xi, \nu)} N(\xi, \nu) \right] + \frac{1}{(2\pi)^3} \int_0^{2\pi} \int_0^{2\pi} d\theta d\varphi \left[\int_{I_1} + \int_{2C} \right] \frac{N(\xi, \nu)}{P(\xi, \nu)} h(\rho) \exp\{i(\rho | x| \cos \tau) - \rho^2 \sin \theta d\rho, \quad (3)$$

где $F_{\Gamma \rightarrow x}^{-1}$ — обобщенное обратное преобразование Фурье, сужение которого в пространстве $L_2(R^n)$ совпадает с оператором:

$$F_{\Gamma \rightarrow x}^{-1} [f] = \frac{1}{(2\pi)^3} \int_{R^3} f(\xi) \exp\{i(x \cdot \xi)\} d\xi, \quad M(\xi, \nu) = L(\partial \xi) + \nu E, \\ \frac{N}{P} = M^{-1}, \quad P = \det M;$$

C — положительное постоянное число, удовлетворяющее условию $(\xi \in R^3, |\xi| \geq C) \Rightarrow |P(\xi, \nu)| \geq 1$; $h \in C^\infty(]0, +\infty[)$ и

$$h(\rho) = \begin{cases} 1, & \text{при } 0 \leq \rho \leq 2C, \\ 0, & \text{при } \rho \geq 3C. \end{cases}$$

τ — угол между векторами x и ξ ; (ρ, θ, φ) — сферические координаты точки $\xi \in R^3$; $I_1 = [0; -2C] \cup]2C; \infty[$; Γ — часть окружности с центром в начале коор-



динат, расположенная в нижней комплексной p -плоскости и содержащая точку $(0; -2C)$ и $(2C; 0)$.

Можно показать, что при $\epsilon < 0$ убывающее на бесконечности фундаментальное решение оператора $L(dx, y)$ представимо формулой (3), в которой контур I_0 нужно заменить контуром $I_1 = \{0 \leq \theta \leq 2\pi\}$ в окружности с центром в начале координат, расположенной в верхней p -плоскости и содержащая точки $(0; 2C)$ и $(2C; 0)$.

Целью настоящей работы является изучение поведения фундаментальных решений

$$\Gamma^{(1)}(x, \omega^2) = \lim_{\epsilon \rightarrow 0+} \Gamma(x, y), \quad x \in \mathbb{R}^n \setminus \{0\}$$

в окрестности бесконечно удаленной точки, где матрица $\Gamma(x, y)$ определена формулой (3). Очевидно, $\Gamma^{(1)}(x, \omega^2)$ определяется тоже формулой (3), в которой $y = \omega^2$ (в выражении $\Gamma^{(1)}$ во втором слагаемом фигурирует контур I_1 , а в выражении $\Gamma^{(1)}$ — контур I_2).

Аналогичные вопросы в случае скалярного уравнения исследованы в [3—5]. Как и в упомянутых работах и здесь наложим некоторые ограничения на характеристический многочлен $P(\xi, \omega^2)$: будем предполагать: 1) размерность вещественных нулей $P(\xi, \omega^2)$ равна 2; 2) $\nabla P(\xi, \omega^2) \neq 0$ в вещественных нулях $P(\xi, \omega^2)$; 3) любая кривая $k(\xi)$ поверхности $P(\xi, \omega^2) = 0$ ни в одной точке не равна нулю.

Из этих условий следует [3, 4], что вещественные нули многочлена $P(\xi, \omega^2)$ образуют три замкнутые выпуклые попересекающиеся поверхности размерности 2. Обозначим их через $S_j (j = 1, 2, 3)$. Уравнения поверхностей S_j в сферических координатах можно записать в виде $\rho^2 = \omega^2 \mu_j(\theta, \varphi)$, где $0 < \mu_j(\theta, \varphi) \leq k$; k — некоторое положительное число, зависящее лишь от упругих постоянных [2]. Кроме того [2],

$$P(\xi, \omega^2) = P_0(\theta, \varphi) \prod_{j=1}^3 [x^2 - \omega^2 \mu_j(\theta, \varphi)], \quad \text{где } \inf P_0(\theta, \varphi) \geq k^{-3} > 0.$$

Заметим, что начало координат находится внутри всех поверхностей $S_j (j = 1, 2, 3)$, поэтому, если через $n(\xi)$ обозначим орт внешней нормали в точке $\xi \in S_j$, будем иметь $(\xi \cdot n) > 0$ и

$$\left| \frac{d}{d\rho} P(\xi, \omega^2) \right| > 0, \quad \forall \xi \in S_j.$$

Если введем обозначение [5, 6]

$$v \cdot \rho \cdot \int_{S_j} \frac{\Phi(\xi)}{P(\xi)} d\xi = \lim_{\epsilon \rightarrow 0+} \int_{|P(\xi)| > \epsilon} \frac{\Phi(\xi)}{P(\xi)} d\xi,$$

то для $\Gamma^{(1)}(x, \omega^2)$ получим следующие выражения:

$$\begin{aligned} \Gamma^{(1)}(x, \omega^2) &= F_{\epsilon \rightarrow 0}^{-1} \left[\frac{1 - h(\rho)}{\rho P(\xi, \omega^2)} N(\xi, \omega^2) \right] + \frac{1}{(2\pi)^p} v \cdot \rho \cdot \int_{S_j} \frac{h(\rho) N(\xi, \omega^2)}{P(\xi, \omega^2)} \times \\ &\times \exp(i(x \cdot \xi)) d\xi \pm \frac{in}{(2\pi)^p} \sum_{j=1}^3 S_j \int_{S_j} N(\xi, \omega^2) \frac{\exp(i(x \cdot \xi))}{|P(\xi, \omega^2)|} dS_j. \end{aligned} \quad (4)$$

где $\xi_j = 1$, если векторы $\mu(\xi)$ и $\nu P(\xi, \omega^2)$ на S_j имеют одинаковое направление, и $\xi_j = -1$, если векторы $\mu(\xi)$ и $\nu P(\xi, \omega^2)$ противоположно направлены.

Из наложенных на S_j условий вытекает [3, 4], что для каждого единичного вектора η существуют ровно две точки на S_j , в которых орт внешней нормали μ параллелен вектору η ; в одной из этих точек (обозначим ее через $\xi^{(j)}$) векторы μ и η совпадают по направлению, а в другой (обозначим через $\xi^{(j)}$) они противоположно направлены.

Учитывая результаты работы [6] и симметричность поверхностей S_j относительно начала координат, из (4) получаем, что при достаточно больших $|x|$ справедливо следующее асимптотическое соотношение:

$$D_x^\alpha \Gamma^{(j)}(x, \omega^2) = \frac{1}{2\pi|x|} \sum_{j=1}^3 \frac{\exp\{\pm i(x \cdot \xi^{(j)}) \pm i\xi^{(j)2} x^2\}}{|\nu P(\xi^{(j)}, \omega^2)| \sqrt{k(\xi^{(j)})}} N(\xi^{(j)}, \omega^2) + O(|x|^{-2}), \quad (5)$$

где $\xi^{(j)} \in S_j$ соответствует вектору $\eta = \frac{x}{|x|}$; α — произвольный мультииндекс.

Совершенно аналогично доказывается, что если параметр y изменяется на некотором фиксированном компакте, то при достаточно больших $|x|$ имеет место соотношение

$$D_x^\alpha D_y^\beta \Gamma^{(j)}(x-y, \omega^2) = \frac{1}{2\pi|x|} \sum_{j=1}^3 \frac{\exp\{\pm i((x-y) \cdot \xi^{(j)}) \pm i\xi^{(j)2} (x-y)^2 \pm i\xi^{(j)2} y^2\}}{|\nu P(\xi^{(j)}, \omega^2)| \sqrt{k(\xi^{(j)})}} N(\xi^{(j)}, \omega^2) + O(|x|^{-2}), \quad (6)$$

где $\xi^{(j)} \in S_j$ соответствует вектору $\eta = \frac{x}{|x|}$; α и β — произвольные мультииндексы.

На формулы (6), следует, что $\Gamma_{M^2}^{(j)}(x-y, \omega^2)$ можно представить следующим образом:

$$\Gamma_{M^2}^{(j)}(x-y, \omega^2) = \sum_{j=1}^3 \Gamma_{M^2}^{(j)pq}(x-y, \omega^2), \quad p, q = 1, 2, 3, \quad (7)$$

где

$$\frac{\partial}{\partial x_\alpha} \Gamma_{M^2}^{(j)pq}(x-y, \omega^2) \mp i \xi_\alpha^{(j)} \Gamma_{M^2}^{(j)pq}(x-y, \omega^2) = O(|x|^{-2}), \quad (8)$$

$$\frac{\partial}{\partial |x|} \Gamma_{M^2}^{(j)pq}(x-y, \omega^2) \mp i \left(\frac{x}{|x|} \cdot \xi^{(j)} \right) \Gamma_{M^2}^{(j)pq}(x-y, \omega^2) = O(|x|^{-2}). \quad (9)$$

Используя равенства (7) — (9), можно доказать следующее предложение.

Теорема. Если $F \in C^\infty(\mathbb{R}^n)$ и имеет компактный носитель, то уравнение

$$L(y(x, \omega^2)) u(x) = F(x), \quad x \in \mathbb{R}^n \quad (10)$$



имеет единственное решение в классе векторов, удовлетворяющее усло-
виям

$$a) \quad u_n(x) = \sum_{j=1}^3 \langle \eta_j | u_n(x) \rangle \frac{\partial}{\partial |x|} \langle \eta_j | u_n(x) \rangle - i \left(\frac{x}{|x|} \cdot \langle \xi^* | \right) \langle \xi^* | u_n(x) \rangle = O(|x|^{-2}),$$

или

$$b) \quad u_n(x) = \sum_{j=1}^3 \langle \eta_j | u_n(x) \rangle \frac{\partial}{\partial |x|} \langle \eta_j | u_n(x) \rangle + i \left(\frac{x}{|x|} \cdot \langle \xi^* | \right) \langle \xi^* | u_n(x) \rangle = O(|x|^{-2}), \quad (12)$$

предполагая в виде сферты

$$a(x) = \Gamma^{-1}(x, \omega) * F(x), \quad (13)$$

или

$$a(x) = \Gamma^{-1}(x, \omega) * F(x). \quad (14)$$

При этом [7], решение типа (11)—(13) получается как частное предельного полуплоского из решения уравнения (1) при $\varepsilon \rightarrow 0+$, а решение типа (12)—(14)—при $\varepsilon \rightarrow 0-$.

Тбилисский государственный университет

(Получено 20.3.1981)

დასაბუთების თეორია

მ. დასაბუთების

დასაბუთი ანისოტროპული სხეულის ვიბრაციის საბუთის განხილვის
ფუნდამენტალური პრინციპები, თეორეტიკული გამოკვლევა

საბუთები

საბუთში შეიქმნა ერთი ანისოტროპული სხეულის ვიბრაციის
საბუთის ფუნდამენტალური პრინციპები, თეორეტიკული გამოკვლევა

THEORY OF ELASTICITY

D. G. NATROSHVILI

ON SOME PROPERTIES OF FUNDAMENTAL MATRICES OF
EQUATIONS OF STEADY OSCILLATIONS OF THE ANISOTROPIC
THEORY OF ELASTICITY

Summary

The far field behaviour of the fundamental matrices of equations of steady oscillations of the anisotropic theory of elasticity is studied.

დასაბუთები — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. Д. Купрадзе, Т. Г. Гегелая, М. О. Башелашвили, Т. В. Бурчуладзе. Трехмерные задачи математической теории упругости в термоупругости. М., 1976.
2. Д. Г. Натрошвили. Сообщения АН ГССР, 96, № 1, 1979, 49—52.
3. В. В. Грушин. Матем. сб., т. 61 (103), №2, 1963, 147—174.
4. B. P. Van der Berg. VMB, т. XXI, вып. 3(129), 1966, 115—134.
5. C. H. Wilcox. Arc. Exp. Mec. Anal., т. 25, № 3, 1967, 301—312.
6. B. P. Van der Berg. Вестник МГУ, математика, механика, № 1, 1976, 50—58.
7. Д. Г. Натрошвили. Сообщения АН ГССР, 96, № 2, 1979, 309—312.

Л. Г. ДОБОРДЖИНИДZE

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ДАВЛЕНИЯ ЖЕСТКИХ ПРОФИЛЕЙ НА ГРАНИЦЕ НЕЛИНЕЙНО УПРУГОЙ ПОЛУПЛОСКОСТИ

(Представлено академиком Н. П. Веква 3.7.1981)

1. В условиях плоской деформации рассматривается задача равновесия системы жестких профилей с плоскими симметричными основаниями на границе L нелинейно упругой полуплоскости S^+ плоскости переменных $z = x + iy$ из гармонического материала [1]. Предполагается, что внешние силы сохраняют величину и направление в процессе деформации. Контакт между телами осуществляется без трения вдоль отрезков $L_1 = \{a_1, b_1\}$; L_2 — остальная, свободная от напряжения часть оси L .

Допустим, что штампы могут перемещаться лишь поступательно и обозначим верхнюю полуплоскость через S^+ . Область S^- остается справа, если двигаться по L в положительном направлении.

Граничные условия задачи представляются в виде [2]

$$u_1^*(t) = g_0(t) + c(t) \text{ на } L_1, \quad N(t) = 0 \text{ на } L_2, \quad T(t) = 0 \text{ на } L, \quad (1.1)$$

где $u_1 = u_1^*$ — нормальное (упругое) смещение точек границы упругой полуплоскости, N , T — нормальное и касательное напряжения соответственно, $g(t)$ — заданная, действительная функция, характеризующая форму основания каждого из штампов: $g_0'(t) \in H(L_1)$; $c(t) = c = \cos t$, если штампы жестко связаны между собой, либо $c(t) = c_0$, если штампы не связаны жестко. В первом случае задается величина равнодействующей внешних сил $(N_0, 0)$, прижимающих систему профилей к упругому телу, а во втором — равнодействующих $(N_0^0, 0)$ для каждого штампа в отдельности.

Для решения задачи воспользуемся представлениями поля упругих элементов через одну аналитическую функцию $\varphi(z)$, определенную как в нижней S^- , так и в верхней S^+ полуплоскостях [3]:

$$N(t) + iT(t) = \frac{2\mu(\lambda + \mu)}{\lambda + 2\mu} \left[\varphi^{(2)}(t) - \overline{\varphi^{(2)}(t)} - \frac{d}{dt} \frac{\varphi^+(t) - \overline{\varphi^-(t)}}{\varphi^-(t)} \right] \text{ на } L, \quad (1.2)$$

$$u_1'(t) + iu_2'(t) = \frac{\lambda + \mu}{\lambda + 2\mu} \left[\varphi^{(2)}(t) + \frac{\mu}{\lambda + \mu} \overline{\varphi^{(2)}(t)} - \frac{d}{dt} \frac{\varphi^+(t) - \overline{\varphi^-(t)}}{\varphi^-(t)} \right] - 1 \text{ на } L. \quad (1.3)$$

Согласно (1.1) будем иметь

$$\operatorname{Im} \left[\varphi^{(2)}(t) - \overline{\varphi^{(2)}(t)} - \frac{d}{dt} \frac{\varphi^+(t) - \overline{\varphi^-(t)}}{\varphi^-(t)} \right] = \frac{\lambda + 2\mu}{\lambda + \mu} g_0'(t) \text{ на } L_1, \quad (1.4)$$

$$\begin{aligned} & \varphi^{(2)}(t) + \bar{\varphi}^{(2)}(t) - [\varphi^{(2)}(t) + \bar{\varphi}^{(2)}(t)] = \\ & = \frac{d}{dt} \left[\frac{\varphi^{(1)}(t) - \bar{\varphi}^{(1)}(t)}{\varphi^{(1)}(t)} - \frac{\bar{\varphi}^{(1)}(t) - \bar{\varphi}^{(1)}(t)}{\bar{\varphi}^{(1)}(t)} \right] \end{aligned}$$

причем последнее соотношение выражает условие отсутствия касательных напряжений на всей границе L .

Предположим, что в области S

$$\varphi^{(n)}(z) = \exp \alpha \sum_{m=1}^{\infty} \epsilon^m \varphi_m^{(n)}(z), \quad \alpha = \frac{2(\lambda + 2\mu)}{\lambda + \mu}. \quad (1.6)$$

Кроме этого,

$$g_n(z) = 2\mu \sum_{m=1}^{\infty} \epsilon^m g_m^{(n)}(z), \quad N_n(z) = 2\mu \sum_{m=1}^{\infty} \epsilon^m N_m^{(n)}(z). \quad (1.7)$$

В работе [3] показано, что при больших $|z|$

$$\varphi_m^{(n)}(z) = \frac{iN_m^{(n)}}{2\pi z} + O\left(\frac{1}{z}\right). \quad (1.8)$$

Учтем (1.6) и (1.7) в условии (1.5). Тогда на основании известных разложений экспоненциальной функции по полиномам специального вида [4] получим при $t=1$ (при $t=0$ это равенство превращается в тождество)

$$\varphi_1^{(n)}(t) + \bar{\varphi}_1^{(n)}(t) = \varphi_1^{(n)}(t) + \bar{\varphi}_1^{(n)}(t) \text{ всюду на } L. \quad (1.9)$$

Отсюда, принимая во внимание (1.8), находим

$$\bar{\varphi}_1^{(n)}(z) = -\varphi_1^{(n)}(z). \quad (1.10)$$

Совершенно аналогичным рассуждением из (1.4) с использованием (1.9) получим

$$\varphi_1^{(n)}(t) + \bar{\varphi}_1^{(n)}(t) = \frac{4\mu g_n^{(n)}(t)}{\alpha + 1} \text{ на } L_+. \quad (1.11)$$

Но общее решение задачи (1.1), не ограниченное в точках a_n, b_n и исчезающее на бесконечности, как известно, дается формулой [2]

$$\varphi_1^{(n)}(z) = \frac{2\mu}{\pi(\alpha + 1)X(z)} \int_{L_+}^z \frac{g_n^{(n)}(t)X(t)dt}{t-z} + \frac{iP_{n-1}^{(n)}(z)}{X(z)}, \quad (1.12)$$

где

$$\begin{aligned} X(z) &= \sqrt{(z-a_1)(z-b_1)\dots(z-a_n)(z-b_n)}, \\ X(t) &= X^*(t) = \sqrt{(t-a_1)(t-b_1)\dots(t-a_n)(t-b_n)}. \end{aligned} \quad (1.13)$$

Однозначную ветвь $X(z)$ фиксируем условием $z^n X(z) \rightarrow 1$ при $z \rightarrow \infty$, а под $X(t) = X^*(t) = -X^-(t)$ подразумевается значение, принимаемое $X(z)$ на верхней части L_+ . $P_{n-1}^{(n)}(z)$ — произвольный полином степени не выше $n-1$, с действительными коэффициентами

$$P_{n-1}^{(n)}(z) = C_0^n z^{n-1} + C_1^n z^{n-2} + \dots + C_{n-1}^n. \quad (1.14)$$

Как видно, (1.12) является решением соответствующей линейной задачи.

Далее подставим (1.6) в (1.5) и в полученном мем $r=2$.

Тогда приходим к условию

$$\begin{aligned} [\bar{\varphi}_1^+(t) + \varphi_1^+(t)]^* - [\bar{\varphi}_1^-(t) + \varphi_1^-(t)]^* &= \frac{\alpha}{2} (\varphi_1^{*+}(t) + \varphi_1^{*-}(t)) (\varphi_1^+(t) - \varphi_1^-(t)) - \\ &- \alpha (\varphi_1^{*+}(t) - \varphi_1^{*-}(t)) = F_1(t) \text{ на } L. \end{aligned} \quad (1.15)$$

Отсюда, принимая во внимание (1.8), получаем

$$\bar{\varphi}_1^-(z) = -\varphi_1^-(z) + G_1(z),$$

где

$$G_1(z) = \frac{1}{2\pi i} \int_{L_1} \frac{F_1(t) dt}{t-z}. \quad (1.16)$$

Если теперь подставить (1.6) в условие (1.4) и воспользоваться первым соотношением (1.16) и условием (1.10), получим

$$\begin{aligned} \varphi_1^{*+}(t) + \varphi_1^{*-}(t) &= \frac{1}{\alpha+1} \left[4i\mu g_0^{(2)}(t) + \frac{\lambda+3\mu}{\lambda+\mu} G_1^+(t) + G_1^-(t) \right] + \\ &+ \frac{\mu}{\lambda+\mu} (\varphi_1^{*+}(t) - \varphi_1^{*-}(t)) + \frac{1}{2} (\varphi_1^{*+}(t) + \varphi_1^{*-}(t)) (\varphi_1^+(t) - \varphi_1^-(t)) = Q_1(t). \end{aligned} \quad (1.17)$$

Общее решение (1.17), класса A_0 и не исчезающее на бесконечности, имеет вид

$$\varphi_1^+(z) = \frac{1}{2\pi i X(z)} \int_{L_1} \frac{Q_1(t) X(t) dt}{t-z} + \frac{iP_{\alpha-1}^+(z)}{X(z)}, \quad (1.18)$$

где $X(z)$ определяется формулой (1.13), а $P_{\alpha-1}^+(z) = C_0^+ z^{\alpha-1} + C_1^+ z^{\alpha-2} + \dots + C_{\alpha-1}^+$ — произвольный полином степени не выше $\alpha-1$ с действительными коэффициентами. Легко проверить, что первое условие (1.16) выполняется.

2. До сих пор мы предполагали, что размеры площадки контакта (т. е. линия L_1) являются заданными. Рассмотрим теперь случай одного штампа с закругленным, симметричным (относительно точки $t=0$) основанием ($a=-l$, $b=l$), т. е. пусть $g(t) = \frac{p}{2R}$, где R — постоянная, принимающая достаточно большие значения.

В рассматриваемом случае $g^{(2)}(t) = \frac{t}{R}$, $g^{(1)}(t) = 0$ ($\mu \geq 2$). Тогда из (1.12) и (1.15) находим

$$\begin{aligned} \bar{\varphi}_1^-(z) &= \frac{p(l^2 - 2z^2)}{R(\alpha+1)\sqrt{\beta-z^2}} + \frac{2i\mu z}{R(\alpha+1)} + \frac{N_0}{2\pi\sqrt{\beta-z^2}}, \\ N(z) &= \frac{2p(l^2 - 2z^2)}{R(\alpha+1)\sqrt{\beta-z^2}} + \frac{N_0}{\pi\sqrt{\beta-z^2}}. \end{aligned} \quad (2.1)$$

После этого из (1.2) с использованием (1.6) и (1.8) находим давление $N(t)$ под штампом (во втором приближении).

Допустим, сила N_0 недостаточна для того, чтобы деформировать упругую среду вдоль отрезка $[-l, l]$, и найдем неизвестный участок контакта $[-l_1, l_1]$. Из условия $N(\pm l_1) = 0$ получим

$$l_1 = \sqrt{\frac{N_0 R (\kappa + 1)}{2 \pi \mu}}. \quad (2.5)$$

Соответствующая данному l_1 функция $N(t)$ дается формулой

$$N(t) = \frac{4 \mu \sqrt{l_1^2 - t^2}}{R(\kappa + 1)} + \frac{\mu \sqrt{l_1^2 - t^2}}{\pi R^2 (\kappa + 1)} \left(2l_1 + t \ln \frac{l_1 - t}{l_1 + t} \right). \quad (2.6)$$

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

(Получено 2.7.1981)

საბჭოთა კავშირი

© 1982

საბჭოთა კავშირი ნაგებობების სარკვევითი მუშაოების შედეგების გამოცემის კომისია

1982

პრეტული დეფორმაციის პირობებში შესწავლილია ხისტი შეკმევების წინააღმდეგობის ძირითადი პირობები და მათი გამოყენება რკვევითი მუშაოს სარკვევით.

THEORY OF ELASTICITY

L. G. DOBORJINIDZE

SOLUTION OF THE PROBLEM OF PRESSURE OF RIGID PROFILES AT THE BOUNDARY OF A NONLINEARLY ELASTIC HALF-PLANE

Summary

The equilibrium problem of a system of rigid punches at the boundary of a nonlinearly elastic half-plane of a harmonic material is investigated under plane strain conditions.

საბჭოთა კავშირი — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. F. John. *Communications on Pure and Applied Mathematics*, 13, № 2, 1960.
2. И. И. Мусхелишвили. *Некоторые основные задачи математической теории упругости*. М., 1968.
3. Л. Г. Доборджинидзе. *Труды ГПИ им. В. И. Ленинка*, № 5 (226), 1980.
4. М. И. Акимов. *О функции Вейерштрасса и ее приложениях в механике*. Л., 1929.

Э. И. КИСТАВРИ

ПРИМЕНЕНИЕ ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ ДЕКОМПОЗИЦИИ
 ДИСКРЕТНЫХ МАРКОВСКИХ ПРОЦЕССОВ ДЛЯ ВЫЧИСЛЕНИЯ
 СТАЦИОНАРНЫХ ВЕРОЯТНОСТЕЙ

(Представлено академиком В. В. Чингадзе 15.12.1980)

В различных теоретических и практических задачах мы сталкиваемся с вычислением стационарных вероятностей $p = \lim_{n \rightarrow \infty} x_i^{(n)}$ дискретного марковского процесса (ДМП) $\xi(n)$ с множеством состояний $I = \{1, 2, 3, \dots\}$, начальным распределением $p = (p_i; i \in I)$ и стохастической матрицей $P = (p_{ij}; i, j \in I)$. Стационарное распределение этого процесса $p = (p_i; i \in I)$ находится решением системы

$$\begin{aligned} p(P - E) &= 0, \\ \sum_{i \in I} p_i &= 1, \end{aligned} \quad (1)$$

где $E = (e_{ij}; i, j \in I)$, а e_{ij} — символ Кронекера. Если число состояний ДМП $\xi(n)$ велико, то решение этой системы становится практически непреодолимой задачей. Поэтому, подход к этому вопросу целесообразно искать с какой-нибудь другой стороны.

Ниже мы используем понятие укрупняемости [1], а также гомоморфной [2] и изоморфной [3, 4] параллельной декомпозиции ДМП.

Кронекерово произведение $A \otimes B$ произвольных матриц $A = (a_{ij}; i, j \in I)$ и $B = (b_{kl}; k, l \in J)$ имеет вид

$$A \otimes B = \begin{bmatrix} a_{11}B, a_{12}B, \dots, a_{1m}B, \dots \\ a_{21}B, a_{22}B, \dots, a_{2m}B, \dots \\ \dots \\ a_{n1}B, a_{n2}B, \dots, a_{nm}B, \dots \end{bmatrix}. \quad (2)$$

Аналогично определяется кронекерово произведение векторов или нескольких матриц. При этом нетрудно доказать, что

$$\prod_{p=1}^n [A_p^r \otimes A_p^r \otimes \dots \otimes A_p^r] = \prod_{p=1}^n A_p^r \otimes \prod_{p=1}^n A_p^r \otimes \dots \otimes \prod_{p=1}^n A_p^r. \quad (3)$$

Пусть ДМП $\xi(n)$ укрупним по разбиению Θ , а P_Θ — стохастическая матрица укрупненного ДМП. Тогда легко видеть, что

$$(P_\Theta)^n = (P^n)_\Theta. \quad (4)$$



Лемма. Если $\lim_{n \rightarrow \infty} P_n^k = G_k$, $k = \overline{1, m}$, тогда

$$\lim_{n \rightarrow \infty} (P_1 \otimes P_2 \otimes \dots \otimes P_m)^n = G_1 \otimes G_2 \otimes \dots \otimes G_m$$

и

$$\lim_{n \rightarrow \infty} [(P_1 \otimes P_2 \otimes \dots \otimes P_m)^n]_0 = (G_1 \otimes G_2 \otimes \dots \otimes G_m)_0 \quad (6)$$

Доказательство. Из (3) следует, что $(P_1 \otimes P_2 \otimes \dots \otimes P_m)^n = P_1^n \otimes P_2^n \otimes \dots \otimes P_m^n$, откуда справедливость (6) очевидна.

Преобразуем левую часть соотношения (6) согласно (4) и (5):

$$\begin{aligned} \lim_{n \rightarrow \infty} [(P_1 \otimes P_2 \otimes \dots \otimes P_m)^n]_0 &= \lim_{n \rightarrow \infty} [(P_1 \otimes P_2 \otimes \dots \otimes P_m)^n]_0 = \\ &= [\lim_{n \rightarrow \infty} (P_1 \otimes P_2 \otimes \dots \otimes P_m)^n]_0 = (G_1 \otimes G_2 \otimes \dots \otimes G_m)_0 \end{aligned}$$

Пусть вектора $p^{(k)} = (p_{i_k}^{(k)}; i_k \in I_k)$ будут стационарными распределениями ДМП $\xi_k(n)$, $k = \overline{1, m}$, имеющие множества состояний I_k и стохастические матрицы P_k , $k = \overline{1, m}$, т. е. $p^{(k)}$ является решением системы

$$\begin{aligned} p^{(k)} [P_k - E_k] &= 0, \\ \sum_{i_k \in I_k} p_{i_k}^{(k)} &= 1, \quad k = \overline{1, m}. \end{aligned} \quad (7)$$

Теорема. Если ДМП $\xi(n)$ допускает параллельную гомоморфную декомпозицию на ДМП $\xi_k(n)$, $k = \overline{1, m}$, тогда его стационарное распределение p определяется равенством

$$p = [p^{(1)} \otimes p^{(2)} \otimes \dots \otimes p^{(m)}]_0 \quad (8)$$

где p и $p^{(k)}$, $k = \overline{1, m}$ являются решениями систем (1) и (7), а Θ — различные компоненты ДМП $\xi_k(n)$, $k = \overline{1, m}$, определяют ДМП изоморфной $\xi(n)$.

Доказательство. При выполнении условий теоремы $P = P_1 \otimes P_2 \otimes \dots \otimes P_m$ и $E = (E_1 \otimes E_2 \otimes \dots \otimes E_m)_0$, поэтому $(P_1 \otimes P_2 \otimes \dots \otimes P_m)^n = (P_1 \otimes P_2 \otimes \dots \otimes P_m)^n (P_1 \otimes P_2 \otimes \dots \otimes P_m)_0$ и согласно (6) имеем $(G_1 \otimes G_2 \otimes \dots \otimes G_m)_0 (P_1 \otimes P_2 \otimes \dots \otimes P_m)_0 = (G_1 \otimes G_2 \otimes \dots \otimes G_m)_0$. В матрице $G_1 \otimes G_2 \otimes \dots \otimes G_m$ все строки единичны и равны $p^{(1)} \otimes p^{(2)} \otimes \dots \otimes p^{(m)}$, поэтому из последнего равенства следует, что $[p^{(1)} \otimes p^{(2)} \otimes \dots \otimes p^{(m)}]_0 (P_1 \otimes P_2 \otimes \dots \otimes P_m)_0 = [p^{(1)} \otimes p^{(2)} \otimes \dots \otimes p^{(m)}]_0 (E_1 \otimes E_2 \otimes \dots \otimes E_m)_0$, откуда вытекает, что (8) в самом деле является решением системы (1).

Следствие 1. Пусть ДМП $\xi(n)$ допускает параллельную изоморфную декомпозицию с покрытием на ДМП $\xi_k(n)$, $k = \overline{1, m}$ и подмножество B множества $I_1 \otimes I_2 \otimes \dots \otimes I_m$ композиции $\xi_k(n)$, $k = \overline{1, m}$ определяет ДМП изоморфной $\xi(n)$. Тогда стационарное распределение ДМП $\xi(n)$ имеет вид:

$$p = \left[\prod_{k=1}^m p_{i_k}^{(k)}; (i_1, i_2, \dots, i_m) \in B \right]$$

Следствие 3. Пусть ДМП $\xi(n)$ допускает параллельную изоморфную декомпозицию без покрытия на ДМП $\xi_k(n)$.

Тогда его стационарное распределение определяется

$$p = p^{(1)} \otimes p^{(2)} \otimes \dots \otimes p^{(m)}.$$

Замечание. Стационарное распределение ДМП с непрерывным временем $\xi(t)$, $t \in [0, +\infty)$ определяется решением системы $p[P'(0) - \lambda E] = 0$, где $P'(0)$ — соответствующая инфинитезимальная матрица. В работах [3, 4] исследована параллельная декомпозиция ДМП $\xi(t)$ при помощи инфинитезимальной матрицы $P'(0)$.

Опираясь на результаты работы [3, 4], вышеприведенные результаты легко обобщаются для ДМП с непрерывным временем.

Академия наук Грузинской ССР

Институт кибернетики

(Получено 19.12.1980)

0013-788X/81

3. 01630040

პარალელური დეკომპოზიციის გამოყენება დისკრეტული მარკოვის პროცესების სტაციონარულ ალბათობების გამოსათვლელად

ბ. კისტაური

დისკრეტული მარკოვის $\xi(n)$ პროცესის სტაციონარული ალბათობები მოიხსნება ერთგვაროვან ალგებრულ განტოლებათა $p(P - E) = 0$ სისტემის ამოხსნით, სადა $p = (p_i; i \in I)$, $P = (P_{ij}; i, j \in I)$, $E = (E_{ij}; i, j \in I)$, ხოლო I შესაბამის მდგომარეობათა სიმრავლე. თუ სწორედ I პროცესი უწყვეტ მარკოვლის მოძიობიერად ამ მარკოვლის მოძიობიერად დეკომპოზიციის დაფუძვლით დაფუძვლილ ვარაუდს, მაშინ აღნიშნულ განტოლებათა სისტემის ამოხსნა ფაქტობრივად უფრო ნაკლებ ხარისხის განტოლებათა სისტემის ამოხსნაზე, რას უშვებდაც ადვილად ავიხსნათ სტაციონარული ალბათობების ეკვივალენტი.

CYBERNETICS

E. I. KISTAUERI

APPLICATION OF PARALLEL DECOMPOSITION OF DISCRETE MARKOVIAN PROCESSES TO THE CALCULATION OF STATIONARY PROBABILITIES

summary

Stationary probabilities p_i of discrete Markovian processes (DMP) $\xi(n)$, $n = 1, 2, 3, \dots$ are calculated by the solution of homogeneous algebraic equations $p(P - E) = 0$, where $p = (p_i; i \in I)$, $P = (P_{ij}; i, j \in I)$, $E = (E_{ij}; i, j \in I)$, and I is a set of states.



It is proved that if original DMP allow parallel homomorphic or isomorphic decomposition with or without covering, then the solution of the given system reduces to the solution of several systems of DMP, from which the vector ρ is constructed easily.

СЮЖЕТНО-ТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ — LITERATURA — REFERENCES

1. S. H. Kustauri. *Sobremennye AN GOSR*, 82, № 2, 1976.
2. S. H. Kustauri. *Sobremennye AN GOSR*, 102, № 2, 1980.
3. S. H. Kustauri. *Kybernetika*, № 3, 1977.
4. S. H. Kustauri. *BIHISTIA*, № 3364—77, 1977.

А. А. ХЕЛАНШИВИЛИ

РЕЛЯТИВИСТСКИЕ УРАВНЕНИЯ В СЛУЧАЕ БЕСКОНЕЧНО
 РАСТУЩИХ ПОТЕНЦИАЛОВ

(Представлено академиком А. Н. Таваддзе 13.2.1981)

Уравнение Дирака с бесконечно растущим центральным потенциалом, представляющим 4-ю компоненту вектора, имеет только непрерывный спектр [1], в чем находит свое проявление парадокс Клейна [2] при $V \rightarrow \infty$. Такая же ситуация наблюдается в уравнении Брейта [3]. Следствия из этого уравнения в нерелятивистском пределе широко применяются в задачах кваркония. Однако, само по себе, уравнение Брейта, как релятивистское, содержит противоречие. Поэтому важно иметь релятивистское уравнение с правильной асимптотикой для растущих потенциалов.

Известно [4, 5], что подключение скалярного взаимодействия наряду с векторным устраняет указанное противоречие в уравнении Дирака. Возникшая при этом физическая картина соответствует тому случаю, когда с внешним полем взаимодействует лишь большая компонента спинора Дирака. Естественно, поэтому, выяснить насколько эффективно работает подобный механизм в релятивистской проблеме двух тел.

Рассмотрим наиболее общее квазипотенциальное уравнение [6] для системы фермиона и антифермиона [7]

$$E \Psi(\vec{r}) - H_0(\vec{r}) \Psi(\vec{r}) - \Psi(\vec{r}) H_0(\vec{r}) = \Pi V(\vec{r}) \Psi(\vec{r}), \quad (1)$$

где $H_0(\vec{r}) = \vec{\alpha} \cdot \vec{p} + \beta m_0$, $\vec{p} = -i\vec{\nabla}$ и использована двусторонняя запись Куммера [8]. Здесь Π —оператор, который проецирует 16-компонентную волновую функцию $\Psi(\vec{r})$ на разные подпространства. Ниже будут рассмотрены следующие случаи:

$$(a) \quad \Pi V \Psi = \frac{1}{4} (1 + \beta) V \Psi (1 + \beta) = V f, \quad (2a)$$

$$(b) \quad \Pi V \Psi = \frac{1}{2} V (\Psi + \beta \Psi \beta) = V \Psi^{(+)}, \quad (2b)$$

Действуя последовательно на уравнение (1) матрицами β , можно составить удобные линейные комбинации для исключения из него «лишних» компонент. Особенно просто достигается цель в случае (2a).



Окончательное радиальное уравнение имеет вид

$$\Delta f_l - \frac{1}{2E-V} \left(\frac{d^2V}{dr^2} + \frac{2}{r} \frac{dV}{dr} + 2 \frac{dV}{dr} \frac{d}{dr} \right) f_l + \frac{E^2 - \kappa^2}{2E} \frac{(E+M)(E-M-V)}{2E-V} f_l = 0, \quad (2a)$$

где $f_l = f_l(r)$ — радиальная l -волна, $M = m_1 + m_2$, $\kappa = m_1 - m_2$.

Более сложно диагонализировать уравнение в случае (2б). Оно приводится к виду

$$\Delta \Psi^{(+)} + \frac{E^2 - \kappa^2}{4E} \left(E - V - \frac{M^2}{E - V} \right) \Psi^{(+)} = \frac{1}{2(E-V)} \left\{ \left(\Delta V + \frac{2}{r} \frac{dV}{dr} \frac{d}{dr} \right) \Psi^{(+)} + \frac{1}{r} \frac{dV}{dr} (\vec{\alpha} \vec{r}) (\vec{\nabla} \Psi^{(+)}, \vec{r}) \right\}. \quad (30)$$

Последний член пересчитывает верхние и нижние компоненты функции $\Psi^{(+)} = \text{diag}(\Psi_{10}, \Psi_{20})$. Используя разложение волновой функции по спин-угловым функциям [9]

$$\Psi_{10} = \chi(\theta) = F_{J+1}(r) \Phi_{J+1,0}^{(+)}(R) + G_{J+1}(r) \Phi_{J+1,0}^{(-)}(R), \quad \kappa = \frac{J}{r} \quad (4)$$

можно показать, что

$$(\vec{\alpha} \vec{r}) (\vec{\nabla} \Psi^{(+)}, \vec{r}) = \text{diag}(\alpha_+, \alpha_-), \quad (5)$$

где

$$\alpha_{\pm} = \Phi_{J+1,0}^{(\pm)} \left\{ -\frac{1}{2J+1} \left(\frac{d}{dr} - \frac{J-1}{r} \right) F_{J+1} + \frac{2\sqrt{J(J+1)}}{2J+1} \left(\frac{d}{dr} + \frac{J+2}{r} \right) G_{J+1} \right\} + \Phi_{J+1,0}^{(\mp)} \left\{ \frac{2\sqrt{J(J+1)}}{2J+1} \left(\frac{d}{dr} - \frac{J-1}{r} \right) F_{J+1} + \frac{1}{2J+1} \left(\frac{d}{dr} + \frac{J+2}{r} \right) G_{J+1} \right\}. \quad (6)$$

Используя это, а также разложение (4) в (3б), можно получить систему радиальных уравнений. Она имеет громоздкий вид, но заметно упрощается для $J=0$. В этом случае $F_{J+1} = 0$ и

$$\alpha_{\pm} = \Phi_{10}^{(\pm)}(R) \left(\frac{d}{dr} + \frac{2}{r} \right) G_{J+1}.$$

Тогда приходим к следующим радиальным уравнениям:

$$\left(\frac{d^2}{dr^2} + \frac{2}{r} \frac{d}{dr} - \frac{2}{r^2} \right) G_{\pm} - \frac{1}{2(E-V)} \left(\frac{d^2V}{dr^2} + \frac{2}{r} \frac{dV}{dr} + 2 \frac{dV}{dr} \frac{d}{dr} \right) G_{\pm} + \frac{E^2 - \kappa^2}{4E} \left(E - V - \frac{M^2}{E - V} \right) G_{\pm} \pm \frac{1}{2(E-V)} \frac{dV}{dr} \left(\frac{d}{dr} + \frac{2}{r} \right) G_{\pm} = 0, \quad (7)$$

где $G_{\pm} = G_1 \pm G_2$.

Обсудим теперь свойства полученных уравнений в случае бесконечно растущих потенциалов $V(\infty) = \infty$.



Уравнение (3а) в пределе $r \rightarrow \infty$ дает

$$\frac{d^2 f_1}{dr^2} + \frac{E^2 - \alpha^2}{2E} (E + M) f_1 = 0, \quad (8)$$

т. е. отсутствует потенциал, поэтому нет падающей асимптотики при $E^2 > \alpha^2$ и не обеспечивается конфинмент.

С другой стороны, уравнение (7) при $r \rightarrow \infty$ дает

$$\frac{d^2 G_2}{dr^2} - \frac{E^2 - \alpha^2}{4E} V G_2 = 0, \quad (9)$$

откуда видно, что для $E^2 > \alpha^2$ уравнение имеет убывающую асимптотику. Например, если взять линейный потенциал, $V = \alpha r$, то решением уравнения (9) будет, как и в нерелятивистском случае, функция Эйры

$$G_2 = Ai(\xi), \quad \xi = r \sqrt{\frac{\alpha(E^2 - \alpha^2)}{4E}}, \quad (10)$$

которая имеет асимптотику [10]

$$Ai(\xi) \Big|_{\xi \rightarrow \infty} \sim \xi^{-1/4} \exp\left(-\frac{2}{3} \xi^{3/2}\right). \quad (11)$$

Кроме того, легко показать, что для обычных убывающих потенциалов рассмотренные нами уравнения (3а) и (7) имеют правильную асимптотику, а в нерелятивистском пределе сводятся к одному и тому же уравнению Шредингера. Однако для растущих потенциалов нужно отдать предпочтение уравнению (7), которое соответствует случаю (2б). Легко видеть, что использование проектора (2б) отвечает исключительно скалярного взаимодействия наряду с векторным, равным ему весом.

Тбилисский государственный университет
Институт физики высоких энергий

(Получено 27.2.1981)

□□□□□

ა. კობახიძე

საქართველოს საბჭოთაო სსრ-ის მეცნიერებათა აკადემიის
ფიზიკის ინსტიტუტის უმაღლესი განყოფილება

ს. 571-573

საგვარამუდო, რომ შესაძლებელია უბრალოდ ენერგიის კონსერვაციის
სადაც ფიზიკის ინსტიტუტის უმაღლესი განყოფილებაში უბრალოდ
და უბრალოდ უმაღლესი განყოფილებაში და უბრალოდ უმაღლესი განყოფილებაში
და უბრალოდ უმაღლესი განყოფილებაში.


 0471363-44
 PHYSICS

303201701033

A. A. KHELASHVILI

 RELATIVISTIC EQUATIONS FOR INFINITELY RISING CENTRAL
 POTENTIALS

Summary

It is shown that for infinitely rising central potentials the correct fermion-antifermion relativistic equation must contain equally mixed vector and scalar interactions.

0060428046 — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. F. Gürsey, L. Pittner *J. Phys. A:Math. Gen.*, **11**, 1978, 687.
2. O. Klein *Z. Physik*, **53**, 1929, 157.
3. W. Krolkowski, A. Turaki, J. Rzewuski *Wroclaw Preprint*, 463, 1978.
4. D. W. Rein *Nuovo Cim.*, **39A**, 1977, 19.
5. E. Magyary *Phys. Lett.*, **95B**, 1980, 295.
6. A. A. Logunov, A. N. Tavkhelidze *Nuovo Cim.*, **29**, 1963, 380.
7. A. A. Khelashvili *Сообщения ОИЯИ*, P3-4327. Дубна, 1969.
8. W. Kummer *Nuovo Cim.*, **31**, 1964, 219.
9. M. B. Margvelashvili, A. A. Khelashvili *Труды ТГУ*, **196**, 1978, 47.
10. З. Фламерг *Задачи по квантовой механике*, т. I, М., 1974.

საბჭოთაო მეცნიერებათა აკადემიის ბულეტენი

В. Ш. ГОГОХИЯ

АСИМПТОТИЧЕСКАЯ ФОРМУЛИРОВКА МЕТОДА ЭТАЛОННОГО УРАВНЕНИЯ

(Представлено академиком А. Н. Тавозадзе 23.3.1981)

Многие интересные задачи квантовой теории поля, физики элементарных частиц можно свести к дифференциальным уравнениям второго порядка в импульсном или координатном пространствах [1, 2]. Общий вид этих уравнений, записанных в нормальной форме, можно представить следующим образом:

$$\frac{d^2 f(x)}{dx^2} + (q(x) + \lambda^2 \gamma(x) + \lambda^4 r(x)) f(x) = 0, \quad (1)$$

где x — безразмерная импульсная или координатная переменная; $q(x)$, $\gamma(x)$, $r(x)$ — аналитические функции, которые могут зависеть от физически интересных параметров соответствующих задач, например энергии, углового момента и т. д.; λ_0 — предположительно большой параметр, например — константа связи. Нули и простые полюсы выражения $\lambda^2 \gamma(x) + \lambda^4 r(x)$ называются точками перехода уравнения (1), которые отделяют области экспоненциального от областей осциллирующего поведения решений.

В данной работе предлагается итерационная схема метода эталонного уравнения (МЭУ), позволяющего находить решения уравнения (1) в виде асимптотических рядов по обратным степеням предположительно большого параметра λ^2 . Идея метода довольно проста: приблизительно одинаковые дифференциальные уравнения имеют приблизительно одинаковые решения [3, 4]. Уравнение

$$\frac{d^2 V(x)}{dx^2} + (Q(x) + \lambda^2 \Gamma(x) + \lambda^4 R(x)) V(x) = 0 \quad (2)$$

назовем эталонным по отношению к уравнению (1), если: 1) решения $V(x)$ известны аналитически (т. е. выражаются через хорошо изученные специальные функции) или, в крайнем случае, численно; 2) эталонные функции $Q(x)$, $\Gamma(x)$ и $R(x)$ зависят от x приблизительно так же как $q(x)$, $\gamma(x)$ и $r(x)$ зависят от x , соответственно; 3) выражение $\lambda^2 \Gamma(x) + \lambda^4 R(x)$ правильно воспроизводит положение точек перехода исходного уравнения. Если это невозможно сделать с помощью одного эталонного уравнения, то используют несколько эталонных уравнений для каждой точки перехода отдельно, а затем свивают решения в области перекрытия.



Будем искать решение (1) в виде

$$f(x) = \left(\frac{dx}{dt}\right)^{-1/2} V(x), \quad \sigma = \sigma(x).$$

Подставляя (3) в (1) и используя (2) получаем уравнение для $\tau(x)$:

$$\begin{aligned} \left(\frac{dx}{dt}\right)^2 R(x) = r(x) + \frac{1}{2^2} \left[\gamma(x) - \left(\frac{dx}{dt}\right)^2 \Gamma(x) \right] + \\ + \frac{1}{2^4} \left[\Pi(\sigma, x) + q(x) - \left(\frac{dx}{dt}\right)^2 Q(x) \right], \end{aligned} \quad (4)$$

где «справочный член» $\Pi(\sigma, x)$ можно выразить через так называемую производную Шварца [5]:

$$\begin{aligned} \Pi(\sigma, x) = -\frac{1}{2} (\sigma, x) = \left(\frac{dx}{dt}\right)^{1/2} \frac{d^2}{dx^2} \left(\frac{dx}{dt}\right)^{-1/2} = \\ = -\frac{1}{2} \left[\frac{\sigma''}{\sigma'} - \frac{3}{2} \left(\frac{\sigma'}{\sigma'}\right)^2 \right]. \end{aligned} \quad (5)$$

Здесь и далее штрих обозначает дифференцирование по x ($\sigma' = d\sigma/dx$). Будем искать решение уравнения (4) для $\sigma(x)$ в виде формального ряда по обратным степеням λ^2 .

$$\sigma(x) = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{1}{\lambda^{2n}} \sigma_{2n}(x) = \sigma_0(x) + \frac{1}{\lambda^2} \sigma_2(x) + \dots \quad (6)$$

Подставляя далее это разложение в $Q(x)$, $\Gamma(x)$ и $R(x)$ и производя переразложение в ряд по степеням λ^{-2} , получим

$$Q(x) = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{1}{\lambda^{2n}} Q_{2n}(x) = Q_0(x) + \frac{1}{\lambda^2} Q_2(x) + \dots \quad (7)$$

и аналогичные ряды для $\Gamma(x)$ и $R(x)$. Конкретная зависимость $Q_{2n}(x) = Q_{2n}(\sigma_0, \sigma_2, \dots, \sigma_{2n})$ и соответственно $\Gamma_{2n}(x)$ и $R_{2n}(x)$ определяется набором функций $Q(x)$, $\Gamma(x)$ и $R(x)$ и, очевидно, не может быть найдена в общем случае.

Подставляя далее разложение (6) в выражение для «справочного члена» (5), получаем

$$\Pi(\sigma, x) = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{1}{\lambda^{2n}} \Pi_{2n}(\sigma_0, x) = \Pi_0(\sigma_0, x) + \frac{1}{\lambda^2} \Pi_2(\sigma_0, \sigma_2, x) + \dots \quad (8)$$

где коэффициенты разложения $\Pi_{2n}(\sigma_0, \sigma_2, \dots, \sigma_{2n}, x)$ определяются из следующей системы рекуррентных соотношений:

$$\Pi_2(\sigma_0, x) = -\frac{1}{2} \left[\frac{\sigma_0'''}{\sigma_0'} - \frac{3}{2} \left(\frac{\sigma_0'}{\sigma_0'}\right)^2 \right], \quad (9)$$

$$\sum_{l=0}^n (3 a_{1l}^* a_{0l}^* - 2 a_{0l}^* a_{1l}^* - 4 \Pi_{2l-1} a_{0l}) = 0, \quad (10)$$

где

$$a_{nl} = \sum_{i=0}^l a_n^* a_{i0}^* \quad n = 1, 2, 3, \dots \quad (11)$$

Подставляя разложения (6)–(8) в основное уравнение МЭУ (4) и приравнивая далее коэффициенты при одинаковых степенях λ^{-2} , получаем бесконечную систему нелинейных, неоднородных дифференциальных уравнений первого порядка для функций $a_m(x)$, которую можно решать последовательным путем, т. е. найдя из первого уравнения $a_0(x)$, подставляя далее найденное решение во второе уравнение для $a_2(x)$ и т. д.

$$(a_0')^2 R_0(a_0) = r(x),$$

$$(a_0')^2 \Gamma_0(a_0) + a_0 R_2(a_0, a_0') + a_2 R_0(a_0) = \gamma(x),$$

$$(a_0')^2 Q_2(a_0) + a_0 \Gamma_2(a_0, a_2) + a_2 \Gamma_0(a_0) + a_0 R_4(a_0, a_0', a_0'') + \\ + a_2 R_2(a_0, a_0') + a_4 R_0(a_0) = q(x) + \Pi_2(a_0, x), \quad (12)$$

$$\sum_{l=0}^n a_{2l} R_{2l-1} + \sum_{l=0}^{n-1} a_{2l} \Gamma_{2l-1} = \sum_{l=0}^{n-2} a_{2l} Q_{2l-1} + \Pi_{2n-1}$$

где $n = 3, 4, 5, \dots$, а a_{2n} определяется выражением (11).

Система (12) должна быть дополнена условием совпадения точек перехода (эквивалентные точки) уравнений (1) и (2), которое играет роль граничного условия.

В заключение следует отметить, что если эталонные функции $Q(x)$, $\Gamma(x)$ и $R(x)$ достаточно хорошо воспроизводят аналитические и асимптотические свойства исходных функций $q(x)$, $\gamma(x)$ и $r(x)$, то уже в первом нетривиальном приближении $\varphi(x) = a_0(x) + \dots$ можно добиться того, чтобы $\sigma'(x)$ была везде конечной ($\sigma'(x) \neq 0, \infty$).

Поэтому явление Стокса не возникает и нет никакой проблемы с формулами связи, возникающей в обычной JWKB-теории [6]. Стандартный JWKB-метод является частным случаем МЭУ и отражает лишь знаковое поведение исходных функций $q(x)$, $\gamma(x)$ и $r(x)$, соответственно.

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

(Поступило 27.3.1981)



საქართველოს
საბჭოთაო მეცნიერებათა
აკადემია

ა. ზურაბიძე

საბჭოთაული მათემატიკის ინსტიტუტის თბილისის განყოფილება

მათემატიკა

შრომში ფორმულირებულია ეტალონური განტოლების მეთოდი, რომელიც იძლევა შესაძლებლობას დიფერენციალური განტოლების ამონაწერად წარმოვადგინოთ ასიმპტოტური მწკრივის სახით დიდი პარამეტრის შეზღუდვებულ ხარისხებზე.

PHYSICS

V. Sh. GOGOKHIA

ASYMPTOTIC FORMULATION OF THE COMPARISON EQUATION METHOD

Summary

A formal theory of the comparison equation method, which allows to represent the solution of differential equations as an asymptotic series of inverse powers of a large parameter, is considered.

საბჭოთაული — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. A. A. Logunov, A. N. Tavkhelidze. *Novo Sim.*, 29, 1963, 389.
2. V. Sh. Gogokhia. *Preprint ONIIN*, P2-80-170. Dushanbe, 1969.
3. T. M. Черри. *Математика*, 9-4, 1965, 87.
4. V. Sh. Gogokhia, L. P. Mavlo, A. T. Фидлишва. *ТМФ*, 27, 1970, 323.
5. Г. Вейтман, А. Эрдейи. *Высшие трансцендентные функции*, т. I, М., 1965.
6. Л. Н. Пономарев. *Preprint ИТФ-67-53*. Киев, 1968.

З. С. КАЧЛИШВИЛИ, Ф. Г. ЧОМБЕРИДZE

ПОВОРОТ ПЛОСКОСТИ ПОЛЯРИЗАЦИИ СВЕТА, ПРОХОДЯЩЕЙ ЧЕРЕЗ ПОЛУПРОВОДНИК, ПОМЕЩЕННЫЙ В МАГНИТНОМ ПОЛЕ, ПРИ НАЛИЧИИ ФОНОННОГО РАЗОГРЕВА И РЕКОМБИНАЦИОННОГО ЭФФЕКТА

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. А. Харати 23.4.1981)

Поворот плоскости поляризации света, проходящей через полупроводник, помещенный в магнитном поле, был исследован в [1—3].

В работах [1, 2] рассматривается «низкочастотный» случай $\omega\tau \ll 1$, где ω — частота подающей электромагнитной волны, а τ — время релаксации импульса.

В этом случае угол поворота [2]

$$\alpha = \frac{L}{2\pi c} \omega_s \omega_p^2 \langle \dots \rangle,$$

где L — толщина образца; n — показатель преломления; $\omega_s = \frac{eH}{m^*c}$ — циклотронная частота; $\omega_p = \sqrt{\frac{4\pi e^2 N}{m^*}}$ — плазменная частота; N — концентрация свободных носителей, символ $\langle \dots \rangle$ означает усреднение в теории кинетических явлений.

В [1] было показано, что в слабом разогреве $\alpha \sim E^2$, а в сильном разогреве [2] (когда рассеяние импульса происходит на вызвольтрических и деформационных акустических фоновых) $\alpha \sim \frac{1}{E}$, во в обоих случаях концентрация свободных носителей считается постоянной.

В высокочастотном случае $\omega\tau \gg 1$, $\omega_s \tau \gg 1$ [2]

$$\alpha = \frac{L \omega_s \omega_p^2}{2\pi c (\omega_s^2 - \omega^2)},$$

а не зависит от механизма рассеяния.

В [3] была получена полевая зависимость угла поворота в этом случае, обусловленная полевой зависимостью концентрации свободных носителей.

Во всех этих работах предполагается, что электроны взаимодействуют с равновесными фонанами.

Горячие электроны, взаимодействуя только с длинноволновыми фононами (ДФ), могут вывести их от термодинамического равновесия, что в свою очередь может изменить зависимость угла поворота от температуры и напряженности магнитного поля.

В настоящей работе «в низкочастотном» случае исследуется влияние рекомбинационных эффектов на повороте при фоновом разогреве. Предполагается, что ДФ распределены по Планку с электронной температурой T_e .

В этом случае для угла поворота получим

$$\frac{\alpha}{\alpha_0} = \frac{N}{N_0} \Theta^{r-1},$$

где $\Theta = \frac{T_e}{T}$; α_0 и N_0 — угол поворота и концентрация при термодинамическом равновесии (значения параметра r для разных механизмов рассеяния импульса даются в [4]).

Рассмотрим случай, когда время жизни свободных носителей тока контролируется их захватом разнозаряженными центрами. В этом случае, при выполнении условий разогрева ДФ ($\tau_{12} \gg \tau_{11}$; τ_{12} — время взаимодействия электронов с ДФ; τ_{11} — время фонон-фононного взаимодействия); $\frac{N}{N_0}$ было вычислено в [5]. В итоге получим

$$\frac{\alpha}{\alpha_0} = \Theta^{r+1} \left(1 + \frac{\Theta_0}{\Theta} \right) \exp \left(-\frac{\Theta_0}{\Theta} \right),$$

где

$$\Theta_0 = \frac{I}{KT}.$$

Отсюда видно, что при рассеянии импульса на пьезоэлектрических акустических фононах ($r=0$)

$$\frac{\alpha}{\alpha_0} = (\Theta + \Theta_0) \exp \left(-\frac{\Theta_0}{\Theta} \right).$$

С увеличением Θ α растет, но при рассеянии импульса на деформационных акустических фононах ($r=-1$)

$$\frac{\alpha}{\alpha_0} = \frac{1}{\Theta} \left(1 + \frac{\Theta_0}{\Theta} \right) \exp \left(-\frac{\Theta_0}{\Theta} \right).$$

С увеличением Θ α падает.

В случае сильного разогрева ($\Theta \gg 1$) при рассеянии импульса на пьезоэлектрических и деформационных акустических фононах, согласно результатам работ [5], Θ — растущая функция E .

Как известно, в полупроводниках типа *IaVb* при температуре решетки $T \ll Q$ (где Q — температура Дебая) идет конкуренция между деформационным и пьезоэлектрическим взаимодействиями. При до-

статочной низких температурах решетки и не слишком сильных магнитных полях преобладает пьезоэлектрическое взаимодействие, а с ростом электрического поля начинает преобладать деформационное взаимодействие.

Таким образом, с учетом фононного разогрева и рекомбинационного эффекта в сильных электрических полях угол поворота поляризации увеличивается, достигает максимума и падает.

Тбилисский государственный университет

(Получено 19.6.1981)

ფიზიკა

ზ. საჩაღიშვილი, ფ. გ. ჩუმბურიძე

გაგანიტობა ველზე მონათესაებელ ნახევარგამტარებში გაყვანილ სიხარულზე, არეზონანსიის სიხარულის მონათესაე ფონონების გათხრობისა და რეკომბინაციით ველებების პლემონისა.

კვლევა

ამოკვლეულია სწინააღმდეგე ნაწილ დაშტტული მონათესაების ველზე ფენის გათხრობების სიხარული და ფონონების ველებების გათხრობა. მონათესა ველში მოთავსებულ ნახევარგამტარში ვამეული სწინააღმდეგე პლემონის სიხარულის მონათესაების კვლევის ველისაგან დაშტტებულიებაზე.

PHYSICS

Z. S. KACHLISHVILI, F. G. CHUMBURIDZE

THE ROTATION OF THE PLANE OF POLARIZATION OF LIGHT PASSING THROUGH A SEMICONDUCTOR EMBEDDED IN A MAGNETIC FIELD IN THE PRESENCE OF PHONON HEATING AND THE RECOMBINATION EFFECT

Summary

The influence of the trapping of current carriers by the opposite-charged ions of the admixtures as well as the influence of phonon heating on the field-dependence of the rotation angle of the polarization plane of light passing through a semiconductor embedded in a magnetic field has been investigated.

საზიარებელი — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Ю. В. Гуляев. ЖЭТФ. Письма в редакцию, т. 1, № 3, 1965, 11.
2. А. В. Субашнев. ФТТ, т. 7, № 3, 1965, 336.
3. З. С. Качаღიშვილი. ФТТ, т. 14, № 5, 1972, 1527.
4. T. G. Gegeshkori, Z. S. Kachlishvili, Phys. stat. sol. (a), vol. 43, No 2, 1977, 513.
5. T. G. Gegeshkori. Автореферат канд. дисс. Тбилиси, 1978.

М. Н. ДЖИБЛАДZE, Б. С. ЛЕЖАВА, Э. Г. ЭСНАШВИЛИ,
Р. А. ПЕТРЕНКО

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ НА ПОРОГ ГЕНЕРАЦИИ СТЕКЛОВОЛОКОННОГО НЕОДИМОВОГО ЛАЗЕРА

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. И. Савадзе 3.7.1981)

В работах [1—3] нами было показано, что неодимовый стекловолоконный лазер излучает периодические гигантские импульсы генерации благодаря автомодуляции добротности за счет поглощающих коротковолновых центров окраски, возникающих в стекле под действием фиолетовой части спектра накачки. Ясно, что эти центры окраски должны влиять на величину порога генерации волоконных лазеров.

В настоящей работе приведены результаты исследования порога генерации стекловолоконных неодимовых лазеров при температурах 78—500 К и показано влияние коротковолновых центров окраски на генерационные свойства волоконных лазеров.

Эксперименты проводились для силикатных и фосфатных стекловолокон длиной 140 см и диаметром 40 мкм. Волокна возбуждались с помощью импульсных газоразрядных ламп.

Известно [1—3], что концентрации коротковолновых центров окраски, возникающих в силикатных стеклах под действием импульсной лампы, может быть уменьшена фильтрацией фиолетовой части спектра накачки водным раствором $K_2Cr_2O_7$ (хромовой соли). В проведенных нами экспериментах исследовались стекловолоконные неодимовые лазеры, изготовленные из силикатного стекла (в котором возникают коротковолновые центры окраски) и из фотоустойчивых фосфатных стекол, в которых центры окраски практически отсутствуют.

Исследование порога генерации стекловолоконных лазеров при комнатной температуре показало, что для силикатных волокон порог генерации E_p резко уменьшается с ростом концентрации фильтрующего раствора $K_2Cr_2O_7$ (рис. 1, кривая а), тогда как для фосфатных волокон порог остается постоянным (рис. 1, кривая б). Как видно, при концентрации $K_2Cr_2O_7$ более 100 мг/л зависимость порога генерации от концентрации C отсутствует также и для силикатных волокон. Необходимо отметить, что в силикатных волоконных лазерах при фильтрации света накачки водным раствором с концентрацией $C \gg 100$ мг/л, так же как и в фотоустойчивых фосфатных волоконных лазерах, в излучении наблюдаются хаотические вспышки генерации, что указывает на практическое отсутствие поглощающих центров окраски [2, 3]. Разность между порогами генерации волоконных лазеров, изготовленных из силикатных и фосфатных стекол, можно объяснить различием в концентрациях водных и отличной друг от друга оптической неоднородностью.

Таким образом, проведенные нами эксперименты показали, что возникающие в силикатных волоконных коротковолновые центры окраски понижают порог генерации на 25%, превращая при этом режим генерации хаотических вспышек в режим периодических гигантских импульсов.



Так как время жизни короткоживущих центров окраски зависит от температуры стекла, то влияние центров окраски на генерационные характеристики неодимовых лазеров должно быть различным при различных температурах. Следовательно, представляется определенным интерес исследование зависимости порога генерации волоконного лазера от температуры, при отсутствии и присутствии центров окраски.

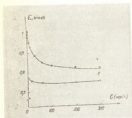


Рис. 1. Зависимость порога генерации волоконного неодимового лазера от концентрации фильтрующей части накачки: а — для силикатных стекловолоконных лазеров, б — для фосфатных стекловолоконных лазеров

Эксперименты проводились для силикатных волоконных лазеров в области температур 78—550K в двух вариантах: в первом варианте использовался отражатель из желтого стекла, который является фильтром для фиолетового излучения лампы накачки, и тем самым короткоживущие центры в стекле не возникали; во втором варианте использовался кварцевый отражатель и создавались условия для образования центров окраски во всем интервале температур. Охлаждение осуществлялось жидким азотом, а нагревание производилось индукционным нагревателем, помещенным рядом с активным волокном.

Проведенные эксперименты показали, что при отсутствии короткоживущих центров окраски в стекле порог генерации остается постоянным до температуры 350K (рис. 2, кривая 2), что связано с неоднородным уширением линии люминесценции неодима в стекле. Дальнейшее повышение температуры приводит к резкому увеличению порога генерации в несколько раз, что, по-видимому, связано с увеличением населенности на нижнем рабочем уровне активных атомов за счет бальмановского распределения, а то время как при температуре до 300°K она мала. В уравнениях кинетики населенности [4] это приводит к замене вероятности поглощения фотона накачки на $w(1) \rightarrow wd$, где

$$w_{12} = w_{21} \exp \left[-\frac{E_2 - E_1}{kT} \right]$$

—вероятность перехода с основного на нижний рабочий уровень.

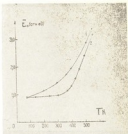
Эффективная мощность накачки приобретает вид

$$P(t) = P_0 + P \exp \left[-\frac{E_2 - E_1}{kT} \right].$$

Это уравнение хорошо описывает кривую 2 на рис. 2, при параметре $P=0,44 \cdot 10^{-4}$, учитывая, что для ионизма $E_2-E_1=2000 \text{ см}^{-1}=0,257 \text{ эВ}$.

Зависимость порога генерации от температуры в короткоживущих центрах окраски приведена на рис. 2. Кривая показывает увеличение порога генерации за счет поглощающих центров окраски. Необходимо отметить, что при температурах жидкого азота порог генерации при отсутствии и присутствии центров окраски совпадают. Это вызвано тем, что при уменьшении температуры край полосы поглощения смещается в длинноволновую область так,

Рис. 2. Зависимость порога генерации от температуры волокна: 1 — при присутствии центров окраски в стекле; 2 — при отсутствии центров окраски в стекле



что сечение захвата центров окраски убывает почти до нуля. Это подтверждается тем, что генерация волоконного лазера при температурах жидкого азота в присутствии центров окраски происходит практически непрерывно, т. е. возбужденная модуляция добротности практически отсутствует. С увеличением температуры волокна разность между пороговыми значениями при отсутствии и присутствии центров окраски монотонно растет, но при температурах свыше 350K эта разность снова уменьшается, что может быть объяснено следующим образом: во-первых, уменьшением доли влияния потерь за счет поглощения центрами окраски из-за резкого увеличения порога генерации при высоких температурах и, во-вторых, возможным уменьшением короткоживущих центров окраски вследствие уменьшения времени жизни с ростом температуры (электроны легче покидают вакансии в стекле).

Таким образом, проведенные нами эксперименты показали, что возникающие короткоживущие центры окраски в силикатных стеклах приводят к увеличению порога генерации лазеров. Исследование порога генерации в области температур 78—550K, показало, что влияние короткоживущих центров окраски на генерационные характеристики волоконного лазера наиболее сильно выражена при температуре 350K.



საბჭოთა

საქართველოს
საბჭოთა მეცნიერებათა
აკადემია

M. N. DZIBLADZE, B. S. LEZHAVA, Z. G. ESHASHVILI, R. A. PETRENKO

ტემპერატურის გავლენა ნეოდიმუმიანი მიწის ბოჭკოვანი ლაზერის
გენერაციის ზღვარზე

კვლევა

ნაშრომში შესწავლილია ნეოდიმუმიანი მიწის ბოჭკოვანი ლაზერის გენერაციული მახასიათებლების დამოკიდებულება ტემპერატურაზე და ნაჩვენებია, რომ მკარე სიცოცხლის ხანგრძლივობის მკარე P ცენტრების შემოქმედება გენერაციის მახასიათებლებზე გველზე ძლიერ აჩის გამოხატული 350K ტემპერატურაზე.

ნაჩვენებია, რომ შთანთქმელი ცენტრები აწვევენ ბოჭკოვანი ლაზერების გენერაციის ზღვარების ცვლილებას და რეზონატორის ვარჯისთანობის მოდულირის რაც აწვევს ბოჭკოვანი ლაზერების გენერაციის გენერირება იმედისთვის რეგულში.

PHYSICS

M. N. DZIBLADZE, B. S. LEZHAVA, Z. G. ESHASHVILI, R. A. PETRENKO

THE EFFECT OF TEMPERATURE ON THE GENERATION
THRESHOLD OF A NEODYMIUM GLASS FIBER LASER

Summary

The temperature dependence of a neodymium glass fiber laser generation characteristics has been studied. The effect of short-living colour centres on the generation characteristics is shown to be the strongest at 350 K temperature.

სტრუქტურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. M. N. Dzibladze, P. N. Kухарский, B. B. Mумладзе, Кавказская академия, № 5, 1971, 129.
2. M. N. Dzibladze, B. S. Lezhava, L. Z. Lazareva, Z. G. Eshashvili, Труды ТГУ, 173, 1976.
3. M. N. Dzibladze, B. S. Lezhava, L. Z. Lazareva, Сообщения АН ГССР, № 2, 1975.
4. A. A. Михайлова, П. А. Тер-Микаэлиан, В. Г. Турков, ОКГ на твердом теле, №, 1967.



В. А. ЗУЕВ, Т. М. КАЛАНДАШЕ

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОГЛОЩЕНИЯ ИК-СВЕТА И КОНДЕНСАТОРНОЙ ФОТО-Э.Д.С. ПРИ ЛАЗЕРНОМ ВОЗБУЖДЕНИИ ПЛЕНОК

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. Н. Санадзе 28.7.1981)

Для изучения комбинационных характеристик полупроводников обычно используются следующие методы: фотомагнитный эффект, фотопроводимость, фотолюминесценция. Однако по отношению к кремниевым пленкам использование этих методов оказывается затруднительным из-за сложности нанесения контактов, малой фоточувствительности, малого квантового выхода излучения и т. д. Поэтому в настоящей работе использовался метод поглощения ИК-света на неравновесных носителях заряда, создаваемых лучом оптического квантового генератора (ОКГ).

Исследовались монокристаллические и гетероэпитаксиальные пленки Si на сапфировой подложке, полученные сублимацией в вакууме на термически обработанной подложке сапфира с полностью удаленным наружным слоем. Температура роста 850°C, скорость роста 0,75 мкм/мин, вакуум 10⁻⁷ торр, ориентация <111>.

Генерация неравновесных носителей осуществлялась лучом рубинового ОКГ (длина волны света $\lambda = 0,6943$ мкм, глубина поглощения света в Si 4,9 мкм) в режиме модулированной добротности (длительность импульса $t_p = (2-4) \cdot 10^{-8}$ с). Зондирующий инфракрасный сигнал задавался 300 Вт лампочкой накаливания с использованием германиевого фильтра или лучом стационарного CO₂-лазера. Регистрация сигнала осуществлялась с помощью системы широкополосных усилителей с последующей записью на импульсном осциллографе с памятью. Полоса пропускания усилителя была 10⁸ Гц.

Применением ИК излучения служило маломощное (4 · 10⁻⁶ с) фотосопротивление, изготовленное из германия, легированного золотом.

При включении луча рубинового ОКГ резко уменьшается интенсивность ИК-света, попадающего на фотосопротивление (из-за дополнительного поглощения на неравновесных носителях). Затем интенсивность света из-за рекомбинации этих носителей возвращается к исходной с временной константой τ , соответствующей времени жизни неравновесных носителей заряда.

Особенностью использования описанного метода является необходимость определения порога неразрушающего воздействия луча ОКГ. С этой целью был применен метод электроотражения (ЭО). Ширина спектра ЭО не изменялась вплоть до пороговых воздействий луча ОКГ и равнялась 100—110 мВ. После пороговых воздействий с интенсивностью света $I > 10^{20}$ квант/см² с спектр ЭО уширился до 180 мВ.

Таким образом, рассмотренный метод применим при интенсивности луча ОКГ, меньших 10²⁰ квант/см² с.

Релаксация неравновесных носителей (с концентрацией Δn) была экспоненциальной:

$$\Delta n(t) = \exp\left(-\frac{t}{\tau}\right).$$

Особенно хорошо экспоненциальность проявилась при временах наблюдения

$$t^* \approx (0,7 \div 1,5) \tau_{\text{пр}}. \quad (2)$$

При поверхностном поглощении света, имевшем место в нашем случае, согласно [1], величина τ при экстремально малых величинах скорости поверхностной рекомбинации $S \left(S \sqrt{\frac{t^*}{D}} \ll 1 \right)$, где D — коэффициент амбиплярной диффузии, определяется объемным временем жизни τ_v . При экспериментально больших величинах $S \left(S \sqrt{\frac{t^*}{D}} \gg 1, S/kD \gg 1 \right)$, где K — коэффициент поглощения света, величина τ определяется как τ_s , так и диффузионным растеканием носителей:

$$\frac{1}{\tau} = \frac{1}{\tau_v} + \frac{1}{k^2 D}. \quad (3)$$

При умеренных же величинах $S \left(S \sqrt{\frac{t^*}{D}} \sim 1 \right)$ время релаксации определяется еще и величиной S :

$$\frac{1}{\tau} = \frac{S^2}{D} + \frac{1}{\tau_v}. \quad (4)$$

В наших опытах величина τ для различных неимплантированных пленок изменялась от 6 до 11 нс (см. таблицу).

Время релаксации (τ) скорости поверхностной рекомбинации (S) и величина поглощения (K) в гетероэпитаксиальных (обр. 1—3) и монокристаллических (обр. 4—6) пленках на сафире

№ обр.	τ 10^{-4} с	τ_v 10^{-4} с	τ_s 10^{-4} с	$S \cdot 10^8$	$S_1 \cdot 10^8$	$S_2 \cdot 10^8$	$\gamma_0 \frac{kT}{e}$	$\gamma_{01} \frac{kT}{e}$	$\gamma_{02} \frac{kT}{e}$
1	8,0	8,0	3,2	1,22	1,47	1,3	8±2	7±2	12±2
2	6,0	3,0	3,5	1,47	1,88	1,5	10±2	10±2	—
3	10,8	10,2	8	1,05	1,1	1,1	8±2	7±2	11±2
4	9,0	8,0	7	1,15	1,22	1,2	8±2	9±2	—
5	8,0	6,0	3,5	1,2	1,47	1,5	7±2	6±2	—
6	11,5	10,0	7	1,02	1,08	1,1	10±2	8±2	10±2

Без индекса — величина в исходных пленках, индекс 1 — величина в пленках, полимеризованных ионизированной лазерной бомбардировкой, 2 — величина в пленках, полимеризованных ионизированным пучком фосфора средней энергии.

Для выяснения механизма доминирующего механизма рекомбинации (поверхностный или объемный), ответственного за указанные изменения, были проведены эксперименты по управлению состоянием поверхности пленок.

Наиболее удобным способом изменения состояния поверхности, невозмущающим объем, оказалось легирование атомами металлов (в основном, золота) из травителя. Другие способы (плазмовка, скот и т. д.) трудно применимы в случае пленок. Легирование осуществля-

лось примесью Au из раствора $AuCl_3$ в HF. Концентрация легирующей примеси составляла 10^{18} г-атом/л.

После легирования наблюдалось уменьшение величины τ , что естественно объяснить возрастанием скорости поверхностной рекомбинации за счет возникновения дополнительной концентрации быстрых поверхностных состояний. Как показано в [2], эти состояния связаны с образованием комплексов Si—O—Au.

Из приведенных опытов можно сделать вывод, что скорость поверхностной рекомбинации в неимплантированных пленках определяет величину времени жизни неосновных носителей заряда. Конкретные величины для различных пленок приведены в таблице.

После низкоэнергетической бомбардировки ионами Ag^{40} , проникающими на глубину $\lesssim 100 \text{ \AA}$ (доза 10^{15} см^{-2}) скорость поверхностной рекомбинации возрастает до величины 10^5 см/с за счет введения радиационных поверхностных центров. После бомбардировки ионами P^+ средних энергий (50 кэВ, $D=10^{15} \text{ см}^{-2}$) величина τ падала до 3—4 нкс и переставала зависеть от влияния обработки поверхности. Можно предположить, что в этом случае τ определяется уже объемным временем жизни неоснованных носителей заряда и концентрацией радиационных дефектов.

Одной из важных характеристик пленок является поверхностный изгиб зон. Для его изучения в монокристаллах обычно используется метод эффекта поля. Однако в случае пленок использование этого «контактного» метода является часто затруднительным. Поэтому в данной работе мы использовали метод конденсаторной фото-з.д.с. V_{ϕ} , возбуждаемой лучом рубинового ОКГ.

Измерение V_{ϕ} проводилось в односторонней конденсаторной ячейке SnO_2 -диэлектрик (слода)-пленка-омнической контакт.

Для нахождения изгиба зон Y_s проводились измерения V_{ϕ} зависимости возбуждающего света I . В режиме полного насыщения этой зависимости, когда имеет место полное стремление зон, согласно [1], имеем

$$V_{\phi} = -Y_s. \quad (5)$$

При неполном насыщении возможно получение скачкообразных данных для Y_s (с точностью до $2-3 \frac{kT}{e}$).

Типичная зависимость V_{ϕ} от интенсивности света изображена на рис. 1. Видно, что величина V_{ϕ} стремится к насыщению, однако полностью не выходит из него. Это обусловлено тем, что в тонких пленках поглощается лишь часть фотонов и концентрации неравновесных носителей заряда недостаточна для полного спрямления зон и насыщения V_{ϕ} (когда $V_{\phi, \text{max}} = -Y_s$). Однако поскольку процессы прилипания несущественны при импульсном возбуждении V_{ϕ} , можно пренебречь вкладом в V_{ϕ} фото-з.д.с. поверхностного прилипания. Вклад дельберовской фото-з.д.с. в случае Si также обычно невелик. Поэтому обработку данных можно вести по теории поверхностно-барьерной фото-з.д.с. [1], используя соответствующую координатную зависимость $V_{\phi}(\Delta\phi)$.

Существенное возрастание величины конденсаторной фото-з.д.с. и, следовательно, величины начального изгиба зон на поверхности наблюдалось после имплантации кремниевых пленок ионами фосфора. Это

означает резкое заражение поверхности и приповерхностной области отрицательно заряженными дефектами. Полученный эффект коррелирует с

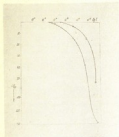


Рис. 1

Грузинский академический институт
им. В. И. Ломоносова

Академия наук Украинской ССР
Институт полупроводников

(Получено 31.7.1981)

UDC 621.372.5

А. ზუევი, თ. კალანდაძე

0.6-სიხშირის, ზონებისთვის მის კონცენტრაციის დამოკიდებულებაზე
ზონების მუდმივი დროის დამოკიდებულება

აბსტრაქტი

სილიციუმის ფირფხში გამოყვანილი არაინახორბელი ზონის მუდმივ დროს, მუდმივი დროის სიციცილის სიხშირის დამოკიდებულება, ზონების დროის მუდმივი დროის დამოკიდებულება τ , (მუდმივი დროის დამოკიდებულება) და მუდმივი დროის დამოკიდებულება.

PHYSICS

V. A. ZUEV, T. M. KALANDADZE

STUDY OF THE ABSORPTION OF IR LIGHT AND CAPACITY PHOTO-EMF OF LASER STIMULATION IN THIN Si FILMS

Summary

The volume lifetimes τ , the rate of surface recombination and the bending of zones γ , in silicon thin films (before and after implantation) have been studied.

სტრეკოვანი — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. А. Зуев, А. В. Саченко, К. В. Толмачев. Сб.: «Неравновесные приповерхностные процессы в полупроводниках и полупроводниковых приборах», М., 1977, 256.
2. В. В. Малеева. УФЖ, 1973, № 20, 616.
3. N. P. Morozov, D. T. Tetelbaum. Phys. Stat. Sol., № 51, 1973, 629-640.

Т. Г. ЖГЕНТИ, Г. Ш. КЕВАНИШВИЛИ

ДИФРАКЦИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ВОЛНЫ ЭЛЕМЕНТАРНОГО ДИПОЛЯ НА ШАРЕ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Н. С. Амаглобели 23.12.1981)

В данной работе поставлена в новом методе, отличным от [1], решена задача о возбуждении диэлектрического шара элементарным диполем в предположении, что величина $\frac{2\pi d}{\lambda} \gg 1$, где λ — длина волны, в среде в которой погружен шар, а d — расстояние между центром шара и диполя.



Рис. 1

Геометрия задачи представлена на рис. 1. В точке O' расположен элементарный диполь, ось которого направлен параллельно оси X .

X -ю компоненту напряженности электрического поля диполя представим в виде

$$E_x = -A \left(\frac{\exp(-ikR')}{R'} - \frac{1}{k} \frac{\exp(-ikR')}{R'^2} - \frac{1}{k^2} \frac{\exp(-ikR')}{R'^3} \right), \quad (1)$$

где $A = 3Ik^2/4\pi\epsilon_0\omega$; I — плотность тока в диполе; l — его длина; ω — частота поля; $\epsilon_0 = \frac{1}{36\pi} 10^{-9} \text{ Ф/М}$; R' — расстояние от центра диполя до произвольной точки наблюдения $M(R, \theta, \varphi)$, причем R , θ и φ — координаты сферической системы с началом в центре O шара.

Поставим задачу об определении компонент рассеянного поля, которое возникает в результате дифракции волны (1) на шаре.

Для решения этой задачи удобно воспользоваться дебая.

Обозначим через u и v эти потенциалы для падающего поля, мы можем составляющие этого поля в сферической системе координат вычислять посредством известных соотношений

$$\begin{aligned} E_R &= \frac{d^2(Ru)}{dR^2} + k^2(Ru), & E_\varphi &= \frac{1}{R} \frac{d^2(Ru)}{dR d\vartheta}, & E_\theta &= -\frac{ik}{R} \frac{d(Ru)}{d\vartheta}, \\ H_R &= \frac{d^2(Rv)}{dR^2} + k^2(Rv), & H_\varphi &= \frac{1}{R} \frac{d^2(Rv)}{dR d\vartheta}, & H_\theta &= i \frac{k}{R} \frac{d(Rv)}{d\vartheta}, \end{aligned} \quad (2)$$

причем

$$\begin{aligned} E_x &= \frac{\partial x}{\partial R} E_R - \cos \varphi \sin \theta E_\varphi - E_\theta, & H_x &= \frac{E_\varphi}{Z}, \\ H_x &= \frac{\partial x}{\partial R} H_R - \sin \varphi \sin \theta H_\varphi, & Z &= 120 \pi \text{ (ом)}. \end{aligned} \quad (3)$$

Нетрудно показать, что

$$E_x = -\frac{A \cdot \cos \varphi}{ikRd} \left[\frac{\partial}{\partial \vartheta} \exp(-ikR') - \frac{i}{k} \frac{\partial}{\partial \vartheta} \frac{\exp(-ikR')}{R'} \right], \quad (4)$$

$$H_x = -\frac{A \cdot \sin \varphi}{ZikRd} \left[\frac{\partial}{\partial \vartheta} \exp(-ikR') - \frac{i}{k} \frac{\partial}{\partial \vartheta} \frac{\exp(-ikR')}{R'} \right]. \quad (5)$$

При этом мы учли, что $R' = \sqrt{R^2 + d^2 - 2Rd \cos \theta}$, где $d = OO'$.

Можно показать, что при $kd \gg 1$, ($k = 2\pi/\lambda$) справедливо следующее разложение:

$$\exp(-ikR') = 2 \exp(-ikd) \sum_{s=0}^{\infty} (-i)^s (2s+1) j_s(kR) P_s(\cos \theta), \quad (6)$$

где $j_s(kR)$ — сферическая функция Бесселя; $P_s(\cos \theta)$ — полиномы Лежандра. Учитывая далее, что

$$\frac{\exp(-ikR')}{R'} = -i \frac{\pi^{1/2} k}{4} \sum_{s=0}^{\infty} (2s+1) h_s^{(1)}(kA) j_s(kR) P_s(\cos \theta), \quad (7)$$

где $h_s^{(1)}(kA)$ — сферическая функция Ханкеля, получаем для определения потенциалов u и v следующие дифференциальные уравнения:

$$\frac{d^2(Ru)}{dR^2} + k^2(Ru) = \frac{\cos \varphi}{R} \sum_{s=0}^{\infty} \alpha_s j_s(kR) P_s^1(\cos \theta), \quad (8)$$

$$\frac{d^2(Rv)}{dR^2} + k^2(Rv) = \frac{\sin \varphi}{R} \sum_{s=0}^{\infty} \alpha_s j_s(kR) P_s^1(\cos \theta). \quad (9)$$

где

$$\alpha_s = (2s + 1) \left[2 \exp(-ikd) (-i)^s + i \frac{\pi}{4} h^{(s)}(ka) - \frac{A_s}{2k} \right], \quad (10)$$

Теперь естественно положить, что

$$\begin{aligned} \alpha &= \cos \varphi \sum_{s=0}^{\infty} \beta_s g_s(kR) P_s'(\cos \theta), \\ \nu &= \sin \varphi \sum_{s=0}^{\infty} \gamma_s g_s(kR) P_s^{(1)}(\cos \theta), \end{aligned} \quad (11)$$

подстановка которых в (8) и (9) приводит к следующему результату:

$$\gamma_s = \beta_s = \frac{\alpha_s}{s(s+1)}, \quad (s \neq 0). \quad (12)$$

 Обозначим теперь через u_1 и v_1 потенциалы поля внутри шара, а через u_2 и v_2 — вне его.

Мы будем искать их в виде следующих разложений:

$$u_1 = \cos \varphi \sum_{s=0}^{\infty} \beta_s \beta_s g_s(kR) P_s^{(1)}(\cos \theta), \quad (R < a), \quad (13)$$

$$v_1 = \sin \varphi \sum_{s=0}^{\infty} \beta_s \gamma_s g_s(kR) P_s^{(1)}(\cos \theta), \quad (R < a), \quad (14)$$

 (k — волновое число шара).

$$u_2 = \cos \varphi \sum_{s=0}^{\infty} \beta_s h^{(s)}(kR) P_s'(\cos \theta) \beta_s, \quad (R > a), \quad (15)$$

$$v_2 = \sin \varphi \sum_{s=0}^{\infty} \gamma_s h^{(s)}(kR) P_s^{(1)}(\cos \theta) \beta_s, \quad (R > a), \quad (16)$$

 причем коэффициенты β_{1s} , γ_{1s} , β_{2s} , γ_{2s} этих разложений легко могут быть найдены из граничных условий задачи:

$$\frac{\partial [R(u + v_2)]}{\partial R} = \frac{\partial (R u_2)}{\partial R},$$

$$v + v_2 = v,$$

$$\text{при } R = a, \quad 0 \leq \theta \leq \pi,$$

 где a — радиус шара.

В результате мы получаем

$$\beta_{1s} = \frac{k_1^2 [\Psi_n(k_1 a) Z_n^{(1)}(k_1 a)] - g_n(ka) k_1^2 (ka)}{\Delta_n},$$

$$\beta_{2s} = \frac{k^2 g_n(ka) \Psi_n(k_1 a) - k_1^2 g_n(k_1 a) \Psi_n(k_1 a)}{\Delta_n}.$$



$$\Delta_n = k_0^2 Z_1^2(k_0) y_n(k_1, a) - k_1^2 Y_1(k_1, a) \cdot h_n^{(2)}(ka),$$

$$Y_n(x) = \frac{d}{dx} (x y_n(x)), \quad Z_n^{(2)}(x) = \frac{d}{dx} (x h_n^{(2)}(x)).$$

Составляющие рассеянного поля внутри шара и вне его телера можно определять по формулам (2).

Tbilisskii gosudarstvennyi universitet

(Получено 24.12.1965)

ფიზიკა

მ. შავსვი, გ. კევანიშვილი

ელემენტარული დიპოლის ელემენტარული გარეული
გარეული ველის სფეროზე

საბუთო

გამიჯობა: ელემენტარული დიპოლის ელემენტარული გარეული ველის სფეროზე. ნათესაო გარეული ველის კომპონენტები ჩვენთვის სფეროს გარე, ძველ მის შიგნით.

PHYSICS

T. G. ZHGENTI, G. SH. KEVANISHVILI

THE DIFFRACTION OF THE ELECTROMAGNETIC WAVE OF AN ELEMENTARY DIPOLE ON A SPHERE

Summary

The diffraction of the electromagnetic wave of an elementary dipole on a dielectric sphere is considered. The components of the dissipated field have been found both inside and outside of the sphere.

საზოგადოება — ლიტერატურა — REFERENCES

1. Г. Т. Марков, Л. Ф. Чаплин. Взабуждение электромагнитных волн. М., 1967.

Б. А. АЛИБЕГАНШИЛИ, Б. Д. МХЕНДЗЕ, А. Г. ТАРУНИШВИЛИ,
Б. С. ЭНЕНШТЕЙН

ОПЫТ ИССЛЕДОВАНИЯ НАДВИГОВЫХ СТРУКТУР В ПРЕДЕЛАХ ГОРНОЙ АБХАЗИИ МЕТОДОМ ЧАСТОТНЫХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ЗОНДИРОВАНИЙ

(Представлено академиком Г. А. Топурадзе 28.11.1980)

Медно-пирротитовый пояс Большого Кавказа вновь стал объектом детальных геологических исследований, так как в его пределах в последние годы обнаружен ряд стратиформных месторождений колчеданно-колчеданно-металлических и медно-пирротитовых, а также жильных сульфидно-цинковых руд сложного гидротермально-осадочного генезиса. В пределах Грузии к перспективным в этом отношении можно отнести Адагдейское рудное поле, сложенное глинисто-песчаными породами лейаса и гранитоидами бата.

На поверхности в районе Шханзия-Шханарт, где были проведены исследования, прослеживается контакт между гранитоидами и продуктивной глинисто-песчаной толщей. Одной из основных задач, требующих решения, является прослеживание и изучение на глубине морфологии линии контакта, от которой зависит размещение рудных залежей.

В результате многолетних исследований авторами высказано предположение, что рудомещающие сланцы распространяются на значительные расстояния к северу в связи с крайне пологим падением поверхности контакта их с гранитоидами. Для решения этого вопроса было применено два метода электроразведки: метод зондирования постоянным током (метод ВЭЗ) и метод частотных электромагнитных зондирования (метод ЧЗ).

По данным параметрических измерений можно считать установленным, что в допустимом приближении удельные электрические сопротивления пород, составляющих исследованную геоэлектрическую структуру, следующие: а) верхние рыхлые отложения — порядка 100 ом·м, б) гранитоиды — порядка 3000—4000 ом·м и в) глинистые сланцы — порядка 200—300 ом·м. Следовательно, в первом приближении геоэлектрическая структура должна быть трехслойной класса $K(\rho_1 \ll \rho_2 \ll \rho_3)$. Исследования в пределах подобного класса структур проводились в различных районах как методом ВЭЗ, так и методом ЧЗ. Было установлено теоретически и экспериментально, что размеры разностей (r) в методе ВЭЗ, необходимые для разведки подобных структур, зависят главным образом от величины $\rho_1 = \rho_2/\rho_3$. При $\rho_1 = 10^2 - 10^4$ разности могут достигать сотен километров, несмотря на малые размеры самой структуры (сотни метров). С увеличением ρ_1 необходимые разности уменьшаются и при $\rho_1 = 30$ могут не превышать 8—10-кратной глубины разведки. Но и такие разности часто создают значительные трудности в условиях сильно пересеченного рельефа.

Еще более важно, что подобные условия обычно характеризуются относительно большой горизонтальной геоэлектрической неоднородностью верхней части разреза, создающей большие трудности для метода ВЭЗ. Дело в том, что методика ВЭЗ — с последовательными изменениями длины питающих и приемных электродов, в результате чего электроды зондирующей установки (А, В, М и N) оказываются впереди или позади различных поверхностных неоднородностей, характеризующихся различными удельными сопротивлениями. Это может привести к различным не подающимся учету искажениям поля (экранирование, обтекание, электродные эффекты и др.), в том числе и на участке между приемными электродами. Соответственно искажаются также формы кривых зондирования, причем настолько, что их внешний вид может в значительной мере даже качественно не отражать характер реально существующей геоэлектрической структуры. В качестве иллюстрации на рис. 1—1 приведена кривая ВЭЗ, полученная в точке 1 на одном из профилей, проведенном вдоль склона в районе Шханзия-Шханарт (см. рис. 1). Бесформенность кривой и нерезкие значения полученных удельных сопротивлений (ρ_a) при некоторых разностях ($62000 \text{ ом} \cdot \text{м}$) являются достаточным подтверждением неэффективности метода ВЭЗ в подобных условиях.



Рис. 1

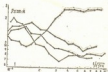


Рис. 2

Иное положение складывается в этих условиях для метода ЧЗ. То обстоятельство, что ЧЗ производится при одном фиксированном разности (ρ), выборе же обычно равным 2—4 глубинам разведки (но на различных частотах, являющихся эквивалентными различным разностям), практически снимает маскировку глубинного строения поверхностными горизонтальными неоднородностями. В качестве иллюстрации на рис. 1—II приведена кривая ЧЗ, полученная, как и кривая ВЭЗ, в точке 1. По внешнему виду кривая ЧЗ (явно трехслойная класса К) является достаточно гладкой и не имеет существенных искажений. У кривой ЧЗ нет левой асимптоты, по которой можно было бы определить мощность (A_1) и удельное сопротивление верхнего слоя рыхлых отложений (ρ_1). Это объясняется тем, что A_1 очень мало (единицы метров), а ρ_1 относительно велико (порядка $100 \text{ ом} \cdot \text{м}$). Чтобы получить в таких условиях левую асимптоту на кривых ЧЗ, необходимо, чтобы верхняя граничная частота

$$f_b = \frac{r_b}{10M_0^2} = \frac{10^2}{10 \cdot 10^{-4}} = 10^2 \text{ Гц,}$$

где $r_b = 100 \text{ см} \cdot \text{м}$ и $M_0 = 10^2 \text{ км}$.

Поскольку верхняя частота в использованной аппаратуре (НЧЗ-64) равна $1,1 \cdot 10^2 \text{ Гц}$, то уже на этой частоте глубина захвата существенно больше 1 м (десятки метров) и значение r_b получается в начале кривой ЧЗ порядка $1-2 \cdot 10^2 \text{ см} \cdot \text{м}$, что является средним между $r_1 (100 \text{ см} \cdot \text{м})$ и $r_2 (3 \cdot 10^2 - 5 \cdot 10^2 \text{ см} \cdot \text{м})$.

С понижением частоты тока на кривой ЧЗ образуется небольшой максимум, после которого значение r_b с понижением частоты достаточно резко уменьшается, что указывает на наличие проводящего слоя под гранитоидами, который, естественно, идентифицируется с глинистыми сланцами лейбса. Начиная с частоты $f = 625 \text{ Гц}$ и ниже r_b практически сохраняет одно и то же значение ($\sim 300 \text{ см} \cdot \text{м}$). Это указывает, что в существующих геоэлектрических условиях и при данном разnose (300 м) глубина проникновения тока в Землю начиная с этой частоты больше не меняется.

Исследования методом ЧЗ проводились в небольшом объеме и носили опытный характер. Здесь представлены результаты, полученные по профилю длиной 340 м, перпендикулярному контакту между гранитоидами и сланцами.



Рис. 3

На рис. 3 приведены четыре кривые ЧЗ, полученные вдоль этого профиля: из них кривые I, II и III являются трехслойными класса К, а кривая IV близка к двухслойной типа $r_2 \gg r_1$, поскольку ее первая часть не имеет наклона.

Кривые ЧЗ интерпретировались в два этапа: вначале с помощью двухслойных палеток для бесконечного разноса, а затем полученные результаты уточнялись двухслойными палетками для конечных разносов. В результате интерпретации получены следующие глубины залегания глинисто-песчанистой толщи вдоль профиля: пункт I — $h = 180 \text{ м}$, пункт II — 220 м , пункт III — 300 м . Что касается пункта IV, то в соответствии с характером кривой ЧЗ IV, полученной в этом пункте, гранитоидный слой здесь не пробивается зондированием, поскольку его мощность относительно велика по сравнению с разномом ЧЗ (514 м) и во всяком случае не меньше 350—400 м.



На рис. 3 представлен геоэлектрический разрез, составленный по результатам ЧЗ вдоль описанного профиля, характеризующий структуру залегания и конфигурацию контакта между гранитоидом и осадочными породами на расстоянии до 540 м от вышней на поверхности пологой поверхности между ними.

В заключение отметим, что маскировка глубинного строения из-за наличия горизонтальных неоднородностей при использовании дистанционных зондирований (метод ВЭЗ) была установлена нами также и в пределах менее сложной построенных структур (например, район Большой).

Возможность разведки методом ЧЗ геоэлектрических структур, экранированных промежуточными плоскопроводящими пластинами, создающими затруднения для метода ВЭЗ, не вызвала сомнений и подтверждена также для условий медно-пирротинового пояса Большого Кавказа.

Маскировка глубинного строения из-за горизонтальных геоэлектрических неоднородностей в верхних слоях разреза при использовании дистанционных зондирований (метод ВЭЗ) может приводить и приводит к серьезным ошибочным результатам. Поскольку подобные условия широко распространены, то полученные результаты имеют не только принципиальное, но и важное практическое значение.

Применение метода ЧЗ, проводимого при одном фиксированном разnose, но на разных частотах, практически исключает возможность маскировки глубинного строения горизонтальными геоэлектрическими неоднородностями.

Кавказский институт
минерального сырья
им. А. А. Твалривадзе

(Получено 28.11.1980)

გეოფიზიკა

ა. ალიბეგაშვილი, ვ. დ. მხეიძე, ა. გ. თარქიანიშვილი, ბ. ს. ენსშტეინი

გეოფიზიკური სარკვევების მეთოდებით ვრცელად გამოიკვლია
ცენტრალური დასავლეთი ურბანობის კონტინენტი

რეზიუმე

დადგინდა, რომ ვერტიკალური ქაილის სევა ნაილში არსებულმა დეფორმაციებმა არაბეგაშვილმა შედეგით ვერტიკალური დენის ზონდირების შედეგად გამოიკვლია სარკვევით გეოლოგიური აგებულების შენობა, რაც მნიშვნელოვან მუდღის დისტანციურ აგებულებას.

GEOPHYSICS

B. A. ALIBEGASHVILI, V. D. MKHEIDZE, A. G. TARKHINISHVILI,
B. S. ENENSHTEIN

INVESTIGATION OF THRUST STRUCTURES BY THE METHOD OF ELECTROMAGNETIC FREQUENCY LOGGING

Summary

The large horizontal heterogeneities in the upper part of the ascending section distorts the deep geological structure when the method of vertical electrical logging is used.



Б. Д. МХЕНДЗЕ, Г. М. ЗАМТARAДЗЕ

ОПЫТ КОМПЛЕКСНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ НАДВИГОВЫХ СТРУКТУР ГЕОФИЗИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ НА ПРИМЕРЕ ГОРНОЙ АБХАЗИИ

(Представлено академиком Г. А. Твалчреладзе 4.2.1981)

Медно-пиротинный пояс Большого Кавказа вновь стал объектом детальных геологических исследований, так как в его пределах в последние годы обнаружен ряд перспективных месторождений колчеданно-полиметаллических, медно-пиротинных и жильных свинцово-цинковых руд сложного осадочно-гидротермального генезиса (Г. А. Твалчреладзе).

В пределах Грузии наиболее перспективными в этом отношении являются Адагдейское, Алейское, Танбрашерское и другие рудные поля.

В районе Шхабоза-Шхапарт, где были проведены исследования, прослеживается линия контакта между гранитоидами и рудообналичивающей глинисто-песчанистой толщей. Одной из основных задач, требующих решения, является прослеживание и изучение на глубине поведения этого контакта, пространственное положение которого определяет распространение продуктивной толщи.



Рис. 1

В результате многолетних исследований, проведенных сотрудниками КИМСа под руководством проф. Л. С. Чантуришвили, было установлено, что распространение глинисто-песчанистых сланцев лобса на севере не ограничивается выходом на поверхность их контакте с гранитоидами, они прослеживаются на значительных расстояниях на глубине под надвигом гранитоидов. При решении этого вопроса были использованы два метода электроразведки: ВЭЗ и ЧЗ, а сотрудниками комплексной геофизической экспедиции Управления геологии ГССР была проведена сейсморазведка.



По данным ВЭЗ было обнаружено, что на контакте между глинистыми сланцами и гранитоидами, установленном по данным ВЭЗ с учетом среднего градиента, мощность гранитоидов ВЭЗ-2, составляет соответственно 65 и 88 м. В дальнейшем контакт глинистых сланцев с гранитоидами был нами прослежен методом частотного зондирования (ЧЗ).

На рис. 1 приведены четыре кривые ЧЗ, полученные вдоль профиля. Из них кривые 1, 2, 3 являются трехслойными, типа К, а ЧЗ-4 не выходит за пределы гранитоидов (сложность рельефа не позволила сделать разносы побольше).

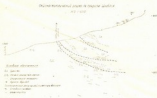


Рис. 1

На рис. 2 приведен сейсмогеологический разрез, который также устанавливает, что под гранитоидами распространяются сланцы, но указывает на большую мощность гранитоидов. Следует отметить, что контакт между глинистыми сланцами и гранитоидами, по данным ВЭЗ и ЧЗ, с одной стороны, и по сейсмогеологическому разрезу, с другой, не совпадает для начальных 100—200 метров. На отмеченных глубинах сейсморазведочный метод, как это известно, дает недостаточно точные результаты. Мы склонны думать, что в комплексе начальный ход контакта между сланцами и гранитоидами надо читать по данным ВЭЗ и ЧЗ, а глубже — с глубины 300 и более метров — продолжить по данным сейсморазведки. Исходя из вышесказанного на рис. 3 представляется комбинированный геологический и сейсмогеологический разрез.

На основании результатов геофизических исследований была проведена шт. № 46 длиной 1000 м и оставлена в глинистых сланцах. Из забоя штольни была пробурена подземная горизонтальная скважина, которая через 200 м вошла в гранитоиды (рис. 3).

Суммируя вышесказанное, приходим к выводу, что выходящий на поверхность контакт гранитоидов с глинисто-песчанистыми сланцами лежит на глубине значительно выходящейся. При этом отдельные геофизические методы проявляют разную разрешающую способность. Естественно возникла необходимость проведения соответствующих модельных исследований. С этой целью совместно с сотрудниками Львовского института механики и математики АН УССР была создана ориге-



нальная модельная установка, блок-схема которой приводится на рис. 4.

Измерение электромагнитных полей на моделирующей установке заключается в обеспечении бесподстроечного приема принимаемых сигналов в диапазоне частот от 0,1—10 мГц и осуществлении передачи этих сигналов от измерительных датчиков к измерительным



Рис. 3

приборам без искажений и заворотов по двум идентичным измерительным каналам. Все эти требования осуществляются в измерительной установке. В ней представлен уникальный вариант автоматизации проведения измерения. В установке используются изготовляемые промыш-



Рис. 4

ленностью прибора (ГЗ-7А, Г4—42, УИП-2, С9—1, В9—8, ВК-3—20 и др.) и новые, нами сконструированные блоки: измерительный зонд, задающий зонд, фильтр, пульс управления для системы автоматизации и др.

Результаты модельных работ, а также полное описание установки будут изложены в отдельной статье.

Кавказский институт минерального сырья
им. А. А. Ткачевского

(Получено 6.3.1981)



A. 36062, B. 36034520

ბიბლიოთეკა

შეამოწმებინ სტრუქტურების ავლენა კომპლექსური გეოფიზიკური მეთოდებით მთიანი აბხაზეთის მაგალიტზე

რეზიუმე

სტატიის მოცემულია მთიანი აფხაზეთის შხაპელა-შხაპარტის უბანზე შეიკვების სტრუქტურების აღწერა ნაჩვენებია, რომ გეოელექტრული პირობის კომპლექსური შესწავლა საშუალებას გაძლევს ამოვსოთ ისეთი რთული გეოფიზიკური ამოცანები, როგორც არის მაგალტინალბრევიობაში გარემოს შეიკვება დამალწინალბრევიობაზე გარყვეული კვებით.

მოცემული გეოფიზიკური შედეგების ინტერპრეტაციისათვის ავტორებულ პირობას წარმოადგენს მოდელირება — შექმნილია მოდელირების ენა-პლური დანდგარი.

GEOPHYSICS

B. D. MKHIDZE, G. M. ZANTARDZE

COMPLEX INVESTIGATION OF THRUST STRUCTURES BY GEOPHYSICAL METHODS AS EXEMPLIFIED BY MOUNTAINOUS ABKHAZIA

Summary

The results of an investigation of the thrust structure in the area of Shkhapela-Shkhapart Mountainous Abkhazia are described. It is shown that a complex study of the geoelectric cross-section enables the solution of such complex geophysical problems as thrusting at a definite angle of a highly resistive environment over a low resistive one. The interpretation of the obtained results calls for modelling of geoelectrical fields. A unique modelling apparatus has been constructed.

В. С. ХАРЕЗОВ

ОЦЕНКА ПОГРЕШНОСТИ ПРИ ТЕОРЕТИЧЕСКОМ ВЫЧИСЛЕНИИ
 МАГНИТНОГО СКЛОНЕНИЯ D

(Представлено академиком Б. К. Баладзе 12.4.1983)

Если магнитное поле Земли потенциально, а вектор ход его наклонения и модуля напряженности в малой области S , окружающей некоторую точку P_1 земной поверхности, одинаков, то справедливо следующее [1]:

$$X(P_1)_h = k_1 \cdot \int (P_1)_h \cdot \cos M - k_2 \cdot \int (P_1)_h \cdot \sin M + k_3 \cdot \sin I(P_1)_h,$$

$$Y(P_1)_h = m_1 \cdot \int (P_1)_h \cdot \cos M - m_2 \cdot \int (P_1)_h \cdot \sin M + m_3 \cdot \sin I(P_1)_h.$$

В линейном приближении поля

$$\int (\phi, \alpha)_h = \int (P_1)_h + C_1(t) \cdot \phi \cdot \cos \alpha + C_2(t) \cdot \phi \cdot \sin \alpha$$

для коэффициентов k_2 и m_2 имеем

$$k_2 = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} \int_0^l \frac{\cos \alpha}{\sin \frac{\phi}{2}} \cdot (C_1(t) \cdot \phi \cdot \cos \alpha + C_2(t) \cdot \phi \cdot \sin \alpha) d \frac{\phi}{2} d\alpha \approx \\ \approx C_1(t) \cdot \frac{l}{2} \approx 0,$$

$$m_2 = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} \int_0^l \frac{\sin \alpha}{\sin \frac{\phi}{2}} \cdot (C_1(t) \cdot \phi \cdot \cos \alpha + C_2(t) \cdot \phi \cdot \sin \alpha) d \frac{\phi}{2} d\alpha \approx \\ \approx C_1(t) \cdot \frac{l}{2} \approx 0.$$

На территории Грузии в начальный момент времени t_0 (эпоха 1880)

$$D(P_1)_{t_0} = 0; \quad I(P_1)_{t_0} = 55^\circ; \quad M = 0.$$

В этом случае магнитное склонение $D(P_1)_h$ может быть представлено следующей приближенной аналитической формулой:

$$\operatorname{tg} D(P_1)_h \approx -m_2 \cdot \frac{\sin(I(P_1)_h - 55^\circ)}{\cos I(P_1)_h}, \quad (1)$$

где $I(P_1)_h$ — древнее наклонение на территории Грузии; m_2 — некоторый числовой коэффициент.

Поставим задачу определения m_2 , используя обсерваторские данные Душетской магнитной обсерватории за период от 1880 г. по 1979 г. (см. табл. 1). За меру отклонения теоретических значений от обсерваторских данных для n -го вычисления, которое соответствует какой-либо эпохе данного периода, выберем величину

$$\left(\operatorname{tg} D_n - m_2 \cdot \frac{\sin(I_n - 55^\circ)}{\cos I_n} \right)^2.$$

В качестве меры общей ошибки L при составлении обсерватор-

сказ данных с теоретически вычисляемыми данными возьмем сумму мер отклонений для всех вычислений:

$$X = \sum_{n=1}^p \left(\operatorname{tg} D_n - m_2 \cdot \frac{\sin(I_n - 55^\circ)}{\cos I_n} \right)^2,$$

где p — общее число вычислений, равное числу эпох (11).

Таблица 1

Эпоха	I	D	$\operatorname{tg} D$	$\frac{\sin(I-55^\circ)}{\cos I}$	m_2
1886	52° 30'	0° 44'	0,0128	0,0154	0,626
1890	52° 44'	1° 23'	0,0241	0,0227	
1900	52° 54'	2° 16'	0,0396	0,0280	
1910	56° 21'	3° 08'	0,0548	0,0428	
1920	57° 14'	4° 00'	0,0699	0,0721	
1930	58° 08'	4° 32'	0,0814	0,1036	
1940	58° 47'	4° 45'	0,0843	0,1274	
1950	59° 13'	5° 00'	0,0875	0,1449	
1960	59° 33'	5° 05'	0,0889	0,1566	
1970	59° 32'	4° 52'	0,0851	0,1560	
1979	59° 34'	4° 51'	0,0848	0,1521	

Определим теперь значение m_2 , исходя из требования, чтобы общее отклонение X было наименьшим, т. е. определим значение m_2 , используя метод наименьших квадратов [2].

Для того чтобы найти $m_2 = \bar{m}_2$, при котором X минимально, необходимо решить следующее уравнение:

$$\frac{dX}{dm_2} = 0 \quad \text{или}$$

$$\frac{dX}{dm_2} = 2 \sum_{n=1}^p \left(\operatorname{tg} D_n - m_2 \cdot \frac{\sin(I_n - 55^\circ)}{\cos I_n} \right) \left(- \frac{\sin(I_n - 55^\circ)}{\cos I_n} \right) = 0.$$

Отсюда

$$2 m_2 \cdot \sum_{n=1}^p \left(\frac{\sin(I_n - 55^\circ)}{\cos I_n} \right)^2 - 2 \sum_{n=1}^p \frac{\sin(I_n - 55^\circ)}{\cos I_n} \cdot \operatorname{tg} D_n = 0,$$

что дает

$$m_2 = \bar{m}_2 = \frac{\sum_{n=1}^p \frac{\sin(I_n - 55^\circ)}{\cos I_n} \cdot \operatorname{tg} D_n}{\sum_{n=1}^p \left(\frac{\sin(I_n - 55^\circ)}{\cos I_n} \right)^2}. \quad (2)$$

Подставляя в (2) наблюдательские значения I и D для различных эпох от 1886 г. до 1979 г., получаем следующее:

$$m_2 = 0,625754 \dots = 0,626.$$

Определим теперь погрешность при вычислениях по формуле (1).

Представим (1) в следующем виде:

$$\operatorname{tg} D = 0,359 \cdot \operatorname{tg} I - 0,513. \quad (3)$$

Пусть $\delta(\operatorname{tg} I)$ — максимальная абсолютная погрешность величины $\operatorname{tg} I$: $|\Delta \operatorname{tg} I| \leq \delta(\operatorname{tg} I)$. Тогда за максимальную абсолютную погрешность (границу погрешности) для $\operatorname{tg} D$ можно принять [3]:

$$\delta(\operatorname{tg} D) = (\operatorname{tg} D)'_{\operatorname{tg} I} \delta(\operatorname{tg} I), \quad (4)$$

где

$$(\operatorname{tg} D)'_{\operatorname{tg} I} = 0,359.$$

Разделив (4) на (3), получим:

$$\frac{\delta(\operatorname{tg} D)}{\operatorname{tg} D} = \frac{0,359}{0,359 \cdot \operatorname{tg} I - 0,513} \delta(\operatorname{tg} I).$$

Пусть задана абсолютная погрешность при нахождении величины I , равная σ . Для максимальной абсолютной погрешности $\delta(\operatorname{tg} I)$ имеем

$$\delta(\operatorname{tg} I) = \operatorname{tg}(I + \sigma) - \operatorname{tg}(I - \sigma) = \frac{\sin 2\sigma}{\cos 2\sigma + \sin(I + \sigma) \cdot \cos(I - \sigma)}.$$

Следовательно,

$$\frac{\delta(\operatorname{tg} D)}{\operatorname{tg} D} = \frac{\delta D}{D} = \frac{0,359 \cdot \sin 2\sigma}{(0,359 \cdot \operatorname{tg} I - 0,513)(\cos 2\sigma + \sin(I + \sigma) \cdot \cos(I - \sigma))}. \quad (5)$$

Относительная погрешность в вычислении D , вносимая формулой (1), выражается в виде (5) и зависит от величины I и абсолютной погрешности σ в определении I .

В табл. 2 даны значения $\left(\frac{\delta D}{D}\right)$ и (δD) , полученные при подстановке данных Душетской магнитной обсерватории за период от 1880 г. по 1979 г. в формулу расчета погрешности (5).

Отсюда следует, что максимальная ошибка в определении D не превышает $\sim 2^\circ$. При максимальном значении $I \sim 70^\circ$ (эпоха 1500) значение $|D| \sim 16^\circ$ [4]. Значение I , полученное при использовании (1), составляет $\sim 60^\circ$, следовательно $\sigma = 4^\circ$.

Расчет $\left(\frac{\delta D}{D}\right)$ по формуле (5) в этом случае дает

$$\frac{\delta D}{D} = \frac{0,359 \cdot 0,14}{(0,359 \cdot 2,75 - 0,513)(1 + 0,95 \cdot 0,91)} = \frac{0,05}{0,474 \cdot 1,874} = 0,056 \sim 6\%.$$

Ошибка в определении D равна

$$\delta D = 0,28 \cdot 0,056 = 0,02,$$

что в градусах составляет $\delta D \sim 2^\circ$.

В самом деле,

$$\begin{aligned} D_{\max} &\sim -16^\circ [4], \\ \operatorname{tg} D_{\max} &= -\frac{0,626 \cdot \sin(70^\circ - 55^\circ)}{\cos 70^\circ} = -\frac{0,626 \cdot 0,259}{0,342} = -0,474, \\ D_{\max} &= -18^\circ, \quad \delta D \sim 18^\circ - 16^\circ = 2^\circ. \end{aligned}$$

Следует отметить, что (1) согласуется с экспериментальными данными за последние ~ 10 веков. В более поздние эпохи теоретические значения D несколько сдвинуты по фазе относительно археомагнитных данных. Погрешность в определении D по формуле (1) в этом случае значительно возрастает.

Поэтому формулу (1) следует считать приближенной, а совпадение теоретических результатов с экспериментальными данными сле-



Year	D_{theor}	D_{arch}	σ		
1880	0° 33'	55° 41'	0° 11'	0,1423	0° 06'
1890	0° 49'	56° 14'	0° 26'	0,2677	0° 20'
1900	1° 01'	57° 00'	1° 06'	0,4758	1° 07'
1910	1° 33'	57° 32'	1° 28'	0,6966	1° 40'
1920	2° 35'	58° 23'	1° 09'	0,9529	0° 50'
1930	3° 43'	58° 52'	0° 41'	0,9801	0° 27'
1940	4° 36'	59° 00'	0° 13'	0,0196	0° 06'
1950	5° 12'	59° 07'	0° 08'	0,0105	0° 03'
1960	5° 36'	59° 11'	0° 22'	0,0206	0° 09'
1970	5° 35'	59° 01'	0° 31'	0,0372	0° 11'
1979	5° 37'	59° 01'	0° 33'	0,0426	0° 12'

дует считать удовлетворительными за последние ~ 10 веков с ошибкой, в среднем не превосходящей ~ 2'.

Тбилисский государственный университет

(Получено 17.4.1981)

გეოფიზიკა

3. ნაშრომი

გეოფიზიკის შესახებ D მაგნიტური მნიშვნელობის თეორიული გამოთვლის დროს

ჩვენებე

მოღებულა ფორმულა საქართველოს ტერიტორიაზე D მაგნიტური მნიშვნელობის სატენიანობის სეკულარული ნაშენებია, რომ ფორმული გამოწვეული ცდომილებები არქეომეგნიტური კვლევის დაშვებულ ცდომილებებს არ აღემატება.

GEOPHYSICS

V. S. KHAREBON

THE ERROR ASSESSMENT IN THE THEORETICAL CALCULATION OF MAGNETIC DECLINATION D

Summary

The secular variation formula of the magnetic declination D for the territory of Georgia has been obtained. It is shown that the errors due to the proposed formula do not exceed those resulting from archaeomagnetic investigations.

შეხვედრის — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Л. В. Веква, В. С. Харебон, Сообщения АН ГССР, 166 № 3, 1980, 593.
2. Я. Б. Зельдович, А. Д. Мищенко, Элементы прикладной математики, М., 1972, 47.
3. Г. М. Фихтенгольц, Курс дифференциального и интегрального исчисления, т. 1, М., 1968, 221.
4. Археомгнитные определения элементов геомагнитного поля (широкие данные), М., 1977, 88.

Г. И. ГОРЧАКОВ, Д. М. МЕТРЕВЕЛИ, З. М. ПЕТТЕР, С. О. ДОМАДZE,
А. В. ТИХОНОВ

ДВУХЛУЧЕВОЙ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ СЧЕТЧИК ЧАСТИЦ АТМОСФЕРНОГО АЭРОЗОЛЯ

(Представлено академиком В. К. Балавадзе 31.7.1981)

Несмотря на известные недостатки существующих фотоэлектрических счетчиков частиц [1], они по-прежнему остаются эффективным средством исследования атмосферного аэрозоля [2]. При измерении размеров частиц атмосферного аэрозоля возникают значительные погрешности, обусловленные, в частности, изменчивостью показателя преломления и величина рассеивающих частиц [3]. Сильная зависимость от n оптика фотоэлектрических счетчиков позволяет поставить задачу одновременного измерения размера и показателя преломления отдельной частицы. Для решения указанной задачи необходимо одновременное измерение как минимум двух оптически различных отклонков, отличающихся или углами рассеяния, или состоянием поляризации. Приборы, реализующие данный принцип, будем называть двухлучевыми счетчиками. С помощью двухлучевых счетчиков можно решать также задачи исследования некоторых погрешностей фотоэлектрических счетчиков, сопоставлять различные типы и варианты одноручевых счетчиков.



Рис. 1

Описываемый двухлучевой счетчик является прибором с оптическим формированием счетного объема (оптическую схему см. на рис. 1). Счетчик состоит из осветителя 1 (рис. 2), фотометров 2, рабочей камеры 3, системы прососа воздуха, включающей контрольный ро-



таметр 4, системы регистрации 5 двумерных распределений импульсов с записью на магнитофон и перфоратор 6 и устройство для измерения скорости воздушного потока 7. Использовались также разработанный Г. М. Метрелевым анализатор импульсов 8 (АИ на рис. 3).

С помощью осветителя (рис. 1), состоящего из источника света И (железнодорожная лампа ДКСВ-120 с непрерывным спектром излучения или ртутная лампа ДРШ-100-2, обеспечивающая монохроматическое облучение с длиной волны 546 нм), конденсатора К, диафрагмы Д₁ и объектива О₁, в центре рабочей камеры формируется счетный объем V диаметром около 0,7 мм. Оптические оси фотометров с совмещенными счетными объемами составляют угол 40° с оптической осью осветителя, что обеспечивает регистрацию импульсов рассеянного света для углов рассеяния 40° и 140°. Объективы О₂ и О₃ строят изображения счетного объема на расположенных перед катодами фотоумножителей



Рис. 1

Ф₁ и Ф₂ диафрагмах Д₂ и Д₃. Ловушка Л предназначена для гашения облучающего пучка света. Через рабочую камеру счетчика просасывается струя воздуха диаметром около 30 мм со скоростью 1,5 м/сек. Объемный расход воздуха, протекающего через счетный объем, составляет 1 см³/сек. Предельно допустимая концентрация частиц не превышает 2 · 10⁶ см⁻³. Для исследования влияния относительной влажности воздуха на функцию распределения частиц по размерам, в том числе для исследования функции распределения по размерам сухой компоненты аэрозоля, был разработан специальный низкотемпературный нагреватель. В нагревателе струя воздуха протекает между нагретыми металлическими пластинами, установленными с зазором 3 мм. Нагрев воздуха на 25–30°C позволяет снизить относительную влажность воздуха по крайней мере до 25–30%.

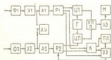


Рис. 3

Электронная часть состоит из предусилителей, установленных рядом с фотоумножителями Ф1 и Ф2, усилителей У₁ и У₂ (рис. 3), двух блоков дифференциальных дискриминаторов (компараторов) по восемь уровней в каждом.



В состав счетчика входят также приспособления и устройства для калибровки и градуировки. В частности, совмещенно с измерением объема фотометров осуществляется при помощи стеклянной нити, проходящей по счетный объем перпендикулярно оптическим осям обонх фотометров. С помощью той же нити и вспомогательного модулятора, М (рис. 1) контролируется чувствительность обонх фотометров в одном и тех же единицах. Калибровка счетчика производится по монодисперсным латексам с размером 1,06 мкм.

Счетчик позволяет регистрировать распределение частиц атмосферного аэрозоля по размерам в диапазоне изменения радиусов $a=0,3\text{--}2,0$ мкм с шагом $\Delta a=0,15$ мкм. Фотометр Ф1 (угла рассеяния $\varphi=40^\circ$) обеспечивает измерения в диапазоне $a=0,3\text{--}1,5$ мкм, а фотометр Ф2 ($\varphi=140^\circ$) — в диапазоне 0,75–2 мкм.

Система регистрации позволяет записывать данные на магнитофонную ленту с использованием широкоимпульсной модуляции и на перфоленту, которая включает регистры временного хранения информации Р₁ и Р₂ (рис. 3), цифроаналоговые преобразователи ЦП, устройства управления и преобразования УП для системы магнитной записи, кварцованный генератор Г, усилитель записи УЗ и магнитофон «Тембр-2» (М на рис. 3).

Подсистема записи данных на перфоленту выполнена отдельным блоком, в который входят коммутатор К (рис. 3), устройство управления УУ, обеспечивающего работу данной подсистемы и перфоратора ПЛ-80 (ПЛ на рис. 3). Максимальная скорость записи на магнитную ленту 1 км/ч и на перфоленту 80 г/ч.

С помощью двухлучевого счетчика нами были выполнены измерения функций распределения натурального атмосферного аэрозоля и его сухой компоненты, а также предварительные измерения двумерных распределений частиц.

Академия наук Грузинской ССР
Институт геофизики

Академия наук СССР
Институт физики атмосферы

(Поступило 31.7.1981)

207000000

ბ. ბრეზინი, ჯ. ბრეზინი, ვ. ბრეზინი, ს. ლევი, ა. ბრეზინი

აბსტრაქტი, პარამეტრული მეთოდების რეგისტრირება ფორმ-
ალური მეთოდები

რეზიუმე

შექმნილია ირმისებრი ფორმალური მეთოდი აბსტრაქტის რეგისტრირების ნაწილებში, რომლის განმარტებაა ერთობლივად განიხილვის სფეროში ნაწილების გადამტანის მანერებელი და ზომა. მეთოდი აღებრ-
ველია განმარტების რეგისტრირება ვასობის სისტემაში, რომელიც სმედი-
ვას იძლევა შექმნილად იქნეს ავრობილის მეთოდურების დამარტე-
ბელება მეთოდურების რეგისტრირებაში. მეთოდის შექმნილობაში შე-
დის მეთოდების მარტრების რეგისტრირების სისტემაში, ინფორმაციის ნა-
წილი ხდება მანერების და მეთოდების რეგისტრირება.



G. I. GORCHAKOV, D. M. METREVELI, E. M. GETTER, S. O. LOMASOV,
A. V. TIKHONOV

0671059-01
010-117101033

TWO-BEAM OPTICAL ATMOSPHERIC AEROSOL PARTICLE COUNTER

Summary

The description of a two-beam optical particle counter is presented. The optical counter includes a low temperature heater for measuring the dependence of aerosol microstructure on relative air humidity. It is also provided with a registration system for two-dimensional pulse distribution analysis.

060605040 — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. К. Никифорова. Труды ИГО, вып. 4 (38). М., 1972.
2. V. T. Whitby. *Ain. Env.*, 12, № 1-3, 1973, 135-159.
3. Г. В. Розенберг. Сумма, М., 1963, 389.

А. Д. ДАМАЕВА, В. М. ПОПОВ, Э. А. КИРИЧЕНКО,
Д. М. ХАНАНАШВИЛИ (зам.-корреспондент АН ГССР)

ОЛИГОМЕТАЛЛОФЕНИЛЭТОКСИСИЛОКСАНЫ И ИХ СВОЙСТВА

Олигометаллофенилэтоксисилоксаны (ОМФЭС) были синтезированы реакцией гетерофункциональной поликонденсации фенилтриэтоксисилана и ацетата металла в среде трихлорбензола [1]. Высококипящий растворитель 1,2,4-трихлорбензол (Т. кип. = 486 К) в этом случае применялся для увеличения площади соприкосновения фаз, так как реакция гетерофазна. Однако, поскольку было установлено, что олигомер растворим в мономере, для проведения процесса можно ограничиться интенсивным перемешиванием реакционной смеси без применения растворителя.

Исходные кристаллогидраты ацетатов металлов нагревались для удаления адсорбированной и кристаллизационной воды при температурах, предварительно определенных по результатам термогравиметрического и дифференциально-термического анализов, в течение 2 часов. Отсутствие воды в ацетатах контролировалось этим же методом.

Синтез проводился при оптимальной температуре 493 К.

Исходные вещества — фенилтриэтоксисилан и ацетат металла вводились в зону реакции в мольном соотношении 1:1 с целью получения олигомера с соотношением $Si/M=1$. Процесс гетерофункциональной поликонденсации завершался после прекращения выделения побочного продукта конденсации — этилацетата. Очистка полученного олигомера от мономера осуществлялась переосаждением из толуольного раствора гетаном.

Полученные соединения представляли собой либо твердые вещества, либо вязкие жидкости различной окраски в зависимости от ions вводимого металла. Надо отметить, что цветность органических соединений в настоящее время рассматривается как следствие их специфического электронного строения; при этом особая роль отводится смешению валентных электронов и перераспределению плотности электронного облака между хромофорами [2]. Таким образом, появление интенсивной окраски у олигомеров, содержащих металлы, может служить подтверждением введения ионов металла в цепь полиорганосилоксанов.

Функциональный анализ позволил установить наличие в синтезированных олигомерах этоксильных групп, определенных водометрически [3].

Вследствие того что природа металла и, в частности, его каталитические свойства оказывают большое влияние на ход процесса синтеза, элементный и функциональный состав синтезированных олигомеров, представленный в табл. 1, весьма различен.

Результаты определения молекулярной массы (методом криоскопии, в бензоле) представлены в этой же таблице.

ОМФЭС полностью растворимы в большинстве органических растворителей: толуоле, бензоле, ацетоне, четыреххлористом углероде, а



также в фенилтриэтоксилане, но нерастворимы в этаноле, гексане/воде.

Для изучения состава и структуры синтезированных олигомеров [4] было проведено спектрофотометрическое исследование образцов олигомеров на приборе ИКС-29 в области $4200-400 \cdot 10^3 \text{ M}^{-1}$. Исследования образцов осуществляли в тонком слое между пластинками из бромида калия. Твердые образцы анализировали в виде прессованных дисков с бромидом калия. Отнесение частот поглощения базировалось на закономерностях характеристических частот, а также на анализе литературных данных по ИК-спектрам различных кремнийорганических соединений [4].

Таблица 1

Элементный, функциональный состав и молекулярные массы олигоэтоксиланов-фенилтриэтоксиланов

Обозначение олигомера	M	Содержание, %					Молекулярная масса	Цвет
		C	H	Si	M	OC ₂ H ₅		
I	Zn	36,5	5,8	30,9	26	7,7	1220	Светло-желтый
II	Cu	31,9	5,8	23,8	22	5,8	1510	Темно-синий
III	Ka	52,4	6,3	15,2	3	19,3	790	Красно-коричневый
IV	Cr	56,3	5,9	15,9	1	6,5	720	Темно-зеленый
V	Co	34,8	6,1	15,7	2	22,2	900	Темно-коричневый
VI	Hg	43,6	5,5	15,4	7	15,7	960	Темно-коричневый
VII	Ni	35,4	5,8	15,6	6	4,5	900	Светло-зеленый
VIII	—	39,6	5,9	21,0	—	6,8	1790	Белый

ИК-спектры синтезированных олигомеров в основном идентичны. Сравнение спектров ОМФЭС показало, что при переходе от одного олигомера к другому спектры изменялись слабо. Наблюдалась лишь незначительная сдвиг отдельных полос, не превышающие, как правило, $10 \cdot 10^3 \text{ M}^{-1}$. Это, очевидно, объяснялось тем, что молекулы всех синтезированных продуктов построены из одних и тех же структурных элементов и звеньев.

Колебания главной цепи синтезированных олигомеров определялась группировкой Si—O—Si. Этой группе соответствовала самая интенсивная полоса в интервале частот $1090-1020 \cdot 10^3 \text{ M}^{-1}$, обусловленная валентными асимметричными колебаниями ($\nu_{\text{ас}}$). Указанная полоса имела три максимума различной интенсивности с интервалами частот $1090-1070 \cdot 10^3$, $1060-1040 \cdot 10^3$, $1040-1020 \cdot 10^3 \text{ M}^{-1}$, характерных соответственно для восьмичленных силоксановых циклов, шестичленных циклов и линейных Si—O—Si-группировок и шестичленных силоксановых циклов [5]. Симметричным валентным колебаниям силоксановой связи соответствовала слабая полоса в области $540-500 \cdot 10^3 \text{ M}^{-1}$. Частоты деформационных колебаний дисилоксановой группировки находились в области $500-480 \cdot 10^3 \text{ M}^{-1}$.

Для колебаний связи C—H и C=C бензольного кольца характерно наличие полос поглощения в области $3090, 3070, 1600 \cdot 10^3 \text{ M}^{-1}$. Появление полос поглощения при $1440, 1140 \cdot 10^3 \text{ M}^{-1}$ свидетельствовало о присутствии в полимере фенильного радикала, связанного с атомом кремния.

Наличие в ОМФЭС этоксиальных групп было подтверждено присутствием в спектрах интенсивной полосы в области $1120-1110 \cdot 10^3 \text{ M}^{-1}$ и плеча в диапазоне $1125-1180 \cdot 10^3 \text{ M}^{-1}$. Первая из упомянутых полос

может быть интерпретирована как частота валентного колебания связи С—О в группировке Si—OC₂H₅. Полоса поглощения в 1185—1180 · 10³ M⁻¹ отнесена к крутильному колебанию в группировке. Интерпретация указанной полосы аналогична той же [6].

Выделение новов металла в структуру ОМФЭС должно было сопровождаться появлением в ИК-спектрах исследуемых олигомеров полос поглощения, соответствующих колебаниям связи Si—O—M. Однако на спектрограммах указанные полосы поглощения отсутствовали. Вероятно, полосы поглощения ν_{as} колебаний группировки Si—O—M перекрывались интенсивными полосами поглощения ν CH₂ и ν_{as} Si—O—Si и маскировались ими. При дальнейшем изучении свойств полученных олигомеров был исследован процесс термической деструкции ОМФЭС. Было установлено, что определяющим процессом термической деструкции является разрыв связи Si—Ph, сопровождающийся выделением бензола, образующегося в результате рекомбинационных процессов.

Применение аналитической газовой хроматографии позволило количественно оценить эффективную энергию активации ($E_{\text{эфф}}$) суммарного процесса термической деструкции по связям Si—Ph. Однако сильное различие в составе полученных соединений не позволяет проследить влияние природы металла на термические свойства олигомера. Полученные значения $E_{\text{эфф}}$ суммарного процесса термической деструкции ОМФЭС представлены в табл. 2.

Таблица 2

Значения эффективной энергии активации процесса термической деструкции олиготетрафенилтриэтоксисилоксанов

Обозначение олигомеров	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
M	Zn	Co	Mn	Cu	Cu	Hg	Ni	—
$E_{\text{эфф}}$, ккал/моль	52	63	121	145	155	159	164	175

Таким образом, термическая устойчивость органических радикалов в ОМФЭС падает с введением в цепь олигомера и металла и тем в большей степени, чем больше его введена.

На основании полученных экспериментальных данных можно утверждать, что гетерофункциональная поликонденсация фенилтриэтоксисилана и эстетатов металлов приводит к образованию олигомерных металлоорганических соединений — ОМФЭС.

Хорошая растворимость полученных соединений и в основном данные ИК-спектроскопии свидетельствуют о том, что молекулы синтезированных олигомеров построены преимущественно из шести- и восьмиатомных силоксановых фрагментов, связанных друг с другом через атомы кислорода.

Новомосковский филиал
Московского химико-
технологического института
им. Д. И. Менделеева

Тбилисский государственный
университет



ა. დამაევა, ვ. მ. პოპოვ, ე. ა. კირიჩენკო, ლ. მ. ხრანაშვილი
(თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი)

ოლიგომეტალფენილეთოქსისილოქსანები და მათი თვისებები

რეზიუმე

ტეტრაფენილციონსილიდი პოლიკონდენსაციის მეთოდის გამოყენებით სინთეზირებულა ოლიგომეტალფენილეთოქსისილოქსანები, რომლებიც მნიშვნელოვანი რაოდენობით შეიცავენ მეტალის იონებს.

IR-სპექტროსკოპიის მონაცემები სმუჯლებს იძლევა ვიწარედოთ, რომ სინთეზირებულა ოლიგომეტრები ციკლინარული ანგარიშით ჩამოყვებისა და ძირითადად ექვი- და რეპეტირიან ციკლილოქსანურ ფრაგმენტებს შეიცავენ, რომლებიც განსხვავდის ატომებით არიან დავაწმარებულა ერთმანეთთან.

პირობებში არიან ქიმიკოტრეფის მეთოდის სმუჯლებით გამოთვლილი ოლიგომეტალფენილეთოქსისილოქსანებში შემავალი Si-Ph კავშირების თერმული დესტრუქციის აქტივაციის ენერგია.

ORGANIC CHEMISTRY

A. D. DAMAEVA, V. M. POPOV, E. A. KIRICHENKO, L. M. KHANASHVILI

OLIGOMETALPHENYLETHOXYSILOXANES AND THEIR PROPERTIES

Summary

Oligometalphenylethoxysiloxanes, containing a considerable number of metal ions, have been synthesized by the method of heterofunctional polycondensation. The IR-spectroscopy data permit the assumption that the synthesized oligomers are characterized by cyclolinear structure, largely involving six- and eight-member cyclosiloxane fragments interconnected via oxygen atoms. The effective activation energy of thermal destruction of Si-Ph bonds involved in the obtained oligophenylethoxysiloxanes was calculated by the technique of pyrolytic gas chromatography.

საბუბუბუბუბუ — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Пат. США № 3714119, кл. 260—49.5E (COB(11/04), Marks Barton S., China P. J. *Судба*, 30, 44, 73.
2. А. П. Крешков, *Основы аналитической химии*, М., 1976.
3. А. П. Крешков, В. А. Ворв, Е. А. Бондаревская, *Практическое руководство по анализу мономеров и полимеров кремнийорганических соединений*, М., 1962.
4. Л. Велдман, *Инфракрасные спектры сложных молекул*, М., 1964.
5. Н. А. Чумачевский, *Коллебитольные спектры элементорганических соединений элементов IV B и V B групп*, М., 1971.
6. G. Kaiser, H. Kringmann, *Z. anorg. allg. Chem.* 342, s. 63-74 1966.

ბ. სარგოძე, ე. სპარცოძე

ინვარიანტის კლასიფიკაცია ალანბნის მომრეზონანსო ნივთიერებაში

(წარმოადგენს ავტორის დ. შტაბინგ 22.1981)

ნივთიერების რიცხვის განსაზღვრა და მათი კლასიფიკაცია ალანბნის მომრეზონანსო ნივთიერებაში საუკუნეზე მეტია წარმოადგენს ქიმიკოსთა და მათემატიკოსთა ინტენსიური კვლევის ობიექტს [1,2].

შენს მათ შერეულწევრულ ალანბნის კლასიფიკაციაში გამოყენებულა შემდეგი აღნიშვნები: პირველადი ნაშრომები — A, მეორეული — B, მესამეული — C და მეოთხეული — D სიმბოლოთა ანგარიშ. ნებისმიერი ალანბნის სტრუქტურა შეიძლება წარწეროს როგორც

$$A_n B_m C_p D_q \quad (1)$$

სადაც n, m, p და q შესაბამისად A, B, C და D კომპონენტების რიცხვია აქედან გამომდინარე:

$$n + m + p + q = 4 \quad (2)$$

სადაც n ალანბნის ნაშრომადგომების რიცხვია.

ცხრილი 1

მალი ნივთიერების შესაძლო ალანბნის მომრეზონანსო ნივთიერება

A_4	2	A_3D	5	A_2D_2	8	A_1D_3	11
A_3C	4	A_2CD	7	A_1CD_2	10	A_0CD_3	13
A_2C_2	6	A_1C_2D	9	$A_0C_2D_2$	12	$A_0C_1D_3$	15
A_1C_3	8	A_0C_3D	11	$A_0C_2D_1$	14	$A_0C_1D_2$	17
A_0C_4	10	$A_0C_3D_1$	13	$A_0C_2D_0$	15	$A_0C_1D_1$	19

ცხადია, ვერცხი შემთხვევაში b, c ან d შეიძლება წილის ტოლი იყოს.

შე-2 ცხრილის თითოეულ უჯრაში A_n, B_m, C_p და D_q სიმბოლოებით წარწერილ გამოსახულებას ეწოდება ნივთი.

შე-2 ცხრილი შედგება 1 ცხრილის საფუძველზე. 1 ცხრილის საშუალებით იძლევა განსაზღვროს, თუ რომელი და რამდენი ძალი ნივთი შეიძლება ვიწვევდეთ მომრეზონანსო კლასიფიკაციის. იგი შედგენილია შემდეგი კანონზომიერების მიხედვით: ვერტიკალურ სვეტში ნაშრომადგომების რიცხვი იზრდება



რის ერთეული (AC ფრაგმენტით), ხოლო სიბრტყეულად წარმოდგენილი (A₂D ფრაგმენტით). ნაშრომში მოყვანილია მრავალი მაგალითი, რომელიც აჩვენებს ასეთი რიგების შექმნის საშუალებას. ამის დასაფიქრებლად, თუ ჩა და ჩა ასეთი რიგის შემოღობვა შევსდით, ნაშრომის ფრაგმენტად ვადასტურებთ, სკიზოთა მოყვანილი ურტები, რომლის შემოკლებში ჩაჩაჩაა II. ასეთი რიგის ასეთი რიგები: A₁C₁ და A₁CD₂ სრული სიხშირით ერთეული შეიძლება გამოყვანებულ იქნეს ნებისმიერი ასეთი შემთხვევაში.

ცხელი 2

აღნიშნული რიგის ბუნების დეტალური აღწერა

C ₁ H ₁₀	C ₂ H ₁₀	C ₃ H ₁₀	C ₄ H ₁₀	C ₅ H ₁₀	C ₆ H ₁₀	C ₇ H ₁₀
A ₁ B ₁	A ₁ B ₂	A ₁ B ₃	A ₁ B ₄	A ₁ B ₅	A ₁ B ₆	A ₁ B ₇
A ₁ C	A ₁ BC	A ₁ B ₂ C	A ₁ B ₂ C	A ₁ B ₂ C	A ₁ B ₂ C	A ₁ B ₂ C
	A ₁ D	A ₁ BD	A ₁ B ₂ D	A ₁ B ₂ D	A ₁ B ₂ D	A ₁ B ₂ D
		A ₁ C ₂	A ₁ BC ₂	A ₁ B ₂ C ₂	A ₁ B ₂ C ₂	A ₁ B ₂ C ₂
			A ₁ CD	A ₁ BCD	A ₁ B ₂ CD	A ₁ B ₂ CD
				A ₁ C ₃	A ₁ BC ₃	A ₁ B ₂ C ₃
				A ₁ D ₂	A ₁ BD ₂	A ₁ B ₂ D ₂
					A ₁ C ₂ D	A ₁ B ₂ C ₂ D
						A ₁ C ₄
						A ₁ CD ₂

რაც ერთეული შე-2 ცხელიდან ჩანს, ბუნებისა და ბუნებისათვის რიგების რიგები ემთხვევა მნიშვნელობის რიგებს. შეშველი წყაროებისათვის კი სულ უფრო მეტად ჩამოიხრება მის (ბუნებისათვის ცნობილია 75 მნიშვნელობა, რიგების რიგები კი ასეთი ტოლია). ამგვარად შედეგით დასტურდება, რომ სრულიად რიგის აერთიანება ჩამოყვანილი მნიშვნელობის.

ჩვენს მიერ მოწოდებული კონკრეტული ვანტაჟები, რომელიც მნიშვნელობის N რიგებს მოყვანილი აქვს, აქვს მნიშვნელობის ნაშრომის დატვირთვას ჩაღწევის მნიშვნელობა N რიგების, ბუნებისა და ფრაგმენტის საფუძველზე:

$$N = N^*_{CH_4} + (n - 4) 2^{n-7} - (n - 7), \quad (3)$$

სადა $n \geq 7$, $N^*_{CH_4}$ ნიშნავს მთლიანი მნიშვნელობის რიგებს, მთლიანად ექვსეული ასეთი მნიშვნელობა, რომელიც ექვსეული შეიძლება იყოს მთ-



ლოდ შეიძლება ერთი ან რამდენიმე რადიკალი ვეღვა სხვა ტიპის სტრუქტურის, შეთიღებ-ვეთიღებია, პრაიმალური და ა. შ.) მომენტების რიცხვი $(b+c+d)!$ და (3) ფორმულის მეორე და მესამე წევრის საშუალებით დადგინდეს მათი მამისად ტილია: ჰეტანისათვის ერთი, ოქტანისათვის სამი, ნონანისათვის ოთხი და დეკანისათვის ხუთი რადიკლის ამსთანავე ვეღვა ეს მომენტი შედის მე-2 ცხრილის ერთ-ერთ ოქსში.

მიღებულია ფორმულები, რომელთა საშუალებითაც ნებისმიერი ადრინდისათვის შეიძლება განისაზღვროს შეთიღებული მომენტების რიცხვი — N_{CH_4} მოცემულ ოქსში ამსთანავე b, c და d ინდექსების მნიშვნელობათა კომბინაციის მიხედვით ვეცეს შემდეგი ხეობა ფორმულა:

1. a. (b+c+d) ლეწია, (c+d) ლეწია, c აწბია, d აწბია.
- ბ. (b+c+d) ლეწია, (c+d) აწბია, c ლეწია, d აწბია.
- გ. (b+c+d) ლეწია, (c+d) აწბია, c აწბია, d ლეწია.
- დ. (b+c+d) აწბია, (c+d) ლეწია, c აწბია, d აწბია.

$$N_{CH_4} = \frac{(b+c+d)!}{2! b! c! d!} \tag{4}$$

2. (b+c+d) ლეწია, (c+d) ლეწია, c ლეწია, d ლეწია.

$$N_{CH_4} = \frac{(b+c+d)!}{2! b! c! d!} + \frac{[(b+c+d)/2]!}{2 (b/2)! (c/2)! (d/2)!} \tag{5}$$

3. (b+c+d) აწბია, (c+d) ლეწია, c ლეწია, d ლეწია.

$$N_{CH_4} = \frac{(b+c+d)!}{2! b! c! d!} + \frac{[(b+c+d-1)/2]!}{2 \left(\frac{b-1}{2}\right)! (c/2)! (d/2)!} \tag{6}$$

4. (b+c+d) აწბია, (c+d) აწბია, c ლეწია, d აწბია.

$$N_{CH_4} = \frac{(b+c+d)!}{2! b! c! d!} + \frac{[(b+c+d-1)/2]!}{2 (b/2)! (c/2)! \left(\frac{d-1}{2}\right)!} \tag{7}$$

5. (b+c+d) აწბია, (c+d) აწბია, c აწბია, d ლეწია.

$$N_{CH_4} = \frac{(b+c+d)!}{2! b! c! d!} + \frac{[(b+c+d-1)/2]!}{2 (b/2)! \left(\frac{c-1}{2}\right)! (d/2)!} \tag{8}$$

მიღებულია ემპირული ფორმულა, რომელიც აძლევს მომენტების რაოდენობის შეთანხმდნ დეკანის სათულობს:

$$N = 1 + E[2^{b-1}] + E[2^{c-1}] + 6E[2^{d-1}] \tag{9}$$

სადაც E ომენტობის ნაშნავს რიცხვის მიჯნ ნაწილს (ვ. ა. ხარისხის მსავერ-ბულია ურთიფიფიო მნიშვნელობათი მხედველობაში არ მიიღება).

მოდის სხედმშიფო ურთიფიფიფი

Г. А. ГАМЗИАНИ, М. И. ГВЕРДИТЕЛИ

КЛАССИФИКАЦИЯ ИЗОМЕРОВ В ГОМОЛОГИЧЕСКОМ РЯДУ
АЛКАНОВ

Резюме

Разработана методика классификации изомеров в гомологическом ряду алканов. В основу классификации положено количество первичных, вторичных, третичных и четвертичных атомов углерода в алкане. Получены корреляционные формулы, связывающие количество метильных изомеров со структурой алкана.

ORGANIC CHEMISTRY

G. A. GAMZIANI, M. I. GVERDITSELI

CLASSIFICATION OF ISOMERS IN THE HOMOLOGOUS SERIES
OF ALKANES

Summary

A method of isomer classification in the homologous series of alkanes has been elaborated. The number of primary, secondary, tertiary and quaternary carbon atoms in alkane has been assumed as the basis. Some correlation equations connecting the number of methyl isomers with the structure of alkanes have been obtained.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ — LITERATURE — REFERENCES

1. Chemical Application of Graph Theory, Ed. A. T. Balaban, London, etc. 1976.
2. Д. П. Кош, Сб. «Первоначальные задачи комбинаторного анализа», М., 1979.

Е. М. БЕНАШВИЛИ, О. С. БАНДОШВИЛИ

ИЗОМЕРНЫЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ МЕЗИТИЛЕНА И ПСЕВДОКУМОЛА В ПРИСУТСТВИИ МОДИФИЦИРОВАННОГО КЛИНОПТИЛОЛИТСОДЕРЖАЩЕГО ТУФА

(Представлено академиком Х. И. Аронидзе 28.7.1981)

В настоящее время, наряду с синтетическими цеолитами, значительный теоретический и практический интерес приобретает природные цеолитизированные туфы в качестве катализаторов и носителей в нефтехимическом синтезе.

О применении природных и модифицированных цеолитов в качестве катализаторов реакций изомеризации алкилбензолов имеется очень мало публикаций. В работах [1, 2] исследованы кинетика изомеризации *m*-ксилола на *H*-клиноптилолите и реакции изомеризации *o*-, *m*- и *p*-ксилолов в проточном реакторе на *H*-мордените и *H*-клиноптилолите при температурах 200—400° под давлением водорода 5—60 атм. Показано, что основной реакцией является изомеризация ксилолов, а диспропорционирование метильных групп происходит в меньшей степени.

В отличие от работ [1, 2], в работе [3] изомеризация *o*-, *m*- и *p*-ксилолов проводилась на морденитсодержащем туфе (МТ) из села Ратевана Болнисского района Грузинской ССР после модифицирования 10—15% соляной кислотой по упрощенной технологии в отсутствие водорода и высокого давления. В этих условиях показаны высокая активность и селективность модифицированного МТ в реакции изомеризации ксилолов в полное отсутствие реакции диспропорционирования метильных групп с образованием триметилбензолов.

Изомерные превращения алкилбензолов состава C_{10} в частности мезитилена и псевдокумола на гетерогенных катализаторах, исследованы в присутствии синтетических аморфных алюмосиликатов, модифицированных синтетических цеолитов, промотированной BF_3 , окиси алюминия и др. [4—7].

В работе [4] показано, что реакция изомеризации мезитилена в псевдокумол в присутствии синтетического алюмосиликата при температуре 480° и давлении 1—3 атм протекает неселективно с образованием в значительных количествах *ba*- и тетраметилбензолов, а выход псевдокумола не превышает 24—26% на исходное сырье, только в условиях вакуума (100 мм ост. давл.) выход псевдокумола повышается до ~ 37%. В работах [5, 7] для изомеризации мезитилена и псевдокумола применены сложные, многокомпонентные катализаторы — синтетические цеолиты типа X, Y, ZSM-4 и морденит, модифицированные различными катионами [7], процесс изомеризации проведен в присутствии бензола или ксилола и под давлением [6].

В настоящей работе исследованы изомеризующие свойства водородо-декатонированной формы клиноптилолитсодержащего туфа месторождения Дзегва (участок Хекордула) Грузинской ССР в реакции



изомеризации мезитилена и псевдокумола. Катализатор готовится обработкой природного клиновиталолита 10% соляной кислотой при комнатной температуре и в соотношении твердой фазы:жидкой фазы 1:10 в течение 3 часов.

Исследовано влияние температуры и объемной скорости на величину конверсии углеводородов, селективность и активность катализатора в реакции изомеризации.

Опыты проводили в проточной установке, при атмосферном давлении и в отсутствие водорода, в интервале температур 500—600°, при объемной скорости 0,2—0,6 час⁻¹ и соотношении углеводород:катализатор 1:3.

В табл. 1, 2 представлены результаты эксперимента.

Таблица 1

Преобразование мезитилена в зависимости от объемной скорости и температуры на водородно-декатенизированной форме клиновиталолитового туфа

Температура, °С	Объемная скорость, час ⁻¹	Выход мезитилового катализатора, масс. %	Состав катализатора, масс. %					Конверсия, масс. %	Выход псевдокумола на исходное сырье, масс. %	Выход о-н. в-вещей на исходное сырье, масс. %	Селективность по псевдокумулу, масс. %
			туф	о-н. в-вещи	мезитил	псевдокумол	псевдодекал				
500	0,2	96,0	—	7,4	56,6	33,3	2,7	45,7	39,0	7,1	76,6
500	0,4	95,4	—	3,1	64,3	33,0	2,0	47,0	38,0	2,0	76,8
500	0,6	98,0	—	1,0	71,8	25,0	1,0	29,8	24,0	1,0	82,4
550	0,2	92,6	0,8	10,6	36,2	47,6	5,8	67,4	44,1	9,8	65,4
550	0,4	93,4	0,2	6,8	47,7	48,3	4,0	55,1	38,0	6,4	67,7
550	0,6	94,6	—	4,5	54,9	39,3	4,6	48,7	35,3	4,3	72,6
600	0,2	90,3	1,0	15,1	33,0	48,9	5,9	72,9	43,3	13,6	59,4
600	0,4	90,6	0,7	15,4	33,1	48,9	5,8	70,9	41,7	14,0	58,8
600	0,6	92,4	—	12,4	24,0	47,9	4,9	67,8	44,3	11,5	63,3

Жидкие продукты катализа анализировали на хроматографе ДХМ 8МД, как описано в работе [3].

Из полученных экспериментальных данных видно (см. табл. 1), что реакция изомеризации мезитилена в псевдокумол протекает с высокой селективностью при общей высокой конверсии исходного углеводорода. С повышением температуры от 500 до 600° при объемной скорости 0,2 час⁻¹ конверсия мезитилена изменяется в пределах 45,7—72,9%, а селективность — 60—70%. С увеличением объемной скорости до 0,6 час⁻¹ и том же температурном интервале конверсия понижается (29,8—67,8%) и соответственно возрастает селективность до 65—82%. Оптимальный выход псевдокумола на исходное сырье составляет 44% при 550° и 0,2 час⁻¹ объемной скорости.

В отличие от мезитилена, изомеризация псевдокумола в тех же условиях опыта протекает менее селективно и при относительно низкой конверсии исходного углеводорода. Оптимальный выход мезитилена на исходное сырье в условиях 550° и объемной скорости 0,2—0,4 час⁻¹ составляет 19—20%, при общей конверсии 44—51% и селективности 39—44%.

Побочные реакции деалкилирования мезитилена и псевдокумола на водородно-декатенизированной форме клиновиталолита протекают в

незначительной степени. Тoluола образуется до 1%, а ксилолов — 1,5—14% и 3—17% на сырье в случае мезитилена соответственно (см. табл. 1, 2).

Превращения псевдокумала в зависимости от объемной скорости и температуры на водородно-декативированной форме квантиталитсодержащего туфа

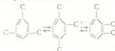
Температура, °C	Объемная скорость, час ⁻¹	Выход ароматических веществ, мас. %	Состав каталита, мас. %					Кислотность, мас. %	Выход ксилолов на водородно-декативированном сырье, мас. %	Выход о- и п-ксилолов на водородно-декативированном сырье, мас. %	Содержание по отношению к мезитилу, %
			метил	о- и п-ксилолы	толуол	псевдокумол	мезитил				
500	0,2	32,0	0,3	7,5	13,8	71,8	6,6	23,9	12,7	6,9	37,5
500	0,4	33,4	0,3	5,3	13,8	74,9	6,6	26,7	12,6	6,6	35,1
500	0,6	34,6	—	3,2	9,0	83,9	3,9	29,6	12,6	3,6	41,3
550	0,2	39,8	0,7	15,9	22,2	58,8	7,3	26,8	19,9	13,5	39,9
550	0,4	39,0	0,8	8,8	21,5	62,5	7,1	28,9	19,4	7,9	44,9
550	0,6	31,5	0,8	9,1	17,5	61,6	8,4	40,9	17,7	8,1	36,4
600	0,2	35,2	1,1	19,8	21,6	43,2	12,3	32,2	20,1	16,9	31,9
600	0,4	36,0	1,0	17,7	19,8	41,3	19,9	36,0	18,9	13,3	30,3
600	0,6	37,7	0,9	17,2	19,4	34,6	7,9	32,1	17,0	12,1	32,7

Реакция межмолекулярного перераспределения метильных групп



(реакция 1) с одновременным образованием тетраметилбензола и ксилолов в наших опытах не имеет места. Жидкие катализаты даже при повышении температуры до 600° не содержат тетраметилбензол. Что же касается ксилолов, их присутствие в катализатах можно объяснить, как отмечено выше, деалкилированием триметилбензолов.

Таким образом, каталитические превращения мезитилена и псевдокумала на водородно-декативированной форме квантиталита при температурах 500—600° характеризуются в основном реакцией взаимной изомеризации триметилбензолов



(реакция 2), которая протекает по карбонийионному механизму на катализаторе кислотного типа путем внутримолекулярного ступенчатого сдвига метильной группы. Согласно указанной реакции (2), мезитилен и гемимеллитол не могут превращаться друг в друга без промежуточного образования псевдокумала. Этим, по-видимому, можно объяснить и самое низкое содержание гемимеллитола в полученных катализатах.

Академия наук Грузинской ССР

Институт физической и
органической химии
им. П. Г. Мавляквелили

(Поступило 31.7.1981)



საქართველოს მეცნიერებათა აკადემია

საქართველოს მეცნიერებათა აკადემია

ს. ბენაშვილი, ო. ს. ბაიძოშვილი

მეზიტოლენის და ფსევდოკუმენის, ტრამეტილიტის ხარვეზების
 ამორფიზაციისასთან კონვერსიულ-რეინვერსიული ტიპის
 ტანვარჯისებრი

ჩვენების

შესწავლულია მეზიტოლენის და ფსევდოკუმენის იზომეროების რეაქცია წარბადერ-ფუტორისებრი ფორმის კლინოტილიტის თანდასწრებით 500—600° ტემპერატურულ ინტერვალში, 0.2—0.6 სმ³ მოცულობით სიჩქარით. ნაპვენები, რომ აღნიშნულ კატალიზატორზე მიმდინარეობს ძირითადად ტრიმეთილბენზოლენის იზომეროების რეაქცია და არ ხდება მეთილის გვდიების მოცუდლამიზისი გავანჩილება. მეზიტოლენის ფსევდოკუმენში იზომეროების რეაქცია ხსიათდება უფრო მალე კონვერსიით და სელექტიურობით.

ORGANIC CHEMISTRY

E. M. BENASHVILI, O. S. BAIDOSHVILI

ISOMERIC TRANSFORMATION OF MESITYLENE AND PSEUDOCUMENE OVER MODIFIED CLINOPTILOLITE-CONTAINING TUFFS

Summary

The isomerization reaction of mesitylene and pseudocumene has been studied in the presence of the H-decated form of clinoptilolite in the range of 500-600°C and 0.2-0.6 cm³ volume rate. Trimethylbenzene isomerization over the cited catalyst was found to be the main reaction, whereas the reaction of methyl group redistribution does not occur. The isomerization reaction of mesitylene to pseudocumene is characterized by high conversion and selectivity.

საზიარებელი — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Я. Пана, Д. Калло, Г. В. Шай, Восток хим., конф. по механизму гетерогенно-каталитических реакций. Препринты докладов, М., 1974, 41—50.
2. Я. Пана, Е. Мамедови и др. РЖХим, 4Б 1059, 1979.
3. Е. М. Бенашвили, О. С. Баиძოშვილი. Изв. АН СССР, сер. хим., 161, № 2, 1981, 349.
4. А. В. Толчуха, Г. М. Мамедови и др. Нефтехимия, 1, № 6, 1966, 774.
5. Д. Е. Боарина, А. П. Руденко. Восток МГУ, Химия, 14, № 2, 1973, 250.
6. Ю. Н. Козорезов, А. П. Русаков, А. И. Кулешова. А. с. СССР № 293003, 1971.
7. G. T. Burgess, Pat. США № 367880, 1973.

Л. М. ХАНАШАВИЛИ (член-корреспондент АН ГССР), Н. И. ЦОМАЯ,
 Г. С. МИНДАШВИЛИ, Ц. Н. ВАРДОСАНИДZE, Р. Ш. ТКЕШЕЛАШВИЛИ

СИНТЕЗ КРЕМНИОРГАНИЧЕСКИХ ДИЭПОКСИСОЕДИНЕНИЙ,
 СОДЕРЖАЩИХ ПОЛИЦИКЛИЧЕСКИЕ БИСФЕНОЛЫ

Ранее А. И. Ногайдели с сотрудниками были описаны кремний-органические диэпоксисоединения с диорганосилоксановыми звеньями в цепи [1].

В настоящей работе описан синтез кремнийорганических диэпоксисоединений с полициклическими фрагментами в эфирной группировке у кремния. На первой стадии мы осуществляли реакцию 4,4-диоксицифенилпропана (диэпа) и полициклических бисфенолов с этилорганидраном при эквимолекулярном соотношении исходных компонентов по следующей схеме:

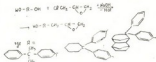


Таблица 1

Элементный и функциональный анализ и выход циклооксипропановых диэпа и полициклических бисфенолов

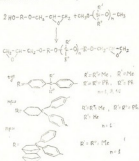
Формула	Выход, %	Эпокси-группы, %		OH-группы, %			Элементный анализ			
		каб.-диэпа	высок.-диэпа	каб.-диэпа	диэпа	высок.-диэпа	каб.-диэпа, %		высок.-диэпа, %	
							С	Н	С	Н
	54	13,35	15,11	4,98	5,23	75,79	7,27	76,01	7,04	
	51	13,68	12,75	6,04	5,69	75,85	7,52	80,07	7,80	
	56	10,31	10,69	4,04	4,56	80,62	7,52	80,39	7,43	



Проведение указанной выше реакции при температуре 70–80°C в присутствии 25%-го раствора гидроксида натрия приводит к образованию смеси моно- и диоксипроизводных диана и полициклических бисфенолов. Выделение монооксидных соединений осуществляют разгарованием продуктов из реакционной смеси четыреххлористым углеродом.

Элементный и функциональный анализ, а также выход монооксидных соединений диана и полициклических бисфенолов приведены в табл. 1.

Полученные монооксидные гидроксилсодержащие соединения вводят затем в реакцию с диоксидорганосилоксанами и α,ω -диоксидорганосилоксанами. Реакция протекала по следующей схеме:



Элементный и функциональный анализ, а также выход полученных кремнийорганических эпоксидных соединений приведены в табл. 2.

В ИК-спектрах синтезированных соединений наблюдаются полосы поглощения, характерные для групп $-\text{CH}-\text{CH}_2$, $\text{Si}-\text{CH}_2$, $\text{Si}-\text{C}_2\text{H}_5$, соответственно 847—817, 1240—1260, 1281—1293, 1429 cm^{-1} .

Синтезированные кремнийорганические диоксисоединения могут быть использованы в качестве модификаторов эпоксидной смолы ЭД-20.

Синтез монооксипроизводного 4,4'-диоксидифенилпропана.

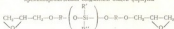
В трехгорлой колбе, снабженной механической мешалкой, обратным холодильником, термометром и капельной воронкой, загрузили 10 г диана в 100 мл бензола. После полного растворения диана из капельной воронки прилили сначала 17 мл 25%-ного раствора NaOH, а затем 4,7 г хлороргидрана. Смесь нагревали при 70°C в течение 45 мин, дополнительно вводили 12 мл 25%-ного раствора NaOH и продолжали нагрев реакционной смеси при 82°C в течение 30 мин. Затем в реакционную смесь дополнительно ввели 8 мл 25%-ного раствора NaOH и еще грели при 85°C в течение 1 часа.



После завершения реакции смесь моно- и диэтоксисилонов разделена экстрагированием четыреххлористым углеродом. Моноэтоксидные соединения полициклических члан по описанной выше методике.

Таблица 2

Элементный и функциональный анализ и выход диэтоксидных кремнийорганических соединений общей формулы



R	R'	R''	n	Вы-ход, %	Этокс. групп. вы. %		Элементный анализ		
					число-во	на долю	численно, %		
							C	H	Si
	Me	Me	1	95	13,74	14,35	73,07	7,85	4,48
					73,62	7,42	4,10		
	Me	Ph	1	93	12,13	12,81	75,21	6,70	4,98
					74,82	6,02	3,95		
	Ph	Ph	1	96	11,49	11,01	77,98	6,41	3,74
					77,25	6,10	3,12		
	Me	Me	3	92	11,12	10,82	85,79	6,52	10,96
					64,99	7,01	10,31		
	Me	Ph	3	90	9,03	9,42	71,84	5,88	8,82
					71,82	5,16	8,55		
	Ph	Ph	3	90	7,55	7,88	77,82	5,44	7,38
					78,01	5,15	7,00		
	Me	Me	10	85	6,66	6,32	52,09	7,59	21,70
					22,62	6,25	21,21		
	Me	Ph	10	82	4,59	4,60	66,29	6,17	14,65
					67,01	6,55	14,41		
	Me	Me	1	86	12,61	11,72	77,89	7,82	3,74
					77,62	8,12	4,15		
	Me	Ph	1	85	11,05	11,76	78,66	7,45	3,59
					79,16	7,92	3,85		
	Me	Me	1	90	10,22	10,77	68,47	6,77	3,22
					69,22	6,95	3,81		

Взаимодействие моноэтоксидпроизводного 4,4-диоксидафенилпропана с диэтоксиддиэтоксисилоном.



В трехгорлую колбу, снабженную механической мешалкой, термометром и холодильником Либиха, поместили 2,5 г диметилдиэпокси-силана и 11,8 г монооксидного соединения 4,4'-диокси-дифенилпропана, постепенно повышая температуру от 80° до 130°C, с добавлением 0,01% KOH. Затем реакционную смесь продолжали нагревать в течение 2 ч.

Реакцию взаимодействия монооксидных соединений с 4,4'-диокси-дифенилпропана и полициклических бисфенолов с диэпоксиорганическими соединениями и α,ω-диэпоксиорганическими оксанами проводили по описанной выше методике.

Тбилисский государственный университет

(Получено 26.6.1981)

რეზიუმე

წ. ხანაპაშვილი, ნ. ი. ცომაია, ვ. ს. მინდაშვილი, ნ. სომაია,
ბ. ვარდოანიძე, რ. შ. ტრეშელაშვილი

პოლიციკლიური ბისფენოლების მონო- და დი-
ეპოქსისილანების სინთეზა

რეზიუმე

სინთეზირებულია პოლიციკლიური ბისფენოლების შესყველი სილიცი-
ბისფენოლი დიეპოქსისილანები. ჩვეულის პირველ ეტაპზე გამოყოფილია ფი-
ნისა და პოლიციკლიური ბისფენოლის მონოეპოქსიდური წარმოები. ჩვე-
რებელია აღნიშნული წარმოების ელემენტური და ფუნქციონალური ანალიზი.
სინთეზირებული წარმოებისა და სილიციუმის ბაზაზე მიღებული დიეპოქსიდ-
ური წარმოები, რომლებიც შეიძლება გამოყენებულ იქნეს სპეციალურ
ბისფენოლებად.

ORGANIC CHEMISTRY

L. M. KHANASHVILI, N. I. TSOPIA, G. S. MINDASHVILI,
T. N. VARDOSANIDZE, R. Sh. TRISHELASHVILI

ORGANOSILICON DIEPOXY-COMPOUNDS CONTAINING POLYCYCLIC
BISPHENOLS

Summary

Organo-silicon mono- and diepoxy-compounds containing polycyclic
bisphenols have been synthesized. The content and structure of the com-
pounds have been established by functional, elemental and UR-spectroscopy
analyses. The synthesized diepoxy-compounds can be used in making ingot
compounds.

სიხარული — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. И. Ногойцели, Р. Ш. Трешелашვილი, Г. С. Миндашвили. Соби-
рания АН СССР, 77, № 3, 1979.

Г. В. ЦИЦИШВИЛИ (академик АН ГССР), М. В. УРУШАДZE,
 Л. Г. РУДА, О. Г. ДЕВДАРЯНИ

АПРОКСИМАЦИЯ ИЗОТЕРМ АДСОРБЦИИ С ПОМОЩЬЮ ЭВМ

Теория объемного заполнения микропор (ТОЗМ) [1] нашла широкое и плодотворное применение для описания адсорбции газов и паров на различных микропористых адсорбентах, в том числе и на исолитах. Обычно применяемые практические приемы нахождения параметров одночленного уравнения ТОЗМ в логарифмической форме, имеющего вид

$$\ln a = \ln \frac{W_0}{v} - \left(\frac{RT}{\beta E} \right)^n \left[\ln \left(\frac{p_2}{p} \right) \right]^n, \quad (1)$$

заканчиваются в графическом определении констант W_0 и E уравнения (1) после предварительной оценки и округления до целочисленного значения параметра n [1].

Однако при большом массиве экспериментальных данных из графической обработки становится малопродуктивной. К этому следует добавить, что при графическом определении параметра E относительная ошибка

$$\left| \frac{dE}{E} \right| = \left| -\frac{1}{n} \frac{1}{\sin \alpha \cdot \cos \alpha} d\alpha \right| \quad (2)$$

зависит от n , угла наклона α прямой (1) и ошибки определения угла $d\alpha$.

Вид уравнения (1) позволяет легко проводить расчеты параметров n , W_0 и E на ЭВМ. При введении обозначения

$$\ln a = y, \quad \ln \frac{W_0}{v} = b_0, \quad \left(\frac{RT}{\beta E} \right)^n = b_1, \quad \ln \frac{p_2}{p} = x \quad (3)$$

уравнение (1) принимает вид

$$y = b_0 - b_1 \cdot x^n. \quad (4)$$

Применив метод наименьших квадратов, для определения b_0 , b_1 и n получаем следующие соотношения:

$$b_0 = (S_1 + b_1^2 \cdot S_2) / (N + 1), \quad (5)$$

$$b_1 = \sqrt{[(N + 1) \cdot S_4 - S_1 \cdot S_2] / [S_1^2 - (N + 1) \cdot S_2]}, \quad (6)$$

$$\sum_{i=0}^N (b_1 - b_0 + b_1^2 \cdot x_i^n) \cdot b_1^2 \cdot x_i^n \cdot \ln(b_1 \cdot x_i) = 0, \quad (7)$$

где

$$S_1 = \sum_{i=0}^N y_i, \quad S_2 = \sum_{i=0}^N x_i^2, \quad S_3 = \sum_{i=0}^N x_i^4, \quad S_4 = \sum_{i=0}^N y_i x_i^2$$

$(N+1)$ —число экспериментальных точек изотермы.

Уравнения (5) и (6) при соответствующих обозначениях совпадают с соотношениями для определения δ_0 и δ_1 , полученными в работе [2]. Обозначая левую часть полученного нами уравнения (7) через Δ_{α} , по изменению знака функции $\Delta_{\alpha} = \varphi(\alpha)$ можно надежно установить промежуток среди значений α , в котором выполняется условие (7), т. е. установить, при округлении целочисленное значение α получено с избытком или с недостатком. За критерий наилучшей аппроксимации, аналогично работе [3], принималось условие, что выражение

$$\alpha_{\alpha} = \frac{\sum_{i=0}^N (\Delta_{i\alpha})^2}{N+1} \quad (8)$$

где $\Delta_{i\alpha} = [y_i - \delta_0 + \delta_1^2 \cdot x_i^2]$, для некоторого α принимает минимальное значение. Следует отметить, что при минимальном α_{α} абсолютное значение полученной нами функции Δ_{α} практически всегда принимает также минимальное значение при том же α , что позволяет использовать функцию Δ_{α} в качестве критерия аппроксимации.

Разработанная на основе соотношений (5, 6, 7, 8) ЭВМ-программа была апробирована нами для различных систем неолит-адсорбат. В настоящем сообщении приводятся результаты расчетов для систем K_2X-CO_2 ⁽¹⁾.

Расчеты для $n=1, 2, 3, 4, 5$ проведены для следующих исходных данных: $T=298^{\circ}K$, $\sigma=0,0511$ см²/ммоль, $f_0=32300$ мм рт. ст., $p_0(\alpha)^{(2)}$ 0,0007 (0,044), 0,002 (0,088), 0,0087 (0,225), 0,054 (0,476), 0,24 (0,704), 1,58 (1,099), 3,27 (1,232), 7,44 (1,406), 62,5 (1,755), 186,5 (1,824), 334,0 (1,904), 481,0 (1,954), 634,5 (2,020).

Таблица 1

Интервал области p/p_0	Количество экспериментальных точек в интервале	n	$E \cdot 10^{-4}$ кал/моль	$\Phi_{\alpha} \cdot 10$ см ² /у
$2,0 \cdot 10^{-4} \rightarrow 2,0 \cdot 10^{-2}$	13	3	6,743	1,279
$2,0 \cdot 10^{-2} \rightarrow 1,5 \cdot 10^{-1}$	12	3	6,744	1,278
$5,3 \cdot 10^{-2} \rightarrow 2,0 \cdot 10^{-1}$	12	3	6,814	1,259
$2,0 \cdot 10^{-2} \rightarrow 1,0 \cdot 10^{-1}$	11	3	6,741	1,282
$5,3 \cdot 10^{-2} \rightarrow 1,5 \cdot 10^{-1}$	11	3	6,818	1,254
$2,5 \cdot 10^{-2} \rightarrow 2,0 \cdot 10^{-1}$	11	3	6,893	1,241

Летучесть f_0 определялась из соотношения $f_0 = \gamma P_0$, где $\gamma=0,67$ [3] и $P_0=48200$ мм рт. ст. [4]. Расчеты проведены для различных

⁽¹⁾ K_2X — природный алевколитовый с уахтаи Хокордули (Грузинская ССР).

⁽²⁾ p_0 в мм рт. ст., α в ммоль/л.

участков изотермы адсорбции. Полученные значения параметров n , W_0 и E для целочисленного n , при котором достигался минимум выражения χ_0 , а также $|\delta_n|$, приведены в табл. 1.

Как видно из таблицы, различные области изотермы хорошо описываются уравнением (1) с разным распределением n . Значение $n=3$ было получено также для более узких областей изотермы, содержащих по 10,9 и 8 экспериментальных точек. Средние значения характеристической энергии адсорбции и предельного объема адсорбционного пространства равны соответственно $E=6800$ кал/моль, $W_0=0,125$ см³/г.

Графическое определение при $n=3$ параметров уравнения (1) для системы КЛХ-СО₂ приводит к значениям $W_0=0,100$ см³/г, $E=6800$ кал/моль [5]. В этой же работе для природного образца с содержанием фазы клинстодалита 85–90% объем микropop оценивается $W_0=0,13$ см³/г.

Экспериментальные данные по адсорбции СО₂ на двух природных образцах КЛХ были описаны уравнением (1) с $n=3$, и графически были получены следующие значения: $W_0=0,115$ см³/г, $E=6950$ кал/моль и $W_0=0,155$ см³/г, $E=6950$ кал/моль [6]. С параметром $n=3$ были описаны также изотермы адсорбции N₂ и O₂ на КЛХ [7].

Значения E и W_0 , рассчитанные нами на ЭВМ, хорошо согласуются с рассчитанными и оцененными в работе [3], а n принимает значение, которое согласуется с найденными в работе [6]. Некоторые расхождения в значениях W_0 и E , полученные фактически для одной и той же системы КЛХ-СО₂, могут быть объяснены возможным отличием состава исследованных образцов, а также погрешностью графического определения.

Из приведенной ниже для интервала p/p_s ($7,4 \cdot 10^{-4} + 1,5 \cdot 10^{-2}$) табл. 2 видно, что функция χ_0 имеет знак между значениями $n=2$ и $n=3$.

Таблица 2

n	$E \cdot 10^{-3}$ (кал/моль)	$W_0 \cdot 10$ (см ³ /г)	χ_0	δ_n
1	4,794	2,356	$7,389 \cdot 10^{-2}$	$-2,843 \cdot 10^{-2}$
2	6,571	1,453	$1,873 \cdot 10^{-2}$	$-1,438 \cdot 10^{-2}$
3	8,844	1,241	$1,672 \cdot 10^{-2}$	$4,029 \cdot 10^{-2}$
4	8,320	1,124	$1,760 \cdot 10^{-2}$	$1,158 \cdot 10^{-2}$
5	6,964	1,102	$5,477 \cdot 10^{-2}$	$1,740 \cdot 10^{-2}$

В этом же промежутке n производит изменение знака δ_n для областей p/p_s ($7,4 \cdot 10^{-4} + 2,0 \cdot 10^{-3}$), ($2,7 \cdot 10^{-2} + 1,5 \cdot 10^{-2}$), ($2,7 \cdot 10^{-2} + 2,0 \cdot 10^{-2}$). На этом основании можно заключить, что в указанных областях для системы КЛХ-СО₂ корень уравнения (7) лежит между $n=2$ и $n=3$. Видному, и этим, наряду с вышеуказанными причинами, можно объяснить полученные в работах [5, 6] разные значения рента распределения.

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

Тбилисский государственный университет
Институт прикладной математики

(Поступило 12.6.1981)

(*) На этот вопрос условие (8) ответа не дает. Дальнейшее уточнение целочисленного значения рента распределения, которое целесообразно вести с применением критерия χ_0 , приводит к $n=1,9697 \pm 0,0002$, т. е. фактически к $n=3$.



ს. ციციშვილი (საქ. საბ. მეც. აკადემიის, კავშირის), მ. ურუშადზე
 თ. აბოშა, ი. ფარულაძე

საქართველოს მეცნიერებათა
 აკადემიის მიერ

აქვე გამოქვეყნდა: ქვეყნის მეცნიერებათა აკადემიის ბიულეტენი, 1978, № 12, გვ. 628-636

საზღვრები

გამოიღებოდა მიკროფორების მოცულობით შევსების თეორიის ძირითადი განტოლების პარამეტრების გამოთვლა უმეტეს კომპიუტერული მეთოდის საფუძველზე. მიღებულია მათემატიკური გამოსახულება β_n კრიტერიუმისათვის, რომელიც იძლევა n პარამეტრის დასაბუთებულ არჩევან შესაძლებლობას.

PHYSICAL CHEMISTRY

G. V. TSITSISHVILI, M. V. URUSHADZE, L. G. RUDA, O. G. BEVDARIANI

COMPUTER APPROXIMATION OF ADSORPTION ISOTHERMS

Summary

On the basis of the method of least squares computer calculation of the fundamental equation parameters of the micropore volume filling theory is considered. A mathematical expression for the β_n criterion is obtained, allowing a valid choice of the n parameter.

საზღვრები — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. М. М. Дубинин. Адсорбция и пористость. М., 1972.
2. А. А. Юркович, В. А. Власов, В. К. Добрынский, М. А. Александров, Л. С. Рейфман. Сб. «Полимеры, структура и свойства сорбентов». Л., 1977, 47.
3. М. М. Викторов. Методы вычисления физико-химических величин в прикладных расчетах. Л., 1977, 19.
4. Сорбционная химия, т. I, Л., 1971, 699, 728.
5. М. М. Дубинин, Н. С. Ложкова, Б. А. Онусайтис. Сб. «Кристаллохимия». Тбилиси, 1977, 5.
6. С. Л. Урушадзе, В. Д. Лукаш, В. А. Астахов. ЖИХ, 48, № 12, 1975, 2680.
7. В. Д. Лукаш, Г. В. Цицашвили, С. Л. Урушадзе, В. А. Астахов. Сб. «Природные ресурсы». Тбилиси, 1979, 97.

Ф. Н. ТАВАДЗЕ (академик АН ГССР), О. Н. МИХАДЗЕ, Б. П. БУЛИЯ,
В. К. ПИЛЬДЕРМАН, В. И. ЗЕМЦОВ, А. Д. НЕУПМИНИ,
С. Ф. ПАЛЬГУЕВ, И. П. КИШЕЛАВА, Т. Г. ДЗИНДЗИБАДЗЕ

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЛУТОРНОЙ ОКИСИ ХРОМА

Полуторная окись хрома является основным фазовым составляющим окисной пленки, сформированной при высокотемпературном окислении жаростойких хромовых сплавов [1]. Следовательно, электрофизические свойства указанной фазы во многом определяют особенности транспортных процессов, протекающих в объеме между сплавом и газом. Решающую роль в управлении ростом окисной пленки играют электропроводность и числа переноса ионов [2]. Электропроводность полуторной окиси хрома ранее исследована ранее [3], поэтому, в данной работе основное внимание уделялось определению числа переноса трехвалентных ионов хрома в его окиси.

Испытанию подвергались по три образца диаметром 25 мм и высотой 34 мм, приготовленные горячим прессованием порошка Cr_2O_3 (чистотой 99,9%) под давлением 140 кг/см² при температуре 1300°C и выдержке 0,5–1,5 ч. После тщательной шлифовки на основания двух образцов с одной стороны наносились платиновые электроды, которые затем вместе с третьим образцом отжигались при 1500°C в течение 5 часов. Отожженные образцы прижимались друг к другу шлифованными поверхностями и в интервале температур 1000–1200°C методом Тубандта [4] определяли числа переноса катионов (t_C^{+3}). Соотношение Нернста—Эйнштейна [5, 6] позволили получить значения для коэффициентов диффузии (D) и подвижностей (μ) ионов хрома в Cr_2O_3 , а ионная проводимость вычислена по формуле

$$\sigma_i = t_i \sigma, \quad (1)$$

где t_i — число переноса катионов; σ — общая электропроводность.

Электрофизические свойства полуторной окиси хрома приведены в таблице.

Поскольку на основании размерного соотношения ионов хрома и кислорода можно считать O^{2-} еще менее подвижным, чем Cr^{3+} , низкие значения t_C^{+3} строго показывают, что в исследованном температурном интервале наблюдается почти чистая электронная проводимость в Cr_2O_3 . Как это следует из таблицы, ионная проводимость в полуторной окиси хрома при 1200°C составляет всего лишь 0,3%. Еще более



низкие значения параметров катионной диффузии в Cr_2O_3 , найденные в работе американских исследователей [5].

Практическое отсутствие ионной проводимости в Cr_2O_3 хорошо согласуется с тем фактом, что когда окисная пленка сохраняется на поверхности, хром довольно медленно окисляется и даже при высоких

Электрофизические свойства Cr_2O_3

$T, ^\circ\text{C}$	$\frac{\sigma}{\sigma_0}$	$\frac{\sigma}{\sigma_0} \text{ см}^2/\text{в.см}$	$\alpha \times 10^6 \text{ см}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$	$\sigma \times 10^9 \text{ см}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$
1000	$2,75 \cdot 10^{-4}$	$5,6 \cdot 10^{-10}$	880	0,024
1050	$1,92 \cdot 10^{-4}$	$1,9 \cdot 10^{-10}$	902	0,092
1100	$5,46 \cdot 10^{-5}$	$1,1 \cdot 10^{-10}$	925	0,504
1150	$9,87 \cdot 10^{-5}$	$1,9 \cdot 10^{-10}$	940	0,928
1200	$3,20 \cdot 10^{-5}$	$6,6 \cdot 10^{-11}$	955	3,120

температурах. Как известно, ионная проводимость пропорциональна концентрации и подвижности ионов. Следовательно, малая скорость окисления хрома может вытекать из модели разупорядоченности Cr_2O_3 по Френкелю [3], если дефектам, ответственным за разупорядочение структуры оксида, присписать незначительную подвижность. Действительно, найденные нами значения подвижности ионов хрома (см. табл. 1) подтверждают это мнение.

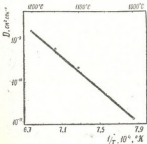


Рис. 1. Температурная зависимость коэффициентов диффузии хрома в Cr_2O_3 .

Результаты исследования катионной диффузии в полупрозрачной окиси хрома, полученные на основе электрофизических данных, систематизированы на рис. 1. Как и следовало ожидать, наблюдается некоторое расхождение между коэффициентом диффузии хрома, непосредственно измеренным радиометрическим методом [5] и коэффициентом, рассчи-

таным по величине ионной проводимости (см. рис. 1). Дело в том, что некоторые переходы ионов из одного положения в другое [3] да и диффузию, во естественно влияет на уровень энергии [3]. Следовательно, коэффициенты диффузии, рассчитанные по величине ионной проводимости, получаются несколько завышенными. По этой же причине, измеренные непосредственно числа переноса отличаются от таковых, рассчитанных по величине коэффициентов диффузии. В свете сказанного можно заключить, что приведенные американскими исследователями значения чисел переноса ионов хрома в Cr_2O_3 [5] несколько занижены, а значения коэффициентов диффузии являются корректными.

Энергия активации диффузии хрома в Cr_2O_3 , определенная по наклону прямой на рис. 1 (92,8 ккал/моль) приближается к энергии активации диффузии в спеченных образцах (100 ккал/моль) и существенно отличается от энергии активации (61,1 ккал/моль), определенной на горячепрессованных образцах [5]. Поскольку энергия активации окисления хрома составляет примерно 60 ккал/моль [8], во всей вероятности, наиболее правильные значения энергии активации и коэффициентов диффузии можно получить на наиболее компактных образцах.

Академия наук Грузинской ССР
Институт металлургии
им. 50-летия СССР

(Получено 31.7.1984)

საბჭოთა კავშირი

წ. შავაძე რაჭ. სას. მეც. აკად. აკადემიის, ი. შინაბა, ხ. მარია,
ა. მარიაშვილი, ა. ზამთარი, ა. მარიაშვილი, ხ. კახიანი, ხ. მარიაშვილი,
ბ. კახიანი

საბჭოთა კავშირის მეცნიერებათა აკადემიის მეცნიერებათა
ბაზის მუშაობა

აქტივობა

ტენზდტის მეშვეობით გამოძლია საშუალებები ქრომის ოქსიდის ვად-
ტანის ჩატევი ქრომის ენგში 1000—1200°C ტემპერატურულ ინტერვალში.
გამოანგარიშებულია აგრეთვე ქრომის ოქსიდის მუქადობის, ქრომის ენგის
ონტია გამტარებლობისა და ქრომის დიფუზიის კოეფიციენტების მნიშვნე-
ლობები Cr_2O_3 -ში.

დადგინდა, რომ ქრომის ენგის ონტია გამტარებლობა 1200°C-ზე
შეადგენს სუბიტი გამტარებლობის მხოლოდ 0,3%-ს და ტემპერატურის
შემცირებისთან ერთად კიდევ უფრო აღებულია.

F. N. TAVADZE, O. I. MIKADZE, B. P. BULIA, V. K. GIL'DERMAN, V. I. ZEMTSOV, A. D. NEUJMIN, S. P. PALGUEV, N. P. KESHELAVA, T. G. DZINDZIBADZE

STUDY OF THE ELECTROPHYSICAL PROPERTIES OF CHROMIUM SESQUIOXIDE

Summary

The transference number of trivalent ions of chromium in its sesquioxide were measured in the temperature range of 1000-1200°C by the method of Tubandt. The values of mobility, ion conductivity, and coefficients of chromium diffusion in Cr_2O_3 were also calculated. The ionic conductivity of chromium sesquioxide at 1200°C was found to equal 0.3% of the total conductivity, decreasing with temperature decrease.

СТОБИЖИВАЊА — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Ф. Н. Тавадзе, Э. Р. Кутелия, О. И. Микадзе, А. Н. Ракицкий, Б. П. Булия, Н. П. Кешелавя. Сообщения АН ГССР, 98, № 3, 1980.
2. Дж. Скалли. Основы учения о коррозии и защите металлов. М., 1978, 25.
3. Ф. Н. Тавадзе, О. И. Микадзе, Б. П. Булия, В. К. Гильдерман, В. И. Земцов, А. Д. Неуймин, С. Ф. Пальгугев. Сообщения АН ГССР, 102, № 2, 1981.
4. К. Хауффе. Реакция в твердых телах и на их поверхности. М., 1962, 1, 57.
5. W. C. Hagel, A. U. Seybold. J. Electrochem. Soc., 1961, 108, 1146.
6. Нестехиометрические соединения. Под редакцией Л. Минделсона. М., 1971, 90.
7. Ван Бюрен. Дефекты в кристаллах. М., 1962, 430.
8. П. Кефстад. Отклонение от стехиометрии, диффузия и электропроводность в простых оксидах металлов. М., 1975, 226.

Г. В. ЦИЦИАДZE, К. КОСЛАВЕ, З. О. ДЖАВАХИШВИЛИ,
Ю. Т. СТРУЧКОВ, Г. Г. АЛЕКСАНДРОВ

СТРОЕНИЕ КОМПЛЕКСА КОБАЛЬТА (II) С 1-ОКСОФОСФАБИЦИКЛО(3.3.1)НОНАНОМ

(Представлено академиком Н. А. Лавдин 26.7.1981)

Известно, что Co(II) играет большую роль в биохимии. Известно и то, что комплексы Co(II) с фосфорилсодержащими лигандами позволяют исследовать механизм их действия как экстрагентов и лекарственных препаратов и выявлять наиболее эффективные и селективные комплексообразователи. Порошок комплексного соединения брома кобальта с фосфабициклононаном получен в ГДР проф. К. Ислайбом и подвергнут нами перекристаллизации из воды.

Проведенное рентгеноструктурное исследование выявило специфические особенности в строении этого соединения. Так, молекулы фосфабициклононама с атомом кобальта связаны через атомы кислорода, присутствие которого заранее не предполагалось. Этот комплекс является несколько нестойким на воздухе и поэтому атомы кислорода, по нашему мнению, появляются в кристаллах при кристаллизации вещества из растворителя или из воздуха.

Темно-синие кристаллы относятся к моноклинной сингонии: $a=7,524(2)$, $b=10,340(5)$, $c=28,112(11)$ Å, $\gamma=109,52(3)^\circ$, $d_{\text{теор}}=1,718$, $d_{\text{эксп}}=1,732$ г/см³, $V=2051,49$ Å³, $M=534,74$, $Z=4$, гр. гр. $P2_1/n$. Интенсивности 3269 отражений измерены на 4-кружном дифрактометре «Синтек-Р3», поглощение не учитывалось ($\lambda \text{ MoK}_\alpha$, $\Theta/2\Theta$ -сканирование, $2\Theta \leq 48^\circ$). В структурных расчетах использовано 2067 отражений с $F^2 \geq 2\sigma$.

Структура расшифрована методом тяжелого атома и уточнена МНК в анизотропном волновоматричном приближении для неводородных атомов до $R=0,062$. Положение атомов H задано геометрически с одинаковым для всех атомов H изотропным температурным фактором $B=5,6$ Å², и с их учетом окончательный R -фактор составил 0,056. Все расчеты проведены по программной системе XTL на мини-ЭВМ «Новая-1200».

Строение молекулы показано на рис. 1. Центральные атомы кобальта имеют искаженно-тетраэдрическое окружение из двух молекул оксофосфабициклононама ($\text{Co}-\text{O}(1)$ 1,927(5) и $\text{Co}-\text{O}(2)$ 1,973(6) Å) и из двух атомов брома ($\text{Co}-\text{Br}(1)$ 2,382(1) и $\text{Co}-\text{Br}(2)$ 2,406(1) Å). Эти расстояния близки к аналогичным величинам, найденным в других структурах [1, 2], с тетраэдрической координацией атомов кобальта.



Двууграний угол $\text{Br}(1)\text{CoBr}(2)\text{O}(1)\text{CoO}(2)$ приблизительно равен значению 90° для идеального тетраэдра. Угловые искажения в тетраэдрах лежат в пределах $103,2\text{--}117,3^\circ$. Увеличение угла $\text{Br}(1)\text{CoBr}(2)$ до $117,3^\circ$ по сравнению с тетраэдрическим значением обусловлено стерическим взаимодействием соседних атомов брома (расстояние $\text{Br}(1)\dots\text{Br}(2)$ $4,07 \text{ \AA}$ близко к сумме ионных радиусов Br^+ $1,96+1,96=3,92 \text{ \AA}$ [3]).

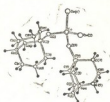


Рис. 1. Строение молекул

Среднее расстояние P—O $1,505 \text{ \AA}$ приблизительно совпадает с аналогичным расстоянием в структурах [1, 4], а также в триамиде фосфора $\text{OP}(\text{NH}_2)_3$ $1,50 \text{ \AA}$ [5], но больше расстояния P—O в соединении $\text{OP}(\text{C}_6\text{H}_5)_3$ $1,40 \text{ \AA}$ [6]. Углы вокруг атома фосфора практически равны в обеих молекулах оксофосфобикаклопентана и близки к тетраэдрическим. Угловые искажения лежат в пределах $103,8\text{--}115,4$ и $101,7\text{--}113,2^\circ$ соответственно для молекул А и Б. Тетраэдры вокруг атомов Co и P имеют общие вершины.

Длины связей P—C и C—C лежат в пределах $1,767(9)\text{--}1,787(9)$ и $1,506(14)\text{--}1,559(14) \text{ \AA}$ и имеют нормальные значения.

Обе молекулы органического лиганда удалены приблизительно на равные расстояния от плоскостей $\text{Br}(1)\text{CoBr}(2)$ и $\text{O}(1)\text{CoO}(2)$ (пл. I и II). Атомы O и P молекул А и Б удалены от плоскости I в среднем на $2,12$ и $-2,00 \text{ \AA}$. Среднее удаление атомов C молекул А и Б от плоскости I составляет $3,86$ и $-3,50 \text{ \AA}$, а их удаление от плоскости II — $2,03$ и $2,11 \text{ \AA}$, соответственно.

Конформация молекул А и Б фосфобикаклопентана — двойное кресло: атомы $\text{C}(2)$ и $\text{C}(8)$ выведены из плоскости $\text{P}(1)\text{C}(1)\text{C}(3)\text{C}(4)$ соответственно на $-0,509$ и $0,790 \text{ \AA}$; атомы $\text{C}(6)$ и $\text{C}(8)$ смещены на $-0,503$ и $0,814 \text{ \AA}$ из плоскости $\text{P}(1)\text{C}(4)\text{C}(5)\text{C}(7)$, придавая им конформацию кресла. Это свидетельствует о значительном искажении циклов

по сравнению с циклогексановым, что, по-видимому, обусловлено высокой напряженностью молекулы. Примерно аналогичная картина наблюдается также в молекуле Б. Выход атомов С(10) и С(11) от плоскости P(2)C(9)C(11)C(12) составляет соответственно 0,512 и — 0,824 Å, а из плоскости P(2)C(12)C(13)C(15) атомы С(14) и С(16) смещены на 0,539 и — 0,793 Å, что также указывает на сильное искажение конформации кресла, которую принимают эти циклы.

Грузинский политехнический институт
им. В. И. Ленина

(Получено 31.7.1981)

სტრუქტურული ქიმიის

ა. თხიშაძე, ა. ისლეიბი, ზ. ჯავახიშვილი, ი. ალექსანდროვი,
ა. ალექსანდროვი

კობალტის (II) 1-ოქსოფოსფაბიციკლო (3.3.1) ნონანის კომპლექსის
(3.3.1) სტრუქტურა

რეზიუმე

ჩატარებულა 1-ოქსოფოსფაბიციკლო (3.3.1) ნონანის კომპლექსის ბრომიდთან კომპლექსის სტრუქტურის სტრუქტურული გამოკვლევა (დიფრაქტომეტრით, λ MoK $_{\alpha}$, 2067 რადიუსი, ანიზოტროპული განმარტება, $R=0,050$). აღნიშნული ნაერთის კრისტალური შევსებებიან მონოკლინური სისტემის (სივრცითი ჯგუფი $P2_1/n$): $a=7,524$ (2), $b=10,340$ (5), $c=28,112$ (11) Å, $\gamma=109,52$ (3)°, $Z=4$.

კომპლექსის ცენტრალური ატომებს აქვთ დამახინჯებული ტეტრაედრული ფორმის, რომელსაც წარმოქმნიან ორგანული ლიგანდის ორი ენგენდის ატომი და ბრომის ორი ატომი.

PHYSICAL CHEMISTRY

G. V. TSINTSADZE, K. ISLEIB, Z. G. JAVAKHISHVILI, Yu. T. STRUCHKOV,
G. G. ALEKSANDROV

THE STRUCTURE OF A COBALT (II) COMPLEX WITH 1-OXOPHOSPHABICYCLO (3.3.1) NONANE

Summary

The X-ray structure of the 1-oxophosphabicyclo (3.3.1) nonane complex with cobaltous bromide has been studied (diffractometer, λ MoK $_{\alpha}$, 2067 reflex, anisotropic specification, $R=0.050$). The crystals of the compound belong to monoclinic structure (spatial group $P2_1/n$: $a=7.524$ (2), $b=10.340$ (5), $c=28.112$ (11) Å, $\gamma=109.52$ (3)°, $Z=4$).

The central atoms of cobalt have a distorted tetrahedral structure formed by two oxygen atoms of the organic ligand and one bromine atom.



СТАВОУЉЕЊЕ — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. R. M. Roy, J. W. Jeffery. *Acta Crystallogr.*, 1973, vol. B20, p. 525.
2. M. Calligaris, G. Nardin, L. Randaccio, G. Taurino. *Isrog. Natl. Chem. Lett.*, 1973, vol. 9, № 4, p. 419.
3. Г. В. Цивилев. *Кристаллография*, М., «Наука», 1971.
4. L. J. Kadonovich, M. D. Glick. *J. Isrog. Natl. Chem.*, 1973, vol. 25, p. 2745.
5. G. L. Bullen, F. S. Stephens, B. J. Wade. *J. Chem. Soc.*, 1969, (A), p. 1804.
6. G. Bandoli, G. Bertolero, D. A. Clemente, V. Croatto, G. Panattoni. *J. Chem. Soc.*, 1959, (A), p. 2778.

З. О. ДЖАВАЗИШВИЛИ, Г. В. ЦИЦАДZE, Г. Г. АЛЕКСАНДРОВ,
Ю. Т. СТРУЧКОВ

РЕНТГЕНОСТРУКТУРНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ КРИСТАЛЛОВ ТРИНИТРОТОТРИС(ГЕКСАМЕТИЛФОСФОРАМИД)ЛАНТАНА(III)

(Представлено академиком Н. А. Лавдия 20.7.1981)

Для обогащения представлений о строении такого важного класса соединений, как комплексы редкоземельных элементов (РЗЭ) с тетраэдрическими лигандами, нами начато систематическое структурное исследование некоторых РЗЭ с гексаметилафосфорамидом (НМРА). Что же касается исследований в биологическом аспекте комплексов РЗЭ с НМРА ($\text{LnX}_3(\text{НМРА})_3$, где $\text{Ln}=\text{La}-\text{Nd}$, Sm , $\text{Gd}-\text{Er}$, Lu ; $\text{X}=\text{Cl}^-$, Br^- , NCS^- , NO_2^- ; $n=3, 4$), то получена важная информация о биологической активности лантаноидных соединений $[\text{La}(\text{NO}_2)_3(\text{НМРА})_3]$ (I) и $[\text{Nd}(\text{NCS})_3(\text{НМРА})_3]$ (II) и о возможности их использования в сельском хозяйстве в качестве фунгицидов.

Кристаллы соединений (I) имеют белую окраску и относятся к моноклинной сингонии: $a=16,305$ (3), $b=11,420$ (3), $c=21,355$ (5) Å, $\beta=93,89$ (2)°, $d_{\text{теор}}=1,434$ г/см³, $V=3967,2$ Å³, $M=1723,96$, $Z=2$, пр. гр. $P 2_1$. Интенсивности 5300 независимых отражений с $F^2 \geq 2\sigma$ измерены на четырехкружном дифрактометре «Сантек-Р 2», поглощение не учитывалось ($\lambda \text{ MoK}\alpha$, $\theta/2\theta$ —сканирование, $2\theta \leq 47^\circ$).

Для неодимового комплекса (II) пока получены только предварительные данные параметров элементарной ячейки. Кристаллы (II) имеют фиолетовую окраску и относятся к ромбоэдрической ячейке: $a=13,31$ Å, $\alpha=97^\circ$, $d_{\text{теор}}=1,48$ г/см³, $V=2317$ Å³, $M=1034,5$, $Z=2$, пр. гр. определяется неоднозначно.

Структура соединений (I) определена методом тяжелого атома и уточнена МНК в анизотропном полвоматричном приближении до $R=0,078$ (атомы N и C молекул НМРА — в изотропном). Все расчеты проведены по программам EXTL на мини-ЭВМ «Эксплус 5/200».

Структура содержит два кристаллографически независимых сорта атомов лантана, которые координированы девятью атомами кислорода каждый: по шесть от трех бидентатных NO_2^- -групп и по три от трех монодентатных молекул НМРА. Атомы лантана характеризуются полздрами в форме трехшарнирной тригональной призмы (рис. 1, а, б).

В вершинах одного из треугольных оснований тригональной призмы расположено по два атома кислорода молекул НМРА, а в вершине

второго основания призмы — по одному атому. В оставшихся вершинах треугольного основания тригональной призмы расположено по одному атому кислорода каждой бидентатной NO_2 группы, а остальные атомы кислорода NO_2 -группы находятся в вершинах пирамид («шапочек»).

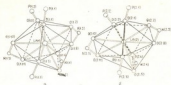


Рис. 1. Форма координационного полиэдра: а — молекула I, б — молекула II

Расстояния $\text{La}-\text{O}_{\text{HMPA}}$ лежат в пределах 2,40—2,45 и 2,36—2,46 Å соответственно для I и II молекул, а расстояния $\text{La}-\text{O}_{\text{NO}_2}$ — в пределах 2,61—2,72 и 2,59—2,73 Å. Аналогичный разброс в расстояниях наблюдается также в диметилсульфонидных комплексах нитратов неодима [1], эрбия [2] и лютеция [3], координационным многогранником которых является также трехгранная тригональная призма. В октаэдрическом комплексе $\text{Pt}(\text{HMPA})_3\text{Cl}_2$ [4] среднее расстояние $\text{Pt}-\text{O}_{\text{HMPA}}$ 2,35 Å соответствует различию в радиусах La и Pt.

Среднее расстояние от атомов лантана до атомов кислорода, занимающих вершины пирамид, из 0,10 и 0,11 Å (соответственно для I и II молекул) больше расстояний до атомов кислорода, занимающих вершины треугольных оснований тригональной призмы. Это соответствует обычному ослаблению связей с атомами, занимающими вершины пирамид в трехгранной тригональной призме [5].

Вокруг каждого атома лантана три молекулы HMPA вместе образуют очень плотную оболочку из трех «зонтиков», что препятствует более сильному взаимодействию атомов кислорода бидентатных NO_2 -групп с атомами лантана.

В плоских нитратных группах средние значения длин связей $\text{N}-\text{O}$ 1,23 Å и углов ONO 120° типичны для NO_2 -групп. Средняя длина связей $\text{P}-\text{O}$ 1,47 Å, $\text{P}-\text{N}$ 1,62 Å и $\text{N}-\text{CH}_3$ 1,48 Å примерно такая же, как и в структуре свободного HMPA [6], в $\text{MoO}_3(\text{HMPA})(\text{H}_2\text{O})$ и $\text{MoO}_3(\text{HMPA})(\text{P}_2)$ [7], в $\text{Pt}(\text{HMPA})_3\text{Cl}_2$ [4], а также в кристаллах с редисциплированными молекулами, таких как N, N-диметилдифенилфосфинимид [8] и триамид фосфора [9].

Тетраэдрические углы вокруг атомов фосфора лежат в пределах 102,4(9)—117,4(6) и 100(1)—115,6(8)°, а суммы трех углов вокруг атомов азота молекул HMPA, которые лежат в пределах 351—360 и 357—367° соответственно для I и II молекул, указывают на π -взаимодействия P—N.

Анализ межмолекулярных расстояний не показал каких-либо специфических контактов. Следовательно, молекулы HMPA связаны в кристалле лишь силами Ван-дер-Ваальса.

Грузинский патентохимический институт
им. В. И. Ломая

Академия наук СССР
Институт элементорганической
химии
им. А. Н. Несмеянова

(Получено 31.7.1981)

ფიზიკური ქიმია

ზ. ჯავახიშვილი, გ. ვ. ტყეშაძე, გ. გ. ალექსანდროვი, ი. სტრუჩიკოვი

ლანთანის (III) ტრინიტრატტეტრის (გეხამეტოლფორამიდო) კრისტალების
რენტგენული სტრუქტურული ანალიზი

საზღვრები

სტრუქტურული $[La(NO_3)_3(HMPA)_2]$ კომპლექსური ნაერთის რენტგენობრივი-ბრუნვის გამოკვლევა დიფრაქტომეტრით. λMoK_{α} , 5500 რეფლექსი, იზოტროპულ-ანიზოტროპული დამუშავება, $R=0,078$. აღნიშნული კრისტალები შეეუფლებიან მონოკლინურ სისტემას (სივრცობრივი ჯგუფი $P2_1$): $a = 16,305(3)$, $b = 11,420(3)$, $c = 21,355(5)$ Å, $\beta = 93,89(2)^\circ$, $Z = 2$.

სტრუქტურა შეიცავს ორ კრისტალოგრაფულად დამოუკიდებელ ლანთანის ატომებს, რომლებიც ხსოვდებიან კოორდინაციული რიცხვით ცხრა.

PHYSICAL CHEMISTRY

Z. G. JAVAKHISHVILI, G. V. TSINTSADZE, G. G. ALEXANDROV,
Yu. T. STRUCHIKOV

X-RAY STRUCTURAL STUDY OF TRINITRATETRIS-
(HEXAMETHYLPHOSPHORAMIDE) LANTHANUM (III) CRYSTALS

Summary

An x-ray structural study has been made of the complex compound $[La(NO_3)_3(HMPA)_2]$ (diffractometer, λMoK_{α} , 5500 reflex, isotropic-anisotropic specification, $R=0.078$). The crystals in question belong to monoclinic structure (spatial group $P2_1$): $a = 16.305(3)$, $b = 11.420(3)$, $c = 21.355(5)$ Å, $\beta = 93.89(2)^\circ$, $Z = 2$. The structure contains two crystallographically independent lanthanum atoms with the coordination number nine.

С0М0А080А0 — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES



1. Л. А. Асламов, Л. Н. Солева, М. А. Порай-Кошница, *Ж. структ. химии*, т. 13, № 4, 1972, 655.
2. Л. А. Асламов, Л. Н. Солева, М. А. Порай-Кошница, *Ж. структ. химии*, т. 13, № 6, 1972, 1101.
3. Л. А. Асламов, Л. Н. Солева, М. А. Порай-Кошница, *Ж. структ. химии*, т. 14, № 6, 1973, 1054.
4. L. Radonovich, M. D. Click, *J. Inorg. Nucl. Chem.*, 1973, vol. 35, p. 2745.
5. М. А. Порай-Кошница, Л. А. Асламов, Е. Ф. Корытская, *Итоги науки, сер. Кристаллохимия*, т. 11, М., 1975.
6. I. Hsu, B. M. Craven, *Acta Crystallogr.*, 1974, B 30, 1209.
7. J.-M. Carpentier, P. Schlupp, P. Weiss, *Acta Crystallogr.*, 1972, B 28, p. 1278.
8. M.-V. Hogue, C. X. Saughian, *Chem. Commun.*, 1966, 921.
9. G. J. Bullen, F. S. Stephens, P. J. Wade, *J. Chem. Soc.* 1969, (A), 1804.

Г. Г. СВАНИДЗЕ (член-корреспондент АН ГССР), Э. А. ПИРАЦАШВИЛИ

МЕТОД ГРУППОВОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ РЯДОВ ПРИ НЕМАРКОВСКОЙ МОДЕЛИ РЕЧНОГО СТОКА

Вероятностные методы расчета регулирования речного стока сложных водохозяйственных систем (например, каскадов водохранилищ) основываются на групповом моделировании взаимозависимых гидрологических рядов, как совокупности взволных процессов системы. Подавляющее большинство существующих моделей стока основано на применении аппарата цепей Маркова. В работе [1] предложена немарковская модель стока и дан соответствующий метод индивидуального моделирования как в дискретном, так и в непрерывном случаях. Ниже предлагается обобщение этого метода на многомерный случай, т. е. для моделирования взаимозависимых гидрологических процессов.

Гидрологические процессы обычно не являются нормальными, поэтому во многих исследованиях прибегают к различным способам их приведения к нормальному виду. Для этой цели мы часто пользовались введением т. н. N гипотезы, состоящей в том, что многомерное распределение любого конечного числа зависимых случайных величин, одномерные функции распределения которых нормальны, а корреляционная матрица неотрицательно определена, нормальна [1—4].

Это позволяет выделить определенный класс случайных процессов, которые полностью характеризуются одномерной функцией распределения и функцией корреляции. Нормальные процессы входят в этот класс в виде собственного подкласса.

При таком подходе моделирование n -мерного случайного процесса класса N сводится к моделированию n -мерного гауссовского процесса с параметрами (0,1) [2—4]. Моделирование безусловного n -мерного ($\eta_k(m)$, $\eta_k(m)$, ..., $\eta_k(m)$), $m = 1, 2, \dots$ гауссовского случайного процесса можно осуществить с помощью следующих рекуррентных формул:

1) В дискретном случае

$$\eta_k(1) = \zeta_k(1), \quad k = \overline{1, n},$$

$$\eta_k(m) = \alpha_k(m) \zeta_k(m) + \overline{\eta_{k,m}} (\eta_k(m-1), \eta_k(m-2), \dots, \eta_k(1)), \quad k = \overline{1, n}, \\ m = 2, 3, \dots$$

где $\overline{\eta_{k,m}} (\eta_k(m-1), \eta_k(m-2), \dots, \eta_k(1))$, $k = \overline{1, n}$ является наилучшей в среднеквадратичном смысле линейной оценкой (линейным прогнозом) для $\eta_k(m)$, $k = \overline{1, n}$ через величины

$$\eta_k(m-1), \eta_k(m-2), \dots, \eta_k(1), \quad k = \overline{1, n},$$

$\alpha_k(m) = (M \{ \eta_k(m) - \bar{\eta}_{k,m}^*(\eta_k(m-1), \eta_k(m-2), \dots, \eta_k(1)) \}^2)^{1/2}$
 $\{ \eta_k(m) \}_{m=1, \dots, n}^{k=1, \dots, n}$ — последовательность n -мерных независимых гауссовских случайных величин с параметрами $(0, 1)$.

2) в непрерывном случае

$$(\eta_1(t), \eta_2(t), \dots, \eta_n(t)),$$

$$\eta_k(t) = W_k(t), \quad k = 1, 2, \dots, n,$$

$$\eta_k(t) = \alpha_k(t) W_k(t) + \bar{\eta}_{k,t}^*(\eta_k(s), \quad k = \overline{1, n}, \quad 0 < s < t),$$

где $W_k(t)$, $k = \overline{1, n}$, $t \geq 0$ — независимые гауссовские случайные процессы с независимыми значениями с параметрами $(0, 1)$, а $\bar{\eta}_{k,t}^*(\eta_k(s)$, $k = \overline{1, n}$, $0 < s < t$) является наилучшей в среднеквадратичном смысле линейной оценкой (линейным прогнозом) для $\eta_k(t)$ через значения величин

$$\eta_k(s), \quad k = \overline{1, n}, \quad 0 < s < t,$$

$$\alpha_k(t) = (M \{ \eta_k(t) - \bar{\eta}_{k,t}^*(\eta_k(s), \quad k = \overline{1, n}, \quad 0 < s < t) \}^2)^{1/2}.$$

Моделирование условного немарковского многомерного нормального случайного процесса $\eta(t) = (\eta_1(t), \eta_2(t), \dots, \eta_n(t))$ можно выполнить следующим образом.

Пусть $\eta_k(s)$, $T_1 \leq s \leq T_2$, $k = \overline{1, n}$ — наблюдаемые значения многомерного случайного процесса $\eta(t)$. Определение значения (моделирование) процесса $\eta_k(t)$, $k = \overline{1, n}$ в точке $t > T_2$ при условии, что $\eta_k(t)$, $k = \overline{1, n}$ совпадает с наблюдаемыми значениями $\eta_k(s)$, $T_1 \leq s \leq T_2$, $k = \overline{1, n}$, осуществляется формулой

$$\eta_k(t) = \alpha_k(t) W_k(t) + \bar{\eta}_{k,t}^*(\eta_k(s), \quad k = \overline{1, n}, \quad T_1 \leq s < t, \quad t > T_2,$$

где второй член суммы — наилучшая линейная оценка (прогноз) величины $\eta_k(t)$ через значения величин

$$\eta_k(s), \quad k = \overline{1, n}, \quad T_1 \leq s < t,$$

$$\alpha_k(t) = (M \{ \eta_k(t) - \bar{\eta}_{k,t}^*(\eta_k(s), \quad k = \overline{1, n}, \quad T_1 \leq s < t) \}^2)^{1/2},$$

а $W_k(t)$, $k = \overline{1, n}$, $t > T_2$ — независимые гауссовские случайные процессы с независимыми значениями с параметрами $(0, 1)$.

Таким образом, при моделировании системы взаимосвязанных гидрологических рядов (j) берутся модульные коэффициенты среднегодовых расходов воды $\xi_{ij} = \frac{Q_{ij}}{Q_j}$, трансформируются они в нормальные ряды η_{ij} и предлагаемым методом производится моделирование нормальных взаимосвязанных рядов η_{ij} . Далее производится обратный переход к рядам ξ_{ij} , а затем к рядам среднегодовых расходов воды

Q_{ij} большой протяженности ($i=1000-10\ 000$) (в стационарном случае), или к ансамблям коротких рядов (в нестационарном случае).

Для выполнения водохозяйственных или водохозяйственно-экологических расчетов требуется иметь также и внутригодовое распределение стока. Здесь можно использовать метод фрагментов, метод приведения нестационарного процесса стока к стационарной случайной последовательности (T модель) [4], или какие-нибудь иные методы.

Изложенный метод группового моделирования может найти полезное применение для прогноза речного стока (или погоды) в зависимости от ряда стокообразующих факторов (осадки, температура и др.).

Немарковские модели обладают рядом достоинств. Кроме своей общности они часто позволяют упростить вычислительную работу. При пользовании аппаратом марковских цепей приходится вычислять детерминанты. Если последние высокого порядка, то их вычисление представляет собой очень трудоемкую работу. Так, например, если нужно моделировать условный случайный процесс, когда число наблюдений равно 100, то вычисление детерминантов соответствующего порядка практически невозможно современными ЭВМ. Предлагаемый метод моделирования позволяет избежать эти затруднения.

Академия наук Грузинской ССР
Институт гидрологии

Закавказский НИИ
Госкомгидромета СССР

(Поступило 16.7.1981)

სტატუსი

ბ. სვანიძე და ზ. ა. პირაშვილი, ზ. თბილისი

სტატუსიანი კვების უზრუნველყოფის პრობლემის
შეცდომის აღმოჩენის უზრუნველყოფის პრობლემის

კვლევა

შეცდომის უზრუნველყოფის პრობლემის შეცდომის აღმოჩენის
[1] შიშის შეცდომის უზრუნველყოფის პრობლემის შეცდომის აღმოჩენის
შეცდომის უზრუნველყოფის პრობლემის შეცდომის აღმოჩენის

HYDROLOGY

G. G. SVANIDZE, Z. A. PIRANASHVILI

A METHOD OF GROUP MODELLING OF HYDROLOGIC SERIES FOR A NON-MARKOVIAN MODEL OF RIVER RUN-OFF

Summary

A method of group modelling, which is a generalization of the method of individual modelling of hydrologic series proposed in [1] for a multi-dimensional case, is given in the present paper.

სტოხოასტოას — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. G. G. Svanidze, E. A. Piravaashvili. On one non-Markovian model of river run-off. Proceedings of the International Symposium of *Large and Small Rivers Using Mathematical models of Hydrologic and Water Resources Systems*, Italy, Pisa, 1978.
2. Э. А. Пиравашвили. Сб. «Вопросы исследования операций», Тбилиси, 1966.
3. Э. А. Пиравашвили. Труды ИИМ ТГУ, т. 1, 1969.
4. Г. Г. Сванидзе. Математическое моделирование гидрологических режимов. Л., 1977.

საქართველი
ბიულეტენი

Н. Ш. САЛУКВАДЗЕ, В. Д. ЗИТАШВИЛИ К ВОПРОСУ О СОПОСТАВЛЕНИИ ПАЛЕОЦЕНОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ГРУЗИИ И КРЫМА

(Представлено академиком А. Л. Сагаром 11.3.1981)

Как известно, на базе бахчисарайского разреза Крыма была разработана схема крупного деления палеоцена, которая утверждена МСК в качестве статотипической. Выделенные здесь стратиграфические подразделения (инкерманский, качинский) нередко пытаются уподобить с таковыми Западной Европы (монский, танетский, ландевский и др.) и Юга СССР. Корреляция разрезов, в том числе и разрезов Грузии, содержащих палеоценовых моллюсков и морских ежей, с разрезами Крыма вызвана необходимостью создания общепринятой юрской шкалы палеоцена.

Пограничные отложения мела и палеогена Крыма содержат многочисленные остатки моллюсков. Синхронные же образования Грузии характеризуются сравнительно бедным в видовом отношении составом. Кроме того, в осадках указанного стратиграфического интервала названных регионов, наряду с широко распространенными видами, встречаются и эндемичные формы. Несмотря на это, имеющийся палеонтологический материал позволяет проследить в ряде разрезов Грузии возрастные аналоги крымских стратиграфических единиц.

Изученные нами палеоценовые и смежные с ними отложения распространены на территории западной части Грузии (междуречье Кодор-Гумиста). Здесь выше маестратских известняков *Lepidobolites cf. schali* Leyn. залегают белые и розовато-белые известняки с серыми кремнями, выделенные под названием табельдзвской свиты [1]. В образовании этой свиты нами были найдены: *Hercoglossa danica* Schloth., *Ducleromya rosula* Gorb., *D. vitta* Gorb., *Pycnodonta vesicularis* Lam., *Spondylus danicus* Raven, *Ostrea praemontensis* Gorb., *Gryphaea bechlačhensis* Web., *Gr. similis* Pusch., *Gr. pitcheri* Mort., *Gr. kodori* Schwet., *Pitar* (*Pitar*) *similis* (Leyn.), *Cucullaea danica* Panti и др. В верхних слоях встречаются представители мшанок и серпул. В породах свиты также обнаружены [1-3]: *Ostrea dzavrentsis* Sim., *O. hipporodidum* Nilss., *Exogyra ostracina* Lam., *Terebratula semiglobosa* Sow., *Echinocorys sulcatus* Goldf.

Первые восемь видов из перечисленных выше ископаемых организмов, а также *Echinocorys sulcatus* Goldf. встречаются в отложениях датского яруса Крыма [4, 5]. Особую ценность представляют *Echinocorys sulcatus* Goldf. и *Hercoglossa danica* Schloth., которые ни в подстилающих и ни в покрывающих датский ярус образованиях Крыма и Грузии не встречаются. Более того, не исключено, что подобие датскому ярусу соответствует интервал вертикального распространения *Hercoglossa danica* Schloth.

В данном районе Грузии выше цобельдникской свиты складом залегают мацарские слои, представленные розовато-белыми, кремовыми светло-серыми и белыми, часто довольно твердыми известняками (до 4,5 м). В них содержатся: *Ostrea montensis* Cossm., *Pitar difformis* (Cossm.), *P. montensis* (Cossm.), *Calyptra montensis* Cossm., *Arca montensis* (Cossm.), *Cucullaea montensis* Vinc., *Lithophaga (Botula) similis* (Ryckh.), *Crasatella excelsa* Cossm., *Turritella compta* Desh., *Venericardia* cf. *pectuncularis* (Lam.), *V. volgensis* (Barb. de Maro.), *Cucullaea volgensis* Barb. de Maro., *C. arcaformis* Nebsh., *Lima pireti* Cossm., *Spondylus* aff. *menneri* Makar. и др.

Остатки ископаемых моллюсков сосредоточены в основном в верхней части мацарских слоев, где они часто образуют ракушечный слой. Фауна этих слоев очень сходна (10 общих видов) с фауной инкермана. Органогенные остатки мацарских слоев хотя и менее разнообразны, но позволяют параллелизовать эту часть разреза с названным стратиграфическим подразделением Крыма. Анализируя состав фауны в пограничных слоях мела и палеогена Крыма и Грузии, можно заключить, что датский и инкерманский ярусы и их аналоги в указанных регионах характеризуются отличающимися друг от друга комплексами ископаемых организмов.

Выше залегают келасурские слои. Перед отложением последних на исследованной территории Западной Грузии произошло, очевидно, обмеление моря, смелели течения, по-видимому, и подводные течения. На это указывают коронки поверхности нижнепалеогеновых известняков-обнащений пород келасурских слоев глаукоцитом и т. д. Вполне возможно, что в предкеласурское время существовал перерыв в осадконакоплении. Однако для решения вопроса о наличии здесь паузы в накоплении осадков, как мы уже говорили [6], необходимы дополнительные данные.

Келасурские слои сложены зеленовато-серыми и серыми известняками с многочисленными зернами глаукоцита (1—2 м). В этих слоях обнаружены: *Cucullaea volgensis* Barb. de Maro., *C. cf. arcaformis* Nebsh., *Chilonyx prestwichi* (Mor.), *Pseudamussium corneum* Sow., *Spondylus menneri* Makar., *Ostrea* cf. *erionensis* Zubk., *O. resupinata* Desh., *Gryphaea antiqua* Schwet., *Gr. sinzovi* (Netsch.), *Amphidonta (Gryphaeostrea) lateralis* (Niess.), *Venericardia* cf. *pectuncularis* (Lam.), *Cyprina morrisi* Sow., *Cardium trifidum* Desh., *Nemocardium edwardsi* (Desh.), *Teredo* aff. *norwegica* spengli., *Pleurotomaria tadjikistanica* Mir. и др.

Большинство названных органических остатков известно в кавказском ярусе Крыма [5, 7—9]. Наличие общих видов позволяет предполагать, что келасурские слои могут быть сопоставлены с образованиями кавказского яруса бахчисарайского разреза. Вместе с тем, следует отметить, что некоторые из перечисленных моллюсков присутствуют как в более молодых, так и в более древних отложениях.

В исследованных нами разрезах келасурские слои согласно сменяются гунцистскими слоями. Последние слагаются светло-серыми и розово-белыми плотными известняками (1—17 м). В этих образованиях разными исследователями в разное время были найдены [2, 6, 10 и др.] *Isarba abcharicus* Schwet. и *Echinocorys discursiae* Schwet. Последний вид известен в кавказском ярусе Бахчисарая [5].

Указанные морские ежи обнаружены и в восточной части Крыма, где они содержатся в верхней части глаукоцитовых алевролитов, кото-



რეი «სოტუ ბუი დოსტოტოვი უბერენი სოპოსტავლენი ს ტაიბოსკილი მერტელისი ზანადოვი კრუმი» [10].

04.11.53.244

კრუმი (ბაზიკარისკი რაიონი)	ზანადოვი გრუმი (მეოტრენი კლდოვი-გრუნტი)
ნიჟოვი კოენი	
კაჩისკი	<p>გუმინტსკი სლოი—<i>Echinocorys discrutus</i>, <i>Ianster abachica</i>, <i>Terebratula cf. mangischlakica</i>, <i>Terebratulina carpi-sergentis</i> ი აკ.</p> <p>კლასურსკი სლოი—<i>Chlamys prestwichi</i>, <i>apandylus romeri</i>, <i>Ostrea crimensis</i>, <i>Gryphaea antiqua</i>, <i>Cyprina morrisi</i>, <i>Neomacardium edwardsi</i>, <i>Pleurotomaria tadzhikistanica</i> ი აკ.</p>
ნიჟარაისკი	<p>მაკურსკი სლოი—<i>Arca cf. montensis</i>, <i>Cucullaea montensis</i>, <i>Ostrea montensis</i>, <i>Lithophaga (Botula) similis</i>, <i>Crassatella excelsa</i>, <i>Pitar dupontii</i>, <i>P. montensis</i>, <i>Calyptra montensis</i> ი აკ.</p>
დიოვი	<p>ციხელაისკი სლოი—<i>Mercyghia danica</i>, <i>Deuteromya scita</i>, <i>D. rosula</i>, <i>Spondylus danicus</i>, <i>Ostrea puzostensis</i>, <i>Puzosia vesicularis</i>, <i>Echinocorys salata</i> ი აკ.</p>
მაკურსკი	

ინტერესო აღმეტი, ტო ვ კაჩისკის ოლოენი კრუმი (პრენუშესტენიო ვ თ. ი. ტუბოვი გორიზონტი) ი ნიჟოვი ი სრედიე ტატი გუმინტსკის სლოი ზანადოვი გრუმი ბილი ნაიდეი ონი ი თე ჯე ბრუკოპოდი, ოპრედელენიე ნაკ ვ [11]—*Terebratula cf. mangischlakica* Kov., *Terebratulina carpi-sergentis* (L.), *Cyprina limanensis* (Dav.).

სლოდოვითენი, პრი ტაოვი პოლოენი ნეიეი, ოდნოვოზრასტნოეი კაჩისკის ობროვანიეი ბაზიკარია ი კლასურსკი ი გუმინტსკის სლოი გრუმი ნე დოლჟი ვიჟნავიეი სომენიეი.

აკადემია ზიუკ გრუნიკოვი სსრ
გეოლოგიკოვი ინსტიტუტი
მ. ა. ი. დჟავიჟაძე

(პოსტუჟილი 13.3.1981)

სოტუ ბუი

ს. სარგსიანი, ა. ზაქარაიანი

საქართველოს მეცნიერების აკადემიის პალეონტოლოგიკოვი ინსტიტუტი
ბიოლოგიკოვი ინსტიტუტი

აქტუალე

საქართველოს მეცნიერების აკადემიის პალეონტოლოგიკოვი ინსტიტუტი
ბიოლოგიკოვი ინსტიტუტი
საქართველოს მეცნიერების აკადემიის პალეონტოლოგიკოვი ინსტიტუტი
ბიოლოგიკოვი ინსტიტუტი

ქვემოქმედებებს ვერძის დანიერთან, მაჭათის შრებში — მდებარეობს
 ზღვიანი და ვეშნიანის შრებში — კახის სართულთან.

საქართველოს
 მეცნიერებათა
 აკადემიის ბიბლიოთეკა

N. Sh. SALLUKVADZE, V. D. EPITASHVILI

ON THE CORRELATION OF THE PALEOCENE DEPOSITS OF GEORGIA AND THE CRIMEA

Summary

The presence of common faunal groups in the Paleocene deposits of Georgia and the Crimea allows interregional correlation. On the basis of an investigation of the fauna of the two regions the Tsebelda strata of Georgia and the Danian of the Crimea, the Machata strata of Georgia and those of Inkerman, the Kelasuri and Gumista strata and the Kacha deposits have been correlated.

საზღვარსაშუალო — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. P. A. Гамбашидзе, Стратиграфия верхнеэоценовых отложений Грузии и сопредельной с ней области Азербайджана и Армении. Тбилиси, 1973.
2. M. C. Шенюк, Труды Геол. НИИ при физ.-мат. фак-те I МГУ, 1929.
3. P. A. Гамбашидзе, Сообщения АН СССР, 27, № 5, 1961.
4. Л. П. Горбач, Стратиграфия и фауна моллюсков раннего палеогена Крыма. М., 1972.
5. Стратиграфия СССР. Палеогеновая система. М., 1973.
6. Д. Е. Макаренко, Моллюски палеогеновых отложений Крыма. Киев, 1961.
7. Н. Ш. Салукvadze, В. Д. Эпиташвили, Сообщения АН СССР, 81, № 1, 1976.
8. Л. П. Горбач, Материалы VII съезда КВГА. М., 1967.
9. М. Е. Зубкович, ДАН СССР, 108, № 5, 1956.
10. М. М. Москвин, Л. П. Найдян, Труды МГУ, XXI серия, 1960.
11. Н. П. Коваленко, Автореферат канд. дисс. Л., 1964.



საქართველო
საბუნებისმეტყველო მეცნიერებანი

В. В. ДРУШЕЛ И В. КВАНТАЛНАНИ, М. В. КЮРИНА,
М. З. ШАРИКАДZE

НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ВНУТРЕННЕГО СТРОЕНИЯ РАКОВИН АПТСКИХ АММОНИТОВ CHELONICERAS И EPICHELONICERAS

(Представлено академиком А. Л. Цатурая 30.7.1981)

До настоящего времени при изучении родов раннеаптского *Cheiloniceras* Huysl и среднеаптского *Epicheiloniceras* Sauer основное внимание уделялось морфогенезу формы раковины, скульптуры и лопастной линии [1—5]. Все поле зрения оставалось внутреннее строение раковины.

Новые данные, полученные в результате изучения морфогенеза раковин рассматриваемых родов в световом и сканирующем электронном микроскопах, дополняют сведения о строении и размерах протококса, строении септальной и сифонной систем, развитии скульптуры и лопастной линии в онтогенезе. Результаты исследований могут быть использованы для выяснения систематического значения отдельных признаков внутреннего строения раковин и выяснения некоторых вопросов палеобисологии названных двух родов аммонитов.

На основании анализа изученных признаков можно наметить черты сходства и отличия морфогенеза швелета и сифонной системы у обоих родов.

Протококх боченковидной формы, у *Epicheiloniceras* несколько крупнее диаметр — 0,52—0,69, у *Cheiloniceras* — 0,43 — 0,45. Стенка протококса в 1-го оборота до первичного валика имеет одинаковую для всех аммонитов призматическую структуру, она строилась в течение эмбриогенеза. Раковина аммонитов у *Cheiloniceras* 0,80—0,90, а у *Epicheiloniceras* — 0,94—1,20; поперечное сечение оборота у обоих родов широкоязычное, далее у каждого рода оно характеризуется своими особенностями. Первичный валик удлиненный (0,17—0,35), имеет, как у всех аммонитов, пластинчатую структуру, он строился в первую, детскую, постэмбриональную стадию. Угол первичного перегиба у обоих родов составляет 270—290° и, как известно, характеризует размеры жилой камеры аммонитов, занимавшей 0,75 оборота. Стенка раковины после первичного валика имеет сложное строение. В передней части жилой камеры моллюск при помощи кардинального зинтеля и зинтия строил внешнюю стенку раковины, зинтегальная часть которой состояла из наружного призматического, пластинчатого слоя и органического перистрака. Все три слоя прикреплялись к стенке предыдущего оборота. В задней части жилой камеры мюстракальный зинтегальный зинтия секретировал внутренний призматический слой, который выстилал всю полость жилой камеры, в том числе инволютивную часть оборота, создавая однослойную дорсальную стенку.

За счет септального зинтеля секретировались септы и септальные трубки. Септальный зинтегальный секретировал трехслойную септу—

вначале строилась органическая составляющая септы. Затем последовал известковый слой и завершалось формирование септы выделением органического слоя, выступающего поперечностью

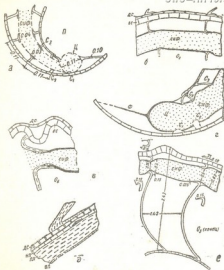


Рис. 1. а, б — *Cheloniceras cephaloformis* Sill., № 401/230, а — сифон, сифон и начало фрагмокона, б — септальные трубки на 3-м обороте; в — *Cheloniceras cephaloformis* d'Orb., № 400/230 — стена строения септальной трубки и стена камеры на 4-м обороте; г — е — *Erycheloniceras subobolonicostatum* Sill.; г — сифон и начало сифона (№ 402/240), д — стена камеры 3-го оборота и утолщение септы 4-го оборота, деталь (№ 403/230), е — строение септальной трубки на 3-м обороте (№ 403/230); коллекция № 230, МГУ, кафедра палеонтология; вс — внутренняя стенка, дс — наружная стенка, п — протоны, С₁С₂ — 1-я, 2-я и т. д. септы, сиф — сифон, и — сифон, ив — внутренний призматический слой, ив — наружный призматический слой, ал — пластинчатый слой, ф — факелопор

дой и всех гидростатических камер. Септальная трубка секретируется тем же эпителием и также выстлалась снаружи и внутри органическими слоями. В течение онтогенеза увеличивалась толщина стенки раковины, септ, расстояние между септами. Сложилась сложная конструкция раковины и септ. Подобным же образом стенки раковины позволял моллюску создавать сложный профиль раковины и сопровождающие ее скульптурные элементы — ребра, шипы. Пластинчатая структура септ облегчала аммониту создание сложно изогнутой поверхности септ и их прочное прикрепление к внутренней поверхности стенки раковины. В местах прикрепления септ органический слой обычно резорбировался и муральная часть септ прочно соединялась с внутренним призматическим слоем. В течение онтогенеза резко увеличивалась толщина пластинчатого слоя, что может быть объяснено конструктивной целесообразностью — необходимостью создания прочного и в то же время относительно легкого внешнего скелета, выполнявшего функцию защиты оверного скелета для мягкого тела моллюска и создания гидростатического аппарата, столь характерного для головоногих моллюсков. Септальный аппарат у обоих родов построен однотипно — он состоит из просепты, которая отличается от всех последующих септ призматической структурой и наличием вентрального и дорсального седла. Между двумя седлами расположен цекум — начало сифона, занимающий почти все пространство между вентральной стенкой и апикальным концом протоконха. Кромка у изученных родов короткая. У просепты три парные лопасти — боковая, вентральная и внутренняя боковая. Во второй септе формируются две новые лопасти — вентральная и дорсальная, причем в вентральной сразу возникает вторичное среднее седло. Пунктирная лопасть у *Cheloniceras* редуцируется в конце 1-го оборота, а у *Ericheloniceras* — на 0,7 оборота. Посредине 2-го оборота боковая лопасть вторичным седлом делится на две части, а в конце то же самое происходит с внутренней боковой. На 3-м и 4-м оборотах боковая лопасть расположена на контро-латеральном перегибе, а внутренняя боковая — на убиликальном. Вентро-латеральные шипы приурочены к области вторичного седла. Таким образом, оба рода имеют одинаковый тип септального аппарата — развивающийся в онтогенезе по одному плану, но у второго рода усложненный лопастной линией, производящий несколько раньше, чем у первого. Лопасти (кроме дорсальной) и седла у обоих родов двурядельны.

Сифонная система построена по одному плану — она начинается цекумом, который при помощи фиксатора, имеющего разную длину (0,10 у *Cheloniceras* и 0,14—0,25 у *Ericheloniceras*), прикреплен кнутри к стенке протоконха (рис. 1). Цекум во 2-й камере переходит в сифон, который на 1-м обороте занимает центральное положение, в конце оборота — субцентрально. В конце 4-го оборота сифон у *Cheloniceras* более толстый и отстоит несколько дальше от вентральной стенки, чем у второго рода.

Таким образом, оба рода построены по единому плану. Выявленные отличия касаются особенностей скульптуры (у *Cheloniceras* развиваются два, а у *Ericheloniceras* — три ряда бугорков) и незначительных различий в размерах протоконха, аммонителлы, в строении септальной и сифонной систем.

ГрузКНИГО СедКавНИИНефть

Московский государственный университет

Грузинский политехнический институт

им. В. И. Ленина

(Получено 31.7.1981)



ა. შარვაშიძე, ი. კვანტალიანი, მ. ყორინა, მ. ზ. შარიკაძე

საქართველოს
საბჭოთავო მეცნიერებათა
აკადემიის

CHELONICERAS და EPICHELONICERAS ანტიან პერიოდის
მონაცემები შიდა ანთერალური კარნიციის წინა ნაწილის

ჩვენება

ბიოლოგიური და ელემენტარული მიკროსკოპების გამოყენებით პირველად
დგინდება ჩვენებულ ანტიან პერიოდის პროტოკონჩის, სეპტის და სიფუნკულის
სტრუქტურის ანტიანტი, ზედა და სეპტალური და ტანის ხაზის განვითარება.

PALAEONTOLOGY

V. V. DRUSCHITS, I. V. KVANTALIANI, M. V. KORINA, M. Z. SHARIKADZE

SOME RESULTS OF AN INVESTIGATION OF THE INTERNAL STRUCTURE OF SHELLS OF THE APTIAN AMMONITES *CHELONICERAS* AND *EPICHELONICERAS*

Summary

New data resulting from a study of the morphogenesis of shells of the
genera *Chelonicerias* and *Epicheloniceras* in the light and scanning electron
microscopes supplement the available evidence on the structure and
dimensions of the protoconch, the structure of the septal and siphuncular
systems, the ontogenic development of the sculpture and the suture line.

შემაჯავრობი — ლიტერატურა — REFERENCES

1. И. А. Махалова. Зоол. МОНП, сер. геол., т. XXV (3), 1960.
2. И. А. Махалова. Состояние на Балканского Геологического друшества, Год. 37,
ча. 3, 1976.
3. R. Casey. A Monograph of the Ammonoidea of the Lower Greensand, Pt. 3-4, London,
1911.
4. O. H. Schindewolf. Studien zur Stammesgeschichte der Ammoniten. Lief. VI. Abh.
Akad. Wissensch. und Literatur Mainz 1966.
5. J. Wiedmann. Neun Jahrb. Geol. Palaeontol. Abhandl. Bd. 127, H. 1, 1966.

Г. В. ПИГНАДZE

ГИДРОТЕРМАЛЬНО ИЗМЕНЕННЫЕ ПОРОДЫ КВАПСИНСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ

(Представлено академиком Г. А. Тваларашвили 28.7.1981)

Гидротермально измененным породам Квапсинского рудного поля посвящен ряд работ [1—3], но вопросы формационной принадлежности окколорудных метасоматитов и их зональности недостаточно освещены. Между тем, они с успехом могут быть использованы при перспективной оценке оруденения, в том числе и прогнозирования глубинных горизонтов месторождения.

При картировании метасоматитов в крупном масштабе установлено наличие в Квапсинском рудном поле площадных и окколорудных метасоматитов. Последние непосредственно сопровождают оруденение свинцово-цинковой, барит-свинцово-цинковой, барит-кальцитовой, виврит-кальцитовой и железо-марганцевой рудных формаций, которые более чем на 1 км по вертикали последовательно сменяют друг друга снизу вверх.

Околорудные метасоматиты и рудные тела, минералогические особенности которых приведены в таблице, контролируются разрывными нарушениями общекавказского направления, активизация которых происходила в постэоценовое время. Вместе с тем, близмеридиональная система трещин рассекает и смещает рудоконтролирующие разломы.

Месторождения и рудопроявления района преимущественно приурочены к вулканогенно-осадочной толще байоса андезито-базальтового состава и отчасти к секущим субшлюнчонным гранит-порфирам и трахит-порфирам, а также к верхнеюрским рифогенным известнякам. Гидротермальные метасоматиты характеризуются стабильной ассоциацией вторичных минеральных парагенезисов независимо от петрохимического состава вмещающих пород. Особенности структурных взаимоотношений между рудами и окаймляющими их ореолами гидротермально измененных пород позволяют выделить дорудные, свирудные и пострудные метасоматиты.

На дорудной стадии формируются кварц-альбит-микроклиновые метасоматиты и провалиты, на свирудной — гидрослюда-карбонатные, а на пострудной — кальцитовые, кварцевые и доломитовые прожилки.

Слаборазвитый шлюнчонный метасоматоз, представленный кв-аб-икв гидротермалитами развит в эндо- и экзоконтактах субшлюнчонно-кислых пород. Гидротермальное изменение выражается замещением вкрапленников полевых шпатов основного состава микроклином и альбитом, а также заполнением пустот кварцем. Дифрактограммы калишпатов основной массы в области пика 131 характеризуются диффузностью, что указывает на присутствие разупорядоченного калишпата и может соответствовать разным генерациям. На дифрактографической записи образцов калишпатов из фенокристаллов, в области отражений 131 отчетливо наблюдается расщепление пиков 131 и 131; расстояния между ними отвечают значению триклинности от 0,63 до 1,0, что соответствует микроклину.

Пропилиты развиты по всем породам, кроме карбонатных. Они слагают участки размером в несколько десятков км² и располагаются гидрослюда-карбонатные гидротермальные железные руды с ними рудные тела. Как видно из таблицы, пропилиты построены четырьмя минералогическими и температурными фашиями: 1) пр-пумп-аб-хл, 2) аб-хл-ка-сер, 3) аб-хл-ка и 4) хл-ка. Первые две развиты в приконтактных зонах малых интрузий и даек как щелочно-кислого, так и среднесоснового состава.

Пренит и пумпеллитосодержащие породы характеризуются темно-зеленым и серовато-зеленым цветом, массивным строением, чаще миндалекаменной структурой. Эти минералы, количество которых в породах достигает 30% объема породы, замещают вкрапленники полевых шпатов и пироксенов, развиваются по основной массе порфировых пород, а также слагают миндаланы с хлоритом, кварцем, кальцитом, альбитом и сфеном. Рентгенометрическим анализом установлен смешаннослойный Mg хлорит-монтмориллонит [4].

По латерали пренит-пумпеллитовые породы сменяются аб-хл-ка-сер метасоматитами, наиболее развитыми в субщелочно-кислых породах. Они имеют порфиробластовую структуру, светло-зеленый цвет, жирные на ощупь и сравнительно плотные. Серпент-мусковит замещает в них вкрапленники полевых шпатов, часто занимая их целиком почти. Редко в субщелочно-кислых породах наблюдаются скопления тонкошелушчатого серпента.

Аб-хл-ка (ка) низкотемпературная фашия пропилитов развита в отдалении от дренирующих структур; характерной ее особенностью является почти полностью сохраненная первичная структура исходной породы. Эта фашия имеет массивное строение, зеленый цвет. Альбит, замещающий плагиоклаз, представлен в виде пятен с расклиноватыми краями, при этом сохраняет зональность и двойникованность. Он также образует каймы вокруг вкрапленников либо полные псевдоморфозы. Хлорит, кальцит и кварц замещают фенокристаллы пироксенов, амфиболов и биотита. Характерна хлоритизация базиса.

Собственно околорудные гидрослюда-карбонатные метасоматиты развиваются как по алюмосиликатным, так и по карбонатным породам, локализованы вдоль тектонически ослабленных зон и рудных тел и образуют крутонападающие линейно вытянутые зоны мощностью 100—120 м.

Ск-ка-ка фашия находится в контексте с рудным телом или располагается непосредственно в дренирующей структуре, характеризуется сланцеватой текстурой, ярко-зеленым цветом, присутствием реликтов исходной породы. Мощность варьирует от первых нескольких метров. Главным типоморфным минералом является изоморфная серия скелит-селадонита, которая развивается метасоматическим путем, а также слагает прожилки и гнезда. Она образует сплошные землястые и чешуйчатые массы, обычно окрашена в зеленый, иногда в бурый и черный цвета, определяемые примесями окислов железа и органического вещества. Кальцит тоже представлен в виде сплошных и жилкообразных скоплений, часто с кварцем или заледеном.

Вышеописанная фашия сменяется ск(сел)-аб-хл-ка-цел. Эти породы текстурно и структурно не отличаются от предыдущих, изменяются только по цвету, причем светлые тона преобладают включенными целлитами. Основная масса полностью скелитизирована и хлоритизирована, вкрапленники замещены кальцитом, целлитами, кварцем, скелитом и селадонитом. Кроме псевдоморфного замещения, кальцит и целлиты выполняют миндаланы и трещины.



В отдалении от рудного тела следуют сел-аб-ха-ка породы, которые наиболее интенсивно проявлены в андезит-базальтах. Минерально-петрографически она зеленовато-серого цвета с миндалекаменной структурой. Селадонит-травяно-зеленого, желтоватого и бурого цветов образует псевдоморфозы по икрогену и плагиоклазу, а также развивается по хлориту. Кроме того, наблюдаются смешаннослойные селадонит-монтмориллонитовые и селадонит-хлоритовые образования. Альбит образует псевдоморфозы по икраплевникам и лейстам полевых шпатов.

Как видно из вышесказанного, как в прожилках, так и в гидрослюда-карбонатных породах устанавливается закономерная смена устойчивых минеральных парагенезисов, хотя основной мотив зональности часто нарушен влиянием более мелких дренарующих структур.

Околорудные гидрослюда-карбонатные метасоматиты сопровождают рудные тела по всей разведанной глубине 1000—1200 м. Их вертикальная зональность выражается сменой складита, различного на нижних горизонтах, смешаннослойными образованиями скелит-монтмориллонита в верхах. Кроме того, для гидрослюда-карбонатных пород нижних горизонтов характерно присутствие доломитита, анальгита, шабазита, десмина и кварца, для верхних же — гейдаунита, морденита и хальцедона.

Закономерное расаредение вышесказанных вторичных минералов в рудно-метасоматической колонке позволяет оценить уровень эрозионного среза рудных жил, а, следовательно, перспективность глубоких горизонтов.

Метасоматиты Квайсинского рудного поля отвечают одному некомплементарному формационно-генетическому ряду, типичному для областей активизированных зон.

Кавказский институт минерального сырья
им. А. А. Тейсерадзе

(Поступило 31.7.1981)

3034950000

ს. გიგვაძე

კვაისის ვარდნის ველის ჰიდროთერმალურად შეცვლილი ქანების

ახარება

ქვის მდინარე ველის შექმნის სფერულზე დაფუძნდა, ამ სფერულზე და მდინარეზე შეტანისებრი სახელი ერთგვარს წარმოადგენს ერთივე ტიპში მდებელი ძარღვების დონის განსაზღვრად.

PETROLOGY

G. V. GIGADZE

HYDROTHERMALLY ALTERED ROCKS OF THE KVAISA ORE FIELD

Summary

New geological data on regional and ore-hosted metasomatic rocks of the Kvaisha ore field are discussed. The results of the investigation of metasomatic rocks can be used in estimating the level of ore-veins in the erosion section.

ციტატების — ლიტერატურა — REFERENCES

1. Т. В. Иванюцкий. Геология, минералогия и геохимия свинцово-цинковых и полиметаллических месторождений Грузии. Монография, № 2. Тбилиси, 1963.
2. X. А. Тедиаშвили. Автореферат канд. дисс. Тбилиси, 1973.
3. А. М. Хабалов. Автореферат канд. дисс. М., 1968.
4. Г. В. Гигвадзе, В. Д. Гунява. Сообщения АН СССР, 100, № 2, 1961.

Г. И. НАСИДZE

РЕЗУЛЬТАТЫ ТЕРМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ НЕКОТОРЫХ АМФИБОЛОВ АДЖАРО-ТРИАЛЕТСКОЙ СКЛАДЧАТОЙ ЗОНЫ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. И. Насидзе 4.3.1983)

С целью выявления и исследования фазовых превращений и химических реакций, связанных с составом и структурой минерала при его нагревании или охлаждении, широко используется метод термического анализа [1].

Нами были изучены 10 образцов амфиболов из палеогеновых вулканогенных образований Боржомского района. Как видно из термограмм (рис. 1), по мере повышения температуры происходит монотонное убывание веса. Этот эффект отражает потерю сорбционной воды. В интервале температур 300—320°C наблюдается резкое уменьшение веса, которое продолжается приблизительно до 500—600°C, что на кривых ДТА выражается слабым экзотермическим эффектом и соответствует началу выделения конституционной воды. Далее кривая ДТА идет почти параллельно нулевой линии до 900°C. На кривой ТГ в этом интервале продолжается постепенное уменьшение веса. В ряде случаев в интервале 800—830°C на кривых ДТА увеличиваются еще заметные и размытые положительные пики.

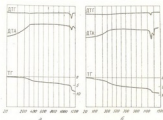


Рис. 1. Характерные термограммы амфиболов

Начиная с 900 до 1000°C кривая ДТА облекается с нулевой линией и уже в температурном интервале 1080—1150°C на термограммах фиксируется хорошо выраженный экзотермический эффект, соответствующий разрушению структуры амфибала. На кривой ТГ отмеченное явление, интенсивность которого не зависит от величины экзотермического эффекта, выражается резкой потерей веса. Только в двух случаях при температуре 1190—1200°C фиксируется хорошо выраженный



дополнительный эндотермический эффект, который не отражается на кривой ТГ.

Выделение структурной воды (основной массы) происходит до 600°C, причем одновременно идет окисление двухвалентного железа. Процесс дегидратации и окисления взаимосвязаны (в это же время успевают окисляться большая часть содержащегося в структуре амфибола FeO). Процесс окисления выражается главным образом реакцией $4Fe^{2+} + 4OH + O_2 \rightarrow 4Fe^{3+} + 4O^{2-} + 2H_2O$, которая протекает только на воздухе или же в окислительной среде [2, 3]. В начале реакции окисления начинается с поверхности минерала [4], проникая одновременно в структуру амфибола по существующему каналу, расположенному параллельно кристаллографическому направлению c_0 [5]. Этим путем поступающий кислород окисляет двухвалентное железо, что вызывает освобождение гидроксильной группы от валентной связи с металлом. Переход Fe^{2+} в Fe^{3+} вызывает расшатывание структуры, так как радиус-ион двухвалентного железа (0,80) гораздо больше трехвалентного, (0,67), что, в свою очередь, способствует выделению из минерала воды при более низких температурах.

В виду того что отрицательная (эндотермическая) кривая дегидратации уравновешивается положительной (экзотермической) кривой окисления железа, то на кривых ДТА и ДТГ в этом температурном интервале отсутствуют как положительный, так и отрицательный эффекты и кривые характеризуются небольшим отклонением от нулевой линии и вытекают в виде отрезков на кривой ТГ.

В таблице приведены процентные содержания потери веса (в возрастающей последовательности), определенные с помощью кривой ТГ дериватограммы, весовые проценты закиса железа, суммы щелочей и H_2O^+ , определенные химическим путем, а также температуры дегидратации, связанные с разрушением решетки амфибола.

Характеристические данные дериватограмм

Образцы	№ образцов									
	2	104	10	103	132	13	16	14	115	101
ПВ, %	1,30	1,50	1,60	1,70	1,70	1,80	1,90	2,10	2,30	2,20
FeO	7,11	7,56	6,48	6,48	6,94	5,85	6,39	5,46	9,54	7,28
H_2O^+	6,92	2,25	1,07	0,95	0,70	1,24	1,06	0,91	2,97	1,72
Na_2O+K_2O	3,48	2,30	3,14	2,30	2,69	3,30	3,15	2,09	2,30	2,10
TС (град.)	1150	1100	1140	1140	1130	1150	1140	1140	1080	1100

Как видно из таблицы, с возрастанием потерь веса (ПВ) соответственно уменьшается весовой процент двухвалентного железа (образ. 2, 10, 103, 132, 13, 16, 14). В этих же образцах содержание H_2O^+ почти постоянное с небольшими отклонениями. В образцах 104, 115 и 101 замеченная закономерность как бы нарушается. С увеличением процентного содержания потерь веса увеличивается и содержание двухвалентного железа, однако в этих же образцах заметно увеличивается и содержание воды, выделение которой компенсируется увеличением веса, вызванным окислением двухвалентного железа, и замеченная закономерность не нарушается.

До 850—900°C структура амфибола в целом сохраняется, хотя уже при 500°C в щелочных амфиболах появляются слабые дополнительные линии на дериватограммах [6].

Фиксируемый в редких случаях на термограммах исследуемых амфиболов экзотермический эффект в интервале 800—850°C должен со-



G. I. NASIDZE

RESULTS OF THERMAL STUDIES OF SOME AMPHIBOLES OF THE ADJARA-TRIALETI FOLDED ZONE

Summary

The paper presents descriptions of the thermal curves of some amphiboles of the Palaeogene volcanic complex of Adjara-Trialeti. On the basis of chemical analyses and thermal properties of the amphiboles it is suggested that, concurrently with the release of structural water, oxidation of divalent iron to trivalent takes place.

The high temperature endothermic effect in the range of 1080-1150°C is connected with the loss of constitutional water and the destruction of amphibole structure. The intensity of this effect is interrelated both with the total value of weight loss and with the temperature range of dehydration, increasing with the rise of temperature dehydration. For the amphiboles studied, the maximal value of the dehydration effect can be assumed as the temperature of mineral formation, using it as a geothermometer.

СУММАРИУМ — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. П. Иванюк, Б. А. Касатов, Т. И. Красавина, Е. К. Разанов. Термический анализ минералов в горных породах. Л., 1974.
2. Э. П. Ершов. Сб. «Экспериментальные исследования минералогического». М., 1971.
3. Э. П. Ершов. Сб. «Термический анализ минералов». М., 1978.
4. И. Л. Лавинес, В. И. Коваленко, С. Б. Брандт. Сб. «Экспериментальные исследования минералогического». М., 1971.
5. И. Л. Лавинес, В. И. Коваленко, С. Б. Брандт. Сб. «Конструкция и свойства минералов», вып. 4. Киев, 1976.
6. В. И. Коваленко, И. В. Владимир, И. Л. Лавинес, А. В. Гореглад. Щелочные амфиболы редоксимельных гранитоидов. Новосибирск, 1977.
7. А. Ф. Корженский В. ДАН СССР, 111, № 2, 1966.
8. Г. И. Насидзе. Сообщения АН ГССР, 92, № 1, 1978.

Т. В. ИВАННИКИН

МИНЕРАЛОГИЯ МЕДНО-ПРЕНИТ-ЭПИДОТОВЫХ ПРОЯВЛЕНИИ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ГРУЗИИ

(Представлено академиком Г. А. Тейхфельдом 1.7.1981)

В середине 60-х гг. у с. Церакви было обнаружено проявление самородной меди (В. Л. Ошани и Г. В. Курдошвиладзе), а в 1972 г. крупные проявления открыты вблизи с. Качаган (Г. И. Спандершвили и Г. В. Багашвили). В 1979 г. аналогичное проявление установлено у с. Ормазети (Т. В. Иванникий). Минеральный состав этого нового для Грузии медно-пренит-эпидотового типа оруденения весьма своеобразен, в связи с чем заслуживает детального изучения. Отдельные вопросы минералогии Качаганского проявления недавно были затронуты В. Г. Гогошвили и др. [1]. Однако результаты этих исследований позволяют в юном плане рассматривать минералогические и генетические особенности этих проявлений.

Медно-пренит-эпидотовые проявления приурочены к базальтоидам сеномана и реже к более высоким стратиграфическим уровням вулканической толщи. Минерализация обычно наблюдается в регрессивных фазах (шарокластиты), но иногда встречается и в мандельштайновых лавах, в местах, где толща нарушена шаротными разрывами и зонами трещиноватости. Рудомещающие породы, содержащие икрапленно-прожилковую минерализацию линейного или площадного развития, гидротермально сильно изменены и часто преобразованы в пренит-эпидот-концитовые породы с хлоритом, актинолитом и серпикитом. На всех проявлениях рудные тела представлены гидротермальным метасоматитом с икрапленностью самородной меди, калькозина и обильными выделениями вторичных минералов меди.

На всех проявлениях развита ассоциация самородной меди с калькозином, реже с ковеллином и редко с сульфидами, что указывает на дефицит серы в гидротермальном процессе. Минералогия проявлений соответствует известным месторождениям и проявлениям мира: Верхнего озера [2], Командорских островов [3], Болгарских [4], Тосканских, Фарерских островов, Новой Земли, Китая (Юньнань), Аппалачей, Таймекского в Сибири [5] и некоторых других. Примечательно, что на всех оруденениях (включая и грузинское) наблюдается сходная геологическая ситуация, однако возраст рудомещающих толщ варьирует от докембрия до олигоцен-миоцена.

Гидротермальные минералы медно-пренит-эпидотовых проявлений можно разбить на три группы. Первая сложена ассоциированной минералогией гидротермальных метасоматитов и представлена главным образом пренитом + эпидотом + карбонатом + концитом + актинолитом + хлоритом + кварцем. Она предшествует рудной минерализации и возникает за счет компонентов породообразующих минералов. Однако в небольшом количестве позднее метакристаллы пренита, эпидота и актинолита наблюдаются в кальците и калькозине. Большинство минералов



этой группы устойчивы и не связаны взаимопереходами при изменении параметров системы (карбонат + кварц; хлорит + кварц + карбонат и др.). Согласно экспериментальным и вулканогеохимическим данным, указанная ассоциация минералов возникает до 300°C, что согласуется с геотермометрическим исследованием газовой жидкости в гидротермальных рудных минералов.

Минеральный состав медно-пренит-эвдокимовых проявлений

Рудные			Порудные		Гидротермальные	Косвенные
главные	второстепенные	редкие	главные	второстепенные		
Медь самородная Халькозин	Ковеллин Борнит	Халькопирит Пренит Малахит* Бемелит руды* Пирротит* Бурлит* Альмаз*? Норданит*? Казалит*? Эвдокимит*? Стефанит*? Несвр. мин.*	Пренит Эвдокимит* Цинкит* Калманит Доломит* Минералоподобит* Альмаз*?	Хлорит Кварц Щеколит Серпентин* Гидрохлориды мхл.* Галмеевый мин.* Тальк* Серпент* Пумпеллит** Доломит** Томсонит** Альмаз** Доломит**	Халькозин Ковеллин Малахит Аурипигмент* Тенорит Хромоколлит* Линкозит	Малахит Гематит Пероксид Плагиоклаз Барит

Примечание: минералы с одной звездочкой обозначены как, с двумя звездочками — В. Г. Голышова и др. [1]; минералы с вопросительным знаком определены условно оптически; в диагностике некоторых минералов использованы рентгеновский анализ.

Вторая группа минералов представлена меднорудной ассоциацией: самородная медь + халькозин + ковеллин + борнит + халькопирит. Она также характерна для всех проявлений. В группе нечетко намечается два тесных парагенезиса: самородная медь + халькозин + ковеллин и борнит + халькопирит + ковеллин). Парагенезис рудных минералов однозначно указывает на малосернистость растворов, чему, видимо, способствовало резкое падение давления и выделение H_2S , так как процесс протекал вблизи дна неглубокого моря, чаще всего в прибрежных условиях. На диаграмме рН—Еh [6] первое поле устойчивости самородной меди охватывает область низких значений окислительного потенциала, при котором сама вода неустойчива. Второе поле соответствует области с рН=8—9, где с медью может ассоциировать гематит. Поле находится вблизи участка устойчивости Cu_2FeS_4 — Fe_2O_3 и минеральных парагенезисов медно-пренит-эвдокимовых проявлений. Увеличение щелочности гидротермальной системы в связи с выисождением щелочноземельных элементов из пород при их гидротермальном метаморфизме, чему, видимо, способствовало отложение самородной меди.

К третьей группе относятся редкие минералы, образованные в завершающую стадию. Малые размеры (0,01—0,02 мм) выделений не позволили уверенно их определить, даже с применением лазерного эмиссионного спектрального анализа. Они представлены: эвдокимитом + норданитом + казалитом + эвлектитом + стефанитом — минералами, с хи-



Формирование вулканогенной толщи обусловила ее большое геологическое значение.

Академия наук Грузинской ССР
Геологический институт
им. А. Н. Дзидзицки

(Поступило 3.7.1981)

მინერალოგია

თ. ივანცევა

საქართველო-კავკასიურეთში სამხრეთ-აღმოსავლეთის სარეზინ-კაბონატ-მაგნიტური პარაფორმაციის მინერალოგია

კვლევა

საქართველოს ხელის სპილენძის გამოვლენათა მინერალოგია მსგავსია შიდალეთის სხვა ანლოგურ გამაგნებათა მინერალოგიას. მსგავსია აგრეთვე მათი გეოლოგიური თავისებურებანი — კავშირი ვულკანოგენურ წებებთან, გამაგნების გეოქიმიურ-ჩარჩვეული ხასიათი, ქანების ჰიდროთერმული მეტამორფიზმი, გამაგნების მინერალოგია ჩრდილი და ხსიათდება სპილენძის ასოციაციით ქალკოზინთან, კოვლიტთან და აშუალოდ სელფიდებთან. მინერალიზაცია მიმდინარეობდა ვოკარდის დეფიციტის პირობებში. სპილენძის გამოვლენა გამოიხატებოდა აგრეთვე ხსნარების pH-ის გაზრდით ქანში არსებული ტიტანოზის ელემენტების ჰიდროთერმულად გადსვლას შედეგად. სპილენძის გამოვლენათა ასეთი ზედკატეგორიული უნდა იყოს და მათი წარმოქმნა მიმდინარეობდა თბელი ზღვის ფსკერის სისტემაში ვულკანიზმთან დაკავშირებით.

MINERALOGY

T. V. IVANITSKI

MINERALOGY OF COPPER-PREHNITE-EPIDOTE OCCURRENCES
OF SOUTH-EASTERN GEORGIA

Summary

The mineralogy of native copper occurrences in Georgia is similar to that of other native copper occurrences in the world. They are also similar to the latter geological peculiarities; connection with volcanic suites, dispersed character of mineralization and hydrothermal metamorphism of rocks. The mineralogy of ore occurrences is rather complicated and is characterized by association of copper with chalcocite, covellite, and rarely, with sulphides. Mineralization took place under conditions of sulphur deficit. Copper sedimentation was conditioned by an increased content of pH in solutions as a result of the passage of alkaline earth elements into hydrotherms. The age of the copper mineralizations seems to be Upper Cretaceous, developing close under the shallow sea floor in relation to volcanism.

შეჯამება — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. Г. Гогошвили, Т. Ш. Гогошвиани, Д. Ш. Хочолава. Сообщения АН ГССР, т. 36, № 1, 1973.
2. F. A. Fayt. Рудные месторождения США, М., 1972.
3. В. А. Обручев. Рудные месторождения, М., 1934.
4. Ив. Великов, Т. Родикова. Сб. «Металогения и рудообразование», М., 1974.
5. Г. Шнейдерман. Рудные месторождения, М., 1958.
6. P. M. Garrels, Ч. Л. Крайст. Растворы, химия, равновесия, М., 1968.

Д. П. ГИОРГАДИ, А. А. ЛОСАВЕРИДZE

ПРИМЕНЕНИЕ И ОБОБЩЕНИЕ МЕТОДА А. Н. КРЫЛОВА
 ПРИ РЕШЕНИИ СИСТЕМЫ ОДНОРОДНЫХ УРАВНЕНИЙ
 СОБСТВЕННЫХ КОЛЕБАНИИ АРОЧНЫХ ПЛОТН

(Представлено членом-корреспондентом Академии Ш. Г. Никитарадзе (13.1981))

Методом конечных перекрестных полос [1] с использованием схемы взаимопересекающихся арок и консолей (рис. 1) получена система



Рис. 1

линейных однородных алгебраических уравнений свободных колебаний арочных плотн, которая имеет следующий вид:

$$\omega_1^2 \sum_{i=1}^n \delta_{11}^{(n)} M_i A_{1i}^2 + \omega_1^2 \sum_{i=1}^n \delta_{21}^{(n)} M_i A_{2i}^2 + \omega_1^2 \sum_{i=1}^n \delta_{31}^{(n)} M_i A_{3i}^2 - A_{1i}^2 = 0;$$

$$\omega_2^2 \sum_{i=1}^n \delta_{12}^{(n)} M_i A_{1i}^2 + \omega_2^2 \sum_{i=1}^n \delta_{22}^{(n)} M_i A_{2i}^2 + \omega_2^2 \sum_{i=1}^n \delta_{32}^{(n)} M_i A_{3i}^2 - A_{2i}^2 = 0;$$

$$\omega_3^2 \sum_{i=1}^n \delta_{13}^{(n)} M_i A_{1i}^2 + \omega_3^2 \sum_{i=1}^n \delta_{23}^{(n)} M_i A_{2i}^2 + \omega_3^2 \sum_{i=1}^n \delta_{33}^{(n)} M_i A_{3i}^2 - A_{3i}^2 = 0; \quad (1)$$

$n = 1, 2, \dots, n.$

Здесь $\delta_{11}^{(n)}, \delta_{21}^{(n)}, \delta_{31}^{(n)}, \dots$ — значения поверхностей влияния перемещений точки n , определяемые методом конечных перекрестных полос; ω_n — спектр круговых частот собственных колебаний арочной плотны; $A_{1i}^2, A_{2i}^2, A_{3i}^2$ — амплитуды собственных форм колебаний.



Очевидно, что количество уравнений этой системы будет составлять $3n$, где n — количество узловых точек, к которым прикреплены упругие доточные массы.

При использовании стандартных программ, составленных для ЭВМ BESM-6, можно решить подобные системы уравнений, порядок которых не превышает 100, т. е. $n \leq 33$. Но при решении практических задач часто требуется n значительно больше 33.

Сущность метода А. Н. Крылова [2] заключается в следующем: пусть

$$\lambda^{3n} + P_1 \lambda^{3n-1} + \dots + P_{3n-1} \lambda + P_{3n} \quad (2)$$

— характеристический полином (с точностью до знака) матрицы D , которая соответствует системе (1). Согласно тождеству Гамильтона—Келли матрица D обращает в нуль свой характеристический полином, поэтому

$$D^{3n} + P_1 D^{3n-1} + \dots + P_{3n-1} D + P_{3n} E = 0. \quad (3)$$

Возьмем теперь произвольный ненулевой вектор

$$Y^{(0)} = (Y_1^{(0)}, Y_2^{(0)}, \dots, Y_{3n}^{(0)})^T.$$

Умножив обе части равенства (3) справа на $Y^{(0)}$, получаем:

$$D^{3n} Y^{(0)} + P_1 D^{3n-1} Y^{(0)} + \dots + P_{3n-1} D Y^{(0)} + P_{3n} Y^{(0)} = 0. \quad (4)$$

Положим:

$$D^k Y^{(0)} = D Y^{(k-1)} = Y^{(k)} \quad (k = 1, 2, \dots, 3n); \quad (5)$$

тогда равенство (4) принимает вид

$$Y^{(3n)} + P_1 Y^{(3n-1)} + \dots + P_{3n-1} Y^{(1)} + P_{3n} Y^{(0)} = 0. \quad (6)$$

Следовательно, векторное равенство (6) эквивалентно системе уравнений

$$P_j Y_j^{(3n-j)} + P_1 Y_1^{(3n-j)} + \dots + P_{3n} Y_j^{(0)} = -Y_j^{(3n)} \quad (j = 1, 2, \dots, 3n);$$

из которой можно определить неизвестные коэффициенты P_1, P_2, \dots, P_{3n} . Но и в этом случае возможности ЭВМ остаются также ограниченными.

С целью повышения возможностей ЭВМ, матрицу D придадим следующий вид:

$$D = \begin{bmatrix} D_{11} & D_{12} & D_{13} \\ D_{21} & D_{22} & D_{23} \\ D_{31} & D_{32} & D_{33} \end{bmatrix},$$

где каждый элемент D_{ij} ($i, j = 1, 2, 3$) является матрицей размерности n , которые не приводим из-за их громоздкости.

Векторы $Y^{(k)}$ возьмем следующие: $Y^{(k)} = (U^{(k)}, V^{(k)}, \Psi^{(k)})^T$, $k = 1, 2, \dots, 3n$. Учитывая вышесказанное, из выражения (5) получаем

$$U^{(k)} = D_{11} U^{(k-1)} + D_{12} V^{(k-1)} + D_{13} \Psi^{(k-1)},$$

$$V^{(k)} = D_{21} U^{(k-1)} + D_{22} V^{(k-1)} + D_{23} \Psi^{(k-1)},$$

$$\Psi^{(k)} = D_{31} U^{(k-1)} + D_{32} V^{(k-1)} + D_{33} \Psi^{(k-1)}.$$

Если введем обозначения

$$q = (p_1, p_2, \dots, p_n)^T, \quad r = (p_{n+1}, p_{n+2}, \dots, p_{2n})^T, \quad t = (p_{2n+1}, p_{2n+2}, \dots, p_{3n})^T$$

тогда из равенства (6) окончательно получим следующую систему уравнений в матрично-векторной форме:

$$\begin{aligned} C_{11}q + C_{12}r + C_{13}t &= f_1; \\ C_{21}q + C_{22}r + C_{23}t &= f_2; \\ C_{31}q + C_{32}r + C_{33}t &= f_3. \end{aligned} \quad (7)$$

Следовательно, C_{11} , C_{12} , ..., C_{33} являются матрицами, а f_1 , f_2 , f_3 — векторы размерностью n , вид которых здесь не приводим из-за их громоздкости.

Умножив первое уравнение этой системы на C_{11}^{-1} , получаем

$$q = A_1 r + B_1 t + Z_1, \quad (8)$$

где

$$A_1 = -C_{11}^{-1}C_{12}, \quad B_1 = -C_{11}^{-1}C_{13}, \quad Z_1 = C_{11}^{-1}f_1.$$

Внося (8) во второе уравнение системы (7) и произведя соответствующие преобразования, будем иметь

$$r = A_2 t + Z_2, \quad (9)$$

где

$$\begin{aligned} A_2 &= -(C_{21} + C_{22}A_1)^{-1}(C_{23}B_1 + C_{23}), \\ Z_2 &= (C_{21} + C_{22}A_1)^{-1}(f_2 - C_{22}A_1Z_1 - C_{21}Z_1 - C_{22}Z_2). \end{aligned}$$

Используя (8) и (9) в третьем уравнении системы (7), получаем

$$t = (C_{31} + C_{32}A_1A_2 + C_{32}B_1 + C_{32}A_1)^{-1}(f_3 - C_{32}A_1Z_1 - C_{31}Z_1 - C_{32}Z_2).$$

По выведенным формулам (8) и (9) находим остальные неизвестные q и r .

Таким образом, предложенный алгоритм решения системы однородных уравнений колебания арочных плотин позволяет увеличить порядок решения на ЭВМ указанной системы уравнения по сравнению с методом А. Н. Крылова в три раза.

Академия наук Грузинской ССР
Институт строительной механики
и сейсмостойкости



ს. ჯორჯაძე, ა. ლოსაბერიძე

თარგმანი კახლის ტექნიკური აკადემიის მეცნიერებათა განყოფილებაში
 განხორციელდა სრული პერიოდის ვ. კახიანიანის ხელმოწერით
 განმეორებად და განმეორებად

რეზიუმე

დაგეგმულია თვითნებური კახლის ტექნიკური აკადემიის მეცნიერებათა განყოფილებაში განხორციელებული კვლევების შედეგები, რომელიც სწავრულა მათემატიკურ-ფიზიკური სახით. ამ აღვითომით აღნიშნული სისტემა 088-ზე შეიძლება ამოხსნას სწავრ ვერტიკალი ივტი რეგის, ვიდეო ა. კახიანის მეოთხის გამოყენებით.

STRUCTURAL MECHANICS

D. P. GIORGADZE, A. A. LOSABERIDZE

USE AND GENERALIZATION OF THE KRYLOV METHOD IN SOLVING A SYSTEM OF HOMOGENEOUS EQUATIONS OF FREE VIBRATIONS OF ARCH DAMS

Summary

An algorithm, written in matrix-vector form, has been developed for solving a system of homogeneous linear algebraic equations of arch dam vibrations. The proposed algorithm, which is based on the method of finite cross-bands and A. N. Krylov's method of expanding a secular determinant, permits a three-fold increase of the order of computer solution of the indicated system as compared to Krylov's method.

შეხვედრის — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. ა. ა. ლოსაბერიძე. Динамика континуальных арочных систем при свободных колеблениах. Тбилиси, 1979.
2. В. П. Демидович, Н. А. Марко. Основы вычислительной математики. М., 1979.

З. У. ДЖАБУА, Л. Н. ПЛУРДЖИДЗЕ, Т. О. ДАДИАНИ, В. В. САНАДЗЕ

ЛЕГИРОВАНИЕ ТОНКИХ ПЛЕНОК ПОЛУТОРНОГО СУЛЬФИДА САМАРИЯ КАДМИЕМ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. Г. Гелесония 3.7.1985)

В работе [1] было впервые проведено легирование полуторного сульфида самария. В качестве легирующего компонента использовался свинец. Пленка $\text{Sm}_2\text{S}_3:\text{Pb}$ обладала n -типом проводимости с удельным электрическим сопротивлением 10^2 — 10^4 Ом·см и проявила довольно высокую фоточувствительность. В настоящей работе проведено легирование тонких пленок полуторного сульфида самария кадмием.

Поскольку давление насыщенных паров кадмия выше соответствующего давлению паров свинца, легирование тонких пленок полуторного сульфида самария проводилось, в отличие от метода, описанного в [1], диффузией кадмия из паровой фазы в закрытом объеме. Кристаллические пленки γ -формы Sm_2S_3 толщиной 1—4 мкм, изготовленные трехтемпературным методом вакуумного термического напыления [2], помещались вместе с кадмием в противоположных концах кварцовой ампулы, которая откачивалась до 10^{-5} мм рт. ст. Ампула помещалась в горизонтальную печь, и проводился отжиг при температуре 600°C в течение ~ 20 —50 часов.

Для удаления с поверхности пленок иллинков сводовесированного кадмия после завершения отжига и охлаждения пленок до комнатной температуры проводилась механическая полировка поверхности алмазной пастой.

После легирования пленки обладали n -типом проводимости, а удельное электрическое сопротивление составляло $\sim 10^2$ Ом·см, тогда как для легированной пленки $\rho = 10^{10}$ Ом·см. Контроль фазового состава легированных пленок электронграфическим и рентгенодифрактометрическим методом не выявил образование дополнительной фазы в процессе легирования.

Пленки $\text{Sm}_2\text{S}_3:\text{Cd}$ проявила высокую фоточувствительность, превышающую фоточувствительность $\text{Sm}_2\text{S}_3:\text{Pb}$ [1]. На рис. 1 приведены спектральные зависимости фотопроводимости и фототок для $\text{Sm}_2\text{S}_3:\text{Cd}$. Как видно из рисунка, спектральные области фоточувствительности в пленках $\text{Sm}_2\text{S}_3:\text{Cd}$ уже, чем в $\text{Sm}_2\text{S}_3:\text{Pb}$. Можно предположить, что кадмий создает мелкие донорные уровни с энергией ионизации, соответствующей глубокой инфракрасной области. Поскольку измерения проводились в диапазоне энергии фотонов 0,2—3,2 эВ, экспериментально не удалось обнаружить структуру, связанную с фотовозбуждением донорного состояния кадмия. Высокая фоточувствительность в спектральной области 1,5—3,0 эВ пленок $\text{Sm}_2\text{S}_3:\text{Cd}$, очевидно, может быть связана с компенсацией имеющихся в Sm_2S_3 глубоких акцепторных состояний,

образованных вакансиями в катионной подрешетке, мелкими дефектами кадмия.

Так же как и в $\text{Sm}_2\text{S}_3:\text{Pb}$, в пленках полупроводящего типа кадмия, легированного кадмием, наблюдалось восстановление



Рис. 1. Спектральная зависимость фотопроводимости (1) и фототок (2) пленки $\text{Sm}_2\text{S}_3:\text{Cd}$ при $T=300\text{ K}$ и интенсивности освещения $0,1\text{ Вт/см}^2$.

исходного электрического сопротивления при термическом отжиге в вакууме. Это обстоятельство, высокая скорость диффузии кадмия в Sm_2S_3 и n-тип проводимости позволяют сделать предположение, что кадмий в Sm_2S_3 диффундирует по междоузлиям.

Грузинский политехнический институт
им. В. И. Ленина

(Получено 3.7.1981)



ს. ჯაბია, ლ. გლაუჯიძე, თ. კოხაიძე, ვ. ვ. სანაძე

სამარიუმის სესკვისულფიდის თხევანი ფენების დოპირება კადმიუმით

Антипин

ჩატარებულა სამარიუმის სესკვისულფიდის სუბსტრატის თხელი ფენების დოპირება კადმიუმით იონური ფაზიდან დოპირების მეოთხედი. ნივთიერება, რომელიც ქმნის თხელ ფენოიდურ ფენებს და იწვევს მალე დიფუზიის-სიბრძნის სექტორს ხელზე უნაშა.

METALLURGY

Z. U. JABUA, L. N. GLURIDZE, T. O. KOKHAI, V. V. SANADZE

DOPING OF SAMARIUM SESQUISULPHIDE THIN FILMS WITH Cd

Summary

Samarium sesquisulphide thin films have been doped with Cd by diffusion from vapour phase. It is shown that Cd creates a fine donor level and leads to high photosensitivity of the films in the visible region of the spectrum.

შემაჯავებელი — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. З. У. Джабуа, Л. Н. Глаурджидзе, Т. Д. Кохайов, В. В. Санадзе. Сообщения АН ГССР, 100, № 1, 1980, 161.

2. Т. Д. Кохайов, Н. Г. Зурабшвили, Э. Р. Кутелиа, Т. Л. Ежаланца, Л. Н. Глаурджидзе, В. В. Санадзе. Сообщения АН ГССР, 96, № 3, 1979, 569.

А. Д. ВОЗАДЗЕ, Р. В. ВЕДИНЕНШВИЛИ, Л. Р. КОКРАШВИЛИ,
В. Ш. КВАНЧАХАДЗЕ

КРИТЕРИИ НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ ПРИ БЕЗОПРАВОЧНОЙ ПРОКАТКЕ ТРУБ

(Представлено академиком Ф. Н. Тавадзе 4.3.1981)

В работе [1], используя предложенную методику анализа формирующих операции [2], на основе уравнения Лапласа, выведенного с применением безмоментной теории оболочек с допущением наличия плосконапряженного состояния, получены уравнения для нормальных напряжений при безопрavoчной прокатке полых цилиндрических или профильных заготовок. Эти уравнения имеют следующий вид: для зоны отставания

$$\sigma_n = \beta \sigma_0 \frac{1 + \delta - \cos \alpha}{1 + \delta - (1 + \mu) \cos \alpha} \left\{ 1 + \frac{\mu [\exp \{ \mu (\alpha_n - \alpha) \} \cos \alpha_n - \cos \alpha]}{[1 + \delta - (1 + \mu) \cos \alpha]^2} \right\} - \beta \sigma_0 \quad (2)$$


для зоны опережения

$$\sigma'_n = \beta \sigma_0 \frac{1 + \delta - \cos \alpha}{1 + \delta - (1 + \mu) \cos \alpha} \left\{ 1 + \frac{\mu (\exp \{ \mu \alpha \} - \cos \alpha)}{[1 + \delta - (1 + \mu) \cos \alpha]^2} \right\} - \beta \sigma_0$$

где σ_n , σ'_n — нормальные напряжения; μ — коэффициент трения на контактной поверхности деформируемого металла с инструментом; α, α_n — угол текущего сечения и угол захвата; σ_0 — напряжение текучести при данной температуре, скорости и степени деформации; β — коэффициент, учитывающий влияние среднего главного напряжения на условие пластичности, $a = \frac{S}{R_p}$ — соотношение толщины заготовки к радиусу кривизны срединной поверхности заготовки в меридиональном сечении, радиус кривизны принят как радиус валика; $\delta = \frac{r}{R_p}$ — соотношение радиуса заготовки после деформации к радиусу кривизны срединной поверхности;

$$k = \frac{1 - a}{1 + a} = 1.$$

Имея закономерность распределения нормальных напряжений в очаге деформации по дуге захвата критерий напряженного состояния, σ_p можно определить как



$$\alpha_0 = \frac{P_{cr}}{\beta \alpha_0} = \frac{\int_{\alpha_0}^{\alpha_2} \alpha_0 R_0 dx + \int_0^{\alpha_0} \alpha_0' R_0 dx}{\beta \alpha_0 R_0 \alpha_0}$$

Подставив выражения нормальных напряжений в уравнение (2) при соответствующих пределах интегрирования, производя преобразование, формула критерия напряженного состояния будет иметь вид

$$\alpha_0 = \frac{1}{\alpha_0} \left\{ \int_{\alpha_0}^{\alpha_2} \frac{1+\beta - \cos \alpha}{1+\beta - (1+a) \cos \alpha} \left[1+a \frac{\exp \{ \beta (\alpha_0 - \alpha) \} \cos \alpha_0 - \cos \alpha}{[1+\beta - (1+a) \cos \alpha]^b} \right] dx - \int_0^{\alpha_0} dx + \int_0^{\alpha_0} \frac{1+\beta - \cos \alpha}{1+\beta - (1+a) \cos \alpha} \left[1+a \frac{\exp \{ \beta \alpha \} - \cos \alpha}{[1+\beta - (1+a) \cos \alpha]^b} \right] dx - \int_0^{\alpha_0} dx \right\}. \quad (3)$$

Если со знаков интегрирования вынесем средние значения множителей в квадратных скобках, выражение (3) получит вид

$$\alpha_0 = \frac{1}{\alpha_0} \left\{ \left[1 + \frac{a}{1+\beta} \frac{\exp \{ 0,5 \beta (\alpha_0 + \alpha_0) \} \cos \alpha_0 - \cos \frac{\alpha_0 - \alpha_0}{2}}{\left[1 - \varepsilon \cos \frac{\alpha_0 - \alpha_0}{2} \right]^b} \right] \times \left[\int_{\alpha_0}^{\alpha_2} \frac{dx}{1 - \varepsilon \cos \alpha} - c \int_{\alpha_0}^{\alpha_2} \frac{\cos \alpha}{1 - \varepsilon \cos \alpha} dx \right] - \int_{\alpha_0}^{\alpha_2} dx - \int_0^{\alpha_0} dx + \left[1 + \frac{a}{1+\beta} \frac{\exp \{ 0,5 \beta \alpha_0 \} - \cos \frac{\alpha_0 - \alpha_0}{2}}{\left(1 - \varepsilon \cos \frac{\alpha_0}{2} \right)^b} \right] \left[\int_0^{\alpha_0} \frac{dx}{1 - \varepsilon \cos \alpha} - c \int_0^{\alpha_0} \frac{\cos \alpha}{1 - \varepsilon \cos \alpha} dx \right] \right\}.$$

где

$$c = \frac{1}{1+\beta}; \quad \varepsilon = \frac{1+a}{1+\beta}.$$

После интегрирования при соответствующих пределах, нахождения постоянных интегрирования и алгебраических преобразований получаем

$$\alpha_0 = \frac{P_{cr}}{\beta \alpha_0} = \frac{a}{\alpha_0} \left\{ (B-A) \left[b \operatorname{arctg} \left(\frac{\sqrt{1+\varepsilon}}{\sqrt{1-\varepsilon}} \operatorname{tg} \frac{\alpha_0}{2} \right) + \frac{\alpha_0}{1+a} \right] + (\alpha^{-1} + A) \left[b \operatorname{arctg} \left(\frac{\sqrt{1+\varepsilon}}{\sqrt{1-\varepsilon}} \operatorname{tg} \frac{\alpha_0}{2} \right) + \frac{\alpha_0}{1+a} \right] \right\} - 1, \quad (4)$$

где

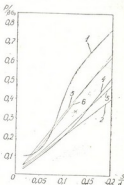
$$B = \frac{c (\exp \{ 0,5 \beta \alpha_0 \} - \cos 0,5 \alpha_0)}{(1 - \varepsilon \cos 0,5 \alpha_0)^b}.$$

$$A = \frac{c [\exp\{0,5\mu(\alpha_0 + \alpha_n)\} \cos \alpha_n - \cos 0,5(\alpha_n - \alpha_0)]}{[1 - a \cos 0,5(\alpha_n - \alpha_0)]^2};$$

$$b = \frac{2 \left(1 - \frac{1}{1+a}\right)}{\sqrt{1-a^2}};$$

Таким образом, получена формула (4) для расчета критерия напряженного состояния при безоправочной прокатке труб без натяжений, которая помимо толщины стенки и радиуса трубы, учитывает также радиус вала, угол захвата и коэффициента трения.

Рис. 1. Зависимость критерия напряженного состояния от отношения толщины стенки к диаметру трубы по формулам: 1 — В. П. Амсифорова, 2 — В. В. Шейкина — П. И. Никита, 3 — В. В. Проклешина, Д. С. Фридмана и др., 4 — по формуле (4), 5 — А. П. Чекарева — Я. Л. Ваткина, 6 — В. В. Шейкина — Г. Я. Гуня



По полученной формуле (4), а также по формулам других авторов были построены кривые зависимости критерия напряженного состояния от отношения толщины стенки к диаметру трубы (другие параметры прокатки идентичны), что приведено на рисунке.

Академия наук Грузинской ССР
Институт металлургии
им. 50-летия СССР



ა. ნოზაძე, ა. ბედინეიშვილი, ლ. რ. კოკრაშვილი, ბ. შ. კვანჭაყაძე

შავი ლითონების მანდრელის გარეშე მიწვეული მანდრელის
შეწვევის საშუალებით

საშუალო

შეტყუილი დასაბუთებული შედეგების დაშვებით, გაჩვენის ემონენტო თეორიით ცნობილი ლაპლასის განტოლების გამოყენებით მიღებული სიბრტყის ძაბვების ფორმულების საფუძველზე გამოყენებულ დასაბუთებული შედეგების კორექტირების გამოსახულებების უსაბუთო ვარიანტის მიღებული გამოსახულებების შედარებით სხვა მკვლევარების მიერ გამოყენებულ ფორმულებთან.

METALLURGY

A. D. NOZADZE, R. V. BEDINEISHVILI, L. R. KOKRASHVILI,
B. Sh. KVANCHAKHADZE

AVERAGE UNIT PRESSURE DURING MANDRELLESS TUBE ROLLING

Summary

Using the equation of stresses, an average unit pressure formula during mandrelless tube rolling has been derived and compared with analogous formulae of other researchers.

სტრუქტურა — LITERATURE — REFERENCES

1. A. D. Nozadze, *Trudy GPH, Obrabotka chernykh metalmazov*, № 9-241, Tbilisi, 1981.
2. E. A. Polov, *Osnovy teorii dinstovoi stanzovaniya*, M., 1957.

Т. Г. ТАТИШВИЛИ, В. С. СВАНИДЗЕ, Н. Д. КОПЬЛНАНИ, А. Л. ГОГАВА

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ВИБРАЦИЙ СИСТЕМЫ «МЕХАНИЗИРОВАННЫЙ АППАРАТ-ЧЕТЫРЕ РУКИ»

(Представлено членом-корреспондентом Академии М. В. Хашуки 11.3.1981)

Сельскохозяйственные операции (разного вида подрезки, формирования кустов и др.) с помощью тяжелых ручных механизированных аппаратов выполняются двумя операторами, которые вместе с аппаратом составляют колебательную систему «аппарат-четыре руки». Система представляет собой разветвленный многомассный осциллятор, нагруженный высокоактивной многокомпонентной возмущающей силой и имеющий переменные характеристики самой системы (масса, жесткость и т. п.) [1, 2]. Экспериментальное исследование такой системы было выполнено на примере срезающего аппарата для тяжелой подрезки чайных кустов и ставило своей целью установить закономерности распространения колебаний вдоль тела оператора, когда вибрации, передаваемые рукояткам, воспринимаются через два канала — правую и левую руки вплоть до головы. Таким образом, опытная модель достаточно полно отражает общие свойства системы. Специфика модели состоит в том, что приводом механизма движения ножек аппарата служит двигатель внутреннего сгорания, который является основным

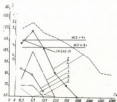


Рис. 1

источником вибраций; эти вибрации при длительном воздействии могут привести к функциональным изменениям в организме оператора. Источником вредных вибраций также являются гребенчатые стругущие ножи, возвратно-поступательно скользящие друг по другу и установленные на торце корпуса, изогнутого по дуге окружности.



Для установления спектрального состава передаваемых вибраций исследовался аппарат АШП-76 в холостом режиме и в рабочем состоянии в контакте с чайным кустом.

Исследование проводилось в соответствии с санитарными нормами СН1102-73.



Рис. 2

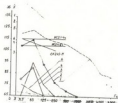


Рис. 3

Измерительная аппаратура РФТ ГДР и ИШВ-1 СССР соответствует стандартам ГОСТ 13731-68 и 16529-70.

Вибрация измерялась в трех (X, Y, Z) направлениях. Схема проведения опытов показана на рис. 1. К аппарату 1 прикреплены пьезоэлектрические датчики 2; вибрация, передаваемая телу оператора, фиксируется такими же датчиками 3 (на кисти), 4 (предплечья), 5 (плечи), 6 (к голове), 7 (позвоночник); измерительные приборы 8, 9 (РФТ, ИШВ-1) гибкими шнурами присоединяются к датчикам.

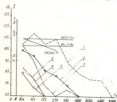


Рис. 4

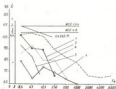


Рис. 5

На рис. 2, 3, 4 приведены некоторые результаты по измерению относительных уровней, составляющих виброскорости, по трем направлениям для холостого хода, а на рис. 5, 6, 7 — те же величины для рабочего состояния (задрезка куста). На этих графиках 1 соответствует

вибрациям рукоятки машины, 2 — кисти, 3 — предплечья, 4 — локтя, 5 — головы и 6 — поясницы, там же нанесены допустимые уровни виброскорости по санитарным нормам СН245-71, НБСН 3.3.3.71 (1)-(4) в 1, 2, 3, 4—8 часов.

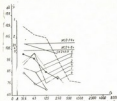


Рис. 6

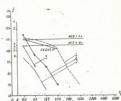


Рис. 7

Анализ опытных данных показывает, что уровни X , Y , Z по всем направлениям существенно зависят от напряжения руки, принятого положения аппарата и руки и координат рабочих движений между операторами. Контакт аппарата с чайным кустом не оказывает заметного влияния на гашение передаваемой вибрации. Наибольшие уровни виброскорости наблюдаются при частоте, соответствующей числу оборотов коленчатого вала ДВС; для исследуемого аппарата эта частота равна 63 Гц (4500 об/мин). Все поле скоростей до 125 Гц расположено выше норм, и, следовательно, аппарат не удовлетворяет допустимым санитарным требованиям.

Академик наук Грузинской ССР
Институт механики машин

(Поступило 13.3.1981)

საქართველოს სსრ

მ. ნაბახიძე, ა. სანია, ნ. კუპალაძე, ა. სებასი

„მეცნიერებათა აკადემიის მეცნიერებათა აკადემიის მეცნიერების სპეციალური
კავშირის დასახელებული კვლევა“

რეზიუმე

ექსპერიმენტული შესწავლილია მექანიზირებული ასარტო-ოთხი ხელი სისტემის სერკოთი რტევის მოცულობის დამოკიდებულება კოორდინატულ ვიბრაციულ სიტუაციებს დონეები შემო და თავისუფალ რტეობებში. მიღებული შედეგები შედარებულია დანამებ სანიტარულ ნორმებთან. აღწერილია ექსპერიმენტული კვლევის სიტუაციის შედეგები.

T. G. TATISHVILI, V. S. SYANIDZE, N. D. KOPALIANI

EXPERIMENTAL STUDY OF THE SPATIAL VIBRATIONS OF THE SYSTEM "MECHANIZED DEVICE-FOUR HANDS"

Summary

The title problem has been studied in the working and idle states. The method of the experiment is presented, with graphs indicating the levels of vibration speed transferred to the human body. The findings are compared with the permissible medical norms of vibration speed levels.

შეჯამება — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. М. В. Хачурия, Н. А. Ртвишвилиანი, Т. Г. Лордкипანიძე, Н. В. Белецкий. Тракторы и сельскохозяйства, № 1, 1981, 16—19.
2. М. В. Хачурия, А. М. Багдаева, А. С. Мелия, Т. Г. Татишвили. Распространение колебаний в конечностях человека при их вибрационном нагружении. Тбилиси, 1980.

Н. С. ДАВИТАШВИЛИ, Г. С. ШАРШЕНИДZE

ДИНАМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПЛОСКОГО ЧЕТЫРЕХЗВЕННОГО ШАРНИРНОГО МЕХАНИЗМА С ЗАЗОРАМИ

(Представлено академиком Д. С. Таваддзе 19.3.1981)

Проблема динамического исследования механизмов с зазорами в некоторых частных случаях дается в работах [1, 2].

В данной работе предлагается динамическое исследование четырехзвенного плоского шарнирного механизма с зазорами $OABO_2$ (рис. 1) с помощью кинетической энергии. При этом учитываются силы трения в кинематических парах с зазорами и собственный вес звеньев, длины которых обозначены через a , r , l и b .

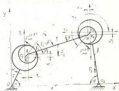


Рис. 1

При работе механизма $OABO_2$ с зазорами в кинематических парах 1—2 и 2—3 возникают дополнительные силы реакции, вызванные от соударения элементов кинематических пар, в результате чего будем иметь: 1. одновременный разрыв в парах 1—2 и 2—3; 2. разрыв в паре 1—2 и контакт в паре 2—3; 3. контакт в паре 1—2 и разрыв в паре 2—3; 4. одновременный контакт в парах 1—2 и 2—3. В таких случаях добавочное движение механизма (добавочное движение механизма возникает при наличии зазоров в кинематических парах) можно определить добавочными координатами $x_1, y_1, x_2, y_2, T_1, T_2$.

Сперва рассмотрим случай движения механизма, когда в кинематических парах 1—2 и 2—3 имеется разрыв. Движение такого характера с использованием кинетической энергии данного механизма и уравнений второго рода Лагранжа описывается четырьмя дифференциальными уравнениями относительно x_1, y_1, x_2, y_2 . Будем иметь:



$$\frac{d}{dt} \left(m_2 S - \frac{m_2}{2} H \operatorname{tg} \beta + \frac{4}{3} m_2 M - \frac{2}{3} m_2 K \operatorname{tg} \varphi \right) + \frac{d}{dt} (K \operatorname{tg} \varphi - 2M) = 0;$$

$$\begin{aligned} & \frac{d}{dt} \left[\frac{m_2}{2} \left[S \operatorname{tg} \beta - \frac{H}{2} (1 + \operatorname{tg}^2 \beta) + N + \dot{H} + \frac{H}{b \cos^2 \beta} \right] + \right. \\ & \left. + \frac{m_2}{3} \left(\frac{K}{\cos^2 \varphi} - 2M \operatorname{tg} \varphi \right) \right] - \frac{m_2}{2l \cos^2 \beta_0} \left(SH - \frac{1}{2} H^2 \operatorname{tg} \beta \right) + \\ & \quad + \frac{2m_2}{3} MK \frac{1}{b \cos^2 \varphi_0} = \frac{1}{2} (P_1 + P_2); \end{aligned} \quad (1)$$

$$\begin{aligned} & \frac{d}{dt} \left[\frac{m_2}{2} \left[\frac{1}{2} H (1 + \operatorname{tg}^2 \beta) - S \operatorname{tg} \beta + N + \dot{H} + \frac{H}{b \cos^2 \beta} \right] + \right. \\ & \left. + \frac{m_2}{3} \left(2M \operatorname{tg} \varphi - \frac{K}{\cos^2 \varphi} \right) \right] + \frac{m_2}{2l \cos^2 \beta_0} \left(SH - \frac{1}{2} H^2 \operatorname{tg} \beta \right) - \\ & \quad - \frac{2m_2}{3} MK \frac{1}{b \cos^2 \varphi_0} = \frac{1}{2} (P_1 + P_2). \end{aligned}$$

где

$$S = -r \sin \alpha + \dot{x}_1; \quad N = r \cos \alpha;$$

$$H = b \cos \varphi - \dot{\varphi} + \dot{y}_2 - r \cos \alpha - \dot{y}_1; \quad M = -r \cos \alpha + \dot{x}_2 - l \beta \sin \beta - \dot{x}'_1;$$

$$K = r \cos \alpha + \dot{\beta}_1 - \dot{y}_2 + l \beta \cos \beta;$$

$$\operatorname{tg} \beta = \operatorname{tg} \beta_0 + \frac{\beta_2 - \beta_1}{l \cos^2 \beta_0}; \quad \operatorname{tg} \varphi = \operatorname{tg} \varphi_0 + \frac{\beta_2 - \beta_1}{l \cos^2 \varphi_0}.$$

Угол φ_0 является углом поворота выходного звена, а β_0 — углом поворота шатуна для соответствующего идеального механизма [3].

При контакте в кинематической паре 2—3 и разрыве в паре 1—2 движение данного механизма описывается системой из трех дифференциальных уравнений относительно x_1 , y_1 и γ_2 . Напишем:

$$\begin{aligned} & \frac{d}{dt} \left(m_2 S - \frac{m_2}{2} H \operatorname{tg} \beta + \frac{4}{3} m_2 M - \frac{2}{3} m_2 K \operatorname{tg} \varphi \right) = 0; \\ & \frac{d}{dt} \left[\frac{m_2}{2} \left[S \operatorname{tg} \beta - \frac{H}{2} (1 + \operatorname{tg}^2 \beta) + N + \dot{H} + \frac{H}{b \cos^2 \beta} \right] + \right. \\ & \left. + \frac{m_2}{3} \left(\frac{K}{\cos^2 \varphi} - 2M \operatorname{tg} \varphi \right) \right] - \frac{m_2}{2l \cos^2 \beta_0} \left(SH - \frac{1}{2} H^2 \operatorname{tg} \beta \right) + \\ & \quad + \frac{2m_2}{3b \cos^2 \varphi_0} MK = \frac{1}{2} (P_1 + P_2); \end{aligned} \quad (2)$$

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{\gamma}_2} \right) - \frac{\partial T}{\partial \gamma_2} = -\Delta_2 \left[\frac{1}{2} (P_1 + P_2) \cos \gamma_2 - P_{20}^{\text{н}} \right].$$

где T — кинетическая энергия механизма и

$$T = \frac{m_1}{2} \left[S^2 - 5H \operatorname{tg} \beta + \frac{H^2}{4} (1 + \operatorname{tg}^2 \beta) + N^2 + 2MK \operatorname{tg} \varphi + \frac{K^2}{\cos^2 \varphi} \right] + \frac{m_2}{6} \left(4M^2 - 4MK \operatorname{tg} \varphi + \frac{K^2}{\cos^2 \varphi} \right) + m_3(H + 2N + \dot{y}_3) + \frac{H^2}{12 \cos^2 \beta} \quad (3)$$

Преобразуя и решая системы дифференциальных уравнений (1) и (2), получаем расчетные величины координат x_1, y_1, x_2, y_2 и γ_1 .

Движение механизма во время контакта в кинематической паре 1—2 и разрыва в паре 2—3 можно определить тремя дифференциальными уравнениями относительно x_2, y_2 и γ_1 . Будем иметь:

$$\begin{aligned} \frac{d}{dt} (K \operatorname{tg} \varphi - 2M) &= 0 \\ \frac{d}{dt} \left\{ \frac{m_2}{2} \left[\frac{1}{2} H(1 + \operatorname{tg}^2 \beta) - S \operatorname{tg} \beta + N + \dot{y}_2 + \frac{H}{6 \cos^2 \beta} \right] + \right. \\ &+ \frac{m_3}{3} \left(2M \operatorname{tg} \varphi - \frac{K}{\cos^2 \varphi} \right) \left. \right\} - \frac{m_1}{2I \cos^2 \beta_0} \left(\frac{1}{2} H^2 \operatorname{tg} \beta - SH \right) - \\ &- \frac{2m_2}{3} MK \frac{1}{6 \cos^2 \varphi} = \frac{1}{2} (P_1 + P_2); \quad (4) \\ \frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{\gamma}_1} \right) - \frac{\partial T}{\partial \gamma_1} &= \Delta_1 \left[\frac{1}{2} (P_1 + P_2) \cos \gamma_1 + F_{20}^{1-2} \right]. \end{aligned}$$

При одновременном контакте в кинематических парах 1—2 и 2—3 движение механизма определяется следующими уравнениями относительно γ_1 и γ_2 :

$$\begin{aligned} \frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{\gamma}_1} \right) - \frac{\partial T}{\partial \gamma_1} &= \Delta_1 \left[\frac{1}{2} (P_1 + P_2) \cos \gamma_1 + F_{20}^{1-2} \right]; \quad (5) \\ \frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{\gamma}_2} \right) - \frac{\partial T}{\partial \gamma_2} &= -\Delta_2 \left[\frac{1}{2} (P_1 + P_2) \cos \gamma_2 - F_{20}^{2-3} \right]. \end{aligned}$$

где F_{20}^{1-2} и F_{20}^{2-3} — силы трения в кинематических парах 1—2 и 2—3.

Решением системы дифференциальных уравнений (4) и (5) определяются искомые параметры x_2, y_2, γ_1 и γ_2 .

Полученные результаты позволяют определить отклонение номера та выходного звена 3 от действительного значения при наличии зазоров в кинематических парах.

Грузинский политехнический институт
им. В. И. Ленина

(Поступило 20.3.1981)



საქართველოს
საბჭოთაო მეცნიერებათა
აკადემია

ს. შარაშენიძის, ა. ზაქარაიის

შარაშენიძის მეცნიერებათა აკადემიის მეცნიერებათა
საბჭოთაო მეცნიერებათა აკადემია

აბსტრაქტი

მოცემულია პირველი რიგის დინამიკის მონაცემების საფუძველზე მექანიზმის დინამიკის ანალიზის კინეტიკური ენერჯის მეთოდით.

მოცემულია მექანიზმის მოძრაობის დიფერენციალური განტოლებები ჩვეულების წინებისა და რიგის დინამიკის კინეტიკური ენერჯის საფუძველზე.

MACHINE BUILDING SCIENCE

N. S. DAVITASHVILI, G. S. SHARASHENIDZE

DYNAMICAL STUDY OF A PLANE FOUR-LINK HINGED MECHANISM WITH CLEARANCES

Summary

The paper deals with a dynamical study of a four-link hinged mechanism with clearances; the study is based on kinetic energy; the own weight of the links and the friction force in the kinematic pairs are taken into consideration.

Systems of differential equations are obtained, the solution of which yields the sought-for parameters causing the deviation of the deflection of the outlet link from the actual value in the presence of clearances in the kinematic pairs.

საბჭოთა მეცნიერებათა აკადემია — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. Н. Сергеев, К. М. Юдин. Исследования динамики плоских механизмов с зазорами. М., 1974.
2. Н. Г. Бруевич, В. Н. Сергеев. Основы нелинейной теории точности и надежности устройств. М., 1976.
3. Н. Н. Артоболевский. Теория механизмов и машин. М., 1975.

МАШИНОСТРОЕНИЕ
 1964-1971

Э. Н. КАРКАШАДЗЕ, Г. К. РЯБОВ, Ш. В. САРИШВИЛИ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СИЛ ДАВЛЕНИЯ НА ЗУБЬЯ ЗВЕЗДОЧЕК ЦЕПНЫХ ПЕРЕДАЧ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. Я. Шавцвазом 27.5.1961)

Силы давления на зубья звездочек определяются по закону геометрической прогрессии [1], знаменатель которой находится из рассмотрения взаимодействия отдельно взятого одного зуба с шарниром цепи без учета упругих деформаций. Однако все элементы, взаимодействующие в зацеплении, взаимосвязаны между собой и подвержены упругим деформациям, вследствие чего расчетные давления на зубья у больших звездочек, как показывают исследования, занижаются до трех-четырех раз (см. табл. 1). При этом, как видно из табл. 1, на большой звездочке по существующим формулам получается, что сумма давлений на зубья, отнесенная к передаваемой нагрузке, равняется примерно 0,37, в то время как по условию равновесия внешних сил, действующих на отрезок цепи, расположенной на звездочке, эта сумма должна быть больше единицы.

Таблица 1

Переданные номера <i>i</i> зубьев	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
<i>r=17</i> (модуль 6)	Расч. N_i' по сист. ур. (4)	0,77	0,24	0,10	0,04	0	0	0	0	0	0
	Законч. N_i' по [3]	0,76	0,35	0,14	0,07	0	0	0	0	0	
	Расч. N_i' по сум. ф-м	0,76	0,58	0,44	0,34	0,26	0,20	0,15	0,11	0,09	0,06
<i>r=23</i> (модуль 6)	Расч. N_i' по сист. ур. (4)	0,62	0,23	0,09	0,04	0,003	0,0003	0	0	0	0
	Законч. N_i' по [4]	0,65	0,44	0,21	0,10	0,04	0	0	0	0	
	Расч. N_i' по сум. ф-м	0,54	0,29	0,16	0,08	0,05	0,025	0,014	0,007	0,006	0,004
<i>r=60</i> (модуль 6)	Расч. N_i' по сист. ур. (4)	0,69	0,23	0,08	0,03	0,009	0,003	0,0008	0	0	0
	Расч. N_i' по сум. ф-м	0,37	0,07	0,02	0,007	0,002	0,0005	0,0004	$3,5 \cdot 10^{-4}$	$9 \cdot 10^{-4}$	$2,4 \cdot 10^{-4}$

Силовое взаимодействие цепи со звездочкой показано на элементе (рис. 1). Здесь точка приложения силы трения $N_i f$ условно перенесена в центр шарнира (ось втулки) с соответствующим добавлением момента M_i . Центробежные силы в обычных цепных передачах не превышают 5—6% от рабочей нагрузки и поэтому здесь не учитываются.

Внешней силой в рассматриваемой системе является передаваемая нагрузка P , равная разности натяжений рабочей и холостой вет-

вой. Тогда, пренебрегая действием моментов M_j , которые не превосходят 1–2% момента от P , записываем уравнение равновесия отрезка



Рис. 1

цепи, находящегося в зацеплении, относительно оси вращения звездочки в виде

$$P r_1 \cos(\gamma_1 + \theta_1) = \sum_{i=1}^n N_i r_i [\cos(\phi_i + \gamma_i) + f \sin(\phi_i + \gamma_i)]. \quad (1)$$

Здесь $\gamma_i = \pi/z - \theta_i$; z — число зубьев звездочки; n — число зубьев, участвующих в зацеплении; f — приведенный коэффициент трения, учитывающий качество роликов по зубьям.

Условие равновесия сил, действующих на шарниры, записывается системой уравнений

$$S_i \cos \alpha = S_{i-1} - N_i (\cos \phi_i + f \sin \phi_i); \quad i = 1, 2, \dots, n. \quad (2)$$

Упругие деформации нагруженных элементов зацепления взаимосвязаны между собой системой уравнений

$$S_{i-1} \delta_1 = \delta_2 N_{i-1} \cos(\alpha + \phi_{i-1}) - N_i \delta_2 \cos \phi_i; \quad i = 1, 2, \dots, n, \quad (3)$$

где δ_1 — податливость контакта валик-штулка в плоскости одного звена на растяжение; δ_2 — общая податливость системы валик-штулка-ролик-зуб, определяемая контактными перемещениями в шарнире и изгибными деформациями зуба.

При новой цепи величины θ_i , r_i , ϕ_i и γ_i имеют небольшой разброс и уравнения (1), (2), (3) приводятся к виду

$$\begin{array}{cccccccc|cccc} A & -BD & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 & 0 & N_1' & & 1 \\ C & AD & -BD^2 & 0 & \dots & 0 & 0 & 0 & N_2' & & 1 \\ C & CD & AD^2 & -BD^3 & \dots & 0 & 0 & 0 & N_3' & & 1 \\ \hline C & CD & CD^2 & CD^3 & \dots & AD^{n-1} & BD^{n-1} & & N_{n-1}' & & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & & 1 & 1 & & N_n & & E \end{array} \quad (4)$$

Здесь

$$N_i' = N_i/P; \quad A = \cos \phi + f \sin \phi + k \cos \alpha \cos(\alpha + \phi);$$

$$B = k \cos \phi; \quad C = \cos \phi + f \sin \phi; \quad D = \cos \alpha;$$

$$E = \cos 0,5\alpha [\cos(\phi + 0,5\alpha) + f \sin(\phi + 0,5\alpha)]; \quad k = \delta_0 \delta_1; \quad \phi = \varphi - \theta,$$

где φ — угол заострения зубьев в точке их контакта с роликами; θ — центральный угол, определяющий положение роликов.

Теоретическое вычисление податливостей δ_1 и δ_2 приводит, как правило, к неточностям при расчетах из-за сложной картины нагруженных элементов цепи и звездочки и действием контактных напряжений при наличии смазки на сопрягаемых поверхностях. В связи с этим δ_1 и δ_2 определялись экспериментально путем статистической обработки элементов цепи и звездочки.

При этом числовые значения δ_1 и δ_2 получаются зависящими от шага цепи, силы нагружения, вязкости смазки и других факторов и, в частности, для приводных роликовых цепей с шагом 15,875; 19,05 и 25,4 мм, они находятся в интервале $(8,7-11,4) \cdot 10^{-9}$ м/н. Однако отношение δ_2/δ_1 , остается при этом более или менее постоянным и при новой цепи, набегавшей на ведущую звездочку, коэффициент K получается равным единице.

На ведомую звездочку цепь набегает с холостой ветви в слабо натянутом состоянии. Когда она обладает повышенной податливостью величина δ_1 имеет большее значение. Это приводит к тому, что на ведомой звездочке коэффициент K снижается и равняется примерно 0,8.

В табл. 1 приведены числовые значения N'_i , полученные различными методами в зависимости от порядкового номера зубьев. Сравнение приведенных здесь расчетов значений N'_i с опытными данными свидетельствует о более высокой точности результатов, получаемых по системе уравнений (4).

Расчеты N'_i позволяют установить примерное число Z_M зубьев, одновременно воспринимающих нагрузку при новой цепи (табл. 2).

Таблица 2

Z Z_M	10-20 3-4	20-40 4-5	40-60 4-6	60-80 5-6	80-120 5-7
--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	---------------

Здесь нижние значения Z_M соответствуют ведомой звездочке и малым нагрузкам, а верхние — ведущей звездочке при больших рабочих натяжениях. Меньшее число Z_M в указанных случаях объясняется снижением коэффициента K .

Картина нагружения зубьев значительно усложняется по мере износа цепи и увеличения разноразмерности в шаге наружных и внутренних звеньев. Тогда центры шарниров группируются на двух радиусах r_0 и r_1 [2]. В этом случае система уравнений (4) имеет другую форму, которая зависит от вида входящего в зацепление звена. Так, при входе в зацепление наружного звена она приобретает вид

$$\begin{vmatrix} a_n - b_1 d_n & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 \\ c_n & a_1 d_n - b_1 d_1 d_n & 0 & \dots & 0 & 0 \\ c_n & c_1 d_n & a_1 d_1 d_n - b_1 d_1^2 d_n & \dots & 0 & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ c_n & c_1 d_n & c_1 d_1 d_n & c_1 d_1^2 d_n & \dots & -a_1 d_n^{2+2n-1} d_1^{2+2n-1} - b_1 d_n^{2+2n-1} d_1^{2+2n-1} \\ a_n & c_n & c_n & c_n & \dots & c_n \end{vmatrix}$$

$$\begin{vmatrix} N'_{2n} \\ N'_{2n} \\ N'_{2n} \\ \dots \\ N'_{1+2n} \\ N'_{2n} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \\ \dots \\ 1 \\ c \end{vmatrix} \quad (5)$$



Здесь

$$a_n = \cos(\varphi_n - \Delta\alpha) + f \sin(\varphi_n - \Delta\alpha) + k_n \cos(\alpha + 2\Delta\alpha) \cdot \cos(\varphi_n + \Delta\alpha);$$

$$a_n = \cos(\varphi_n + \Delta\alpha) + f \sin(\varphi_n + \Delta\alpha) + k_n \cos(\alpha - 2\Delta\alpha) \cdot \cos(\varphi_n + \Delta\alpha);$$

$$b_n = k_n \cdot \cos(\varphi_n - \Delta\alpha); \quad b_n = k_n \cdot \cos(\varphi_n + \Delta\alpha);$$

$$c_n = \cos(\varphi_n - \Delta\alpha) + f \sin(\varphi_n - \Delta\alpha); \quad c_n = \cos(\varphi_n + \Delta\alpha) + f \sin(\varphi_n + \Delta\alpha);$$

$$d_n = \cos(\alpha - 2\Delta\alpha); \quad d_n = \cos(\alpha + 2\Delta\alpha); \quad e = \cos 0,5\alpha;$$

$$f_n = [f \cos(\varphi_n + 0,5\alpha - \Delta\alpha) + f \sin(\varphi_n + 0,5\alpha - \Delta\alpha)];$$

$$f_n = [f \cos(\varphi_n + 0,5\alpha + \Delta\alpha) + f \sin(\varphi_n + 0,5\alpha + \Delta\alpha)];$$

$$\Delta\alpha = \arcsin [(\rho_n - r_n)/d]; \quad k_n = (\delta_n + \delta_n)/1,33\delta_{\text{ш}}; \quad k_n = (\delta_n + \delta_n)/0,67\delta_{\text{ш}}$$

где $\delta_{\text{ш}}$ — усредненная податливость одного звена цепи; δ_n — податливость шарнира; δ_n — углублен податливость зуба.

По мере износа цепи и подъема точки контакта роликов к перпендикулярным зубьям увеличивается их податливость из-за гибких деформаций, в результате чего коэффициент k_n повышается в два-три раза и число зубьев, одновременно воспринимающих нагрузку, увеличивается примерно на 2—7 зубьев в зависимости от шага и величины передаваемой нагрузки.

Теоретические данные проверялись экспериментально, путем регистрации числа одновременно нагруженных зубьев при различной степени износа цепи, доходившей до 4,7%.

Результаты исследований приводят к выводу о том, что зубья могут передавать нагрузку при контактировании роликов на всех участках их рабочей поверхности и в том числе при расположении контакта выше т. G (см. ГОСТ 591-75). Об этом свидетельствует также износ зубьев по всей их поверхности.

Изложенная в статье методика расчета позволяет более точно определить силу давления на зубья звездочек цепных передач.

Грузинский политехнический институт

(Поступило 28.5.1981)

საბჭოთა კავშირის მეცნიერებათა აკადემია

ზ. კარკაშაძე, გ. რიბოვი, შ. სარქვილი

ჯაბუბის ბაზისებთან მარსპრების კონტაქტის დანერგვის
ძარბის განსაზღვრა

საბჭოთა კავშირის მეცნიერებათა აკადემია

გამოღწევა დანერგვის მეთოდით, გამოდევს სარქვილის უფრო ზუსტად განსაზღვრით კონტაქტის დანერგვის ვარსკვლავის კონტაქტის დანერგვის ძარბის განსაზღვრება.

MACHINE BUILDING SCIENCE

Z. I. KARKASHADZE, G. K. RYABOV, Sh. V. SARKSHVILI

DETERMINATION OF PRESSURE FORCES ACTING ON THE TEETH
SPROCKETS OF CHAIN DRIVES

Summary

The method of calculation discussed in the paper permits a more precise determination of the value of pressure forces acting on the teeth sprockets of chain drives.

საბჭოთა კავშირის მეცნიერებათა აკადემია — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. В. Воробьева. Цепные передачи, М., 1968, 202.

2. Г. К. Рыбов. Вестник машиностроения, № 4, 1981, 36—38.

Н. Д. КОДУА, Г. В. КВИციАДЗЕ, Л. С. МНАТОБИШВИЛИ

ПРИМЕНЕНИЕ ЧИСЛЕННОГО МЕТОДА РЕШЕНИЯ СИСТЕМЫ
 УРАВНЕНИЙ СЕН-ВЕНАНА ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ
 УРОВЕННОГО РЕЖИМА В ОСУШИТЕЛЬНЫХ КАНАЛАХ
 И ОПРЕДЕЛЕНИИ МЕСТОРАСПОЛОЖЕНИЯ НАСОСНЫХ
 СТАНЦИЙ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. Г. Сванидзе 11.3.1981)

Осушительная сеть Колхидской низменности, предназначенная для своевременного отвода поверхностного (ливневого) стока с осушаемых массивов, не всегда справляется со своей задачей. По причине недостаточной пропускной способности осушительных каналов (эти каналы часто подпираются со стороны водопритоков) значительная часть низменности заболочена и по настоящее время.

Специфика топографических условий (почти безуклонный рельеф) рассматриваемых массивов приводит к необходимости применения механического способа осушения. При решении задач оптимального распределения насосных станций по осушаемой территории необходимым становится определение не только дождевых гидрографов, но и расчет уровня режима в каналах для периода прохождения дождевых расходов расчетной обеспеченности.

Предполагая, что гидрографы ливневого паводка в замыкающем створе каждого осушаемого массива, прелетающего к магистральным каналам, известны (эти гидрографы рассчитывались по специально разработанной для колхидских условий методике, основанной на способе применения интеграла Дюамеля), задачу исследования уровня режима в этих каналах можно свести к решению системы дифференциальных уравнений Сен-Венана.

Так как продолжительность ливневого дождя составляет несколько часов, а вызванный этим ливнем дождевой паводок длится несколько суток, за шаг интегрирования по времени можно принимать $\Delta t = 1$ часу и численное решение выполнять по явной схеме.

Учитывая необходимость ввода ограничений на допустимые значения глубины потока в канале система уравнений Сен-Венана была записана в следующей конечно-разностной форме:

$$h_{i,t+\Delta t} - h_{i,t} = \Delta t \frac{Q_{i,t} - \frac{Q_{i,t} | Q_{i,t} |}{\bar{w}_i C_i R_i} + \frac{Q_i' A_{i,t}}{g \bar{w}_i} \frac{\Delta h_i}{\Delta t} - \frac{2 Q_{i,t}}{g \bar{w}_i} q_{i,t}}{1 - \frac{Q_{i,t}}{g \bar{w}_i} \bar{B}_i} \quad (1)$$

$$Q_{i,t} = Q_{i,t-1} + \frac{W_{i,t-1} - W_{i,t}}{\Delta t} + Q_{i,t}' + q_{i,t} \Delta t + \frac{Q_{i,t-1} - Q_{i,t-1-t}}{2}$$

где $i=0, 1, 2, \dots, n$ — номера сечений; $t=(0, 1, 2, \dots, m)$ — момент времени; $Q_{i,t}$ — расход через i створ в момент времени t , м³/сек; $P_{i,t}$ — объем воды, заключенный между сечениями i и $(i-1)$; $h_{i,t}$ — глубина воды в створе i в t -м сечении в момент времени t , м; Δl_i — длина i -го участка магистрального канала (приток) на i -м участке в момент времени t , м³/сек; $Q_{0,t}^*$ — основной приток в магистральный канал (в местах слияния потоков), м³/сек.

При делении канала на расчетные участки соблюдались следующие условия: длина участка Δl_i не превышала 800 м, границы этих участков совпадали со створами слияния потоков магистральных каналов и коллекторов, собирающих воду с осушаемых массивов.

При расчете системы уравнений (1) значение модуля расхода снижалось с верхней плоскости, т. е. представлялось его значение для момента времени $t+\Delta t$ согласно рекомендациям схемы расчета, предлагаемой Институтом гидродинамики СО АН ГССР (ИГ). Расчеты показали, что эта схема является довольно устойчивой для всех используемых нами граничных условий.

Машинная программа решения системы (1) применительно к задачам осушения содержит специальные ограничения, позволяющие обеспечивать допустимые значения размывающих скоростей в каналах с одновременной проверкой условия затопляемости территорий вдоль русла.

Так, например, для скорости в живом сечении в створах предлагаемого расположения насосных станций вводились следующие ограничения:

$$\frac{Q_{i,t}}{\omega h_{i,t}} < 1,2 \text{ м/сек.} \quad (2)$$

$$Q_{i,t} = Q_{i,t} + \frac{F_{\text{басс}}(h_{i,t} - h_{i,t-1})}{\Delta t} < Q_{\text{н.ст.}} \quad (3)$$

$$h_{i,t} < h_{i,t} \text{ и } h_{i,t} < h_{i,t-1} < h_{\text{н.ст.}} \quad (4)$$

для фиксированных $i_{\text{ст}}$ и для всех $i = \Delta l, 2\Delta l, \dots, n\Delta l$.

Здесь $F_{\text{басс}}$ — площадь регулирующего бассейна, м²; $h_{i,t-1}$ — глубины воды в бассейне, м; $Q_{i,t}$ и $Q_{\text{н.ст.}}$ — соответственно расход насосной станции в момент времени t и ее задаваемая (заранее) производительность; $h_{i,t}$ — заданные допустимые глубины для всех рассматриваемых сечений канала $i=1, 2, 3, \dots, n$.

При решении системы уравнений Сен-Венана, записанной в форме (1), стало необходимым введение ограничения, обеспечивающего решение в области спокойного течения.

Это ограничение для каждого i -го участка имеет следующий вид:

$$1 - \frac{(Q_{i,t-1}^2)}{g(\omega^3 h_{i,t-1}^3)} (S_{0,i-1}) > 0,2. \quad (5)$$

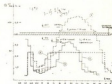
Поиск значений $(Q_{i,t-1}^2)$; $(h_{i,t-1})$; $(S_{0,i-1})$ продолжался до тех пор, пока не нарушалось неравенство (5). При нарушении этого неравенства переходили к расчету следующего нижнего участка $(i-2)$.

Легко заметить, что в системе уравнений (1) не содержится слагаемых, учитывающего локальное ускорение $\frac{\Delta V}{\Delta t}$ ввиду его малости,

так как в рассматриваемом случае нарастание глубины оседания во времени осреднения $\Delta t = 1$ час происходит медленно.

В тех случаях, когда по причине невыполнения одного из вышеуказанных ограничений программа не проходила, то не снимая ее с процесса счета, по специальной команде, вначале менялся створ (месторасположение) насосной станции т. е. увеличивалось общее их количество, т. е. $i_{\text{оп}}$, а затем производительность насосных станций, заведомо назначалась с постепенным увеличением ее на каждом этапе. Поиск числа станций и их производительности продолжался до тех пор, пока не достигалось удовлетворения всех ограничений по условию затопления знаменности.

Рис. 1. 1 — график колебания глубины при одной насосной станции (I вариант); 2 — график расходов насосной станции при первом варианте; 3 — график колебания глубины при втором варианте; 4 — график расходов с добавлением второй насосной станции (II вариант)



В качестве примера на рис. 1 приводятся графики, иллюстрирующие один этап расчета магистрального канала «Кората-Кулеви» по отмеченной программе. Счет проводился в следующей последовательности. Сначала рассматривался вариант размещения одной насосной станции в конце канала (с. Кулеви). Расчеты показали, что этот вариант мало эффективен, так как увеличение производительности насосной станции не приводит к предотвращению затопления верхнего участка магистрального канала.

Во втором варианте был рассмотрен случай с двумя насосными станциями, из которых одна расположена в с. Кулеви, а вторая у Черного мыса, на месте резкого поворота р. Цая в сторону р. Хоби. В этом случае стало возможным выполнение всех ограничений, однако производительность станций оказалась весьма значительной ($Q = 50 \text{ м}^3/\text{сек}$).

Поэтому пришлось рассмотреть разные варианты с несколькими насосными станциями производительностью каждой $5-6 \text{ м}^3/\text{сек}$. Этот вариант дает возможность более эффективного использования аккумулялирующей способности канала осушительной сети.

Для наглядности эффекта увеличения аккумулялирующей способности канала «Кората-Кулеви» при разных вариантах расположения насосных станций по его длине на рис. 1 приведены графики изменения глубины и расхода в характерных сечениях. При этом сравниваются варианты с одной и двумя станциями на магистральном канале Кората-Кулеви.

Были построены также кривые колебаний расходов и глубины, соответствующие самотечному варианту осушения Чаладидского массива.

В последнем случае в качестве граничного условия при решении системы уравнений (1) принималось, что уровень в конце канала совпадал с минимальным статическим уровнем Чирваги, т.е. $H_{\text{ст}} = 0.11$, что соответствовало наилучшему условию работы магистрального канала. Однако, как показали расчеты, даже в этом случае канал не способен обеспечить пропуск гидрографа максимального расхода без затопления прилегающих территорий. Допускаемые глубины на рисунке отмечены треугольником. Длительность превышения глубины $H_{\text{ст}}$ над допустимой отметкой принималась за продолжительность затопления. После вершины расхода через бровки канала гидравлические элементы рассчитывались по зависимостям

$$\bar{a}_{\text{ст}} = k_1 h_{\text{ст}} + m_1 h_{\text{ст}}^2 + f_{\text{ст}}(h_{\text{ст}}); \quad \bar{B}_{\text{ст}} = \bar{X}_{\text{ст}} = k_2 + 2 m_2 h_{\text{ст}} + f_{\text{ст}}(h_{\text{ст}}),$$

где $f_{\text{ст}}(h_{\text{ст}})$, $f_{\text{д}}(h_{\text{д}})$ и функции устанавливаемые по топографическим данным местности в условиях $h_{\text{ст}} > h$ канала. В противном случае эти функции принимают нулевые значения.

Грузинский политехнический институт
им. В. И. Ленина

(Поступило 13.3.1981)

UDC 62-50:62-50:62-50

ს. კვიციანი, გ. კვიციანი, ლ. მნათობიძე

სტანდარტული მეთოდებით სინთეზის კონსტრუქციის გამოყენების გამოყენება მდინარეების არხებში წონის კონსტრუქციის განსაზღვრისა და საბინაო საფუძვლის ამბორეფორმაციის განსაზღვრისა

რეზიუმე

სტანდარტული მეთოდებით სინთეზის კონსტრუქციის გამოყენების გამოყენება მდინარეების არხებში წონის კონსტრუქციის განსაზღვრისა და საბინაო საფუძვლის ამბორეფორმაციის განსაზღვრისა

ამ მუშაოში პირველად გამოყენებული სტანდარტული მეთოდებით სინთეზის კონსტრუქციის გამოყენების გამოყენება

HYDRAULIC ENGINEERING

N. D. KODJA, G. V. KVITSADZE, L. S. MNATOBISHVILI

NUMERICAL SOLUTION OF A SAINT-VENANT SET OF EQUATIONS APPLIED IN THE STUDY OF WATER LEVEL CONDITIONS IN IRRIGATION CANALS AND IN THE SELECTION OF PUMPING STATION SITES

Summary

Methods of defining rain hydrographs and estimating canal water level conditions required in irrigation procedures are described using the numerical method of solution of a Saint-Venant set of equations suggested for this purpose.

Л. В. ХВИНГИЯ

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОГО ПОЛЯ ПУСТОТЕЛОГО ЦИЛИНДРА КОНЕЧНЫХ РАЗМЕРОВ ПРИ ТЕПЛОБМЕНЕ С НАРУЖНОЙ ПОВЕРХНОСТИ

(Представлено академиком В. И. Гомелуром 28.4.1981)

При фасовании жидкой пищевой продукции в горячем виде возникает необходимость нагревания пустой стеклотары до заданной по технологическому процессу температуры. Такого рода задачи приводят к теплообмену, эквивалентного стеклотаре пустотелого цилиндра конечных размеров (рис. 1).

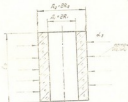


Рис. 1. Схема теплообмена пустотелого цилиндра

Теплообмен пустой стеклотары с наружной поверхностью протекает в неуставившемся регулярном режиме и поэтому дифференциальное уравнение теплопроводности и крайние условия задачи можно написать в таком виде [1-3]:

$$\frac{\partial T(r, \tau)}{\partial \tau} = a \left[\frac{\partial^2 T(r, \tau)}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial T(r, \tau)}{\partial r} \right], \quad (1)$$

$$R_1 \leq r \leq R_2, \tau > 0, T(r, 0) = T_0,$$

$$\frac{\partial T(R_1, \tau)}{\partial r} = 0 \text{ и } \frac{\partial T(R_2, \tau)}{\partial r} + \frac{\alpha_2}{\lambda} [T(R_2, \tau) - T_c] = 0.$$

Относительная средняя объемная температура эквивалентного стеклотаре пустотелого цилиндра будет [2-4]:

$$\Theta_{\text{об}} = N_1 \exp \left(-a \frac{R_1^2}{R_2^2} \tau \right), \quad (2)$$

или

$$\tau = \frac{R_1^2}{a R_2^2} \left[\ln N_1 (T_c - T_0) - \ln (T_{\text{об}} - T_c) \right], \quad (3)$$



где θ_{cp} — относительная средняя объемная температура цилиндра (стеклотары); $\theta_{cp} = \frac{T_{cp}(t) - T_c}{T_c - T_c}$ — при охлаждении; $\theta_{cp} = \frac{T_c - T_{cp}(t)}{T_c - T_c}$ — при нагревании; τ — продолжительность теплообмена, с; α — коэффициент температуропроводности, м²/с; l_0 — высота пустого эквивалентного цилиндра, м;

$$l_0 = V_0 / \pi (R_1^2 - R_2^2).$$

V_0 — объем тела стеклотары, участвующий в теплообмене, м³; α_0 — приведенный коэффициент теплоотдачи эквивалентного цилиндра,

$$\alpha_0 = \alpha_0 S_0^2 / \pi D_0^2, \text{ вт/м}^2 \cdot \text{град.}$$

S_0 — площадь поверхности стеклотары, участвующая в теплообмене, м²; α_0 — средний по наружной поверхности коэффициент теплоотдачи от окружающей среды к наружной поверхности стеклотары, вт/м² · град.; T_0 — начальная температура тела, °К; T_c — температура окружающей среды, °К; k_1 — первый корень характеристического уравнения

$$Y_1(k_1) [J_1(mk_1) \cdot k_1 - Bi_{(R_1)} \cdot I_0(mk_1)] - I_1(k_1) [Y_2(mk_1) \cdot k_1 - Bi_{(R_2)} \cdot Y_0(mk_1)] = 0. \quad (4)$$

Здесь

$$Bi_{(R_1)} = \frac{\alpha_0}{\lambda} R_1, \text{ — число Био; } m = R_2/R_1;$$

λ — коэффициент теплопроводности стекла, вт/м · град; I_0 и I_1 — функции Бесселя нулевого и первого порядка, соответственно, Y_0 и Y_1 — то же, второго рода; H_1 — тепловая амплитуда, зависящая от формы, геометрических размеров и условий теплообмена и определяется по формуле

$$H_1 = \frac{4 \pi^2}{1 - m^2} \frac{1}{k_1^2} \frac{Bi_{(R_1)}^2 E_1^2}{\pi^2 E_1^2 (Bi_{(R_1)}^2 + k_1^2) - 4/m^2}, \quad (5)$$

где

$$E_1 = Y_1(k_1) I_0(mk_1) - Y_0(mk_1) I_1(k_1). \quad (6)$$

Решая характеристическое уравнение для различных значений числа Био (в расчетах принято $m = 1,167$) и воспользовавшись ортогональным многочленом Чебышева, находим эмпирическое выражение для первого корня в таком виде:

$$k_1 = a_1 Bi_{(R_1)}^2 + a_2 Bi_{(R_1)} + a_3 Bi_{(R_1)} + a_4. \quad (7)$$

Допуская температурный перепад $T_c - T_{cp}(t) = 1$, что вполне приемлемо для практических случаев расчета, формулу (3) можно переписать так:

$$\tau = \frac{\alpha_0}{k_1^2} \lg H_1 (T_c - T_0). \quad (8)$$

В таблице приведены расчетные численные значения коэффициентов a_1 , a_2 , a_3 и a_4 полинома $k_1 = f(Bi_{(R_1)})$ и H_1 для различных значе-

ный число Био [5]. Для жареного стекла $\alpha_1 = 3504,06$, а характеризующий размер R_1 принят 0,03 м.

$B_1(R_1)$	α_1	α_2	α_3	α_4	α_5
0,157—3,767	0,057	-0,520	2,130	0,76	0,99
3,767—7,354	-0,048	0,743	-3,495	0,53	0,98
7,354—10,507	0,057	-0,309	3,738	-7,35	0,98
10,507—14,720	0,033	-0,055	0,279	4,09	0,97
14,720—18,226	0,030	-0,97·10	0,129	5,17	0,97
18,226—21,964	0,030	-0,294·10	0,197	4,80	0,95
21,964—25,245	0,030	-0,72·10	0,089	6,11	0,95
25,245—28,573	0,030	-0,171·10	0,181	3,95	0,93
28,573—31,509	0,030	-0,194·10	0,027	7,05	0,91

Решение дифференциального уравнения (1) для первого члена бесконечной суммы имеет вид [2]

$$\Theta = F_1 R_{\text{вн}} \left(k_1 \frac{r}{R_1} \right) \exp \left(-\alpha \frac{k_1^2}{R_1^2} \tau \right), \quad (9)$$

или

$$\tau = \frac{R_1^2}{\alpha k_1^2} \left[\ln(T_c - T_d) - \ln(T_c - T(r, \tau)) + \ln F_1 R_{\text{вн}} \left(k_1 \frac{r}{R_1} \right) \right]. \quad (10)$$

Здесь

$$F_1 = \frac{2 m B_1(R_1) E_1}{m^2 E_1 (B_1^2(R_1) + k_1^2) - 4/\pi^2}. \quad (11)$$

$$R_{\text{вн}} \left(k_1 \frac{r}{R_1} \right) = Y_1(k_1) I_0 \left(k_1 \frac{r}{R_1} \right) - Y_0 \left(k_1 \frac{r}{R_1} \right) I_1(k_1), \quad (12)$$

$E_1 = R_{\text{вн}}(\pi k_1)$ при $r = R_1$.

При $r = R_1$ $R_{\text{вн}}(k_1) = Y_1(k_1) I_0(k_1) - Y_0(k_1) I_1(k_1)$.

Это выражение является аргументом уравнения Бесселя и, следовательно,

$$R_{\text{вн}}(k_1) = -2/\pi k_1, \quad [6].$$

Таким образом, оптимальное значение времени, в течение которого тело проточного цилиндра практически достигает температуру окружающей среды на внутренней поверхности $r = R_1$, т. е. $T_c - T(r, \tau) = 1$, будет

$$\tau = \frac{R_1^2}{\alpha k_1^2} [\ln A + \ln(T_c - T_d)]. \quad (13)$$

Здесь

$$A = -\frac{2}{\pi k_1} F_1, \text{ а практически } F_1 < 0 \text{ и берется из (11).}$$

Аналогично, при $r = R_2$ можно написать

$$\tau_{\text{оп}} = \frac{R_2^2}{\alpha k_2^2} [\ln A_1 + \ln(T_c - T_d)], \quad (14)$$

где

$$A_1 = F_1 E_1.$$

Изотермическая поверхность радиуса R_2 , на которой текущая температура равна средней объемной, определяется из следующего уравнения:

$$Y_1(k_2) I_0 \left(k_2 \frac{R_2}{R_2} \right) - I_1(k_2) Y_0 \left(k_2 \frac{R_2}{R_2} \right) = \frac{2 m}{m^2 - 1} \frac{1}{R_2}$$



Для $Bi_{(R_2)} = 18,95$ по формуле (7) $k_1 = 7,5$, а из уравнения (15) имеем $R_0 = 32,88$ мм, т. е. изотермическая поверхность (рис. 1) находится на расстоянии 0,5768 от внутренней поверхности пустотелого цилиндра. $Bi_{(R_2)} = 56,51$, $k_1 = 8,8$, $R_0 = 32,93$, т. е. 0,5868.

Анализ формул (4) и (3) показывает, что оптимальным значением числа Бю является $Bi_{(R_2)} = 61,39$ или $\alpha_0 = 1662$ $\text{вт/м}^2 \cdot \text{град}$, и дальнейшее увеличение интенсивности теплообмена на поверхности не дает ощутимого эффекта. Так, например, при $Bi_{(R_2)} = 71,92$ ($\alpha_0 = 2256$ $\text{вт/м}^2 \cdot \text{град}$) $k_1 = 8,95$ и $\tau_{\text{opt}} = 70,9\text{с}$, соответственно, 79,49 (2493) — 9,05 — 69,9с, 106,16 — (3396) — 9,20 — 68,6с, 134,41 — (4216) — 9,30 — 67,8с, 217,43 — (6820) — 9,45 — 66,1с, 342,36 — (17012) — 9,60 — 58,7с и т. д. [4]. Таким образом, увеличение коэффициента теплоотдачи на наружной поверхности пустотелого цилиндра от 2256 до 17012 $\text{вт/м}^2 \cdot \text{град}$ дает выигрыш во времени за счет сокращения продолжительности теплообмена лишь на 11,2с и поэтому производить это экономически нецелесообразно.

Грузинский ИИИ
высшей промышленности
Министерства СССР

(Получено 30.4.1961)

0004336303

№ 508803

ბიძვარკაბრძვარლი ზეონს ბაზრკაბრძვარ სანბრძვარ ზონს ზარბ
ბიძვარკაბრძვარ ბარბ ზეონსკაბრძვარ თბრძვარკაბრძვარ კარბკაბრძვარ

ბ. ბ. ბ. ბ.

საბრძვარკაბრძვარ კარბკაბრძვარ სანბრძვარ ბიძვარკაბრძვარ სანბრძვარ
სანბრძვარ ბიძვარკაბრძვარ კარბკაბრძვარ და კარბკაბრძვარ ბიძვარკაბრძვარ
კარბკაბრძვარ სანბრძვარ ბიძვარკაბრძვარ და სანბრძვარ ბიძვარკაბრძვარ
კარბკაბრძვარ სანბრძვარ ბიძვარკაბრძვარ სანბრძვარ ბიძვარკაბრძვარ
კარბკაბრძვარ სანბრძვარ ბიძვარკაბრძვარ სანბრძვარ ბიძვარკაბრძვარ

POWER ENGINEERING

L. V. KHIVGIA

INVESTIGATION OF THE TEMPERATURE FIELD IN A FINITE HOLLOW CYLINDER DURING HEAT EXCHANGE FROM THE EXTERNAL SURFACE

Summary

The heat exchange process in a regular nonstationary regime is considered.

A formula has been derived for calculating the optimum time of heating and cooling as well as an empirical expression defining the first root of the characteristic equation for different values of the Biot number.

სანბრძვარკაბრძვარ — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. В. Лыков. Теория теплопроводности. М., 1967.
2. Л. В. Хвицгия. Сообщения АН ГССР, XX, № 3, 1958.
3. Л. В. Хвицгия. Сообщения АН ГССР, 82, № 2, 1958.
4. Л. В. Хвицгия. Печенье машиностроения, № 13, 1960.
5. Э. А. Чистова. Таблицы функций Бесселя от действительного аргумента и интервалов от них. М., 1958.
6. Б. Г. Корнеев. Введение в теорию Бесселевых функций. М., 1971.

А. З. АПШВАУРИ

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ НЕСТАЦИОНАРНОГО ТЕЧЕНИЯ ГАЗА В КАНАЛАХ С УЧЕТОМ НЕРАВНОМЕРНОСТИ ПРОФИЛЯ СКОРОСТИ

(Представлено академиком В. В. Мухомедовым 15.5.1981)

Применение одномерной модели для расчета течения газа во впускных и выпускных каналах двигателей внутреннего сгорания является наиболее оправданным из-за простоты и приемлемой точности. Точность полученного решения во многом зависит от граничных и начальных условий, правильное определение которых представляет значительную трудность. Сложный пространственный характер течения у клапанов и в местах соединения различных элементов газовоздушного тракта заставляет рассматривать трубопровод по участкам, выделяя особенности течения в тех зонах, где оно не поддается законам одномерного течения. В отсеченных зонах из-за преобладания отрывного течения с вихрями наблюдается существенно неравномерный профиль скорости и, следовательно, интенсивные потери.

В общем случае нестационарного течения интенсивность и место появления таких зон изменяется по времени. Неравномерность профиля скорости может иметь место и при отсутствии отрывных зон.

Эти особенности затрудняют применение опытного материала, заставляют усложнить математическую модель.

Сохраняя преимущества простоты одномерной модели, математическая модель осредненного течения с учетом неравномерности скорости по сечению канала представляет интерес в исследовании нестационарного течения газа в каналах и коротких трубопроводах.

Описание течения посредством осредненной скорости не даст возможности определить неравномерность ее распределения по сечению, если качественный закон профиля не установлен заранее. В случае, когда профиль скорости не установлен и изменяется во времени, необходимо и целесообразно вводить дополнительный параметр, учитывающий неравномерность.

Для определения неравномерности распределения любого параметра необходимо знать как минимум две осредненные величины. В качестве таких используют среднее и среднеквадратичное значения параметра.

В случае скорости такими величинами могут служить среднемассовая (\bar{w}) и среднеквадратичная ($w_{\text{кв}}$) скорости.

$$\bar{w} = \frac{1}{\rho R^2} \int_0^R \rho w r dr, \quad (1)$$

$$w_x = \sqrt{\frac{1}{R^2} \int_0^R w^2 dr^2}$$



Отношение этих величин

$$z = \frac{w_x^2}{\bar{w}^2} \quad (3)$$

характеризует степень неравномерности профиля скорости. Выразим особенности течения, вызванные неравномерностью, через \bar{w} и z .

Будем считать, что течение осесимметричное. Уравнения Навье — Стокса представим в цилиндрических координатах

$$\frac{dw}{dt} + w \frac{dw}{dx} + u \frac{dw}{rdr} = -\frac{1}{\rho} \frac{dp}{dx} + \nu \Delta^2 w + \frac{\nu}{3} \frac{d}{dx} \operatorname{div} \vec{V}, \quad (4)$$

$$\frac{du}{dt} + w \frac{du}{dx} + u \frac{du}{rdr} = -\frac{1}{\rho} \frac{dp}{dr} + \nu \Delta^2 u + \frac{\nu}{3} \frac{d}{dr} \operatorname{div} \vec{V}, \quad (5)$$

$$\frac{dp}{dt} + \frac{dpw}{dx} + \frac{dpur}{rdr} = 0, \quad (6)$$

$$\frac{ds}{dt} + w \frac{ds}{dx} + u \frac{ds}{rdr} = \frac{R\rho}{\rho} (q + a_{\text{вн}}), \quad (7)$$

$$\frac{p}{p_0} = \left(\frac{p}{p_0}\right)^K \exp(s - s_0/c_0). \quad (8)$$

При дозвуковом течении в каналах поперечные градиенты термодинамических параметров незаторможенного потока незначительны по сравнению с продольными, поэтому принимаем

$$\frac{ds}{dr} = 0, \quad (9)$$

$$\frac{dp}{dr} = 0. \quad (10)$$

Так как $w \ll \bar{w}$, в первом приближении в уравнениях движения влиянием и пренебрегаем, однако полученная модель учитывает перемещение частиц поперек потока. Условия (9) и (10) показывают, что поперечные градиенты, вызванные неодинаковыми продольными возмущениями, сглаживаются быстро из-за протекания массы и энергии в поперечном направлении. Можно показать, что на основе уравнения неразрывности и условия (9), (10) при известной продольной скорости определяется и радиальная скорость.

В дальнейшем задача об определении неравномерности сводится к определению площади ядра потока. Как показало численное решение системы, модель, основанная на таких допущениях, способна отражать изменение этой величины, связанное с поперечными перемещениями.

При интегрировании принималось постоянство коэффициента кинематической вязкости по площади.

Среднее значение ν определялось на основе гипотез Прианда и Кармана [1]

$$v = K_K^2 \left| \frac{dw}{dr} \right|.$$

Если учитывать, что длина пути смещения (V_m) ре потока имеет минимальные значения, принимая за приведенную длину потока (b) половину радиуса канала, а за среднее значение градиента скорости его среднесквадратичное значение, получаем [2, 3]

$$v = \frac{K_K b \sqrt{\bar{w}}}{2}, \quad (12)$$

где K_K — коэффициент Кармана.

При преобразовании выражения (3) учитывалось, что зависимость среднесквадратичного значения любого параметра от среднего и среднесквадратичного хорошо выражается формулой [4]

$$\int_0^1 w^2 d \frac{r^2}{R^2} \approx 3 \left[\int_0^1 w d \frac{r^2}{R^2} \right]^2 - 2 \left[\int_0^1 w d \frac{r^2}{R^2} \right]^2. \quad (13)$$

Следовательно, осредненные уравнения нестационарного течения газа в каналах принимают вид

$$\frac{d\bar{w}}{dt} + \frac{d}{dx} \frac{\bar{w}^2}{2} = - \frac{1}{\rho} \frac{dp}{dx} - 8K_K^2 r^2 \frac{|\bar{w}| \bar{w}}{2D}, \quad (14)$$

$$\frac{dp}{dt} = - \frac{dp \bar{w}}{dx}, \quad (15)$$

$$\frac{ds}{dt} + w \frac{ds}{dx} = \frac{R\rho}{p} \left[8K_K^2 \frac{r^2 |\bar{w}|^3}{2D} + q \right], \quad (16)$$

$$\frac{d \ln(z-1) \bar{w}^2}{dt} + \frac{w}{\bar{w}} \frac{d \ln(z-1) \bar{w}^2}{dx} = -2 \frac{d\bar{w}}{dx} - 8K_K^2 r^2 \frac{|\bar{w}|}{D}. \quad (17)$$

$$\frac{p}{P_0} = \left(\frac{p}{P_0} \right)^K \exp(\beta - \beta_0 / c_d). \quad (18)$$

Система позволяет определить потери на трение как функцию x , \bar{w} и K_K .

Московский высший технический учебный
зав. Н. Э. Баумана

(Получено 26.6.1961)

REFERENCES

2. REFERENCES

ՄԱՍԻՆ ԵՎ ՄԱՍԻՆ ԲԱՆՈՒՄԱՆ ԲԱՆՈՒՄԱՆ ԲԱՆՈՒՄԱՆ ԲԱՆՈՒՄԱՆ ԲԱՆՈՒՄԱՆ
ԵՎ ՄԱՍԻՆ ԲԱՆՈՒՄԱՆ ԲԱՆՈՒՄԱՆ ԲԱՆՈՒՄԱՆ ԲԱՆՈՒՄԱՆ ԲԱՆՈՒՄԱՆ

Հ. Ե. Ե. Ե.

Մաթեմատիկական մոդել: Մոդելները հեղուկ-գազային շերտերում և շերտերում կառուցված են հեղուկ-գազային շերտերում և շերտերում կառուցված են հեղուկ-գազային շերտերում:

შემაჯავებელი მეთოდი სწრაფების ძილება ენერჯის დინამიკის განსწავლის რეგისტრ სტრუქტურის პროცედურის უმარტივობის

საინჟინერო ინჟინერინგი

A. Z. APTSLAURI

A MATHEMATICAL MODEL OF UNSTEADY GAS FLOW IN A PIPE AGAINST THE BACKGROUND OF A NON-UNIFORM VELOCITY PROFILE

Summary

A mathematical model has been obtained on the basis of the Navier-Stokes system of differential equations assuming that the radial gradients of static pressure and entropy are negligible.

The method permits to determine dissipation losses as a function of non-uniform velocity.

სტრუქტურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Л. Г. Лойцянский. Механика жидкости и газа. М., 1970.
2. Е. Янке, Ф. Эмде, Ф. Леш. Специальные функции. М., 1968.
3. Г. Бертмен, А. Эрдей. Таблицы интегральных преобразований. М., 1969.
4. Г. П. Толстов. Рязань. М., 1968.

Р. В. КАКУБАВА, Н. С. МИКАЛДZE

ОДНОКАНАЛЬНАЯ СИСТЕМА ОБСЛУЖИВАНИЯ С РЕЗЕРВИРОВАНИЕМ

(Представлено академиком Н. И. Дворовским 6.2.1981)

На практике часто встречаются информационные системы и системы автоматизированного управления, содержащие объекты обслуживания. Как правило, обслуживающие приборы в этих системах обладают высокой надежностью и для сохранения определенного уровня надежности наряду с другими способами применяется и резервирование. Подобного рода системы иногда можно свести к системам обслуживания с одним прибором [1]. В других случаях это не удается и приходится создавать более сложную математическую модель для их исследования. Мы рассмотрим обобщенную модель одноканальной системы массового обслуживания с ненадежным резервированным обслуживающим прибором. Опишем ее: обслуживающий прибор данной модели является ненадежным и он резервирован аналогичным прибором; система одновременно обслуживает только одно требование, так что следующее требование поступает на обслуживание только после того, как предыдущее требование вокажет систему полностью обслуженным; обслуживание очередного требования начинается сразу же при работоспособности (исправности) хотя бы одного прибора. Таким образом, в начале обслуживания каждого требования система (комплекс) обслуживающих приборов может находиться в двух состояниях:

1) исправен один прибор, 2) исправны оба прибора. Такие же состояния возможны и при окончании обслуживания требования.

Наследование упомянутой системы проводится при следующих предположениях: в систему поступает простейший поток требований с интенсивностью λ ; обслуживающие приборы подвержены устойчивым отказам, интенсивность которых в неработоспособном состоянии (когда в системе нет требований) равна α ; в системе имеется один восстанавливающий орган, который немедленно приступает к восстановлению отказавшего прибора, если он не занят; восстановление одного прибора длится случайное время, распределенное по показательному закону с параметром μ ; длина требования является случайной величиной с произвольным распределением; очередь в системе не ограничена.

Обозначим $A_{ij}(x)dx$ вероятность следующего двойного события: а) время обслуживания требования, в начале которого система (комплекс) обслуживающих приборов находится в состоянии i , заключено в интервале времени $(x, x+dx)$ и б) в конце обслуживания система обслуживающих приборов находится в состоянии j , $i, j = 1, 2$; $R_i(t)$ вероятность того, что в момент времени t количество исправных приборов равно i ($i=1,2$) и в системе нет требований; $P_i(t, u)dt$ — вероятность следующего двойного события: а) в момент времени t система об-

служивания не в состоянии приступить немедленно к обслуживанию требования, если бы оно поступило в этот момент (исправный прибор или обслуживается требование) и б) через время обслуживания которого заключено в интервале $(u, u+du)$, системы приступить к обслуживанию требования при состоянии обслуживающих приборов $i(i=1, 2)$. Взаимосвязь между введенными величинами в стационарном режиме находится обычным способом, путем рассмотрения возможных изменений состояния системы в бесконечно малом интервале времени с последующим переходом к пределу $t \rightarrow \infty$. Эти соотношения имеют вид

$$\begin{aligned} (\alpha + \lambda + \mu) R_1 &= 2\alpha R_2 + P_1(0), \quad (2\alpha + \lambda) R_2 = \mu R_1 + P_2(0), \\ P_1'(u) &= \lambda P_2(u) - \lambda \int_0^u P_1(x) h_{11}(u-x) dx - \lambda \int_0^u P_2(x) h_{21}(u-x) dx - \\ &\quad - \lambda R_1 h_{11}(u) - \lambda R_2 h_{21}(u) - \alpha \mu R_1 \exp(-\mu u), \\ P_2'(u) &= \lambda P_1(u) - \lambda \int_0^u P_1(x) h_{12}(u-x) dx - \lambda \int_0^u P_2(x) h_{22}(u-x) dx - \\ &\quad - \lambda R_1 h_{12}(u) - \lambda R_2 h_{22}(u). \end{aligned} \quad (1)$$

Здесь

$$R_i = \lim_{t \rightarrow \infty} R_i(t) \text{ при } t \rightarrow \infty \text{ и } P_i(u) = \lim_{t \rightarrow \infty} P_i(t, u) \text{ при } t \rightarrow \infty \quad (i=1, 2).$$

В результате применения к последним двум уравнениям преобразования Лапласа

$$\bar{P}_i(s) = \int_0^{\infty} P_i(u) \exp(-su) du, \quad \bar{P}_i'(s) = \int_0^{\infty} P_i'(u) \exp(-su) du$$

и их решения относительно $\bar{P}_i(s)$ получаем

$$\bar{P}_i(s) = d_i(s)/d(s) \quad (i=1, 2), \quad (2)$$

где

$$d(s) = [s - \lambda(1 - \bar{h}_{11}(s))] \cdot [s - \lambda(1 - \bar{h}_{22}(s)) - \lambda^2 \bar{h}_{12}(s) \bar{h}_{21}(s)]$$

$$d_i(s) = [s - \lambda(1 - \bar{h}_{ij}(s))] \varphi_j(s) - \lambda \bar{h}_{ij}(s) \varphi_i(s), \quad i, j = 1, 2;$$

$$\varphi_1(s) = (2\alpha + \lambda) R_2 - \mu R_1 - \lambda [R_1 \bar{h}_{11}(s) - R_2 \bar{h}_{21}(s)];$$

$$\varphi_2(s) = (\alpha + \lambda + \mu) R_1 - 2\alpha R_2 - \lambda [R_2 \bar{h}_{12}(s) - R_1 \bar{h}_{22}(s)] - \alpha \mu R_1 / (s + \mu).$$

В эти выражения входят неизвестные величины R_1 и R_2 , которые в свою очередь связаны еще с двумя неизвестными начальными значениями $P_i(0)$ ($i=1, 2$). Эти четыре неизвестные величины связывают два первых уравнения системы (1). К ним можно еще присоединить условие нормировки

$$R_1 + R_2 + \bar{P}_1(0) + \bar{P}_2(0) = 1. \quad (3)$$

После несложных преобразований из (3) получается выражение относительно R_1 и R_2

$$\begin{aligned} & [\overline{k_{11}}(0) + \overline{k_{21}}(0)] (1 + \alpha/\beta) R_1 + [\overline{k_{12}}(0) + \overline{k_{22}}(0)] R_2 = \\ & = \overline{k_{11}}(0) (1 - \lambda\tau_1) + \overline{k_{21}}(0) (1 - \lambda\tau_2) \end{aligned}$$

В последнем уравнении

$$\tau_i = \int_0^{\infty} \alpha [k_{1i}(x) + k_{2i}(x)] dx = - [\overline{k_{1i}}(0) + \overline{k_{2i}}(0)]', \quad i=1, 2$$

т. е. τ_i равно среднему времени обслуживания требования с начальным состоянием i обслуживающих приборов. Из (4) видно, что для существования решения задачи необходимо выполнение условия

$$\overline{k_{11}}(0) (1 - \lambda\tau_1) + \overline{k_{21}}(0) (1 - \lambda\tau_2) > 0. \quad (5)$$

Для составления еще одного недостающего уравнения относительно R_1 и R_2 используем следующую теорему: если соблюдается условие (5), то уравнение $d(x) = 0$ имеет положительный корень $-\lambda_2 > 0$ (здесь доказательство этой теоремы не приводится).

Так как $\overline{P}_i(x)$ ($i=1, 2$) являются аналитическими функциями для $\text{Re } x > 0$, то из (2) следует, что должно выполняться условие

$$d_i(\lambda_2) = 0, \quad i=1, 2. \quad (6)$$

После несложных преобразований из (6) получается еще одно уравнение относительно R_1 и R_2

$$\begin{aligned} & \{[\lambda_2 - \lambda(1 - \overline{k_{21}}(\lambda_2))] [\lambda_2 + \alpha + \beta - \alpha\beta(\lambda_2 + \beta)] + \lambda\beta \overline{k_{22}}(\lambda_2)\} R_1 = \\ & = \{2\alpha[\lambda_2 - \lambda(1 - \overline{k_{21}}(\lambda_2))] + \lambda \overline{k_{21}}(\lambda_2) (\lambda_2 + 2\alpha)\} R_2. \end{aligned} \quad (7)$$

Из (4) и (7) легко находятся R_1 и R_2 и с их помощью $\overline{P}_1(x)$ и $\overline{P}_2(x)$. Теперь можно определить преобразование Лапласа—Стieltjes $\overline{\Phi}(x)$ -распределения виртуального времени ожидания [2], обозначенного через $\omega(t)$. Очевидно, если в системе нет требований и хотя бы один из обслуживающих приборов исправен, то $\omega(t) = 0$, в противном случае, $\omega(t) > 0$.

Следовательно,

$$\overline{\Phi}(x) = M [\exp\{-x\omega(t)\}] = R_1 + R_2 + \overline{P}_1(x) + \overline{P}_2(x).$$

Аналогичные рассуждения приводят к выражению $\Phi_1(x)$ -преобразования Лапласа—Стieltjes для распределения времени пребывания в системе. Это время, очевидно, складывается из времени ожидания и последующего обслуживания требования, т. е.

$$\overline{\Phi}_1(x) = [R_1 + \overline{P}_1(x)] [\overline{k_{11}}(x) + \overline{k_{21}}(x)] + [R_2 + \overline{P}_2(x)] [\overline{k_{12}}(x) + \overline{k_{22}}(x)].$$

С помощью $\overline{\Phi}(x)$ и $\overline{\Phi}_1(x)$ можно найти все числовые характеристики виртуального времени ожидания и пребывания требований в системе.



Наконец, сделаем замечание относительно определения функций $A_{ij}(x)$. Вид этих функций зависит от принятого режима функционирования обслуживающих приборов, их надежностных характеристик, а также от принятой системы контроля работоспособности во время обслуживания требований. Все возможные конфигурации системы (комплекса) обслуживающих приборов вкладываются в описанную модель через функции — $A_{ij}(x)$ ($i, j = 1, 2$) (холодное, облегченное, горячее резервирование; обслуживание с опережением; обслуживание требований в режиме взаимопомощи; непрерывный контроль работоспособности; контроль в конце обслуживания и т. д.). Кроме того, можно предполагать, что приборы подвержены самоустранивающимся отказам (сбою). Это предположение также влияет только на вид функций $A_{ij}(x)$ ($i, j = 1, 2$). Нахождение аналитического выражения для этих функций возможно с помощью методов теорий надежности. Подобные задачи решены в [1, 3—6], поэтому определение $A_{ij}(x)$ здесь не приводится.

(Поступило 11.6.1981)

საბჭოთა კავშირის მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი

რ. ვ. კაკუბავა, ი. ს. მიკაძე

ერთხელის მუშაობის სისტემის რეზერვუანტობის

ანალიზი

მოცემულია ორი მტკუნებადი ხელსაწყოების შემცველი მსობრვი მომსახურების სისტემაში მოახდინეთ ერთდროულად ღირებნის დროის და სისტემაში მათი უწყობის დროის აღმატების შესაძლებლობის ანალიზური გამოთვლები.

AUTOMATIC CONTROL AND COMPUTER ENGINEERING

R. V. KAKUBAVA, I. S. MIKADZE

A SINGLE-CHANNEL MAINTENANCE REDUNDANT SYSTEM

Summary

The probability characteristic of virtual latency and requirements availability in a maintenance system consisting of two similar unreliable devices with account of various modes of their operation (cold, partially active and hot redundancy; advanced maintenance, requirement maintenance in mutual aid mode, etc.) is defined in the paper.

სტოქასტიკა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Р. В. Какубава, И. С. Микадзе. Сообщения АН ГССР, 101, № 1, 1981.
2. Д. Рюрдан. Вероятностные системы обслуживания. М., 1966.
3. И. С. Микадзе. Автоматика и телемеханика АН СССР, 2, 1979.
4. И. С. Микадзе. Автоматика АН СССР, № 6, 1977.
5. И. С. Микадзе, Р. В. Какубава. Сообщения АН ГССР, 84, № 3, 1976.
6. Р. В. Какубава, И. С. Микадзе. Сообщения АН ГССР, 84, № 3, 1979.

И. С. МИКАДЗЕ, Т. З. ЧОМБУРИДZE

К ВОПРОСУ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ ТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ПРИ ЗАДАННОМ ЧИСЛЕ ЗАПАСНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

(Представлено академиком Н. Н. Дворжаком 16.2.1981)

Известно, что надежность восстанавливаемой технической системы во многом зависит от количества запасных элементов (ЗЭП). Необходимое количество запасных элементов должно определяться на основе этой зависимости по заданным показателям надежности (коэффициент готовности, функция готовности, интервальный коэффициент готовности и т. д.). Точное установление аналитических зависимостей между показателями надежности и количеством запасных элементов возможно лишь для некоторых частных случаев [1—3.] Поэтому в данной работе обосновываются зависимости, позволяющие определять необходимое число запасных элементов для более широкого круга задач.

Рассмотрим восстанавливаемую техническую систему, которая имеет в ЗЭПе n -единичных элементов (имеется в виду, что элементы, находящиеся в нерабочем состоянии, не выходят из строя). В данной работе, в отличие от рассмотренных в литературе случаев, предполагается, что имеют место два вида отказов, причем при первом виде отказов, ремонт системы связан с заменой отказавших элементов исправными из числа запасных без последующего их ремонта (перемонтируемый ограниченный ЗЭП), при втором виде отказов (потери контакта, обрыв проводов требуется регулировка и т. д.) для восстановления функционирования системы нет необходимости замены ее элементов новыми (неограниченный ЗЭП). Очевидно, что техническая система, начав работать, последовательно попадает из состояния работоспособности в состояние отказа, затем опять в состояние работоспособности и т. д. Причем за время функционирования система может побывать в бесконечном или в конечном числе этих состояний в зависимости от вида отказов.

Пусть время между соседними отказами системы, после которых требуется замена вышедшего из строя элемента запасным, распределено по экспоненциальному закону с интенсивностью β , т. е. $B_1(t) = 1 - \exp(-\beta t)$, а время между соседними отказами, после которых замена элементов не требуется, распределено по произвольному закону — $B_2(t)$; время восстановления после первого и второго вида отказов соответственно распределено по произвольному закону $G_1(t)$ и $G_2(t)$; в процессе устранения первого вида отказов полностью восстанавливаются начальные свойства системы; в процессе устранения (ремонта) второго вида отказа могут возникать отказы первого вида, причем уже начавшееся устранение отказа второго вида не прекращается, после чего устраняется отказ первого вида, а при устранении отказа первого вида новые отказы не возникают.

Рассматриваемая техническая система, как уже было отмечено, подвержена остановкам, вызванным отказами. При этом возникает альтернирующая последовательность рабочих периодов и периодов ремонта. Если можно допустить, что они являются двумя независимыми величинами независимых случайных величин, каждая из которых характеризуется своей плотностью распределения $B_1(t)$ и $G_2(t)$, то мы получим альтернирующий процесс восстановления.

Обозначим через $H(t)$ свертку распределений $B_1(t)$ и $G_2(t)$, т. е.

$$H(t) = B_1(t) * G_2(t) = \int_0^t G_2(t-x) dB_1(x).$$

Здесь символ $*$ обозначает свертку; $P_k(t)$ —вероятность того, что в момент t техническая система работоспособна при условии, что в момент $t=0$ она была исправной и в ЗИПе имелось k запасных элементов.

Интегральные уравнения для определения $P_k(t)$ имеют вид

$$P_k(t) = \sum_{i=0}^{\infty} \left\{ e^{-\lambda t} \int_0^t [1-B_1(t-u)] dF^{(i)}(u) + \int_0^t \beta e^{-\beta u} du \int_0^u [1-B_2(u-v)] \times \right. \\ \times dF^{(i)}(v) \int_0^{t-u} P_{k-1}(t-u-v) dG_2(v) \left. \right\} + \sum_{i=1}^{\infty} \int_0^t \beta e^{-\beta u} du \int_0^u dF^{(i)}(v) \times \\ \times \int_0^{t-u} d_x G_2(t-u-v) \int_0^{t-u-v} P_{k-1}(t-u-v-\tau) dG_1(\tau), \quad (1)$$

$$P_0(t) = e^{-\lambda t} [1-B_1(t)] + e^{-\beta t} \int_0^t dB_1(u) \int_0^{t-u} P_0(t-u-v) dG_2(v),$$

$$F^{(k)}(u) = 1(u), \quad k = \overline{1, n},$$

где $dF^{(i)}(x)$ —вероятность того, что i -е восстановление второго вида произошло в интервале времени $(x, x+dx)$, причем в этом интервале времени завершено устранение i -го отказа второго вида, т. е. $F^{(i)}(u)$ — i -кратная свертка $H(t)$; $dF^{(i)}(x)$ —вероятность того, что i -е восстановление второго вида имело место в интервале времени $(x, x+dx)$, причем в этом интервале времени возник отказ второго вида, т. е.

$$F^{(i)}(u) = B_2(u) * H^{(i-1)}(u).$$

Система уравнений (1) составлена на основе обычных вероятностных рассуждений. Расшифруем уравнение для $P_k(t)$. Первый член — вероятность того сложного события, при котором в течение времени t не будет иметь места первый вид отказа, в интервале времени $(v, v+dv)$ устранен i -й отказ второго вида и за оставшееся время $t-u$ он больше не возникает; второй член — вероятность того, что в интервале времени $(u, u+du)$ возник отказ первого вида, которому предшествовал i -й отказ второго вида, причем в интервале времени

($t, t + dt$) он был устранен, за время $t \rightarrow t$ отказ второго вида не произошел, ремонт по причине возникновения первого вида отказа закончился в интервале времени $(t, t + dt)$ — система будет работоспособна в момент t при условии, что она работоспособна в момент начала функционирования; третий член от второго отказа в момент возникновения первого вида отказа в системе уже устранен и i -й отказ второго вида, возникший в интервале времени $(t, t + dt)$.

Применив к (1) преобразование Лапласа—Стieltjesа и решив относительно $P_n(s)$ ($n = \bar{0}, m$), получим

$$P_n(s) = b(s) \{ [1 - a^n(s)] [1 - a(s)] + a^n(s) P_n(s) \}, \quad P_n(s) = c(s) [1 - r(s)], \quad (2)$$

где

$$a(s) = \{ g_1(s) [1 - b_1(s + \beta)] g_2(s + \beta) \} \{ [1 - b_2(s + \beta)] \beta (s + \beta) + [g_2(s) - g_2(s + \beta)] b_2(s + \beta) \}, \quad r(s) = g_2(s + \beta) b_2(s + \beta),$$

$$b(s) = [1 - b_2(s + \beta)] \beta (s + \beta) [1 - b_2(s + \beta)] g_2(s + \beta), \quad c(s) = [1 - b_1(s + \beta)] \beta (s + \beta),$$

$$P_n(s) = \int_0^{\infty} P_n(t) dt, e^{-st}, \quad g_i(s) = \int_0^{\infty} e^{-st} dG_i(t), \quad i = \bar{1}, 2, \quad b_i(s) = \int_0^{\infty} e^{-st} dB_i(t),$$

$$\int_0^{\infty} e^{-st} dF^{(1)}(t) = [b_1(s) g_1(s)]', \quad \int_0^{\infty} e^{-st} dF^{(2)}(t) = b_2(s) [b_2(s) g_2(s)]^{m-1},$$

$$h(s) = \int_0^{\infty} e^{-st} dY(t) = b_2(s) g_2(s).$$

Большой интерес представляет определение среднего суммарного полезного времени работы системы при количестве элементов в ЗИПе, равном m в момент начала ее функционирования — T_m , т. е. T_m — суммарное полезное среднее время, в течение которого система сохраняет ремонтоспособность. Очевидно, что

$$T_m = \lim_{s \rightarrow 0} P_m(s) = \left(\frac{m+1}{\beta} \right) \frac{[1 - b_2(\beta)]}{[1 - b_2(\beta) g_2(\beta)]}. \quad (3)$$

Задаваясь значением m и входящими в (3) плотностями распределения, можно рассчитать соответствующее T_m или решить обратную задачу, задаваясь значением T_m , найти соответствующее значение необходимого количества элементов в ЗИПе (m). Известными методами можно произвести обратное преобразование (2), т. е. найти функцию готовности системы $P_n(t)$ и интервальную готовность на интервале времени $(a, b) = h(a, b)$:

$$h(a, b) = \frac{1}{b-a} \int_a^b P_n(t) dt.$$

(Поступило 5.6.1981)

©. შინაგა, თ. პეტიტაიტი

2025.09.09

ავტომატური მართვის, სინთეზური სისტემების, კომპიუტერული ტექნიკის სისტემის სინთეზის, განსაკუთრებით, სინთეზის

კვლევა

გამსწავლელის მსჯელობის ფუნქციის და ინტერვალების მსჯელობის კომპიუტერული სისტემების სინთეზის, რომლებზე სინთეზისაა ირი სხვის მსჯელობის.

AUTOMATIC CONTROL AND COMPUTER ENGINEERING

I. S. MIKADZE, T. Z. CHUMBURDZE

ON THE PROBLEM OF TECHNICAL SYSTEM RELIABILITY WITH A GIVEN NUMBER OF SPARE ELEMENTS

Summary

The availability function, interval availability, and availability coefficient of a technical system subjected to two types of failure are defined in the paper.

Under the first type of failures the system is restored by replacement of the failed elements with serviceable spare ones, and under the second type there is no need to replace the system elements with new ones.

სტრუქტურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. Б. Гоголевский, В. П. Грабовский. Сб. «О надежности сложных технических систем».
2. Б. А. Корлов, Н. А. Ушаков. Краткий справочник по расчету надежности радиостроительной аппаратуры. М., 1975.
3. Р. Барлоу, Ф. Простан. Математическая теория надежности. М., 1969.

АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ И ВЫЧИСЛИТ. ТЕХНИКА

В. А. ГЕЛОВАНИ, Н. К. ДОХУА, Н. Д. СМОЛЬНИНОВ,
Н. М. ЧИРНАДЗЕ, О. В. КОВРИГИН, К. А. МАРКОШВИЛИ

МОДИС — МАШИНО-ОРИЕНТИРОВАННАЯ
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ
РАЗЛИЧНЫХ ФОРМ АРТЕРИАЛЬНОЙ ГИПЕРТЕНЗИИ

(Представлено академиком О. Н. Гудушауром 18.10.1981)

Артериальная гипертензия, будучи основным симптомом проявления целого ряда различных заболеваний, в большинстве случаев является причиной тяжелых осложнений, приводящих к инвалидности и смерти. Поиск эффективных методов диагностики различных форм артериальной гипертензии следует считать одной из важнейших задач государственной системы здравоохранения.

Перспективным представляется путь, включающий в себя создание автоматизированной диагностирующей системы и использование этой системы при крупных больницах и поликлиниках, оснащенных ЭВМ. При таком подходе оказывается возможным автоматически обрабатывать информацию о пациентах, присылаемую из самых отдаленных уголков страны, выявлять у больных различные причины повышения артериального давления и проводить дифференцированное лечение.

Интеллектуальные медицинские диагностирующие системы. Уже накоплен богатый опыт создания машинно-ориентированных диагностирующих систем в самых различных областях медицины. С математической точки зрения проблема постановки диагноза сводится к распознаванию образов или, другими словами, к задаче классификации. В большинстве разработанных систем использовались методы математической статистики и теории вероятностей.

Однако практика показала, что разработка количественных моделей для принятия решения о заболевании осложнена рядом объективных трудностей, которые обусловлены или недостаточностью информационного обеспечения, или неполнотой знаний о механизмах возникновения и протекания ряда болезней. Стремление преодолеть эти трудности привело к новому направлению построения медицинских диагностирующих систем, основывающихся на использовании данных как количественного, так и качественного характера. Такие программные комплексы получили название интеллектуальных медицинских диагностирующих систем (ИМДС).

В отличие от медицинских диагностирующих программ, использующих количественные методы, в ИМДС интерпретация данных о пациенте осуществляется с помощью тех же понятий и категорий, которыми оперирует врач. Работа этих систем организована так, как будто в ЭВМ заложен ход мыслей рассуждающего вслух специалиста. Тем самым ИМДС моделируют процесс принятия решения человеком.

Построение моделей предметных областей, называемых в системах искусственного интеллекта базами знаний, тесно связано со специальными элементами представления знаний. В настоящее время наиболее перспективным считается направление, использующее продукцию и фреймы [1, 2].



В настоящей работе описывается интеллектуальная, машинная система МОДИС, предназначенная для автоматизации деятельности различных форм артериальной гипертензии совместно сотрудниками лаборатории микрохирургии с Клиникой патологии сосудов НИИЭиКХ МЗ ГССР и ВНИИСи ГКНТ СМ и АН СССР. В этой системе для представления формализованных медицинских знаний о гипертонических заболеваниях используются информационные структуры типа фреймов и продукций. В качестве машинной базы выбраны ЭВМ RDP-11/70. Программное обеспечение реализовано на интерпретирующей системе с алгоритмического языка ЛИСР.

Модель гипертонических заболеваний. Выделим из класса заболеваний, приводящих к повышению артериального давления, 13 болезней: болезнь Коха, синдром Нисенко—Кушвага, феохромоцитомы, вазоренальная гипертония, аневризма брюшной аорты, нефроптоз, коарктация аорты, нефрит, пиелонефрит, травма почки, гидро-нефроз, почечнокаменная болезнь, поликистоз почки. Объединим их в зависимости от природы возникновения, развития и способов лечения в 4 группы: нефрологическую, урологическую, терапевтическую и хирургическую. Тем самым исследуемая модель заболевания описывается представленной в виде дерева, в котором листья соответствуют отдельным болезням, а промежуточные вершины — группам заболеваний. Такая структура модели позволяет: 1) упростить структуру фреймов, описывающих болезнь, путем вынесения совместно встречающихся симптомов и признаков нескольких болезней на более высокий уровень иерархии; 2) построить эффективный механизм принятия решений и обеспечить оптимальный процесс сбора и обработки информации о пациенте; 3) такая организация в дальнейшем, по мере развития и совершенствования системы МОДИС, позволит сравнительно легко внести в нее изменения.

Представление знаний. Структура фрейма. База знаний системы МОДИС содержит медицинские знания, организованные в виде тесно связанных между собой структур данных, называемых фреймами. Каждый фрейм интерпретируется как гипотеза, содержащая формализованные знания об отдельной болезни или группе болезней. Фрейм имеет свое имя и состоит из набора позиций, так называемых слотов, которые содержат значения различных свойств, логические и семантические отношения между фреймами, а также ассоциативные правила выбора фреймов. Структура фрейма, используемая в системе МОДИС, приведена на рис. 1. Здесь все позиции фрейма объединены в самостоятельные группы, имеющие свое наименование.

Фрейм	имя-фрейма
Описание-болезни	
активаторы	параметры
параметры	параметры
Логические-критерии-решения	
достаточные	параметры
необходимые	параметры
Ассоциативные-связи	
вотомок	имена-фреймов
протогип	имя-фрейма
условный-переход	Ф-процедура
Диагноз	текстовые сообщения

Рис. 1. Структура фрейма

Слот ФРЕЙМ содержит уникальное имя, закрепленное за данным фреймом.

ОПИСАНИЕ БОЛЕЗНИ содержит параметры, характеризующие описываемый фреймом объект. При этом под параметром понимается некоторая структура, состоящая из имени информационного объекта (имя параметра), который может представлять собой протокол, анализ, лабораторный анализ и т. п., и списка его возможных значений или их логических комбинаций (значения параметра). Наиболее важные параметры выделяются в особую группу, называемую активаторами.

Слот **ЛОГИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ РЕШЕНИЯ** содержит достаточные (патогномонические) и необходимые условия данного заболевания. На их основании можно однозначно принимать решение, не прибегая к дополнительным данным.

Четвертый слот **АССОЦИАТИВНЫЕ СВЯЗИ** характеризует отношения между отдельными болезнями или группами болезней, образуя тем самым семантическую сеть фреймов.

Наконец, последний слот **ДИАГНОЗ** содержит набор условных текстовых сообщений, каждое из которых представляет собой заключение о той или иной форме или степени заболевания, в зависимости от различных комбинаций параметров, характеризующих текущее состояние пациента.

Ф-процедура на рис. 1 представляет собой ЛИСП-функция типа «ЕСЛИ... ТО...», «ПЕРЕЙТИ К...», «ПЕЧАТЬ...» и т. д.

Механизм принятия решения. Одной из проблем при создании ИМДС является разработка эффективного механизма принятия решения, обеспечивающего постановку правильного диагноза даже в условиях неполной и/или противоречивой информации о пациенте. В обсуждаемой системе МОИС в качестве механизма принятия решения используется аппарат генерации рабочих гипотез и их проверки на основе имеющихся данных о пациенте. Для этого система после сбора строго определенной информации, включающей в себя анамнестические данные больного, его жалобы, анамнез, данные внешнего осмотра и анализ мочи, выбирает на ее основе одну из четырех фреймов, каждый из которых соответствует одной группе заболеваний. Это происходит с помощью параметр-активаторов фрейма. Фрейм, параметр-активатор которого совпадает с некоторыми параметрами пациента, становится рабочей гипотезой. Дальнейшая работа системы направлена на проверку этой гипотезы путем сбора дополнительной информации, соответствующей этому фрейму. В случае подтверждения параметров фрейма информацией о пациенте такая гипотеза принимается как истинная, а в противном случае рассматриваемая гипотеза отвергается и генерируется новая рабочая гипотеза на основе полученной информации. После принятия рабочего фрейма как истинного происходит переход к фрейму более низкого уровня, описывающему конкретную болезнь, с использованием специальной информации, содержащейся в слоте **АССОЦИАТИВНЫЕ СВЯЗИ**. Новый фрейм рассматривается системой как новая рабочая гипотеза имеющегося у больного заболевания, для подтверждения которого требуется дополнительная информация. В случае подтверждения рабочей гипотезы и в зависимости от объема и характера собранной информации система делает окончательное решение о диагнозе заболевания.



საბჭოთავო მეცნიერებათა აკადემია
საბჭოთავო მეცნიერებათა აკადემია

3. მათემატიკა, ე. ბრუნა, ე. სმოლიანინოვი, ე. ხიჩინაძე,
4. მედიცინა

მუშის — მანაშიმ რადიონიკაზელი ნებოლეპხალოში სისხლსა
სხვადასხვა ფორმის არტერიული ჰიპერტენზიის სარეაგენტო

რეზიუმე

მოცემულია ერთჯერადევიზირებელი, რამდენიმე ფრეიმს შეზღუდული
კოდის სისტემის ბაზის აღწერა. ცალკეული ფრეიმს შეესაბამება არტე-
რიული ჰიპერტენზიის ერთ-ერთ ფორმას ან თავადების ქვეფს, რომლებიც
საჭიროებენ მეტრნალობას ქირურგიულ, ნეფროლოგიურ, უროლოგიურ და
სხვა სპეციალიზებულ დაწესებულებებში.

AUTOMATIC CONTROL AND COMPUTER ENGINEERING

V. A. GELOVANI, N. K. BOKHUA, N. D. SMOLYANINOV, N. M. CHICHINADZE,
G. V. KOVRIGIN, K. A. MARROISHVILI

CBISD—A COMPUTER BASED INTELLIGENT SYSTEM FOR DIAGNOSIS OF VARIOUS FORMS OF ARTERIAL HYPERTENSION

Summary

The paper describes the base of a knowledge system involving several
interdependent frames. An individual frame corresponds to one of the forms
of arterial hypertension or group of diseases which require treatment in
surgical, nephrological, urological, and other specialized clinics.

სტენოპეზია — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. П. Уинстон, Искусственный интеллект, М., 1980.
2. Г. С. Поспелов, Системный анализ и искусственный интеллект, Преприат ВЦ АН СССР, 1980.

А. А. УИГНАДZE

ВЛИЯНИЕ РАЗДРАЖЕНИЯ ПОЯСНОЙ ИЗВИЛИНЫ НА ЭПИЛЕПТИФОРМНЫЕ РАЗРЯДЫ И ПОСТКОНВУЛЬСИВНУЮ ДЕПРЕССИЮ

(Представлено членом-корреспондентом Академии А. Н. Басурадзе 17.7.1981)

Электрическое раздражение ряда структур мозга, вызывающее синхронизацию фоновой электрической активности, может способствовать возникновению эпилептиформных разрядов с сопутствующими им клоническими судорогами. К таким структурам относятся гиппокампо-амигдало-темпоральная область [1—3], вентромедиальная часть среднего мозга [4], нитраламинарные таламические ядра [1, 5—7]. Некоторые же структуры мозга при стимуляции могут обуславливать не только возникновение судорожных разрядов, но и их торможение [8—13]. Развитие эпилептиформных разрядов и клонических судорог сопровождается возникновением постконвульсивной депрессии. Известно влияние некоторых структур и на постконвульсивную депрессию [8, 9, 13].

При электрической стимуляции поясной извилины в различных структурах мозга возникают хорошо выраженные судорожные разряды. Эта структура обладает очень низким порогом для их вызова. Особенно отличается ее передний отдел, где порог вызова судорожной активности приблизительно вдвое ниже, чем других ее отделов [14]. Логично было бы предположить, что такая эпилептогенная структура мозга, как поясная извилина, должна приводить к усилению эпилептических припадков и сопровождающих их судорожных разрядов, возникающих при раздражении других структур мозга. Однако стимуляция переднего отдела поясной извилины (поле 24) вместо усиления эпилептиформной активности вызывает ее купирование.

Влияние поясной извилины на генерацию эпилептиформных разрядов и постконвульсивную депрессию при стимуляции дорсального гиппокампа было исследовано нами на кошках с введенными в мозговые структуры электроды по координатам атласа [15].

Выраженность эпилептических судорог и сопутствующих им судорожных разрядов зависит от интенсивности раздражения. При околопороговой силе раздражения дорсального гиппокампа можно было наблюдать развитие эпилептиформных разрядов без наличия припадков. Однако, если судорожная активность охватывала новую кору, отмечались ее соматические проявления в виде жевательных и глотательных движений со слюноотделением (т. е. автоматизм еды), подергивания мышц лица или даже генерализованные эпилептические судороги. Эти судороги часто возникали по типу больших приступов, захватывая всю скелетную мускулатуру, длящаяся в пределах минуты и сменяясь, как правило, хорошо выраженной депрессией. При усилении гиппокампального раздражения у кошки за первоначально возникшей оборонительной реакцией и реакцией страха со всеми вегетативными компо-



кентами (расширение зрачков, мочеиспускание, депрессия) и эпилептическими судорогами с сопутствующими разрядами (рис. 1А). Однако, если на этом фоне пороговая стимуляция (4 в, 200 в сек при порого 2 в) переднего отдела височной извилины, наблюдалось не углубление эпилептического состояния, а мгновенное его купирование (рис. 1Б): животное, бьющееся только что в судорогах, поднимало голову, мучкало, садилось и оспиралось по сторонам.



Рис. 1. Влияние раздражения постоянной извилины на эпилептиформные разряды, вызванные стимуляцией дорального гиппокампа. Отведения: 1 — задняя височная извилина; 2 — лобная извилина; 3 — височная извилина; 4 — центральная извилина; 5 — отяжка раздражения гиппокампа (4 в, 200 в сек); 6 — отяжка раздражения височной извилины (4 в, 200 в сек). Момент раздражения отмечен кружочком слева отх. Калибрация на всех рисунках: амплитуда 200 мВ, время 1 сек.

При изолированной стимуляции поля 24 той же силой имела место реакция осторожности с расширением зрачков, а по прекращении раздражения — реакция избегания.

Вслед за вызванными генерализованными судорогами может наблюдаться постконвульсивная депрессия, что выражается в угнетении электрической активности отводящих структур (рис. 2А). Однако, если на фоне такой депрессии предъявлялось раздражение височной извилины, которое вызывает реакцию избегания, оно в значительной степени восстанавливало фоновую электрическую активность (рис. 2Б), депрессия купировалась — животное поднималось и начинало мучкало.

Показано, что подобное влияние на постконвульсивную депрессию оказывают эмоциогенные структуры: центральное серое вещество, передний гипоталамус, базальное ядро мандалавы [8] и дорсальный гиппокамп [12]. Электрическая стимуляция этих образований вызывает у кошек, находящихся в глубоком депрессивном состоянии, эмоциогенный ответ страха со всеми двигательными и вегетативными компонентами и восстановление электроэнцефалограммы.



Постконвульсивная депрессия, вызванная раздражением либо структуры мозга, несет за собой значительное пороговое раздражение для вызова эмоциональных ответов. При этом повышается и порог вызова эмоциональных ответов.

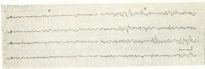


Рис. 2. Влияние раздражения поясной извилины на постконвульсивную депрессию: А — во время депрессии; Б — после раздражения поясной извилины. Отводятся те же, что на рис. 1

В литературе нет единого мнения о природе постконвульсивной депрессии. Известно, что эта депрессия возникает в результате длительного и сильного возбуждения [10, 16]. Предполагается, что генерализованная судорожная активность приводит к истощению нервных клеток из-за накопления кислых метаболитов и разлития гипоксии. Истощение нервных клеток выражено тем сильнее, чем выше сила и продолжительность стимуляции [10, 16, 17].

Существует и такое представление, что прекращение эпиплепсическая судорог есть результат возникновения постконвульсивного торможения нейтронов [9, 18—20]. Наши данные не дают возможности судить о природе купирования судорожных разрядов и возникновения постконвульсивной депрессии: являются ли они результатом истощения нервных клеток или же их торможения. Ясно лишь, что стимуляция переднего отдела поясной извилины, вызывающая эмоциональный ответ с его соматическими и вегетативными компонентами, ведет к мгновенному купированию депрессивного состояния, разрывающегося вслед за судорожной активностью. Факт воздействия данного раздражения говорит, скорее, о том, что здесь имеет место именно купирование торможения. Кроме того, можно заключить, что влияние поясной извилины на гиппокампальную активность, по всей видимости, осуществляется при участии лимбических эмбриогенных структур.

Академик наук Грузинской ССР
Институт физиологии
им. Н. С. Березина

(Получено 17.7.1981)

ՀԱՅԿԱՍՏԱՆԻ ԳԱՆՏՎԱԾԱՆԵՐԻ ԳՐԱԴԱՐԱՆԻ ԿՈՒՆՍՏԱԿՆԵՐԸ

Ն. ԳՅՈՒՅՈՒՆ

ՀԱՅԿԱՍՏԱՆԻ ԳԱՆՏՎԱԾԱՆԵՐԻ ԳՐԱԴԱՐԱՆԻ ԿՈՒՆՍՏԱԿՆԵՐԸ
ԲԱՆԻՍԻՆՏՆԵՐԸ ԵՎ ԱՄԵՐԻԿԱՆԵՐԸ ԳՐԱԴԱՐԱՆՆԵՐԸ

Կ 3 1 9 9 3

Չեմքըզը պիս յարի կըտընի յարմարիտ զարմանքիս զպընիս
գորհալընի ինչպիսն զարմանքիս զմիջադը յարմարիտ զմիջադը
ճաննիս ԵՎ ինչպիսն յարմարիտ յարմարիտ յարմարիտ յարմարիտ



ბევრის განსაკუთრებით მისი წინა ნაწილის ელექტრული სტიმულირება
 ახერხებს მისი ელექტრული სტიმულირების შედეგად გენერირებული
 ელექტრული დისქარგების და პოსტკონვულსიური დეპრესიის
 დასაბრუნებლად.

HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY

A. A. UNGIADZE

THE EFFECT OF CINGULATE GYRUS STIMULATION ON
 EPILEPTIFORM DISCHARGES AND POSTCONVULSIVE
 DEPRESSION CAUSED BY HIPPOCAMPUS STIMULATION

Summary

The stimulation effect of the cingulate gyrus on the epileptiform discharges and postconvulsive depression in various brain structures due to dorsal hippocampus stimulation was studied in adult cats. The author's evidence is in agreement with the view that the electrical stimulation of the limbic structures producing a well-pronounced emotional reaction may block the synaptic inhibition and postconvulsive depression.

СТОМОЛОГОС — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. F. Angeleri, F. Ferro-Milone, S. Parigi. *Electroencephal. Clin. Neurophysiol.*, 16, 1964, 103.
2. D. H. Ingvar. *Acta Physiol. Scand.*, 33, 1955, 1.
3. D. A. Kovacs, I. G. Zoll. *Brain Res.*, 70, 1974, 165.
4. R. Weiss. *Arch. Neurol.*, 11, 1964, 209.
5. L. Angyan. *Physiol. Behav.*, 5, 1970, 797.
6. W. R. Hess. *Brain Mechanism and Consciousness*. Blackwell, Oxford, 1954.
7. J. Hunter, H. H. Jasper. *Electroencephal. Clin. Neurophysiol.*, 1, 1949, 305.
8. Т. Н. Ошанин, И. А. Орджоникидзе. *ДАН СССР*, 163, № 2, 1968, 1271.
9. Т. Н. Ошанин, И. А. Орджоникидзе. *Материалы нервной деятельности*, 1, 1969.
10. У. Пейфальд, Г. Джаспер. *Электрическая и функциональная анатомия головного мозга человека*, М., 1959.
11. П. М. Сараджинян, И. М. Меладзе. *Тез. V Всесоюз. электрорезонанс. конф.*, Тбилиси, 1965.
12. А. А. Унгиадзе, Д. Ш. Давитуриანი. *Изв. АН ГССР, сер. биол.*, 1, 1975, 218.
13. Э. Н. Навошанова, Т. К. Носелова. *Сообщения АН ГССР*, 69, № 2, 1973, 429.
14. E. R. Kaada. *Acta Physiol. Scand.*, 24, 1951, 1.
15. H. H. Jasper, C. Ajmone-Marsan. *A Stereotaxic Atlas of the Diencephalon of the Cat*. Nat. Res. Council, Ottawa, Canada, 1951.
16. J. G. Dussar de Barenne, C. S. Marshall, W. S. McCulloch, L. F. Nims. *Am. J. Physiol.*, 124, 1938, 625.
17. H. Jasper, T. G. Frickson. *J. Neurophysiol.*, 5, 1941, 333.
18. В. М. Ошаджана. *Проблемы современной неврологии*. Тбилиси, 1967.
19. H. Gastaut, J. Hunter. *J. Physiol. (Paris)*, 42, 1959, 592.
20. R. Jung. *Arch. Psychiat.*, 183, 1949, 206.

А. К. КВАТРАДЗЕ

О КАЛЛОЗАЛЬНОЙ ПЕРЕДАЧЕ ВОЗБУЖДЕНИЯ СЛУХОВОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

(Представлено академиком Т. Н. Омам 10.9.1980)

По морфологическим данным известно, что у кошек первичные слуховые доли коры связаны между собой каллозальными волокнами [1, 2]. Однако роль этих связей мало изучена на примере межполушарного обмена слуховой информацией. Изучение данного вопроса затрудняется теми многочисленными перекрестными путями и комиссуральными связями, которые начиная с оливарного комплекса и кончая корой головного мозга связывают симметричные отделы слухового анализатора и могут осуществлять взаимодействие на подкорковом уровне. Видимо, поэтому в электрофизиологических исследованиях взаимодействия противоположных слуховых областей коры в основном использовались методы прямого электрического раздражения коры или стрижинной нейрографии [3, 4].

Настоящее исследование ставило целью изучение возможной роли мозолистого тела (МТ) в передаче возбуждения слухового происхождения из коры одного полушария в другое.



Рис. 1. А. Вызванные ответы симметричных точек первичной слуховой коры: 1 — правое полушарие, 2 — левое полушарие. Б. Исходный ответ в левом полушарии (2а, б, в) и постоянное восстановление ответов в правом полушарии (1а, б, в) после двусторонней гемисекции. В. Место гемисекции.

Опыты ставились на взрослых кошках под хлоралозо-нембуталовым наркозом в дозе 40 мг/кг каждого вещества. Звуковой раздражитель (щелчок) подавался через динамики бинаурально. Вызванные потенциалы регистрировались из симметричных участков первичной слуховой коры [5]. После установления фокуса максимальной активности первичных ответов производилась гемисекция полушария на уровне ножки заднего четверохолмия. Тем самым создавались условия для изучения роли в межполушарном взаимодействии тех комиссур, которые связывают симметричные слуховые области выше колликулярного уровня.

Сразу же после гемисекции вызванные потенциалы на звуковой

раздражение в полушарии, лежащем на стороне операции, полностью исчезали и не восстанавливались. В интактном полушарии вначале наблюдалось некоторое понижение амплитуды вызванного

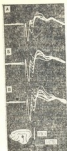


Рис. 2. Транскаллозальный ответ первичной слуховой коры на прямое электрическое раздражение противоположного симметричного участка: А, Б, В, — ответы на стимулирование электрическим раздражением различной силы

можно приписать травматическому влиянию операции, так как вскоре эти ответы полностью восстанавливались (рис. 1). Эти данные должны были указывать на отсутствие каллозальных связей между первич-



Рис. 3. А. Аппликация стрихнина на интактном полушарии: 1 (а, б, в, г) — усиление вызванного ответа вплоть до появления пикового потенциала, 2 (а, б, в, г) — симметричная точка противоположного полушария. Б. Аппликация стрихнина на деафферентированном полушарии: 1 (а, б, г) — ответы интактного полушария, 2 (а, б, в, г) — симметричная, обработанная стрихнином, точка деафферентированного полушария

ными слуховыми полями. Однако против такого мнения свидетельствует тот факт, что транскаллозальный ответ (ТКО) возникает не на прямое электрическое раздражение участка коры, симметричного исследуемому нами (рис. 2). Видимо, в этом случае к противоположному полушарию поступает более синхронный залп каллозальных импульсов,

чем в случае адекватных раздражений. Поэтому для выявления ТКО на звуковое раздражение исследуемые нами участки обрабатывались стрихнином.

После односторонней аппликации стрихнина на intactную сторону наблюдалось постепенное повышение вызванных ответов на повышение характерного для стрихнина пикового потенциала в противоположном, деафферентированном полушарии не возникали в ответ на звуковые стимулы. Более того, не происходила передача и стрихнинных разрядов (рис. 3). Односторонняя аппликация стрихнина только деафферентированного полушария также не вызвала ТКО на звуковое раздражение, а возникшие после некоторого времени стрихнинные разряды не совпадали во времени с вызванными потенциалами на звуковое раздражение в intactном полушарии (рис. 3). Только после обработки стрихнином обеих полушарий в деафферентированном полушарии регистрировались вызванные потенциалы на звуковые раздражители. После коллоидотомии эти ответы исчезали, что указывает на их транскаллозальное происхождение (рис. 4).



Рис. 4. А. Односторонняя аппликация стрихнина на обе полушария: 1 — электроды симметричных точек (уровни левое — правое intactное полушарие, нижнее — левое, деафферентированное полушарие). Б. Исчезновение ответов в деафферентированном полушарии после перерезки мозолистого тела: 1 — intactное полушарие, 2 — деафферентированное полушарие.

Таким образом, полученные нами данные указывают на возможность взаимодействия между полушариями мозга, в частности между перпендикулярными слуховыми полями коры, посредством МТ, хотя без искусственного повышения возбудимости такое взаимодействие не наблюдается. Интересно, что подобное явление было обнаружено и при изучении зрительной коры кошки.

Авторы ряда исследований на кошках с расщепленной зиаемой также не смогли зарегистрировать ТКО на световые вспышки, подаваемые на один глаз изолированно [6]. Следует полагать, что это общая черта межполушарного взаимодействия для проекционных (слуховых и зрительных) областей коры, которую нельзя объяснить малочисленностью каллозальных связей. Вероятно, в этих случаях значительную роль играет сложное функциональное взаимодействие между противоположными областями слуховой коры, изучение которого будет предпринято в наших дальнейших исследованиях.

Академия наук Грузинской ССР

Институт физиологии
им. И. С. Березинского

(Поступило 18.9.1981)

საბოლოო ნაშრომების პარტიის კალოსალური სტრუქტურის შესახებ

რეზიუმე

ფანტომებზე კატეზზე შეესწავლით ბევრი ვიზუალურად გამოწვეული პოტენციალების გაერყევის შესაძლებლობა ერთი კერძულიდან მეორეში კოტიანი სველის მეშვეობით. ტრანსკალოსალური პასუხების განსაჯლებლად წარმოებდა კერძოტყუა ტრანსკალოსალური ფუნქციონირება. გამოწვეული პასუხები აგვისტორიფებოდა პირველადი სენსორული სტრუქტურული წერტილებიდან (მეტრიკულივის შუა ნაწილი).

დადგინდა, რომ სენსორული პირველი ველის შიშის ასეუბონი ურთიერთქმედება კოტიანი სველის მეშვეობით, თუმცა მის განსაჯლებლად სპირითი ქერქის ატრინებუბონის პირველი (ტრინქინითი ატრინი). მიღებული პირველები არ შეიძლება ახსნას შიშლივ კალოსალური სტრუქტურის სპირითი სენსორული სტრუქტურის, რომ ამ შემთხვევაში წარუბან ჩილს თანაშისი ის ჩილელი ფუნქციონირება ურთიერთქმედება, რომელი ასეუბონი სენსორული სტრუქტურული ველის შიშის.

HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY

A. K. KAVTARADZE

ON THE CALLOSAL TRANSFER OF AUDITORY EXCITATION

Summary

The possible transfer of biopotentials evoked by sound stimuli from one hemisphere to the other via the corpus callosum was studied in anesthetized cats. Hemisection of the peduncle of the posterior lamina tecti was performed in order to evoke a transcallosal response. The responses were recorded from symmetrical points of the median ectosylvian gyrus. An interaction was found between the primary auditory areas via the corpus callosum. However, elicitation of this interaction necessitates an increased excitability of the cortex (strychnine application). The findings cannot be explained by the small number of callosal fibres in the auditory cortex. A major role is presumably played by the complex functional interaction between the symmetrical areas of the auditory cortex.

საბოლოო ნაშრომები — ლიტერატურა — რეფერენსები

1. D. T. Diamond, E. G. Tomes, P. S. Powell. *Brain Res.* 1, 11, 176, 177.
2. F. A. Mettler. *J. Comp. Neurol.* 55, 1932, 129.
3. H. S. Chang. *J. Neurophysiol.* 26, 1963, 117.
4. В. М. Мещинин, Р. С. Рижинашвили, Н. К. Тотабадзе, З. Ш. Келишвили, К. К. Асбария. *Работы Института мед. Тбилиси*, 1972.
5. T. Ross, C. Woolsey. *J. Comp. Neurol.* 4, 1949, 91.
6. R. Cobb. *Electroencephal. Clin. Neurophys.* 26, 1969.

С. И. ДУМБАДZE, А. В. БОБРОВ

ЯВЛЕНИЕ СДВИГА ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА НА ПОВЕРХНОСТИ КОРЫ ПРИ РАСПОЛОЖЕНИИ НАД НЕЙ ТВЕРДОГО ТЕЛА

(Представлено членом-корреспондентом Академии А. И. Бакрадзе 12.10.1983)

В ходе экспериментов по определению влияния статических магнитных полей на прямые ответы коры было обнаружено, что при поднесении к коре головного мозга твердых тел на ее поверхности происходит сдвиг электрического потенциала (СПП).

Методика в целом описана в работе [1]. Использовались угольные и серебряные электроды. Усилители постоянного тока имели входное сопротивление 1 и 5 МОм. Обычно образцы укреплялись на подвижном крестовине стереотакса. Точное подведение осуществлялось микропипетками манипулятора.

На рис. 1 представлен пример СПП, имеющего величину 2,5 мВ. В момент, обозначенный на рисунке стрелкой, обращенной к кривой, к коре было подведено тело. Сдвиг начался со скрытым периодом 18 секунд и развивался 4 минуты. В момент времени, обозначенный стрелкой, обращенной от кривой, тело было удалено и началось возвращение к исходному потенциалу, которое длилось 15 минут. В примере, приведенном на рис. 1, СПП — негативный.

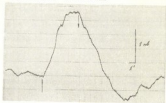


Рис. 1

Величина СПП может превышать 10 мВ. Как правило, поднесение живых тел вызывает негативные СПП. Скрытый период может быть от нескольких секунд до нескольких десятков секунд, нарастающе — от долей минуты до нескольких минут, спад до исходного уровня после удаления тела — от нескольких минут до нескольких десятков минут. До полного восстановления может произойти смена знака, как это произошло в примере, приведенном на рис. 1. В некоторых случаях на фоне СПП возникали ритмические колебания с частотой 0,1—0,01 гц.

Величина и полярность СПП в большой степени зависят от размеров и формы подносимого тела и его геометрии, а также от расстоя-

ния (Н) между этим телом и поверхностью коры. На рис. 2 дан пример зависимости величины СПП от Н. Кривая имеет точку дивергенции $H=6$ мм и экстремум в точке $H=10$ мм. В приведенном примере с максимальным расстоянием, на котором отмечались СПП, наблюдались СПП на расстояниях до 25 см от коры. Следование максимальных расстановок, при которых имеют место СПП, не проводилось.

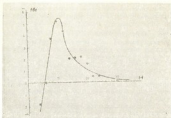


Рис. 2

Воздействие одинаковыми по форме и размерам образцами из стекла, дюралюминия, плексигласа и дерева в одном случае дало увеличение по величине в переломленном порядке СПП. Во всех остальных случаях СПП, полученные при воздействиях теми же телами, имели одинаковую величину (см. рис. 4, D—G), из чего был сделан вывод, что масса тел не причастна к явлению СПП.

В опытах с экранированием коры между корой и подносимым телом устанавливался экран из стекла, бумаги и полиэтиленовой пленки. В одном случае при экранировании бумагой СПП не возник, в остальных случаях происходило ослабление СПП.

Воздействие светом не вызывало СПП.

Воздействия разными волнами магнита привели к одинаковым СПП (см. рис. 3—1).

Воздействие неэлектризованным и электризованным пластмассовым телом (рис. 3—2) дало СПП одной величины. Опыты с включением электрического поля напряженностью до 600 в/см показали непричастность электрических полей такой напряженности к явлению СПП.

На рис. 3—3 приводятся СПП, полученные в результате воздействия стальным образцом, нагретым до температур: А — 19°C , В — 26°C и С — 55°C ($H=10$ мм). В первом случае тело могло только охлаждать поверхность коры, имевшей около 32°C , в третьем случае — нагревать. Как видно из рисунка, величина СПП падает при увеличении разности температур между корой и воздействующим телом как в сторону охлаждения, так и в сторону нагрева. Воздействие этим же образцом, нагретым до 75°C , не привело к развитию СПП. Из сказанного можно заключить, что нарушение температурного баланса не является причиной возникновения СПП.

На рис. 3—4 даны СПП, полученные воздействием ($H=10$ мм) при комнатной температуре стальным образцом, не обернутым в мок-

рую марлю (А) и обернутым в мокрую марлю (В). Величина СПП не изменялась. При воздействии тем же образом, нагретым до 90°C, в первом случае был получен негативный СПП, во втором — положительный, меньшей величины. Эти эксперименты позволяют сделать вывод: нарушение влажностного равновесия у поверхности коры не может быть причиной возникновения СПП. Выше говорилось, что СПП наблюдаются при расстояниях, достигающих до 25 см. При таком удалении



Рис. 3



Рис. 4

от коры воздействующее тело не может сколько-нибудь значительно нарушить сложившееся у поверхности коры равновесие температуры или влажности. В пользу сделанных заключений свидетельствуют и результаты экспериментов с экранированием коры: воздействие по одну сторону экрана никак не могло повлиять на температуру и влажность по другую от него сторону.

Постлетальные исследования показали, что после прекращения сердечной деятельности СПП угасают на протяжении 1,5 часов (и более), неоднократно изменяя величину и полярность.

СПП наблюдаются на живых тканях животных и растений: шейной мышце, твердой мозговой оболочке, срезах кактуса эхинопсиса.

На рис. 4 представлены СПП, полученные в результате поднесения на одинаковое расстояние от поверхности мозга рук трех лиц (рис. 4, А—С) и стального, фарфорового, плаستيнового и деревянного образцов (рис. 4, D—G соответственно). Все СПП, полученные при воздействии неживыми телами, негативны и равны по величине; все СПП, полученные при поднесении руки человека, позитивны. Их величины для одного и того же лица мало менялись на протяжении опыта, но сильно различались для различных лиц. СПП, полученные от двух лиц (В и С), значительно превышают по величине СПП, полученные при воздействии неживыми телами.

На данного примера и из других полученных нами результатов видно, что СПП, вызываемые рукой человека, весьма переменливы. Они могут на протяжении даже очень короткого промежутка времени — в течение нескольких минут — изменять свою полярность и величину.

СПП, полученные от различных лиц, могут чрезвычайно отличаться друг от друга. И наконец, СПП, вызываемые воздействием рубца 20-го века, могут превосходить по величине максимальные значения СПП, которые могут быть получены при воздействии воздушной среды телами.

Из всего сказанного в рамках короткого сообщения следует, что явление СПП имеет биофизическую природу, хотя на данном этапе мы все же не можем полностью исключить возможность существования какого-то сложного неизвестного нам артефакта. Если же это не артефакт, то мы допускаем участие некоего поля в описанном феномене: СПП является отражением возмущения поля вносимыми в него телами.

Академия наук Грузинской ССР
Институт физиологии
им. И. С. Березианидзе

(Поступило 2.10.1981)

შედეგები და განხილვა შედეგებისა

ს. დუმბაძე, ა. ბობროვ

შედეგები კვლევისაზე, ცენტრებს შორის ზედაპირზე
მასივ მასივში სხივების განლაგებისას

რეზიუმე

შედეგები სხივების მოთავსება ნატივებს ქვეშ მყოფი ცხოველის თავის ტვინის გარეშე ზედაპირზე არსებულ სხივებში იქნება მისი ელემენტარული პოტენციალის შეცვლის ეს მოვლენა აღიწერება ცხოველებსა და მცენარეებს ცოცხალ ქსოვილებში.

HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY

S. I. DUMBADZE, A. V. BOBROV

THE PHENOMENON OF THE ELECTRICAL POTENTIAL SHIFT
OVER THE CORTICAL SURFACE CAUSED BY THE PLACEMENT
OF A SOLID BODY

Summary

Introduction of solid objects in the space above the cortex of an anesthetized animal causes a change of the electrical potential of its surface (CEP). The CEP was observed in animal and plant living tissues. The CEP is a biophysical phenomenon, apparently reflecting the disturbance of the field caused by the bodies introduced into it.

შედეგები — ლიტერატურა — REFERENCES

1. С. И. Думбадзе, А. В. Бобров, В. А. Мартчан, А. И. Райтман. Сообщения АН ГССР, 98, № 1, 1980.

М. Ш. ГОРДЕЗИАНИ, С. В. ДУРМШИДZE (академик АН ГССР),
Д. К. КУРАШВИЛИ

ИНГИБИРУЮЩИЙ ЭФФЕКТ МЕДЬ-ТИРОЗИНОВОГО КОМПЛЕКСА НА НАДФН- И ГИДРОПЕРЕКИСЬ-КУМИЛ- СТИМУЛИРОВАННОЕ ГИДРОКСИЛИРОВАНИЕ НЕКОТОРЫХ КСЕНОБИОТИКОВ В РАСТИТЕЛЬНОЙ ТКАНИ

Полная микросомальная система печени животных, осуществляющая гидроксилирование обширного класса ксенобиотиков, состоит из НАДФН-цитохром р-450-редуктазы (к. ф. 1.6.2.4), цитохрома Р-450 (к. ф. 1.14.14.1), фосфатидилэнола и требует присутствия НАДФН и O_2 [1]. В этой системе в гидроксилировании участвует супероксидный ангон O_2^- [2, 3], образовавшийся при окислении восстановленного флавопротенда или же при автоокислении цитохрома Р-450 [4].

Имеются экспериментальные данные, указывающие, что большинство реакций, протекающих в полной микросомальной системе, могут проводиться одним окисленным цитохромом Р-450 в сочетании с органическими гидропероксидами [5]. В этом случае гидроксилирующей частицей может служить ферраллпроксидное цитохрома Р-450, переносящее кислород на субстрат по электрофильному механизму [6, 7]. Установлено ингибирующее действие медь-тирозинового комплекса (МТК), являющегося изокоммолекулярным аналогом супероксиддисмутазы (к. ф. 1.15.1.1.), на НАДФН и гидроперекись-кумил (ГПК)-стимулированное гидроксилирование [8, 9].

Нашими ранними исследованиями была показана способность растительной ткани осуществлять стимулированное с помощью НАДФН-реакции окисления субстратов первого и второго типов [10]. Эти реакции окисления субстратов первого и второго типов [10]. Эти результаты указывают на наличие НАДФН-специфичного флавопротенда и цитохрома Р-450, т. е. функционирование в изученных растительных объектах начального и терминального участков микросомальной гидроксилирующей системы. В связи с этим было бы целесообразно провести исследование для сравнения действия НАДФН и ГПК и установить ингибирующий эффект МТК на НАДФН- и ГПК-стимулируемые гидроксилирующие реакции в целой растительной ткани. В опытах как по отношению к НАДФН, так и к ГПК применяли одну и ту же концентрацию комплекса.

В качестве исследуемого растительного материала вновь служили набухшие семена кукурузы (*Zea mays*) и соя (*Glycine hispida*). Стратегия объекта и режим инкубации описаны ранее [10]. В качестве окисляемых субстратов были использованы амазонирин (АП), диметиланлин (ДМА) и анили (АН). О N-деметилирующей и п-гидроксилирующей способностях растительной ткани судили по количеству выделяющегося в инкубационной среде формальдегида (ФА). Ранее нами было обнаружено, что в семенах указанных растений гидроксилирование АН проходит через стадию оксиметилирования [10]. Поэтому сочли вполне возможным по количеству ФА оценить и интенсив-

ность *o*-гидроксилирования АН. Средой инкубации является фосфатный буфер рН 6,0—6,3, содержащий 25 мМ Mg^{2+} , для активации реакции окисления субстрата (оптимальная концентрация ионов Mg^{2+} была установлена по увеличению потребления кислорода — индикатора, регистрируемой манометрически). Анализ образовавшегося ФА проводили по методу [11], определяя спектрофотометрически на «Spectro» при 412 нм.

В работе использовали НАДФН (по 0,5 мМ) фирмы «Reanal» (Венгрия), ГПК (по 0,5 мМ) фирмы «Merck» (ФРГ), АП, ДМА АН (по 10^{-4} М) отечественного производства квалификации ч.д.д. ДМА и АН перед опытом были дважды перегнаны. Комплексы МТК (в каждом опыте $2,7 \cdot 10^{-4}$ М) готовили по [9]. Значимый фосфатидилазлаин (ФХ — 0,15%) в виде «сырого лецитина», содержащего лецитин и кофалин, получали по методу [12].

Проведенными нами опытами было установлено, что в семядолях кукурузы ГПК не производит никакого влияния на окисление испытанных ксенобиотиков. *N*-деметилирование и *o*-гидроксилирование субстратов в указанной растительной ткани по отношению к данной гидроперокси окислительной активности оказались нечувствительными. Незрелость ГПК и по отношению к *o*-гидроксилированию АН в семядолях сои (в статье эти данные не приводятся); зато в этом случае под ее влиянием сильно стимулируется реакция *N*-деметилирования АП и в особенности ДМА (рис. 1). Что же касается НАДФН, то он во всех случаях вызывает

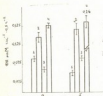


Рис. 1. Влияние ГПК (1), ГПК+МТК (2), ГПК+МТК+ФХ (3) на *N*-деметилирование АП (а-1) и ДМА (б-1) в семядолях сои

значительное усиление окисления всех трех ксенобиотиков (таблица). Его стимулирующее действие особенно четко проявляется при *o*-гидроксилировании АН, а затем при *N*-деметилировании ДМА и АП.

Таким образом, в вакуолярной системе кукурузы и сои, рассматриваемых адвентивно полной микросомальной системы, обнаруживается механизм НАДФН-зависимых окислительных превращений субстратов первого и второго типов, а в семядолях сои — ГПК-зависимое окислительное превращение субстратов первого типа.

НАДФН-стимулируемая реакция *o*-гидроксилирования АН в семядолях кукурузы и сои, а также ГПК-стимулируемые реакции *N*-деметилирования АП и ДМА в семядолях сои значительно снижаются под влиянием МТК. Общий ингибирующий эффект комплекса примерно равен 50—65%. С меньшей интенсивностью (20—30%) в обоих растениях подавляются НАДФН-зависимые процессы *N*-деметилирования субстратов первого типа.

Из полученных данных следует, что одна и та же концентрация ингибитора по-разному подавляет реакции *N*-деметилирования и



α -гидроксилирования. Это указывает на разную стимулируемость при-
роду НАДФН и ГПК в этих реакциях. Кроме того, эффективность действия комплекса зависит как от
ассимбиота, так и от вида растений.

Влияние НАДФН, МТК и ФХ на окислительные превращения АП, ДМА
и АН в семенах кукурузы и сои

Добавка	ФХ мМ μ l Ф.С. μ l биомассы	
	Семени кукурузы	Семени сои
АП (контроль)	0,050 \pm 0,001	0,115 \pm 0,002
АП+НАДФН	0,072 \pm 0,002	0,137 \pm 0,002
АП - НАДФН+МТК	0,032 \pm 0,001	0,105 \pm 0,002
АП+НАДФН+МТК+ФХ	0,137 \pm 0,007	0,217 \pm 0,010
ДМА (контроль)	0,077 \pm 0,001	0,047 \pm 0,002
ДМА - НАДФН	0,115 \pm 0,000	0,067 \pm 0,002
ДМА+НАДФН+МТК	0,085 \pm 0,002	0,055 \pm 0,000
ДМА+НАДФН+МТК+ФХ	0,167 \pm 0,005	0,120 \pm 0,007
АН (контроль)	0,033 \pm 0,002	0,035 \pm 0,002
АН+НАДФН	0,062 \pm 0,007	0,065 \pm 0,000
АН+НАДФН+МТК	0,018 \pm 0,000	0,027 \pm 0,002
АН+НАДФН+МТК+ФХ	0,072 \pm 0,000	0,100 \pm 0,001

Полное восстановление и последующая стимуляция инактивированно-
го МТК, НАДФН- и ГПК-зависимых реакций осуществляются с помо-
щью ФХ. При его внесении в инкубационную среду подавленный комп-
лексом процесс НАДФН-зависимого α -гидроксилирования АН в обмен
растительных тканей стимулируется на 300%. Значительно увеличи-
ваются также реакции окисления АП и ДМА, зависящие от данного
кофактора, но наименьшая стимуляция, вызванная фосфолипадом, пре-
вышающая 200%, была выявлена в семенах сои при ГПК-зависимом
N-деметилировании субстратов первого типа. ФХ, возможно, защищает
мембрану и гемопрогенд от разрушающего влияния свободных ради-
калов, которые могут образовываться при взаимодействии МТК с ГПК
[9] или при реагировании с эндогенными гидропероксидами (в условиях
наличия в реакционной среде НАДФН). Не исключено также, что под
влиянием ФХ активные центры цитохрома P-450 высвобождаются от
МТК, если связывание комплекса с ферментом все же происходит.

Полученные данные указывают на возможное участие суперокси-
дного звена в окислении испытанных нами ассимбиотов первого и
второго типов в растительной ткани.

Академик наук Грузинской ССР

Институт биологии растений

(Получено 24.7.1981)

30750000

В. ШАВЕШВИЛИ, С. РАКАШВИЛИ (Ин-т биол. наук АН Грузинской ССР,
Т. 380000000)

საბუნებისმეტყველების კომპლექსის ნებისმიერობაში მდებარე
შედეგობაში ასევე უნდა აღინიშნოს მდებარეობის ნადასტურად და
კვლევის მიზანშედეგობით სწავლებისათვის ჩამატების

კვლევის

სწავლის და სხვა მიზნებისთვის უნდა აღინიშნოს მდებარეობის
და მისი ტიპის სტრუქტურის ნადასტურად და ასევე უნდა აღინიშნოს
კვლევის მიზანშედეგობით სწავლებისათვის ჩამატების



პროტეინ-დასოკლებელი ენზიმი სპონტანურად იქმნება კონცენტრაცია განსვადებულად ორგანიზმს დემოლორატებში ღრუბის ჩეკტებს. კომპლექსის მიქსივების ეფექტურობის ჩეკტებს დამატებით წყნობილეთის ტიპზე, ასე შუენათის სხეობაზე. კომპლექსით ინჰიბირებელი ენზიმის სიღრმე აღდგენა ზეგის დონეტიფიკაციის სპეციფიკობით გამოვანილია დასვენს პირობილიტების ჩეკტებს სუბსტრატებზე ანონის შესაძლო მიმწიფობის შესახებ.

BIOCHEMISTRY

M. Sh. GORDELZIANI, S. V. DURNISHIDZE, L. K. KURASHVILI

INHIBITORY EFFECT OF TYROSINE-COPPER COMPLEX ON NADPH AND CUMENE HYDROPEROXIDE STIMULATED HYDROXYLATION OF SOME XENOBIOTICS IN PLANT TISSUE

Summary

The mechanism of NADPH-dependent oxidative conversions of substrates of the first and second types were found in swelled soybean and maize cotyledons, whereas in soybean cotyledons hydroperoxide cumene-dependent oxidation of substrates of the first type was reversed. The same concentration of tyrosine-copper complex variously inhibits the demethylation and hydroxylation reactions. The efficiency of the complex depends on the type of the oxidizing xenobiotic as well as on the plant species. The total reduction of oxidation inhibited by the complex is effected by phosphatidylcholine. The possible involvement of a superoxide anion in the reaction is suggested.

СООБЩЕНИЯ — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. A. H. Арчаков, *Микросомальное окисление*, М., 1975.
2. H. W. Strabel, M. J. Cook, *J. Biol. Chem.*, **246**, 1971, 7626-7630.
3. C. Richter, A. Axel, A. Wendel, *FEBS Letters*, **v. 64**, 2, 1976, 333-337.
4. H. Kuthan, H. Tsuji, H. Graf, V. Ullrich, J. Werringtoner, E. W. Eatabrook, *FEBS Letters*, **v. 91**, 2, 1978, 343-345.
5. D. I. Metelitsa, A. A. Akhrem, A. N. Erjomia, M. A. Kissel, S. A. Ulanov, *Acta Biol. Med. Germ.*, **Band 28**, 1979, 511-518.
6. Д. И. Метелица, Е. М. Попова, *Биохимия*, **45**, 8, 1980, 1379-1384.
7. Д. И. Метелица, Е. М. Попова, *Биохимия*, **44**, 2, 1979, 1923-1935.
8. И. И. Каруцкая, Г. И. Бачманова, Г. П. Кузнецова, М. В. Нестов, А. Н. Арчаков, *Биохимия*, **44**, 10, 1979, 1796-1804.
9. В. П. Курчако, С. А. Усанов, Д. И. Метелица, *Биохимия*, **45**, 7, 1980, 1212-1218.
10. M. Sh. Gordelziani, S. V. Durnishidze, L. K. Kurashvili, *Сообщения АН СССР*, **96**, № 3, 1979, 717-720.
11. T. Nash, *Biochem. J.*, **55**, 1953, 416-421.
12. Л. Ортнер, А. Рейхель, *Практикум по органической химии*, М., 1952, 205.



УДК 577.354.8

საქართველოს
მეცნიერებათა
აკადემია

Е. А. БОБОХИДЕ

ИЗМЕНЕНИЕ ВКЛЮЧЕНИЯ РАДИОАКТИВНОЙ МЕТКИ ПИРУВАТА И ГЛЮКОЗЫ В ЛИПИДЫ И ФЕНОЛЬНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ ПОД ВЛИЯНИЕМ ХОЛЕСТЕРИНА В ЛИСТЬЯХ РАСТЕНИЙ

(Представлено академиком С. В. Дуранидзе 13.4.1981)

Проведенными ранее исследованиями показано, что экзогенный холестерин в растительной ткани может выполнять регуляторную функцию, влияя на течение обменных реакций [1].

Обнаружено его ингибирующее действие на энзиматическую активность малат-(Н.Ф.1.1.1.37) и глюкозо-6-фосфатдегидрогеназы (Н.Ф.1.1.1.49) [2].

Для сравнительно детального исследования этого вопроса нами изучено включение радиоактивных меток пирувата и глюкозы во фракцию липидов и фенольных соединений, а также выделенного при дыхании $^{14}\text{CO}_2$ в условиях присутствия в инкубационной среде холестерина. Для этой цели нами использованы $1\text{-}^{14}\text{C}$ - и $2\text{-}^{14}\text{C}$ -пируват, $1\text{-}^{14}\text{C}$ - и $6\text{-}^{14}\text{C}$ -глюкоза.

Листья виноградной лозы сорта Ркацители (20 г) погружали черешками в соответствующие растворы и выдерживали их в течение 24 часов при комнатной температуре под стеклянным цилиндром (периметрически пропуская воздух). Выделившийся $^{14}\text{CO}_2$ связывали 25% КОН. По истечении инкубации черешки листьев срезают, образцы фиксировали кипящим этанолом, затем трижды экстрагировали 80% этанолом по 30 мин, выпаривали до удаления этанола, экстрагировали этилацетатом несколько раз и получали фракцию фенольных соединений. Этилацетат выпаривали досуха. Осадок вновь растворяли в определенном количестве этилового спирта и по 0,05 мл наносили на хроматографическую бумагу (ленинградская мелленка). Применена двумерная восходящая хроматография в системе растворителей: *n*-бутиловый спирт-уксусная кислота-вода (4:1:5) и 2,2%-ная уксусная кислота. Суммарную радиоактивность фракции отдельных представителей фенольных соединений измеряли на счетчике типа БФЛ-Т-25.

Хроматографическим анализом в наших образцах обнаружены радиоактивные катехины, флавонолы, фенолкарбонные кислоты [2]. Фенилаланин-амин-оксидазу (Н.Ф.4.3.1.5) активность определяли в суммарных ферментных препаратах [3]. Фракцию липидов получали после фиксации опытных образцов в аппарате Коха с последующей их экстракцией в гексане.

Полученные результаты представлены в таблице, из которой видно, что экзогенный холестерин ингибирует аэробное окисление атома углерода кето-группы пирувата и углеродных атомов альдегидной и оксиметильной групп глюкозы. Исключение составляет углеродный атом карбоксила указанной кетокислоты, окисление которого под влиянием холестерина усиливается на 16%.



Эти данные позволяют считать, что экзогенно добавленный холестерин усиливает гликолитическое превращение глюкозы в ацетилные радикалы, аэробное превращение пирувата в ацетальдегид подавляется. Поэтому общий ингибирующий эффект холестерина в процессе аэробного окисления пирувата в глюкозу через цикл трикарбоновых кислот (угнетение малатдегидрогеназной активности) и глюкозы через пентозофосфатный цикл (подавление активности глюкозо-6-фосфатдегидрогеназы) накладывается и перекрывает стимулирующее действие стерина, осуществляемое, вероятно, на уровне системы пируватдегидрогеназы (Н.Ф.1.2.4.1), осуществляющей окислительное декарбоксилирование пирувата на ацетил-КоА.

Правильность наших выводов подтвердилась результатами анализа распределения радиоактивной метки пирувата и глюкозы по фракциях липидов и фенольных соединений. Во всех вариантах опыта холестерин способствует использованию регистрируемых углеродных атомов гексозы и кетокислоты при синтезе липидов.

Важным радиоактивной метки пирувата и глюкозы в липиды и фенольные соединения в листьях анисградной лозы под влиянием экзогенного холестерина (1-¹⁴C- и 2-¹⁴C-пируват — 1,5 мкмоля, 1-¹⁴C-глюкоза — 0,5 мкмоля, 6-¹⁴C-глюкоза — 1 мкмоля, холестерин 2:10⁻⁵M, инкубация 24 часа, темнота, 21°C, фосфатный буфер, pH 6,0)

Варианты опыта	¹⁴ CO ₂ , 10 ³ дис/лист	Суммарная радиоактивность фенольных соединений, 10 ³ дис/лист	Суммарная радиоактивность фенольных соединений, 10 ³ дис/лист	Радиоактивность отдельных групп фенольных соединений, % от суммарной радиоактивности		
				Катехины	Флавонолы	Фенолкарбоновые кислоты
1- ¹⁴ C-пируват	4,32	0,8	1,20	7,4	12,5	81,1
1- ¹⁴ C-пируват+холестерин	2,03	0,5	0,71	6,4	6,3	73,3
2- ¹⁴ C-пируват	2,15	1,7	4,50	5,8	4,2	90,0
2- ¹⁴ C-пир. мет+холестерин	2,25	2,7	2,25	5,2	15,8	80,0
1- ¹⁴ C-глюкоза	0,28	1,8	1,90	13,0	17,0	70,0
1- ¹⁴ C-глюкоза+холестерин	0,21	2,8	1,70	10,2	24,9	65,2
6- ¹⁴ C-глюкоза	0,72	2,3	2,84	7,0	7,3	85,7
6- ¹⁴ C-глюкоза+холестерин	0,61	2,0	2,65	6,2	12,8	80,0

Экзогенный холестерин во всех случаях уменьшает общую радиоактивность суммарной фракции фенольных соединений. На фоне интенсивного накопления флавонолов проследить снижение радиоактивности фракции катехина и фенолкарбоновых кислот. Подавление путей биосинтеза фенольных соединений находится в соответствии с угнетением под влиянием холестерина фенилаланин-аммиак-лиазной активности (количество образовавшейся коричной кислоты в мкг/мг белка⁻¹/час⁻¹), подавленной на суммарных ферментных препаратах из листьев анисградной лозы. Оказалось, что после 4-часовой инкубации листьев в растворе холестерина элиминационная активность этого фермента снижается на 74%. До последнего времени фенилаланин-аммиак-лиаза считалась ключевым звеном в биосинтезе фенольных соединений и угнетение ее активности являлось показателем изменения интенсивности этого биосинтеза [4]. Однако М. Н. Запрометовым [5] показано, что в растительной ткани отсутствует четкая корреляция между фенилаланин-аммиак-лиазной активностью и накоплением флавонолов. Несмотря на сказанное, уменьшение активности указанного фермента



является еще одним доказательством ингибирующего действия холестерина на биосинтез фенолов.

Таким образом, под влиянием холестерина происходят изменения в метаболизме пирувата и глюкозы. С учетом их различного превращения и участия в синтезе фенольных соединений происходит переключение указанных веществ на путь биосинтеза липидов.

Академик наук Грузинской ССР
Институт биологии растений

(Поступило 16.4.1981)

საბჭოთაო

ა. ბობოხიძე

პირუვატისა და გლუკოზის რადიოაქტიური მარკირების შედეგად წარმოქმნილი მარკირებული ნივთიერებისა და ფენოლის ნაბიჯობაში კონკრეტული ნივთიერების ბიოსინთეზის შედეგად მიღებული ნივთიერების

ანალიზი

ჩვენებია, რომ ვაშის ფოთლებში ქოლესტერინის გავლენით შეიქმნე-
ლიან ცვლილებებს განიცდის პირუვატისა და გლუკოზის მეტაბოლიზმი.
ძლიერდება გლიკოლიზური ნაბიჯებისა და აჩრდვდება არობული ნაბიჯ-
ბიჯებზე პირუვატში წარმოქმნილი აცეტალური რადიკალები ძირითადად
მოხმარებენ ლიპიდების სინთეზში, რის გამოც შესამჩნევად შემცირებუ-
ლია ფენოლის ნივთიერების წარმოქმნის პროცესი.

BIOCHEMISTRY

E. A. BOBOKHIDZE

ALTERATION OF PYRUVATE AND GLUCOSE LABEL
INCORPORATION INTO LIPIDS AND PHENOLIC COMPOUNDS
UNDER THE INFLUENCE OF CHOLESTEROL IN PLANT
LEAVES

Summary

Pyruvate and glucose metabolism was found to undergo considerable changes under the influence of cholesterol in vine leaves. Glycolytic transformation is enhanced and aerobic oxidation suppressed. Under the conditions the formed acetyl radicals are mainly utilized in lipid synthesis, limiting the formation of phenolic substances.



СТАВОУАУАУ — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. С. В. Дурманидзе, М. Ш. Гердезани, Е. А. Бобовидзе. Докл. АН СССР, сер. биол., т. 4, № 4, 1978, 327—334.
2. М. Ш. Гердезани, Е. А. Бобовидзе. IV Всесоюзный ботанический съезд, тез. науч. сообщ., т. 3, 1979, 87.
3. М. Н. Запромтов. Физкол. раст., 19, 3, 1972, 498—506.
4. Э. Е. Хавина, О. Н. Перелыгина. ДАН СССР, 190, 1, 1970, 227—230.
5. С. В. Шендлов, Т. Ф. Корсика, М. Н. Запромтов. Физкол. раст., т. 25, вып. 3, 1978, 552—555.

И. Г. КОТРИКАДZE, Г. Д. ГАБУНИЯ, О. С. ДЖИШКАРМАНИ,
М. А. ЦАРИШVZE, Б. А. ЛОМСАДZE

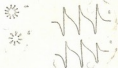
О ЖИДКОКРИСТАЛЛИЧЕСКОМ СОСТОЯНИИ «ВЫВЕРНУТЫХ» ГИДРОФОБНОЙ СТОРОНОЙ НАРУЖУ МИЦЕЛЛ ЛИПИДОВ В АПОЛЯРНОМ И АПРОТОННОМ РАСТВОРИТЕЛЕ

(Представлено членом-корреспондентом Академии И. Н. Нусубадze 23.7.1981)

Известно, что лиотропные жидкие кристаллы образуются дифильными органическими веществами [1]. Дифильность, т. е. наличие в одной молекуле полярной и неполярной частей, является основной особенностью мицеллообразующих мономеров или же агрегатов. Агрегаты, образуемые дифильными молекулами, представляют собой либо мицеллы с углеводородным ядром, окруженным поверхностью, состоящей из полярных групп, либо везикулы в форме бислоя дифильных молекул, где углеводородные хвосты находятся внутри, а полярные группы — снаружи [2].

При высоких температурах и малой концентрации дифильные молекулы (типичными дифильными молекулами являются липиды) образуют однородные смеси с водой. С понижением температуры и ростом концентрации появляются жидкокристаллические фазы. В этих фазах углеводородные хвосты находятся в жидком состоянии. Переход из аупорядоченного состояния происходит лишь при достаточно низких температурах [1]. Образующиеся жидкокристаллические структуры представляют собой замкнутые частицы более или менее сферической формы, состоящие из ряда concentрических бимолекулярных липидных слоев, разделенных водным пространством [3]. Существование липидных везикул обусловлено диполь-дипольными взаимодействиями между растворителем и полярной частью липида. При этом гидрофильная сторона находится снаружи, а гидрофобная — внутри (рис. 1,а).

Рис. 1. Схематическое изображение организации липидно-водных систем (а) в липидных молекул в органическом растворителе CCl_4 , (б), ЭПР-спектр свинца в CCl_4 , (в) в 1% раствора липида в CCl_4 , (г)



По сравнению с водными растворами, в неводных средах — в полярных органических растворителях полярные группы дифильных молекул становятся лиофобными, в результате формируются агрегаты, в которых ядро образовано полярными группами [4, 5]. Подобные частицы часто называют обратными мицеллами. Предполагаем, что в аполярном и апротонном растворителях (CCl_4) липиды организованы в виде «вывернутых» гидрофобной стороной наружу везикул (рис. 1,б), так

как взаимодействие данного растворителя с липидом осуществляется с помощью индуцированных ориентационных и дисперсионных сил.

Используя предположение о существовании «гидрофильной гидрофобной» стороны наружу липидных везикул в аполлярном и апротонном растворителях как рабочую гипотезу, мы изучили структуру мембранной структуры в липидах, ассоциированных в органическом растворителе, и полученные результаты сравнили с таковыми липидно-водных систем для доказательства преимущества разработанного нами метода перед липидно-водной системой.

Объектом исследований служили липиды крови доноров и липосом печени интактных крыс, а также яичный лецитин фирмы «Sigma», кефалин фирмы «Fluka» и кардиолинин и холестерин фирмы «Sigma». Липосомы выделяли по методу Савента [6], а липиды — по методу Фольча [7]. Липидно-водные системы получали обработкой липидов ультразвуком в трис-HCl буфере (pH 7,4) [8], а «выжаренные» гидрофобной стороной наружу липидные мицеллы — растворением липида в четыреххлористом углероде (CCl_4) в концентрации 10 мг/мл. Выбор растворителя не был случайным. В октане и гексане липиды полностью не растворяются, а в ацетоне и диэтиловом эфире из-за их низких температур кипения структурные переходы в липидах нельзя изучать. Что касается хлороформа, то в этом случае ЭПР-спектр спи-зонда исчезает выше $40^\circ C$. Методика введения и расчет времени вращательной корреляции (τ_c) спи-метки приведены в работе [9].

Существование мицеллярной структуры в липидах, ассоциированных в аполлярном и апротонном растворителе, доказывается с помощью светорассеяния [10] и асимметричностью ЭПР-спектра спи-метки в присутствии липида (рис. 1, б).

Метод изучения изменения физического состояния в организации липидных молекул, ассоциированных в органическом растворителе, с помощью спиновых меток впервые разработан нами и имеет ряд преимуществ перед липидно-водными системами. Этот подход позволяет получать больше информации, чем липидно-водная система (см. таблицу). На таблице видно, что

как в липидно-водных системах, так и в обратных мицеллах в органическом растворителе структурные переходы наблюдаются в одних и тех же температурных интервалах. Однако, в отличие от липидно-водных систем, в липидах, ассоциированных в органическом растворителе (CCl_4), появляется дополнительный структурный переход.

На рис. 2 приведены данные об изменении времени вращательной корреляции спи-зонда в липидах печени интактных крыс, ас-

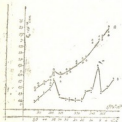


Рис. 2. Температурная зависимость времени вращательной корреляции (τ_c) спи-метки в растворе липидов печени в CCl_4 (1), выделенных из печени интактных крыс, и липидно-водной системы (2).

ассоциированных в водной и органической системах. Как видно из рисунка, в липидно-водной системе структурный переход в липидах лизосом наблюдается в интервале температур 34—50°C. Однако, так же как и в случае модельных опытов (см. таблицу), в липидах лизосом ассоциированных в органическом растворителе, наблюдается структурный переход. Первый структурный переход в области температур 34—50°C совпадает с структурным переходом в липидах лизосом, ассоциированных в водной системе, а второй структурный переход в интервале температур 8—20°C выявляется только с помощью органического растворителя.

Изучение структурных перестроек в липидах, ассоциированных в водной и органической системах, методом спин-зонда

Наименование липидов	Липидно-водная система	Органическая система
Кардиолипин	20—28°C	20—28°C, 38—44°C
Холестерин	20—28°C	20—28°C, 40—58°C
Полярный липидин	—15°C*	20—28°C, 38—44°C
Кералин	24—34°C	20—28°C, 38—44°C

* Данные о структурном переходе в яичном лецитине приведены согласно работе [11].

На рис. 3 показано влияние температуры на время вращательной корреляции спин-зонда в липидах крови дозора. Из рисунка следует, что липиды в водной системе имеют один выраженный структурный переход в области температур 20—28°C. Липиды крови в органическом растворителе также имеют структурный переход при 20—28°C, однако,

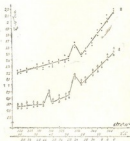


Рис. 3. Температурная зависимость времени вращательной корреляции (τ_c) спин-зонда в растворе липидов в CCl_4 (1) крови нормальных людей в водно-липидной системе (2)

в отличие от липидов крови, ассоциированных в водной системе, в четыреххлористом углероде выявляется дополнительный структурный переход в области 38—44°C.

Одновременно сравнение величин времени вращательной корреляции спин-зонда в липидах, ассоциированных в водной и органической системах, показывает, что она во всех наших экспериментах выше в липидах, находящихся в водной системе. Это говорит о том, что теку-



честь у «вывернутых» фосфолипидных мицелл выше, чем у липосом из липидно-водных систем.

Следовательно, сравнительный анализ структурных особенностей липидов в водной и органической системах доказывает преимущество изучения жидкокристаллического состояния липидов в аprotическом растворителе. На это указывают простота приготовления липидного образца для изучения жидкокристаллического состояния липидов и получение большей информации по сравнению с липидно-водными системами.

Тбилисский государственный университет
(Поступило 30.7.1981)

3075993

Е. კოტრიკაძე, გ. გაბუნია, ო. ჯიშკარიანი, მ. ა. ტარტიძე, ბ. ა. ლომაძე

„აპროტიკულ-მიცელურ“ მდგომარეობაში ლიპიდების მდგომარეობის შესწავლის მეთოდიკის განვითარების შესახებ
აპროტიკულ და აპროტიკულ ხსნარებში

რეზიუმე

შემუშავებულია ლიპიდების დამუშავების ასეთი მეთოდი, სადა კარგად არის გამოხატული მდგომარეობის შესწავლისთვის. შესაძლებელია „მიცელურ“ მდგომარეობაში ლიპიდების გარეთ ლიპიდების მიცელურ მდგომარეობაში და აპროტიკულ ხსნარებში (CCl₄).

BIOCHEMISTRY

N. G. KOTRIKADZE, G. D. GABUNIA, O. S. JISHKARIANI, M. A. TSARTSIDZE,
B. A. LOMADZE

ON THE LIQUID-CRYSTALLINE STATE OF LIPID MICELLAE
"TURNED OUT" WITH THEIR HYDROPHOBIC SIDE IN A
NONPOLAR AND APROTIC SOLVENT

Summary

A method has been developed for the treatment of a lipid sample with a view to determining the liquid-crystalline state. The existence of lipid micelle "turned out" with the hydrophobic side in a nonpolar and aprotic solvent (CCl₄) is suggested.

შეჯამება — LITERATURA — REFERENCES

1. H. A. Чабан, Биохимия, 25 мая 6, 1980, 109.
2. G. Tanford The Hydrophobic Effect. Wiley, New York, 1971.
3. Л. Д. Бергальсон, Биологические мембраны, М., 1975, 176.
4. C. R. Singleton, J. Amer. Oil Chem. Soc. 32, 1955, 466.
5. H. Christen, H. F. Ficks, J. Phys. Chem. 76, 1374, 1423.
6. C. De Duve, B. C. Geznats et al. Biochem. J., 69, 1953, 691.
7. I. Felch, I. Ascoli, M. Dees, J. H. Heath, F. N. LeBaron. Biol. Chem., 191, 151, 433.
8. J. K. Eason, J. M. Lyons, E. J. Mehlhorn, A. D. Keith. Biol. Chem., v-296, № 12, 1971, 4036.
9. ო. ს. ჯიშკარიანი, Н. Г. Котрикадзе, М. А. Тартидзе, Б. А. Ломაძე. Труды Тбилисского гос. ун-та, 192, 1977, 35.
10. Н. Г. Котрикадзе и др. Тез. докл. IV Междунар. конф. социалистических стран по жидким кристаллам, т. II, 1981, 187.
11. Г. Н. Клебанов, М. А. Тартидзе. Труды II МОЛПМЖ, I, LXXII, стр. Биохимия, май 1, 1977, 92.

Н. К. ПАГАВА (член-корреспондент АН ГССР), И. Ш. МАНДЖАВИДZE,
И. В. КАРСАНОВ, Т. В. БУРДЖАНАДZE, Н. О. МЕЛASHVILI

ХАРАКТЕРИСТИКА КИСЛОТНО-ЭКСТРАГИРУЕМОГО КОЛЛАГЕНА КОЖИ МЕРТВОРОЖДЕННЫХ МЛАДЕНЦЕВ С УЧЕТОМ АЛЛЕРГИЧЕСКОЙ ОТЯЖЕЛЕННОСТИ У ИХ МАТЕРЕЙ

Дерма человека в норме содержит две генетически различные молекулярные формы коллагена — типы I и III, причем удельное содержание коллагена типа III в коже плода выше, чем у новорожденного. К моменту рождения ребенка оно составляет примерно 30% общего веса коллагена кожи. Исходя из этого, а также на основании данных о том, что коллаген играет определенную роль в развитии аллергических реакций, которые в равном постнатальном периоде проявляются в преимущественном поражении кожи, мы решили изучить некоторые физико-химические свойства растворимого коллагена кожи доношенных мертворожденных младенцев с учетом аллергической отяжеленности у их матерей. Тщательный просмотр литературы свидетельствует об отсутствии каких-либо данных по этому вопросу.

Материалом для исследования служила вельная кожа, взятая со средней части стенки живота доношенных мертворожденных младенцев.

По состоянию здоровья матерей материал был разбит на две группы: А — практически здоровые женщины, Б — женщины с аллергическими и инфекционно-аллергическими заболеваниями.

Кислотно-экстрагируемый коллаген выделяли из кожи мертворожденных плодов по известной методике [1].

SDS-электрофорез в акриламидном геле был выполнен по известной методике [2]. Коллаген обрабатывали инкубационным раствором, содержащим 0,01 М фосфатный буфер (рН 7,0) и 1% β-меркаптоэтанол, при 37°C в течение 1 часа и dialизовали против того же раствора с 8 М мочевиной. Белковую пробу смешивали с каплей глицерина и наносили на трубку с 5 и 7,5% полиакриламидным гелем, содержащим SDS. Электрофорез проводили в течение 8 часов с силой тока на трубку 8 мА. Гель осторожно извлекали и в течение 2 часов окрашивали 1% раствором амилоридина, содержащим 7% уксусную кислоту, а затем помещали в 7% уксусную кислоту до полной отмычки фона. Идентификацию электрофоретических зон проводили путем сравнения подвижности полученных фракций с подвижностью белка с известным молекулярным весом.

Спектры кругового дихроизма в области 185—240 нм снимали на дихрографе японской фирмы «Тэсо 41-А», кривые плавления коллагена — в вискозиметре Уббелюде со временем истечения растворителя 140 сек при 20°C прогревом раствора 1/30 мин. Температуру раствора поддерживали с помощью ультратермостата V-10 с точностью 0,05°C. Т. пл. определяли по 50% уменьшению характеристической вязкости.

На рис. 1а и 1б представлены типичные денситограммы электрофоретической подвижности коллагена кожи мертворожденных групп А и Б. На рис. 1а видно, что коллаген кожи, относящийся к группе А (таблица), имеет характерную для коллагена типа I электрофорети-
ст. № 303, с. 104, 10 3, 1981

ческую подвижность. Что касается электрофоретамм коллагена мертворожденных младенцев от матерей с различными аллергическими и инфекционно-аллергическими заболеваниями, то в этом случае



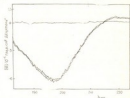
Рис. 1а. Электрофоретамма коллагена типа I. Фракция $\alpha 1(I)_2$ с молекулярным весом 98 000; фракция $\alpha 2$ с молекулярным весом 90 000



Рис. 1б. Электрофоретамма коллагена типа III. Фракция $\alpha 1(III)_2$ с молекулярным весом 290 000

(таблица) наблюдается одна интенсивная полоса (рис. 1б) с подвижностью, характерной для γ -компонента с молекулярным весом 290 000 и лишь в трех случаях характерной для коллагена типа I (рис. 1а).

Рис. 2. Спектры кругового дихроизма коллагена групп А и В (растворитель H_2O-CH_3COOH , pH 4)



На рис. 2 приведены кривые кругового дихроизма коллагена в области активной полосы поглощения. Кривая I соответствует растворам коллагена, выделенного из кожи мертворожденных группы А, а кривая II и — из группы В. В пределах погрешности измерений кривые не различаются существенно и наблюдаются спектры, характерные для коллагена как по величине, так и по расположению, с положительным пиком при 220 нм, со значением эллиптичности $(Q)_{max} = 7500$ град/см² дм⁻¹ и с большим отрицательным пиком при 197 нм, с величиной эллиптичности $(Q)_{min} = -60000$ град/см² дм⁻¹.

На рис. 3 даны кривые плавления коллагена для пяти образцов, выделенных из кожи мертворожденных младенцев от практически здоровых матерей (кривая 1) и от матерей с отягощенным анамнезом (кривые 2, 3, 4, 5). Как в характере перехода спираль-клубок, так и в величине температуры денатурации, определяемой по 50% уменьшению вязкости, не наблюдается заметной разницы, что говорит об отсутствии существенных изменений во вторичной структуре коллагена.

Полученные данные показывают, что электрофоретическая подвижность продуктов денатурации кислотно-застираваемого коллагена кожи мертворожденных младенцев при аллергической и инфекционно-аллергической отягощенности и в отсутствие этих заболеваний значи-

тельно различается, что, вероятно, объясняется типовым различием синтезируемых коллагенов, так как экстрагируемые белки относятся к ранней стадии формирования соединительной ткани. Однако надо указать и на некоторые особенности наших результатов в сравнении с имеющимися представлениями об идентификации и экстракции коллагена типа III. Известно, что коллаген типа III из ткани плохо экстрагируется. В нейтральных солях он экстрагируется в малых количествах

№	Группа А		Группа В		
	Коллаген типа I		Коллаген типа I		Коллаген типа III
	$\alpha 1 (I)_2$	$\alpha 2$	$\alpha 1 (I)_2$	$\alpha 2$	$\alpha 1 (III)_2$
1	100 000	90 000	—	—	200 000
2	100 000	90 000	—	—	270 000
3	98 000	90 000	—	—	300 000
4	110 000	90 000	—	—	300 000
5	100 000	90 000	—	—	280 000
6	99 000	90 000	—	—	300 000
7	98 000	90 000	—	—	280 000
8	99 000	90 000	—	—	300 000
9	100 000	90 000	—	—	290 000
10	100 000	90 000	—	—	290 000
11	110 000	90 000	—	—	290 000
12	98 000	90 000	—	—	300 000
13	90 000	90 000	—	—	300 000
14	100 000	90 000	—	—	290 000
15	100 000	90 000	—	—	280 000
16					280 000
17	$\bar{M}=100 700$	$\bar{M}=90 000$			$\bar{M}=290 000$
18			95 000	90 000	
19			98 000	90 000	
20			99 000	90 000	

вах и лишь при добавлении пепсина выход его увеличивается значительно [3]. Кроме того, при обработке пепсином экстракция коллагена типа III всегда сопровождается экстракцией коллагена типа I, чего без обработки пепсином не наблюдается. Тем не менее различие в электрофоретической подвижности для групп А и В настолько хорошо соответствует различию в молекулярных весах для коллагена типов I и III, что эти группы должны быть отнесены лишь к различным изоформам коллагена.

Рис. 3. Зависимость вязкости коллагена ($\eta_{sp}/c, 20^\circ$) от температуры: 1 — группа А, 2, 3, 4, 5 — группа В (растворитель: $H_2O:CH_3COOH, pH=4$)



Из литературы известно, что по строению спирального участка и термостабильности изоформы коллагена типов I и III не отличаются между собой. Аналогичную картину получали и мы для групп А и В. Существенное различие между указанными изоформами коллагена,

по литературным данным, имеет место в амнокислотном участке α 1 (I) в отличие от коллагена типа I, в каждой цепи коллагена типа I на С-концею несимметриальном участке расположено по два остатка цистеина, образующих дисульфидные мостики, играющие роль в структурном связывании цепей [4]. Продукты тепловой денатурации коллагена типа III благодаря наличию этих связей имеют молекулярный вес 230 000 и лишь после обработки 10% раствором β -меркаптоэтанола молекулярный вес уменьшается втрое [4]. Надо отметить, что использование 1% раствора β -меркаптоэтанола не оказывает достаточно эффективного влияния на дисульфидные связи.

В заключение отметим, что если различие в электрофоретической подвижности коллагенов кожи доношенных мертворожденных младенцев от здоровых матерей и от матерей с отягощенным анамнезом обусловлено молекулярными формами коллагена, то можно предположить, что имеет место изменение в генетическом аппарате клетки, вследствие чего нарушается нормальный ход биосинтеза коллагена.

Академия наук Грузинской ССР
Институт экспериментальной морфологии
(Поступило 5.6.1981)

Республиканский н.-и. центр
патологической биохимии

კვანძობის ნომერი

ი. პაგავა, ნ. შ. მანჯავიძე, ნ. ვ. კასანოვი, თ. ვ. ბურჯანიძე,
ნ. ო. მელაშვილი

მკვლევარებთან პაგავა იანე მანჯავიძისთან ერთად კვლევების
დახმარებაში მათ მუშაობის ელემენტური მატერიალის
გამოვლილებებით

საქართველო

ღრმად შევსებულზე სემეტიკა კანთან გამოყოფილია და ფორმირ-
ქმული მონაცემით დასაბუთებულია სევა — ემტარებელი კოლაგენ-
ის გამოყვანული კლასის შემდეგ შეიძლება ელექტროფორეზი აქილ-
ისთან სელში SDS, წარული ფორმის, ელემენტურად.

EXPERIMENTAL MEDICINE

I. K. PAGAVA, N. Sh. MANJAVIDZE, N. V. KASSANOV, T. V. BURJANIDZE,
N. O. MELASHVILI

CHARACTERIZATION OF THE ACID-EXTRACTABLE COLLAGEN OF MATURE STILL-BORN INFANT'S SKIN WITH ACCOUNT OF THE MOTHER'S ALLERGIC BACKGROUND

Summary

Acid-soluble collagen, characterized by a number of physico-chemical properties, was isolated from mature still-born infant's skin.

The group of infants born of mothers suffering from various allergic and infectious-allergic diseases largely yielded type III collagen of the characteristic structure $(\alpha 1(III))_2$.

კვანძობის ნომერი — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. M. J. Clinecher et al. Biochem. et Biophys. Acta, 33, 1964, 585.
2. K. Weber, M. Osborn. J. Biol. Chem., 244, 1969, 4008—4012.
3. E. H. Egestein. J. Biol. Chem., 243, 1974, 3225—3234.
4. E. T. Miller. Molecular and Cellular Biochemistry, 13, № 13, 1976, 185—193.

А. К. ВЕКУА, Э. В. КВАБАДZE

ПАЛИНОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПЛИОЦЕНОВЫХ КОСТЕНОСНЫХ ОТЛОЖЕНИЯ ИОРСКОГО ПЛОСКОГОРЬЯ

(Представлено академиком А. К. Габуа 29.6.1981)

За последние годы в верхнеплиоценовых отложениях Восточного Закавказья открыт ряд местонахождений, содержащих богатую фауну млекопитающих. Среди них, безусловно, наиболее важное значение имеет квабевское местонахождение, приуроченное к хорошо датированному среднекавказьскому морским отложениям, что позволит использовать квабевскую фауну позвоночных не только для освещения истории формирования позднечетвертичной фауны Юга Европейской части СССР в смежных с ним стран, но и для широкой корреляции морских казахьских отложений и их аналогов с континентальными образованиями, содержащими остатки млекопитающих квабевского типа [1].

Эта фауна содержит гиенархона Крусафонта, носорога мегаринуса, овечьего мастодонта, саблезубого тигра, пропотамохеруса, выторога и саблерога антилоп, безрогого норовоса, гигантских дамнов и др. Нетрудно заметить, что в квабевской фауне доминируют представители хорошо известного руссильонско-анжисаллафранкского фаунистического комплекса, позволяющие сопоставить рассматриваемую фауну с фаунами Этуар (Франция), Малушети, Береште (Румыния), Гуляки (Турция), Годоло (Венгрия), Венже (Польша) и др. Наличие в Квабеби гигантского дамана, архаичного африканского буйвола и крупного двупалого страуса лишь подчеркивает своеобразие этой фауны, обусловленное, по-видимому, особенностями и консервативностью условий ее обитания.

Стратиграфически квабевским костеносным слоям более или менее соответствуют континентальные отложения Гомарети (Южная Грузия) и Земо Меллаани (Восточная Грузия), содержащие немногочисленные остатки позвоночных животных. В местонахождении Гомарети установлены *Ursus cf. arvernensis* Gr. et Job., *Amelctes arvernensis* Gr. et Job., *Hipparion crusafonti* Vill., *Diceroshinus cf. megarhinus* (Cristof), *Procaryotus sp.*, *Giraffa sp.* [2], а в Земо Меллаани—*Amelctes arvernensis*, *Diceroshinus*, *Protopotamochoerus provincialis* (Cerv.), *Leptobos sp.*, *Procaryotus sp.*, *Nyctereutes megastoides* (Pomel), *Euribos sp.*, *Dipodops sp.*

Общность основных представителей рассмотренных фаун несомненно свидетельствует об их тесной близости, хотя не исключено, что фауна Земо Меллаани окажется несколько моложе квабевской и гомаретской фаун.

Сопоставление квабевской фауны с верхнеплиоценовой фауной из Акстафы [3, 4] наталкивается на некоторые трудности. Мы вполне были склонны, учитывая территориальную близость обитания и предполагаемый среднекавказьский возраст этих фаун, если не полное тождество, то, во всяком случае, большое сходство между ними. Однако различие между сравниваемыми фаунами весьма существенно, что проявляется прежде всего в наличии в акстафийской фауне архаичного *Archidiskodon cf. promoti* и других прогрессивных форм. Акстафийская



фауна несомненно моложе земомеланской, и, следовательно, содержит акстафисскую фауну леманно-болотные отложения, скорее всего, верхним акчагылом.

В акстафисском разрезе акчагыльских отложений имеется и другой костеносный слой, расположенный стратиграфически значительно ниже верхнего слоя с остатками слона и хорошо датированный средним акчагылом. Из этого костеносного слоя определены *Protobison kaschkentis*, *Hippotion* sp., *Cervidae* и др. [3, 5].

На Кодахурском хребте, недалеко от места находки скелета тарбанского слона [6], почти на том же стратиграфическом уровне, на каком обнаружен этот ископаемый слон, нами собраны фрагментарные остатки ископаемых животных, принадлежащие, скорее всего, к тарбанскому слону, орусскому носорогу, лошади Стевона, дельбосу, проторику, оленю, сухопутной черепахе и др. Костеносные слои Кодахурского хребта датируются нижним ашшероном.

Пока остается несненным вопрос возраста недавно открытого В. М. Трубишным местонахождения ископаемых позвоночных близ с. Нормутанло (Восточная Грузия). Раскопки этого местонахождения только начаты. По предварительным данным, прибрежно-пресноводные отложения содержат здесь какого-то крупного представителя семейства жарофаги, относительно мелкого и стройного гепардоны, пикторную дитилоу, хищных и др. Палеонтологический возраст рассматриваемой фауны не вызывает особых сомнений, но насколько ли древнее она клябевской фауны, покажут дальнейшие сборы палеонтологического материала.

С целью восстановления природных условий времени существования верхнелиодневных млекопитающих Восточной Грузии нами проведены палеонтологические исследования костеносных слоев местонаждений Клябеби, Кодахурского хребта, Нормутанло и Акстафи. Изучено восемь образцов, которые отобраны исключительно из костеносных слоев. Обработка материала производилась щелочным методом. В каждом образце насчитывалось до 150 пылевых зерен и спор. Сохранность пылинки во всех образцах хорошая. Обращает на себя внимание большое сходство родового состава спорово-пылевых спектров взятых образцов, что вынуждает нас ограничиться общей палеонтологической характеристикой перечисленных местонаждений.

Характерной особенностью спорово-пылевых комплексов изученных отложений является почти равное соотношение между пылевой древесной и травянистой растительности. Среди древесных преобладающее значение имеет количество пылинки платана, ольхи и сосны. Состав пылинки платана почти во всех образцах достигает 25—40%. Максимальное количество пылинки сосны содержится в отложениях местности Клябеби и Кодахурского хребта (от 45 до 55%). В остальных образцах содержание сосны в спорово-пылевых спектрах не превышает 10—20%. Пыльница ольхи в среднем содержится не более 20—25%.

Группа хвойных растений представлена пыльной кедром, ели, пихты, кипарисовых таксодиевых. Следует отметить, что кедр содержится в пылевых спектрах всех образцов от 4 до 8%, за исключением образца из костеносных отложений Кодахурского хребта. Много пылинки пихты и ели в отложениях разреза Нормутанло (от 5 до 11%). Почти во всех образцах отмечается присутствие пылевых зерен можжевельника и ископаемых до рода представителей семейства кипарисовых. В одном образце из Клябеби обнаружено несколько пылевых зерен секвойи (семейства таксодиевых). Среди широколиственных пород

встречены единичные зерна пыльцы бука, граба, дуба, ореха, каштана, липы, вяза, дзельквы, вяза, каркаса, туювых. В незначительных количествах присутствует пыльца березы и явы. Среди кустарниковых, опять-таки в малых количествах (0,5—1%) содержится пыльца лимы, грабляника, падуба, рододендрона, хмелеграба, облепихи. Встречено несколько пыльцевых зерен эфедры и скуммии.

Пыльца группы травянистых представлена большим разнообразием, среди них доминируют злаки (до 47%). Много пыльцы осоки, маревых и полыней. Спорово-пыльцевые спектры разнотравья формируются за счет пыльцы представителей семейства сложноцветных, бобовых, зонтичных, лютиковых, губоцветных, гречишных, гераниевых, гвоздичных, подорожниковых, крестоцветных. Отмечается пыльца прибрежно-водной и болотной растительности (рогоз, уруть, осоки).

Споровые почти целиком представлены однолучевыми папоротниками. В отложениях с Нордугавло определены споры гродонника и древовидных папоротников. Последние, судя по интенсивно-темной окраске, могут быть переложеными. Сохранность спор хорошая.



Рис. 1. Спорово-пыльцевые спектры доисторических отложений Нордугавло

Таким образом, данные спорово-пыльцевого анализа свидетельствуют о том, что во время осадконакопления исследуемых толщ на большей части Норского плоскогорья существовали лесостепные ландшафты саванного типа. При этом степи занимали несравненно большую территорию. В степях преобладающее значение имели злаки. Полынь произрастала у берегов водоемов, на засоленных почвах. Заболоченные участки покрывались различными видами осок. Лесные массивы произрастали по долинам рек, влажным устьям и на гипсометрически более возвышенных участках. Непосредственно у берегов рек росли ольшатики с малой примесью ив. В поймах рек на возвышенностях широко были представлены влатановые леса. Во влажных устьях и низинах возвышенных участков, помимо приречных лесов, росли широколиственные леса с участием бука, граба, дуба, ореха, каштана, липы, дзельквы, вяза, вяза. В этих лесах, видимо, рос густой подлесок из лещины, падуба, рододендрона и др. На более сухих участках произрастали светлые леса из каркаса и туювых.

Наличие пыльцы таких хвойных пород, как можжевельник, сосна, кедр, пихта, секвойя, ель, и присутствие пыльцы березы указывают на существование в Восточной Грузии не только среднеторных, но и верхнеторных лесов, откуда происходил снос пыльцы в водоем.



Полученные нами результаты палинологического изучения акчагыльских отложений Иорского плоскогорья хорошо согласуются с данными листовых флор исследуемого региона [7—9]. Их отличают своеобразные пороши, за исключением некоторых хвойных, отсутствующих в макроскопическом остатках. Палинологические данные позволяют познакомиться с синхронной травянистой растительностью акчагыльского времени Восточной Грузии.

В заключение следует отметить, что, исходя из экологических потребностей доминирующих растений как степных, так и лесных биогеноценозов верхнеплиоценового времени, климат Иорского плоскогорья в это время в целом, по-видимому, приближался к средиземноморскому типу, характерной особенностью которого является мягкая влажная зима и жаркое засушливое лето.

Анализ выполнен Грузинской ССР
Институтом палеоботаники

(Поступило 27.1981)

კვანთაბიოლოგია

ა. ვეხუა, ე. კვანტაძე

იორის ზეგანის პლიოცენური ხაზბინების პალინობიოლოგიური
დასახელება

ა. ვ. ვეხუა

ერთს შევსწავლეთ პალინობიოლოგიური მონაცემების პალინობიოლოგიური შეფასების შედეგად იორის პლიოცენური ხაზბინების ტერიტორიაზე ზედა პლიოცენში ბინობიოლოგიური კონდიციონის სავანური ტიპის ქვიშაღებელი ლანდშაფტი, აღვიზღვეთ აქამდის ბათი დაუბინებელი ტერიტორია.

PALAEOBIOLOGY

A. K. VEKUA, E. V. KVANTADZE

PALYNOLOGICAL CHARACTERIZATION OF THE PLIOCENE
BONE-BEARING STRATA OF THE IORI PLATEAU

Summary

Palynological studies of the bone-bearing strata of Kvabebi, Kotsakhuri, Iornaganlo and Aketafa were carried out with a view to reconstructing the environment of Late Pliocene mammals of Western Georgia. The palynological analysis data indicate the wide development of savanna-type forest-steppe landscapes on the territory of the Iori plateau at the time of sedimentation of the bone-bearing strata.

საზღვარსკვარძლი — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. К. Вехуа. Климатическая фауна акчагыльских палеоценозов. М., 1972.
2. Л. К. Габуния, И. Н. Бурачидзе. Сообщения АН ГССР, 27, № 1, 1979.
3. Н. А. Лебедева. Вост. Колхиды по изучению четвертичного периода. № 28, 1972.
4. Л. И. Алексеева. Терофауна растений антропогена Восточной Европы. М., 1977.
5. И. И. Бурача-Абрамзон, Л. В. Гаджиев, А. К. Вехуа. Сообщения АН ГССР, 97, № 2, 1980.
6. Л. К. Габуния, А. К. Вехуа. Исследования флоры на Тарбагатах. Тбилиси, 1963.
7. Ж. Ш. Дольдас. Фауна млекопитающих и рыб Грузии в ее геостратиграфическом значении. Тбилиси, 1976.
8. Ж. Ш. Дольдас. Иж. АН ГССР, сер. биол., т. 7, № 1, 1981.
9. М. Д. Умаридзе. Источниковая флора Грузии. Тбилиси, 1962.

А. А. ЗДИБЕРИДZE

ПОСТАНОВКА ОПТИМИЗАЦИОННЫХ ЗАДАЧ ОБЪЕМНО-КАЛЕНДАРНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ НА СЕРИЙНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

(Представлено академиком Н. С. Мамладзе 28.6.1981)

В настоящей работе рассматривается реализация некоторых оптимизационных задач, актуальных для случая изготовления серийных изделий с длительным производственным циклом.

Предположим, что производственная программа, разработанная правлением-экономическим отделом предприятия на одном из этапов годового планирования, включает изготовление n классов однотипных изделий, причем каждый d -й класс $1 \leq d \leq n$ содержит фиксированное

количество x_d изделий. Общее число изделий равно $N = \sum_{d=1}^n x_d$. Изготовление каждого из этих изделий должно пройти в некоторых или во всех имеющихся M производственных подразделениях.

Примем, далее, что в процессе выпуска изделий должны быть задействованы ресурсы r видов, причем количественную мощность ресурса r -го вида в i -м подразделении предприятия ($1 \leq r \leq S$, $1 \leq i \leq M$) мы будем обозначать символом $\Phi^{(r)}$. Для каждого из n классов изделий существует специфический набор ступенчатых эмпир-функций интенсивностей потребления ресурсов — с привязкой к соответствующим подразделениям предприятия.

Примем далее, что для верных N изделий из общего количества изделий существуют директивные сроки $t_{\text{нач}}^{(d)}$ (начала) и $t_{\text{кон}}^{(d)}$ (окончания) их изготовления. Для j -го изделия должны выполняться следующие условия:

$$t_{\text{нач}}^{(d)} \leq t_{\text{нач}}^{(j)} \leq t_{\text{кон}}^{(j)} \leq t_{\text{кон}}^{(d)}$$

Если через $\Phi_{\text{инт}}^{(r)}(k)$ и $\Phi^{(r)}(k)$ означены, соответственно, потребность и мощность ресурса r -го вида в i -м подразделении в течение k -го элементарного подпериода, то система ограничений для значений $t_{\text{нач}}^{(d)}$, $1 \leq j \leq N$ имеет следующий вид:

$$t_{\text{нач}}^{(d)} \leq t_{\text{нач}}^{(j)}, \quad 1 \leq j \leq N.$$



$$\begin{aligned}
 t_{\max}^{(j)} + t_{\text{об}} &\leq t_{\max}^{(j)} \quad (\text{при } 1 \leq j \leq N, \text{ если } t_{\max}^{(j)} \leq 0) \\
 0 &\leq t_{\max}^{(j)}, \quad N+1 \leq j \leq N, \\
 t_{\max}^{(j)} &\leq T_{\text{об}} \\
 t_{\max}^{(j)} &= t_{\max}^{(j)} + t_{\text{об}} \\
 \Phi_{\text{об}}^{(j)}(k) &\leq t_{\max}^{(j)} - \Phi(k).
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

Обеспечение равномерности загрузки всех λ видов ресурсов в планируемом периоде достигается за счет минимизации функции

$$J_1 = \sum_{i=1}^M \sum_{r=1}^S \sum_{k=1}^R \left| [\Phi_{\max}^{(ir)} - \Phi_{\text{об}}^{(ir)}(k)] \frac{1}{\Phi_{\max}^{(ir)}} \right|^2.
 \tag{2}$$

Структура функционала, используемого в ряде научных публикаций [1—3] объясняется как различием ресурсов по их мощностям, так и существенным диапазоном разброса производственных мощностей подразделений предприятия. Как легко видеть, вышесформулированная задача может быть вообще не иметь решения. В этом случае важным является решение другой оптимизационной задачи, сводящейся к построению такого календарного плана, при котором производство потребляет минимальное количество ресурсов. В этом случае система ограничений (1) остается в силе, а вместо целевой функции J_1 , в соответствии с идеями [1—3], вводится функционал

$$J_2 = \sum_{r=1}^S \varphi_r \sum_{i=1}^M \Phi_{\max}^{(ir)},
 \tag{3}$$

который следует минимизировать.

Здесь φ_r — приоритетный показатель r -го ресурса. Если ввести обозначение $Z_r = \sum \Phi_{\max}^{(ir)}$, то Z_r будет означать мощность ресурса r -го вида и удовлетворяет условию

$$A_r \leq Z_r \leq B_r, \quad 1 \leq r \leq S,
 \tag{4}$$

где A_r и B_r — пределы снизу и сверху, соответственно, для суммарных мощностей и ресурсов r -го типа, рассматриваемых на серийном предприятии.

В пределах до конца года периода T необходимо скорректировать план изготовления изделий с учетом результатов работы в предыдущем периоде T' изделия таким образом, чтобы загрузка всех видов ресурсов, которые находятся в распоряжении предприятия, была максимальной при условии обязательного обеспечения окончания выпуска всех N изделий в установленные директивные сроки. При этом система ограничений будет

$$t_{\max}^{(j)} \geq t_{\max}^{(jk)}, \quad \text{если } t_{\max}^{(jk)} \leq t_{\max}^{(jk)}.$$

С. У. ПАЗОВ

КЛАССИФИКАЦИЯ ФРАЗЕОЛОГИЧЕСКИХ ЕДИНИЦ АБАЗИНСКОГО ЯЗЫКА ПО СЕМАНТИЧЕСКОМУ ПРИЗНАКУ

(Представлено академиком К. В. Ломаядзе 26.1981)

Семантическая классификация является наиболее распространенным видом классификации фразеологических единиц (ФЕ) в различных языках. Основы ее были заложены в трудах Ш. Балли [1] и В. В. Виноградова [2—4]. При семантической классификации ряд исследователей [5, 6] считает наиболее целесообразной ту трехчленную систему, которую предложил В. В. Виноградов (фразеологическиеращения, фразеологические единства, фразеологические сочетания), другие [7—9], расширяя круг ФЕ, естественно, увеличивают и число фразеологических групп, третьи [10], наоборот, исходя из данных анализируемых языков, выделяют только две семантические группы ФЕ.

«Всякая классификация предусматривает некий единый принцип распределения материала по рубрикам, определенным классификационный признак... Такого единого признака в схеме В. В. Виноградова нет. Первые два типа выделяются по признаку степени их мотивированности; третий тип — по признаку ограниченной сочетаемости данного слова в данном значении» ([11], стр. 49). В классификационной схеме В. В. Виноградова выделяются прежде всего две группы ФЕ: «синтетическая» и «аналитическая». Дифференциация ФЕ наращения и единства происходит уже внутри «синтетической» группы. Получается как бы классификация в классификации, а не классификация единиц, называющихся в одной плоскости, не классификация, предусматривающая «единый принцип распределения».

Бесспорно, что семантическая классификация В. В. Виноградова сыграла большую роль и в становлении фразеологии, и в дальнейшем ее развитии. Сам факт, что ни одна серьезная работа по фразеологии не может не соприкасаться с ее положениями при решении аналогичных вопросов, говорит сам за себя. Но здесь надо учитывать и другое: у каждого языка свои особенности и неровность положения, выработанные на материале одного языка, без учета особенностей последнего, нельзя. Так, если исходить из положения о мотивированности при классификации ФЕ, то в абазинском языке можно выделить не две, а несколько групп. Здесь мы встречаем в абсолютной немотивированные с точки зрения современного языка сочетания типа: *alab* [a-] *magʰa* «сильно», *ʒaʰta* [ʒa] «поранился», и ФЕ, мотивировка которых восстанавливается без особых этимологических изысканий: *hʰaʒa* *ʒaʰ-maʒa* «о превращении», *alaba* *zkʰlgaʰaʒe* «проклятый», и ФЕ, которые имеют такую образную мотивацию: *ʒar* *abʰmar* *taʰʰaʒi* «= в одном кармане сверкает, в другом заре минувает», *ʒaʒʰ* *ʒaʒʰ* *ʒhʰaga* (ფეხი) «исчезнуть мгновенно» и др. Границу между этими и им подобными группами установить с какой-либо точностью не удастся. Более того,ращения и единства окажутся

яются всего лишь крайними точками, группами, между которыми заключаются и другие фразеологические группы с различной степенью мотивированности.

В ряде случаев подробное распределение ФЕ по подгруппам помогает глубже проникнуть в сущность фразеологизма, проливает свет на некоторые вопросы, связанные с лексикой и грамматикой. Однако при классификации ФЕ на основании степени их мотивированности мы фактически оперируем фразеологизмами «синтетического» характера, а фразеологические сочетания выпадают из поля зрения.

Для того чтобы при семантической классификации был охвачен весь фразеологический фонд абазинского языка, необходимо проводить саму семантическую классификацию, а не распределение ФЕ по подгруппам на основании мотивированности, необходимо принять единый критерий, который мог бы охватывать все ФЕ и в то же время мог бы ограничить друг от друга разные фразеологические группы. Таковым может быть семантический фактор степени участия компонентов ФЕ в образовании общего значения.

Учитывая основные положения семантической классификации В. В. Виноградова и исходя из особенностей абазинского языка, при семантической классификации в абазинской фразеологии можно выделять две группы ФЕ: идиомы и фразеологические сочетания.

Идиомы определяются как ФЕ с целостным значением, семантически не разлагаемым на значения составных компонентов, а следовательно, и не выводимым из непосредственной суммы значений составляющих; как ФЕ, которая может и структурно, и функционально соответствовать структуре словосочетания или предложения, совершенно отличаясь от них содержательной стороной, отношением значимых компонентов к значению целого.

В качестве характерных черт идиомы исследователями выдвигаются такие критерии, как невозможность буквального перевода, эквивалентность слову, номинативность, структурное соответствие словосочетанию, затухание грамматических категорий, сохранение архаизмов и др. ([10], стр. 132—133). Не один из них не может быть самостоятельным квалификатором абазинской идиомы.

Абазинские идиомы могут быть переводимыми на русский или другой язык и в то же время дословно переводимыми на кабардинский, грузинский и другие языки. Следовательно, в этом случае судьба абазинской идиомы будет зависеть от языка, с которым она сопоставляется, что не может служить объективным критерием для идиомы. Например: аб. *gʷə əkʷəpʷəgʷə*, каб. *gʷə təkʷəpʷəp* «не вытерпеть», аб. *wqəzəpʷəp fəwəx*, каб. *wʷəpʷə qəpʷəpʷə* «помный как заяц», аб. *ʃgʷə gʷəwəpʷəwəp*, груз. *guʃi at nišdʷə* «не быть раскомоченным к чему-либо», аб. *ʃgʷə rəməʃ*, груз. *guʃi gwepʷəpʷə* «встал в отчаяние», аб. *gʷə əʃəʃ*, сан. *gwe livʷi* «заметал, обратил внимание» и мн. др.

Критерий эквивалентности слову не может быть квалификатором идиомы, потому что в абазинском языке имеются ФЕ, которые соотносятся не со словами, а со словосочетаниями и предложениями: *gʷəpʷə Kʷəwəʃ ʃəʃəp* «мерзлущие друзья», *əpʷəp fəwəʃ*, *əwəʃ dəwəʃ* «сделали по всякому» и др.

Большинство идиом структурно и функционально равнозначны предложениям. Следовательно, критерий номинативности тоже не может считаться основным признаком идиоматических единиц:

აღა აჭა [ჯიჭა] «он подвел его, поставил в безвыходное положение», აჭაღ ძაჯაგრჳოქ «задал ему перцу». Отсюда же вытекает и то, что не все идиомы в абазинском языке имеют структуру словосочетания, наоборот, очень многие структурно оформлены как фразеологизмы.

Критерия затушевывание грамматических категорий архаизмов в структуре идиомы применительно к абазинской фразеологии бесполезны. Архаичные элементы в абазинских идиомах можно пересчитать по пальцам, что касается грамматических категорий. то материал показывает, что отношения компонентов внутри ФЕ в абазинском языке мало чем отличаются от таковых в свободном словосочетании, т. е. говорить о затушевывании грамматических категорий в идиомах неправомерно, можно говорить о некоторой парадигматической ограниченности: აჭა ჯაჯაქ (ჯაჯაქ, ჯიჭაქ, ჯაჯაქ... ჯაჯაქან, ჯაქარ, ჯაქიან...) „раздувать что-либо, прищипать“.

Фразеологические сочетания — это такие, более аналитичные ФЕ, в структуре которых определенные компоненты (или один из них) имеют фразеологически связанное значение. Общее целостное значение фразеологического сочетания более тесно связано со значениями составляющих его компонентов. Они часто в своей структуре содержат слова в их прямом значении, но при всем этом в них семантическая целостность диктует над синтаксической разложимостью.

Фразеологические сочетания можно разделить на три группы: ФЕ с образно-переносным компонентом: აჭაღაღ აგაღა „оставить“, ФЕ с десемантизированным глагольным компонентом или так называемые „серыйного образования“: ჯაღ ჯრაქ „моргуля“, რაგა ჯრაქ „мажуля“, ჯრაქ ჯრაქ „оттопырил губы в знак неуверенности, презрения“ и ФЕ терминологического характера: ჯიჭაქ ბარა „лифта в трамвай აზიამიში“, ჯაღა ფოთა „свадебный обряд снятия фаты с невесты“ и др.

Таким образом, при семантической классификации в абазинской фразеологии можно выделить две группы ФЕ: идиомы и фразеологические сочетания.

Академия наук Грузинской ССР
Институт языковедения

(Поступило 4.6.1981)

00000000000000000000

ს. კობახიძე

საბუნძაო შენი ზეპირსიტყვიერების ენობრივობის კლასიფიკაცია
საბუნძაო შენის ენობრივობის

კახიკაძე

საბუნძაო ენის ფრაზეოლოგიურ ენობრივობის სემანტიკური წინაშე მიხედვით კლასიფიკაციის გამოყოფა იდომები და ფრაზეოლოგიური შეხატვებები იდომის წარმოადგენს ფრაზეოლოგიურ ენობრივობას, რომელსაც აქვს ერთიანი მნიშვნელობა, რაც არ უფროს მის შემადგენელ ნაწილს მნიშვნელობებს ემსახურება. ფრაზეოლოგიური შეხატვებები ასევე ანალიზური ხასიათის ენობრივობა, რომლის მიზანია მნიშვნელობა ფრაზეოლოგიური დაკავშირებული მის შემადგენელ ნაწილს მნიშვნელობებთან.



S. U. PAZOV

 SEMANTIC CLASSIFICATION OF THE PHRASEOLOGICAL UNITS
 OF THE ABAZA LANGUAGE

Summary

According to their semantic peculiarities phraseological units of Abaza can be divided into idiomatic expressions and set phrases. An idiomatic expression is the type of a phraseological unit the meaning of which cannot be reduced to the meanings of its components, while a set phrase is a unit the meaning of which is closely connected with the meanings of its components.

СТОБЕЖИЦИ — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Ш. Баала. Французская статистика. М., 1963.
2. В. В. Виноградов. Труды казанской научной сессии ЛГУ, сер. филологическая наук. Л., 1945.
3. В. В. Виноградов. Русский язык. М.—Л., 1947, 21—27.
4. В. В. Виноградов. Сб. «Владимир А. А. Шахматов». М.—Л., 1947.
5. Ч. Г. Сайфуллин. Труды Самаркандского гос. ун-та, им. А. Навои, нов. сер., вып. 103, 1961.
6. Б. М. Карданов. Фразеология кабардинского языка. Нальчик, 1953.
7. Н. М. Шапский. Фразеология современного русского языка. М., 1963.
8. М. Н. Нисен. Автореферат канд. дисс. М., 1954.
9. А. Т. Карасев. Автореферат канд. дисс. Троицк, 1978.
10. А. А. Ткачешвили. Автореферат канд. дисс. Тбилиси, 1962.
11. Н. Н. Амосова. Основы английской фразеологии. Л., 1963.



მ. სურგულაძე

საბრუნო ხალხად მართან „სახანო პირად“ (XII—XIII სს.)

წამოყვანილია: ვახუშტის ს. ქცემი 126.1981

საბრუნო ხალხები დროთა განმავლობაში თხოვდნენ XII—XIII სს-ის ბრუნს [1]. ხალხები დათანხმდნენ ვეფხვე სრულად ზეგნაზე სწორად იმ დროს მოაქვია ეს ერთ-ერთი უწყვეტად დროთა ბრუნად 1964 წ. გამოცემა ინტელმა ზეგნებზე ფ. ხანლასი. გამოცემის მან დაერთო ვახუშტი გამოცემა ინტელმა ზეგნებზე, მ. წ. მარცხში სხვა დათანხმებთან ერთად „სამაქე თარი“ აღწერის და მისი მონათხვე ვაფშოვეთ.

ეჭობის დაფუძნის სამედი წყარო „სამაქე თარის“ ტექსტით ტექსტის მიხედვით ეს პირადი თხოვნის მიქმელის სდგვა ამ აღ ვახუშტისაგან წამოყვანილი ზეგნებზე ზეგნებზე ზეგნებზე ზეგნებზე ზეგნებზე. მარცხში დათანხმების მიქმელი სდგვა თუთონი ეს არ თხოვნის დათანხმებისაგან იგი ვახუშტის სტრატეგია მიქმელისაგან შეკრებულ ამას (მაგალითად, „სამაქე თარის“ ვახუშტის სტრატეგია უფალი და ამის მიქმელი“, „ამ ვაფშოვეთაში“, „ამ ვაფშოში“ და სხვა). ამის მიქმელი მიხედვითაგან ვახუშტის თხოვნის მიხედვით ამ დათანხმების მიქმელის ვახუშტის თხოვნით მიხედვით სულ მეთრე 55 დანართი, სდგვათ თანხა ეს 1000 დანართი აღწევს, მ. წ. მიქმელის ჩაღვნილი დაძლიებით 200 კაცია.

არცთუ წყნის ზეგნებზე ხანლასი აღწერის [2], ტექსტით დამოუკიდებელი სდგვა სსრ-ის ქცემის მიქმელი ინტელმა მიქმელის ვახუშტის სტრატეგია, ვაფშო ვაფშოთაგან წამოდავათ იგი უბრალო მდამო გამოცემა, ჩამოყვანილი დროთაგან არის დამოუკიდებელი დამალი დანის ზეგნებზე. მი, ვაფშოებზე, რომ დათანხმების შეზღვევა არ უბრალო ვაფშოთაგან ლიტერატორია.

დათანხმების მიქმელი არის სდგვა, ხოლო ნაწარმოების ხერხებელი, მისი ერთი—სამაქე „თარის სისტემის“ აღწერის ეჭობის ვაფშოვეთით, არცთუ მიხედვით და სწორად თარის მისი მიწინააღმდეგე მარცხ, ჩამოყვანილი ერთი მიხედვით სდგვა (ქცე) და მეთრეს მიხედვით სამაქე (ქცე) ხელმძღვანელობდნენ. მათ შორის სისტემის მიქმელი პირადი მიხედვითაგან, მარცხ იგი ქვეყნის სტრატეგია მოათხოვდა, არცთუ სწორად ერთი დროთაგან ქვეყნის ვაფშოებზე და ერთდროთაგან წამოდავათ სდგვათ თარის. შესაძლოა ამდამო სოლოღართში, ერთდროთაგან შექმნა სდგვათ თარის. რომ სდგვათ შექმნი თარის მიხედვით სამაქის ვაფშოებზე, სამაქე და დათანხმების ვახუშტი — ეს მიხედვით მიხედვით და მიხედვით სამაქის, თარის თარისებზე ხანლასი სდგვათ, დათანხმების მიქმელის, ვაფშოთაგან ერთი გამოცემა; რომ სდგვათ თარის და არა სხვა ვახუშტი დამოუკიდებელი ვაფშოთაგან.



ღობას სამსჯე თაჩის ცხოვრების აღწერა მისი ჩანსდგენი, **ქვემოთ** აღწერილია.

ღამთაში ვაძროკებელია ზედაღებრივი ყოფილია **მშობლის** (მშობლის) აღწერა. მრავალი წეს-კანონებია რომლებიც არა ჰყავს სხვა ხალხთა ზესამის ადამიანს. ამიტომაც არა იმის, რომ მოქმედება ემბრასად ხინა და მინაში ხდება, ამ წიგნში არ მოკვებოება არც ერთი ასეთი პუნქტი, რომელსაც ჩამოვ ვაქმნის აქვს აღებისთანა, ჩანსთან არ სხვა ჰქვანებისთან და არ გულისხმობს სკედირივ არაში. ვეოგრაფიული სახელები არანულია, პირიქე-ნებათა სახელებიც არ ფაღაფრაია არ არანული, არ თებქმელი ჰქვანთა და ფაღაფრაია სახელები აღტორიულია — რაც კვადეოქებინებს რომ ეს ემბრ-ლესი ამსაგი ფრობს შესამამისად ვადახლისდა... ამხელაბაში დამდელი ასეთი სიტყვები და გამოთქმები, რომლებიც ამ პერიოდის სხვა ამხელაბებში არ სულ არ ვაქვება, არ თუ ვაქვება, მისწერელითა აქვს ზედაღლი — რაც მითითებს მისი შესწავლა-დამუშავების ადგილებლობას* [3].

ღამთაში ვადაღზე ამბობთ ვადამენებებს თარები წარმოადგენენ სწორედ ერთი თარი დგან წარმოების ენტრში და ემბრებსა ვარადაღ აღტორიულ მოკლენას.

ღამთაში სოციაბი მარტოვია, ეფლისწული სობაშედ ზამისა და ხინის ზეფის ასეღის მამფარის სამოქმედო. სარანდო თავადამადაღს ამხევენებს თარებისა და ქვანმარტების ყოფის ამსაველი ემბოფები. მასში ასახულია სარაველი ხალხის მორალური ზეგნება მისი ყოფა, ზეგობა, მოფელისმუშე-ღობა. მორალბელია ცადედაღ ფამიანთა ვერბი ზეკოფებება, სკედირი პირთა ურთიერადამოკადეწიღების სკენები. ვაქვებას ვერბთა ვაზედაღ-ბული თვისებები, პირიქეების ფრიავერბა დასამათებისას გამოფენებელია სკედირი ემბოს ტრადიციული სერბები — ვმარის გამოჩენა, უბლოერბის ეფკაციონ გამოქვევა, რომ ვმარის ზებმა, ერთი მათგანის დამარტება და ამის გამო მწერტება. ფაღაფრაია ზეარტების ჩანდენი სამამსოერბო ემბოღია მომბობილი და ჩანდენად ჰეშმარტად ვასოერბო სკენა აღწერილი — ასეთი სკენების ზეტანა კ წარმოებს მარტარული ვაღაფრით მოსავს და აფილად სკედირივ წიგნად აქვებს ღამთაში მართული დამბები კ თბო-ერბებს ამ ამხელაბის ემბრებთ დობებულენას.

ღამთაში მხედეია სამხეგრო დამშრობაში იქვდება ქამბუ-ვმართა მამკეობა, ვამხედეობა, ვამბლეობა, ნადობობა ვმარის გამოცდის ერთ-ერთი მთავარი სამოაღება, იგი წინ ემწერებს პერსონაგის თავადამადაღს აღწერილია მამბა-მეფობობის, სეფარბლის, ჩანდობისა და სტეშმარსოფეარტობის დობებელი სკენები. ღამთაში ამხევენებს ვარსკვლავმარტივებულია და წინამწარ-მებრადელია ნაქმანობის ამსაველი სტრატები, ზეღის მამბებელი სამობის ვამოკდა-ვამოკანის სკედირივ ემბოფები. ღამთაში არც ერთი სხვა არ არის თვამსმინებია და ვამხევენებელი ვაღაფრის აქვს თავისი დამწმედლება, ვაერ-თამხევენებელია ერთი კამბლეგში და მინარბის ადგილებელ კომბინებებს წარ-მოადგენს. სოციაბობა სხი დამკინებად ვასარტება.

მამამდე არცებულ მროზულ წარმოებებში არც ერთი ასე სათად და სტრატად არ არის ასახული სოციაღებ-სამოკადოებრივი ცხოვრება, ხალხის სეღაერბი სამგარო, მათა ინტერტებსები და თვისებები, ჩოვიორც მამამდე თამში*. ამდენად ამ ჰეღლის შესწავლა უფრო მისწერელიდანა ამ პერიოდის



ქართული

104-0 ბრუნის ანგარიშის საძიებელი ბიბლიოგრაფია

ბაგინი ე. 360
ბაგრატიონი ე. 87
ბაგრატიონი ე. 425, 429
ბაგრატიონი ზ. 396
ბაგრატიონი ე. 372
ბაგრატიონი ე. 307
ბაგრატიონი ა. 499
ბაგრატიონი ე. 304
ბაგრატიონი ბ. 64

ბაიბელი ზ. 298
ბაიბელი ბ. 376, 420
ბაიბელი ა. 360, 447
ბაიბელი ქ. 187
ბაიბელი მ. 200
ბაიბი ქ. 358
ბაიბიონი ე. 127, 422
ბაიბიონი ბ. 476
ბაიბიონი ზ. 32
ბაიბიონი ე. 376, 420
ბაიბიონი ქ. 475
ბაიბიონი ე. 335
ბაიბიონი ბ. 26
ბაიბიონი ე. 235
ბაიბიონი ე. 731
ბაიბიონი ა. 724
ბაიბიონი ე. 432
ბაიბიონი ბ. 712
ბაიბიონი მ. 442
ბაიბიონი ე. 334
ბაიბიონი ზ. 421
ბაიბიონი ე. 228
ბაიბიონი ბ. 740
ბაიბიონი მ. 52
ბაიბიონი ე. 95

ბაიბიონი ა. 477
ბაიბიონი ე. 736
ბაიბიონი ა. 392
ბაიბიონი ე. 57
ბაიბიონი ე. 613
ბაიბიონი მ. 412
ბაიბიონი ბ. 480
ბაიბიონი ე. 36
ბაიბიონი ე. 379
ბაიბიონი ე. 712

ბაიბიონი ე. 467
ბაიბიონი ე. 59
ბაიბიონი ე. 612
ბაიბიონი ე. 109
ბაიბიონი ბ. 39
ბაიბიონი ბ. 348
ბაიბიონი ე. 152
ბაიბიონი ე. 454
ბაიბიონი ე. 207
ბაიბიონი ე. 427
ბაიბიონი ე. 401
ბაიბიონი ბ. 29, 671
ბაიბიონი ა. 629
ბაიბიონი ბ. 348
ბაიბიონი ა. 80
ბაიბიონი ბ. 427
ბაიბიონი ზ. 461
ბაიბიონი ე. 576
ბაიბიონი ე. 468
ბაიბიონი ე. 280
ბაიბიონი მ. 467, 727
ბაიბიონი ე. 407
ბაიბიონი ბ. 347
ბაიბიონი ე. 104
ბაიბიონი ბ. 447
ბაიბიონი ე. 112

ბაიბიონი ბ. 671
ბაიბიონი მ. 684
ბაიბიონი ა. 308
ბაიბიონი ე. 451
ბაიბიონი ე. 416
ბაიბიონი ა. 612
ბაიბიონი ე. 322
ბაიბიონი ბ. 628
ბაიბიონი ბ. 492
ბაიბიონი ე. 207
ბაიბიონი მ. 795
ბაიბიონი ე. 526
ბაიბიონი ე. 344
ბაიბიონი ა. 168
ბაიბიონი ე. 462
ბაიბიონი ს. 724
ბაიბიონი მ. 467, 727

ბაიბიონი ა. 740
ბაიბიონი ე. 280

ბაიბიონი ე. 163
ბაიბიონი ზ. 596
ბაიბიონი ბ. 447
ბაიბიონი ე. 355
ბაიბიონი ბ. 331
ბაიბიონი ზ. 384

ბაიბიონი ე. 424
ბაიბიონი ბ. 36
ბაიბიონი მ. 372
ბაიბიონი ა. 127, 422
ბაიბიონი ე. 107
ბაიბიონი ა. 744
ბაიბიონი ბ. 462

ბაიბიონი ბ. 462
ბაიბიონი მ. 171, 426
ბაიბიონი ე. 400
ბაიბიონი ბ. 264
ბაიბიონი ე. 621
ბაიბიონი ე. 588

ბაიბიონი ე. 323
ბაიბიონი ა. 596
ბაიბიონი ე. 312
ბაიბიონი ბ. 452

ბაიბიონი ე. 399
ბაიბიონი ბ. 493
ბაიბიონი ბ. 385
ბაიბიონი ა. 427
ბაიბიონი ა. 71
ბაიბიონი ე. 615
ბაიბიონი ბ. 26
ბაიბიონი ე. 149

ბაიბიონი ქ. 199
ბაიბიონი ბ. 257
ბაიბიონი ბ. 704
ბაიბიონი ბ. 288
ბაიბიონი ე. 75
ბაიბიონი მ. 740



- კლიტას ზ. 360
 კნას ო. 99, 403
 კნაშიშვილი ქ. 421
 კნეღელი ნ. 621
 კნეჭელიანი ა. 652
 კნეშის გ. 492
 კნეზავა ა. 328, 460
 კნეშისა ზ. 636
 კნისია ქ. 119
 კნისიანი ა. 26
 კნისიკო ქ. 612
 კნისია ზ. 602
 კნისლავა ქ. 75
 კნისიანე ქ. 463
 კნისიანე ლ. 436
 კოდე ნ. 692
 კოდიანის ო. 712
 კობლანი ნ. 679
 კობლოვი ქ. 52
 კობტაიკოვი ქ. 427
 კობტაიკოვი ქ. 56
 კობტაიკოვი ნ. 726
 კობლევი ა. 462
 კობოხის ლ. 140
- ლეკიშვილი ნ. 340
 ლევი ზ. 584
 ლევი ო. 368
 ლევიანე ქ. 59
 ლომის ნ. 607
 ლომის ზ. 726
 ლომისიანე ა. 668
- მბრეკის ნ. 740
 მბეველიშვილი ზ. 497
 მბეკიშვილი ქ. 712
 მბეკიშვილი ქ. 191
 მბეღალაძე ო. 822
 მბიასი ო. 304
 მბიასი ო. 423
 მბიასი ზ. 204
 მბელიშვილი ნ. 740
 მბელიძე ლ. 64
 მბელიშვილი ზ. 321
 მბელიშვილი ნ. 160
 მბეჩავა ქ. 284
 მბეჩავა ქ. 607
 მბეჩიშვილი ქ. 624
 მბიკო ო. 351
 მბიკი ქ. 171
 მბიკი ო. 204, 208
 მბიკი ო. 630
 მბიკიშვილი ლ. 692
- მბეგვილი ქ. 52
 მბიბი ქ. 191
 მბეჩიანი ო. 344
 მბეჩიანე ქ. 175
 მბეჩიანე ზ. 260
 მბეღალიშვილი ნ. 212
 მბედი ზ. 596, 600
- მბეღალიშვილი ზ. 296, 321
 მბეღალიშვილი ო. 71
 მბეღალიშვილი ნ. 456
 მბეღალიშვილი ქ. 68
 მბიბიშვილი ქ. 75
 მბიბი ქ. 609
 მბეღალიშვილი ქ. 216, 360
 მბეღალიშვილი ქ. 490
 მბეღიანი ა. 625
 მბეჭიანე ქ. 323
 მბიბი ო. 617
 მბიბი ა. 676
 მბეჭიანე ლ. 600
- მბიბი ნ. 756
 მბეჭიანი ნ. 621
 მბეჭიანი ა. 584
 მბიბი ქ. 422
 მბიბილესიანი ო. 26
- მბიბი ა. 387
 მბეჭი ო. 592
- მბიბი ქ. 126, 668
 მბეჭიანი ა. 391
 მბიბიანი ა. 382
 მბეჭი ლ. 628
 მბეჭიანი ო. 47
- მბეჭიანე ქ. 62
 მბეჭიანე ნ. 642
 მბიბიანე ქ. 187
 მბიბი ქ. 29, 671
 მბეჭიანე ზ. 283
 მბიბიანი ზ. 125, 668
 მბეჭიანი ო. 68
 მბეჭიანე ა. 419
 მბეჭიანი ქ. 56
 მბეჭიანი ლ. 154
 მბიბი ქ. 67, 642
 მბიბი ქ. 75
 მბიბი ქ. 679
- მბიბიანი ო. 479
 მბიბიანი ო. 64
 მბიბიანი ზ. 216
 მბიბიანი ა. 607
 მბიბიანი ქ. 305
 მბეჭიანი ზ. 487
 მბიბიანი ა. 624
- მბეჭიანი ა. 715
 მბეჭიანი ა. 715
 მბეჭიანი ლ. 64
 მბეჭიანი ო. 376
- მბეჭიანი ზ. 18
 მბეჭიანი ზ. 287
 მბეჭიანი ო. 740
 მბეჭიანი ზ. 376
 მბეჭიანი ზ. 642
 მბეჭიანი ო. 123
 მბეჭიანი ლ. 59
- მბეჭიანი ქ. 720
 მბიბიანი ო. 23
 მბეჭიანი ზ. 125, 688
 მბეჭიანი ზ. 579
 მბეჭიანი ქ. 592
 მბეჭიანი ო. 67
 მბეჭიანი ო. 145
 მბეჭიანი ქ. 567
 მბეჭიანი ქ. 149
 მბეჭიანი ო. 244
 მბეჭიანი ლ. 624
 მბეჭიანი ქ. 87
 მბეჭიანი ქ. 420
- მბეჭიანი ქ. 182
 მბეჭიანი ზ. 382

22-րդն է 244
 23-րդն է 244
 24-րդն է 457, 737

25-րդն է 344
 26-րդն է 684
 27-րդն է 127
 28-րդն է 652
 29-րդն է 212
 30-րդն է 427
 31-րդն է 454

32-րդն է 204
 33-րդն է 68
 34-րդն է 274
 35-րդն է 458
 36-րդն է 27
 37-րդն է 472
 38-րդն է 255

39-րդն է 323
 40-րդն է 323
 41-րդն է 325, 327

42-րդն է 268
 43-րդն է 68
 44-րդն է 736
 45-րդն է 228
 46-րդն է 79, 425, 429
 47-րդն է 71, 203, 428
 48-րդն է 824

49-րդն է 621
 50-րդն է 451
 51-րդն է 352
 52-րդն է 68, 262
 53-րդն է 47
 54-րդն է 204

55-րդն է 427
 56-րդն է 39

57-րդն է 323
 58-րդն է 222
 59-րդն է 80
 60-րդն է 224
 61-րդն է 712
 62-րդն է 160
 63-րդն է 162

64-րդն է 227
 65-րդն է 274
 66-րդն է 274
**ՀԱՄԱՅՆՈՒ
 ԳՈՒՅՈՒՄՈՒՆԵՍ**
 67-րդն է 291, 342
 68-րդն է 604
 69-րդն է 571
 70-րդն է 752
 71-րդն է 655
 72-րդն է 87

73-րդն է 671
 74-րդն է 62
 75-րդն է 627, 629
 76-րդն է 191
 77-րդն է 447
 78-րդն է 112
 79-րդն է 207
 80-րդն է 221, 384
 81-րդն է 736
 82-րդն է 542
 83-րդն է 427

УКАЗАТЕЛЬ АВТОРОВ 104-ГО ТОМА

Ասատրյան Բ. Բ. 357
 Ասատրյան Կ. Ս. 85
 Ասատրյան Գ. Գ. 623, 627
 Առնիկյան Ե. Ա. 393
 Առնիկյան Բ. Ա. 369
 Առնիկյան Մ. Ա. 186
 Առնիկյան Ա. Յ. 697
 Ասատրյան Գ. Ն. 285
 Առնիկյան Բ. Ն. 61

Բաղդասարյան Յ. Ա. 297
 Բաղդասարյան Օ. Ս. 372, 617
 Բաղդասարյան Մ. Ս. 205
 Բաղդասարյան Ա. Ն. 161, 445
 Բաղդասարյան Կ. Ն. 185
 Բաղդասարյան Լ. Ն. 362
 Բաղդասարյան Գ. Ս. 125, 421
 Բաղդասարյան Բ. Բ. 673
 Բաղդասարյան Կ. Ն. 473
 Բաղդասարյան Գ. Ն. 29

Բաղդասարյան Ե. Մ. 272, 617
 Բաղդասարյան Կ. Լ. 32
 Բաղդասարյան Բ. Ն. 323
 Բաղդասարյան Ս. Ն. 229
 Բաղդասարյան Ե. Ա. 229
 Բաղդասարյան Ա. Բ. 721
 Բաղդասարյան Գ. Ն. 429
 Բաղդասարյան Ն. Կ. 709
 Բաղդասարյան Մ. Ս. 441
 Բաղդասարյան Կ. Գ. 553
 Բաղդասարյան Բ. Ն. 629
 Բաղդասարյան Կ. Ն. 737
 Բաղդասարյան Գ. Կ. 227
 Բաղդասարյան Մ. Ֆ. 49
 Բաղդասարյան Ս. Ա. 93

Բաղդասարյան Ս. Ն. 621
 Բաղդասարյան Ն. Ն. 52
 Բաղդասարյան Ն. Ն. 269
 Բաղդասարյան Լ. Ս. 185
 Բաղդասարյան Ա. Ս. 125, 421
 Բաղդասարյան Ա. Կ. 741
 Բաղդասարյան Լ. Մ. 461

Գաղափարյան Ա. Գ. 425
 Գաղափարյան Գ. Լ. 732
 Գաղափարյան Ա. Մ. 289
 Գաղափարյան Ն. Ս. 49
 Գաղափարյան Գ. Ա. 626
 Գաղափարյան Մ. Ն. 409
 Գաղափարյան Բ. Ա. 477
 Գաղափարյան Մ. Ն. 616
 Գաղափարյան Բ. Ս. 377
 Գաղափարյան Գ. Ս. 32
 Գաղափարյան Վ. Ա. 709
 Գաղափարյան Յ. Մ. 685
 Գաղափարյան Յ. Լ. 87
 Գաղափարյան Դ. Գ. 37
 Գաղափարյան Բ. Լ. 345
 Գաղափարյան Գ. Ն. 109, 652
 Գաղափարյան Մ. Մ. 205
 Գաղափարյան Գ. Գ. 449
 Գաղափարյան Վ. Կ. 629
 Գաղափարյան Լ. Ն. 565
 Գաղափարյան Լ. Ն. 27, 609
 Գաղափարյան Ա. Լ. 677
 Գաղափարյան Կ. Մ. 347
 Գաղափարյան Մ. Լ. 77
 Գաղափարյան Բ. Ն. 449



- Гославская Э. А. 483
 Гоголь В. Ш. 573
 Гордеевская Д. Г. 377
 Гордеевская М. Ш. 465, 725
 Горюнов Г. Н. 695
 Губович Н. Дж. 543
 Гугуринский В. Н. 101
 Гугуринский Л. Н. 443
 Гунькин В. Л. 109
- Давыдов А. В. 303
 Давыдовская Н. С. 684
 Давыдовская Д. П. 449
 Давыдов Т. О. 609
 Давыдов А. Д. 609
 Давыдовская Г. Ш. 321
 Дагурская Г. Г. 413
 Давыдовская О. Г. 625
 Давыдовская Т. Н. 496
 Давыдов Э. У. 609
 Давыдовская А. Н. 81
 Давыдовская Э. О. 633, 637
 Давыдов А. Д. 113
 Давыдовская Н. Д. 189
 Давыдов М. Т. 443
 Давыдовская Г. Г. 303
 Давыдовская М. Н. 309, 584
 Давыдовская О. С. 733
 Давыдовская С. С. 541
 Давыдов Д. Н. 440
 Давыдовская Н. Н. 449
 Давыдовская Т. Г. 629
 Давыдовская А. А. 181
 Давыдовская Э. Г. 66, 357
 Давыдовская Н. Е. 43
 Давыдовская Н. М. 101
 Давыдовская Н. М. 193
 Давыдов П. Г. 395
 Добродомовская Л. Г. 361
 Добродомовская А. Р. 167
 Дружинин В. В. 649
 Дубович С. Н. 721
 Дуровичская С. В. 453, 725
 Дыченко М. Н. 533
- Евдоким Е. Г. 277
- Жабин А. Г. 385
 Желева Т. Г. 589
- Заволожская М. М. 149, 453
 Заволожская Т. М. 461
 Захаровская Г. М. 597
 Захаровская Л. А. 361
 Зенков В. Н. 629
 Зюв В. А. 585
- Ивановская Т. В. 393, 601
 Иванова Т. К. 496
 Иванова А. В. 423
 Иваницкая А. А. 69
 Исхаков К. 633
 Ишуровская Г. К. 152
- Каварда А. К. 717
 Кавычкина К. Г. 197
 Кайбулова Л. Г. 539
 Кайбулова Р. В. 704
 Калындина Т. М. 585
 Калыгина Г. С. 181
 Калыгина Ш. С. 181
 Карамановская Э. Н. 133, 685
 Карамыш В. А. 73
 Карамыш Н. В. 737
 Караманов Р. Д. 21
 Караманов Р. Г. 97, 491
 Карамановская Х. А. 473
 Карамановская М. М. 357
 Карамановская Э. С. 577
 Карамановская Э. В. 741
 Карамановская Н. В. 649
 Карамановская Б. Ш. 673
 Карамановская Р. К. 149
 Карамановская Г. В. 659
 Карамановская А. Г. 325, 457
 Карамановская Г. Ш. 589
 Карамановская Д. Н. 85
 Карамановская Н. П. 629
 Карамановская Г. В. 117
 Карамановская Г. С. 152
 Карамановская М. Е. 141
 Карамановская А. Д. 53
 Карамановская Э. А. 609
 Карамановская Э. Н. 565
 Карамановская М. В. 649
 Карамановская Е. В. 69
 Карамановская Г. Т. 461
 Карамановская Л. А. 433
 Карамановская О. В. 709
 Кокура Н. Д. 689
- Карамановская Л. Р. 673
 Карамановская М. Д. 677
 Карамановская Н. Г. 737
 Карамановская Л. Г. 737
 Карамановская В. Н. 423
 Карамановская Д. Н. 85
 Карамановская Н. А. 341
 Карамановская Н. Н. 449
 Карамановская Л. К. 465, 725
 Карамановская Э. Р. 429
 Карамановская Д. Г. 137
- Касимова Б. С. 581
 Касимова Т. Н. 345
 Касимова Н. Л. 337
 Касимова Е. Ф. 57
 Касимова С. О. 605
 Касимова Б. А. 733
 Касимова Анна А. 665
- Касимова Т. А. 129
 Касимова Н. Ш. 737
 Касимова Анна Г. 509
- Касимова К. А. 709
 Касимова Г. А. 189
 Касимова Ф. В. 471
 Касимова Ш. К. 261
 Касимова Т. М. 201
 Касимова Н. О. 737
 Касимова Л. Д. 61
 Касимова Э. Г. 329
 Касимова Н. А. 157
 Касимова Г. С. 381
 Касимова Д. М. 605
 Касимова Г. В. 169
 Касимова Н. С. 701, 705
 Касимова О. Н. 629
 Касимова Г. С. 621
 Касимова Я. В. 549
 Касимова Л. С. 689
- Касимова П. Н. 49
 Касимова В. М. 189
 Касимова Ф. В. 341
 Касимова Г. М. 173
 Касимова М. М. 357
 Касимова В. Д. 593, 597
 Касимова Н. Ш. 309
- Касимова М. М. 393, 549

Надирбекова О. Ш. 89
 Надирбеков И. Ш. 453
 Надточье В. А. 65
 Назбашиев Е. М. 73
 Назиев Г. С. 457
 Назирова Д. Г. 313,
 357
 Назирова Г. А. 496
 Нарибаев А. Д. 629
 Наурадзе Дж. Г. 321
 Насып Т. К. 425
 Насып А. Д. 473
 Наурузбаев Л. Г. 591

Наган Н. К. 737
 Назов С. У. 749
 Назгулов С. Ф. 629
 Надырбаев Ш. П. 17
 Назыбаев В. А. 273
 Нагирев Р. А. 541
 Нараяншан З. А. 641
 Нараяншан Т. Г. 121
 Назов В. М. 609
 Настольков О. К. 33

Наврузбаев Р. С. 189
 Наваев А. Н. 345
 Руза Л. Г. 625
 Русланов Т. Г. 45
 Рабев Г. К. 685

Сакитбаев А. В. 417
 Салухбаев Г. Н. 41
 Салухбаев И. Ш. 645
 Салиев Г. Г. 185
 Салиев В. В. 37, 659
 Салиев С. А. 251
 Сарашан Ш. В. 133,
 645
 Саратов О. М. 65
 Салиев М. Ж. 313
 Салиев В. С. 677
 Салиев Г. Г. 45, 641
 Салиев Е. О. 73
 Салиев Н. К. 189
 Салиева В. М. 49
 Сафаров В. В. 53
 Сафарова Л. Б. 153

Садиевбаев Ш. Н. 349
 Салагаев М. Д. 349
 Салиевбаев М. Ш. 453
 Салиев К. Н. 449
 Салиевбаев Т. Г. 177
 Салиевбаев Н. Д. 709
 Салиев Ю. Т. 633, 637
 Салиева Т. Н. 33

Талиев Ф. Н. 351, 629
 Талиевбаев А. Г. 593
 Талиевбаев Т. Г. 677
 Талиев Г. Д. 309
 Талиев Т. А. 61
 Талиев Ш. Ш. 329
 Талиев А. В. 605
 Талиевбаев Р. Ш. 621
 Талиевбаев Г. Д. 333
 Талиев З. В. 445
 Талиев Ф. Л. 213
 Талиев А. А. 713
 Талиев М. В. 625
 Талиев Л. Ф. 61
 Талиевбаев Т. Г. 373

Фарбер М. Ш. 345
 Фараев Л. Х. 57

Халиевбаев Л. М. 49,
 53, 341, 609, 621
 Халиевбаев А. Б. 289,
 537
 Халиев В. С. 681
 Халиев Л. В. 693
 Халиев А. А. 299
 Халиев Ш. Г. 735
 Халиев О. Г. 85

Чагарбаев Г. В. 321
 Чагарбаев О. А. 321
 Чакалмаевбаев А. А.
 223
 Чакаев В. В. 365
 Чакаев Р. А. 65
 Чакаев М. А. 723
 Чакаев Б. Р. 425
 Чакаев Б. Н. 317

Чакаевбаев Д. М.
 Чакаев Г. В. 633,
 637
 Чакаевбаев Ш. Ш. 11
 Чакаев Ш. Ш. 11
 Чакаев Н. Н. 621

Чакаевбаев О. Е. 394
 Чакаев Р. О. 221
 Чакаев Т. Р. 77
 Чакаев А. К. 301
 Чакаев С. Г. 65
 Чакаевбаев Н. Д. 405
 Чакаевбаев Т. В. 201
 Чакаевбаев Н. Р. 329
 Чакаевбаев Т. Л. 469
 Чакаев А. Г. 25
 Чакаев Н. М. 289
 Чакаев Г. П. 353
 Чакаев Т. Ж. 157
 Чакаев Ш. Г. 161
 Чакаев Г. С. 529
 Чакаевбаев Т. З. 795
 Чакаевбаев Ф. Г. 577

Чакаевбаев Дж. А.
 125
 Чакаевбаев Г. С. 648
 Чакаевбаев М. З. 649
 Чакаев Н. Н. 209
 Чакаевбаев И. Ш. 361
 Чакаев Ю. В. 295
 Чакаев В. Д. 53
 Чакаев Н. В. 425
 Чакаев Ф. О. 453

Чакаевбаев А. А. 745
 Чакаев Г. Г. 161
 Чакаевбаев В. С. 693
 Чакаевбаев В. Д. 645
 Чакаевбаев Р. Р. 329
 Чакаев В. Л. 353
 Чакаевбаев З. Г. 591

Чакаев С. А. 33

Чакаев Е. В. 207

AUTHOR INDEX TO VOLUME 104

Алибаев В. М. 64
 Аливердиев М. Ш. 87
 Аливердиев Г. Г. 635,
 636

Аливердиев В. А. 596
 Аливердиев У. А. 372
 Аливердиев М. А. 108
 Аптиаев А. З. 700

Алибаев Г. Н. 358
 Алышев В. В. 360
 Алишев З. А. 299

- Balashvili O. S. 376,
 620
 Bakha D. M. 355
 Bakradze A. N. 393, 448
 Bakradze M. M. 398
 Barakidze K. N. 192
 Bedninskii E. V. 676
 Beglarishvili G. S. 121,
 424
 Beladze G. N. 32
 Benashvili E. M. 376, 616
 Beridzenishvili T. L. 36
 Beridziani V. I. 335
 Beridzenishvili K. N. 476
 Brikishvili Ts. V. 532
 Bobakidze E. A. 731
 Boboev A. V. 724
 Bokba N. K. 712
 Bokachava G. V. 432
 Bregvadze M. Sh. 442
 Bondze T. G. 556
 Bokina M. F. 52
 Bokobashvili Sh. A. 100
 Bolia B. P. 622
 Borzholadze G. T. 227
 Borjaneladze T. V. 749

 Chankvetadze O. E. 393
 Chanturia R. O. 293
 Chechelashvili I. D. 498
 Chechelashvili T. V. 204
 Chelidze T. R. 80
 Chepurov A. K. 264
 Chedia S. G. 68
 Chikhradashvili M. R. 332
 Chikhradze N. M. 712
 Chichua G. P. 355
 Chigagidze A. Ch. 28
 Chigvinadze T. D. 472
 Chkandli T. I. 164
 Chkashvili G. S. 532
 Chvalidze Sh. G. 168
 Chkharitidze F. G. 579
 Chkharitidze T. Z. 708

 Dadiani T. O. 671
 Damaeva A. D. 612
 Damsvelidze G. Sh. 324
 Davitashvili G. G. 416
 Davitadze A. V. 308
 Davitashvili N. S. 684
 Davitashvili D. Sh. 452
 Dekanozishvili T. I. 496
 Devdariani G. G. 628
 Diastevidze N. M. 98
 Didia Ts. G. 208
 Deborjginidze I. G. 564
 Delmanashvili A. E. 171
 Druschits V. V. 652
 Dumbadze S. I. 724
 Durrishvili S. V. 468,
 728
 Dzacbenko M. I. 526
 Dzidzishvili M. N. 452
 Dzidzishvili T. G. 612
 Dzeladze A. A. 187
 Dzetsenidze N. E. 48
 Dzotsenidze N. M. 168
 Dzetsenidze Z. G. 68, 360

 Ediberidze A. A. 748
 Elava G. G. 168
 Erenashvili B. S. 506
 Epitashvili V. D. 648
 Erikashvili R. E. 332
 Eristavi V. D. 355
 Estashvili Z. G. 584
 Evseev E. G. 280

 Farber H. S. 288
 Feidlin L. Kh. 59

 Gabashvili A. G. 428
 Gabunia G. D. 736
 Gabukhidze R. A. 489
 Galperina V. M. 52
 Gamariani G. A. 616
 Garachava M. V. 412
 Garacheli A. M. 392
 Geladze V. Sh. 389
 Gelashvili G. M. 36
 Gelovani V. I. 712
 Gelovani E. D. 59
 Getar E. M. 608
 Gigeri R. D. 348
 Gigidze G. V. 116, 656
 Gijimishvili M. M. 208
 Gigolashvili G. G. 440
 Gilerman Y. K. 632
 Giorgadze D. P. 608
 Ghorjidze L. N. 69, 671
 Gagava A. L. 688
 Gagishvili T. M. 348
 Gagishvili I. L. 80
 Gagidze R. I. 440
 Gagoshia V. Sh. 576
 Gagoshvili Z. A. 494
 Gaidakov G. I. 468
 Gaidakari S. G. 488
 Gaidakari M. Sh. 468,
 728
 Gaidakari V. I. 168
 Gaidava V. D. 116
 Gaidashvili M. I. 616
 Gaidashvili G. I. 134
 Gaidashvili D. G. 49

 Iakobidze E. M. 400
 Iakobidze G. K. 156
 Iakobyan A. A. 72
 Iakob K. 628
 Ivanchenko A. V. 428
 Ivanishvili T. K. 496
 Ivanishi T. V. 296, 664

 Jabou E. U. 671
 Jakhia M. T. 488
 Jakhia A. D. 120
 Japaridze N. D. 196
 Javakishvili A. I. 84
 Javakishvili Z. O. 635,
 639
 Jakhia M. I. 332, 584
 Jakhariani O. S. 736
 Jakhadze D. I. 410
 Jakhadze S. S. 514
 Javlenava G. G. 228

 Kachishvili Z. S. 579
 Kakhiani L. G. 200
 Kakhadze R. G. 160, 404
 Kakhiani K. A. 476
 Kakabava R. V. 704
 Kalandadze T. M. 598
 Kalashvili G. S. 187
 Kanchaveli Sh. S. 187
 Karkashadze Z. I. 129,
 688
 Karasov N. V. 740
 Katamadze R. D. 24
 Katsidze M. M. 360
 Kavtavadze A. K. 720
 Kavtashvili K. G. 200
 Kerdishvili D. I. 87
 Kobalava M. P. 652
 Kevanishvili G. Sh. 592
 Khamanashvili L. M. 52,
 56, 344, 612, 624
 Khamanashvili A. B. 292,
 540

- Khachatryan V. S. 604
 Khachatryan A. A. 572
 Khachatryan Ya. G. 755
 Khachatryan G. G. 87
 Khachatryan L. V. 945
 Khachatryan G. S. 156
 Khachatryan M. E. 148
 Kirichenko E. A. 612
 Kirilina A. D. 55
 Kivtsur E. I. 567
 Kizina G. Y. 124
 Knerina N. V. 632
 Kochetkov D. P. 87
 Kobakhtse G. T. 464
 Kobakhtse L. A. 426
 Kobakhtse E. V. 72
 Kozin N. D. 492
 Kozlov N. A. 314
 Kokorin L. R. 676
 Kopelani N. D. 690
 Kopylov V. M. 52
 Kostyakov V. N. 429
 Kotrikatse E. L. 56
 Kotrikatse N. G. 736
 Kovrigin O. V. 712
 Krylov I. N. 412
 Kuchukhtse D. G. 114
 Kuratov L. K. 468,
 728
 Kuzina E. R. 432
 Kvaschukhach B. Sh. 676
 Kvaschukhach R. K. 152
 Kvantaliani L. V. 632
 Kvasutse E. V. 744
 Kvintadze G. V. 692
 Kyrikatse A. G. 308,
 460
 Lektorskiy N. I. 349
 Lezhava B. S. 584
 Lezhava T. I. 368
 Litvin E. F. 59
 Lomada S. G. 655
 Lomada B. A. 126
 Losabridze A. A. 658
 Maglakhtse T. A. 136
 Makharadze G. V. 424
 Makharadze Sh. K. 394
 Makharadze T. M. 304
 Manjashvili N. Sh. 740
 Margvelashvili M. G. 589
 Markoshevskiy K. A. 712
 Marzagishvili G. A. 195
 Mchedlishvili N. Sh. 312
 Meladze N. G. 749
 Melikidze L. D. 61
 Melikishvili Z. G. 322
 Melikotyan N. A. 144
 Metreveli D. M. 608
 Metreveli G. S. 364
 Mikadze G. V. 176
 Mikadze I. S. 704, 708
 Mikadze G. I. 632
 Minashvili G. S. 624
 Mirid Ya. V. 354
 Mikhelidze B. D. 595, 600
 Muzatobishvili L. S. 692
 Moshin V. M. 195
 Mungasov V. I. 52
 Mukhasiani G. V. 344
 Murvanidze G. M. 140
 Muzridze M. M. 360
 Nadareishvili M. M. 552
 Nadareishvili G. Sh. 99
 Nadirashvili N. Sh. 454
 Nadjichenko V. A. 68
 Nanchashvili E. M. 76
 Nasidze G. I. 460
 Natroshvili D. G. 316,
 560
 Natroshvili G. A. 495
 Neidman A. D. 632
 Nikradze J. G. 324
 Nodia T. K. 428
 Nomidze A. D. 676
 Nutsabidze L. G. 503
 Pashashvili B. A. 276
 Paganava I. K. 740
 Palgouev S. F. 632
 Panjakhidze Sh. P. 18
 Panov S. U. 732
 Petrenko E. A. 584
 Pizantashvili Z. A. 644
 Piridzhulava T. G. 127
 Popyov V. M. 612
 Postolitskaya O. K. 26
 Rabinashvili R. S. 186
 Rokadze A. N. 348
 Ruda L. G. 628
 Rusishvili T. G. 48
 Ryslov G. K. 139, 668
 Sakvarelidze A. V. 419
 Sakvarelidze G. N. 48
 Sakvarelidze V. G. 648
 Samonidze G. G. 192
 Sapanidze V. A. 40, 424
 Sapanidze V. A. 424
 Sapanidze V. A. 424
 Sarkisov O. M. 68
 Sardaryants L. B. 169
 Savitskiy V. V. 56
 Sharashenidze G. S. 684
 Sharashenidze J. A. 131
 Sherkadze M. Z. 652
 Sharpyatyi V. A. 76
 Shatilova I. I. 212
 Shatiridze I. Sh. 364
 Shatalkin I. V. 298
 Shchegolev V. D. 56
 Shengela L. B. 429
 Shraibman F. O. 456
 Sidamonidze Sh. I. 354
 Sidamonidze T. G. 184
 Silagadze M. D. 354
 Simoniidze M. Sh. 456
 Sizeri K. N. 492
 Smolyaninov N. D. 712
 Struchkov Yu. T. 625, 629
 Surochikov T. I. 56
 Svanidze E. O. 76
 Svanidze I. K. 195
 Svanidze G. G. 67, 645
 Svanidze V. S. 680
 Svetitskaya V. M. 52
 Tarkhanishvili A. G. 595
 Tatisvili T. G. 680
 Tavade F. N. 328, 632
 Tepilitskaya T. A. 64
 Tepitski E. Sh. 332
 Terzadze G. D. 312
 Tikhanov A. V. 608
 Tchelashvili R. Sh. 634
 Terzadze G. D. 335
 Trushina Z. V. 48/
 Tsaganishvili G. V. 324
 Tsaganishvili G. A. 329
 Tsalkalavanidze A. A.
 235, 507
 Tsarava B. V. 368
 Tsarava E. A. 68
 Tseridze M. A. 736
 Tsereteli B. R. 428
 Tseretvadze B. I. 320
 Tskitadze G. V. 69, 695,
 699

- Tatishvili G. V. 72,
353, 628
- Taivishvili D. M. 40
- Tonina N. I. 624
- Turmanidze E. S. 432
- Tymianova F. L. 216
- Uchacevskii T. G. 278
- Ungladze A. A. 716
- Urashidze M. V. 628
- Utkina L. F. 64
- Vekhanis D. E. 111
- Verdoushidze Ts. M.
- Vorlarova K. V. 58
- Vasadze N. F. 372
- Vashukidze A. S. 131,
424
- Vekua A. K. 744
- Vinoclek L. M. 464
- Yafin S. A. 36
- Zachvatili M. M. 775,
456
- Zachvatili M. M. 775,
456
- Zachvatili L. A. 364
- Zentsov V. I. 632
- Zhakin A. G. 288
- Zigenti T. G. 593
- Zuer V. A. 588



საქართველოს
აкадеმიის

К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ

1. В журнале «Сообщения АН ГССР» публикуются статьи академиков, членов-корреспондентов, научных работников системы Академии и других ученых, содержащие еще не опубликованные новые значительные результаты исследований. Публикуются 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 оценочного 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 редакцию «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. Одна и тот же автор (за исключением академиков и членов-корреспондентов) может опубликовать в «Сообщениях» не более трех статей (вместом) от года, с соавторами она или нет) в течение года.

4. Статьи должны быть представлены автором в двух экземплярах, в готовом для печати виде, на грузинском или на русском языке, по желанию автора. К ней должны быть приложены резюме — на грузинском тексте на русском языке, а с русским на грузинском, а также краткое резюме на английском языке. Объем статьи, включая иллюстрации, резюме в связи цитированной литературы, приводимой в конце статьи, не должен превышать четырех страниц журнала (3000 типографских знаков), или шести стандартных страниц машинописного текста, оформленного через два интервала (статьи же с формулами — пять страниц). Представление статьи по частям (для опубликования в разных номерах) не допускается. Редакция принимает от автора в месяц только одну статью.

5. Представленная академиком или членом-корреспондентом на имя редакции должна быть написана на отдельном листе с указанием даты представления. В нем необходимо указать: номер, что содержится в статье, научную ценность результатов, насколько статья отвечает требованиям пункта 1 настоящего положения.

6. Статьи не должны быть перегружены сведениями, 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. Статьи оформляются следующим образом: сверху страницы в середине пишутся название и фамилия автора, затем — название статьи; справа сверху представляющей статью указывает, в какой области науки относится она. В конце основного текста статьи с левой стороны автор указывает название института 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 выполнены каллиграфически в таких размерах, чтобы даже в случае уменьшения они остались отчетливыми. Подручные подписки, сделанные на языке основного текста, должны быть представлены на отдельном



лесте. Не следует приклеивать фото и чертёжи к листам оригинала. На полях оригинала автор отмечает карандашом, в каком месте должна быть вставка, то или иное иллюстрация. Не должны представляться таблицы, которые не могут уместиться на одной странице журнала. Формулы должны быть четкими, написанными карандашом и оба экземпляра текста; под греческими буквами проводится горизонтальная линия карандашом, под прописными — две черты черным карандашом сверху. Карандашом должны быть обведены выделенные выписки и показатели единиц. Рисунки представляются на отдельных листах. В статье не должно быть исправлений и дополнений карандашом или чернилами.

9. Список цитированной литературы должен быть отмечен на отдельном листе в следующем порядке. Вначале пишутся инициалы, а затем — фамилия автора. Если цитируются журнальные работы, указывается сокращенное название журнала, том, номер, год издания, а если цитируется книга, — полное название книги, место и год издания. Если автор считает необходимым, он может в конце указать и соответствующую страницу. Список цитированной литературы приводится не по алфавиту, а в порядке цитирования в статье. При ссылке на литературу в тексте или в скобках номер цитируемой работы помещается в квадратные скобки. Не допускается вносить в список цитированной литературы работы, не упомянутые в тексте. Не допускаются также цитирования неопубликованных работ. В конце статьи, после списка цитированной литературы, автор должен подписаться и указать место работы, почтовый адрес, 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 высылается корректура статьи в сверстанном виде на строго ограниченный срок (не более двух дней). В случае невозможности корректуры в срок редакция вправе приостановить печатание статьи или печатать ее без вклада автора.

12. Автору выданы бесплатно 25 отисков статьи.

(Утверждено Президиумом Академии наук Грузинской ССР 10.08.1968; внесены изменения 6.2.1969)

Адрес редакции: Тбилиси 60, ул. Кутузова, 19, телефоны: 37-23-16, 37-63-42.

Почтовый индекс 380000

Условия подписки: на год — 12 руб.

004/81

СМО 1 806.
ЦЕНА 1 РУБ.



НАЦИОНАЛЬНАЯ
БИБЛИОТЕКА СССР