

ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԶԳԱՅԻՆ ԱԿԱԴԵՄԻԱ
НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК АРМЕНИИ
NATIONAL ACADEMY OF SCIENCE OF ARMENIA

ISSN 0321-1339

ՉԵԿՈՒՅՑՆԵՐ
ДОКЛАДЫ
REPORTS

2002

Երևան

Երևան

Yerevan

Նրա հիմնադրվել է 1944 թ.: Լույս է տեսնում լրացրին 4 անգամ

Основан в 1944 г. Выходит 4 раза в год

Founded in 1944. Published quarterly

Գլխավոր խմբագիր՝ ակադեմիկոս Ս. Ա. ՀԱՄԱՐՁՈՒՄՅԱՆ

Խմբագրական խորհուրդ՝ Գ.Ա. ԱՐԶՈՒՄՅԱՆՅԱՆ (պար. քարտուղար), ակադեմիկոս Է.Գ. ԱՖՐԻԿՅԱՆ, ակադեմիկոս Գ.Ե. ԲԱԳԴԱՍԱՐՅԱՆ, ակադեմիկոս Գ.Ա. ԲՐՈՒՏՅԱՆ, ակադեմիկոս Է.Ս. ԳԱԲՐԻԵԼՅԱՆ, ակադեմիկոս Գ.Ա. ԳԱԼՈՅԱՆ, ակադեմիկոս Վ.Վ. ԴՈՎԼԱՏՅԱՆ (գլխ. խմբագրի տեղակալ), ակադեմիկոս Ա.Ա. ԹԱԼԱԼՅԱՆ, ակադեմիկոս Վ.Ն. ՂԱԶԱՐՅԱՆ, ակադեմիկոս Կ.Գ. ՂԱՐԱԳՅՈՋՅԱՆ, ակադեմիկոս Յու.Ն. ՇՈՒԳՈՒՐՅԱՆ, ակադեմիկոս Ֆ.Տ. ՍԱՐԳՍՅԱՆ, ակադեմիկոս Դ.Ս. ՍԵՂՈՎՅԱՆ, ակադեմիկոս Վ.Բ. ՖԱՆԱՐԶՅԱՆ:

Главный редактор академик С. А. АМБАРЦУМЯН

Редакционная коллегия: Г.А. АРЗУМАНЫАН (отв. секретарь), академик Э.Г. АФРИКЯН, академик Г.Е. БАГДАСАРИАН, академик Г.А. БРУТЯН, академик Э.С. ГАБРИЕЛЯН, академик Г.А. ГАЛОЯН, академик В.В. ДОВЛАТЯН (зам. главного редактора), академик В.О. КАЗАРЯН, академик К.Г. КАРАГЕЗЯН, академик Ф.Т. САРКИСЯН, академик Д.М. СЕДРАКЯН, академик А.А. ТАЛАЛЯН, академик В.В. ФАНАРДЖЯН, академик Ю.Г. ШУКУРЯН.

Editor-in-chief academician S. A. AMBARTSUMIAN

Editorial Board: academician G.E. AFRIKIAN, G.A. ARZUMANYAN (executive secretary), academician G.E. BAGDASARIAN, academician G.A. BRUTIAN, academician V.V. DOVLATIAN (vice-editor-in-chief), academician V.V. FANARDJIAN, academician E.S. GABRIELIAN, academician G.A. GALOYAN, academician K.G. KARAGEUZYAN, academician V.H. KAZARIAN, academician F.T. SARGSSIAN, academician D.M. SEDRAKIAN, academician Yu.H. SHOUKOURIAN, academician A.A. TALALIAN.

*Խմբագրության հասցեն՝ 375019 Երևան 19, Մարշալ Բաղրամյանի պող. 24գ
Ֆեռ. 52-44-61*

Խմբագրության վարիչ՝ Գ. Ա. Աբրահամյան

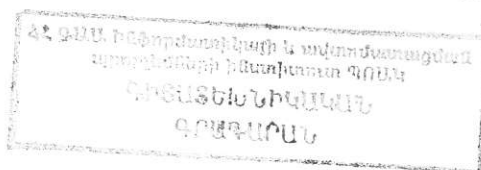
Адрес редакции: 375019, Ереван 19, просп. Маршала Баграмяна 24г

Тел. 52-44-61

Зав. редакцией Г. А. Абрамян

Communication links: address – 24g Marshal Bagramian Ave., Yerevan, 375019, Armenia

Phone-(3741) 52-44-61



ԲՈՎԱՆԴԱԿՈՒԹՅՈՒՆ

ՄԱԹԵՄԱՏԻԿԱ

Ա. Մ. Ջորաշյան, Կ. Լ. Ավետիսյան — Միավոր շրջանի մակերեսով, կշռով ինտեգրելի
ռեզուլյար ֆունկցիաների դասերի ընդհանուր տեսության մասին..... 105

ԻՆՖՈՐՄԱՑԻԱՅԻ ՏԵՍՈՒԹՅՈՒՆ

Մ. Ե. Հարությունյան — Արագություն-հուսալիություն տիրույթների մոտ ներքին գնահատա-
կաններ որոշակի բազմամուտք կապուղիների համար..... 113

ԿԱՌԱՎԱՐՄԱՆ ՏԵՍՈՒԹՅՈՒՆ

Դ. Ի. Բարձոկաս — Տատանողական համակարգի եզրային կառավարման խնդրի մասին..... 121

ՖԻԶԻԿԱ

Ա. Մ. Իշխանյան, Գ. Պ. Չեռնիկով — Պոլյարիտոնային սպեկտրերը երկու հատուկ սիմետրիկ
կառուցվածքների համար..... 127

Կ. Մ. Նիկողոսյան, Վ. Պ. Զալանթարյան, Է. Գ. Համբարձումյան — Կապի համակարգե-
րի բողբոջակության բարձրացման մեթոդները հիմնված ընդլայնված սպեկտրով ազդանշանների
վրա..... 135

ԶԻՄԻԱԿԱՆ ՖԻԶԻԿԱ

Ա. Մ. Առուստամյան — Ացետալդեհիդ-թթվածին խառնուրդների ցածր ջերմաստիճանա-
յին բոցավառման պրոցեսում գրգռված ֆորմալդեհիդի հետերոգեն առաջացման հարցի վերա-
բերյալ..... 143

ԵՐԿՐԱՖԻԶԻԿԱ

Ա. Կ. Մաթևոսյան — Մակերեսային էլեկտրահետախուզական ուսումնասիրությունների
սխալի գնահատումը կապված դիտարկման կետերի տեղադրման անճշտության հետ..... 147

ՍԵՅՍՄՈՒՈՒԳԻԱ

Ռ. Հ. Մովսիսյան, Ա. Գ. Բազդոն, Ա. Վ. Սահակյան — Առաձգական խնդրի լուծման միջոցով
երկրաշարժերի գեոդեզիկ նախագուշակի տեսական ուսումնասիրությունը..... 153

ՄՈՒԵԿՈՒԼԱՅԻՆ ԿԵՆՍԱԲԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

Ա. Մ. Մեղրակյան, Ա. Ի. Հովհաննիսյան, Ա. Շ. Աբրահամյան, Ա. Հ. Հարությունյան, Վ. Մ.
Հարությունյան, Գ. Ս. Հակոբյան, Կ. Գ. Ղարազյոզյան — Ընտանեկան միջերկրածովյան տեմդով
տառապող հիվանդների էրիթրոցիտների թաղանթների հետազոտությունը երկկոորդինատային
լուծագատման մեթոդական մոտեցման կիրառմամբ..... 159

ԲԻՈԶԻՄԻԱ

Վ. Ա. Շախլամով, Ա. Ա. Գալոյան, Գ. Ն. Պոլյակովա, Հ. Գ. Վահրադյան, Մ. Ա. Սիմոնյան, Մ.
Ի. Աղաջանով, Ի. Մ. Բոգդանովա, Վ. Ի. Ալտուխովա, Լ. Ի. Կոնդակովա — Ալյումինային տոքսիկոզի
ուլտրակառուցվածքային համարժեքները հիպոթալամուսի պրոլինով հարուստ պոլիպեպտիդի ազդե-
ցության ներքո 166

ԲՈՒՅՍԵՐԻ ՖԻԶԻՈԼՈԳԻԱ

Վ. Վ. Ղազարյան, Վ. Ա. Դավթյան, Լ. Ն. Հովհաննիսյան — Ծառաթփային տեսակների
պտղաբերման առատության և ասիմիլյացիոն ապարատի գործունեության կապի մասին..... 173

Գ. Ա. Հարությունյան, Ռ. Հ. Հարությունյան, Վ. Ա. Դավթյան, Ռ. Գ. Հարությունյան Կազա-
կական գիհու իզական անհատների *Oligotrophus juniperinus* L.-ով վարակված տերևների հորմոնալ
ռեակցիան..... 177

ԿԱԶՄԱԲԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

Ն. Ն. Մելքոնյան, Ի. Բ. Մելիքսեթյան — Կատվի ուղեղի մազանոթների մորֆոֆունկցիոնալ
վիճակը հիպոքսիայի դեպքում..... 182

ՖԻԶԻՈԼՈԳԻԱ

Ռ. Շ. Մարգարյան, Մ. Ա. Տեր-Գրիգորյան — Շրջակա միջավայրի օբյեկտների վրա կենդանի
համակարգերի հեռահար ներգործությունը..... 186

ՊԱՏՄՈՒԹՅՈՒՆ

Գ. Ա. Գալոյան — Թե ինչպես էին աղբբեջանցիները ծրագրում «գնել Ղարաբաղի բոլոր
հողերը»..... 192

СОДЕРЖАНИЕ

МАТЕМАТИКА

- А. М. Джрбашян, К. Л. Аветисян* — К общей теории классов регулярных функций, интегрируемых с весом по площади круга..... 105

ТЕОРИЯ ИНФОРМАЦИИ

- М. Е. Арутюнян* — Новые внутренние оценки области скорость-надежность для определенных каналов множественного доступа 113

ТЕОРИЯ УПРАВЛЕНИЯ

- Д. И. Бардзокас* — О задаче граничного управления колебательной системой.... 121

ФИЗИКА

- А. М. Ишханян, Г. П. Черников* — Поляритонные спектры для двух специфических симметричных структур 127

- К. М. Никогосян, В. П. Калантарян, Э. Г. Амбарцумян* — Методы повышения пропускной способности систем связи на основе широкополосных сигналов..... 135

ХИМИЧЕСКАЯ ФИЗИКА

- А. М. Арустамян* — К вопросу о гетерогенном образовании возбужденного формальдегида при низкотемпературном воспламенении $\text{CH}_3\text{CHO} + \text{O}^2$ смесей..... 143

ГЕОФИЗИКА

- А. К. Матевосян* — Оценка погрешности площадных электроразведочных исследований, связанной с неточностью установления пунктов наблюдений..... 147

СЕЙСМОЛОГИЯ

- Р. А. Мовсисян, А. Г. Багдоев, А. В. Саакян* — Теоретическое исследование геодезического предвестника землетрясений путем решения упругой задачи..... 153

МОЛЕКУЛЯРНАЯ БИОЛОГИЯ

- А. М. Седракян, А. И. Оганисян, А. Ш. Абрамян, А. А. Арутюнян, В. М. Арутюнян, Г. С. Акопян, К. Г. Карагезян* — Исследование мембран эритроцитов больных семейной средиземноморской лихорадкой с применением методического подхода двухкоординатной экстракции..... 159

БИОХИМИЯ

- В. А. Шахламов, А. А. Галоян, Г. Н. Полякова, А. Г. Ваградян, М. А. Симонян, М. И. Агаджанов, И. М. Богданова, В. И. Алтухова, Л. И. Кондакова* — Ультраструктурные эквиваленты алюминиевого токсикоза под влиянием пролин-богатого пептида гипоталамуса..... 166

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

- В. В. Казарян, В. А. Давтян, Л. Н. Оганисян* — О связи обильности плодоношения древесно-кустарниковых пород с активностью функционирования ассимиляционного аппарата..... 173

- Г. А. Арутюнян, Р. Г. Арутюнян, В. А. Давтян, Р. Г. Арутюнян* — Гормональная реакция листьев женских особей можжевельника казацкого при поражении *Oligotrophus juniperinus* L..... 177

МОРФОЛОГИЯ

- Н. Н. Мелконян, И. Б. Меликсетян* — Морфофункциональное состояние капилляров мозга кошки при гипоксии..... 182

ФИЗИОЛОГИЯ

- Р. Ш. Саркисян, С. А. Тер-Григорян* — Дистанционное воздействие живых систем на объекты окружающей среды..... 186

ИСТОРИЯ

- Г. А. Галоян* — Как азербайджанцы программировали “купить все земли Карабаха” 192

CONTENTS

MATHEMATICS

- A. M. Jerbashian, K. L. Avetisyan* – On the general theory of weighted classes of regular functions weighted integrable over the unit disk..... 105

INFORMATION THEORY

- M. E. Haroutunian* – New inner bounds of the rate-reliability regions for certain multiple-access channels..... 113

MANAGEMENT THEORY

- D. I. Bardzokas* – About a problem of boundary control of an oscillating system..... 121

PHYSICS

- A. M. Ishkhanyan, G. P. Chernikow* – Polariton spectra for two specific symmetric structures..... 127

- K. M. Nikogossyan, V. P. Kalantaryan, E. G. Hambardzumyan* – On the methods of increasing capacity of spread spectrum communication systems..... 135

CHEMICAL PHYSICS

- A. M. Arustamyan* – About formation excited formaldehyde at low-temperature ignition of $\text{CH}_3\text{CHO} + \text{O}_2$ mixtures..... 143

GEOPHYSICS

- A. K. Matevosyan* – Evaluation of error in the time of terrain electrical surveying..... 147

SEISMOLOGY

- R. A. Movsesyan, A. G. Bagdoyev, A. V. Sahakyan* – Theoretical investigation of geodesic harbinger of earthquakes by solution elastic problem..... 153

MOLECULAR BIOLOGY

- A. M. Sedrakian, A. I. Oganisyan, A. Sh. Abramian, A. A. Arutunyan, V. M. Harutyunyan, G. S. Hakobian, K.G. Karageuzyan* – Research of erythrocyte membranes of patients with Familial mediterranean fever by the method of two-coordinate extraction 159

BIOCHEMISTRY

- V. A. Schakhlamov, A. A. Galoyan, G. N. Polyakova, A. G. Vahradyan, M. A. Simonian, M. I. Agadganov, J. M. Bogdanova, V. J. Altuchov, L. J. Kondakova* – Ultrastructure equivalents of aluminium toxicosis under the hypothalamic Prolin-Rich-Peptide influence..... 166

PLANT PHYSIOLOGY

- V. V. Kazaryan, V. A. Davtyan, L. N. Hovhanesyan* – The connection of fruit-bearing of wood-shrubby plants with the activity of assimilational apparatus..... 173

- G. A. Harutyunyan, R. H. Harutyunyan, V.A. Davtyan, R.G. Harutyunyan* – Hormonal reaction of female individuals of *Juniperus sabina* L. when it affecting by *Oligotrophus juniperinus* L..... 177

MORPHOLOGY

- N. N. Melkonyan, I. B. Meliksetyan* – Morphofunctional state of cat brain capillaries in hypoxia.... 182

PHYSIOLOGY

- R. Sh. Sargsyan, S. A. Ter-Grigoryan* – The distance influence of living systems on environment objects..... 186

HISTORY

- G. A. Galoyan* – The way the Azerbaijanis were planning “to buy the whole Karabagh area”..... 192

МАТЕМАТИКА

УДК 517.53

А. М. Джрбашян, К. Л. Аветисян

К общей теории классов регулярных функций,
 интегрируемых с весом по площади круга

(Представлено академиком В. С. Захаряном 11/XII 2001)

В статье приведены обобщения основных теорем М. М. Джрбашяна [1, 2], по сути положивших начало теории весовых пространств $A_{\alpha}^{p,1}$ и теории факторизации функций, мероморфных в круге [9-11]. Обобщены также некоторые более поздние результаты других авторов, относящиеся к пространствам A_{α}^p и весовым классам P . Неванлинны, определяемым условием

$$N_{\alpha}^0 : \int_0^1 (1-r)^{\alpha} T(r, f) dr < +\infty, \quad -1 < \alpha < +\infty,$$

где $T(r, f)$ — характеристика роста мероморфной функции (см. [12], пункт 216). Взамен $(1-r^2)^{\alpha} dr$ ($-1 < \alpha < +\infty$, $0 < r < 1$) нами использованы общие веса вида $d\omega(r^2)$, что роднит построенную теорию с теорией факторизации М. М. Джрбашяна [9-11].

1. Пространства A_{ω}^p

1.1 Класс A_{ω}^p введем как множество всех тех голоморфных в $|z| < 1$ функций $f(z)$, для которых при заданном $0 < p < +\infty$

$$\|f\|_{p,\omega} = \left\{ \frac{1}{2\pi} \iint_{|\zeta|<1} |f(\zeta)|^p d\mu_{\omega}(\zeta) \right\}^{1/2} < +\infty \quad (1.1)$$

где $d\mu_{\omega}(pe^{i\vartheta}) = -d\omega(p^2)d\vartheta$, а функция $\omega(x)$ принадлежит классу Ω_A , т.е. задана на $[0,1)$,

I. $0 < \bigvee_{\delta}^{1-0} \omega < \infty$ при любом $\delta \in [0,1)$,

II. $\Delta_n \equiv \Delta_n(\omega) = - \int_0^{1-0} t^n d\omega(t) \neq 0, \infty, \quad n=1,2,\dots,$

III. $\liminf_{n \rightarrow \infty} \sqrt[n]{|\Delta_n|} \geq 1$.

Класс L_{ω}^p определим аналогично, вместо голоморфности потребовав лишь измеримость.

Замечание 1.1. При любом $p \in (0, +\infty)$ сумма $\cup_{\omega \in \Omega_A} A_\omega^p$ совпадает со множеством всех голоморфных в $|z| < 1$ функций, а сумма $\cup_{\omega \in \Omega_A} L_\omega^p$ — со множеством всех измеримых в $|z| < 1$ функций $F(z)$ таких, что $F(\rho_n e^{i\vartheta}) \in L^p[0, 2\pi]$ на какой-либо последовательности $\rho_n \uparrow 1$. Если $\omega \in \Omega_A$, то при любом $p \in [1, +\infty)$ A_ω^p — банахово пространство с нормой (1.1), а при $p \in [0, 1)$ A_ω^p — полное метрическое пространство². В частном случае $\omega(x) = (1 - x)^{1+\alpha}$ ($-1 < \alpha < +\infty$) пространства A_ω^p ($0 < p < +\infty$) совпадают с A_α^p .

Замечание 1.2. Аналогичные A_ω^p пространства были рассмотрены также в публикациях других авторов, однако были установлены лишь частные результаты, которые возможно было доказать без применения естественного аналитического аппарата, предоставляемого приводимыми ниже формулами представления.

Теорема 1.1. Если $f(z) \in A_\omega^p$ при каких-либо $\omega \in \Omega_A$ и $p \in [1, +\infty)$, то в $|z| < 1$

$$f(z) = \frac{1}{2\pi} \iint_{|\zeta| < 1} f(\zeta) C_\omega(z\bar{\zeta}) d\mu_\omega(\zeta), \quad (1.3)$$

$$f(z) = -\overline{f(0)} + \frac{1}{\pi} \iint_{|\zeta| < 1} C_\omega(z\bar{\zeta}) \{ \operatorname{Re} f(\zeta) \} d\mu_\omega(\zeta), \quad (1.4)$$

где $C_\omega(z) = \sum_{k=0}^{\infty} z^k / \Delta_k$ ($\Delta_0 = 1$) — ядро типа Коши М. М. Джрбашяна.

При некоторых дополнительных ограничениях на функцию-параметр $\omega \in \Omega_A$ верна следующая теорема о параметрическом представлении класса A_ω^2 .

Теорема 1.2. Пусть функция $\tilde{\omega} \in \Omega_A$ непрерывно дифференцируема в $[0, 1)$, $\tilde{\omega}(x) \searrow$, $\tilde{\omega}(1) \equiv \tilde{\omega}(1 - 0) = 0$ и $\tilde{\omega}(0) = 1$. Если $\omega(x)$ — квадрат Вольтерра функции $\tilde{\omega}(x)$, т.е.

$$\omega(x) = - \int_x^1 \tilde{\omega}\left(\frac{x}{t}\right) d\tilde{\omega}(t), \quad 0 < x < 1 \quad (1.5)$$

то $\omega(x) \in \Omega_A$ и A_ω^2 совпадает со множеством всех функций, допускающих представление

$$f(z) = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} \varphi(e^{i\vartheta}) C_\omega(ze^{i\vartheta}) d\vartheta, \quad |z| < 1, \quad \text{где } \varphi(e^{i\vartheta}) \in L^2[0, 2\pi]. \quad (1.6)$$

Причем, для любого $f(z) \in A_\omega^2$ существует единственная функция $\varphi_0(e^{i\vartheta}) \in H^2$, с которой верно представление (1.6):

$$\varphi_0(z) = L_\omega f(z) = - \int_0^1 f(tz) d\tilde{\omega}(t), \quad |z| < 1. \quad (1.7)$$

При этом $\|\varphi_0\|_{H^2} = \|f\|_\omega$ и $\varphi - \varphi_0 \perp H^2$ для любой другой функции $\varphi(e^{i\vartheta}) \in L^2[0, 2\pi]$, с которой верно (1.6).

Замечание 1.3. При $\tilde{\omega}(0) = (1 - x)^{\frac{1+\alpha}{2}}$ ($\alpha > -1$) теорема 1.2 по сути переходит в объединение теорем IV и V М. М. Джрбашяна [2]. Как отмечено в [2], для класса Бибербаха A_0^2 ($\alpha = 0$) представление вида (1.6) впервые было установлено М. В. Келдышем.

Подобная теорема о представлении функций интегралом, взятым по границе круга, верна также в общем случае $1 \leq p < +\infty$.

Теорема 1.3. Класс $A_\omega^p(\omega(x) \in \Omega_A, p \geq 1)$ совпадает со множеством всех функций, представимых в виде

$$f(z) = \frac{1}{2\pi} \int_x^1 C_{\omega_\varepsilon}(ze^{i\vartheta}) \varphi(e^{i\vartheta}) d\vartheta, \quad |z| < 1, \quad (1.8)$$

где

$$\omega_\varepsilon(x) = - \int_x^1 \varepsilon\left(\frac{x}{t}\right) d\omega(t), \quad 0 < x < 1,$$

$\varepsilon(x) \in \Omega_A$ ($\varepsilon(1-0) = 0$) — непрерывно дифференцируемая на $[0,1)$ функция, а функция $\varphi(z) \in H^1$ такова, что $L_{\omega_\varepsilon}^{-1}\varphi(z) \in A_\omega^p$. Если $\varepsilon(x)$ — функция, обладающая указанными свойствами, то в представлении (1.8) $\varphi(z) = L_{\omega_\varepsilon} f(z) \in H^1$.

Замечание 1.4. В частном случае $\omega(x) = (1-x)^{1+\alpha}$ известны более полные результаты Ф. А. Шамояна [13] ($p = 1$) и одного из авторов [14] $p \geq 1$: в параметрическом представлении (1.8) класса A_α^p функции $\varphi(z)$ принадлежат определенным классам О. В. Бесова.

1.3 Формула (1.7) теоремы 1.2 устанавливает изометрию между H^2 и A_ω^2 . Следующей же нашей теоремой устанавливается, что при естественных ограничениях на функцию-параметр $\omega(x)$ формула представления (1.3) задает ортогональный проектор $L_\omega^2 \rightarrow A_\omega^2$. Прежде чем сформулировать эту теорему, отметим, что если $\omega \in \Omega_A$ является невозрастающей функцией, то система

$$e_n(z) = \frac{z^n}{\sqrt{\Delta_n}}, \quad n = 0, 1, 2, \dots$$

является ортонормальным базисом в A_ω^2 . При этом для любых двух функций

$$f(z) = \sum_{n=0}^{\infty} b_n z^n \text{ из } A_\omega^2$$

$$\|f\|^2 = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{|a_n|^2}{\Delta_n} \text{ и } (f, g)_\omega = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{a_n \bar{b}_n}{\Delta_n},$$

где $(f, g)_\omega$ — скалярное произведение, индуцированное из L_ω^2 .

Теорема 1.4. Если функция $\omega(x) \in \Omega_A$ не возрастает на $[0,1)$ и $\bigvee_0^{1-0} \omega = 1$, то оператор

$$P_\omega f(z) = \iint_{|\zeta| < 1} f(\zeta) C_\omega(z\bar{\zeta}) d\mu_\omega(\zeta), \quad |z| < 1, \quad (1.9)$$

является ортогональным проектором $L_\omega^2 \rightarrow A_\omega^2$.

Замечание 1.5. Для $\omega(x) = 1-x$ теорему 1.4 можно найти в [5] и [6]. В весовом же случае $\omega(x) = (1-x)^{1+\alpha}$ ($\alpha > -1$) теорема 1.4 впервые была установлена в [2].

1.4 Применение части найденных недавно асимптотических оценок ядер привело к следующим теоремам о проекции $L_\omega^p \rightarrow A_\omega^p$ ($1 \leq p < +\infty$), имеющей место, когда $\omega(x)$ принадлежит некоторым подклассам функций регулярного поведения, лежащим в Ω_A . Для наших целей вполне достаточен следующий подкласс.

Определение 1. Будем говорить, что $\omega(x) \in \tilde{\Omega}_A$, если функция $\omega(x)$ удовлетворяет хотя бы одному из нижеприведенных условий:

(А) при некотором $\alpha > 0$

$$\omega(x) = D_1^{-(1+\alpha)} g(x) \equiv \frac{1}{\Gamma(1+\alpha)} \int_x^1 (1-x)^\alpha g(t) dt, \quad 0 \leq x < 1,$$

где $g(x) > 0$ – непрерывная функция в $[0,1)$, $\int_0^1 t^\alpha g(t) dt = \Gamma(1+\alpha)$, $g(x) \nearrow$ и

I. $(1-x)^{\alpha-1} g(x) \searrow$ если $\alpha > 1$,

II. $(1-x)^{\alpha-\delta} g(x) \searrow$ при некотором $\delta \in (0, \alpha)$, если $0 < \alpha \leq 1$.

(Б) $\omega(x) = \int_0^1 g(t) dt$ ($0 \leq x < 1$), где $g(x) > 0$ – непрерывна в $[0,1)$,

$\int_0^1 g(t) dt = 1$ и $g(x) \nearrow$, но $(1-x)^{1-\delta} g(x) \searrow$ при некотором $\delta \in (0,1)$.

Замечание 1.6. $\tilde{\Omega}_A \subset \Omega_A$, и оба эти класса содержат функции $\omega(x)$, для которых

$$|\omega'(x)| \asymp (1-x)^\alpha \log^\beta \frac{1}{1-x} \quad \text{при } x \rightarrow 1-0, \quad \forall \alpha \in (-1, +\infty), \quad \forall \beta > 0.$$

Теорема 1.5. Пусть $\omega_1(x) \in \Omega_A$ непрерывно дифференцируемо в $[0,1)$, а $\omega_2(x) \in \tilde{\Omega}_A$. Если $(1-x)^{-\beta} |\omega'_1(x)| \searrow$ при каком-либо $\beta > -1$ и при каких-либо $0 < \Delta_1 \leq \Delta_2 < +\infty$

$$\left| \frac{\omega'_1(x)}{\omega'_2(x)} \right| (1-x)^{\Delta_1} \nearrow \quad \text{и} \quad \left| \frac{\omega'_1(x)}{\omega'_2(x)} \right| (1-x)^{\Delta_2} \searrow,$$

то следующий оператор является ограниченным проектором $L^1_{\omega_1} \rightarrow A^1_{\omega_1}$:

$$P_{\omega_2} F(z) = \frac{1}{2\pi} \iint_{|\zeta| < 1} F(\zeta) C_{\omega_2}(z\bar{\zeta}) d\mu_{\omega_2}(\zeta), \quad |z| < 1 \quad (1.10)$$

Теорема 1.6. 1° Пусть $\omega_{1,2}(x) \in \Omega_A$ непрерывно дифференцируемы в $[0,1)$ и таковы, что

$$|\omega'_{1,2}(x)(1-x)^{-\alpha_{1,2}}| \nearrow \quad \text{и} \quad |\omega'_{1,2}(x)(1-x)^{-\beta_{1,2}}| \searrow$$

при некоторых $-1 < \beta_1 \leq \alpha_1 < +\infty$ и $-1 < \beta_2 \leq \alpha_2 < +\infty$. Если $\omega_2(x) \in \tilde{\Omega}_A$ и $\alpha_1 + 1 < p(1 + \beta_2)$, то оператор (1.10) является ограниченным проектором из $L^p_{\omega_1}$ в $A^p_{\omega_1}$ ($1 < p < +\infty$).

2°. Если функции $\omega_{1,2}(x) \in \Omega_A$ непрерывно дифференцируемы, не возрастают в $[0,1)$ и формула (1.10) определяет ограниченный оператор на $L^1_{\omega_1}$ ($1 < p < +\infty$), то

$$\int_0^1 \left| \frac{\omega'_2(x)}{\omega'_1(x)} \right|^q |\omega'_1(x)| dx < +\infty, \quad 1/p + 1/q = 1. \quad (1.11)$$

Теорема 1.7. Пусть функция $\omega(x) \in \tilde{\Omega}_A$ непрерывно дифференцируема в $[0,1)$ и, кроме того, $|\omega'(x)(1-x)^{-\alpha}| \nearrow$, $|\omega'(x)(1-x)^{-\beta}| \searrow$ ($0 \leq x < 1$) при некоторых $-1 < \beta \leq \alpha < +\infty$. Если $1 < p < \infty$ и $1 + \alpha < p(1 + \beta)$, то формула

$$\Phi(f) = (f, g)_\omega = \frac{1}{2\pi} \iint_{|\zeta| < 1} f(\zeta) \overline{g(\zeta)} d\mu_\omega(\zeta), \quad g \in A^q_\omega,$$

задает общий вид линейного функционала над A_ω^p , т.е. $(A_\omega^p)^* = A_\omega^q \left(\frac{1}{p} + \frac{1}{q} = 1 \right)$.

Замечание 1.7. В частном случае $\alpha_1 = \beta_1$, $\alpha_2 = \beta_2$ теорема 1,6* содержит наиболее общий результат [8] о необходимых и достаточных условиях, при которых оператор (1.10) является ограниченным проектором $L_\alpha^p \rightarrow A_\alpha^p$. Теорема же 1.7 является обобщением теорем [7] и [8] об общем виде линейного функционала над A_α^p .

Замечание 1.8. В [15, 16] получен иной общий вид линейного функционала над A_ω^p при $\omega(x)$ регулярного поведения. Однако эти исследования опираются не на представления самих классов A_ω^p , а на представление М. М. Джрбашяна более широких классов $A_\alpha^p \supseteq A_\omega^p$, что ведет к известному огрублению результатов.

2. Обобщение весового класса Неванлинны

2.1. Функция $u(z)$ δ -субгармонична в области G и ν — ее ассоциированная мера, если $u(z) = u_1(z) - u_2(z)$ и $\nu = \nu_1 - \nu_2$, где $u_{1,2}(z)$ — субгармонические в G функции с риссовскими мерами $\nu_{1,2}$. Будем говорить, что две δ -субгармонические в G функции $u(z) = u_1(z) - u_2(z)$ и $v(z) = v_1(z) - v_2(z)$ равны, т.е. $u(z) = v(z)$, если $u_1(z) + v_2(z) = u_2(z) + v_1(z)$ всюду в G . Кроме того, будем полагать, что $0 \notin \overline{\text{supp } \nu}$ для ассоциированной меры ν δ -субгармонической функции $u(z)$ и что ν минимально разложена в смысле Жордана, т.е. $\nu = \nu_+ - \nu_-$ и $(\text{supp } \nu_+) \cap (\text{supp } \nu_-) = \emptyset$, где $\nu_\pm$ — положительная и отрицательная вариации меры ν . Мы будем опираться на следующее обобщение неванлинновской характеристической функции:

$$T(r, u) = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} u^+(re^{i\vartheta}) d\vartheta + \int_0^r \frac{n_-(t)}{t} dt, \quad n_-(t) = \iint_{|\zeta| < 1} d\nu_-(\zeta), \quad (2.1)$$

которое, вместе с соотношением равновесия $u(0) + T(r, -u) = T(r, u)$ ($0 < r < R$), порождается аналогом формулы Иенсена — Неванлинны для δ -субгармонических в $|z| < R \leq +\infty$ функций. Впредь будем полагать, что $\omega(x) \in \Omega_N$, что означает дополнительное к $\omega(x) \in \Omega_A$ требование $\omega(1) = \omega(1 - 0) = 0$, а также что $\omega(x)$ тоже разложена на свои положительную и отрицательную вариации, т.е. для всех $x \in [0, 1]$

$$\omega(x) = \omega_+(x) - \omega_-(x), \quad \omega_\pm(x) = \int_x^1 (d\omega(t))^\pm, \quad \bigvee_x \omega = \bigvee_x \omega_+ + \bigvee_x \omega_- = \omega_+(x) + \omega_-(x).$$

Определение 2. Классом N_ω° назовем множество тех δ -субгармонических в $|z| < 1$ функций $u(z)$, чьи неванлинновские характеристики (2.1) подчинены условию

$$\int_0^1 T(r, u) |d\omega(r^2)| < +\infty. \quad (2.2)$$

Замечание 2.1. Сумма $\bigcup_{\omega \in \Omega_N} N_\omega^\circ$ совпадает со множеством всех δ -субгармонических в $|z| < 1$ функций. Класс тех мероморфных функций $f(z)$, для которых $\log |f(z)| = u(z) \in N_\omega^\circ$, при $\omega(x) = (1 - x)^{1+\alpha}$ ($-1 < \alpha < +\infty$) совпадает с неванлинновским классом N_α° .

2.2. Для канонического представления классов N_ω° нужна следующая

Теорема 2.1. 1°. При любом $\omega(x) \in \Omega_A$ и любой фиксированной точке $|\zeta| < 1$ функция

$$b_{\omega}(z, \zeta) = \exp \left\{ - \int_{|\zeta|^2}^1 C_{\omega} \left(\frac{zt}{\zeta} \right) \frac{\omega(t)}{t} dt \right\}, \quad |z| < |\zeta|, \quad (2.3)$$

голоморфно продолжается на все $|z| < 1$, где имеет единственный, простой нуль в $z = \zeta$.

2°. При любом $\omega(x) \in \Omega_A$ и любой борелевской мере $\nu \geq 0$, конечной внутри $|z| < 1$ и такой, что $0 \notin \overline{\text{supp } \nu}$, потенциал типа Грина

$$\iint_{|\zeta| < 1} \log |b_{\omega}(z, \zeta)| d\nu(\zeta)$$

представляет собой субгармоническую в $|z| < 1$ функцию, если

$$\iint_{|\zeta| < 1} \left(\int_{|\zeta|^2}^1 |\omega(t)| dt \right) d\nu(\zeta) < +\infty.$$

Теорема 2.2. Если $u(z) \in N_{\omega}^{\circ}$ при каком-либо $\omega(x) \in \Omega_A$, то ассоциированная мера ν функции $u(z)$ подчинена условию

$$\iint_{|\zeta| < 1} \left(\int_{|\zeta|^2}^1 [\omega_+(t) + \omega_-(t)] dt \right) d\nu_{\pm}(\zeta) < +\infty, \quad (2.4)$$

и в $|z| < 1$ имеет место следующее каноническое представление типа Рисса:

$$u(z) = -u(0) + \iint_{|\zeta| < 1} \log |b_{\omega}(z, \zeta)| d\nu(\zeta) + \frac{1}{\pi} \iint_{|\zeta| < 1} \text{Re}\{C_{\omega}(z\bar{\zeta})\} u(\zeta) d\mu_{\omega}(\zeta). \quad (2.5)$$

Замечание 2.2. В случае, когда $\omega(x) = (1-x)^{1+\alpha}$ ($-1 < \alpha < +\infty$) и $u(z) = \log |f(z)|$, где $f(z)$ — мероморфная в $|z| < 1$ функция, $b_{\omega}(z, \zeta)$ совпадает с фактором типа Бляшке М. М. Джрбашяна³, а представление (2.5) переходит в его каноническое факторизационное представление [1,2]. Условие же (2.4) переходит в условие

$$\sum_k (1 - |z_k|)^{2+\alpha} < +\infty,$$

установленное Р. Неванлинной для нулей и полюсов функций $f(z) \in N_{\alpha}^{\circ}$.

Институт математики НАН РА

¹Первоначальные результаты см. в [3-6], дальнейшие — в монографиях [7] и [8], содержащих множество ссылок. Отметим, что в [8], как и во множестве западных журнальных статей по теории и приложениям пространств A_{α}^p , имеется ряд приоритетных искажений (см. [7], с.7).

²При $0 < p < 1$ величина (1.1) в строгом смысле не является нормой, ибо неравенство треугольника соблюдается лишь с точностью до некоторого постоянного множителя.

³Эти же факторы при целых $\alpha = 0, 1, 2, \dots$ были позже независимо открыты Цудзи [17] (гл. IV) и недавно переоткрыты в [18], опять же при $\alpha = 0, 1, 2, \dots$

Ա. Մ. Զրբաշյան, Կ. Լ. Ավետիսյան

**Միավոր շրջանի մակերեսով, կշռով ինտեգրելի
ռեգուլյար ֆունկցիաների դասերի ընդհանուր տեսության մասին**

Հոդվածում ընդհանրացված են Ա. Մ. Զրբաշյանի այն թեորեմները, որոնք, ըստ էության, A_α^p տարածությունների ու ֆակտորիզացիայի տեսությունների հիմքն են: Ընդհանրացված են նաև այլ հեղինակների ավելի ուշ արդյունքներ, վերաբերվող A_α^p տարածություններին ու Նևանլինայի կշռային դասին: $(1 - r^2)^\alpha r dr d\theta$ ($-1 < \alpha < +\infty, 0 < r < 1$) կշիռների փոխարեն օգտագործված են $d\omega(r^2)d\theta$ տեսքի ընդհանուր կշիռներ, որոնք մերձեցնում են կառուցվող տեսությունը Ա. Մ. Զրբաշյանի ֆակտորիզացիայի տեսության հետ:

Литература

1. *Джрбашян М. М.* - ДАН Арм. ССР. 1945. Т. 3. №. 1. С. 3-9.
2. *Джрбашян М. М.* - Сообщ. Ин-та матем. и мех. АН Арм. ССР. 1948. Т. 2. С. 3-40.
3. *Bieberbach L.* - Palermo Rendiconti. 1914. V. 38. P 98 - 118.
4. *Hardy G. H., Littlewood J. E.* - Mathematische Zeitschrift. 1932. V. 34. P 403 - 439.
5. *Wirtinger W.* - Monatshefte für Math, und Phys. 1932. V. 39. P. 377-384.
6. *Walsh J. L.* Interpolation and approximation by rational functions. AMSoc. Publ. N. Y. 1935.
7. *Djrbashian A. E., Shamoian F. A.* Topics in the theory of A_α^p spaces, Teubner Verlag. Leipzig. 1988.
8. *Hedenmalm H., Korenblum B., Zhu K.* Theory of Bergman Spaces. Springer Verlag. 2000.
9. *Джрбашян М. М.* - Мат. сборник. 1969. Т. 79(121). № 4(8) С. 517-615.
10. *Djrbashian M. M.* In: Proceedings of the International Congress of mathematicians. Vancouver. 1974. P. 197-202
11. *Джрбашян М. М. Захарян В. С.* Классы и граничные свойства функций, мероморфных в круге. Наука. М. 1993.
12. *Nevanlinna R.* Eindeutige Analytische Funktionen. Springer. Berlin. 1936.
13. *Шамоян Ф. А.* - Мат. заметки. 1992. Т.52, №1. С. 128-140.
14. *Avetisyan K. L.* Analysis Math. 2000. V.26. №3. P, 161-174.
15. *Шамоян Ф. А.* - ДАН Арм. ССР. 1987. Т. 85. № 1. С. 7-11.
16. *Шамоян Ф. А.* - Сиб. мат. ж. Т. 31. № 2. 1990. С. 197-215.
17. *Tsuji M.* Potential theory in modern function theory. Maruzen Co. Ltd. Tokyo. 1975.
18. *Horowitz Ch.* - Proc. Amer. Math. Soc. 1999. V. 127. No. 3. P 745-751.

INFORMATION THEORY

УДК 519.723.2

M. E. Haroutunian

New Inner Bounds of the Rate-reliability Regions for Certain Multiple-access Channels

(Submitted by academician Yu. H. Shoukourian 28/XI 2001)

Several models of discrete memoryless multiple-access channels are investigated. New inner bounds for Incapacity regions for average error probability are obtained.

1. Introduction

The multiple-access channel (MAC) $W = \{W : \mathcal{X}_1 \times \mathcal{X}_2 \rightarrow \mathcal{Y}\}$ with two encoders and one decoder is defined by a matrix of transition probabilities

$$W = \{W(y|x_1, x_2), x_1 \in \mathcal{X}_1, x_2 \in \mathcal{X}_2, y \in \mathcal{Y}\},$$

where $\mathcal{X}_1$ and $\mathcal{X}_2$ are the finite alphabets of, respectively, the first and the second inputs of the channel and $\mathcal{Y}$ is the finite output alphabet. The channel is memoryless, that is for N -length sequences

$$\mathbf{x}_1 = (x_{11}, x_{12}, \dots, x_{1N}) \in \mathcal{X}_1^N, \quad \mathbf{x}_2 = (x_{21}, x_{22}, \dots, x_{2N}) \in \mathcal{X}_2^N,$$

$$\mathbf{y} = (y_1, y_2, \dots, y_N) \in \mathcal{Y}^N,$$

the transition probabilities are given in the following way

$$W^N(\mathbf{y}|\mathbf{x}_1, \mathbf{x}_2) = \prod_{n=1}^N W(y_n|x_{1n}, x_{2n}).$$

The first model of the MAC we investigate is the most general one: the MAC with correlated encoders, it was first studied by Slepian and Wolf [1]. Three independent sources (Fig. 1) create messages to be transmitted by two encoders. One of the sources is connected with both encoders and each of the other two is connected with only one of the encoders.

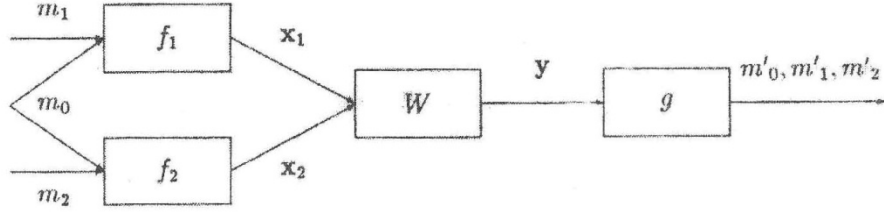


Fig. 1. MAC with correlated encoder inputs

Let $\mathcal{M}_0 = \{1, 2, \dots, M_0\}$, $\mathcal{M}_1 = \{1, 2, \dots, M_1\}$ and $\mathcal{M}_2 = \{1, 2, \dots, M_2\}$ be the message sets of corresponding sources. The code of length N for this model is a collection of mappings (f_1, f_2, g) where $f_1 : \mathcal{M}_0 \times \mathcal{M}_1 \rightarrow \mathcal{X}_1^N$, $f_2 : \mathcal{M}_0 \times \mathcal{M}_2 \rightarrow \mathcal{X}_2^N$ are encodings and $g : \mathcal{Y}^N \rightarrow \mathcal{M}_0 \times \mathcal{M}_1 \times \mathcal{M}_2$ is decoding. The numbers

$$\frac{1}{N} \log M_i, \quad i = 0, 1, 2,$$

are called code rates. We use the logarithmic and exponential functions to the base 2. Denote

$$f_1(m_0, m_1) = \mathbf{x}_1(m_0, m_1), \quad f_2(m_0, m_2) = \mathbf{x}_2(m_0, m_2),$$

$$f(m_0, m_1, m_2) = (f_1(m_0, m_1), f_2(m_0, m_2)),$$

$$g^{-1}(m_0, m_1, m_2) = \{\mathbf{y} : g(\mathbf{y}) = (m_0, m_1, m_2)\},$$

then

$$e(m_0, m_1, m_2) = W^N \{\mathcal{Y}^N - g^{-1}(m_0, m_1, m_2) | f(m_0, m_1, m_2)\},$$

is the error probability of messages m_0 , m_1 and m_2 . We study the average error probability of the cod

$$\bar{e}(f, g, N, W) = \frac{1}{M_0 M_1 M_2} \sum_{m_0, m_1, m_2} e(m_0, m_1, m_2).$$

Let $E > 0$. Nonnegative numbers R_0, R_1, R_2 are called E -achievable rates triple for MAC W , if for any $\delta_i > 0$, $i = 0, 1, 2$, for sufficiently large N there exists a code such that

$$\frac{1}{N} \log M_i \geq R_i - \delta_i, \quad i = 0, 1, 2,$$

and the average error probability satisfies the condition

$$\bar{e}(f, g, N, W) \leq \exp\{-NE\}.$$

The region of all E -achievable rates triples is called the E -capacity region for average error probability and denoted $\bar{\mathcal{C}}(E, W)$. When $E \rightarrow 0$ we obtain the capacity region $\bar{\mathcal{C}}(W)$ of the channel W for average probability of error.

Dueck [2] has shown that in general the maximal error capacity region of MAC is smaller than the corresponding average error capacity region. The determination of the maximal error capacity region of the MAC in various communication situations is still an open problem.

In [1] the achievable rates region of MAC with correlated coders was found, the random coding bound for reliability function was constructed and in [3] the sphere packing bound was obtained.

In the case with $M_0 = 1$ (Fig. 2) we have the classical MAC, first introduced by Shannon [4] and studied by Ahlswede [5], [6] and Van der Meulen [7].

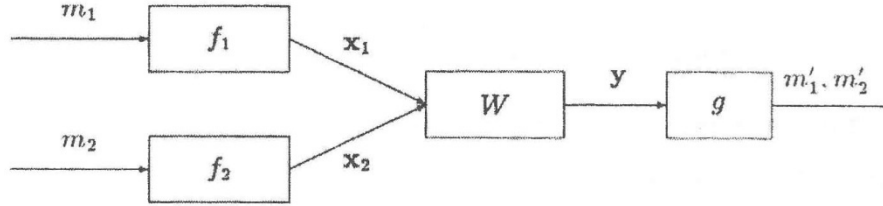


Fig. 2. Regular MAC

Shannon described the capacity region of this channel, Ahlswede obtained a simple characterization of the capacity region.

The model, when $M_1 = 1$ (Fig. 3), is called asymmetric MAC, it was considered by Haroutunian [3]. Here one of two messages have access only to one encoder, whereas the other message have access to both encoders.

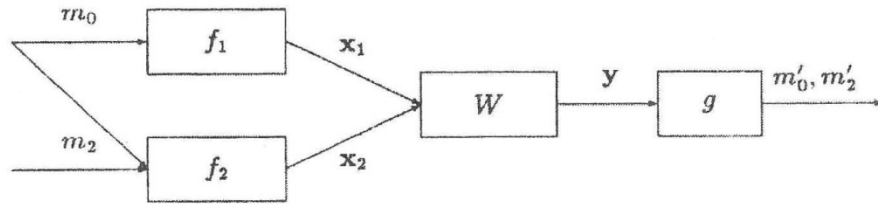


Fig. 3. Asymmetric MAC

Willems and Van der Meulen [12], [13] investigated MAC with cribbing encoders in various communication situations and established the corresponding capacity regions. In this paper we shall consider only one of this configurations (Fig. 4), investigated by van der Meulen [14], when the first coder encodes only after learning the entire codeword produced by the second encoder, which encodes his message m_2 in the usual way.

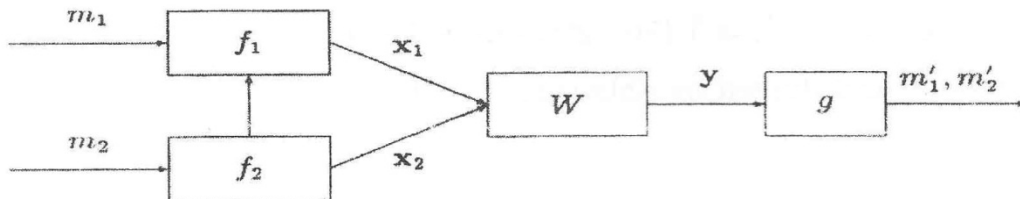


Fig. 4. MAC with cribbing encoders

For above mentioned models the E -apacity regions were investigated in [15], where corresponding sphere packing bounds were obtained, but there was a mistake in the construction of random coding bounds. Here we derive the new inner bounds of E -capacity regions for the same cases.

2. Formulation of results

Let us introduce an auxiliary random variable U with values in a finite set $\mathcal{U}$. Let random variables U, X_1, X_2, Y with values in alphabets $\mathcal{U}, \mathcal{X}_1, \mathcal{X}_2, \mathcal{Y}$ respectively, form Markov chain $U \ominus X_1 X_2 \ominus Y$ and are given by the following probability distributions :

$$P_0 = \{P_0(u), u \in \mathcal{U}\},$$

$$P_i^* = \{P_i^*(x_i|u), x_i \in \mathcal{X}_i, i = 1, 2,$$

$$P^* = \{P_0(u)P_1^*(x_1|u)P_2^*(x_2|u), x_1 \in \mathcal{X}_1, x_2 \in \mathcal{X}_2,$$

$$P = \{P(u, x_1, x_2) = P_0(u)P(x_1, x_2|u), x_1 \in \mathcal{X}_1, x_2 \in \mathcal{X}_2,$$

with $\sum_{x_{3-i}} P(x_1, x_2|u) = P_i^*(x_i|u), i = 1, 2,$

and $P \circ V = \{P_0(u)P(x_1, x_2|u)V(y|x_1, x_2), x_1 \in \mathcal{X}_1,$

where $V = \{V(y|x_1, x_2), x_1 \in \mathcal{X}_1, x_2 \in \mathcal{X}_2, y \in \mathcal{Y}\}$ is some probability matrix.

For our notations of entropies, mutual informations, divergences as well as for the notions of types, conditional types and well known relations we refer to [16], [17], [18]. In the proofs we use the following representation: for $(\mathbf{x}_1, \mathbf{x}_2) \in \mathcal{T}_P^N(X_1, X_2)$, $\mathbf{y} \in \mathcal{T}_{P,V}^N(Y|\mathbf{x}_1, \mathbf{x}_2)$

$$W^N(\mathbf{y}|\mathbf{x}_1, \mathbf{x}_2) = \exp\{-N(H_{P,V}(Y|(X_1, X_2) + D(V||W|P))\}.$$

Note also that $D(P \circ V||P^* \circ W) = D(P||P^*) + D(V||W|P)$

and $D(P||P^*) = I_P(X_1 \wedge X_2|U)$.

To introduce the random coding region $\mathcal{R}_r(E, W)$ we shall use the definition of conditional mutual information among three random variables introduced by Liu and Hughes in [11]:

$$\begin{aligned} I_{P,V}(X_1 \wedge X_2 \wedge Y|U) &= H_{P_1^*}(X_1|U) + H_{P_2^*}(X_2|U) + H_{P,V}(Y|U - \\ &- H_{P,V}(Y, X_1, X_2|U) = I_{P,V}(Y \wedge X_1, X_2|U) + I_P(X_1 \wedge X_2|U). \end{aligned}$$

Then the *random coding* region is

$$\mathcal{R}_r(P^*, E, W) = \{(R_0, R_1, R_2) :$$

$$\begin{aligned} 0 \leq R_i &\leq \min_{P,V:D(P \circ V||P^* \circ W) \leq E} |I_{P,V}(X_i \wedge X_{3-i}, Y|U) + \\ &+ D(P \circ V||P^* \circ W) - E^+, i = 1, 2, \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 0 \leq R_1 + R_2 &\leq \min_{P,V:D(P \circ V||P^* \circ W) \leq E} |I_{P,V}(X_1 \wedge X_2 \wedge Y|U) + \\ &+ D(P \circ V||P^* \circ W) - E^+, \end{aligned}$$

$$R_0 + R_1 + R_2 \leq \min_{P,V:D(P \circ V||P^* \circ W) \leq E} |I_{P,V}(Y \wedge X_1, X_2) + I_P(X_1 \wedge X_2|U) +$$

$$+D(P \circ V \| P^* \circ W) - E|^+\},$$

and

$$\mathcal{R}_r(E, W) = co\{\bigcup_{P^*} \mathcal{R}_r(P^*, E, W)\},$$

where $co\{\mathcal{R}\}$ is the convex hull of the region $\mathcal{R}$.

The *sphere packing* bound obtained in [15] is the following:

$$\mathcal{R}_{sp}(P, E, W) = \{(R_0, R_1, R_2) :$$

$$0 \leq R_i \leq \min_{V: D(V \| W | P) \leq E} I_{P,V}(X_i \wedge Y | U, X_{3-i}), \quad i = 1, 2,$$

$$0 \leq R_1 + R_2 \leq \min_{V: D(V \| W | P) \leq E} I_{P,V}(Y \wedge X_1, X_2 | U),$$

$$R_0 + R_1 + R_2 \leq \min_{V: D(V \| W | P) \leq E} I_{P,V}(Y \wedge X_1, X_2)\},$$

and

$$\mathcal{R}_{sp}(E, W) = co\{\bigcup_P \mathcal{R}_{sp}(P, E, W)\}.$$

Theorem 1. *For all $E > 0$, for MAC with correlated sources*

$$\mathcal{R}_r(E, W) \subset \overline{\mathcal{C}}(E, W) \subset \mathcal{R}_{sp}(E, W).$$

Corollary. When $E \rightarrow 0$, we obtain the inner and outer estimates for the channel capacity region, the expressions of which are similar but differ with the PD P and P^* . The inner bound coincides with the capacity region:

$$R_1 + R_2 \leq I_{P^*, W}(Y \wedge X_1, X_2 | U).$$

$$R_0 + R_1 + R_2 \leq I_{P^*, W}(Y \wedge X_1, X_2)\}.$$

Corresponding results are obtained also for the regular MAC.

For the asymmetric MAC and MAC with cribbing encoders similar outer and inner bounds of E -capacity are obtained, which when $E \rightarrow 0$ are equal and coincide with the capacity region.

The proof of inner bound from theorem 1 is based on the random coding method.

Institute for Informatics and Automation Problems of the NAS of RA and of YSU

Մ. Ե. Հարությունյան

**Արագություն-հուսալիություն տիրույթների նոր ներքին
գնահատականներ որոշակի բազմամուտք կապուղիների համար**

Ուսումնասիրվել են առանց հիշողության դիսկրետ բազմամուտք կապուղիների տարբեր մոդելներ: Ստացվել են E -ունակության տիրույթի նոր ներքին գնահատականներ միջին սխալի հավանականության դեպքում: Երբ հուսալիությունը ձգտում է զրոյի, ստացվում է կապուղու ունակության տիրույթի ներքին գնահատականը: Ընդհանուր բազմամուտք կապուղու դեպքում այդ գնահատականը նման է արդեն հայտնի արտաքին գնահատականին, բայց տարբերվում է հավանականային բաշխումներով: Ասիմետրիկ բազմամուտք կապուղու դեպքում, ինչպես նաև այն մասնավոր դեպքում, երբ կողավորիչներից մեկը տեղեկություն է ստանում մյուս կողավորիչից, ունակության տիրույթների ստացված ներքին գնահատականները հավասար են համապատասխան արտաքին գնահատականներին և համընկնում են արդեն հայտնի ունակության տիրույթների հետ:

М. Е. Арутюнян

**Новые внутренние оценки области скорость-надежность для
определенных каналов множественного доступа**

Исследованы разные модели дискретных каналов множественного доступа без памяти. Получены новые внутренние оценки области E -пропускной способности в случае средней вероятности ошибки. Когда надежность стремится к нулю, получается оценка области пропускной способности канала. В случае общего канала множественного доступа эта оценка похожа на уже известную внешнюю оценку, но отличается вероятностными распределениями. В случае асимметричного канала множественного доступа, а также в том частном случае, когда один из кодеров получает информацию с другого кодера, полученные внутренние оценки областей пропускных способностей равны соответствующим внешним оценкам и совпадают с уже известными областями пропускных способностей.

References

1. *Slepian D., Wolf J. K.* - Bell System Techn. J., 1973 V. 52. P. 1037-1076.
2. *Dueck G.* - Problems of Control and Inform. Theory, 1978. V. 7. N. 1, P. 11-19.
3. *Haroutunian E. A.* - Problemy Peredachi Informatcii, 1975. V. 11. N. 2. P. 22-36.
4. *Shannon C. B.* - IRE National convention record, 1959. part 4. P. 142 -163.
5. *Ahlsvede R. F.* - Proc. 2nd Intern. Sympos. Inform. Theory. Tsahkadsor, Armenia, 1971, Budapest: Akad. Kiado, 1973. P. 23-52.
6. *Ahlsvede R. F.* - . Probability, 1974. V. 2. N. 2. P. 805-814.
7. *Van der Meulen E. C.* - cru Proc. 2nd Intern. Sympos. Inform. Theory. Tsahkadsor, Armenia, 1971, Budapest: Akad. Kiado, 1973. P. 103-135.
8. *Liu Y. S., Hughes B. L.* - IEEE Trans. Inform. Theory. March 1996. V. IT-42. P. 376-386.
9. *Willems F. M. J.* - P.h.D. dissertation, Katholieke university, Leuven. 1982. 156 p.
10. *Willems F. M. J., E. C. Van der Meulen* - IEEE Trans. Inform. Theory. 1985. V. IT-31 N. 3. P. 313-327.
11. *E. C. Van der Meulen.* - IEEE Trans, on Inform. Theory. 1977. V IT-23. N. 1. P. 1-37.
12. *Haroutunian E. A., Haroutunian M. E., Avetissian A. E.* - Izvestiya Akademii Nauk Armenii, Matematika. 1992. V. 27. N. 5.
13. *Csiszar I., Körner J.* - Information Theory. Coding Theorems for Discrete Memoryless Systems, Budapest: Akad. Kiado, 1981.
14. *Csiszar I.,* - IEEE Trans. Inform. Theory 1998. Y. IT-44. P. 2505-2523.
15. *Haroutunian E. A., Haroutunian M. E.* - Problemy Peredachi Informatcii 1998. V. 34. N. 3. P. 7-16.

ТЕОРИЯ УПРАВЛЕНИЯ

УДК 62.50

Д. И. Бардзокас

О задаче граничного управления колебательной системой

(Представлено академиком Л. А. Агаловяном 29/X 2001)

В статье приводится решение задачи граничного управления системой в широком классе пространств.

1. Поиску оптимального граничного управляющего воздействия для системы с распределенными параметрами посвящено большое число работ [1-17]. Как известно, первые публикации на эту тему принадлежат А. Г. Бутковскому. Методы решения этих задач состоят в сведении их к некоторой проблеме моментов в гильбертовом пространстве.

Предлагаемый в настоящей статье подход, не использующий метода моментов, позволяет решить задачу в широком классе пространств, включая $L^p[0, T]$, $1 \leq p \leq \infty$. При этом предполагается, что граничные операторы имеют достаточно общий вид, но одинаковы на левом и правом концах. Синтез предложенного здесь метода и метода моментов позволит найти оптимальное управление и в других случаях.

2. Обратимся непосредственно к задаче оптимального управления однородной распределенной системы, закон движения которого описывается уравнением

$$\frac{\partial^2 Q}{\partial t^2} = \frac{\partial^2 Q}{\partial x^2}, \quad Q = Q(x, t), \quad 0 \leq x \leq 1, \quad t > 0, \quad (1)$$

при начальных и граничных условиях

$$Q(x, 0) = Q_0(x), \quad \frac{\partial Q}{\partial t}(x, 0) = Q_1(x), \quad 0 \leq x \leq 1, \quad (2)$$

$$L[Q]|_{x=0} = u(t), \quad L[Q]|_{x=1} = 0, \quad (3)$$

с граничным оператором L , определяемым формулой

$$L[Q] = \sum_{j=0}^r \left(a_j(t) \frac{\partial^j Q}{\partial x^j} + b_j(t) \frac{\partial^j Q}{\partial t^j} \right), \quad (r = 0, 1), \quad (4)$$

где $a_j(t), b_j(t)$ периодические с периодом 1 функции.

Пусть B — одно из функциональных пространств $L_{\Phi, \sigma}$ определяемое неубывающей функцией $\sigma(t)$ с нормой

$$\|u\| = \Phi^{-1} \left(\int_0^T \Phi(|u(t)|) d\sigma(t) \right).$$

Дополнительно предположим, что обобщенная функция $d\sigma(t)/dt$ является периодической с периодом 2. Пространства $L_\sigma^p[0, T], L^p[0, T]$ при $1 \leq p < \infty$ принадлежат семейству $\{L_{\Phi, \sigma}\}$. Кроме того, пространства $L^\infty[0, T]$ или, в общем случае, пространства $L_{p(t)}^\infty[0, T]$, где существенно ограниченная $p(t) \geq 0$ на $[0, T]$, с нормой

$$\|u\| = \text{vrai max}_{[0, T]} (p(t)|u(t)|), \quad (5)$$

также включаются с "сферу" рассмотрения.

Функция $u(t)$ из (3) является управляющей. Она принадлежит одному из отмеченных пространств и выбирается из следующих условий: 1) $u(t)$ такова, что

$$Q(x, T) = R_0(x), \quad \frac{\partial Q}{\partial t}(x, t) = R_1(x), \quad 0 \leq x \leq 1 \quad (6)$$

с заданными $R_0(x), R_1(x)$; 2) $\|u\|_B \rightarrow \min$.

Итак, задача состоит в выборе управления $u \in B$ такого, что $Q(x, t)$ переходит за время T из начального состояния (2) в конечное состояние (6) с минимальными "затратами" $\|u\|_B$. В качестве "затрат" может фигурировать и норма некоторой производной управляющей функции: $\|u^{(s)}\|_B \rightarrow \min$.

3. Общее решение уравнения (1) можно записать в виде $Q(x, t) = \varphi(t - x + 1) + \psi(t + x)$, где φ и ψ — произвольные дважды дифференцируемые функции с областью определения $[0, T + 1]$. Из условий (6) получаем

$$\begin{aligned} \varphi(T + 1 - x) &= \frac{1}{2} [R_0(x) - R_1^*(x) + C^{(2)}], \\ \psi(T + 1) &= \frac{1}{2} [R_0(x) + R_1^*(x) - C^{(2)}], \quad 0 \leq x \leq 1, \end{aligned} \quad (7)$$

где C^2 произвольная постоянная, а

$$Q_1^*(x) = \int_0^x Q_1(s) ds, \quad R_1^*(x) = \int_0^x R_1(s) ds.$$

Пусть $T = 2k + \varepsilon$, $k \geq 1$, — целое положительное число, $0 \leq \varepsilon < 2$. Подставим $Q(x, t) = \varphi(t - x + 1) + \psi(t + x)$ в (3) и предположим $c_j(t) = (-1)^j a_j(t) + b_j(t)$, $d_j(t) = a_j(t) + b_j(t)$.

Тогда

$$\sum_j [c_j(t)\varphi^{(j)}(t+1) + d_j(t)\psi^{(j)}] = u(t), \quad (8)$$

$$\sum_j [c_j(t)\varphi^{(j)}(t) + d_j(t)\psi^{(j)}(t+1)] = 0, \quad 0 \leq t \leq T \quad (9)$$

Используя выражение (9) найдем

$$u(t) = \omega(t) - \omega(t+2), \quad 0 \leq t \leq T-1, \quad (10)$$

где

$$\omega(t) = \sum_j d_j(t)\psi^{(j)}(t), \quad 0 \leq t \leq T+1.$$

Определение $\omega(t)$ можно дополнить с помощью (7) и (9) следующим образом:

$$\omega(t) = -\sum_j c_j(t)\psi^{(j)}(t-1), \quad T+1 \leq t \leq T+2, \quad (11)$$

что справедливо при всех t : $0 \leq t \leq T$.

Лемма. Пусть $B = L_{\Phi, \sigma}[0, T]$. Для любых $f_0, f_1, \dots, f_k \in B$ справедливо неравенство

$$\frac{1}{k+1} \sum_{m=0}^k \int_0^T \Phi(f_m(t)) d\sigma(t) \geq \int_0^T \Phi\left(\frac{1}{k+1} \left| \sum_{m=0}^k f_m(t) \right| \right) d\sigma(t), \quad (12)$$

в котором равенство достигается при $f_0(t) = f_1(t) = \dots = f_k(t)$.

Разобьем $[0, T]$ на частичные интервалы $I_m[2m, 2m + \varepsilon), m = 0, 1, \dots, k; I_m[2m + \varepsilon, 2m + 2), m = 0, 1, \dots, k-1$, и с учетом леммы для оптимального управления $u^0(t)$ получим следующие выражения:

$$\begin{aligned} u^0(t) &= \frac{1}{2(k+1)} \left\{ \sum_j d_j(t)[Q_0^{(j)}(t) + Q_1^{*(j)}(t)] + \sum_j c_j(t)(-1)^j \times \right. \\ &\quad \times [R_0^{(j)}(\varepsilon - t) - R_1^{*(j)}(\varepsilon - t)] - d_0(t)c \left. \right\}, \quad 0 \leq t \leq \varepsilon, \\ u^0(t) &= \frac{1}{2k} \left\{ \sum_j d_j(t)[Q_0^{(j)}(t) + Q_1^{*(j)}(t)] - \sum_j d_j(t) \times \right. \\ &\quad \times [R_0^{(j)}(t - \varepsilon) + R_1^{*(j)}(t - \varepsilon)] - d_0(t)c \left. \right\}, \quad \varepsilon < t \leq 1, \\ u^0(t) &= \frac{1}{2k} \left\{ -\sum_j c_j(t)(-1)^j [Q_0^{(j)}(2 - t) - Q_1^{*(j)}(2 - t)] - \sum_j d_j(t) \times \right. \\ &\quad \times [R_0^{(j)}(t - \varepsilon) + R_1^{*(j)}(t - \varepsilon)] - d_0(t)c \left. \right\}, \quad 1 < t \leq 1 + \varepsilon, \\ u^0(t) &= \frac{1}{2k} \left\{ -\sum_j c_j(t)(-1)^j [Q_0^{(j)}(2 - t) - Q_1^{*(j)}(2 - t)] + \sum_j c_j(t)(-1)^j \times \right. \\ &\quad \times [R_0^{(j)}(\varepsilon + 2 - t) - R_1^{*(j)}(\varepsilon + 2 - t)] - d_0(t)c \left. \right\}, \quad 1 + \varepsilon < t \leq 2, \\ c &= c^{(1)} - c^{(2)}, \quad u(t+2) = u(t) \quad (t > 0), \end{aligned} \quad (13)$$

где

$$\min \|u\|_{L_{\Phi,\sigma}} = \|u^0\| = \Phi^{-1} \int_0^T \Phi(|u^0(t)|) d\sigma(t).$$

Случай $1 \leq \varepsilon < 2$ рассматривается аналогично. Функция $u^0(t)$ описывается формулами (13) с тем лишь отличием, что t изменяется в интервалах $[0, \varepsilon - 1)$, $[\varepsilon - 1, 1)$, $[1, \varepsilon)$, $[\varepsilon, 2]$.

При минимизации нормы управления $u(t)$ в пространствах $L_{p(t)}^\infty[O, T]$ с нормой (5) рассуждаем несколько иначе. Вместо (12) используется очевидное неравенство

$$\max_{0 \leq j \leq k} \{\|f_j\|\} \geq \frac{1}{k+1} \sum_{j=0}^k \|f_j\| \geq \frac{1}{k+1} \left\| \sum_{j=0}^k f_j \right\|, \quad f_j \in L_{p(t)}^\infty, \quad (14)$$

равенство в котором достигается при $f_0 = f_1 = \dots = f_k$.

Итак, получим следующее утверждение.

Теорема. Пусть $s = 0, T \geq 2$. В каждом из пространств $L_{\Phi,\sigma}[0, T], L_{p(t)}^\infty[0, T]$ – задача граничного оптимального управления имеет решение, общее для всех пространств. Оптимальная управляющая функция является 2- периодичной, заданной кусочно на периоде выражениями (13).

4. Рассмотрим некоторые конкретные ситуации. Пусть граничные условия (3) отвечают условию закрепления концов: $Q(0, t) = u(t)$, $Q(1, t) = 0$. В этом случае $c_0(t) \equiv 1, d_0(t) \equiv 1$, $c_j(t) = d_j(t) \equiv 0$ при $j \geq 1$. Найдем ответ в задаче "успокоения" [2], когда $R_0 x = R_1(x) \equiv 0$. Из теоремы следует, что оптимальное управление $u^0(t)$ в каждом из пространств $L_{\Phi,\sigma}$ и $L_{p(t)}^\infty$ выражается формулой $u^0(t+2) = u^0(t)$ и

$$u^0(t) = \begin{cases} (2(k+1))^{-1}[Q_0(t) + Q_1^*(t) - c], & 0 \leq t \leq \varepsilon, \\ (2k)^{-1}[Q_0(t) + Q_1^*(t) - c], & \varepsilon < t \leq 1, \varepsilon < 1, \\ (2k)^{-1}[-Q_0(2-t) + Q_1^*(2-t) - c], & 1 < t \leq 2. \end{cases}$$

Пусть $L[f] = \partial f / \partial x$ и $Q_0(x) = Q_1(x) \equiv 0$. В этом случае $u^0(t+2) = u^0(t)$ и

$$u^0(t) = \begin{cases} (2(k+1))^{-1}[R'_0(\varepsilon-t) - R_1(\varepsilon-t)], & 0 \leq t \leq \varepsilon, \\ (2k)^{-1}[-R'_0(t-\varepsilon) - R_1(t-\varepsilon)], & \varepsilon < t < 1+\varepsilon, \\ (2k)^{-1}[R'_0(2+\varepsilon-t) - R_1(2+\varepsilon-t)], & 1+\varepsilon < t \leq 2. \end{cases}$$

По поводу этого примера заметим, что фактически вместо условий (3) здесь использованы дифференциальные условия (3) и потому оптимальное движение $Q(x, t)$ определяется с точностью до движения стержня как твердого тела. В отличие от рассмотренной здесь задачи в работе [11] исследования проводятся в пространстве $L^2[0, T]$.

5. Сформулированная теорема позволяет также найти решение задачи в случае одинаковых и различных операторов.

Отметим некоторые простые случаи:

- (a) $L[Q]|_{x=0} = u(t)$, $Q|_{x=1} = 0$;
- (b) $L[Q]|_{x=0} = u(t)$, $\frac{\partial Q}{\partial x}|_{x=1} = 0$.

В задаче (а) при $a_{2j+1}(t) \equiv 0$, $j = 0, 1, \dots$ решение определяется доказанной теоремой. В той же задаче при $a_{2j}(t) + b_{2j}(t) \equiv 0$, $b_{2j+1}(t) \equiv 0$, $j = 0, 1, \dots$ так же можно найти ответ, в котором $u^0(t+2) = -u^0(t)$. Чтобы не усложнять выкладки, рассмотрим случай $Q(0, t) = u(t)$, $(\partial Q / \partial x)(1, t) = 0$. Граничные условия приводят к равенствам

$$u(t) = \begin{cases} \psi(t) + \psi(t+2) + c, & 0 \leq t \leq T-1 \\ \psi(t) + \psi(t+2), & T-1 < t \leq T \end{cases} \quad c = \text{const}$$

Если принять $\omega(t) = \psi(t) + c/2$, $0 \leq t \leq T+1$ и $\omega(t) = \varphi(t-1)$, $T+1 < t \leq T+2$, то $u(t) = \omega(t) + \omega(t+2)$, $0 \leq t \leq T+2$. Полагая в (12) $f_m(t) = (-1)^m [\omega(t+2m) + \omega(t+2m+2)]$, находим оптимальное управление $u^0(t)$, относительно которого отметим $u^0(t+2) = -u^0(t)$.

В задаче (b) при $a_{2j+1}(t) \equiv 0$ вновь $u^0(t+2) = -u^0(t)$, а при $a_{2j}(t) + b_{2j}(t) \equiv 0$, $b_{2j+1}(t) \equiv 0$ ответ следует из теоремы.

Вместо граничного управления можно рассмотреть также распределенное управление $v(x)w(t)$ в правой части уравнения (1) с заданной функцией $v(x)$. Эти задачи сводятся к проблеме моментов, которая позволяет сформулировать эквивалентную задачу граничного управления.

Работа выполнена в рамках договора о научном сотрудничестве между Афинским национальным техническим университетом и Институтом механики НАН РА.

Афинский национальный технический университет

Դ. Ի. Բարձուկաս

Տատանողական համակարգի եզրային կառավարման խնդրի մասին

Հոդվածում առաջարկվող մոտեցումը, որը չի օգտագործում մոմենտների տեսության մեթոդը, թույլատրում է ֆունկցիոնալ տարածությունների բավականաչափ լայն դասերում լուծել տատանողական համակարգի օպտիմալ եզրային կառավարման խնդիրը: Ընդ որում ենթադրվում է, որ եզրային օպերատորները ունեն բավականաչափ ընդհանուր տեսք, բայց միջակայքի ծայրակետերում ունեն նույն արժեքները: Այստեղ առաջարկվող մեթոդը հնարավորություն է տալիս գտնել օպտիմալ կառավարման ֆունկցիան նաև այլ դեպքերում: Դիտարկված են մասնավոր դեպքեր:

Литература

1. Акуленко Л. Д. - Прикл. математика и механика. 1981. Т. 45. Вып. 6. С 1095-1103.
2. Акуленко Л. Д., Болотник Н. Н. - Механика твердого тела. 1984. №2. С. 35-41.
3. Акуленко Л. Д., Болотник Н. Н. - Прикл. математика и механика. 1980. Т.44. Вып.1. С.22-31.
4. Акуленко Л. Д., Гукасян А. А. - Механика твердого тела. 1983, №5. С.33-41.
5. Болотник Н. Н., Гукасян А. А. - Механика твердого тела. 1984. №4. С.38-46,
6. Бутковский А. Г. Методы управления системами с распределенными параметрами. М. Наука. 1975. 568 с.
7. Бутковский А. Г. - Автоматика и телемеханика. 1979. №11. С. 112-140.
8. Бутковский А. Г., Пустыльников Л. М. - Теория подвижного управления системами с распределенными параметрами. М. Наука. 1980. 380 с.
9. Данилов В. Я., Фоменко А. В. - Вычисл. и прикл. математика. 1982. Вып. 47. С. 24-37.
10. Зигмунд А. - Тригонометрические ряды. М. Мир, 1965. 450 с.
11. Комков В. - Теория оптимального управления демпфирования колебаний упругих систем. М. Мир. 1975. 160 с.
12. Лионс Ж.-Л. - Оптимальное управление системами, описываемыми уравнениями с частными производными. М. Мир. 1972. 415 с.
13. Сиразетдинов Т. К. Оптимизация систем с распределенными параметрами. М. Наука. 1977. 311 с.
14. Троцкий В. А. Оптимальные процессы колебаний механических систем. Л. Машиностроение. 1976. 248 с.
15. Borrelli R. L. Differential Equation Models. 1983. P. 310-329.
16. Eichenauer W. Zeitschr. Fur Analises und ihre Anwendugen. 1983. Bd. 2(4). P. 299-308.
17. Lions J.-L. - Free Boudary Probl. Proc. Seminar. Pavia. 1980. V.2. P. 24-40., R.I., 1969.

ФИЗИКА

УДК 535.016

А. М. Ишханян, Г. П. Черников

Поляритонные спектры для двух специфических симметричных структур

(Представлено академиком Р. А. Казаряном 30/V 2001)

1. Развитие теории поверхностных поляритонов (специального класса поверхностных электромагнитных волн) в многослойных структурах является задачей, имеющей большой практический интерес [1]. Под поверхностным поляритоном понимается локализованная поверхностная электромагнитная волна (с уменьшающейся до нуля амплитудой при неограниченном удалении от границы), распространяющаяся вдоль границы раздела сред с различными электрическими и магнитными свойствами [1,2].

Для волн ТМ типа, когда $\mathbf{H} = (0, \tilde{H}e^{i\omega t}, 0)$, распространяющихся в линейной локально-изотропной среде с зависящей только от одной из координат диэлектрической проницаемостью $\tilde{\epsilon} = \tilde{\epsilon}(z)$ ($\tilde{\epsilon} = \epsilon - i4\pi\sigma/\omega$, σ — проводимость среды), $\mu = \text{const}$, амплитуда бегущей волны, распространяющейся вдоль оси x , $\tilde{H}(x, y, z, t) = H(z)e^{ikx}$, описывается линейным обыкновенным дифференциальным уравнением [2]

$$\frac{d^2 H}{dz^2} - \frac{1}{U} \frac{dU}{dz} \frac{dH}{dz} - (k^2 + U)H = 0, \quad (1)$$

где принято обозначение $U(z) = -\omega^2 \mu \tilde{\epsilon}(z)/c^2$. Аналогичное уравнение для ТЕ моды электромагнитных волн в таких средах, как известно, совпадает с хорошо изученным одномерным стационарным уравнением Шредингера [2,3]

$$\frac{d^2 E}{dz^2} - (k^2 + U)E = 0. \quad (2)$$

В оптике уравнение (1) имеет смысл называть поляритонным, а уравнение (2) — волноводным. Подобная терминология обоснована тем, что первое уравнение описывает волны, локализованные около одной-единственной границы (поляритонные волны), а второе уравнение допускает локализацию волн (волноводных мод) только при наличии двух стенок, т.е. при наличии волновода, или, по квантовомеханической терминологии, потенциальной ямы.

Очевидно, что в общем случае произвольных градиентных профилей диэлектрической проницаемости поляритонное уравнение с математической точки зрения намного сложнее волноводного. Действительно, если функция $\tilde{\epsilon}(z)$ имеет нули (точнее, при наличии полюсов у ее логарифмической производной), то в уравнении (1) появляются дополнительные особые точки [4]. В зависимости от характера прохождения нуля эти особые точки могут быть как регулярными, так и иррегулярными. Но в любом случае, даже если дополнительные особые точки регулярны, задача намного усложняется, так как соответствующий математический аппарат в настоящее время недостаточно развит [4]. Косвенным подтверждением этого является и то, что первые аналитические решения уравнения (1) для простейших структур, для которых профиль диэлектрической проницаемости имеет нули, были получены лишь недавно [5,6].

Следует заметить, что поскольку $\epsilon(z)$ является комплекснозначной функцией, то предположение о наличии строгого нуля у этой функции не является физически разумным. Однако, со строгой математической точки зрения, этого предположения фактически не требуется. Дополнительные особенности в уравнении (1) возникают, строго говоря, если логарифмическая производная $U(z)$ в некоторых точках комплексной z -плоскости (т.е. при формальном рассмотрении пространственной координаты z в качестве комплексной переменной) имеет (дополнительные) полюса [4]. Поскольку подобная ситуация по сути аналогична случаю, когда профиль диэлектрической проницаемости действителен и пересекает ноль в каких-то точках пространства, то естественным первым шагом в изучении роли дополнительных особенностей является рассмотрение идеализированных случаев без потерь с наличием нулей в профиле диэлектрической проницаемости. В настоящей работе изучается именно такая ситуация: всюду ниже предполагается, что все рассматриваемые параметры действительны. Целью работы является дальнейшее изучение специфической роли указанного дополнительного члена путем сравнения решений поляритонного уравнения с решениями волноводного аналога для определенных модельных структур.

Сначала мы обсуждаем точное аналитическое решение поляритонной задачи (в гипергеометрических функциях Гаусса) для модельной симметричной трехслойной структуры с нулевыми предельными значениями диэлектрической проницаемости при $z \rightarrow \pm\infty$ [2]. Это специфическая модель, не порождающая дополнительных особых точек. Как известно, в случае металлов локализованных решений нет. В случае же диэлектриков для волновых чисел поляритонов получаются два конечных набора дисперсионных соотношений. При этом дисперсионные соотношения из одного набора описывают поляритоны, являющиеся четными функциями z , а дисперсионные соотношения из другого набора описывают нечетные по z поляритоны. Так как число мод растет с ростом $\tilde{\epsilon}(0) > 0$, то в целом поведения ТМ и ТЕ волн при данном профиле, как и следовало ожидать, качественно схожи.

Далее для сравнения мы рассматриваем модель, которая в противоположность предыдущему случаю порождает дополнительную особую точку. Это — параболическая модель с нулем в точке $z = 0$. Отличительным свойством данной модели с неограниченно растущими предельными значениями является существование единственной моды при $\tilde{\epsilon}(z = \pm\infty) = -\infty$

(металлическая среда) и отсутствие поверхностных волн при $\tilde{\varepsilon}(z = \pm\infty) = +\infty$. (Как показано в [6], при профиле с аналогичным параболическим касанием нуля, но с конечными отрицательными предельными значениями существует также единственный поляритон, а при положительных предельных значениях либо не существует (при больших $\tilde{\varepsilon}_{\pm\infty}$), либо существуют два поляритона (при достаточно малых $\tilde{\varepsilon}_{\pm\infty}$). Как хорошо известно, в аналогичном волноводном [2] и квантовомеханическом [3] случаях число мод (связанных состояний гармонического осциллятора) бесконечно.

2. Первая симметричная структура, рассматриваемая в настоящей работе, задается следующей зависимостью диэлектрической проницаемости от пространственной координаты

$$\tilde{\varepsilon}(z) = \tilde{\varepsilon}_0 \left[1 - \operatorname{th}^2 \left(\frac{z - z_0}{2\tau} \right) \right], \quad (3)$$

которая соответствует функции $U(z) = V_0 \left[1 - \operatorname{th}^2 \left(\frac{z - z_0}{2\tau} \right) \right]$, $V_0 = -\frac{\omega^2 \mu}{c^2} \tilde{\varepsilon}_0$. Если применить к уравнению (1) преобразование независимой переменной $\xi = \operatorname{th} \left(\frac{z - z_0}{2\tau} \right)$, взаимно однозначно отображающее интервал $(-\infty, +\infty)$ на отрезок $[-1, +1]$, то данное уравнение преобразуется в уравнение с рациональными коэффициентами, относящееся к фуксову типу [4]:

$$\frac{d^2 H}{d\xi^2} - \frac{4(k^2 + V_0(1 - \xi^2))\tau^2}{(1 - \xi^2)^2} H = 0. \quad (4)$$

Еще одна замена независимой переменной $\xi^2 = \zeta$ (квадратичное преобразование, отображающее $[-1, 1]$ на $[0, 1]$) и замена искомой функции

$$H(\zeta) = (1 - \zeta)^{(1 + \sqrt{1 + 4\tau^2 k^2})/2} u(\zeta) \quad (5)$$

приводит исходное уравнение (1) к канонической форме гипергеометрического уравнения Гаусса [4, 7]:

$$\frac{d^2 u}{d\zeta^2} + \left(\frac{1/2}{\zeta} + \frac{1 + \sqrt{1 + 4k^2 \tau^2}}{\zeta - 1} \right) \frac{du}{d\zeta} + \frac{1/4 + (k^2 + V_0)\tau^2 + \sqrt{1/4 + k^2 \tau^2}/2}{\zeta(\zeta - 1)} u = 0. \quad (6)$$

Произвольное решение этого уравнения представляет собой линейную комбинацию двух частных линейно независимых решений, в качестве которых могут быть выбраны функции [4, 7] ${}_2F_1(a, b, c, \zeta)$ с параметрами

$$a, b = \frac{1}{4} + \sqrt{\frac{1}{4} + k^2 \tau^2} \pm \sqrt{\frac{1}{16} - V_0 \tau^2}, \quad c = \frac{1}{2} \quad (7)$$

и $\sqrt{\zeta} {}_2F_1(a', b', c', \zeta)$, где

$$a' = a + \frac{1}{2}, \quad b' = b + \frac{1}{2}, \quad c' = \frac{3}{2} \quad (8)$$

Отметим, что функция ${}_2F_1(a, b, c, \zeta)$ после обратной замены $\zeta \rightarrow z$ будет четной функцией z , а $\sqrt{\zeta} {}_2F_1(a', b', c', \zeta)$ — нечетной. Очевидно, оба эти линейно независимых решения ограничены при $\zeta = 0$.

Рассмотрим теперь, как ведут себя эти решения при $\zeta \rightarrow 1$. По известной формуле аналитического продолжения гипергеометрических функций Гаусса [7] видно, что ${}_2F_1(a, b, c, \zeta)$ ограничена при $\zeta \rightarrow 1$, только если a или b равны нулю или отрицательному целому числу (так как $c - a - b = -\sqrt{1 + 4\tau^2 k^2} < 0$ и потому $(1 - \zeta)^{c-a-b}$ расходится при $\zeta \rightarrow 1$). Так как всегда $a > 0$, то ${}_2F_1(a, b, c, \zeta)$ является ограниченной на $[0, 1]$ только тогда, когда $b = -n$ или

$$\frac{1}{4} + \sqrt{\frac{1}{4} + k^2 \tau^2} - \sqrt{\frac{1}{16} - V_0 \tau^2} = -n, \quad n = 0, 1, 2, \dots, n_{\max}, \quad (9)$$

где $n_{\max}$ есть целая часть величины $\sqrt{\frac{1}{16} - V_0 \tau^2} - 3/4$.

Ограниченности ${}_2F_1(a, b, c, \zeta)$ на $[0, 1]$ достаточно для существования локализованного решения. Действительно, так как $(1 - \zeta)^{(1 + \sqrt{1 + 4\tau^2 k^2})/2} \rightarrow 0$ при $\zeta \rightarrow 1$, то $H(\xi = \pm 1) = H(z = \pm \infty) = 0$ и условие существования поляритона выполнено. Заметим еще, что при выполнении условия (9) ${}_2F_1(a, b, c, \zeta)$ является полиномом n -го порядка, который удобно выразить через так называемые гипергеометрические полиномы $G_n(\beta, c, \zeta) = {}_2F_1(-n, n + \beta, c, \zeta)$ [4], представляющие собой обобщение хорошо известных ортогональных полиномов Якоби и их различных спецификаций, таких, как полиномы Лежандра и Гегенбауэра [4, 7]. Окончательно соотношение (5) дает нам набор поляритонных решений, записанных для переменной ζ в виде

$$H_{1n}(\zeta) = H_0(1 - \zeta)^{(1 + \sqrt{1 + 4k_{1n}^2 \tau^2})/2} G_n\left(\frac{1}{2} + \sqrt{1 + 4k_{1n}^2 \tau^2}, \frac{1}{2}, \zeta\right), \quad H_0 = \text{const}. \quad (10)$$

Для исходной пространственной переменной z данное поляритонное решение уравнения (1) выглядит так:

$$H_{1n} = H_0 \left(1 - \text{th}^2\left(\frac{z - z_0}{2\tau}\right)\right)^{\frac{1 + \sqrt{1 + 4k_{1n}^2 \tau^2}}{2}} G_n\left(\frac{1}{2} + \sqrt{1 + 4k_{1n}^2 \tau^2}, \frac{1}{2}, \text{th}^2\left(\frac{z - z_0}{2\tau}\right)\right). \quad (11)$$

Как видно, это — набор четных по z функций. Разрешая (9) относительно k , получаем дисперсионное соотношение для волнового числа

$$k_{1n}^2 \tau^2 = -\frac{1}{4} + \left[-\left(n + \frac{1}{4}\right) + \sqrt{\frac{1}{16} - V_0 \tau^2}\right]^2. \quad (12)$$

Совершенно аналогичные рассуждения можно провести для другого решения уравнения (6) — $\sqrt{\zeta} {}_2F_1(a', b', c', \zeta)$. В этом случае при выполнении равенств $b' = -n$ или

$$\frac{3}{4} + \sqrt{\frac{1}{4} + k^2 \tau^2} - \sqrt{\frac{1}{16} - V_0 \tau^2} = -n, \quad n = 0, 1, 2, \dots, n_{\max} \quad (13)$$

(теперь $n_{\max}$ есть целая часть величины $\sqrt{1/16 - V_0 \tau^2} - 5/4$) мы получаем другой набор поляритонных решений уравнения (1). Решения эти для исходной пространственной переменной z имеют вид

$$H_{2n} = H_0 \left(1 - \operatorname{th}^2 \left(\frac{z - z_0}{2\tau} \right) \right)^{\frac{1 + \sqrt{1 + 4k_{2n}^2 \tau^2}}{2}} \operatorname{th} \left(\frac{z - z_0}{2\tau} \right) \times \times G_n \left(\frac{3}{2} + \sqrt{1 + 4k_{2n}^2 \tau^2}, \frac{3}{2}, \operatorname{th}^2 \left(\frac{z - z_0}{2\tau} \right) \right). \quad (14)$$

Как видно, поляритоны данного набора являются нечетными функциями z . Соответствующее дисперсионное соотношение имеет вид

$$k_{2n}^2 \tau^2 = -\frac{1}{4} + \left[-\left(n + \frac{3}{4} \right) + \sqrt{\frac{1}{16} - V_0 \tau^2} \right]^2. \quad (15)$$

В случае металлов ($V_0 \sim -\tilde{\epsilon}_0 > 0$), а также диэлектриков с $V_0 > -1/(2\tau^2)$ условия (9) или (13) не выполняются ни для каких $n \geq 0$. Следовательно, локализованных решений нет. А в диэлектрических средах с $V_0 < -1/(2\tau^2)$ существуют, вообще говоря, два конечных набора локализованных ТМ волн. Поверхностные электромагнитные волны, принадлежащие набору, описываемому дисперсионным соотношением (12), являются четными функциями пространственной координаты. Дисперсионное же соотношение (15) описывает другой конечный набор поляритонных волн, представляющих собой нечетные функции координаты.

Здесь стоит вновь обсудить одно важное обстоятельство. Как уже было сказано выше, наличие дополнительного члена в уравнении для ТМ моды могло бы привести к отличиям в условиях существования локализованных решений для соответствующих волн (см., например, [6], где рассмотрена ситуация для профиля $\tilde{\epsilon}(z) = \tilde{\epsilon}_0 \operatorname{th}^2 \left(\frac{z - z_0}{2\tau} \right)$). Однако в случае, рассмотренном выше наличие члена $-\frac{1}{U} \frac{dU}{dt} \frac{dH}{dz}$, как видим, не приводит к качественным отличиям. В самом деле, уравнение ТЕ волны — это одномерное стационарное уравнение Шредингера с $U(z)$ в качестве потенциала. При $\tilde{\epsilon}_0 < 0$ профиль U представляет собой потенциальный барьер, и хорошо известный результат квантовой механики говорит, что в данном случае связанных состояний нет [3]. При $\tilde{\epsilon}_0 > 0$ профиль U представляет собой потенциальную яму. Как известно, тогда существует конечное число связанных состояний квантовомеханической частицы [3]. При этом количество связанных состояний растет с увеличением глубины потенциальной ямы (т.е. с ростом $\tilde{\epsilon}_0$ в нашем случае). Причиной отсутствия качественных различий между ТМ и ТЕ волнами, очевидно, является то, что, во-первых, данный профиль (3) не добавляет новых особых точек в уравнение (1) по сравнению с уравнением (2) и, во-вторых, не изменяет ранг сингулярности уже имеющихся особых точек, $z = 0, \pm\infty$.

3. Рассмотрим теперь профиль диэлектрической проницаемости, который радикально отличается от предыдущего тем, что соответствующее поляритонное уравнение имеет дополнительную особую точку по сравнению с волноводным. Одним из простейших подобных профилей является параболический, имеющий единственный ноль в точке, скажем, $z = 0$:

$$\tilde{\varepsilon}(z) = \pm z^2/\tau^2, \quad (16)$$

где параметр τ задает кривизну профиля. Очевидно, что знак плюс соответствует диэлектрической среде, а знак минус – металлической.

Исходное поляритонное уравнение (1) для данного профиля

$$\frac{d^2 H}{dz^2} - \frac{2}{z} \frac{dH}{dz} - (k^2 + Gz^2)H = 0, \quad G = -\left(\pm \frac{\omega^2 \mu}{c^2 \tau^2}\right) \quad (17)$$

имеет три особые точки: $z = 0, \pm\infty$. Как видно, наличие второго слагаемого никак не затронуло характер сингулярностей в особых точках $z = \pm\infty$. При этом дополнительная особенность в точке $z = 0$ – чисто результат наличия нуля у профиля (16) в данной точке. Как мы убедимся, наличие этой особой точки, несмотря на то, что это регулярная особая точка, существенным образом меняет условия существования локализованных решений.

После замены зависимой переменной $H(z) = e^{-\sqrt{G}z^2/2}u(z)$ уравнение (17) принимает вид

$$\frac{d^2 u}{dz^2} - 2\left(\sqrt{G}z + \frac{1}{z}\right)\frac{du}{dz} - (k^2 - \sqrt{G})u = 0. \quad (18)$$

При $k^2 = \sqrt{G}$ это уравнение решается тривиально. В результате для магнитного поля получаем простое выражение:

$$H = e^{-\sqrt{G}z^2/2} \left(C_1 + C_2 \int_0^z z^2 e^{\sqrt{G}z^2} dz \right). \quad (19)$$

Второе слагаемое неограниченно растет при $z \rightarrow \pm\infty$. Следовательно, положив $C_2 = 0$, получаем решение в элементарных функциях:

$$H = H_0 e^{-\sqrt{G}z^2/2}, \quad H_0 = \text{const}. \quad (20)$$

Покажем, что это единственно возможное поляритонное решение, допускаемое параболическим профилем (16). Действительно, квадратичная замена независимой переменной $\zeta = \sqrt{G}z^2$ переводит уравнение (18) в вырожденное гипергеометрическое уравнение [4,7]

$$\frac{d^2 u}{d\zeta^2} + \left(\frac{-1/2}{\zeta} - 1 \right) \frac{du}{d\zeta} - \frac{a}{\zeta} u = 0, \quad (21)$$

где параметр a определен как $a = \frac{k^2}{4\sqrt{G}} - \frac{1}{4}$. В соответствии с этим общее решение задачи выражается через стандартные решения вырожденного гипергеометрического уравнения [7]

$$H = e^{-\sqrt{G}z^2/2} [C_1 \cdot {}_1F_1(a, -1/2, \sqrt{G}z^2) + C_2 \cdot \psi(a, -1/2, \sqrt{G}z^2)], \quad (22)$$

где ${}_1F_1$ – вырожденная гипергеометрическая функция Кумера, ψ – функция Трикоми [7].

Исследование условий ограниченности амплитуды магнитного поля при бесконечном удалении от точки, где диэлектрическая проницаемость обращается в нуль, показывает, что должно быть $a = -n$, $n = 0, 1, 2, 3, \dots$. Как видно, возможен только вариант $a = 0$, соответствующий элементарному решению (20) с поляритонным волновым числом $k^2 = \sqrt{G}$. Очевидно, в средах

без потерь данный длинномасштабный поляритон может реализоваться лишь для металлов ($\tilde{\epsilon} < 0$), для которых $G > 0$.

Таким образом, при симметричном параболическом профиле с единственной нулевой точкой и неограниченными на бесконечности предельными значениями проницаемости в диэлектрических средах поляритон отсутствует, а в металлических средах существует единственная мода с простейшим по структуре поляритонным дисперсионным соотношением, определяемым кривизной профиля диэлектрической проницаемости:

$$k^2 = \frac{\omega}{c} \frac{\sqrt{\mu}}{\tau}. \quad (23)$$

Амплитуда магнитного поля поляритона (записывающаяся, как уже было отмечено, в элементарных функциях (20)) имеет симметричное пространственное распределение.

Заметим в заключение, что параболический профиль (16) является пределом профиля $\tilde{\epsilon}(z) = \tilde{\epsilon}_0 th^2\left(\frac{z-z_0}{2\tau_1}\right)$, если положить $\tilde{\epsilon}_0 = \pm 4\tau_1^2/\tau^2$ и устремить τ_1 к бесконечности. Примечательно, что дисперсионное соотношение $k^2 = (1 + \sqrt{1 + 16\tau_1^2 U_0})/8\tau_1^2$, $U_0 = -\tilde{\epsilon}_0 \omega^2 \mu / c^2$, полученное в [6] для данного профиля, в указанном пределе совпадает с (23).

Выражаем благодарность Ашоту Манукяну, Асмик Казарян и Армену Мирзаханяну за критическое чтение рукописи.

Работа выполнена при поддержке грантов Международного научнотехнического центра (ISTC No. A-215-99) и Армянского национального фонда науки и образования (ANSEF No. PS-1).

Инженерный центр НАН Армении

РНЦ "Курчатовский институт", Институт ядерного синтеза

Ա. Մ. Իշխանյան, Գ. Պ. Չեռնիկով

Պոլյարիտոնային սպեկտրերը երկու հատուկ սիմետրիկ կառուցվածքների համար

Դիտարկված է մակերևութային լոկալիզացված էլեկտրամագնիսական ալիքների խնդիրը միջավայրի դիէլեկտրական թափանցելիության երկու տարբեր մոդելային սիմետրիկ պրոֆիլների համար: Առաջինը մակերևութից անսահման հեռավորության վրա զրոյի ձգտող նշանահաստատուն մոդելն է, որի դեպքում սկզբունքորեն իրականանում են վերջավոր թվով պոլյարիտոնային մոդաներ (միայն դիէլեկտրական միջավայրերի դեպքում): Երկրորդը միայն մի կետում զրո ունեցող պարաբոլականն է: Ցույց է տրված, որ այս դեպքում լինում է ընդամենը մեկ պոլյարիտոն (միայն մետաղական միջավայրերի դեպքում):

Литература

1. *Boardman A. D. (ed.).* Electromagnetic Surface Modes. London, Wiley, 1982.
2. *Snyder A. W., Love J. D.* Optical Waveguide Theory. London, 2000.
3. *Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М.* Квантовая механика. М. Наука. 1989.
4. *Slavyanov S. Yu., Lay W.* Special functions, Oxford, 2000.
5. *Исиханян А. М.* - ДНАН Арм. 2001. Т.101. N2. С.245-251.
6. *Исиханян А. М., Черников Г. П.* - Изв. НАН Армении. Физика. 2001. Т. 36. N6. С. 303.
7. *Abramovitz M., Stegun I. A. (ed.)* - Handbook of Mathematical Functions. Dover. N. Y. 1965.

ФИЗИКА

УДК 621.391

К. М. Никогосян, В. П. Калантарян, Э. Г. Амбарцумян

**Методы повышения пропускной способности систем связи на
основе широкополосных сигналов**

(Представлено академиком Р. А. Казаряном 19/XI 2001)

В последнее время усилился интерес к системам связи с широкополосными сигналами (ШПС), что обусловлено их высокой интерференционной помехоустойчивостью. Это преимущество достигается за счет существенного снижения эффективности использования полосы частот индивидуальной ШПС-системы [1,2].

Настоящая статья посвящена анализу интерференционной помехоустойчивости ШПС-систем связи, эффективность использования полосы частот которых выше, чем у традиционных ШПС-систем с кодом прямой последовательности (ШПС/КПП-системы).

Прежде всего необходимо сравнить помехоустойчивость двух модуляционных схем: комплементарной кодовой манипуляции (ККМ), рекомендованной как высокоскоростное расширение (стандарта IEEE 802.11b), и 16-позиционную квадратурную амплитудную модуляцию (16КАМ), полоса которой расширяется посредством использования псевдослучайной последовательности Баркера на длине 11 (в дальнейшем именуемой 16КАМ ШПС/КПП). Отметим, что основные моды стандарта IEEE 802.11b работают с 2- и 4-позиционными фазовыми манипуляциями (ФМ) ШПС с КПП, используя при этом псевдослучайную последовательность Баркера на длине 11 и обеспечивая скорости передачи соответственно 1 Мб/с (эффективность использования полосы частот (ЭИПЧ) = $0.045 \text{ бит с}^{-1} \text{ Гц}^{-1}$) и 2 Мб/с (ЭИПЧ = $0.09 \text{ бит с}^{-1} \text{ Гц}^{-1}$), ККМ-модуляция, предлагаемая стандартом IEEE 802.11b для скоростей 5.5 и 11 Мб/с, обеспечивает ЭИПЧ соответственно 0.25 и $0.5 \text{ бит с}^{-1} \text{ Гц}^{-1}$. ККМ фактически представляет собой кодированную 4-позиционную ФМ систему с биортогональным кватернарным кодом (8,2) для моды 5.5 Мб/с и биортогональным кватернарным кодом (8,4) для моды 11 Мб/с, с примерно одинаковой (около 2дБ) эффективностью схемы кодирования.

Конкурентная 16КАМ ШПС/КПП-система расширяет полосу традиционной 16КАМ в 11 раз. А это значит, что теоретически ЭИПЧ этой системы в зависимости от способа формирования импульсов лежит в интервале $0.18\text{--}0.36 \text{ бит с}^{-1} \text{ Гц}^{-1}$. В частности, мы рассмотрели импульс в форме приподнятого косинуса, с коэффициентом спада характе-

ристики затухания импульса, равным 0.45, который обеспечивает ЭИПЧ = 0.25 бит с⁻¹ Гц⁻¹ (для ККМ модуляции рассматривалась прямоугольная форма импульса немодулированного сигнала).

Зачастую определение систем с широкополосными сигналами связывают с таким понятием, как выигрыш от обработки (ВО), или коэффициент расширения спектра сигнала. Во многих учебниках ВО называют отношение полосы системы к скорости передачи данных:

$$PG = W/R \quad (1)$$

Это определение ВО непосредственно отражает невосприимчивость системы связи к интерференционным помехам ограниченной мощности, как это следует из равенства

$$S/J = (E_b/N_j) \cdot (R/W), \quad (2)$$

где S/J - отношение сигнал/помеха, E_b - энергия, приходящаяся на передаваемый бит, а N_j - односторонняя спектральная плотность мощности шума при использовании некоторого рандомизационного процесса, типа псевдослучайной последовательности с большим периодом [1, с. 148]. Тем не менее для псевдослучайных последовательностей с коротким периодом различные типы интерференций с ограниченной мощностью проявляют себя по-разному.

Федеральная комиссия связи США (USA FCC) определяет ВО в одном из своих тестов [3] посредством измерения производительности системы связи в присутствии помехи в виде немодулированной несущей

$$PG(FCC) = (S_0/N_0) \cdot [dB] - (S/J)[dB], \quad (3)$$

где S/J и (S_0/N_0) - отношение сигнал/помеха по мощности соответственно на входе и выходе приемника, обеспечивающее вероятность ошибки на бит, равную 10^{-6} . Отметим, что S/J представляет собой отношение измеренной мощности сигнала к мощности немодулированной несущей в наихудшей из позиций, оставшихся после исключения 20% наихудших позиций помехи. Предположение о том, что поведение производительности системы при наличии помехи в виде немодулированной несущей аналогично поведению производительности при наличии гауссовского шума (что, как упоминалось выше, не обязательно), позволяет нам записать равенство (3) с учетом (2) в следующем виде:

$$PG(FCC) = (E_b/N_j) \cdot (R/W_0)[dB] - (E_b/N_j) \cdot (R/W)[dB], \quad (4)$$

$$\text{или} \quad PG(FCC) = (W/W_0)[dB], \quad (5)$$

где W_0 представляет собой эквивалентную ширину полосы на выходе приемника. В простых ШПС системах это - полоса фильтра после коррелятора (согласованного фильтра). В более сложных системах (с более чем одним согласованным фильтром) эквивалентная полоса может быть определена как минимальная необходимая полоса для данной передающей системы (математически корректное определение дано Дж. Месси [4]).

Следует подчеркнуть, что фактором, не менее важным, чем определение, является реальная помехоустойчивость интересующих нас систем.

Нами исследованы следующие типы интерференционных помех: а) широкополосная гауссовская, б) помеха в виде немодулированной несущей, в) многолучевое распространение (амплитудные и частотно-избирательные замирания), г) помеха совмещенного канала.

Мерой производительности системы в нашем анализе является отношение сигнал/помеха, требуемое для обеспечения заданной вероятности ошибки по битам либо идеальной (безошибочной) связи. Мы рассматриваем идеализированные условия, когда предполагается отсутствие потерь производительности системы вследствие помех, за исключением потерь, вызванных индивидуальным типом интерференционной помехи. Для того, чтобы учесть совокупное влияние специфического типа помехи и аддитивного белого гауссовского шума (АБГШ), в настоящую статью также включены некоторые результаты моделирования. Применялся оптимальный (для АБГШ) приемник.

Широкополосный гауссовский шум. Производительность систем в присутствии этого типа помехи легко прогнозировать исходя из характеристики E_b/N_0 соответствующей системы связи (рис.1).

Для вероятности ошибки по битам (ВОПБ), равной 10^{-6} , отношение E_b/N_0 приблизительно равно 8.5 дБ для ККМ модуляции со скоростью передачи данных 5.5 и 11 Мб/с (ЭИПЧ = 0.25 и 0.5 бит с^{-1} Гц $^{-1}$), по сравнению с $E_b/N_0 = 14.5$ дБ для 16КАМ ШПС/КПП со скоростью 5.5 Мб/с (ЭИПЧ = 0.25 бит с^{-1} Гц $^{-1}$). Следовательно, отношение сигнал/помеха, обеспечивающее ВОПБ - 10^{-6} , равно 2.5 дБ для ККМ (ЭИПЧ = 0.25 бит с^{-1} Гц $^{-1}$), 5.5 дБ для ККМ (ЭИПЧ = 0.5 бит с^{-1} Гц $^{-1}$) и 8.5 дБ для 16КАМ ШПС/КПП (ЭИПЧ = 0.25 бит с^{-1} Гц $^{-1}$).

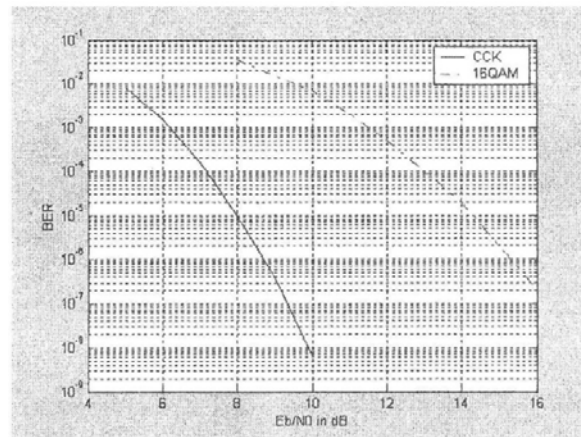


Рис.1. Производительность ККМ и 16КАМ ШПС/КПП-модуляций при наличии широкополосного гауссовского шума в зависимости от характеристики E_b/N_0

Отметим еще раз, что на основе этих результатов мы не можем прогнозировать производительность системы для других типов помех с ограниченной мощностью, так как предполагаем отсутствие рандомизационного процесса, позволяющего считать гауссовскую аппроксимацию приемлемой.

Немодулированная несущая. Для рассматриваемой системы связи минимальное отношение сигнал/помеха, необходимое для идеальной (безошибочной) связи, является функцией позиции смодулированной несущей. Результаты исследования изображены на рис.2.

Анализ ККМ модуляции проведен для частотных откликов всех согласованных фильтров, с применением разностных методов вычисления наихудших фаз немодулированной несущей, а также выбором наихудшей пары выходов согласованных фильтров для подачи на вход устройства принятия решений. Для 16КАМ ШПС/КПП результаты получены с учетом частотных характеристик псевдослучайной последовательности Баркера и квадратичного фильтра для импульсов в форме приподнятого косинуса (фильтра Найквиста).

После исключения 20% наихудших позиций немодулированной несущей, рекомендованного в тесте измерения выигрыша от обработки (USA FCC), для каждого из типов модуляций мы получили следующие величины запаса помехоустойчивости J_m : 1.7 дБ (ККМ, ЭИПЧ = 0.25 бит с^{-1} Гц $^{-1}$); 0.5 дБ (ККМ, ЭИПЧ = 0.5 бит с^{-1} Гц $^{-1}$); 0.2 дБ (ШПС/КПП, ЭИПЧ = 0.25 бит с^{-1} Гц $^{-1}$). Ожидается, что эти величины будут получены при измерении запаса помехоустойчивости согласно тесту FCC выигрыша от обработки (в отсутствие потерь на аппаратную реализацию и при работе приемника значительно выше его границы чувствительности, обеспечивающей ВОПБ = 10^{-6}),

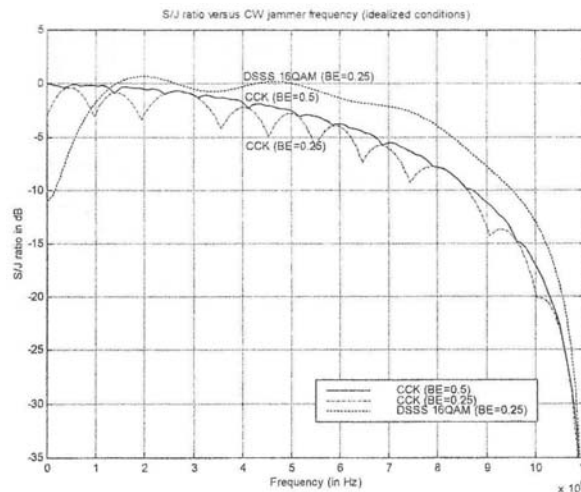


Рис.2. Отношение мощности сигнала к мощности помехи в виде немодулированной несущей в зависимости от позиции помехи в виде немодулированной несущей

Многолучевая интерференция. Нами смоделировано двухлучевое распространение в эквивалентной полосе немодулированного сигнала для комплексной модели системы связи. Второй луч есть задержанная (и умноженная на некоторый комплексный множитель) версия первого луча, S - мощность первого луча, а J - второго луча. При этом приемник синхронизирован с первым лучом.

Условие раскрытости очковой диаграммы, выражаемое как минимальное отношение (S/J) для идеальной (безошибочной) связи, получено для каждой временной задержки (в чипах) и наихудшей фазы второго луча. Результаты моделирования частотно-избирательных замираний для всех трех рассматриваемых систем изображены на рис.3а (для первых 22

чипов ШПС/КПП). Для того чтобы получить кривые с большим временем задержки между первым и вторым лучом, необходимо периодически повторять картину с 11 по 22 чип. Одним из основных преимуществ ШПС/КПП систем является их способность подавлять многолучевую интерференцию или, более того, собирать энергию многолучевого распространения (Rake - приемник). Как видно из рис.3а, 16 КАМ ШПС/КПП обладает этим преимуществом.

Типичным использованием беспроводных сетей являются офисы и дома. Задержки при распространении в такой среде обычно менее 1 чипа. Это так называемые амплитудные замирания. Поведение системы на основе ККМ с ЭИПЧ = $0.5 \text{ бит с}^{-1} \text{ Гц}^{-1}$ при наличии амплитудных замираний показано на рис.3б. Поведение 16КАМ ШПС/КПП системы в присутствии амплитудных замираний полностью соответствует интерполяции для временной задержки с 11 по 12 чип на рис.3а.

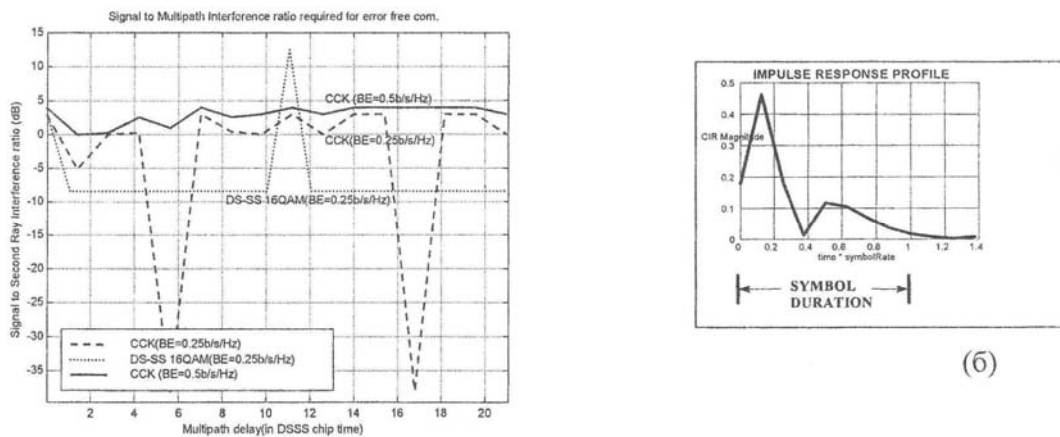


Рис.3. Отношение сигнал/шум, необходимое для идеальной связи: а - при многолучевой интерференции; б - при амплитудных замираниях ККМ модуляции со скоростью передачи данных 11 Мб/с.

Помеха совмещенного канала. Модель двухлучевого распространения, описанная в предыдущем разделе, может быть также использована для помехи совмещенного канала. Сигнал второго луча может рассматриваться как внутриканальная интерференция, если время его задержки больше, чем символьное время модуляции. Для ШПС/КПП систем все задержки эквивалентны (исключая задержку, равную символьному времени - 11 чипов). В наших исследованиях влияния помехи совмещенного канала, проведенных посредством моделирования, предполагалось наличие некоторой грубой синхронизации среди пользователей сети, позволяющей избегать этой задержки.

Результаты моделирования для ККМ и ШПС/КПП (обе - с ЭИПЧ = $0.25 \text{ бит с}^{-1} \text{ Гц}^{-1}$) при наличии помех двух типов - белого шума и совмещенного канала - изображены на рис.4. Были выбраны такие значения E_b/N_0 (где N_0 - спектральная мощность шума) и отношения сигнал/шум по мощности для помехи совмещенного канала, которые обеспечивали ВОПБ = 10^{-4} . Результаты моделирования показывают, что для слабой внутриканальной интерферен-

ции предпочтительна модуляционная схема ККМ, в то время как для сильной внутриканальной интерференции лучше использовать 16КАМ ШПС/КПП.

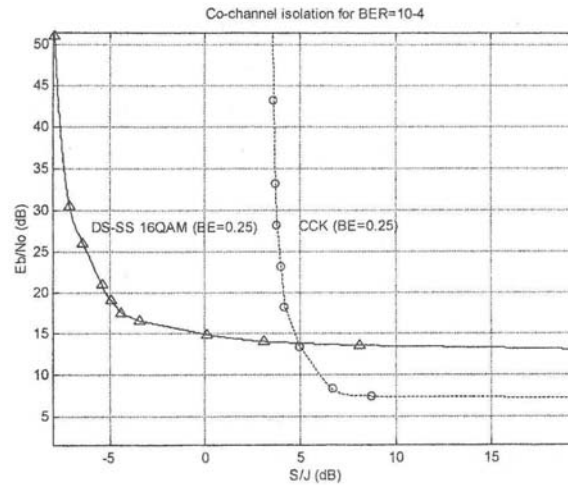


Рис.4 . Устойчивость систем к помехе типа совмещенного канала для
ВОПБ - 10^{-4}

Таким образом, выявлено, что производительность при наличии помехи в виде немодулированной несущей для большинства позиций интерференции лучше на 1.5 дБ для ККМ с ЭИПЧ = $0.25 \text{ бит с}^{-1} \text{ Гц}^{-1}$ и незначительно лучше (на 0.3 дБ) для ККМ с ЭИПЧ = $0.5 \text{ бит с}^{-1} \text{ Гц}^{-1}$ по сравнению с 16КАМ ШПС/КПП. Разница в производительности увеличивается в присутствии белого шума. С другой стороны, продемонстрировано, что 16КАМ ШПС/КПП сохраняет такое преимущество ШПС/КПП систем, как возможность подавления многолучевой интерференции или даже возможность использования Rake-приемника, тогда как ККМ модуляции в этом случае необходим некоторый механизм компенсации многолучевой интерференции. Результаты моделирования показывают, что для слабой помехи предпочтительна ККМ- схема модуляции, тогда как для сильной помехи предпочтительней схема 16КАМ ШПС/КПП.

Отметим, что мы намеренно избегали сравнения ККМ-модуляции с соответствующей 256КАМ ШПС/КПП (при ЭИПЧ = $0.5 \text{ бит с}^{-1} \text{ Гц}^{-1}$), так как последняя имеет плохую производительность во всех сценариях.

Ереванский государственный университет

Կ. Մ. Նիկողոսյան, Վ. Պ. Քալանթարյան, Է. Գ. Համբարձումյան

**Կապի համակարգերի թողունակության բարձրացման մեթոդները հիմնված
ընդլայնված սպեկտրով ազդանշանների վրա**

Աշխատանքում ուսումնասիրված է համարժեք հաճախականության սպեկտրի օգտագործման էֆեկտիվությամբ երկու մոդուլյացիոն սխեմաների աղմկակայունությունը: Առաջին սխեման հիմնված է կոմպլիմենտար կոդային մանիպուլյացիայի (ԿԿՄ) վրա, երկրորդը, որը կոչվում է ընդարձակված սպեկտրով ուղիղ հաջորդականությամբ կոդով ազդանշանների հիմքի վրա 16 կվադրատուրային ամպլիտուդային մոդուլյացիա (ԸՍԱ-ՈւՀԿ 16ԿԱՄ), հիմնված է ուղիղ հաջորդականությամբ կոդով ընդարձակված սպեկտրով սիգնալների կապի կոնցեպցիայի վրա: Օգտագործելով Matlab/Simulink միջավայրը՝ դիտարկվել են ինտերֆերենցիայի տարբեր տիպեր (ադիտիվ գաուսյան սպիտակ աղմուկ, աղմուկ չմոդուլացված կրողի տեսքով, բազմաճառագայթային ինտերֆերենցիա, խառնված կանալի ինտերֆերենցիա): Հենվելով իմիտացիոն մոդելավորման արդյունքների վրա, ցույց է տրված, որ հիմնականում, ի համեմատ ԸՍԱ-ՈւՀԿ 16ԿԱՄ մոդուլյացիայի, ԿԿՄ մոդուլյացիան աղմուկների առկայությամբ ավելի կայուն է :

Литература

1. *Simon M. K. et al.* Spread Spectrum Communications Handbook. McGraw Hill. 1994.
2. *Viterbi A. J.* CDMA, Principles of Spread Spectrum Communication. Addison-Wesley P.C. 1995.
3. *47 Code of Federal Regulations, Part 15.*
4. *Massey J. L.* Towards an Information Theory of Spread-Spectrum Systems, in Code Division Multiple Access Communications (Eds. S.G.Glisic and P.A.Lepanen). Kluwer. 1995. pp. 29-46.

ХИМИЧЕСКАЯ ФИЗИКА

УДК 541.124

А. М. Арустамян

**К вопросу о гетерогенном образовании возбужденного формальдегида при
низкотемпературном воспламенении $CH_3CHO + O_2$ смесей**

(Представлено академиком И. А. Варданян 30/XI 2001)

Ранее [1, 2] при изучении инициированного гетерогенным радикальным распадом пероксиуксусной кислоты низкотемпературного воспламенения смесей $CH_3CHO + 0.75 O_2$ было установлено понижение температуры воспламенения (T_B) и обнаружена хемилюминесценция (I), приписываемая образованию возбужденного формальдегида (CH_2O^*). Образование CH_2O^* при воспламенении органических соединений обычно объясняется рекомбинацией радикалов [3, 4]. В литературе имеются также сведения [5] о возникновении свечения на стенках цилиндра и распространении пламени к центру в бутан-воздушных смесях. Данные о гетерогенном зарождении свечения, полученные как с помощью моделирования, так и экспериментально при воспламенении $CH_3CHO + 0.75 O_2$ смесей, приводятся в [6] и [2], соответственно. Поиск новых доказательств гетерогенной природы хемилю-минесценции в настоящее время является актуальной задачей.

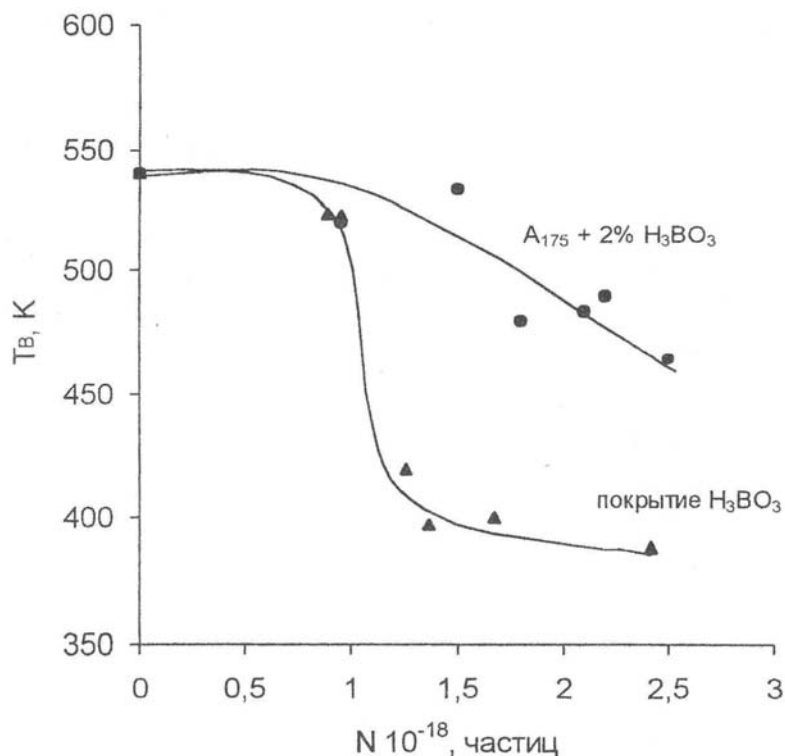
В данном сообщении возможность гетерогенного образования возбужденного формальдегида обсуждается на основании новых экспериментальных данных, полученных при воспламенении смесей $CH_3CHO + 0.75 O_2$ инициированных радикалами, образующимися при гетерогенном распаде адсорбированных молекул CH_3CO_3H в зависимости от величины поверхности, на которой генерируются пероксидные радикалы.

Люминесценция при воспламенении горючих смесей регистрировалась с помощью гибкого световода, помещенного в верхней части вертикально установленного реактора ($l = 22$ см, $d = 3$ см), а температура - с помощью хромель-алюмелевой термопары, плотно приложенной к кончику кварцевого реактора по методике, описанной в [1, 2]. Световод и термопара были состыкованы со шлейфовым осциллографом Н – 117. Велась одновременная регистрация интенсивности хемилюминесценции и температуры в ходе быстрого нагрева стенки дна реактора при погружении последнего на высоту 1.5 см в масляную баню с температурой, равной 573 К.

Предварительная адсорбция CH_3CO_3H велась либо на поверхности H_3BO_3 , нанесенной на внутреннюю стенку дна реактора, либо на поверхности таблетки $A_{175} + 2\% H_3BO_3$, помещенной на дне реакционного сосуда. Методика приготовления таблеток из $A_{175} + 2\% H_3BO_3$ и

поверхности H_3BO_3 подробно описана в [2, 7]. Массы нанесенной на дно реактора H_3BO_3 и таблетки $A_{175} + 2\% H_3BO_3$ были примерно одинаковы и равны 0.0043 г. Поверхность таблетки $A_{175} + 2\% H_3BO_3$ равна 0.45 м^2 , а геометрическая поверхность нанесенной на дно реактора H_3BO_3 менее 1 см^2 .

На рисунке приведены кривые зависимости температуры воспламенения от адсорбированного количества CH_3CO_3H (N) в обоих случаях. Как видно из рисунка, в присутствии инициатора наблюдается понижение T_B , значительно более резкое в случае адсорбции его на менее развитой поверхности. При $N = 2 \cdot 10^{18}$ частиц разница в значениях температур воспламенения составляет приблизительно 100 К.



Закономерности понижения T_B в зависимости от адсорбированного количества (N) пероксиуксусной кислоты.

Что касается интенсивности хемилюминесценции (таблица), то она проявляет четкую зависимость от S , будучи значительно выше в случае более развитой поверхности. Как видно из полученных данных, более низкие температуры воспламенения на меньшей поверхности и низкие интенсивности хемилюминесценции согласуются с утверждением о меньшем образовании возбужденного формальдегида, являющегося ингибитором окисления ацетальдегида [8]. Большая интенсивность в случае более развитой поверхности свидетельствует об образовании больших количеств ингибитора, что и является причиной торможения процесса иницирования и регистрации высоких значений температур воспламенения горючих смесей ацетальдегида с кислородом.

Зависимость интенсивности хемилюминесценции от адсорбированного количества CH_3CO_3H (N) на поверхности таблетки $A_{175} + 2\% H_3BO_3$

($S = 0.45 \text{ м}^2$; $m = 0.0043 \text{ г}$) - I_1 и поверхности, покрытой H_3BO_3
 ($S < 1 \text{ см}^2$; $m = 0.0043 \text{ г}$), - I_2

N 10^{18} част.	0	0.9	1.4	1.5	1.7	1.8	2.1	2.2	2.42	2.5	3.9
I_1 (отн. ед)				4.2		5.35	5.1	4.55		6.15	
I_2 (отн. ед)	1.6	1.6	2.1		3.3				3.35		3.75

Анализ совокупности экспериментальных данных о температурах воспламенения и интенсивности хемилюминесценции позволяет сделать четкий вывод о гетерогенной природе хемилюминесценции, обусловленной образованием возбужденного формальдегида.

Институт химической физики им. А. Б. Налбандяна НАН РА

Ա. Մ. ԱՐՍՏԱՄՅԱՆ

Ացետալդեհիդ - թթվածին խառնուրդների ցածր ջերմաստիճանային բոցավառման պրոցեսում գրգռված ֆորմալդեհիդի հետերոգեն առաջացման հարցի վերաբերյալ

Ուսումնասիրվել է ացետալդեհիդ-թթվածին գազային խառնուրդների ցածր ջերմաստիճանային բոցավառումը՝ հարուցված գերօքսիդային ռադիկալներով, որոնք առաջանում են H_3BO_3 -ի և 2%-ոց բորաթթվի լուծույթով մոդիֆիկացված ալերոսիլի ($A_{175} + 2\% H_3BO_3$) մակերևույթների վրա նախապես ադսորբված գերքաղցաթթվի քայքայման պրոցեսում: Հայտնաբերված են բոցավառման ջերմաստիճանի անկման և լուսարձակման ինտենսիվության օրինաչափությունները՝ կախված գերքաղցաթթվի նախապես ադսորբված քանակից և մակերևույթի մեծությունից:

Բոցավառման ջերմաստիճանի և լուսարձակման ինտենսիվության օրինաչափությունների մասին ստացված տվյալների վերլուծումը թույլ է տալիս անել հստակ եզրակացություն լուսարձակման հետերոգեն բնույթի մասին, որը պայմանավորված է գրգռված ֆորմալդեհիդի առաջացումով:

Литература

1. Dorunts A. G., Arustamyan A. M., Nalbandyan A. B. - Combustion and Flame. 1987. V.69. N 3. P. 251-255.
2. Арустамян А. М., Варданян И. А. - Хим. физ. 1999. Т. 18. N 4. С. 34-39.
3. Льюис Б., Эльбе Г. - Горение, пламя и взрывы в газах. М. Мир. 1968. С.138.
4. Sheinson R. S., Williams F. W. - Combustion and Flame. 1973. V. 21. N4. P. 221-230.
5. Taylor C. F., Taylor E. S., Livengood J. C., Russell W. A., Leary W. A - Soc. Automotive Engrs. Quart Trans. 1950. V.4. P. 232.
6. Саргсян Г. Н. - ДАН Армении. 1995. Т. 95. N 3. С. 162-167.
7. Арустамян А. М., Варданян И. А. - Хим. физ. 2001, Т. 20. N 11. С. 14-18.
8. Dixon D. J., Skirrow G., Tipper C. F. H. - Faraday Transactions 1974, V. 1. N 6. P. 1078 - 1090.

ГЕОФИЗИКА

УДК 550.837

А. К. Матевосян

**Оценка погрешности площадных электроразведочных исследований,
связанной с неточностью установления пунктов наблюдений**

(Представлено академиком Р. Т. Джрбашяном 7/VIII 2001)

Многочисленные теоретические и экспериментальные электроразведочные исследования контактным (гальваническим) способом регистрации (методами сопротивлений (МС), вызванной поляризации (ВП), блуждающих токов (БТ), естественного поля (ЕП), теллурических токов (ТТ), заряда (МЗ) и др.) [1-3] показали неоспоримое преимущество векторной съемки, заключающейся в измерении двух взаимно перпендикулярных составляющих напряженности электрического поля в каждом пункте наблюдений, по сравнению со способами, использующими одну приемную линию. Однако в настоящее время площадные векторные съемки осуществляются по правильной (квадратной или прямоугольной) сети пунктов наблюдений (заземлений приемных электродов) и объем таких полевых исследований весьма ограничен, поскольку для получения качественных результатов требуется незначительное смещение пунктов от принятой сети (строгое соблюдение как ортогональности, так и размеров приемных линий), что зачастую практически неосуществимо, особенно при измерениях с использованием неполяризующихся электродов, требующих особо благоприятных условий заземления [1-3].

В данной статье оценена погрешность, возникающая при смещении пунктов наблюдений от правильной сети, и на примере простых геоэлектрических моделей показана эффективность векторной съемки, проводимой согласно действующим в настоящее время инструкциям и рекомендациям.

С этой целью вычислены основные интерпретируемые параметры кажущегося сопротивления ρ_s (ρ_{smax} , ρ_{smin} , $\rho_{smed} = \sqrt{\rho_{smin} \cdot \rho_{smax}}$) $\rho_{srel} = \rho_{smax}/\rho_{smin}$, здесь ρ_{smax} , ρ_{smin} — главные (экстремальные) значения ρ_s) и кажущейся поляризуемости η_s (аналогично ρ_s) при исследовании методами сопротивлений и вызванной поляризации многоэлектродной установкой $ABCD$ [4]. Расчеты проведены при координатах питающих электродов $A(-60, -50)$, $B(-30, 70)$, $C(70, -30)$, $D(50, 60)$ (в метрах) для планшета съемки: $-42 \leq (x, y) \leq 42$ м, при шаге по x и y , равном 1.5 м, для однородных изотропной (при $\rho = 1000$ Ом

· м, $\eta = 0.01$) и анизотропной (при $\rho_n = 1200$ Ом · м, $\rho_t = 800$ Ом · м, $\eta_n = 0.01$, $\eta_t = 0.05$, $\alpha = 75^\circ$, $\beta = 40^\circ$) (здесь ρ_t и ρ_n – удельное электрическое сопротивление вдоль и поперек плоскости простирания одноосной анизотропии, η_n и η_t – поляризуемость при тех же направлениях, α – угол падения плоскости анизотропии, β – угол между простиранием плоскости анизотропии и осью y против часовой стрелки) сред.

С целью количественной оценки погрешностей исследований, вызванных неточностью в установлении пунктов правильной сети, в таблице приведены пределы изменения параметров кажущегося сопротивления (ρ_{Smax} , ρ_{Smin} , ρ_{Smax} – в Ом · м, ρ_{Srel}) для однородных изотропной и анизотропной сред, а также их абсолютная величина относительной ошибки (δ , в %) при семи (до 1, 2, 5, 10, 20, 30% и равном 10% от шага квадратной сети) значениях смещений пунктов наблюдений. Приведенные данные показывают закономерное увеличение как диапазона изменения параметров кажущегося сопротивления, так и абсолютной величины относительной ошибки с увеличением смещения ("разброса") пунктов наблюдений от узлов правильной сети. Как, в частности, следует из таблицы, при $\delta \leq 10\%$ над изотропной средой ρ_{Srel} принимает значения до 1.18, а при $\delta = 10\%$ – 1.23, что при проведении экспериментальных исследований является отражением выраженной анизотропии проявления кажущегося сопротивления и при таких значениях смещений в установлении пунктов правильной сети может привести к ошибочной интерпретации данных (присутствие анизотропии исследуемой среды или резкой природной дисперсии удельного электрического сопротивления вмещающей среды). При этих же значениях смещений над анизотропной средой ρ_{Srel} принимает значения до 1.80 и 1.73, соответственно, что явно указывает на неверность или некачественность полученных данных (поскольку при $\delta \leq 10\%$ величина этого параметра больше, чем при $\delta = 10\%$), и судить об исследуемой среде при такой системе регистрации поля невозможно.

В дополнение к таблице для наглядного представления векторного электрического поля на рис.1 изображены карты изолиний x - и y -составляющих вектора плотности тока $\mathbf{j}$ (j_x и j_y) при возбуждении электрического поля питающим электродом A , полученные на основании измерения различными системами регистрации. Здесь и далее карты построены с использованием пакета программ SURFER версии 6.04 [5]. Характерной особенностью приведенных карт, построенных при правильной сети с различной степенью смещения пунктов наблюдений (рис.1,б,в,г), являются существенные искривления (отклонения от карт рис.1,а) изолиний с увеличением δ .

Диапазон (пределы) изменения соответствующих параметров кажущегося сопротивления ρ_s (в числителе) и их абсолютные величины относительной ошибки (в знаменателе) при различных величинах смещения пунктов от правильной сети

δ	Параметры кажущегося сопротивления			
	ρ_{smax}	ρ_{smin}	ρ_{smed}	ρ_{srel}
$\leq 1\%$	<i>Изотропная среда</i>			
	$\frac{993 - 1010}{0.30}$	$\frac{990 - 1007}{0.30}$	$\frac{993 - 1007}{0.16}$	$\frac{1.00 - 1.02}{0.53}$
$\leq 2\%$	$\frac{985 - 1021}{0.60}$	$\frac{979 - 1015}{0.61}$	$\frac{983 - 1017}{0.33}$	$\frac{1.00 - 1.03}{1.07}$
$\leq 5\%$	$\frac{976 - 1048}{1.44}$	$\frac{950 - 1033}{1.44}$	$\frac{970 - 1037}{0.80}$	$\frac{1.00 - 1.08}{2.57}$
$\leq 10\%$	$\frac{945 - 1097}{2.96}$	$\frac{899 - 1047}{2.92}$	$\frac{928 - 1069}{1.63}$	$\frac{1.00 - 1.18}{5.34}$
$\leq 20\%$	$\frac{901 - 1187}{5.88}$	$\frac{805 - 1094}{5.82}$	$\frac{857 - 1133}{3.27}$	$\frac{1.00 - 1.39}{10.95}$
$\leq 30\%$	$\frac{825 - 1293}{8.84}$	$\frac{702 - 1185}{8.59}$	$\frac{807 - 1231}{4.86}$	$\frac{1.00 - 1.55}{17.04}$
$= 10\%$	$\frac{907 - 1139}{5.19}$	$\frac{860 - 1088}{5.08}$	$\frac{902 - 1098}{2.86}$	$\frac{1.00 - 1.23}{9.57}$
$\leq 1\%$	<i>Анизотропная среда</i>			
	$\frac{805 - 1068}{0.24}$	$\frac{630 - 884}{0.24}$	$\frac{749 - 971}{0.16}$	$\frac{1.00 - 1.63}{0.34}$
$\leq 2\%$	$\frac{800 - 1071}{0.49}$	$\frac{632 - 885}{0.48}$	$\frac{745 - 970}{0.33}$	$\frac{1.01 - 1.63}{0.69}$
$\leq 5\%$	$\frac{784 - 1089}{1.14}$	$\frac{629 - 904}{1.13}$	$\frac{740 - 984}{0.80}$	$\frac{1.00 - 1.61}{1.59}$
$\leq 10\%$	$\frac{757 - 1124}{2.28}$	$\frac{599 - 933}{2.29}$	$\frac{722 - 1005}{1.63}$	$\frac{1.00 - 1.80}{3.20}$
$\leq 20\%$	$\frac{724 - 1243}{4.43}$	$\frac{562 - 974}{4.66}$	$\frac{682 - 1047}{3.27}$	$\frac{1.01 - 1.80}{6.44}$
$\leq 30\%$	$\frac{699 - 1304}{6.69}$	$\frac{542 - 1010}{6.81}$	$\frac{654 - 1130}{4.86}$	$\frac{1.00 - 1.97}{10.07}$
$= 10\%$	$\frac{714 - 1177}{3.94}$	$\frac{593 - 942}{4.07}$	$\frac{693 - 1036}{2.86}$	$\frac{1.00 - 1.73}{5.68}$

В частности, несмотря на общую тенденцию изменения поля, уже при $\delta \leq 10\%$ (рис.1,в) наблюдается значительная "раздробленность" изолиний с множеством "островков". Подобная картина (рис.1) наблюдается и на картах изолиний x - и y -составляющих векторов напряженностей первичного и вторичного электрических полей на поверхности различных геоэлектрических моделей, с той лишь разницей, что ввиду их контрастности по удельному электрическому сопротивлению и поляризуемости аналогичные искажения наблюдаются при меньших величинах δ .

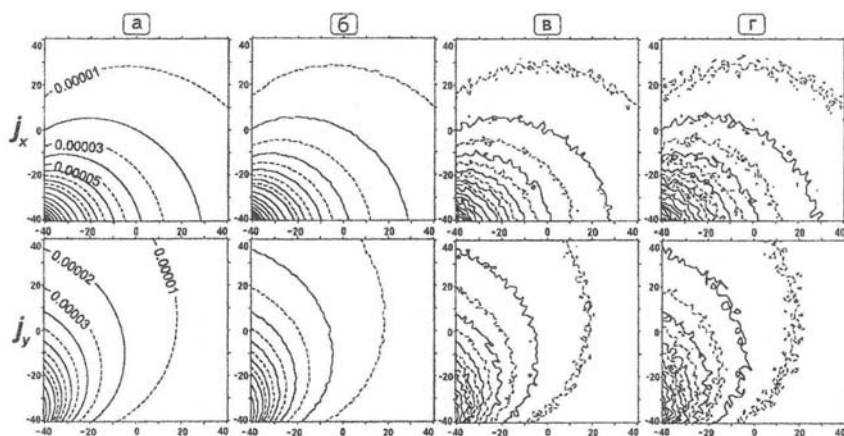


Рис. 1. Карты изолиний x - и y - составляющих вектора j (в A/m^2) при возбуждении электрического поля током, пропускаемым через питающий электрод А, по данным правильной (квадратной) сети при δ (в %): а – 0; б – ≤ 2 ; в – ≤ 10 ; г – 10.

На рис.2 приведены карты изолиний ρ_{Smed} для однородной анизотропной среды, и отмеченный характер проявления изолиний наблюдается уже при $\delta \leq 2\%$ (рис.2,в), а начиная со значений $\delta \leq 10\%$ (рис.2,д,е,ж) на этих картах практически полностью завуалировано истинное (какое-либо закономерное) проявление исследуемого параметра. Очевидно, что и на картах других интерпретируемых параметров, определяемых в процессе площадных электроразведочных исследований вышеперечисленными методами (кроме ВП), наблюдается аналогичная картина. В отличие от них изолинии карт параметров кажущейся поляризуемости ρ_{Smed} практически не искажаются при $\delta \leq 10\%$, и даже при $\delta \leq 30\%$ влияние данного фактора можно считать несущественным (рис.2), что объясняется нормированием вторичного электрического поля первичным с использованием данных измерений одними и теми же смещенными приемными линиями. Однако такие исследования методом ВП нельзя считать полноценными, поскольку судить о распределении кажущегося сопротивления на исследуемой территории по результатам измерений методом сопротивлений трудно (карты соответствующих параметров существенно искажены, в частности, локальные аномалии затушеваны), и эти материалы не могут быть использованы при комплексной интерпретации данных.

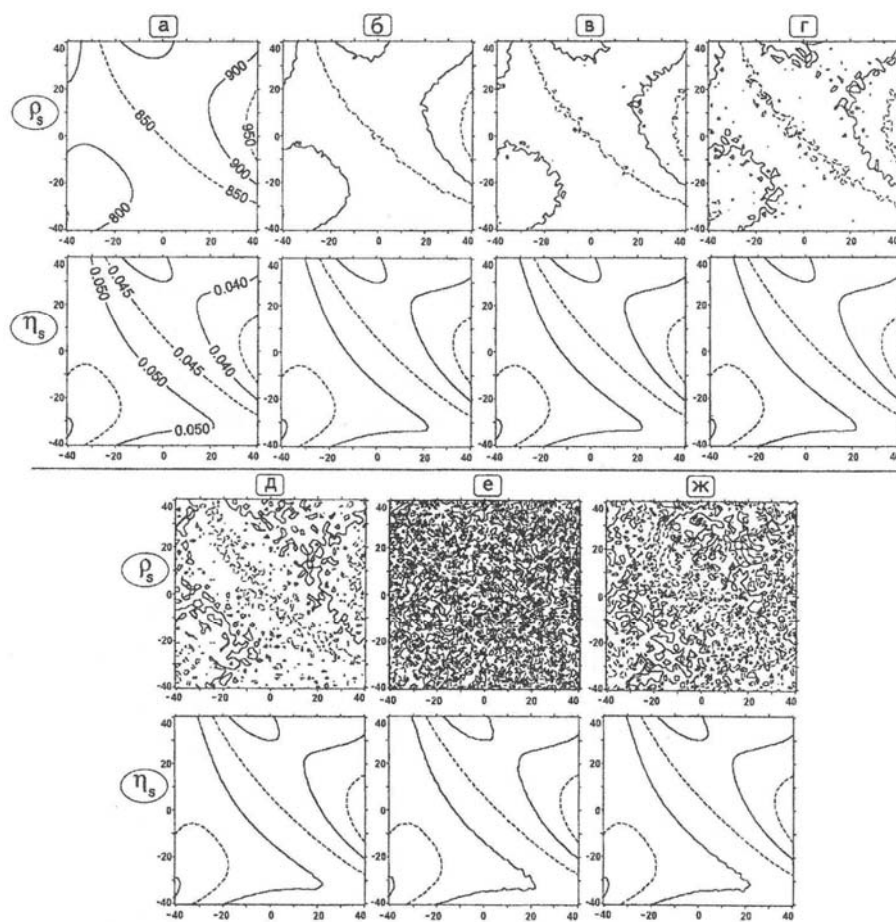


Рис. 2. Карты изолиний ρ_{smed} (в Ом·м) и η_{smed} на поверхности однородной анизотропной среды при возбуждении электрического поля многоэлектродной системой $AD-BC$, построенные по данным квадратной сети при следующих значениях δ (в %): а – 0; б – ≤ 1 ; в – ≤ 2 ; г – ≤ 5 ; д – ≤ 10 ; е – ≤ 30 ; ж – $= 10$.

Таким образом, вышепредставленный материал подтверждает нецелесообразность векторных измерений по правильной сети наблюдений при площадных крупномасштабных электроразведочных исследованиях согласно действующим инструкциям и рекомендациям [1,2], в которых погрешность установления приемных электродов предусматривается до 5-10% (поскольку при меньших значениях выполнение этих работ трудно реализуемо). В связи с этим появляется острая необходимость разработки методики площадных электроразведочных работ при нерегулярной сети пунктов наблюдений.

Институт геологических наук НАН РА

Ա. Կ. Մաթևոսյան

Մակերեսային էլեկտրահետախուզական ուսումնասիրությունների սխալի գնահատումը կապված դիտարկման կետերի տեղադրման անճշտության հետ

Հոդվածում գնահատված է սխալը, որը առաջանում է դիտարկման ցանցի կետերի շեղման հետևանքով կանոնական (քառակուսային) ցանցից: Ուսումնասիրությունների հիման վրա արվում է կարևոր եզրակացություն՝ մակերեսային էլեկտրախուզական հետազոտությունների դեպքում կամայական դիտարկման ցանցի օգտագործման մեթոդիկայի մշակման անհրաժեշտությունը:

Литература

1. Инструкция по электроразведке. Л. Недра. 1984. 352 с.
2. Электроразведка. Справочник геофизика (под ред. В. К. Хмелевского и В. М. Бондаренко). М. Недра. 1989. В 2-х кн. 438 с., 378 с.
3. *Комаров В. А.* - Электроразведка методом вызванной поляризации. Л. Недра. . 1980. 391 с.
4. *Матевосян А. К.* - Изв. НАН РА. Науки о Земле.. 1999. Т.52. №1. С. 53-63.
5. SURFER for WINDOWS. Contouring and 3D Surface Mapping. Version 6. User's Guide. Golden Software. 1997.

СЕЙСМОЛОГИЯ

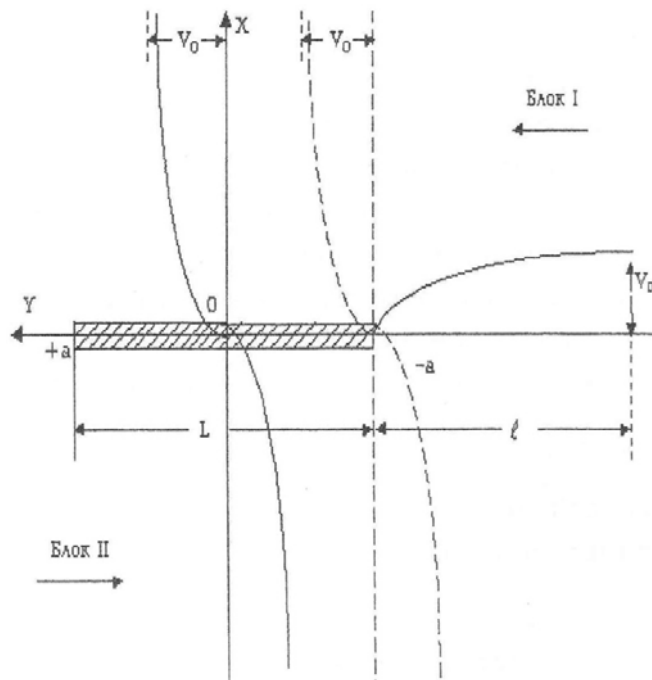
УДК 528.2

Академик Р. А. Мовсесян, чл.-кор. НАН РА А. Г. Багдоев, А. В. Саакян

Теоретическое исследование геодезического предвестника землетрясений путем решения упругой задачи

(Представлено 2/X 2001)

Рассматривается задача прогноза тектонического землетрясения, которое подготавливается в результате зацепления на участке длиной $L = 2a$ находящихся в относительном движении сейсмогенных блоков I и II (рисунок)



Задача ставится следующим образом. На части $(-a, a)$ оси y , направленной вдоль разлома, компонента смещения по оси $V(x, y)$ равна нулю, на участках (a, ∞) и $(-\infty, -a)$ имеется заданное значение

$$V(0, y) = f(y). \quad (1)$$

Функцию $f(y)$ можно выбрать, решая модельное уравнение одномерного движения среды вдоль разлома [2]

$$\frac{d^2 V}{dy^2} = \alpha^2 (V - V_0), \quad \alpha^2 = \frac{kl}{SE}, \quad (2)$$

где k – коэффициент сопротивления движению со стороны окружающей среды, l – характерная длина, S – площадь поперечного сечения "стержня", E – модуль упругости, V_0 – значение V на бесконечности.

Соотношение (2) может быть истолковано как модель Винклера основания, а следует определить. Интегрируя (2) с граничными условиями $V(\pm\infty) = V_0$, $V(\pm a) = 0$, можно $f(y)$ в (1) найти в виде

$$\begin{aligned} V_0 - V_0 e^{-\alpha(y-a)}, & \quad a < y < \infty; \\ f(y) = 0, & \quad a < y < a; \\ V_0 - V_0 e^{\alpha(y+a)}, & \quad y < -a. \end{aligned} \quad (3)$$

Для решения квазистатических уравнений теории упругости в переменных x, y с граничным условием (3) можно использовать решение Эшелби [3], полученное при граничном условии

$$f(y) = V_0 H(y), \quad (4)$$

где $H(y)$ единичная функция Хевисайда.

Точнее, в [3] задается не V_0 , а скачок V на крыльях разлома. Однако в силу того, что задача является антисимметричной $V(-x, y) = -V(x, y)$ вместо скачка $V(0, y) - V(-0, y)$ можно взять $2V(0, y) = 2V_0$ и подставить в указанное решение [3], которое годится для условия (4).

Затем это решение распространяется на случай $f(y) = V_0 \delta(y)$ где $\delta(y) = H'(y)$ есть дельта-функция, при этом оно получается из [3] дифференцированием по y , а затем обобщается на случай произвольной функции методами свертки в виде

$$f(y) = \int_{-\infty}^{\infty} f(y') \delta(y - y') dy'.$$

Окончательно решение для разлома, заданного в виде (3), после интегрирования по частям имеет вид при $x \geq 0$

$$\begin{aligned} V(y, x) = \frac{\alpha V_0}{\pi} \int_0^{\infty} \left\{ \operatorname{arctg} \frac{x}{a - y + y'} + \frac{a_0^2 - b^2}{a_0^2} \cdot \frac{\frac{x}{a - y + y'}}{1 + \frac{x^2}{(a - y + y')^2}} + \right. \\ \left. + \operatorname{arctg} \frac{x}{a - y + y'} + \frac{a_0^2 - b^2}{a_0^2} \cdot \frac{\frac{x}{a + y + y'}}{1 + \frac{x^2}{(a + y + y')^2}} \right\} e^{-\alpha y' dy'}. \end{aligned} \quad (5)$$

Можно показать, что (5) удовлетворяет условию (3); a_0, b – скорости продольной и поперечной упругой волны. Решение (5) годится и для антиплоской задачи, где вместо V берется V_z и следует полагать, что $a_0 = b$.

В выражении (5) выбирается ветвь арктангенса, для которой $\arctg(+0) = 0$, $\arctg(-0) = \pi$, $\arctg(\pm\infty) = \pi/2$.

Для $x \rightarrow \infty$ можно получить из (5)

$$V(x, y) \approx V_0 - \frac{2V_0}{\pi x} \left(a + \frac{1}{\alpha} \right) \frac{b^2}{a_0^2}. \quad (6)$$

Таким образом, асимптотика (5) для больших x не зависит от y , и в отличие от [4] является гиперболой. При этом в множитель при $\frac{1}{x}$, a и $\frac{1}{\alpha}$ входят равноправно, т.е. увеличение α эквивалентно уменьшению a – полуразмера зоны зацепления (рисунок).

Для $x \rightarrow 0$ в области $|y| < a$ аргументы арктангенса положительны, и для деформации $\varepsilon' = \frac{\partial V}{\partial x}$ получим

$$\varepsilon'_{max} = \frac{\bar{\alpha} V_0}{\pi} \cdot \frac{2a_0^2 - b^2}{a_0^2} \left(\int_0^\infty \frac{e^{-\bar{\alpha} \tilde{y}'}}{1 - \tilde{y} + \tilde{y}'} dy' + \int_0^\infty \frac{e^{-\bar{\alpha} \tilde{y}'}}{1 + \tilde{y} + \tilde{y}'} dy' \right), \quad (7)$$

где введены безразмерные параметры $\bar{\alpha} = \alpha \cdot a$, $\tilde{y} = \frac{y}{a}$, $\tilde{y}' = \frac{y'}{a}$.

Кроме смещения $V(y, x)$ по y следует найти смещение по x $U(y, x)$ из решения [3] теми же методами, какими было найдено значение $V(y, x)$. Тогда получается

$$U(y, x) = \frac{\alpha V_0}{2\pi} \cdot \frac{b^2}{a_0^2} \int_0^\infty \ln \frac{(a + y + y')^2 + x^2}{(a - y + y')^2 + x^2} e^{-\alpha y'} dy' + \\ + \frac{\alpha V_0}{\pi} \left(1 - \frac{b^2}{a_0^2} \right) \int_0^\infty \left\{ \frac{x^2}{(a - y + y')^2 + x^2} - \frac{x^2}{(a + y + y')^2 + x^2} \right\} e^{-\alpha y'} dy'. \quad (8)$$

Очевидно, что на оси $y = 0$ имеет место $U = 0$. В этом случае можно найти полное значение деформации $\varepsilon = \frac{\partial V}{\partial x} + \frac{\partial U}{\partial y}$, где $\frac{\partial V}{\partial x}$ дается по (7), $\frac{\partial U}{\partial y}$ – по (8), причем при $x = 0$

$$\varepsilon(y, 0) = \frac{V_0}{2a} \cdot \frac{4}{\pi} \cdot \bar{\alpha} \int_0^\infty \left(\frac{1}{1 - \tilde{y} + \tilde{y}'} + \frac{1}{1 + \tilde{y} + \tilde{y}'} \right) e^{-\bar{\alpha} \tilde{y}'} d\tilde{y}', \quad (9)$$

Это значение отличается от $\frac{\partial V}{\partial x}$ посредством множителя $\frac{5}{6}$, поскольку $\frac{b^2}{a_0^2} = \frac{1}{3}$.

Значение $\bar{\alpha}$, найденное по минимальному значению ε_0 , при котором происходит разрыв породы, соответствует минимальному значению $\tilde{y} = \tilde{y}_{min}$, при этом $\varepsilon(\tilde{y}_{min}, 0) = \varepsilon_0$, а для $\tilde{y} > \tilde{y}_{min}$, $\tilde{y} < 1$, $\varepsilon(\tilde{y}, 0) > \varepsilon_0$ и подавно имеется разрыв.

М магн.	$\varepsilon_0 \times 10^5$	y_{min}	$V_0/2a^* 10^5$	$\bar{\alpha}$	а км	α 1/км
5	3	0.96	0.2	11.876	4.15	2.8617
5.6		0.93	0.333	7.121	7	1.017
6.1		0.88	0.5	5.2718	12.5	0.4217
6.7		0.75	0.9	2.88344	22	0.131
7.2		0.6	1.2	2.31557	37.5	0.0617
7.8		0	1.8	1.36081	65	0.0209
8.4		0	2.8	0.4034	115	0.003508
8.9		0	3.2	0.30237	205	0.001475

	5	0.973	0.2	24.6157	4.15	5.9315
		0.955	0.333	14.1177	7	2.01681
		0.93	0.5	9.42611	12.5	0.7541
		0.875	0.9	4.5233	22	0.2056
		0.83	1.2	3.16643	37.5	0.0844
		0.7	1.8	2.15037	65	0.0331
		0	2.8	1.7647	115	0.01534
		0	3.2	1.0941	205	0.005337
	7	0.982	0.2	31.5168	4.15	7.59441
		0.97	0.3333	18.3452	7	2.62075
		0.952	0.5	12.9795	12.5	1.03836
		0.91	0.9	6.98135	22	0.31733
		0.875	1.2	5.1841	37.5	0.1382
		0.8	1.8	3.2804	65	0.05046
		0.64	2.8	1.992	115	0.01732
		0.54	3.2	1.79415	205	0.00875

Таким образом, определяя значение $\tilde{y}_{min}$, при котором (9) имеет решение и кривая $\bar{\alpha}(\tilde{y})$ в окрестности $\tilde{y}_{min}$ почти постоянна, причем $\varepsilon_0 = 3 \cdot 10^{-5}$, $\varepsilon_0 = 5 \cdot 10^{-5}$, $\varepsilon_0 = 7 \cdot 10^{-5}$ [4], получим серию значений $\bar{\alpha}$, $\tilde{y}_{min}$ в функции от $\frac{V_0}{2a}$.

Решение (9) затруднительно из-за особого характера зависимости от $\bar{\alpha}$ (для больших $\bar{\alpha}$ оно выпадает из уравнения). Сделав в (9) замену $\bar{\alpha} \tilde{y}' = \xi$, получим

$$\varepsilon(\tilde{y}, 0) = \frac{V_0}{2a} \cdot \frac{4}{3} \int_0^{\infty} \left(\frac{1}{1 - \tilde{y} + \frac{\xi}{\bar{\alpha}}} + \frac{1}{1 + \tilde{y} + \frac{\xi}{\bar{\alpha}}} \right) e^{-\xi} d\xi. \quad (10)$$

Взяв интеграл по частям, получим

$$\begin{aligned} \varepsilon(\tilde{y}, 0) = & \frac{V_0}{2a} \cdot \frac{4}{3} \cdot \frac{2}{1 - \tilde{y}^2} - \frac{V_0}{2a} \cdot \frac{4}{3} \cdot \frac{1}{\bar{\alpha}} \cdot \left\{ \frac{1}{(1 - \tilde{y})^2} + \frac{1}{(1 + \tilde{y})^2} \right\} - \\ & - \frac{V_0}{2a} \cdot \frac{4}{3} \cdot \frac{1}{\bar{\alpha}^2} \int_0^{\infty} \left(\frac{1}{(1 - \tilde{y} + \frac{\xi}{\bar{\alpha}})^3} + \frac{1}{(1 + \tilde{y} + \frac{\xi}{\bar{\alpha}})^3} \right) e^{-\xi} d\xi. \end{aligned} \quad (11)$$

В качестве модельного уравнения берется

$$\varepsilon_0 = \frac{V_0}{2a} \cdot \frac{4}{3} \cdot \frac{2}{1 - \tilde{y}^2} - \frac{V_0}{2a} \cdot \frac{4}{3} \cdot \frac{1}{\bar{\alpha}} \cdot \left\{ \frac{1}{(1 - \tilde{y})^2} + \frac{1}{(1 + \tilde{y})^2} \right\}. \quad (12)$$

По этой формуле для данных $\frac{V_0}{2a}$ получим приближенные значения $\tilde{y}_{min}$ и $\bar{\alpha}$, причем $\tilde{y}_{min}$ подбирается из условия наличия в нем плато кривой $\bar{\alpha}$ от $\tilde{y}$, т.е. выбирается то $\tilde{y}_{min}$, вблизи которого указанная кривая почти не меняется, что обеспечивает устойчивые значения выбора $\bar{\alpha}$. Далее для найденных $\tilde{y}_{min}$ решается точное уравнение (9), где $\varepsilon(y, 0) = \varepsilon_0$ и наблюдается $\tilde{y} = \tilde{y}_{min}$ указанным выше способом.

Значения $\tilde{y}_{min}, \bar{\alpha}, \alpha$ приведены в таблице. При этом $\tilde{y}_{min}$ дают место зарождения разрыва. По ориентировочным данным $\bar{\alpha}$ или $\alpha = \frac{\bar{\alpha}}{a}$ из таблицы можно построить графики функции $V(0, x)$ для разных $\frac{V_0}{2a}, \alpha, a$ и путем сравнения с опытными данными найти a для данного землетрясения, а магнитуду определить по таблице.

Институт механики НАН РА

**Ակադեմիկոս Ռ. Հ. Մովսեսյան, ՀՀ ԳԱԱ թզակից անդամ Ա. Գ. Բազդոն,
Ա. Վ. Սահակյան**

**Առաձգական խնդրի լուծման միջոցով երկրաշարժերի գեոդեզիկ նախագուշակի
տեսական ուսումնասիրությունը**

Դիտարկվում է շարժվող սեյսմիկ բլոկերի միացման հետևանքով նախապատրաստվող տեկտոնիկ երկրաշարժի գուշակման խնդիրը: Լուծման համար կիրառվում է առաձգականության տեսությունը:

Կազմված է սեյսմիկ պարամետրերը կապող աղյուսակ:

Литература

1. Reid H. F. - Bull. of the Department Geology. Univ. California. Publ. 1911. V.6. N 19. P.413-414.
2. Мкртчян М. С., Хачикян А. С. - Изв. НАН Армении. Механика. 1995. Т.48, N1, С. 16-23.
3. Аки К., Ричардс П. Количественная сейсмология. Т. 2. М. Мир. 1983. С. 525-880.
4. Мовсесян Р. А. - Изв.вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. 1999. N1. С. 3-17.
5. Ризниченко Ю. В. Исследования по физике землетрясений. Размеры очага корового землетрясения и сейсмический момент. М. Наука. 1976. С.9-27.

МОЛЕКУЛЯРНАЯ БИОЛОГИЯ

УДК 577.352.335:616-018.2

**А. М. Седракян, А. И. Оганисян, А. Ш. Абрамян, А. А. Арутюнян,
В. М. Арутюнян, Г. С. Акопян, академик К. Г. Карагезян**

**Исследование мембран эритроцитов больных
семейной средиземноморской лихорадкой с применением
методического подхода двухкоординатной экстракции**

(Представлено 5/X 2001)

В настоящей работе приведены результаты исследования мембран эритроцитов (МЭ) больных семейной средиземноморской лихорадкой (ССЛ; Familial Mediterranean Fever), известной также как периодическая болезнь (ПБ), с применением методического подхода "многокоординатной экстракции белков" из мембранных структур [1-3]. Экстракцию осуществляли в системе экстракции тритон X-100 – NaCl, наиболее информативной для белков МЭ человека [1].

Патологический процесс при ССЛ приводит к развитию общих гомеостатических сдвигов и изменений в различных органах и системах [4]. Популяция эритронов весьма чувствительна к различным патологическим процессам в организме и откликается на них адекватными изменениями. Особый интерес представляют данные о подавлении процессов фосфатидогенеза у больных ССЛ, сопрягаемые с неустойчивым состоянием мембранных структур; выявленные при этом сдвиги в содержании фосфолипидов (ФЛ) МЭ [5-7] обуславливают целесообразность исследования состояния белков МЭ в сложной надмолекулярной системе биомембраны.

МЭ человека получали методом гипотонического гемолиза [8] из 3 мл цитратной крови. Обследованы 2 группы людей: I - доноры; II - больные ССЛ. Конечные осадки отмытых МЭ суспензировали в 10 mM трис-HCl буфере, pH 7.4 ("Serva", США) до концентрации белка 4 мг/мл, которую определяли по методу Брэдфорда [9].

Селективное высвобождение белков из МЭ осуществляли, используя методический подход "двухкоординатной экстракции" [1]. Каждая проба МЭ (доноры, больные ССЛ) разбивалась на 6 аликвот по 100 мкл, которые затем подвергались обработке реагентами тритон X-100 – NaCl в 6 различных комбинациях концентраций, которые приведены на рис. 1 в виде точек сетки экстракции.

NaCl			
0.70	M	-	6
0.35	M	4	5
0.14	M	2	3
0		1	-
		0.05%	0.25%
		Triton X-100	

Рис. 1. Нумерация точек экстракции и соответствующие им значения концентраций реагентов в сетке координат экстракции тритон X-100 - NaCl.

Процедуру экстракции образцов донорской группы и больных проводили одновременно и идентично при температуре 0°C в течение 1 ч при непрерывном перемешивании. Солюбилизованный материал отделяли центрифугированием при $30\,000g$ и 0°C в течение 1 ч, надосадки отбирали для электрофореза.

SDS-электрофорез белков проводили по методу Лаеммли [10] в двухступенчатом ПААГ (3%-ном концентрирующем и 10%-ном разделяющем) с использованием silan A-174 для сшивки геля к стеклу. Сканирование электрофореграмм проводили на приборе Ultrascan XL (LKB) при 633 нм.

Нумерацию наблюдаемых белковых полос (23 полосы) на электрофореграммах проводили в порядке убывания молекулярной массы; идентификацию основных белков МЭ человека проводили согласно классификации Стека-Хеста [11]; выход белка оценивали по величине соответствующего пика на денситограмме.

Достоверность различий между средними величинами у здоровых и больных лиц определялась по t-критерию.

Результаты сравнительного исследования солюбилизации белков из МЭ доноров и больных ССЛ отражены на рис.2 и 3, соответственно, в виде таблиц-диаграмм.

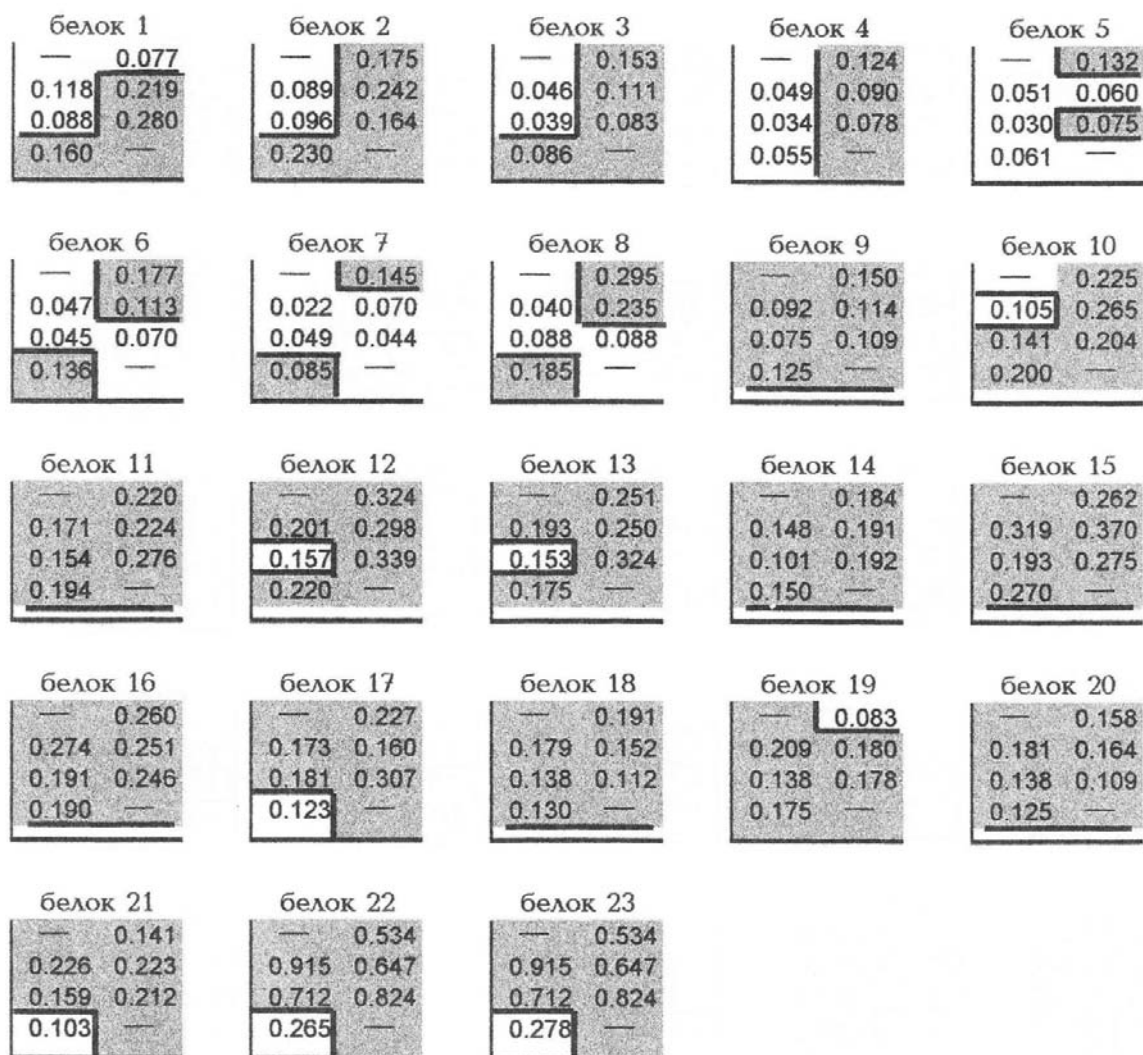


Рис.2. Таблицы — диаграммы выхода белков из МЭ доноров. МЭ обработаны экстрагирующими реагентами в концентрациях согласно сетке экстракции, приведенной на рис.1. Наблюдаемые после электрофоретического разделения надосадков в ПААГ 23 белковые полосы пронумерованы в порядке убывания молекулярных масс,

— линия полувыхода белков, разграничивающая заштрихованную область, в которой выход белка превышает 50% от максимального.

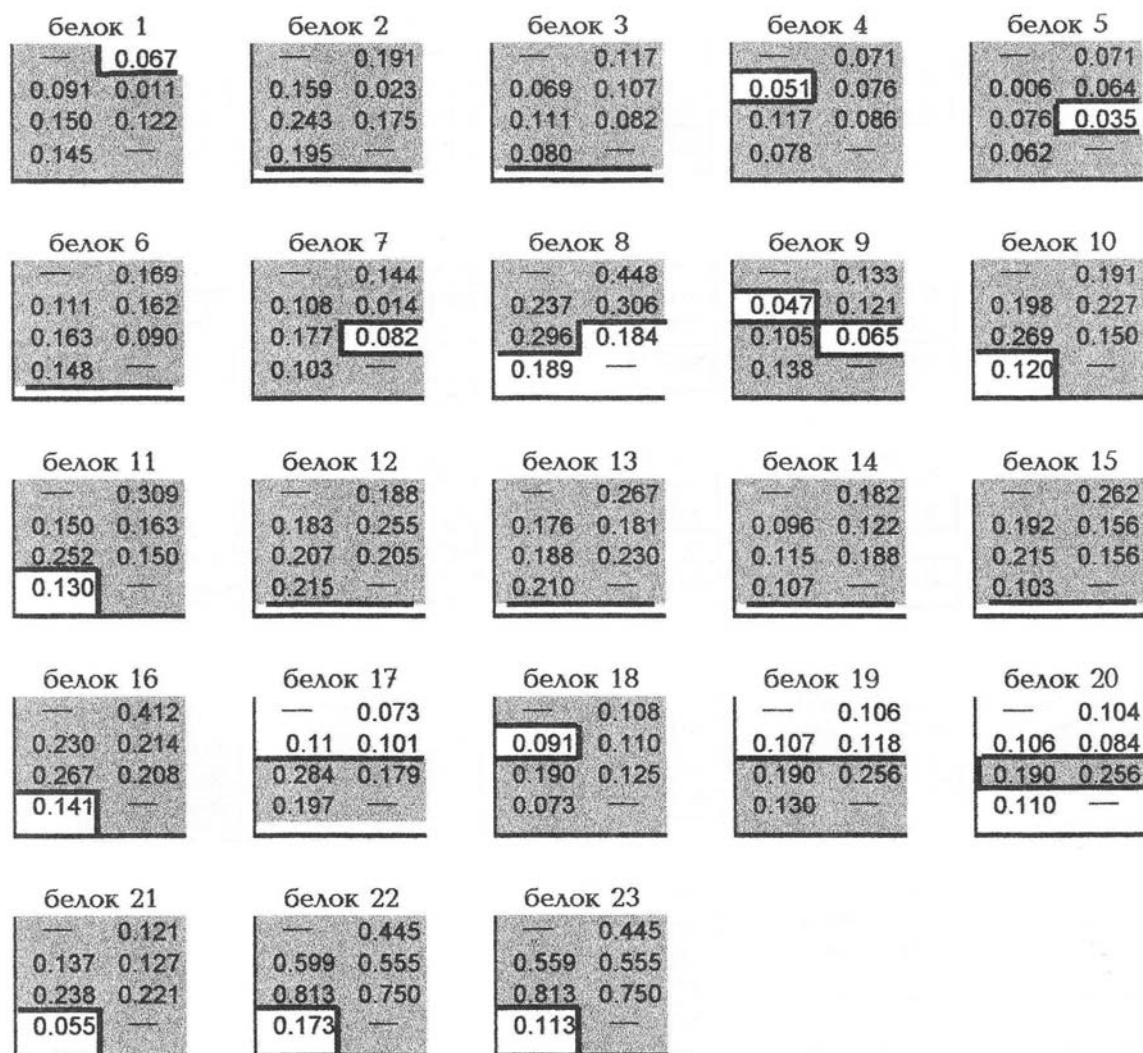


Рис 3 Таблицы – диаграммы выхода белков из МЭ больных ССЛ. МЭ обработаны экстрагирующими реагентами в концентрациях согласно сетке экстракции, приведенной на рис.1. Наблюдаемые после электрофоретического разделения надосадков в ПААГ 23 белковые полосы пронумерованы в порядке убывания молекулярных масс.

— линия полувыхода белков, разграничивающая заштрихованную область, в которой выход белка превышает 50% от максимального.

Таблица-диаграмма для каждой из 23 белковых полос, наблюдаемых на электрофореграммах, представляет собой цифровое поле, соответствующее сетке экстракции на рис.1, в котором на месте каждой точки сетки вписывается полученное значение концентрации белка. На рисунках "линия полувыхода" разграничивает поле точек диаграммы на две области, в одной из которых выход белка превышает 50% от максимального в данной системе экстракции (заштрихованная область). Линия полувыхода характеризует уровень

устойчивости комплекса белок-мембрана и разграничивает условия, при которых белок преимущественно связан с мембраной, от условий, при которых он в основном находится в дезагрегированном состоянии (заштрихованная область). Таким образом, составленные таблицы-диаграммы несут информацию практически о каждом исследуемом белке, характеризуя в зависимости от эффективного экстрагирующего реагента (*NaCl* или тритон X-100) тип взаимодействий, стабилизирующих белок в мембране.

Сравнительный анализ таблиц-диаграмм рис.2 и 3 позволил выявить изменения линий полувыхода для ряда белков при ССЛ. Наблюдаются следующие типы сдвигов в экстрагируемости белков МЭ больных ССЛ:

I – Снижение сродства белков к мембране, наблюдаемое для белков 1-5, 10, 12, 13. Диаграммы белков 1-5 (1, 2 - соответственно α - и β - субъединицы спектрина; 3-5 - анкирин и его минорные фракции), экстрагируемость которых в контрольной группе (рис.2) зависит в основном от тритон X-100, демонстрируют изменение эффективности координаты экстракции *NaCl* при ССЛ (рис. 3). Для белков 1-5 больных ССЛ при низкой концентрации тритона X-100 (0.05%; точки 1, 2, 4 сетки экстракции на рис.1) в основном не наблюдается стабилизирующее действие *NaCl* на белок-мембранный комплекс, четко воспроизводимое в контрольной группе. Следует отметить сохранение у больных специфической характеристики белка 1 (α -спектрин) - в точке экстракции 6 белок удерживается в мембране.

II – Снижение экстрагируемости из мембраны, наблюдаемое для белков 11, 16, 17, 19 и 20. Выход белков 17, 19 (белок цитоскелета актин) и 20 из мембраны в раствор у больных ССЛ зависит исключительно от *NaCl*, который действует на эти белки по-разному. При низкой концентрации *NaCl* (0.14 М; точки 2, 3 на рис.1) белок 17 удерживается в мембране, тогда как стабильное состояние белка 19 в мембране наблюдается при повышенных концентрациях *NaCl* (0.35 М и 0.7 М; точки 4-6 на рис.1). Типы экстракции для белков 17, 19 и 20 больных ССЛ резко отличаются от картины, наблюдаемой в группе доноров, которая характеризуется низким сродством этих белков к мембране. Белок 17 доноров при нулевой концентрации *NaCl* (точка 1, рис. 1) связан с мембраной и экстрагируется при добавлении даже минимальной концентрации *NaCl*. Следует отметить, что характер экстрагируемости из мембраны белка 20 больных только при концентрации *NaCl*, близкой к физиологическому значению (0.14 М; точки 2, 3 на рис.1), аналогичен картине, полученной для донорской группы.

III – Специфические сдвиги в экстрагируемости, индивидуальные для каждого из белков 6-9 (область, соответствующая белку полосы 3 МЭ). Некоторое сходство в конфигурации линий полувыхода белков 6 – 8, наблюдаемое в контрольной группе (рис. 2), не регистрируется в группе больных (рис.3). Следует отметить, что белки 7, 8 и 9 связаны с мембраной в точке экстракции 3 (рис.1), т. е. при высокой концентрации детергента в условиях близкого к физиологическому значению содержания *NaCl*.

Полученные нами данные показывают, что использование методического подхода "двухкоординатной экстракции" в системе координат экстракции тритон X-100 – *NaCl* приводит к получению специфической и полезной информации о динамике изменений, развивающихся в МЭ больных, страдающих ССЛ. Полученные результаты демонстрируют существенные сдвиги экстрагируемости белков из МЭ больных ССЛ, воспроизводимо

наблюдаемые для целого ряда белков, что свидетельствует об изменении их сродства к целостной структуре мембран и дестабилизации МЭ при ССЛ.

Институт молекулярной биологии НАН Армении

Ереванский государственный медицинский университет им. М. Гераци

**Ա. Մ. Մեղրակյան, Ա. Ի. Հովհաննիսյան, Ա. Շ. Աբրահամյան, Ա. Հ. Հարությունյան,
Վ. Մ. Հարությունյան, Գ. Ս. Հակոբյան, ակադեմիկոս Կ. Գ. Ղարազյոզյան**

**Ընտանեկան միջերկրածովյան տենդով տառապող հիվանդների էրիթրոցիտների
թաղանթների հետազոտությունը երկկոորդինատային
լուծագատման մեթոդական մոտեցման կիրառմամբ**

Երկկոորդինատային լուծագատման մեթոդական մոտեցման [1] կիրառմամբ ուսումնասիրվել են ընտանեկան միջերկրածովյան տենդով (ԸՄՏ) տառապող հիվանդների էրիթրոցիտների թաղանթները (ԷԹ): Սպիտակուցների լուծագատումը իրականացվել է մարդու ԷԹ համար առավել արդյունավետ լուծագատման triton X-100 - *NaCl* երկկոորդինատային համակարգի կիրառմամբ: Հայտնաբերված են լուծագատման փոփոխություններ մի շարք ԷԹ սպիտակուցների համար: Ստացված արդյունքները վկայում են ԸՄՏ-ի դեպքում ԷԹ կառուցվածքի ապակայունացման մասին:

Литература

1. Мнацаканян Г. А., Калачян А. С., Шагинян К. А., Акопян Т. Н., Арутюнян А. А. - Биол. журн. Армении. 1989. Т.42. № 6. С. 538-546.
2. Мнацаканян Г. А., Калачян А. С., Шагинян К. А., Акопян Т. Н., Арутюнян А. - Биол. журн. Армении. 1990. Т.43. №12. С. 984-991.
3. Мнацаканян Г. А., Абрамян А. Ш., Калачян А. С., Оганисян А. И., Арутюнян А. А. - Биол. журн. Армении. 1999. Т.52. № 3-4. С.188-191.
4. Арутюнян В. М., Акопян Г. С. Периодическая болезнь (этиогхато-генетические и клинические аспекты). М. Медицинское информационное агентство. 2000. 304 с.
5. Karaguesyan K. G., Haroutjunian V. M., Hakobian G. S. - J. Clin. Pathol. 1996. V. 49. № 6. P.453-455.
6. Торосян Е. Х. ПБ в Армении: тип наследования, концепция этиопатогенеза, классификация и моделирование клинического течения у детей. Автореф. докт. дис. Ереван, 1996. 48 с.
7. Garsia Gonsales A. Weisman M. H. - Semin Arthritis Rheum. 1992. V.22. № 3. P. 139-150.
8. Гулак П. В., Орлов С. Н., Шныров В. Л., Орлов Н. Я., Литвинов И. С., Покудин Н. И., Постнов Ю. В. - Кардиология. 1983. Т. 12. С.59.
9. Bradford M. M. - Anal. Biochem. 1976. V.72. P.248-254.
10. Laemmli U. K. - Nature. 1970. V.227. P.680-685.

11. *Haest C. W.* - Biochem. Biophys. Acta. 1982. V.694. P.331-352.

БИОХИМИЯ

УДК 577,1527277:612.8.015

**В. А. Шахламов, академик А. А. Галоян, Г. Н. Полякова, А. Г. Ваградян,
М. А. Симонян, М. И. Агаджанов, И. М. Богданова,
В. И. Алтухова, Л. И. Кондакова**

Ультраструктурные эквиваленты алюминиевого токсикоза под влиянием пролин-богатого пептида гипоталамуса

(Представлено 14/XII 2001)

Первые публикации о токсическом действии алюминия на организм человека появились еще в XIX в. Алюминозом называли в то время только профессиональный пневмокониоз. За последние 50 лет взгляды на патогенность алюминия для человека коренным образом изменились [1-16].

Целью настоящего исследования является визуализация на ультраструктурном уровне локализации молекул Al в различных органах млекопитающих (гиппокампе, печени, почках, тонкой кишке и желудке) при воздействии пролин-богатого полипептида (ПБП). А. А. Галояном и его сотр. установлено, что ПБП, продуцируемые в нейросекреторных ядрах гипоталамуса, обладают мощным нейропротекторным и иммуотропными свойствами [12-16]. Данные о влиянии ПБП на активность эффекторных каспаз нейробластомы мышей [16] позволили А. А. Галояну считать, что ПБП может препятствовать развитию нейродегенеративных процессов, в частности, при болезни Альцгеймера. По его предложению были проведены электронно-микроскопические исследования локализации $AlCl_3$ в микроструктурах мозга при введении животным ПБП. Значительный интерес представляли гиппокамп и пирамидальные клетки коры большого мозга.

ПБП был получен методом твердофазного синтеза с использованием *E*-тос аминокислотных дериватов. Опыты были поставлены на 30 беспородных крысах-самцах массой 120.0 г по трем сериям. Животным первой серии (3 крысы, контроль N1) ничего не вводилось. Животным второй серии (2 крысы, контроль N2) ежедневно в течение трех дней вводили внутривентриально по 0.2 мл 10%-ного раствора $AlCl_3$. В третьей серии 5 животным пред-

варительно вводили 0.5 мл раствора, содержащего 1 мл ПБП, на следующий день этим же животным вводили 0.2 мл 10%-ного раствора $AlCl_3$, в третий и четвертый день вновь вводили по 0.2 мл 10%-ного $AlCl_3$.

Животных усыпляли на следующий день после последней инъекции $AlCl_3$, забой проводили под эфирным наркозом, кусочки тканей брали в течение 3 мин из гиппокампа, печени, почек, тонкой кишки и желудка. Ткани фиксировали на холоду 2.5%-ным раствором глютаральдегида на кокадилатном буфере (pH 7.3). После двукратной промывки в течение 24 ч кусочки тканей дофиксировали 1%-ным раствором четырехоксида осмия на кокадилатном растворе (pH 7.3) в течение 2 ч и вновь промывали буфером. Кусочки тканей заливали эпон-арамдитом.

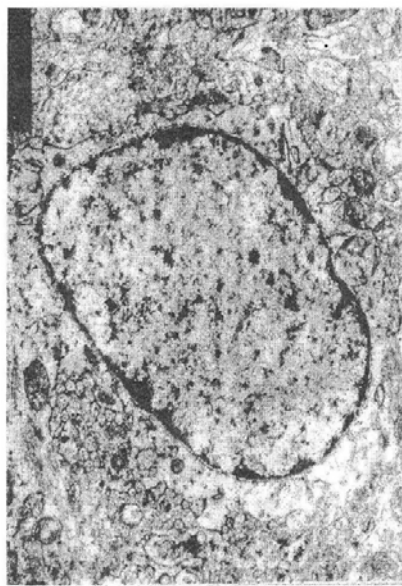
Ультратонкие срезы изучали в электронном микроскопе *JEM – 100 CX* при ускоряющемся напряжении 80 кВ. По данным электронно-микроскопических исследований через 1 ч после внутрибрюшинного введения животным 0.2 мл 10%-ного раствора $AlCl_3$ в гиппокампе были обнаружены отежные нейроны (рис.1,а-с). Одновременно встречались нейроны со светлой и темной текстурой цитоплазмы (рис.2). Через трое суток после ежедневного введения 10%-ного раствора $AlCl_3$ в цитоплазме нейронов гиппокампа встречались нейроны с диффузным распределением отдельных частиц алюминия и нейроны с мелкими глыбками зернистых электронноплотных частиц (рис.3), в некоторых нейронах, кроме этих глыбок, в цитоплазме были обнаружены диффузные проникновения мелкозернистых частиц через ядерную мембрану (рис.4). Обращает на себя внимание тот факт, что некоторые миелиновые нервные волокна сплошь были пропитаны молекулами алюминия (рис. 5).

После предварительного введения ПБП по схеме, предложенной А. Галояном, нам не удалось обнаружить в гиппокампе как нейронов с отеком цитоплазмы и ядра, так и нейронов, содержащих электронноплотные гранулы и крупные включения в цитоплазме или в самом ядре (рис. 6).

Было установлено, что молекулы алюминия быстро проникают в цитоплазму всасывающих эпителиоцитов тонкой кишки с помощью микропиноцитозных везикул и к третьим суткам обнаруживаются в ядерной оболочке между ее двумя мембранами. В почке в петле Генле между эпителиоцитами в межэпителиальных пространствах также обнаруживались гранулы алюминия. Аналогичная картина выявлена в желудочных железах, а также в печеночных клетках.

В третьей серии опытов в эпителиоцитах печени, почек, тонкой кишки и железах желудка гранул алюминия обнаружено не было.

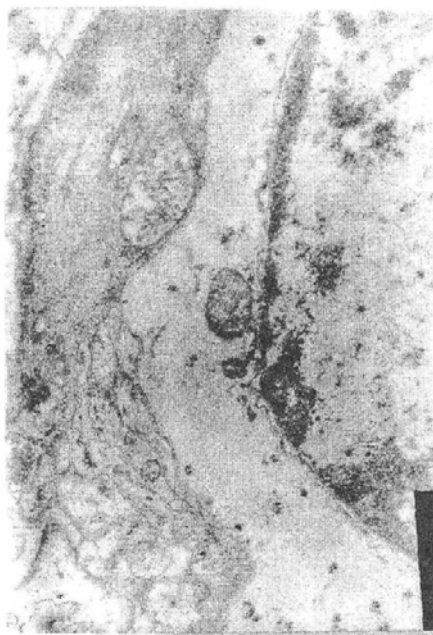
Таким образом, полученные нами данные свидетельствуют о том, что алюминий способен проникать в цитоплазму и ядра клеток, где вступает в контакт с ДНК и РНК, в то время как при предварительном введении ПБП в нейронах гиппокампа, пирамидальных клетках коры большого мозга, а также в эпителиоцитах алюминий не обнаруживается.



a



b



c

Рис. 1. Гиппокамп крысы: а- контроль N1. Нейрон. Ув. 10000; б - нейрон через один час после введения 10%-ного $AlCl_3$. Деталь нервной клетки с отежной цитоплазмой и ядром. Ув. 14000; с — тот же препарат. Отечный нейрон через один час после введения $AlCl_3$ Ув, 20000.

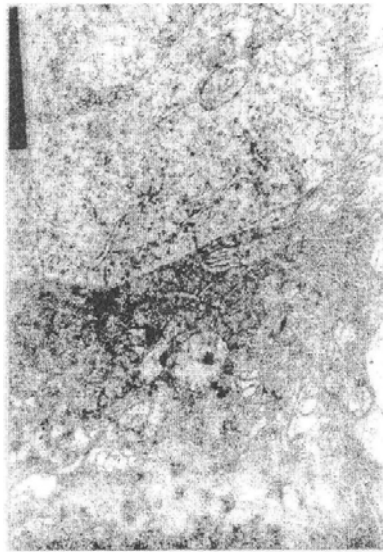


Рис. 2. Гиппокамп крысы через 1ч после введения $AlCl_3$. Деталь смежных нейронов со светлой и темной текстурой цитоплазмы. Я – ядро, Ц- цитоплазма, стрелкой указана граница клеток. Ув. 14000.

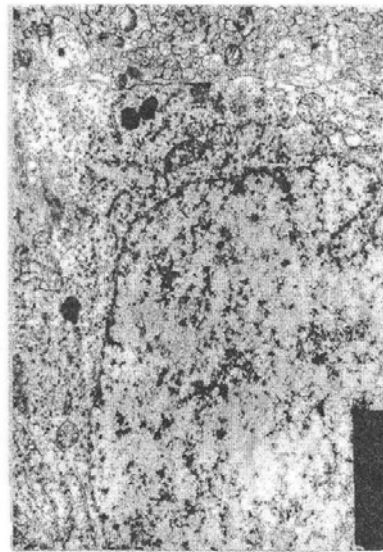


Рис. 3. Гиппокамп крысы. Нейрон после трехкратного введения $AlCl_3$. Электронноплотные тельца в цитоплазме нейрона. Ув. 10000.

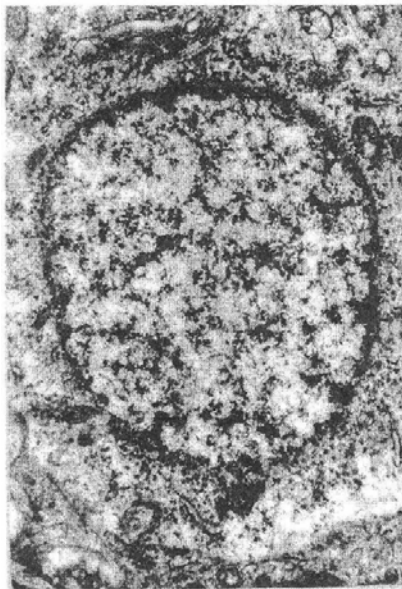


Рис. 4. Гиппокамп крысы после трехкратного введения $AlCl_3$. Диффузное проникновение молекул алюминия сквозь ядерную мембрану. Ув. 10000.

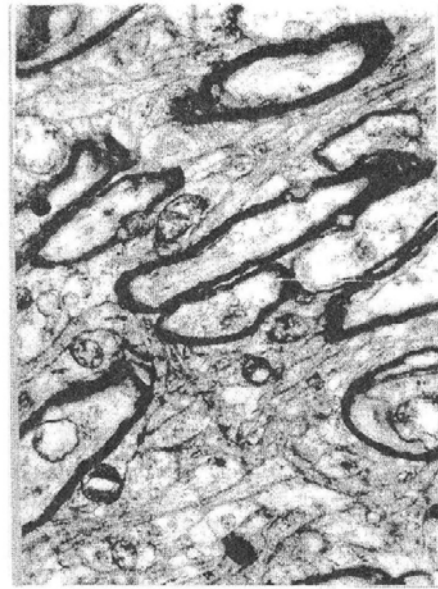


Рис. 5. Гиппокамп крысы после трехкратного введения $AlCl_3$. Молекулы алюминия в миелиновых оболочках нервных волокон. Ув. 10000.

Fig.2

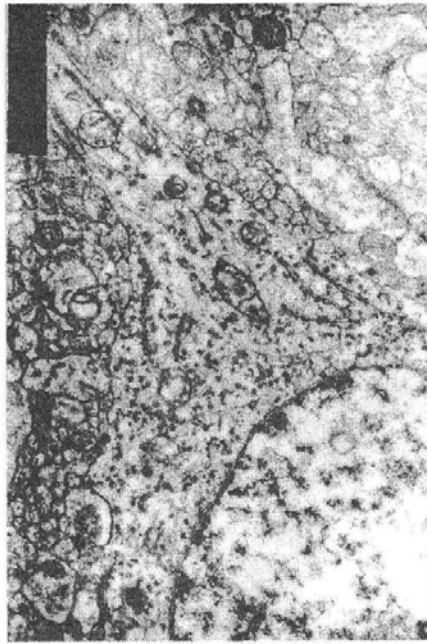


Рис.6. Гиппокамп крысы. Нейрон после предварительного введения ПБП и последующего трехкратного введения $AlCl_3$. Ув. 14000.

Таким образом, гипоталамический ПБП является эффективным средством в борьбе с алюминиевым токсикозом, так как десорбирует молекулы алюминия из всех изученных органов. Изучаются молекулярные механизмы действия ПБП.

НИИ морфологии человека РАМН

Институт биохимии им. Г. Х. Бунятына НАН РА

Ереванский государственный медицинский университет им. М. Гераци

**Վ. Ա. Շախլամով, ակադեմիկոս Ա. Ա. Գալոյան, Գ. Ն. Պոլյակովա,
Հ. Գ. Վահրադյան, Մ. Ա. Սիմոնյան, Մ. Ի. Ադաջանով, Ի. Մ. Բոգդանովա,
Վ. Ի. Ալտուխովա, Լ. Ի. Կոնդակովա**

Ալյումինային տոքսիկոզի ուլտրակառուցվածքային համարժեքները հիպոթալամուսի պրոլինով հարուստ պոլիպեպտիդի ազդեցության ներքո

0,2 մլ 10% ալյումինի ($AlCl_3$) լուծույթի ներարկումից հետո առնետների հիպոկամպի և գլխուղեղի կեղևի պիրամիդային բջիջներում դիտվում է նեյրոնների այտուցում, որոշ նեյրոններում նկատվում է ալյումինի մասնիկների առկայություն, ինչպես նաև

ալյումինի թափանցում բջջի կորիզ: Նյարդաթելերի միելինային թաղանթները ամբողջությամբ լցված են ալյումինի մոլեկուլներով:

Պրոլինոլ հարուստ պոլիպեպտիդի նախնական ներարկումից հետո (100-200 մգ) առնետների ուղեղի նշված նեյրոններում էլեկտրոնային միկրոսկոպիկ հետազոտությամբ ալյումինի մոլեկուլների առկայություն չի նկատվում: Հետազոտությունները ցույց են տալիս, որ ալյումինի մոլեկուլները միկրոպինոցիտոզային վեզիկուլների միջոցով թափանցում են էպիթելիոցիտների ցիտոպլազմա և ապա՝ բջջային կորիզ: Համանման պատկեր է դիտվում երիկամներում և ստամոքսի գեղձերում: Պեպտիդի նախնական ներարկումից մեկ օր հետո ալյումին ներարկելիս ուղեղի բջիջներում, սպիններում, երիկամներում, ինչպես նաև ստամոքսի գեղձերում այլևս ալյումինի կուտակումներ չեն նկատվում:

Ստացված տվյալները վկայում են, որ պրոլինոլ հարուստ պոլիպեպտիդը կարող է մեծ դեր խաղալ ալյումինային տոքսիկոզի բուժման համար:

Литература

1. *Авцын А. П., Жаворонков А. А., Руш М. А., Строчкова Л. С.* Микроэлементозы человека. М. Медицина. 1991.
2. *Авцын А. П.* - Арх. пат. 1986. N5. С. 1-10.
3. *Авцын А. П.* - Клин. мед. 1987. N6. С. 36.
4. *Crapper D. R., Karlik S., De Boni.* Aluminium and other metals in senile (Alzheimer) demenzia. Alzheimer's disease: senile dementia and related disorders. Ed. R. Katrman et al. N. Y. 1978. P. 471-485.
5. *Crapper-McLachlan D. R., De Boni U.* - Neurotoxicology (Park Forest, II) 1981. V.1. P. 3-16.
6. *Alfrey A. C., Le Gendre G. K., Kaehny W. D.* - New Engl. J. Med. 1976. Y. 294. P. 184-188.
7. *Hodsman A. B., Sherrad D. J., Alfrey A. C. et al* - J.Clin. Endocr. 1982. V. 54. P. 539-545.
8. *Lahl R., Lange U.* 1979. Цит. по *Авцын А. П. и др.* Микроэлементозы человека. М. Медицина. 1991.
9. *Wisniewski H. M., Yghal K., Dermott J. R.* - Neurotoxicology (Park Forest, II). 1980. V. 1. P. 121-124.
10. *Полякова Г. П. и др.* В кн.: Сб. науч. трудов НИИ морфологии человека АМН СССР. 1990. С. 63-67.
11. *Neill D., Leake A., Haghes D. et al.* - J. Neurochem. Res. 1996. V. 46. P. 395-403.
12. *Galoyan A. A.* Biochemistry of Novel Cardioactive Hormones and im-munomodulators of the Functional system Neurosecretory Hypothalamus. Endocrine heart 1997. "Nauka" publishers, Moscow, 242 p.
13. *Galoyan A. A.* - Neurochem. Res. 2001. V. 25. N 9/10. P. 1343-1355.

14. *Galoyan A. A., Kipriyan T. K., Sarkissian J. S., Sarkissian E. J., Grigorian Y. Kh., Andreasian A. S., Chavushyan E. A.* - Neurochemical Research. V.25. N6. P. 791-800.
15. *Galoyan A. A., Sarkissian J. S., Kipriyan T. K., Sarkissian E. J., Chavushyan E. A., Sulkhanyan R. M., Meliksetyan I. B., Abrahamyan S. S., Grigorian Y. Kh., Avetisyan Z. A, Otieva N. A.* - Neurochem. Res. 2001. V.26. N8. P, 1023-1038.
16. *Galoyan A. A., Terio N., Berg. M., Maarks N.* - Neurochemistry RAS and NAS. 2000. V. 17. N3. P. 185-188.

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

УДК 581.1:581.45

В. В. Казарян, В. А. Давтян, Л. Н. Оганесян

О связи обильности плодоношения древесно-кустарниковых пород с активностью функционирования ассимиляционного аппарата

(Представлено академиком В. О. Казаряном 14/X 2001)

В ходе генеративного развития древесных при формировании плодов и семян продолжается вегетативный рост [1,2] и увеличивается число аттрагирующих центров (плодов и точек роста). В связи с этим повышается активность функционирования ассимилирующих органов [3]. У плодовых формируется множество цветков, значительная часть которых осыпается и только небольшое количество формирует плоды.

Изменение соотношения числа листьев и генеративных органов в связи с осыпанием части последних освещено недостаточно. Между тем знание этих закономерностей дает возможность с помощью агротехники регулировать урожайность древесно-кустарниковых пород. Данный вопрос является предметом обсуждения в настоящей работе.

Объектами исследования служили: яблоня восточная (*Malus orientalis*), яблоня культурная (*M. domestica*, сорт "бельфлер желтый"), шиповник обыкновенный (*Rosa canina*), ирга круглолистная (*Amelanchier rotundifolia*), вступившие в фазу интенсивного плодоношения и произрастающие на территории Ереванского ботанического сада.

Число листьев, цветков и плодов определялось методом модельной ветки [3], интенсивность фотосинтеза — по Чатскому и Славику [4], содержание хлорофилла в листьях — по Маккини [5]. Повторность определений четырехкратная.

Результаты исследований показали, что динамика формирования ассимиляционного аппарата у опытных объектов характеризуется одновершинной кривой с максимумом у древесных — в фазе созревания, у кустарников — в фазе роста плодов (табл.1). Это обусловлено вегетативным ростом в периоде после цветения, при котором, по нашим расчетам, листовой индекс возрастает у яблони восточной на 44.61, "бельфлера желтого" — 36.30, шиповника обыкновенного и ирги — 32 %.

Таблица 1.

**Изменение листового индекса и числа генеративных органов
у исследуемых растений в процессе вегетации**

Объекты	Лист, индекс, дм ² /раст.	Число генеративных органов	Лист, поверхность, приходящаяся на один генеративный орган, см ²
Цветение			
Яблоня восточная	1429	5484	26.1
Яблоня культурная "бельфлер желтый"	1247	9783	12.7
Шиповник обыкн.	1115	984	113.3
Ирга	240	1063	22.6
Рост плодов			
Яблоня восточная	2480	3004	82.6
Яблоня культурная "бельфлер желтый"	1896	1134	167.2
Шиповник обыкн.	1639	949	172.7
Ирга	353	911	38.7
Созревание плодов			
Яблоня восточная	2581	1723	149.5
Яблоня культурная "бельфлер желтый"	1958	861	227.4
Шиповник обыкн.	1586	934	169.8
Ирга	351	618	58.4

В отношении же репродуктивных органов констатируется постоянное уменьшение их числа в ходе вегетации. В результате ассимиляционная поверхность, приходящаяся на один орган, в процессе вегетации постоянно растет. Так, если в периоде цветения у яблони восточной листовая поверхность, приходящаяся на один цветок, в два с лишним раза больше, чем у культурной яблони, то в результате усиленного опадения генеративных органов в последующих фазах картина меняется в пользу "бельфлера желтого". У шиповника этот показатель в исследуемой фазе вегетации был выше, чем у ирги. Как отмечено рядом авторов [6, 7], процесс опадения цветков и плодов имеет адаптивную природу и направлен на сохранение оставшихся плоов.

Как видно из табл. 2, у изученных объектов не обнаруживается определенной связи между активностью фотосинтеза, содержанием хлорофилла и уровнем осыпания генеративных органов. Высокие интенсивность фотосинтеза и содержание хлорофилла отмечаются у "бельфлера желтого" и шиповника. Однако суммарная ассимиляция CO_2 и хлорофилловый индекс выше у видов с высоким листовым индексом. Следовательно, величина последнего имеет важное значение в регулировании уровня осыпания генеративных органов и обес-

печении оставшихся необходимым для их роста и созревания количеством ассимилятов. Действительно, наши подсчеты показали, что процент продуктивной завязи у яблони восточной составил 31.4, "бельфлера желтого" — 8.8, шиповника — 95, ирги — 67.8.

Таблица 2.

**Интенсивность фотосинтеза и содержание хлорофилла в листьях
исследуемых растений**

Объект	Хлорофилл		Фотосинтез	
	Количество, мг/дм ²	Индекс, г/раст.	интенсивность, мг CO_2 дм ² /ч	суммарный г/раст., ч
Яблоня восточная	3.27 ± 0.11	7.07	8.4 ± 0.14	18.16
"Бельфлер желтый"	3.72 ± 0.11	6.33	9.7 ± 0.50	16.49
Шиповник обыкновенный	3.92 ± 0.12	5.67	12.5 ± 0.38	18.08
Ирга	3.73 ± 0.11	1.17	9.5 ± 0.43	2.99

Эти результаты дают нам право характеризовать яблоню восточную и шиповник как обильно, а "бельфлер желтый" и иргу — слабоплодоносящие виды.

Таким образом, проведенные исследования показали, что обильность плодоношения находится в прямой зависимости от размеров и деятельности ассимиляционного аппарата. Развитая листовая поверхность и высокий хлорофилловый индекс обеспечивают большее поглощение лучистой энергии, CO_2 , а также обильно снабжают генеративные органы в ходе вегетации ассимилятами, тем самым уменьшая процент осыпания цветков и плодов и повышая урожайность растений.

Институт ботаники НАН РА

Վ. Վ. Ղազարյան, Վ. Ա. Դավթյան, Լ. Ն. Հովհաննիսյան

**Ծառաթփային տեսակների պտղաբերման առատության և
ասիմիլյացիոն ապարատի գործունեության կապի մասին**

Ուսումնասիրվել է արևելյան և մշակութային («բելֆյոր դեղին» սորտ) խնձորենիների, սովորական մասրենու և կլորատերև ամելանիսիների ասիմիլյացիոն ապարատի և գեներատիվ օրգանների փոխհարաբերությունը՝ կապված նրանց ծաղկա- և պտղաթափի հետ:

Պարզվել է, որ տերևային ինդեքսի, մեկ գեներատիվ օրգանին ընկնող ասիմիլյացիոն մակերեսի, ինչպես նաև քլորոֆիլային ինդեքսի և ֆոտոսինթեզի գումարային մեծության ցուցանիշներն ավելի բարձր են արևելյան խնձորենու և մասրենու մոտ: Վերջիններիս մոտ նշվել է նաև թույլ ծաղկա- և պտղաթափ, որի շնորհիվ բավականին բարձրացել է օգտակար պտղագոյացման տոկոսը:

Ստացված տվյալների հիման վրա արևելյան խնձորենին և սովորական մասրենին բնութագրվել են որպես առատ, իսկ «Բելֆյոր դեղին» սորտը և ամելանխիերը՝ թույլ պտղաբերողներ:

Եզրակացություն է արվում, որ զարգացած ասիմիլյացիոն ապարատը գեներատիվ օրգաններին ապահովում է անհրաժեշտ քանակությամբ ասիմիլյատներով, որի շնորհիվ պակասում է ծաղկա- և պտղաթափը և բարձրանում ծառաթփային տեսակների բերքատվությունը:

Литература

1. *Шумт П. Г.* Учение о росте и развитии плодовых и ягодных растений. М. Сельхозгиз. 1958. 447 с.
2. *Calmes J., Viala G. C.* - Cотр. Acad. sci. 1987. V. 305, P. 165-169.
3. *Шевченко В. В., Якушев В. И.* В кн: Плодоводство. М. Сельхозгиз. 1975. С. 494-500.
4. *Чатский И., Славик Б.* - Biol, plantarum. 1960. V. 2. N2. P. 107-112.
5. *MacKinney G.* - J. Biol. Chem. 1941. V.140. N1. P. 315-321.
6. *Деменко В. И.* - Тезисы докл. IV съезда ОФР России (Междунар. конф.) М. 1999. Т. 2. С. 565-566.
7. *Нам Н. Я., Залкин В. В.* - Тезисы докл. IV съезда ОФР России (Междунар. конф.) М. 1999. Т. 2. С. 648-649.

ԲՈՒՅՍԵՐԻ ՖԻԶԻՈԼՈԳԻԱ

ՈԼՏԴ 581.2.07

Գ. Ա. Հարությունյան, Ռ. Հ. Հարությունյան, Վ. Ա. Դավթյան, Ռ. Գ. Հարությունյան

Կազակական գիհու իգական անհատների *Oligotrophus juniperinus* L.-ով վարակված տերևների հորմոնալ ռեակցիան

(Ներկայացված է ակադեմիկոս Կ. Ս. Պողոսյանի կողմից 18/X 2001)

Հայաստանի նոսր անտառներում կատարված ուսումնասիրությունների ժամանակ հայտնաբերվել է գիհու սովորական գալամլակը (*Oligotrophus juniperinus* L.), որը վնասում է *Juniperus* L. ցեղի մի քանի տեսակների [1]: Երևանի Բուսաբանական այգում կատարված դիտարկումներով պարզվել է, որ այդ ճանճը վնասում է նաև կազակական գիհու իգական անհատների տերևներին, մինչդեռ արականների տերևները դիմացկուն են այդ վնասատուի նկատմամբ:

Նոճազգիների ընտանիքին պատկանող կազակական գիհին (*Juniperus sabina* L.) թփի ձևի, տերևների և պտուղների գեղեցկության, ինչպես նաև երկարակեցության (300-350 տարի) շնորհիվ ունի մեծ գեղազարդիչ նշանակություն: Լինելով չորա- և երաշտադիմացկուն, հեռանկարային է հատկապես թեք և քարքարոտ լանջերի կանաչապատման գործում:

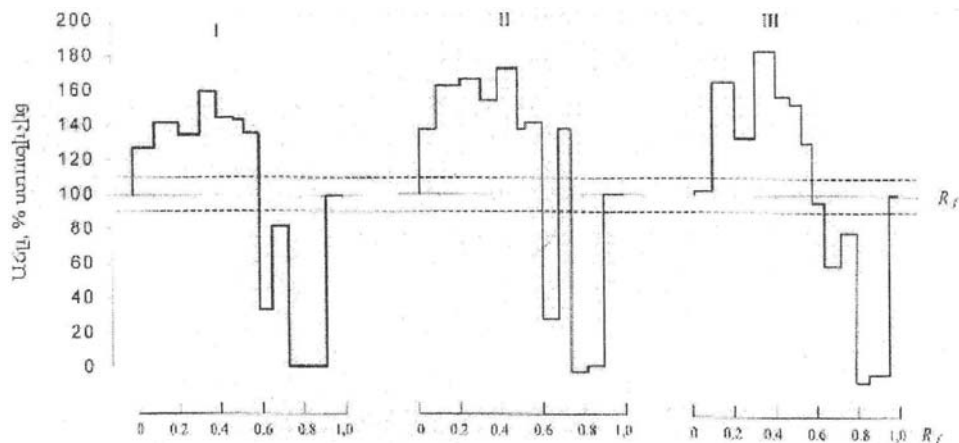
Նշված բույսերը վարակվում են գալածին վնասատուներով այն շրջանում, երբ բողբոջների և տերևների զարգացման ֆենոլոգիական ժամկետները համընկնում են *Oligotrophus juniperinus* L. ճանճի իգական անհատների զարգացման փուլերին [2]: Ըստ որում, հասուն անհատը ձվադրում է գիհու ընձյուղների աճման կոներում: Ձվից դուրս եկած թրթուրների սնման ընթացքում տերևի հիմքի մասը գրգռվում և հաստանում է: Ուժեղ վարակվածության դեպքում խիստ դանդաղում է թփերի աճը և նվազում է դեկորատիվությունը: Ըստ գրականության տվյալների [3], տերևների գերաճն առաջանում է բջիջների քանակի և մեծության ավելացման հետևանքով:

Այս տեղեկություններով հանդերձ, այնուամենայնիվ, գալամլակով վարակված գիհու իգական անհատների տերևների գերաճի պատճառները դեռևս հայտնի չեն և համապատասխան հետազոտման կարիք ունեն:

Սույն հաղորդման նպատակն է եղել ուսումնասիրել գալամկակով վարակված անհատների տերևների աճման հորմոնների (աուքսինների, ինհիբիտորների ու ֆենոլային միացությունների) ակտիվությունը:

Անալիզները կատարվել են Երևանի Բուսաբանական այգում աճող կազակական գիհու ինչպես արական, այնպես էլ իգական թփերի վարակված և առողջ տերևներում: Փորձանմուշները վերցվել են մայիսի վերջին տասնօրյակում և ենթարկվել լեոֆիլիզացման: Աուքսինների և ինհիբիտորների ակտիվությունը որոշվել է Կեֆելիի և այլ հեղինակների [4], ֆենոլային միացություններինը՝ Ռագումովայի [5] մեթոդներով, նրբաշերտ քրոմատոգրաֆիայի կիրառմամբ, 3-կրկնողությամբ: Աուքսինների ֆիզիոլոգիական դերը պարզաբանելու նպատակով որոշել ենք պայմանական գումարային մեծությունները (%-ային արտահայտությամբ), ֆենոլների պարունակությունը, կախված նրանց գունավորման ինտենսիվությունից՝ արտահայտել բալերով (+ - թույլ, ++ - միջին, +++ - ուժեղ գունավորմամբ):

Ուսումնասիրություններից պարզվել է, որ իգական անհատների տերևներին բնորոշ է աճման խթանիչների բարձր թիվ՝ 8, մինչդեռ արական բույսերի մոտ նրանց թիվը 6 է (նկ.): Անկախ փորձի տարբերակներից աուքսինանման միացությունները բաշխված են 0,1-0,6, իսկ արգելակիչները՝ 0,6-1,0 Rf-ում, որը հավանաբար պայմանավորված է տվյալ տեսակի ժառանգական առանձնահատկություններով: Ըստ որում, առաջինների ամենաբարձր ակտիվությունը հայտնաբերվել է 0,3-0,4 (β -ինդուլիլ-քացախաթթու), իսկ երկրորդներինը՝ 0,6-0,9 (β -ինհիբիտորային համալիր) Rf-ում:



Աուքսինների և ինհիբիտորների ակտիվությունը կազակական գիհու իգական առողջ (I), վարակված (II) և արական (III) բույսերի տերևներում

Ինչ վերաբերում է աճման խթանիչների և արգելակիչների բնդհանուր գումարային ակտիվությանը, ապա գիհու արական և իգական բույսերի չվնասված տերևները այդ ցուցանիշով համեմատաբար քիչ են տարբերվում՝ 9 և 13%: Աճման խթանիչների համեմատաբար բարձր ակտիվություն գրանցվել է վարակված տերևներում, որոնք այդ նյութերի բնդհանուր գումարային ակտիվությամբ գերազանցում են արական բույսերին՝ 25, 3, իսկ իգական անհատների չվնասված տերևներին՝ 36,6 %-ով:

Չնայած փորձի բոլոր տարբերակներում աճման արգելակիչների ընդհանուր ակտիվությունը գործնականորեն չի փոփոխվում (240, 237, 218), այնուամենայնիվ, աճման խթանիչների հարաբերությունը դրանց էականորեն գերակշռում է իգական անհատների վարակված տերևներում՝ 1,33, արականների մոտ և իգական անհատների չվարակված տերևներում այդ հարաբերությունը կազմում է 1,3 և 1,06:

Այս տվյալները հիմք են տալիս ենթադրելու, որ իգական անհատների տերևների գերաճը պայմանավորված է նրանցում աուքսինների բարձր ակտիվությամբ և նրանց ու ինհիբիտորների ավելի բարձր հարաբերությամբ: Այս ցուցանիշների շնորհիվ իրականում է նյութափոխանակության արգասիքների մուտքը դեպի աճման կետերը [7.8]:

Գալամլակով վարակված բույսերի տերևների գերաճը, հավանաբար, պայմանավորված է նաև այլ ներքին գործոններով, որոնց թվում կարելի է նշել ֆենոլային միացությունների ակտիվությունը, որոնք մեծ մասնակցություն ունեն բույսերի աճման և զարգացման պրոցեսներում [5]:

Իրոք, պարզվել է, որ փորձարկված բույսերում ֆենոլային միացությունները որակական կազմով իրարից չեն տարբերվում, բոլոր տարբերակներում էլ հայտնաբերվել են միևնույն 7 նյութերը (աղ.):

Աղյուսակ

Ֆենոլային միացությունների ներկայացվածությունը կազակական գինու տերևներում

Բժերի RF-ը	Գույնը ուլտրամանուշակագույն ճառագայթների տակ	Արական բույսերի տերևներ	Իգական բույսեր		Ֆենոլային միացությունները ըստ [9]
			չվարակված տերևներ	վարակված տերևներ	
0.04	Թույլ մանուշակագույն	+	+	++	Անթոցին
0.1-0.12	Դեղնա-մանուշակագույն	+	++	+++	Գալաթթու
0.18-0.22	Մանուշակագույն	+	++	++	Ֆլորոգլյուցին
0.32	Թույլ մանուշակագույն	+	++	++	Ֆենիլ-քացախաթթու
0.50-0.54	Վարդագույն	+	++	+++	Ֆլորիձին
0.70-0.72	Շագանակա-կանաչավուն	++	+++	+++	Պրոտոկատեխաթթու
0.90	Կարմրա-շագանակագույն	++	++	++	Կեմպֆելոր

Ամենաթույլ գունավորվածությունը բնորոշ է եղել արական բույսերին, ամենաուժեղը՝ ճանճով վարակված իգական անհատների տերևներին: Դրանց չվնասված տերևները այս ցուցանիշով գրավում են միջին տեղը: Իգական սեռի վարակված և չվարակված տերևները համեմատելիս ակներև է դառնում, որ առաջինների մոտ ֆենոլային միացությունների գունավորման ինտենսիվությունը ավելանում է ի հաշիվ անթոցինի, գալաթթվի և ֆլորիձինի:

Գրականության մեջ տարածված է այն տեսակետը, որ ֆենոլների ազդեցությունը բույսերի աճման պրոցեսներում իրականացվում է աուքսինային համակարգի փոփոխության ճանապարհով: Խթանելով (մոնոֆենոլները) կամ արգելակելով (օրթոդիֆենոլները) ԻՔԹ-օքսիդազայի ակտիվությունը, դրանով իսկ նպաստում են էնդոգեն ինդոլիլ-քացախաթթվի սինթեզմանը կամ քայքայմանը [5]: Հավանաբար գիհու իգական անհատների վնասված տերևներում տեղի է ունենում նման երևույթ, որի ընթացքում մոնոֆենոլների շարքին պատկանող գալաթթվի բարձր պարունակությունը խթանում է աուքսինների ակտիվությունը՝ դրանով իսկ պայմանավորելով տերևների գերաճը:

Ստացված արդյունքները հիմք են տալիս գալու հետևյալ եզրահանգման, որ գալավակով վարակված գիհու տերևների գերաճը պայմանավորված է աճման խթանիչների, արգելակիչների, ինչպես նաև ֆենոլային միացությունների ակտիվության և նրանց հաշվեկշռի փոփոխությամբ:

ՀՀ ԳԱԱ Բուսաբանության ինստիտուտ

ՀՀ ԳԱԱ Կենդանաբանության ինստիտուտ

Г. А. Арутюнян, Р. Г. Арутюнян, В. А. Давтян, Р. Г. Арутюнян

**Гормональная реакция листьев женских особей можжевельника
казачьего при поражении *Oligotrophus juniperinus* L.**

В результате поражения листьев женских особей можжевельника казачьего галлицей *Oligotrophus juniperinus* L. их рост усиливается. Установлено, что у пораженных листьев активность ауксинов и фенольных соединений повышается с одновременным увеличением соотношения ауксинов к ингибиторам роста. У непораженных же листьев женских и мужских особей эти показатели намного ниже и почти одинаковые.

Делается вывод о том, что одна из физиологических причин усиленного роста пораженных листьев можжевельника носит гормональный характер.

Գրականություն

1. *Арутюнян Г. А.* — Бюлл. Бот. сада АН Арм. ССР. 1977. Т. 24. С. 142-159.
2. *Слепян Э. И.* Патологические новообразования и их возбудители у растений. Галлогенез и паразитарный тератогенез. Л. Наука. 1973. 512 с.
3. *Крамер П., Козловский Т.* Физиология древесных растений. М. Гослесбумиздат. 1963. 626 с.
4. *Кефели В. И., Турецкая Р. К., Коф Э. М., Власов П. В.* В сб.: Методы определения фитогормонов, ингибиторов роста, дефолиантов и гербицидов. М. Наука. 1973. С. 7-21.
5. *Разумова М. В.* В сб.: Методы определения фитогормонов и фенолов в семенах. Л. Наука. 1979. С. 61-71.

6. *Федорова А. И.* Фитогормоны и рост дерева (на примере лиственницы). Новосибирск. Наука. 1982. 248 с.
7. *Чайлахян М. Х., Хрянин В. И.* Пол растений и его гормональная регуляция. М. Наука. 1982. 173 с.
8. *Казарян В. О., Давтян В. А., Арутюнян Р. Г.* — Биол. журн. Армении. 1986. Т. 39. №7, с. 551-555.
9. *Прохазка Ж.* В кн.: Хроматография на бумаге. М. ИЛ. 1962, С. 301-333.

МОРФОЛОГИЯ

УДК 611.16/81 612.273

Н. Н. Мелконян, И. Б. Меликсетян

Морфофункциональное состояние капилляров мозга кошки при гипоксии

(Представлено академиком В. В. Фанарджяном 19/X 2001)

Общеизвестно, что мозг, и особенно его высший отдел — неокортекс, характеризуется высокой степенью уязвимости к расстройству кровообращения. По данным клинической и экспериментальной практики установлено, что тканевая гипоксия обусловлена как недостаточностью снабжения тканей кислородом, так и нарушением кровотока в определенной области мозга. В связи с этим различают несколько форм кислородного голодания, одной из которых является гипоксическая гипоксия, т.е. уменьшение содержания кислорода в артериальной крови вследствие падения в ней напряжения кислорода.

В настоящее время достаточно хорошо известна симптоматика расстройства мозгового кровообращения [1]. Тем не менее изучение реагирования центральной нервной системы на нарушение кислородного гомеостаза остается одной из актуальных проблем современной медицины и биологии, так как гипоксия по-прежнему занимает одно из основных мест среди заболеваний человека.

В нарушениях кровообращения мозга при гипоксии важную роль играют кровеносные микрососуды, которые обеспечивают доставку кислорода и продуктов питания для жизнедеятельности нервных клеток, причем ведущая роль отводится капиллярному руслу как главному звену гематотканевого обмена [2].

Для достоверности анализа постгипоксических изменений особую роль приобретают экспериментальные исследования, так как в клинике очень часто гипоксия мозга сопровождается рядом других осложнений, не связанных непосредственно с нарушением мозгового кровообращения.

Однако ряд вопросов, касающихся кровеносной системы мозга и морфофункционального состояния капиллярной сети в условиях эксперимента, остается слабо изученным, несмотря на их исключительное значение для практической и теоретической медицины.

Для исследования капиллярного русла мозга мы использовали кальций-аденозинтрифосфатный метод Чилингаряна [3], с помощью которого возможно не только избирательно выявить сосудистую сеть, но и с легкостью дифференцировать различные звенья микроциркулярного русла (МЦР),

Объектом исследования служили половозрелые кошки (12 в эксперименте и 15 в контроле). Животных усыпляли нембуталом (45 мг/кг) и в глубоком наркотическом сне вводили в бедренную вену 1 мл гепарина. В эту вену вставляли также канюлю, из которой брали кровь для определения содержания кислорода и углекислого газа. Затем кошку, помещенную в барокамеру, подключали на искусственную вентиляцию легких и подавали разреженный кислород. В наших экспериментах содержание кислорода в крови снизилось до 35-40%, при дальнейшем снижении кошки как правило, погибали. Гипоксия наступала через 15 мин после подачи разреженного воздуха. До и после гипоксии определяли *pH* крови, парциальное давление (*P*) кислорода и углекислого газа. До эксперимента *pH* крови у разных животных варьировал от 7.27 до 7.42 единиц. Парциальное давление кислорода колебалось от 78.3 до 101 атм, а *P* углекислого газа – 23.4-32.3 атм. При достижении глубокой гипоксии *pH* крови и *P* углекислого газа оставались в пределах нормы, а *P* кислорода снижалось до 35-40 атм. Животных забивали под наркозом, мозг фиксировали в 5%-ном растворе нейтрального формалина на 24-48 ч. Из кусочков мозга готовили замороженные срезы толщиной 150 мкм, которые инкубировали в смеси, приготовленной согласно методу Чилингаряна. На срезах мозга выявляется вся сосудистая сеть. На готовых препаратах проводили морфометрические исследования состояния капиллярного русла. На каждом срезе мозга измерения проводили в 10-ти полях зрения и в каждом из них измеряли по 10 капилляров. Статистическая обработка данных проводилась по Стьюденту.

Морфометрические данные показали, что средний диаметр капилляров мозга интактных животных составляет 6.00 ± 0.13 мкм. Средний диаметр капилляров при гипоксии равен 8.10 ± 0.10 мкм (табл. 1.)

Таблица 1

Средние диаметры капилляров мозга кошки при гипоксии в каждом из 15 полей зрения

Поле	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Средний диаметр, мкм	6.8	6.9	6.6	6.9	7.3	7.0	7.2	7.7	7.8	7.8	9.2	9.7	9.9	10.4	10.7

Необходимо отметить, что средний диаметр является показателем общего функционального состояния МЦР органа в целом. Анализ морфометрических данных показал, что из 150 измеренных капилляров не все расширены в одинаковой степени при гипоксии. Есть поля, где отдельные капилляры резко расширены. Встречаются также поля, где средний диаметр капилляров варьирует в пределах нормы (табл.2).

Таблица 2

Сравнение диаметров капилляров мозга кошки в разных полях зрения при гипоксии, мкм

Капилляры	Диаметр, мкм		
	1-е поле	2-е поле	3-е поле
1	12.92	7.2	8.0

2	13.87	6.4	6.0
3	10.82	5.8	7.0
4	11.02	6.0	10.0
5	8.93	7.0	7.2
6	13.68	6.0	8.4
7	10.26	6.8	6.8
8	8.17	8.4	9.2
9	9.69	8.4	8.8
10	8.55	7.0	7.2

Как видно из табл.2, в первом поле зрения наблюдается довольно резкое расширение просвета отдельных капилляров. Такое состояние капилляров при длительной гипоксии, вероятно, может привести к более серьезным нарушениям в данном микрорегионе. Следовательно, помимо среднестатистических данных очень важно учитывать состояние капилляров в отдельных микрорегионах мозга.

Таким образом, реакция капилляров мозга в ранние сроки при гипоксии начинается с компенсаторных изменений, т.е. расширения их просвета. В наших экспериментах из 150 измеренных капилляров у 112 просвет расширился более чем на 2 мкм, что составляет 75% от общего количества. При кратковременной гипоксии сосудорасширяющий эффект не вызывает заметных изменений *pH* крови и *P* углекислого газа. Кроме того, если исходить из предположения, что степень повреждения нейронов зависит от степени их васкуляризации, то полученные данные могут иметь существенную роль в решении вопроса разной ранности нейронов при гипоксии.

Институт физиологии им, Л. А. Орбели НАН РА

Ն. Ն. Մելքոնյան, Ի. Բ. Մելիքսեթյան

Կատվի ուղեղի մազանոթների մորֆոֆունկցիոնալ վիճակը հիպոքսիայի դեպքում

Կալցիում USՖ-ային հիստոանգիոլոգիական մեթոդի օգնությամբ հետազոտվել է կատվի ուղեղի մազանոթային ցանցը՝ հիպոքսիայի դեպքում: Մորֆոմետրիկ տվյալները ցույց են տալիս, որ ինտակտ կենդանիների համեմատությամբ, հիպոքսիայի վաղ շրջանում ուղեղի մազանոթները լայնանում են 15 տոկոսով:

Այսպիսով, ուղեղի մազանոթների ռեակցիան հիպոքսիայի վաղ շրջանում սկսվում է նրանց կոմպենսատոր փոփոխությամբ՝ լուսանցքի լայնացումով:

Литература

1. Боголепов Н. Н. Ультраструктура мозга при гипоксии. М. 1979.
2. Чернух А. М., Александров П. Н., Алексеев О. В. Микроциркуляция. М. 1984.
3. Чилингарян А. М. — ДАН Арм ССР. 1986. Т.82. N1, С. 66-71.

ФИЗИОЛОГИЯ

УДК 577.20

Р. Ш. Саркисян, С. А. Тер-Григорян

Дистанционное воздействие живых систем на объекты окружающей среды

(Представленно академиком В. В. Фанарджяном 25/X 2001)

Сложившиеся в настоящее время научные представления о принципах функционирования биологических объектов основываются на убежденности, что биологические свойства живых систем формируются в результате многообразных физико-химических процессов организма, а их коммуникация с объектами окружающей среды осуществляется посредством известных каналов взаимодействия [1]. Однако за последние десятилетия выявлены многочисленные факты, которые не укладываются в рамки таких представлений [2-7]. Для понимания таких явлений требуется предположить, что биологические системы способны оказывать определенное влияние на состояние пространственно удаленных объектов при отсутствии известных каналов энергетического взаимодействия между ними. Следует отметить, что до последнего времени отсутствие доступных методов инструментальной регистрации таких воздействий являлось существенным тормозом признания их реальности.

В настоящем сообщении представлены результаты исследований, которые привели к разработке аппаратного комплекса, позволяющего проводить достоверную регистрацию дистанционных воздействий живых систем на объекты окружающей среды и перейти к систематическому изучению их особенностей.

В состав аппаратного комплекса входят: источник светового излучения, специально подобранный диэлектрический датчик и фотоприемник. С помощью фотоприемника оценивается интенсивность отраженного от датчика светового потока излучения. Источник излучения, датчик и фотоприемник закреплены в металлической камере и изолированы от внешнего света. В качестве фотоприемника использовались фотоэлектронные умножители, вакуумные и полупроводниковые фотоэлементы. Для обеспечения стабильности уровня излучения источника света применялся термостатированный блок питания, а для повышения помехозащищенности - дифференциальный усилитель. Регистрация сигналов фотоприемника осуществлялась с использованием ЭВМ.

В результате проведенных исследований показано, что через 10-100 с после приближения биологического объекта к датчику на расстояние от 5 до 100 мм наблюдается досто-

верное увеличение интенсивности отраженного от датчика света источника излучения, меняется амплитудно-частотная характеристика регистрируемого сигнала (рис.1). Как видно на рисунке, различные биологические системы в разной степени влияют на уровень отраженного от датчика света.

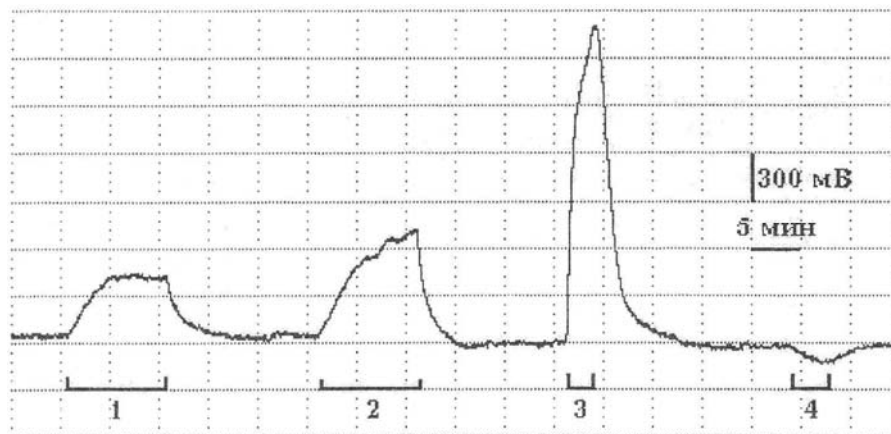


Рис.1. Регистрация дистанционных воздействий различных объектов:

1 - яблоко; 2 - грейпфрут; 3 - ладонь человека;

4- теплое воздействие горячего неживого объекта (температура 40°C);

┐┐ - временной интервал регистрации.

Температура исследованных биологических объектов совпадала или превышала температуру окружающей среды. Показано, что неживые объекты, имеющие температуру окружающей среды, не влияют на величину регистрируемого сигнала, а горячие или холодные неживые объекты на тех же расстояниях от датчика приводят к понижению интенсивности отраженного света. Тем самым исключается возможность воздействия биологических систем на физические параметры датчика посредством теплового обмена.

Электромагнитные поля, которые формируются вокруг биологической системы в процессе ее жизнедеятельности, имеют крайне низкую интенсивность и не обладают такими характеристиками, которые могут повлиять на характер распространения света в камере. Вместе с тем непосредственная проверка показала, что искусственно создаваемые около датчика электрические или магнитные постоянные поля, значительно превышающие по интенсивности электромагнитные поля живых систем, также не оказывают никакого воздействия на величину регистрируемого сигнала.

Более того, оказалось, что некоторые материалы (бумага, дерево, стекло), которые изначально не вызывали никакого эффекта, после того как в течение нескольких минут находились вблизи биологических объектов, временно, в течение 15-30 мин, приобретали способность увеличивать интенсивность отраженного от датчика света.

Наблюдаемые эффекты достоверны, легко воспроизводимы и приводят к заключению, что живые системы способны при отсутствии известных каналов взаимодействия дистанционно влиять на физическое состояние объектов окружающей их среды.

Показана чувствительность регистрируемых сигналов к различным сенсорным воздействиям на биологическую систему. К примеру, в экспериментах на наркотизированных крысах и лягушках обнаружено, что механическое раздражение конечностей приводит к изменению характера сигнала датчика, расположенного на расстоянии 1-2 см над телом животного. Значительное изменение характера сигнала датчика наблюдается также в процессе формирования у человека звукового стресса (рис.2). В других экспериментах на наркотизированных крысах показано, что после укола летальной дозы нембутала наблюдается снижение уровня сигнала (рис. 3).

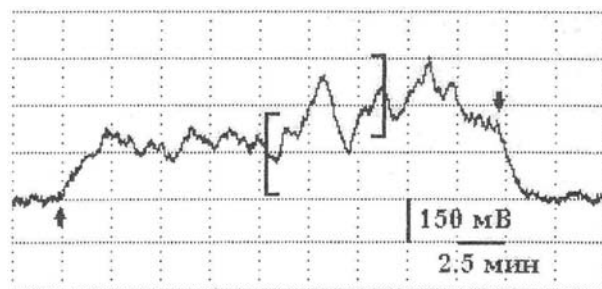


Рис.2. Регистрация процесса формирования звукового стресса у человека:

↑, ↓ - начало и конец регистрации соответственно; датчик на расстоянии 6 см от ладони человека; [] - временной интервал регистрации.

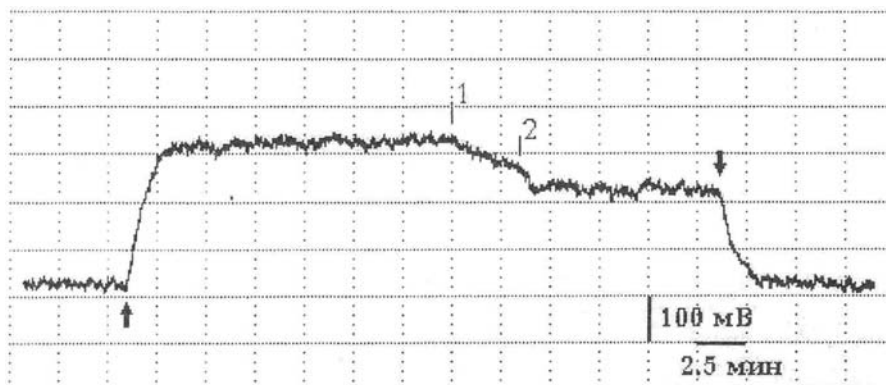


Рис.3. Влияние летальной дозы нембутала на уровень регистрируемого сигнала:

↑, ↓ - начало и конец регистрации соответственно; датчик на расстоянии 2 см от спины в области грудной клетки крысы; 1 - момент укола летальной дозы нембутала; 2 - момент прекращения дыхания у крысы.

Таким образом, регистрируемый аппаратурой сигнал непосредственно отражает уровень биологической активности живой системы и позволяет рассматривать разработанный подход как новый способ оценки физиологического состояния биологической системы.

В результате проведенных исследований разработан инструментальный метод, который позволяет отличать живые системы от неживых, - факт весьма неожиданный, могущий служить в качестве экспериментального критерия отличия живого объекта от неживого.

Известно, что все современные технические средства, используемые в медико-биологических исследованиях, ориентированы на регистрацию тех или иных физико-химических

характеристик исследуемого объекта. В нашем случае аппаратура энергетически нечувствительна к физико-химическим процессам организма, однако позволяет проводить бесконтактную регистрацию физиологически значимых воздействий на биологическую систему, выявляет остаточное последствие живых систем на некоторые материалы, которые всего лишь некоторое время находились в непосредственной пространственной близости с ними.

Поэтому предположение о существовании особого неэнергетического канала взаимодействия между биологическими системами и объектами внешнего мира можно считать достаточно обоснованным. Выяснение его физической природы и выявление способов усиления влияния на состояние пространственно удаленных объектов, осуществляемых по такому каналу воздействия и управления им, может привести к созданию новых технологий.

Очевидно, что подобные взаимовлияния должны играть важную роль и в процессах жизнедеятельности организма. Исследование особенностей их проявления может привести к существенной переоценке общепринятых представлений об основных механизмах функционирования живых систем и природе биологической активности. А широко распространенная уверенность, что биологические свойства живых систем могут быть полностью объяснены после детального изучения физико-химических процессов, происходящих в организме, может оказаться иллюзорной [8].

Институт физиологии НАН РА им. Л. А. Орбели

Ռ. Շ. Սարգսյան, Ս. Ա. Տեր-Գրիգորյան

Շրջակա միջավայրի օբյեկտների վրա կենդանի համակարգերի հեռահար ներգործությունը

Վերջին տասնամյակներում զանազան հետազոտությունների արդյունքում ի հայտ են եկել բազմաթիվ երևույթներ, որոնք դժվար են հասկացվում ժամանակակից գիտական պատկերացումների շրջանակում:

Այդ երևույթների առանձնահատկությունները ստիպում են ենթադրել, որ կենսաբանական համակարգերը կարող են շրջակա միջավայրի օբյեկտների վրա կատարել հեռահար ներգործություն որևիցե էներգետիկ բնույթի փոխազդեցության բացակայության պարագաներում: Նշենք, որ նման երևույթների գրանցման մատչելի եղանակների բացակայության պատճառով այդ ենթադրությունը համընդհանուր տարածվածություն մինչ այժմ չունի: Ներկայացված աշխատանքում փորձ է արվում որոշակի պարզեցում կատարել այդ հարցում:

Առաջարկվում է կենսաբանական օբյեկտների հեռահար ներգործության գրանցման սարք, որը բաղկացած է լույսային ճառագայթման աղբյուրից, հատուկ ընտրված տվիչից և ֆոտոընդունիչից: Ֆոտոընդունիչի միջոցով չափվում է տվիչից արտացոլված լույսի ինտեսիվությունը: Լույսի ճառագայթման աղբյուրը, տվիչը և ֆոտոընդունիչը մեկուսացված են արտաքին աշխարհից:

Փորձերը ցույց տվեցին, որ տվիչին կենսաբանական օբյեկտը 5-100 մմ մոտեցնելուց 10-100 վայրկյան անց լույսային ճառագայթման ինտենսիվությունն ավելանում է (նկար

1): Անկենդան օբյեկտները, որոնք շրջակա միջավայրի ջերմությունն ունեն, չեն ազդում գրանցվող ազդանշանի վրա, իսկ տաք կամ սառը անկենդան օբյեկտներն առաջ են բերում լույսի ինտենսիվության նվազեցում: Տարբեր կենսաբանական օբյեկտները տարբեր ձևով են ազդում գրանցվող ազդանշանի մեծության վրա: Իսկ որոշ նյութեր (թուղթ, փայտ, ապակի), որոնք ի սկզբանե ոչ մի ներգործություն չեն ունենում, մի քանի րոպե մնալով կենսաբանական օբյեկտներին մոտիկ, ժամանակավորապես ձեռք են բերում տվիչից հորդացող լույսի ինտենսիվությունը մեծացնելու հատկություն:

Ցուցադրված է գրանցվող ազդանշանի ֆիզիոլոգիական նշանակությունը: Մշակված մեթոդը ցույց է տալիս ձայնային ստրեսի ազդեցությամբ մարդու վիճակի փոփոխությունը (նկար 2): Փորձ է արված նաև լաբորատորային կենդանիների վրա: Այսպես, անզգայացած առնետի կամ գորտի վերջույթների մեխանիկական գրգռման դեպքում զգալի չափով փոփոխվում է լույսի արտացոլումը: Ընդ որում, տվիչը գտնվում էր նրա մարմնից 1-2 սմ բարձրության վրա: Իսկ թմրադեղի մահացու դոզայի ներարկումից հետո նկատվում է գրանցվող ազդանշանի նվազում (նկար 3): Դա թույլ է տալիս ենթադրել, որ լույսի ինտենսիվությունն անմիջապես արտացոլում է կենդանի համակարգի կենսաբանական ակտիվության մակարդակը:

Ստացված արդյունքները թույլ են տալիս ենթադրել, որ կենդանի համակարգերի ոչ էներգետիկ հեռահար ներգործությունը շրջակա միջավայրի օբյեկտների վրա իրականություն է: Մշակված մեթոդը կարելի է դիտել որպես կենսաբանական համակարգի գործառնական վիճակի գրանցման և գնահատման որակապես նոր միջոց:

Ուսումնասիրության արդյունքները կարող են փոխել կենդանի համակարգերի գործունեության առկա պատկերացումները: Պարզ է, որ կենսաբանական օբյեկտների հեռահար ազդեցությունը ուժեղացնելու և կառավարելի դարձնելու նպատակով հետազոտական աշխատանքի ծավալումը սկզբունքային նշանակություն ունի և կհանգեցնի նոր տեխնոլոգիաների ստեղծման:

Литература

1. Чернавский Д. С. - Усп. физ. наук. 2000. Т. 170. N. 2. С. 157-183.
2. Jahn R.G. - Proceeding of the IEEE. 1982. V. 70. N. 2. P. 136-170.
3. Rao K. R., Palmer J. - Behavioral and Brain Science. 1987. V. 10. P. 539-551.
4. Choudhury J. K., Kejiariwal P. C., Chattopodhyay A. - Journal of the Institution of Engineers (India). 1979. V. 60. ptEL3. P. 67-73.
5. Барашенков В. С., Гальперин Я. Г., Ляблин М. В. - Препринт ОИЯИ (Дубна). 1993. P19-93-313.
6. Барашенков В. С., Гальперин Я. Г., Ляблин М. В. - Препринт ОИЯИ (Дубна). 1995. P19-95-310.
7. Саркисян Р. III., Тер-Григорян С. А., Ханбабян М. В. - Вестник МАНЭБ. 1999. N. 7(19). С. 165-166.
8. Sargsyan R. Sh., Ter-Grigoryan S. A., Zhamkochyan V. M. - Second Conference of the Armenian IBRO Association (Yerevan). 1998. P. 57.

ՊԱՏՄՈՒԹՅՈՒՆ

Ակադեմիկոս Գ. Ա. Գալոյան

Թե ինչպես էին աղբբեջանցիները ծրագրում «գնել Ղարաբաղի բոլոր հողերը»

(Ներկայացված է 15/V 2002)

Ռուսական առաջին հեղափոխությունը, ռուս-ճապոնական պատերազմում ցարիզմի կրած պարտությունը, 1905-1906 թթ. Հայ-աղբբեջանական կոտորածները Բաքվում զգալիորեն թուլացրել և խոցելի էին դարձրել Ռուսաստանի միջազգային դիրքերը: Ինչպես նախորդ դարերում, այս անգամ էլ Թուրքիան փորձեց օգտվել իրավիճակից և իր «դարավոր թշնամուց», ինչպիսին Ռուսաստանին դիտում էր Աբդուլ Համիդ 2-րդը, վրեժ լուծել և դուրս մղել ռուսներին Կովկասից: Ռուս-թուրքական հակամարտությունների սրումը 1907 թ. սպառնում էր նրանց միջև պատերազմի սանձազերծմամբ: Ռուսաստանի բանակի գլխավոր շտաբում ստացված հաղորդագրությունում նշվում էր, որ «Թուրքիան ուժեղ թափով նախապատրաստվում էր պատերազմի ... Ռուսաստանի դեմ» (ЦГАОП СССР (Москва), ф. ДП, ОО, 102, оп. 1910 г, ед. хр. 14, л. 90): Խիստ կերպով նկատելի դարձավ թուրքական զորքերի կուտակումը ռուսական սահմանների մոտ և նրանց զործակալների ակտիվացումը Կովկասում, որոնք հող էին հարթում այնտեղ Թուրքիայի ներխուժման համար: Այդ նպատակին ծառայող կազմակերպություններին հովանավորում և սատարում էին ինչպես սուլթան Աբդուլ Համիդ 2-րդը, այնպես և իշխանության ձգտող երիտթուրքերը:

Կովկասում ստեղծվում էին հակառուսական և հակահայկական տարբեր անվանումների տակ գործող մուսուլմանական կազմակերպություններ: Առավել ռեակցիոն և ագրեսիվ այդպիսի կազմակերպություններից էր թուրքական զործակալների նախաձեռնությամբ 1906 թ. օգոստոս-սեպտեմբեր ամիսներին Բաքվի և Ելիսավետպոլի նահանգներում ստեղծված «Կովկասյան համամուսուլմանական «Դիֆայի»» («Պաշտպան») միությունը:

Պանիսլամիստների կողմից այդ կուսակցությունը ստեղծվել էր Բաքվում ծայր առած հայերի կոտորածներին կազմակերպված բնույթ հաղորդելու, Ղարաբաղը հայաթափ անելու, այն «մուսուլմանական պրովինցիայի» և Ռուսաստանի դեմ կովկասյան մուսուլմանների ահաբեկչական պայքարի օջախի վերածելու համար: Այսպիսով, Կովկասում ստեղծվում էր հակառուսական-հակահայկական կազմակերպված ահաբեկ-

չական կենտրոն, որը քաղաքական պայքարին կրոնական երանգ էր հաղորդել՝ մուսուլմանական խավար զանգվածներին իր հետևից տանելու համար: Նրա առաջին «գործը» եղավ հայ-թուրքական կոտորածների ժամանակ Ղարաբաղի տասնյակ ու հարյուրավոր հայերի սպանությունների կազմակերպումը:

Ռուսական արխիվներից մեկում մեր կողմից հայտնաբերվել է ասվածը հաստատող մի հետաքրքիր փաստաթուղթ՝ «Կովկասյան համամուսուլմանական «Դիֆայի» միության» մասին խորագրով, որը կազմել էր ցարական պահանորդական բաժինը և 1909 թ. օգոստոսին հասցեագրել Ոստիկանական դեպարտամենտի տնօրեն Ն. Պ. Զուբովին:

Փաստաթուղթը վկայում էր, որ նեղագգայնական «Դիֆայի» կուսակցությունը ձգտել է նախ և առաջ «զերծ պահել մուսուլմանների ինքնակայունությունը հայերի ազդեցությունից և ռուսիֆիկացման վտանգից»: Նշված նպատակին հասնելու միջոցներ են համարվել «լուսավորությունը և ուժը», ընդորում «ուժ ասելով հասկանում են ահաբեկչությունը և կուսակցության ռազմա-մարտական կազմակերպությունը»: Այդ կազմակերպության առաջին հակառուսական ահաբեկչությունը Ղարաբաղի գեներալ-նահանգապետ նշանակված Գոլոշչակովի դեմ 1906 թ. նոյեմբերի 8-ին Թիֆլիսում կազմակերպած մահափորձն էր: Այդ կապակցությամբ «Դիֆայի» հրապարակած թռուցիկում նշվում էր, որ ««Դիֆայի» կուսակցությունը գեներալ Գոլոշչակովին դատապարտել է մահվան՝ Ղարաբաղում կատարած չարագործությունների համար»: Նկատի էր առնվել հայ-ադրբեջանական կոտորածների ժամանակ Գոլոշչակովի գրաված կոշտ դիրքը մուսուլման ահաբեկիչների նկատմամբ: «Դիֆայի» թռուցիկում հիշատակվում էին նաև այլ անուններ, որոնց դեմ ևս նախապատրաստվում էր ահաբեկչություն: Ցարական պահանորդական բաժնում արձանագրվել է, որ «իրոք այդ սպառնալիքները շուտով ի կատար են ածվել (ИГАОР, ф. ДП, ОО, 102, оп. 1909 г, ед. хр. 14, л. 35)):

1907 թ. մարտին այդ կուսակցությունը Ելիսավետպոլում հրավիրել էր Անդրկովկասի, Հյուսիսային Կովկասի և Ղրիմի մուսուլմանական բնակչության ներկայացուցիչների համագումար՝ կուսակցության տակտիկական և ծրագրային հարցերը մշակելու համար:

Համագումարում որոշում է կայացվել. «(1) մոտ ապագայում Ղրիմում հրավիրել համագումար (Համառուսաստանյան) մուսուլմանական միություն ստեղծելու համար»: Պրակտիկ խնդիր է համարվել «ահաբեկչությունների միջոցով հասնել զիջումների կառավարությունից»: «(2) 1907 թ. գարնանից Ղարաբաղում (Շուշիի գավառում) «խմբերին» (դաշնակցական - Գ. Գ.) հակադրել «Դիֆային»»: «(3) Ահաբեկչության ենթարկել (Կովկասի) կառավարչության և դատարանների ներկայացուցիչներին»:

Համագումարը «Դիֆայիի» գլխավոր խնդիրը համարեց Ղարաբաղի հայաթափումը: Այդ նպատակին հասնելու համար ընդունվեց որոշում. «(4) *Բաքվի մուսուլման կապիտալիստների օգնությամբ հայերից գնել Ղարաբաղի բոլոր հողերը՝ դրանք բացառապես մուսուլմաններով բնակեցնելու համար*»: «(5) *Պարտադրել շուշեցիներին (մուսուլման) անպայման ապրել Շուշիում, Ղարաբաղը վերածել մուսուլմանական պրովինցիայի*»:

НАЧАЛЬНИКЪ
ОДЕССКАГО
ОХРАННАГО ОТДѢЛЕНІЯ.

ОСОБЫЙ ОТДѢЛЪ
СЕКРЕТНЫЙ ЖУРНАЛЬ
8. Августъ 1909 г.
№ 1414

Л и ч н о
Совершенно - Секретно

3^е Августа 1909 года

Ваше Преисходительство
Милостивый Государь.

Гор. Одесса

- 36 -

стоялся съѣздъ представителей мусульманскаго населенія Закавказья, Сѣвернаго Кавказа и Крыма для разработки и которыхъ тактическихъ и программныхъ вопросовъ. - На означенномъ съѣздѣ было, между прочимъ, постановлено:

1| Устроить въ недалекомъ будущемъ такой же съѣздъ въ Крыму, въ цѣляхъ учрежденія всеобщаго мусульманскаго союза, на подобіе армянскаго "Дашнакцутіа" и посредствомъ террора добиться уступокъ со стороны правительства, какъ того добилась названная армянская организация;

2| противопоставить съ весны 1907 г. въ Карабагѣ [Шуминскій уѣздъ] "Дфай" армянскимъ "Дунбамъ";

3| терроризировать представителей администраціи и судовъ;

4| при помощи Бакинскихъ капиталистовъ-мусульманъ выкупить у армянъ всѣ земли отъ Агдама до станціи Хамъ, для заселенія исключительного мусульманами,

и 5| принудить шуминцевъ жить обязательно въ Шумѣ вообще, сдѣлать Карабагъ мусульманскою провинціей.

Послѣ означеннаго съѣзда партія "Дфай" стала дѣятельно развѣивать пропаганду своихъ идей среди мусульманъ, занялась организаціей новыхъ отдѣленій. Вскорѣ, кромѣ функционировавшихъ ранѣе комитетовъ въ гор. Баку, появились центральныя, въ Шумѣ - главнаго для Карабага и отдѣленія въ с. Агдамѣ и Бардахѣ, бѣхъ учреждены

Կուսակցության ակտիվիստներից ստեղծվեց «Ղարաբաղի կոմիտե»: Համագումարի ընդունած որոշումները մուսուլմանական զանգվածներին հասցնելու համար «Ղարաբաղի կոմիտեն» «1907 թ. հոկտեմբերին մշակեց ծրագիր բացառապես հասարակ ժողովրդի համար ...», տեղերում ստեղծեց իր խմբերը և լայն աշխատանք ծավալեց համագումարի որոշումները կյանքի կոչելու համար: Այդ գործունեության հետևանքները շուտով իրենց զգացնել տվեցին: Վերը նշված փաստաթուղթը վկայում է, որ մուսուլմանական զանգվածները «կառավարական իշխանություններին որևէ պահանջ ներկայացնելուց առաջ դիմում էին «Ղարաբաղի կոմիտեին»՝ ցուցում ստանալու համար: Կոմիտեի որոշումներին նրանք ենթարկվում էին անառարկելի» (ԱԴԱՕՐ, ֆ, ԺԲ, ՕՕ, 102, օր. 1909 թ, ԷԺ, ԽՐ. 14, լ. 282⁶ (36-38))):

Այդ կոմիտեն Ղարաբաղում ապրող քոչվորների միջոցով փակել էր Շուշի-Եվլախ խճուղին, որով հայերը ստանում էին առաջին անհրաժեշտության ապրանքները:

Ցարական հետախուզական կազմակերպությունների կողմից Ղարաբաղում 1905-1906 թթ. տիրած դրության մասին կազմած մի այլ փաստաթղթում նշվում է, որ «թաթարների խավարամիտ և ֆանատիկ բնակչությունը խոր ատելությամբ է նայում հայերի վրա... Այդ ատելությունը թանձրանում է նրանով, որ իրենց երեկվա ստրուկներ-հայերը դարձել են Կովկասում ռուսական տիրապետության անսասանության ամուր հենարաններից մեկը»: Փաստաթղթում նշվում է, որ Ղարաբաղում բնակչության մեծամասնությունը կազմող այդ «երեկվա ստրուկներ»՝ հայերն են կառուցել «հոյակապ գործարանները... առևտրական բոլոր ձեռնարկությունները», իսկ կուլտուր-լուսավորական ասպարեզում «հայերը չափազանց առաջ են անցել» թաթարներից: Փաստաթուղթը վկայում է, որ հայ-ադրբեջանական հակամարտությունը հրահրվում էր տարածաշրջանում վիստող «թուրքական շատ գործակալների կողմից», որոնք «պանիսլամիզմի և պանթուրքիզմի վարակ են տարածում» (ԱԴԻԱ СССР (Ленинград), ֆ. 857, օր. 1, ժ. 1272, լ. 48, 49):

«Դիֆայիին» և նրա «ժառանգներին» այնուամենայնիվ չհաջողվեց իրագործել թուրքական գործակալների առաջադրած ծրագրերը: Ղարաբաղի հայերը հայրենի հողերը չվաճառեցին թուրքերին, Ղարաբաղը չվերածվեց «մուսուլմանական պրովինցիայի»: Սակայն ամբողջ 20-րդ դարի ընթացքում տարբեր գունավորումներով հանդես եկած «դիֆայիականները» («Մուդաֆիե» («Պաշտպանություն»), «Իտտիհաթ» («Միություն»), «Մուսավաթ», «Նիջատ» («Փրկություն»), ադրբեջանական «բոլշևիկներ» և այլն) իրենց կազմակերպական գոյության ամբողջ ընթացքում շարունակեցին պայքարը Ղարաբաղը հայաթափելու և այն «մուսուլմանական պրովինցիայի» վերածելու համար: Այդ պայքարը տարբեր փուլերում տարբեր երանգներ ստացավ, սակայն չկորցրեց առաջնաստեղծ իր էությունը:

21-րդ դարի շեմին արցախահայության ազատագրական պայքարի հետևանքով Ղարաբաղը (Արցախը) անկախացավ: Նրան տիրելու համար այսօրվա Ադրբեջանը և նրա հովանավորները շարունակում են պայքարել: Սակայն անկախացած Ղարաբաղը ետ դարձի ճանապարհ չունի: Այն «վաճառքի» առարկա չի կարող լինել:

Академик Г. А. Галоян

Как азербайджанцы программировали "купить все земли Карабаха"

В 1906 г., когда по известным причинам ослабевали позиции России на Кавказе, в Бакинской и Елисаветпольской губерниях по инициативе турецких агентов была создана мусульманская партия "Кавказский всемусульманский союз Дифаи" ("Защитник"). В марте 1907 г. по инициативе этой партии в Елисаветполе состоялся съезд мусульманского населения Закавказья, Северного Кавказа и Крыма. Съезд, как свидетельствуют архивные документы, постановил: созвать новый съезд для создания Всеобщего мусульманского союза России; терроризировать представителей администрации и судов; "при помощи бакинских капиталистов-мусульман купить у армян все земли Карабаха для заселения исключительно мусульманами"; "принудить шушинцев-[мусульман] жить обязательно в Шуше, сделать Карабах мусульманской провинцией". Для выполнения этих задач был создан "Карабахский комитет", который стал террористическим центром "Дифаи", организовал убийство генерал-губернатора Карабаха и многих других. Однако армяне, составлявшие большинство населения Карабаха, не дали превратить свою Родину в предмет торга.

Academician G. A. Galoyan

The Way the Azerbaijanis Were Planning "to buy the whole Karabagh area"

In 1906, when the position of Russia in the Caucasus became reduced by known reasons, in Baku and Elisavetpol provinces there had been formed a Moslem party on Turkish agents initiative: The Caucasian Pan-Mussulman Union "Difai" ("Defender"). The meeting of the Moslem population from the Transcaucasus, North Caucasus and the Crimea was held on that party initiative in March 1907. According to archive documents the Meeting resolved to make a new call for the following issues: to establish the Pan-Mussulman Union of Russia, to terrorize the representatives of the administration of the ships; with the help of Moslem capitalists in Baku to manage buying of Karabagh area at the Armenians for inhabiting only by the Moslems, to obligate Shushi population (for the Moslem ones) to live in Shushi only; to make Karabagh as a Mussulman province. For the realization of those tasks there had been established a "Karabagh Committee", which became a terrorism center for "Difai", and organized killing of general-governor, and many others in Karabagh province. While the Armenians, being the majority of Karabagh population, protected it from being a sale product.