

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

ISSN 0321-1339

Չ Ե Կ Ո Ւ Յ Յ Ն Ե Ր
Д О К Л А Д Ы
R E P O R T S

2005

Երևան

Երևան

Yerevan

Միմստորվել է 1944 թ.: Լույս է տեսնում ամսական

Основан в 1944 г. Выходит 4 раза в год

Founded in 1944. Published quarterly

Գլխավոր խմբագիր՝ ակադեմիկոս Վ. Ս. ԶԱԽԱՐՅԱՆ

Խմբագրական խորհուրդ՝ ակադեմիկոս Է.Գ. ԱՖՐԻԿՅԱՆ, ակադեմիկոս Գ.Ե. ԲԱԴԴԱՍԱՐՅԱՆ, ակադեմիկոս Գ.Ա. ԲՐՈՒՏՅԱՆ, ակադեմիկոս Է.Ս. ԳԱԲՐԻԵԼՅԱՆ, ակադեմիկոս Վ.Վ. ԴՈՎԼԱԹՅԱՆ (գլխ. խմբագրի տեղակալ), ակադեմիկոս Ա.Ա. ԹԱԼԱԼՅԱՆ, ակադեմիկոս Ս. Ա. ՆԱՐԱՐՁՈՒՄՅԱՆ, ակադեմիկոս Է.Մ. ՂԱԶԱՐՅԱՆ, ակադեմիկոս Կ.Գ. ՂԱՐԱԳՅՈՋՅԱՆ, ակադեմիկոս Յու.Ն. ՇՈՒԿՈՒՐՅԱՆ, Լ.Ս. ՍԱՐԱՖՅԱՆ (պատր. քարտուղար), ակադեմիկոս Ֆ.Տ. ՍԱՐԳՍՅԱՆ, ակադեմիկոս Դ.Ս. ՍԵՂՐԱԿՅԱՆ

Главный редактор академик В.С. ЗАХАРЯН

Редакционная коллегия: академик С.А. АМБАРЦУМЯН, академик Э.Г. АФРИКЯН, академик Г.Е. БАГДАСАРЯН, академик Г.А. БРУТЯН, академик Э.С. ГАБРИЕЛЯН, академик В.В. ДОВЛАТЯН (зам. главного редактора), академик Э.М. КАЗАРЯН, академик К.Г. КАРАГЕЗЯН, Л.С. САРАФЯН (отв. секретарь), академик Ф.Т. САРКИСЯН, академик Д.М. СЕДРАКЯН, академик А.А. ТАЛАЛЯН, академик Ю.Г. ШУКУРЯН

Editor-in-chief academician V.S. ZAKARYAN

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

Խմբագրության հասցեն՝ 375019 Երևան 19, Մարշալ Բագրամյանի պող. 24գ

Տեղ. 56-80-67

Խմբագրության վարիչ՝ Գ. Ա. Աբրահամյան

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

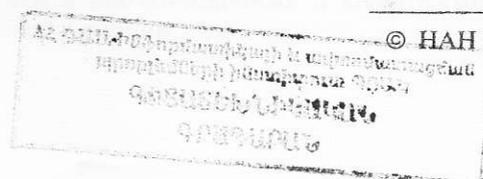
Тел. 56-80-67

Зав. редакцией Г. А. Абрамян

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

Phone (3741) 56-80-67

URL <http://elib.sci.am>



ԲՈՎԱՆԴԱԿՈՒԹՅՈՒՆ

ՄԱԹԵՄԱՏԻԿԱ

Ա. Մ. Ջրբաշյան – Կիսահարթության մեջ ω -սահմանափակ տեսքի ֆունկցիաների մասին..... 101

Արմեն Ա. Վաղարշակյան – ReH_1 տարածության ֆունկցիաների ներկայացման վերաբերյալ... 111

Ա. Ջ Մարտիրոսյան – Ռունգեի թեորեմի լակունար նմանակներ և լակունար աստիճանային շարքերով ներկայացվող բազմապատիկ T -ունիվերսալ ֆունկցիաներ հոլոմորֆ ֆունկցիաների տարածության մեջ 114

ԿԻՐԱՌԱԿԱՆ ՄԱԹԵՄԱՏԻԿԱ

Ռ. Ռ. Քամայան, Պ. Ա. Պետրոսյան – Համասեռ գրաֆների հավասարակշիռ կողային ներկումների մասին..... 120

ՄԵԽԱՆԻԿԱ

Ա. Գ. Բազդոն, Դ. Ա. Մարտիրոսյան – Ոչ գծային օպտիկական խնդրի լուծումը կաուստիկայի մոտ քվադրոնոքրոմատիկ ալիքների համար առանցքասիմետրիկ դեպքում..... 124

Գ. Ս. Նիկողոսյան, Ս. Դ. Սարգսյան – Առածգական բարակ թաղանթները կաշկանդված պտույտներով առածգականության ոչ սիմետրիկ տեսությամբ..... 132

ՖԻԶԻԿԱ

Դ. Ս. Բաբաջանյան, Ս. Ա. Բաբաջանյան – Բոզե-էյնշտեյնյան կոնդենսացիան գրգռման D -սպեկտրով $\epsilon_p = cp^5$ -չափանի իդեալական Բոզե-գազում կամայական $U(r)$ պահող պոտենցիալի դաշտում 140

ՍՈԼԵԿՈՒԼԱՅԻՆ ԿԵՆՍԱԲԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

Կ. Գ. Ղարազյոզյան, Ա. Ս. Ջավդորդնյայա, Լ. Վ. Կարաբաշյան, Ա. Գ. Մխիթարյան – Պարբերական հիվանդության ամիլոիդոզով բարդացման վաղ ախտորոշումը..... 148

ԿԵՆՍԱՔԻՄԻԱ

Լ. Ա. Միմոնյան, Ա. Ա. Միմոնյան, Ա. Ս. Մարգարյան, Ռ. Բ. Բաղայան – Տարբեր ԱՏՖագների ակտիվության ներքո տեղաշարժերը սպիտակ առնետների ուղեղի և լյարդի միտոքոնդրիումներում հասակային առումով հիպոթալամուսի պրոլիմով հարուստ պոլիպեպտիդի ազդեցությամբ..... 152

Ա. Ս. Աղաբալյան, Ա. Ա. Քուշկյան – Ձիերի վենեսուելական էնցեֆալոմիելիտի վիրուսի ֆիզիկաքիմիական և կենսաբանական բնութագիրը 157

ԿԵՆՍԱՏԵԽՆՈԼՈԳԻԱ

Լ. Գ. Անտոնյան, Ա. Մ. Բալայան, Է. Գ. Աֆրիկյան – Մեթանային խմորման օգտագործումը գետնախնձորի մնացորդների վերամշակման և օգտահանման համար..... 165

ԲԺՇԿԱԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆ

Տ. Կ. Դավթյան, Ա. Ա. Ավետիսյան, Է. Ս. Գաբրիելյան, Վ. Պ. Հակոբյան – Ընտանեկան միջերկրածովային տենդի ժամանակ գրանուլոցիտների և մոնոցիտների սպոնտան ու ինդուցիբել շնչական պայթյունի վրա յոդ-լիթիում- α -դեքստրինի (արմենիկում) ազդեցությունը..... 170

ԿԵՆԴԱՆԱԲԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

Դ. Ջ. Գրիգորյան – Հայաստանի սաղմոնային ձկների հայերեն անվանումների անճշտության մասին..... 178

ՏՆՏԵՍԱԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆ

Ա. Դ. Օսիկյան, Ա. Խ. Մարկոսյան, Տ. Տ. Մուկուչյան, Ս. Դ. Թոքմաջյան – Փակ բաժնետիրական ընկերություններում բաժնետոմսերի օտարման մի քանի հարցերի մասին..... 183

ՃԱՐՏԱՐԱՊԵՏՈՒԹՅԱՆ ՊԱՏՄՈՒԹՅՈՒՆ

Վ. Մ. Հարությունյան – Վաղմիջնադարյան Հայաստանի պալատական համալիրների հորինվածքային ու կոնստրուկտիվ համակարգերի օրինաչափությունները..... 189

СОДЕРЖАНИЕ

МАТЕМАТИКА

- А. М. Джрбашян* – О функциях ω -ограниченного вида в полуплоскости..... 101
- Армен А. Вагаршакян* – О представлении функций пространства ReH_1 111
- А. З. Мартиросян* – Лакунарные аналоги теоремы Рунге и многократно T -универсальные функции, представимые лакунарными степенными рядами, в пространстве голоморфных функций..... 114

ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА

- Р. Р. Камалян, П. А. Петросян* – О равномерных реберных раскрасках регулярных графов..... 120

МЕХАНИКА

- А. Г. Багдоев, Г. А. Мартиросян* – Решение нелинейной оптической задачи для квазимонохроматической волны вблизи каустики в осесимметричном случае..... 124
- Г. С. Никогосян, С. О. Саркисян* – Упругие тонкие оболочки по несимметричной теории упругости со стесненным вращением..... 132

ФИЗИКА

- Г. С. Бабаджанян, С. А. Бабаджанян* – Конденсация Бозе – Эйнштейна в D -мерной системе идеального газа бозонов со спектром возбуждения $\epsilon_p = cp^s$ в присутствии внешнего поля с произвольной формой удерживающего потенциала $U(r)$ 140

МОЛЕКУЛЯРНАЯ БИОЛОГИЯ

- К. Г. Карагезян, А. М. Завгородняя, Л. В. Карабашян, А. Г. Мхитарян* – Ранняя диагностика осложнений периодической болезни амилоидозом..... 148

БИОХИМИЯ

- Л. А. Симонян, А. А. Симонян, А. С. Маргарян, Р. Б. Бадалян* – Сдвиги активности АТФаз в митохондриях мозга и печени белых крыс в возрастном аспекте под влиянием обогащенного пролином полипептида гипоталамуса..... 152
- А. С. Агабalian, Ал. М. Кушкян* – Физико-химическая и биологическая характеристика РНК вируса венесуэльского энцефаломиелита лошадей..... 157

БИОТЕХНОЛОГИЯ

- Л. Г. Антонян, А. М. Балаян, Э. Г. Африкян* – Использование метанового брожения для переработки и утилизации отходов топинамбура..... 165

МЕДИЦИНА

- Т. К. Давтян, С. А. Аветисян, Э. С. Габриелян, В. П. Акопян* – Влияние йод-литий- α -декстрина (арменикума) на периодическую активацию спонтанного и индуцибельного дыхательного взрыва гранулоцитов и моноцитов при семейной средиземноморской лихорадке..... 170

ЗООЛОГИЯ

- А. Дж. Григорян* – О неточностях армянских наименований лососевых рыб Армении..... 178

ЭКОНОМИКА

- А. А. Осикян, А. Х. Маркосян, Т. Т. Мукучан, С. О. Токмаджян* – О некоторых вопросах отчуждения акций в закрытых акционерных обществах..... 183

ИСТОРИЯ АРХИТЕКТУРЫ

- В. М. Арутюнян* – Закономерности в композиционных и конструктивных системах дворцовых комплексов раннесредневековой Армении..... 189

CONTENTS

MATHEMATICS	
<i>A. M. Jerbashian</i> – On Functions of ω -bounded Type in the Half-plane.....	101
<i>Armen. A. Vagharshakyan</i> – On Representation of Functions from the Space ReH_1	111
<i>A. Z. Martirosyan</i> – Lacunary Analogs of the Runge Theorem and Multiply T -universal Functions Representable by Lacunary Power Series in the Space of Holomorphic functions.....	114
APPLIED MATHEMATICS	
<i>R. R. Kamalian, P. A. Petrosyan</i> – On Equiweight Edge Colourings of Regular Graphs.....	120
MECHANICS	
<i>A. G. Bagdоеv, H. A. Martirosyan</i> – Solution of Non-linear Optic Problem for Quasymonochromatic Wave Near Caustic in Axialsymmetric Case.....	124
<i>G. S. Nikoghosyan, S. H. Sargsyan</i> – Elastic Thin Shells on Asymmetric Theory of Elasticity with the Constraint Rotation.....	132
PHYSICS	
<i>H. S. Babajanyan, S. A. Babajanyan</i> – Bose-Einstein Condensation of the D -dimensional System of the Ideal Bose-gas with Excitation Spectrum $\varepsilon_p = cp^s$ in the Presence of Trapping Potential with an Arbitrary Profile $U(r)$	140
MOLECULAR BIOLOGY	
<i>K. G. Karageuzian, A. M. Zavgorodnyaya, L. V. Karabashyan, A. G. Mkhitaryan</i> – Early Diagnostics of Periodical Disease Amyloidosis Complications.....	148
BIOCHEMISTRY	
<i>L. A. Simonyan, A. A. Simonyan, A. S. Margaryan, R. B. Badalyan</i> – Age-related Changes of Various ATPase Activities in White Rat Brain and Liver Mitochondria under the Effect of Hypothalamic Proline Rich Polypeptide.....	152
<i>A. S. Agabalyan, Al. M. Kushkyan</i> – Physico-chemical and Biological Characteristics of Equine Encephalomyelitis RNA.....	157
BIOTECHNOLOGY	
<i>L. G. Antonyan, A. M. Balayan, E. G. Afrikian</i> – Use of Methane Fermentation for Treatment and Utilization of Topinambur By-products	165
MEDICINE	
<i>T. K. Davtyan, S. A. Avetisyan, E. S. Gabrielyan, V. P. Hakobyan</i> – The Effect of Iodine-lithium- α -dextrin (Armenicum) on the Periodic Activation of Spontaneous and Inducible Respiratory Burst of Granulocytes and Monocytes during Familial Mediterranean Fever.....	170
ZOOLOGY	
<i>H. J. Grigoryan</i> – About Inexactitude in Denomination of Salmon Fishes of Armenia.....	178
ECONOMICS	
<i>A. H. Osikyan, A. Kh. Markosyan, T. T. Mukuchyan, S. H. Tockmajyan</i> – Couple of Issues on Alienation in Closed Joint Stock Companies.	183
HISTORY OF ARCHAEOLOGY	
<i>V. M. Harutunyan</i> – Compositional and Constructive Regularities in Armenian Palatine Architecture from Early Medieral Times.....	189

УДК 517.53

А. М. Джрбашян

О функциях ω -ограниченного вида в полуплоскости

(Представлено академиком В.С. Закаряном 30/IX 2004)

Введение. Общеизвестно, что в задачах, относящихся к классам функций, регулярных в полуплоскости конечной комплексной плоскости, естественны ограничения на рост функций, инвариантные относительно параллельного сдвига, а также аппарат преобразований Фурье - Лапласа. Такие ограничения на рост рассматривают конечные граничные точки равносильно, а ∞ - иначе. С другой стороны, в работе [1] показано, что инвариантное относительно сдвига условие естественно дополнять локальным условием в окрестности ∞ . Именно таким образом введены исследуемые в данной статье классы регулярных в полуплоскости функций.

В статье даны представления общей теории функций ω -ограниченного вида в верхней полуплоскости. Получены канонические представления некоторых банаховых пространств $A_{\omega, \gamma}^p$ голоморфных функций. При $p = 2$ (т.е. в гильбертовом случае) установлены: теорема об ортогональной проекции из L_{ω}^2 в A_{ω}^2 , теорема типа Пэли - Винера и теорема о естественной изометрии A_{ω}^2 с пространством Харди H^2 , являющейся интегральным оператором вместе со своим обратным. Затем даны канонические представления δ -субгармонических классов типа Неванлинны - Джрбашяна. Рассматриваемые функции могут иметь любой рост вблизи конечных точек вещественной оси.

1. Пространства $A_{\omega, \gamma}^p$. Определим $A_{\omega, \gamma}^p$ ($0 < p < +\infty$, $-\infty < \gamma \leq 2$) как множество тех функций $f(z)$ голоморфных в верхней полуплоскости $G^+ = \{z : \text{Im } z > 0\}$, которые при достаточно малых $\rho > 0$ удовлетворяют неванлинновскому условию

$$\liminf_{R \rightarrow +\infty} \frac{1}{R} \int_{\beta}^{\pi-\beta} \log^+ |f(\text{Re } i\vartheta)| \left| \sin \frac{\pi(\vartheta - \beta)}{\pi - 2\beta} \right|^{1-\pi/\kappa} d\vartheta = 0, \quad (1.1)$$

где $\beta = \arcsin[(\rho)/R] = [(\pi)/2] - \kappa$ и, одновременно,

$$\|f\|_{p, \omega, \gamma}^p \equiv \iint_{G^+} |f(z)|^p \frac{d\mu_{\omega}(z)}{(1 + |z|)^{\gamma}} < +\infty, \quad (1.2)$$

где $d\mu_{\omega}(x + iy) = dx d\omega(2y)$ и $\omega(t) \in \Omega_{\alpha}$ ($\alpha \geq -1$), т.е. $\omega(t)$ в $[0, +\infty)$ таково, что

(i) $\omega(t) \nearrow$ (не убывает) в $(0, +\infty)$, $\omega(0) = \omega(+0)$ и существует последовательность $\delta_k \downarrow 0$ такая, что $\omega(\delta_k) \downarrow$ (строго убывает),

(ii) $\omega(t) \asymp t^{1+\alpha}$ при $\Delta_0 \leq t < +\infty$ ($\Delta_0 \geq 0$)

$f(t) \asymp g(t)$ означает, что $m_1 f(t) \leq g(t) \leq m_2 f(t)$ при некоторых постоянных $m_{1,2} > 0$). Определим лебегово пространство $L^p_{\omega, \gamma}$ одним лишь условием (1.2) и отметим, что при $\omega(t) \in \Omega_\alpha$ ($\alpha \geq -1$) ограничение (ii) имеет место при любом $\Delta \in (0, \Delta_0]$.

Замечание 1.1. Очевидно $A^p_{\omega, \gamma} = (i+z)^{\gamma/p} A^p_{\omega, 0}$. Далее, при $\omega(t) = t^{1+\alpha}$ ($\alpha > -1$), $\gamma = 0$ и $p \geq 1$ пространство $A^p_{\omega, \gamma}$ совпадает с хорошо известным A^p_α в полуплоскости (см. [2], [3], [4], а также [5]). В этом случае из (1.2) следует (1.1), и эта импликация верна в более общем случае - когда $\omega(t)$ непрерывно дифференцируемо в $(0, +\infty)$ и таково, что $\omega'(t) \geq Mt^\alpha$ ($\alpha > -1$) для почти всех $t > 0$ и некоторой постоянной $M > 0$.

Замечание 1.2. В общем случае (1.2) не обеспечивает выполнение условия (1.1). К необходимости наложения условия (1.2) мы вернемся в конце раздела 3.

Напомним некоторые свойства [1] голоморфных пространств Харди

$$H^p_\gamma \equiv H^p \left\{ \frac{dx}{(1+|x|)^\gamma} \right\} = (z+i)^{\gamma/p} H^p_0 \quad (1.3)$$

($0 < p < +\infty$, $-\infty < \gamma \leq 2$), где $H^p_0 \equiv H^p$ пространство Харди, введенное в верхней полуплоскости $G^+ = \{z : \text{Im } z > 0\}$ ограничением

$$\sup_{y > 0} \int_{-\infty}^{+\infty} |f(x+iy)|^p dx < +\infty. \quad (1.4)$$

H^p_γ совпадает со множеством тех функций $f(z)$, голоморфных в G^+ , для которых $|f(z)|^p$ имеет гармоническую мажоранту в G^+ (т.е. $f(z)$ лежит в конформном образе пространства Харди H^p из $|z| < 1$) и $f(x) \in L^p([dx/((1+|x|)^\gamma)]) \equiv L^p_\gamma$ на вещественной оси. H^p_γ ($1 \leq p < +\infty$, $-\infty < \gamma \leq 2$) является банаховым пространством с нормой $\|f(z)\|_{H^p_\gamma} = \|f(x)\|_{L^p_\gamma}$. При этом H^p_2 совпадает с конформным образом H^p из $|z| < 1$, а при $\gamma = 0$ - с H^p_0 , определяемым условием (1.4). Кроме того, из результатов [1] следует, что H^p_γ ($0 < p < +\infty$, $-\infty < \gamma \leq 2$) совпадает со множеством тех голоморфных в G^+ функций, которые удовлетворяют (1.1) при любом $\rho > 0$ и таковы, что

$$\liminf_{y \rightarrow +0} \int_{-\infty}^{+\infty} |f(x+iy)|^p \frac{dx}{(1+|x|)^\gamma} < +\infty. \quad (1.5)$$

В [1] ясно, что полуплоскость $G^+_\rho = \{z : \text{Im } z > \rho\}$ может быть исчерпана круговыми сегментами, а следовательно при (1.2) условие (1.1) эквивалентно тому, что

$$\liminf_{R \rightarrow +\infty} \frac{1}{R} \int_{\beta}^{\pi-\beta} |f(\operatorname{Re}^{i\vartheta})|^p \left(\sin \frac{\pi(\vartheta - \beta)}{\pi - 2\beta} \right)^{1-\pi/\kappa} d\vartheta < +\infty \quad (1.1')$$

при любом $\rho > 0$, а также каждому из следующих двух условий:

$$\liminf_{R \rightarrow +\infty} \frac{1}{R} \int_0^{\pi} \log |f(\operatorname{Re}^{i\vartheta} + i\rho)| \sin \vartheta d\vartheta = 0, \quad \liminf_{R \rightarrow +\infty} \frac{1}{R} \int_0^{\pi} |f(\operatorname{Re}^{i\vartheta} + i\rho)|^p \sin \vartheta d\vartheta < +\infty.$$

Кроме того, если $f(z) \in \mathbf{H}_{\gamma}^p (-\infty < \gamma \leq 2, 0 < p < +\infty)$, то при любом $0 < M < +\infty$

$$\sup_{0 < y < M} \int_{-\infty}^{+\infty} |f(x + iy)|^p \frac{dx}{(1 + |x|)^{\gamma}} < +\infty. \quad (1.6)$$

Проверяя выполнение (1.6), легко показать, что при любом $p > 1$

$$\mathbf{H}_{\gamma}^p \subset \mathbf{H}_{\gamma}^1 \quad \text{при} \quad \begin{cases} 1 - \frac{1-\gamma}{p} < \gamma' < 1, & \text{если } \gamma < 1, \\ \gamma - 1 \\ 1 + \frac{\gamma-1}{p} < \gamma' \leq 2, & \text{если } 1 \leq \gamma \leq 2. \end{cases} \quad (1.7)$$

Отметим, что если $f(z) \in \mathbf{A}_{\omega, \gamma}^p (p > 0, \omega \in \Omega_{\alpha}, \alpha \geq -1, -\infty < \gamma < 1)$, то $f(z + i\rho)$ принадлежит \mathbf{H}_{γ}^p при любом $\rho > 0$. Кроме того, верно следующее

Предложение 1.1. При любых $p > 0$ и $\gamma \in (-\infty, 2]$ сумма $\cup_{\omega \in \Omega_{\alpha}} \mathbf{A}_{\omega, \gamma}^p$ совпадает со множеством

всех функций, принадлежащих \mathbf{H}_{γ}^p в любой полуплоскости G_p^+ ($\rho > 0$). $\mathbf{A}_{\omega, \gamma}^p (1 \leq p < +\infty, -\infty < \gamma < 1, \omega \in \Omega_{\alpha}, \alpha \geq -1)$ является банаховым пространством с нормой (1.2).

2. Представление по полосе. Полагая, что $\omega(t) \in \Omega_{\alpha} (\alpha \geq -1)$, будем пользоваться следующим континуальным аналогом ядра типа Коши М.М.Джрбашяна:

$$C_{\omega}(z) = \int_0^{+\infty} e^{itz} \frac{dt}{I_{\omega}(t)}, \quad I_{\omega}(t) = \int_0^{+\infty} e^{-tx} d\omega(x). \quad (2.1)$$

Функция $C_{\omega}(z)$ голоморфна в G^+ , поскольку условия (i), (ii) обеспечивают равномерную сходимость интеграла (2.1) внутри G^+ . Отметим, что ядро (2.1) впервые было использовано А.О.Карапетяном [6], где оно было построено в многомерном случае трубчатых областей (см. также [7-9]). В случае простой шкалы $\omega(t) = t^{1+\alpha}$ имеем $I_{\omega}(t) = \Gamma(2 + \alpha)t^{-(1+\alpha)}$ и $C_{\omega}(z) = (-iz)^{-$

$(2+\alpha)$ $(-2 < \alpha < +\infty)$.

Для установления канонических представлений пространств $A_{\omega, \gamma}^p$ найден новый подход к применению преобразований Фурье - Лапласа, отличающийся от известного подхода [10]. Существенны также включения (1.7) и следующее утверждение о представимости интегралом

Коши в H_{γ}^p : если $f(z) \in H_{\gamma}^p (p \geq 1, \gamma < 1)$, то

$$f(z) = \frac{1}{2\pi i} \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{f(t)}{t-z} dt \quad \text{и} \quad \frac{1}{2\pi i} \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{f(t)}{t-\bar{z}} dt = 0 \quad z \in G^+.$$

Теорема 2.1. Пусть $f(z) \in A_{\omega, \gamma}^p(G^+)$ при некоторых $1 \leq p < +\infty$, $-\infty < \gamma < 1$ и $\omega(x)$ удовлетворяющем (i) и таком, что $\omega(t) = \omega(\Delta) < +\infty$ ($\Delta < t < +\infty$) при некотором $\Delta > 0$. Тогда

$$f(z) = \frac{1}{2\pi} \iint_{G^+} f(w) C_{\omega}(z - \bar{w}) d\mu_{\omega}(w), \quad z \in G^+, \quad (2.2)$$

$$f(z) = \frac{1}{\pi} \iint_{G^+} \{\operatorname{Re} f(w)\} C_{\omega}(z - \bar{w}) d\mu_{\omega}(w), \quad z \in G^+, \quad (2.3)$$

где оба интеграла абсолютно и равномерно сходятся внутри G^+ .

3. Представления по всей полуплоскости. Устремление $\Delta \rightarrow +\infty$ в (2.2) и (2.3), приводящее к цели, основано на следующей лемме.

Лемма 3.1. Пусть $\omega(x) \in \Omega_{\alpha}$ при некотором $\alpha \geq -1$. Тогда для любого не целочисленного значения $\beta \in ([\alpha] - 1, \alpha)$ и любого $\rho > 0$ существует положительная постоянная $M \equiv M_{\rho, \beta}$ такая, что

$$|C_{\omega}(z)| \leq M|z|^{-(2+\beta)}, \quad z \in G_{\rho}^+.$$

Теорема 3.1. Пусть $f(z) \in A_{\omega, \gamma}^p$ при некоторых $1 \leq p < +\infty$ и $-\infty < \gamma < 1 - (1 + \alpha)(p - 1)$. Тогда опять же справедливы представления (2.2) и (2.3), где оба интеграла абсолютно и равномерно сходятся внутри G^+ .

Замечание 3.1. В случае, когда $1 \leq p \leq 2$ и мера $d\omega$ абсолютно непрерывна, представление (2.2) было установлено в [6-9] для общих, весовых классов со смешанной нормой в радиальных трубчатых областях из C^n .

Справедливо следующее утверждение о проекции из $L_{\omega, \gamma}^p$ в $A_{\omega, \gamma}^p$.

Теорема 3.2. Пусть $f(z) \in L_{\omega, \gamma}^p (1 \leq p < +\infty, -\infty < \gamma < 1)$ и пусть $\omega(x)$ таково, как в теоремах 2.1 или 3.1. Тогда интегралы в формулах (2.2) и (2.3) представляют голоморфные в G^+ функции, для которых верно (1.1).

Замечание 3.2. Ввиду последней теоремы представления (2.2) и (2.3) могут быть использованы вместе с оценкой ядра [11] для установления теорем о проекции из $L^p_{\omega, \gamma}$ в $A^p_{\omega, \gamma}$ и описания сопряженного пространства $A^p_{\omega, \gamma}$ - так, как это сделано в [12,13] - в круге.

4. Ортогональная проекция и изометрия. Верна следующая

Теорема 4.1. *Оператор ортогональной проекции пространства $L^2_{\omega, 0}$ на свое подпространство $A^2_{\omega, 0}$ ($\omega \in \Omega_\alpha$, $\alpha \geq -1$, $\omega(0) = 0$) записывается в виде*

$$P_\omega f(z) = \frac{1}{2\pi} \int \int_{G^+} f(w) C_\omega(z - \bar{w}) d\mu_\omega(w), \quad f \in L^2_{\omega, 0}.$$

Следующее утверждение является аналогом теоремы Пэли - Винера.

Теорема 4.2. *Пространство $A^2_{\omega, 0}$ ($\omega \in \Omega_\alpha$, $\alpha \geq -1$, $\omega(0) = 0$) совпадает со множеством всех функций, представимых в виде*

$$f(z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_0^{+\infty} e^{itz} \frac{\Phi(t)}{\sqrt{I_\omega(t)}} dt, \quad z \in G^+, \quad \Phi(t) \in L^2(0, +\infty). \quad (4.1)$$

Если такое представление верно, то $\|f\|_{A^2_{\omega, 0}} = \|\Phi\|_{L^2(0, +\infty)}$ и

$$\Phi(t) = \frac{1}{\sqrt{I_\omega(t)}} \int_0^{+\infty} e^{-tv} \hat{f}_v(t) d\omega(2v), \quad (4.2)$$

$$\text{где } \hat{f}_v(t) = \text{l.i.m.}_{R \rightarrow +\infty} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-R}^R e^{-itu} f(u + iv) du.$$

Замечание 4.1. В частном случае абсолютно непрерывной меры $d\omega$ теорема 4.2 следует из более общих утверждений [6], [14] в весовых пространствах со смешанной нормой в трубчатых областях из C^n .

Замечание 4.2. В дополнение к теореме 4.2 верно следующее утверждение: *пусть S_1 - множество тех $\omega(x)$, которые непрерывны и при некотором $\Delta \in (0, +\infty)$ строго возрастают в $[0, \Delta]$, $\omega(0) = 0$ и $\omega(x) = \omega(\Delta)$ при $x > \Delta$. Далее, пусть S_2 - (более широкое) множество тех $\omega(x)$, $\omega(0) = 0$,*

которые принадлежат Ω_α при каком-либо $\alpha \geq -1$. Тогда $\bigcup_{\omega \in S_1} A^2_{\omega, 0} = \bigcup_{\omega \in S_2} A^2_{\omega, 0}$, и обе эти суммы совпадают со множеством всех функций вида

$$f(z) = \int_0^{+\infty} e^{itz} \Psi(t) dt, \quad z \in G^+, \quad \text{где } e^{-\varepsilon t} \Psi(t) \in L^2(0, +\infty) \text{ при любом } \varepsilon > 0.$$

Следующая теорема в частности дает больше информации о функции Φ , участвующей в представлении (4.1). Предварительно введем в рассмотрение оператор

$$L_\omega f(z) \equiv \int_0^{+\infty} f(z + i\sigma) d\omega(\sigma)$$

и отметим, что: *если $\omega(x) \in \Omega_\alpha$ ($-1 \leq \alpha < +\infty$) и $\omega(0) = 0$, то квадрат Вольтерра функции $\omega(x)$, т.е. функция*

$$\tilde{\omega}(x) = \int_0^x \omega(x-t) d\omega(t), \quad 0 < x < +\infty, \quad \tilde{\omega}(0) = 0, \quad (4.3)$$

принадлежит $\Omega_{1+2\alpha}$. Кроме того, $I_\omega^2(x) = I_{\tilde{\omega}}(x)$ ($0 < x < +\infty$).

Теорема 4.3. *Пусть функция $\omega(t)$ ($\omega(0) = 0$) принадлежит Ω_α ($-1 \leq \alpha < +\infty$) и пусть $\tilde{\omega}$ - ее*

квадрат Вольтерра (4.3). Тогда $A_{\tilde{\omega}, 0}^2$ совпадает со множеством функций, представимых в виде

$$f(z) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} \varphi(t) C_\omega(z-t) dt, \quad z \in G^+, \quad \varphi \in L^2(-\infty, +\infty). \quad (4.4)$$

Если $f \in A_{\tilde{\omega}, 0}^2$, то единственной функцией из пространства Харди $H^2 \equiv H_0^2$, которой можно

заменить $\varphi(t)$ в (4.4), является $L_\omega f$. Кроме того, $\|L_\omega f\|_{H^2} = \|f\|_{A_{\tilde{\omega}, 0}^2}$ и $\varphi - L_\omega f \perp H^2$ для любой

функции $\varphi \in L^2(-\infty, +\infty)$, с которой верно (4.4). Оператор L_ω является изометрией $A_{\tilde{\omega}, 0}^2 \rightarrow H^2$, а интеграл (4.4) определяет $(L_\omega)^{-1}$ в H^2 .

Замечание 4.3. При условиях теоремы 4.3 в представлении (4.1) пространства $A_{\tilde{\omega}, 0}^2$ функция Φ является преобразованием Фурье функции $L_\omega f$ по вещественной оси.

5. Весовые классы гармонических функций. Справедлива следующая

Теорема 5.1. *Пусть функция $U(z)$ гармонична в полуплоскости G^+ и такова, что для достаточно малых $\rho > 0$ и некотором $\gamma \in (-\infty, 2]$*

$$\liminf_{R \rightarrow +\infty} \frac{1}{R} \int_\beta^{\pi-\beta} |U(Re^{i\vartheta})| \left(\frac{\sin \frac{\pi(\vartheta - \beta)}{\pi - 2\beta}}{\sin \frac{\pi(\vartheta - \beta)}{\pi - 2\beta}} \right)^{1-\pi/\kappa} d\vartheta = 0, \quad (5.1)$$

$$\int \int_{G^+} |U(z)| \frac{d\mu_\omega(z)}{(1+|z|)^\gamma} < +\infty, \quad (5.2)$$

где $\beta = \arcsin[(\rho)/R] = [(\pi)/2] - \kappa$ и $d\mu_\omega(x + iy) = dx d\omega(2y)$. Далее, пусть выполнено одно из следующих условий:

1°. $\omega(t)$ удовлетворяет условию (i) (см. раздел 1) и $\omega(t) = \omega(\Delta)$ ($\Delta < t < +\infty$) при некотором $\Delta > 0$, или же

2°. $\omega(t) \in \Omega_\alpha$ при некоторых $\alpha \geq -1$ и $\gamma < 1$.

Тогда

$$U(z) = \frac{1}{\pi} \int \int_{G^+} U(w) \operatorname{Re} \{C_\omega(z - \bar{w})\} d\mu_\omega(w), \quad z \in G^+, \quad (5.3)$$

где интеграл абсолютно и равномерно сходится внутри G^+ .

Замечание 5.1. Для классов гармонических в G^+ функций, определенных условиями (5.1) и (5.2) с заменой $|U|$ на $|U|^p$ ($1 \leq p < +\infty$), представление (5.3) доказано также в случае, когда интеграл берется по полосе (т.е. $\omega(t) = \omega(\Delta)$, $\Delta < t < +\infty$)

6. Классы типа Неванлинны - Джрбашяна в полуплоскости. Всюду ниже будем полагать, что $U(z)$ является δ -субгармонической в G^+ функцией и ν - ее ассоциированная мера, т.е. $U(z) = U_1(z) - U_2(z)$, где $U_{1,2}(z)$ субгармонические в G^+ функции с риссовскими ассоциированными мерами $\nu_{1,2}$, и $\nu = \nu_1 + \nu_2$. Кроме того, будем полагать, что мера ν минимально разложена в Жордановом смысле, т.е. $\nu = \nu_+ - \nu_-$, где $(\operatorname{supp} \nu_+) \cap (\operatorname{supp} \nu_-) = \emptyset$ и ν_\pm - положительная и отрицательная вариации меры ν . Будем говорить, что две δ -субгармонические в какой-либо области G функции равны, т.е. $U(z) = V(z)$, где $V(z) = V_1(z) - V_2(z)$ (и $V_{1,2}(z)$ субгармоничны в G), если $U_1(z) + V_2(z) = U_2(z) + V_1(z)$ всюду в G . Для δ -субгармонической в G^+ функции $U(z)$ будем рассматривать характеристику Цудзи следующего вида:

$$L(y, U) \equiv \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} U^+(x + iy) dx + \int_y^{+\infty} n_+(t) dt, \quad 0 < y < +\infty,$$

где $n_+(t) = \iint_{G_t^+} dv_+(\zeta)$, $G_t^+ = \{\zeta : \operatorname{Im} \zeta > t\}$. Полагая характеристику $L(y, -U)$ определенной аналогично - посредством U^- и ν_- , отметим, что в общем случае $L(y, U)$ либо $L(y, -U)$, либо же

обе эти величины могут быть бесконечны. Тем не менее, существуют некоторые условия (см. [15], гл. 5), при которых величины $L(y, \pm U)$ ($0 < y < +\infty$) конечны и связаны особой формой формулы Б.Я. Левина:

$$L(y, U) = L(y, -U), \quad 0 < y < +\infty, \quad (6.1)$$

что является естественным аналогом хорошо известного соотношения равновесия для характеристик Неванлинны по концентрическим кругам.

Определение 6.1. $\tilde{\Omega}_\alpha$ ($\alpha > -1$) - множество функций $\omega(x)$, $\omega(0) = 0$, которые непрерывны и строго возрастают в $[0, +\infty)$, непрерывно дифференцируемы в $(0, +\infty)$ и таковы, что $\omega'(x) \asymp x^\alpha$ ($\Delta < x < +\infty$) при любом $\Delta > 0$.

Легко видеть, что если $\omega(x) \in \tilde{\Omega}_\alpha$, то при любом $\rho \geq 0$ функция $\omega(x + \rho)$ принадлежит классу Ω_α , использованному ранее.

Нижеследующее определение аналога неванлинновского весового класса в полуплоскости (см. п. 216 в [16], а также [15]) естественно ввиду того, что в общем случае формула (6.1) не верна.

Определение 6.2. N_ω ($\omega(x) \in \tilde{\Omega}_\alpha$, $\alpha > -1$) - множество δ -субгармонических в G^+ функций, для которых

$$\int_0^{+\infty} [L(y, U) + L(y, -U)] d\omega(2y) < +\infty. \quad (6.2)$$

Формулировку теоремы о каноническом представлении δ -субгармонических функций из классов \mathfrak{N}_ω предварим следующим утверждением.

Теорема 6.1. Пусть $\omega(x) \in \tilde{\Omega}_\alpha$ ($-1 \leq \alpha < +\infty$). Тогда функция

$$b_\omega(z, \zeta) = \exp \left\{ - \int_0^{2\text{Im } \zeta} C_\omega(z - \zeta + it) \omega(t) dt \right\}, \quad \text{Im } z > \text{Im } \zeta,$$

голоморфно продолжается на все G^+ , где имеет единственный, простой нуль в точке $z = \zeta$. Если последовательность $\{z_k\} \subset G^+$ удовлетворяет условию

$$\sum_k \int_0^{2\text{Im } z_k} \omega(t) dt < +\infty,$$

то внутри G^+ сходится произведение типа Бляшке $B_\omega(z, \{z_k\}) \equiv \prod_k b_\omega(z, z_k)$.

Теорема 6.2. Пусть $U(z) \in \mathfrak{K}_\omega$ при некотором $\omega(x) \in \tilde{\Omega}_\alpha$ ($\alpha > -1$). Тогда

$$\iint_{G^+} |U(z)| d\mu_\omega(z) < +\infty, \quad \iint_{G^+} \left(\int_0^{2\operatorname{Im} \zeta} \omega(t) dt \right) dv_\pm(\zeta) < +\infty, \quad (6.3)$$

и при любом $\rho > 0$

$$\iint_{G_\rho^+} (1 + \operatorname{Im} \zeta) dv_\pm(\zeta) < +\infty.$$

Кроме того, потенциалы типа Грина $P_\omega^{(\pm)}(z) \equiv \iint_{G^+} \log |b_\omega(z, \zeta)| dv_\pm(\zeta)$ по положительной и отрицательной вариациям ассоциированной меры функции $U(z)$ сходятся, и в G^+ имеет место представление

$$U(z) = \iint_{G^+} \log |b_\omega(z, \zeta)| dv(\zeta) + \frac{1}{\pi} \iint_{G^+} U(w) \operatorname{Re} \left\{ C_\omega(z - \bar{w}) \right\} d\mu_\omega(w). \quad (6.4)$$

В заключение приведем еще одну теорему, которая несколько отличается от теоремы 6.1, а также некоторые замечания. Аналогично разделу 2, можно рассматривать весовые классы δ -субгармонических функций с гармоническими составляющими, записываемыми в виде интегралов по полосе. А именно, верна следующая

Теорема 6.3. Пусть $U(z) \in \mathfrak{K}_\omega^\Delta$, где $\Delta > 0$ - какое-либо фиксированное число и $\omega(x)$, $\omega(+0) = 0$ - строго возрастающая на $(0, \Delta)$ функция, такая что $\omega(x) = \omega(x + \Delta)$ ($0 < x < +\infty$). Тогда все утверждения теоремы 6.2 остаются в силе.

Замечание 6.1. Пусть субгармоническая в G^+ функция $U(z)$ такова, что

$$\iint_{G^+} |U(z)| d\mu_\omega(z) < +\infty, \quad \text{где}$$

1°. $\omega(x)$ принадлежит $\tilde{\Omega}_\alpha$ ($-1 < \alpha < +\infty$), или

2°. $\omega(x)$ строго возрастающая в $(0, \Delta)$ ($\Delta > 0$) функция такая, что $\omega(+0) = 0$ и $\omega(x) = \omega(x + \Delta)$ ($0 < x < +\infty$) и, в добавок, $U(z)$ удовлетворяет (5.1).

Тогда $U(z)$ принадлежит классу N_ω (при выполнении 1°), или же $\mathfrak{K}_\omega^\Delta$ (при выполнении 2°). Тем

самым, функция $U(z)$ представима в виде (6.4).

Замечание 6.2. В частном случае, когда $U(z)$ принадлежит \mathcal{H}_ω или же $\mathcal{H}_\omega^\Delta(\omega(x))$ таково, как в теоремах 6.2 или 6.3) и $U(z) = \log|f(z)|$ и $f(z)$ мероморфная в G^+ функция, представление (6.4) переходит в факторизацию вида

$$f(z) = \frac{B_\omega(z, \{a_n\})}{B_\omega(z, \{b_m\})} \exp \left\{ \frac{1}{\pi} \int \int_{G^+} \log|f(w)| C_\omega(z - \bar{w}) d\mu_\omega(w) + iC \right\}, \quad z \in G^+,$$

где C - вещественное число, а $\{a_n\}, \{b_m\} \subset G^+$ - нули и полюсы $f(z)$, которые удовлетворяют (6.3).

В заключение отметим, что данная статья дополняет результаты недавно вышедшей работы [17].

Институт математики НАН РА

Литература

1. *Jerbashian A. M.* - J. of Contemp. Math. Analysis. 1993. V. 28. N4. P. 42-61.
2. *Coifman R. R., Rochberg R.* - Astérisque. 1980. V. 77. P. 12-67.
3. *Ricci F., Taibleson M.* - Annali Scuola Normale Superiore - Pisa. Classe di Scienze. Ser. IV. 1983. V. X. N1. P. 1-54.
4. *Djrbashian M. M., Djrbashian A. E.* - Dokl. Akad. Nauk USSR. 1985. V. 285. N3. P. 547-550.
5. *Djrbashian M. M., Karapetyan A. H.* - Ann. Pol. Math. 1991. V. 55. P. 87-94.
6. *Карапетян А. О.* Авторефер. канд. дис. Ереван. 1988.
7. *Карапетян А. О.* - Изв. АН АрмССР. Математика. 1990. Т. 25. N4. С. 315-332.
8. *Карапетян А. О.* - Изв. АН АрмССР. Математика. 1991. Т. 26. N1.
9. *Карапетян А. О.* - Изв. АН АрмССР. Математика. 1992. Т. 27. N1.
10. *Гиндикин С. М.* - Успехи мат. наук. 1964. Т. 19. N4. С. 3-92.
11. *Jerbashian A. M.* - Archives of Inequalities and Applications. 2003. V. 1. P. 399-412.
12. *Jerbashian A. M.* - Preprint 2002-01. Institute of Mathematics. National Ac. of Sci. of Armenia. Yerevan. 2002.
13. *Jerbashian A. M.* - Complex Variables. 2005. V. 50. N3. P. 155-183.
14. *Карапетян А. О.* - Изв. АН АрмССР. Математика. 1988. Т. 23. N1. С. 91-96.
15. *Jerbashian A. M.* - Springer Verlag. USA. 2005. 196 p.
16. *Nevanlinna R.* - Springer. Berlin. 1937.
17. *Jerbashian A. M.* In: Operator Theory: Advances and applications. Birkhauser Verlay. Basel. 2005. V. 158. P. 141-158.

Ա.Ս. Ջրբաշյան

Կիսահարթության մեջ ω -սահմանափակ տեսքի ֆունկցիաների մասին

Հոդվածում տրված են կիսահարթության մեջ ω -սահմանափակ տեսքի ֆունկցիաների տեսության ներկայացման հիմնական բանաձևերը: Ստացված են հոլոմորֆ ֆունկցիաների որոշ $A_{\omega, \gamma}^p$ բանախյան տարածությունների կանոնական ներկայացումները: Երբ $p = 2$ այսինքն՝ հիլբերտյան դեպքում) ստացված են. թեորեմ L_{ω}^2 -ից A_{ω}^2 օրթոգոնալ արտապատկերման մասին, Պելի - Վիների տիպի թեորեմ, ինչպես նաև թեորեմ՝ A_{ω}^2 տարածության բնական իզոմետրիայի մասին Հարդիի H^2 -ի հետ, որն ինտեգրալ օպերատոր է իր հակադարձի հետ: Այնուհետև բերված են կիսահարթությունում δ -սուբհարմոնիկ ֆունկցիաների Նևանլինա - Ջրբաշյանի տիպի դասերի կանոնական ներկայացումները: Դիտարկված դասերի ու տարածությունների ֆունկցիաները իրական առանցքի վերջավոր կետերի մոտ կարող են կամայական աճ ունենալ:

A.M. Jerbashian

On Functions of ω -bounded Type in the Half-plane

This paper gives the basic representations of the general theory of functions of ω -bounded type in the upper half-plane. The starting point are the canonical representations of some Banach spaces $A_{\omega, \gamma}^p$ of holomorphic functions. For $p = 2$ (i.e. in the case of Hilbert spaces) there is a theorem on the orthogonal projection from the corresponding L_{ω}^2 to A_{ω}^2 , a Paley - Wiener type theorem and a theorem on a natural isometry between A_{ω}^2 and the Hardy space H^2 , which is an integral operator along with its inversion. Then the canonical representations of Nevanlinna - Djrbashian type classes of δ - subharmonic functions are given. The functions from the considered spaces and classes can have arbitrary growth near the finite points of the real axis.

УДК 517.232

Армен А. Вагаршакян

О представлении функций пространства $\text{Re}H_1$

(Представлено академиком А.А. Талаляном 8/XII 2004)

Пусть $\text{Re}H_1$ - пространство, состоящее из граничных значений действительных частей функций пространства Харди H_1 , определённого в верхней полуплоскости. $\text{Re}H_1$ является банаховым пространством с нормой

$$\|f\|_{\text{Re}H_1} = \int_{-\infty}^{+\infty} |f(x)| dx + \int_{-\infty}^{+\infty} |Hf(x)| dx,$$

где через $Hf(x)$ обозначено преобразование Гильберта функции $f(x)$, т.е.

$$Hf(x) = \text{v.p.} \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{f(t)}{x-t} dt.$$

Известно, что $\text{Re}H_1$ - собственное подпространство $L_1(\mathbb{R})$. Данная статья посвящена задаче представления функций $\text{Re}H_1$. Для формулировки основных результатов приведём следующие определения.

Назовём функцию φ , принадлежащую пространству $L_\infty(\mathbb{R})$, атомом, если существует интервал I такой, что

1. $\text{supp } \varphi \subset I$;

2. $\int_{-\infty}^{+\infty} \varphi(x) dx = 0$;

3. $\|\varphi\|_\infty \leq [1/(|I|)]$,

где через $|I|$ обозначена длина интервала I .

Функция φ , удовлетворяющая следующему дополнительному условию

4. $|\varphi(x)| = [1/(|I|)]$ п.в., $x \in I$,

будет называться специальным атомом.

Следующая теорема доказана Ч. Фефферманом (см. [1]).

Теорема (Ч. Фефферман). *Пространство $\text{Re}H_1$ совпадает с множеством функций, допускающих представление*

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

с дополнительным условием на коэффициенты

$$\sum_{k=1}^{+\infty} |c_k| < +\infty, \quad (2)$$

где $\varphi_k(x)$ - атомы, а ряд (1) сходится в пространстве $\text{Re}H_1$.

При этом

$$c \|f\|_{\text{Re}H_1} \leq \inf \sum_{k=1}^{\infty} |c_k| \leq C \|f\|_{\text{Re}H_1},$$

где \inf берётся по всем разложениям вида (1), (2) функции $f(x)$, а c и C ($0 < c < C < \infty$) - абсолютные постоянные.

Отметим, что первоначальное доказательство этой теоремы достаточно сложно. Заметим, что, опираясь на неё, Ч. Фейфферман установил следующее равенство: $(\text{Re}H_1)^* = \text{BMO}$. Однако существует независимое доказательство равенства $(\text{Re}H_1)^* = \text{BMO}$ (см. [2], с. 241). Используя этот факт, нам удаётся не только упростить доказательство теоремы о представлении, но и наложить дополнительные ограничения на атомы. Основным результатом данной статьи сформулирован в следующей теореме.

Теорема 1. *Пространство $\text{Re}H_1$ совпадает с множеством функций, допускающих представление*

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

с дополнительным условием на коэффициенты

$$\sum_{k=1}^{+\infty} |c_k| < +\infty,$$

где $\varphi_k(x)$ - специальные атомы.

Естественно возникает вопрос: насколько можно сузить множество атомов, участвующих в представлении пространства $\text{Re}H_1$? Было бы желательно, чтобы атомы, участвующие в представлении, рождались сдвигами и сжатиями одной "материнской" функции, подобно всплескам. Однако, как показывает следующая теорема, это невозможно.

Теорема 2. *Пусть*

$$\lambda_k > \lambda_0 > 0, \quad x_k \in \mathbb{R}, \quad k = 1, 2, \dots$$

некоторые числовые последовательности. Тогда для любой функции $\varphi \in \text{ReH}_1$ существует $f \in \text{ReH}_1$, которую невозможно представить в виде ряда

$$f(x) = \sum_{k=1}^{+\infty} c_k \cdot \lambda_k \varphi(\lambda_k(x - x_k)),$$

где коэффициенты абсолютно сходятся, т. е.

$$\sum_{k=1}^{+\infty} |c_k| < +\infty.$$

Ереванский государственный университет

Литература

1. *Fefferman Ch.* - Bull. Amer. Math. Soc. 1971. V.77. P 104-112.
2. *Garnett J.* Bounded Analytic Functions. Academic Press. 1981.

Արմեն Ա. Վաղարշակյան

Re H_1 տարածության ֆունկցիաների ներկայացման մասին

Հոդվածում քննարկվում է Re H_1 տարածության տարրերը բացարձակ զուգամետ գործակիցներ ունեցող ֆունկցիոնալ շարքերով ներկայացնելու հարցը: Օգտագործելով այն փաստը, որ Re H_1 -ի համալուծ տարածությունը BMO -ն է, ուժեղացվում է Չ. Ֆեֆֆերմանի թեորեմը, և ցույց է տրվում, որ ներկայացմանը մասնակցող ֆունկցիաները չեն կարող ծնվել որևէ ֆունկցիայի տեղաշարժերից և սեղմումներից:

Armen A. Vagharshakyan

On Representation of Functions from the Space Re H_1

In the article it is considered the question of representation of elements from the space Re H_1 by functional series with absolutely convergent coefficients. Using the fact that the space BMO is conjugate to Re H_1 , Ch. Fefferman's theorem is strengthened, and it is shown that the functions which participate in the representation can't be generated by shifts and dilations of any function.

УДК 517.538.5

А. З. Мартиросян

**Лакунарные аналоги теоремы Рунге и многократно
Т-универсальные функции, представимые лакунарными степенными
рядами, в пространстве голоморфных функций**

(Представлено академиком Н. У. Аракеляном 22/1 2005)

1. Для компактного множества K из конечной комплексной плоскости C обозначим через $A(K)$ банахово пространство из всех непрерывных на K и голоморфных на его внутренности комплексно значных функций с нормой $\|f\| = \sup\{|f(z)| : z \in K\}$. Обозначим через M семейство всех компактных множеств $K \subset C$ со связным дополнением $C \setminus K$. Для множества $E \subset C$ будем обозначать ∂E ее границу. Пусть N, Z будут, как обычно, множества из всех натуральных и целых чисел, соответственно; пусть также $N_0 = N \cap \{0\}$. Для последовательности $Q = \{q_n\}_{n \in N_0}$ из N_0 положим $n(t)$ - количество ее членов из отрезка и определим плотность, верхнюю плотность и минимальную плотность для Q , соответственно, следующим образом:

$$\Delta(Q) = \lim_{t \rightarrow \infty} \frac{n(t)}{t}, \quad \bar{\Delta}(Q) = \lim_{t \rightarrow \infty} \sup \frac{n(t)}{t}, \quad \Delta_{\min}(Q) = \lim_{\tau \rightarrow 1-0} \lim_{t \rightarrow \infty} \frac{n(t) - n(\tau t)}{t(1 - \tau)}.$$

Пусть функция f голоморфна в односвязной области $G \subset C$. Последовательность операций $\{L^j\}_{j \in Z}$ определим следующим образом: для $z \in G$ и $j \in N_0$ положим $L^0 f(z) = f(z)$, $L^1 f(z) = (zf(z))'$, $L^j f(z) = L^1(L^{j-1}f(z))$ при $j = 2, 3, \dots$; для $z \in G$ и $j = -1, -2, \dots$ положим

$$L^j f(z) = \begin{cases} z^{-1} \cdot \int_0^z L^{j+1} f(t) dt, & \text{если } 0 \in G \\ 0 \\ z^{-1} \cdot \int_{z_0}^z L^{j+1} f(t) dt, & \text{если } 0 \notin G, z_0 \in G, \end{cases}$$

где интеграл берется по любой спрямляемой дуге из G , соединяющей, соответственно, 0 или z_0 с z .

Пусть $O \subset \mathbb{C}$ - открытое множество, $H(O)$ - совокупность всех голоморфных на O функций. Рассмотрим последовательность $\{K_n\}_{n \in \mathbb{N}}$ компактных подмножеств, исчерпывающих O , т.е. $K_n \subset K_{n+1}$ и $\bigcup_{n \in \mathbb{N}} K_n = O$. Для функции $h \in H(O)$ и любого $n \in \mathbb{N}$ положим

$$d_n(h) = \max_{z \in K_n} |h(z)|, \quad d(h) = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{d_n(h)}{2^n(1 + d_n(h))}.$$

Если $h_1, h_2 \in H(O)$, то определим расстояние между ними как $\rho(h_1, h_2) = d(h_1 - h_2)$. Множество $H(O)$, снабженное такой метрикой, есть пространство Фреше; для последовательности $\{h_k\}_{k \in \mathbb{N}} \subset H(O)$ имеем

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \rho(h_k, h) = 0$$

тогда и только тогда, когда $\{h_k\}_{k \in \mathbb{N}}$ сходится к h локально-равномерно в O . Итак, ρ - естественная метрика, индуцирующая локально-равномерную сходимость в $H(O)$.

Для заданного открытого множества $O \subset \mathbb{C}$, $0 \in O$, и подпоследовательности $Q \subset \mathbb{N}_0$ обозначим через $H_Q(O)$ подпространство из всех функций $\varphi \in H(O)$, представимых в некоторой окрестности нуля лакунарным степенным рядом.

$$\varphi(z) = \sum_{n=0}^{\infty} \varphi_n z^n, \quad \varphi_n = 0 \text{ при } n \notin Q.$$

Определение 1. Пусть $O \subset \mathbb{C}$ - произвольное открытое множество. Функция $\varphi \in H(O)$ называется T -универсальной на O ("универсальной относительно трансляций"), если она имеет следующее свойство: для всех $K \in \mathbb{M}$, для всех $f \in A(K)$ и для всех $\zeta \in \partial O$ существуют последовательности $\{a_n\}_{n \in \mathbb{N}}$ и $\{b_n\}_{n \in \mathbb{N}}$ такие, что $a_n z + b_n \in O$ для всех $z \in K$ и всех $n \in \mathbb{N}$, последовательность $\{a_n z + b_n\}_{n \in \mathbb{N}}$ сходится к ζ и последовательность $\{\varphi(a_n z + b_n)\}_{n \in \mathbb{N}}$ сходится к $f(z)$ равномерно на K .

Определение 2. Пусть $O \subset \mathbb{C}$, $0 \in O$ - произвольное открытое множество, $Q \subset \mathbb{N}_0$ - произвольная подпоследовательность. Функция $\varphi \in H(O)$ называется многократно T -универсальной относительно последовательности операций $\{L^j\}_{j \in \mathbb{Z}}$, если при любом фиксированном $j \in \mathbb{Z}$ функция $L^j \varphi(z) \in H_Q(O)$ и T -универсальна.

Множество всех универсальных по определению 2 функций обозначим через $U_Q(O)$. Это множество исследовалось в [1, 2], а именно: при тех или иных предположениях относительно

O и Q было доказано, что $U_Q(O) \neq \emptyset$. В данной работе множество $U_Q(O)$ изучается количественно: оказывается, что $U_Q(O)$ плотно в $H_Q(O)$ при весьма общих предположениях на O и Q . При этом существенно используются лакунарные аналоги теоремы К. Рунге об аппроксимации многочленами.

Отметим, что похожие вопросы конструирования многократно универсальных функций без контроля лакун их степенных рядов исследовались В. Лухом (см. [3, 4]). Отметим также, что подробную информацию о развитии теории универсальных функций и полную библиографию вплоть до 1999 г. можно найти в обзоре К. Гроссе-Эрдмана [5]. Более поздние примыкающие исследования представлены, например, в [6-12].

2. Для заданной подпоследовательности $Q \subset N_0$ обозначим через P_Q множество всех лакунарных многочленов, содержащих только степени $\{z^n, n \in Q\}$.

Теорема 1. Пусть $Q(O \in Q)$ - подпоследовательность из N_0 с плотностью $\Delta(Q) = 1$ и $O \neq C$ - открытое множество с односвязными компонентами, $0 \in O$. Тогда P_Q плотно в $H_Q(O)$.

Теорема 2. Пусть $Q(O \in Q)$ - подпоследовательность из N_0 с верхней плотностью $\bar{\Delta}(Q) = 1$, $O \neq C$ - открытое множество с односвязными компонентами, причем $0 \in O$ и содержащая O компонента является звездой относительно точки 0 . Тогда P_Q плотно в $H_Q(O)$.

Доказательство теорем 1, 2. Пусть $\{K_n\}_1^\infty$ исчерпывающая O последовательность компактных подмножеств, т.е. $K_n \subset K_{n+1}$ и $\bigcup_{n=1}^\infty K_n = O$. В предположениях теорем 1, 2 подмножества K_n можно выбрать так, чтобы $0 \in K$ и K_n имело связное дополнение $C \setminus K_n$ ($n \in N$). Более того, в случае теоремы 2 можно считать, что для каждого K_n содержащая 0 ее компонента является звездой относительно точки 0 .

Достаточно доказать, что любая функция из $H_Q(K_n)$ приближается равномерно на K_n многочленами из P_Q . Однако это утверждение в случае теоремы 1 следует из леммы работы [7], а в случае теоремы 2 - из леммы работы [8]. Теоремы 1, 2 доказаны.

Теоремы 1, 2 являются лакунарными аналогами аппроксимационной теоремы К. Рунге. Частный случай теоремы 1, когда O -односвязная область, совпадает с одним результатом Кореваара и Диксона (см. [13]).

3. Теорема 3. Пусть Q - подпоследовательность из N_0 с плотностью $\Delta(Q) = 1$ и $O \neq C$ - открытое множество с односвязными компонентами, $0 \in O$. Тогда множество $U_Q(O)$ плотно в $H_Q(O)$.

Доказательство. 1. Согласно теореме 3 из [2] имеем $U_Q(O) \neq \emptyset$. Пусть φ - произвольная функция из $U_Q(O)$.

а) Отметим сперва, что множество $U_Q(O)$ содержит также функцию $\gamma\varphi$, где $\gamma \neq 0$ - произвольная постоянная.

б) Убедимся теперь, что $U_Q(O)$ содержит также функцию $\varphi_p := \varphi + p$, где p - произвольный

многочлен из P_Q . В самом деле, пусть заданы произвольные $j \in Z$, граничная точка $\zeta \in \partial O$, компактное множество $K \in M$ и функция $f \in A(K)$. Выберем $L^j \varphi$ для φ на O так, чтобы $L^j \varphi_p(z) = L^j \varphi(z) + L^j p(z)$ при $z \in O$ (при $j \in N_0$ выполнение этого условия очевидно).

Предположим сперва, что $\zeta \neq \infty$. Так как $\varphi \in U_Q(O)$, то существуют последовательности $\{a_n\}_1^\infty$ и $\{b_n\}_1^\infty$ с $a_n \rightarrow 0$, $b_n \rightarrow \zeta$, при $n \rightarrow \infty$ такие, что $a_n z + b_n \in O$ для всех $z \in K$ и $n \in N$, а последовательность $\{L^j \varphi(a_n z + b_n)\}_1^\infty$ сходится к $f(z) - L^j p(\zeta)$ равномерно на K . Отсюда вытекает, что последовательность $\{L^j \varphi_p(a_n z + b_n)\}_1^\infty$ сходится к $f(z)$ равномерно на K , т.е. $\varphi_p \in U_Q(O)$.

Предположим теперь, что $\zeta = \infty$. Тогда можем выбрать последовательность $\{\zeta_m\}$ с $\zeta_m \in \partial O \cap S$ и $\zeta_m \rightarrow \infty$ при $m \rightarrow \infty$. Для каждого $m \in N$ существуют последовательности $\{a_n^{(m)}\}_{n \in N}$ и $\{b_n^{(m)}\}_{n \in N}$ с $a_n^{(m)} \rightarrow 0$, $a_n^{(m)} \rightarrow \zeta_m$ при $n \rightarrow \infty$ такие, что $a_n^{(m)} z + b_n^{(m)} \in O$ для всех $z \in K$ и $n \in N$, а последовательность $\{L^j \varphi(a_n^{(m)} z + b_n^{(m)})\}_1^\infty$ сходится к $f(z) - L^j p(\zeta_m)$ равномерно на K . Для каждого $m \in N$ найдется $n_m > m$ ($n_m \in N$) такое, что для $\alpha_m := a_{n_m}^{(m)}$, $\beta_m := b_{n_m}^{(m)}$ одновременно будут выполняться следующие условия:

$$|\alpha_m| < \frac{1}{m}, \quad |\beta_m - \zeta_m| < \frac{1}{m},$$

$$\max_K |L^j p(\alpha_m z + \beta_m) - L^j p(\zeta_m)| < \frac{1}{m},$$

$$\max_K |L^j \varphi(\alpha_m z + \beta_m) - f(z) + L^j \varphi(\zeta_m)| < \frac{1}{m}.$$

Очевидно, что $\alpha_m \rightarrow 0$, $\beta_m \rightarrow \zeta = \infty$ при $m \rightarrow \infty$ и последовательность $\{L^j \varphi_p(\alpha_m z + \beta_m)\}_1^\infty$ сходится к $f(z)$ равномерно на K . Поэтому $\varphi_p \in U_Q(O)$.

2. Чтобы доказать теорему 3, нужно показать, что для каждой функции $F \in H_Q(O)$ и любого $\varepsilon > 0$ существует T -универсальная функция $\varphi \in U_Q(O)$, для которой $\rho(\varphi, F) < \varepsilon$. Если взять

произвольную функцию $\varphi_0 \in U_Q(O)$, то очевидно, что $\lim_{t \rightarrow 0} d(t \varphi_0) = 0$. Поэтому можно выбрать постоянную $\gamma > 0$ так, чтобы $d(\gamma \varphi_0) < [(\varepsilon)/2]$. Согласно теореме 1 существует последовательность $\{P_k\}$ многочленов из P_Q , которая сходится к F локально-равномерно на O . Значит, найдется многочлен $p \in P_Q$ с $\rho(p, F) < \varepsilon/2$. По шагу 1 функция $\varphi(z) := \gamma \varphi_0(z) + p(z)$ содержится в $U_Q(O)$ и удовлетворяет оценке

$$\rho(\varphi, F) = \rho(\gamma\varphi_0 + \rho, F) \leq d(\gamma\varphi_0) + \rho(\rho, F) < \varepsilon.$$

Теорема 3 доказана.

Теорема 4. Пусть Q - подпоследовательность из N_0 с верхней плотностью $\bar{\Delta}(Q) = 1$, $O \neq C$ - открытое множество с односвязными компонентами, причем $0 \in O$ и содержащая 0 компонента является звездой относительно точки 0 . Тогда множество $U_Q(O)$ плотно в $H_Q(O)$.

Для случая круга $D_R = \{z : |z| < R\}$, где $0 < R < \infty$, имеем следующий результат.

Теорема 5. Пусть Q - подпоследовательность из N_0 с минимальной плотностью $\Delta_{\min}(Q) > 0$. Тогда множество $U_Q(D_R)$ плотно в $H_Q(D_R)$.

Теоремы 4, 5 доказываются точно так же, как теорема 3. Различие в доказательстве теоремы 4 состоит в том, что вместо теоремы 1 нужно использовать теорему 2, а вместо теоремы 3 из [2] - соответствующий аналогичный результат. Что касается теоремы 5, то для ее доказательства вместо теоремы 3 из [2] надо применить теорему 2 из [7] (плотность P_Q в $H_Q(D_R)$ очевидна, поскольку в D_R частичные суммы любого степенного ряда с центром в нуле сходятся к сумме этого ряда локально равномерно в D_R).

Ереванский государственный университет

Литература

1. *Мартirosян В.А., Мартirosян А. З.* - Изв. НАН Армении. 2004. Математика. Т. 39. N3.
2. *Мартirosян В.А., Мартirosян А. З.* - ДНАН Армении. 2005. Т. 105. N1. С. 17-20.
3. *Luh W.* - Complex Variables. 1996. V. 31. P. 87-96.
4. *Luh W.* - J. Approxim. Theory. 1997. V. 89. P. 135-155.
5. *Grosse-Erdmann K.G.* - Bull. Amer. Math. Soc. 1999. V. 36. P. 345-381.
6. *Luh W., Martirosian V.A., Muller J.* - Indagationes Mathem. (N.S.) 1998. V. 9. P. 529-536.
7. *Luh W., Martirosian V.A., Muller J.* - Acta Sci. Math. (Szeged). 1998. V. 64. P. 67-79.
8. *Luh W., Martirosian V.A., Muller J.* - Journal of Approxim. Theory. 2002. V. 114. P. 201-213.
9. *Gharibyan T., Luh W., Muller J.* - Analysis. 2003. V. 23. P. 199-214.
10. *Gharibyan T., Luh W.* - Annales Univ. Sci. Budapest. Sect. Comp. 2003. V. 22. P. 113-126.
11. *Гарибян Т., Лу В.* - Изв. НАН Армении. Математика. 2003. Т. 38. N4. С. 51-64.
12. *Шилингс Б.* - Изв. НАН Армении. Математика. 2003. Т. 38. N4. С. 85-94.
13. *Dixon M., Korevaar J.* - Proc. Kon. Neder. Akad. Wetensch. 1977. V. A80. N3. P. 176-194.

Ա. Ջ. Մարտիրոսյան

**Ռունգեի թեորեմի լակունար նմանակներ և լակունար աստիճանային
շարքերով ներկայացվող բազմապատիկ T -ունիվերսալ ֆունկցիաներ
հոլոմորֆ ֆունկցիաների տարածության մեջ**

Հոդվածում հետազոտվում են լակունար աստիճանային շարքերով ներկայացվող բազմապատիկ T -ունիվերսալ ֆունկցիաներ: Ընդհանուր ենթադրությունների դեպքում հոլոմորֆության տիրույթի նկատմամբ ապացուցված է, որ այդպիսի ֆունկցիաների բազմությունը խիտ է համապատասխան հոլոմորֆ ֆունկցիաների տարածությունում (թեորեմներ 3-5): Ապացույցները հենվում են նոր արդյունքների վրա՝ լակունար բազմանդամներով հավասարաչափ մոտավորության հնարավորության մասին:

A. Z. Martirosyan

**Lacunary Analogs of the Runge Theorem and Multiply T -universal Functions
Representable by Lacunary Power Series in the Space of Holomorphic Functions**

In this paper multiply T -universal functions representable by lacunary power series are investigated. Under general assumptions on a domain of holomorphy it is proved that the set of all such type functions is dense in corresponding subspace of holomorphic functions (theorems 3-5). The proofs are based on new results on possibility of uniform approximation by lacunary polynomials.

УДК 519.1

Р. Р. Камалян, П. А. Петросян

О равновесных реберных раскрасках регулярных графов

(Представлено академиком Ю.Г. Шукурьяном 16/II 2005)

В работе рассматриваются неориентированные графы без кратных ребер и петель. Не определяемые в работе понятия и обозначения можно найти в [1-3].

Множество вершин графа G обозначается через $V(G)$, множество ребер - $E(G)$, максимальная из степеней вершин G - $\Delta(G)$, хроматический класс - $\chi'(G)$. Для вершины $v \in V(G)$ определим множество $J(v) \subseteq V(G)$ следующим образом: $J(v) = \{ u \in V(G) | (u,v) \in E(G) \}$.

Функция $f: E(G) \rightarrow N$ называется правильной реберной раскраской графа G , если для любых двух смежных ребер $e_1 \in E(G)$ и $e_2 \in E(G)$ $f(e_1) \neq f(e_2)$.

Правильную реберную раскраску f графа G назовем равновесной t -раскраской, если для каждого $i, 1 \leq i \leq t$, существует хотя бы одно ребро $e_i \in E(G)$, для которого $f(e_i) = i$, и для любых двух вершин

$$v_1 \in V(G), v_2 \in V(G) \quad \sum_{u \in J(v_1)} f((v_1, u)) = \sum_{u \in J(v_2)} f((v_2, u)).$$

Для $t \geq 1$ через $(M)_t$ обозначим множество всех графов, для которых существует равновесная t -

раскраска. Обозначим: $(M) = \bigcup_{t \geq 1} (M)_t$. Для графа $G \in (M)$ обозначим через $\omega(G)$ и $\Omega(G)$,

соответственно, наименьшее и наибольшее значение t , при котором $G \in (M)_t$.

Ясно, что для $G \in (M)$ $\omega(G) \geq \Delta(G)$, $\Omega(G) \leq |E(G)|$. Отсюда и из теоремы Турана [1] следует

Утверждение 1. Если $G \in (M)$ и G не имеет треугольников, то $\Omega(G) \leq \lfloor \frac{|V(G)|^2}{4} \rfloor$.

Лемма. Если G регулярный граф и $\chi'(G) = \Delta(G)$, то $G \in (M)$ и $\omega(G) = \Delta(G)$.

Доказательство. Рассмотрим правильную реберную раскраску f графа G в цвета $1, 2, \dots, \Delta(G)$. Так как G регулярный граф, то f является равновесной $\Delta(G)$ - раскраской. Отсюда вытекает, что $G \in (M)$ и $\omega(G) \leq \Delta(G)$.

Лемма доказана.

Следствие 1. При $n \geq 2$ $C_{2n} \in (M)$, $\omega(C_{2n}) = \Omega(C_{2n}) = 2$.

Следствие 2. При $n \geq 1$ $K_{2n} \in (M)$, $\omega(K_{2n}) = 2n - 1$.

Следствие 3. При $n \geq 1$ $Q_n \in (M)$, $\omega(Q_n) = n$

Среди регулярных графов G с $\chi'(G) = \Delta(G) + 1$ существуют графы, удовлетворяющие условию $G \in (M)$, и существуют графы, удовлетворяющие условию $G \notin (M)$.

Утверждение 2. При $n \geq 2$ $C_{2n+1} \notin (\mathcal{M})$.

Утверждение 3. Если G есть граф Петерсена [1], то $G \in (\mathcal{M})$.

Доказательство. Пусть $V(G) = \{x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, y_1, y_2, y_3, y_4, y_5\}$, $E(G) = \{(x_1, x_2), (x_2, x_3), (x_3, x_4), (x_4, x_5), (x_5, x_1), (y_1, y_3), (y_3, y_5), (y_5, y_2), (y_2, y_4), (y_4, y_1), (x_1, y_1), (x_2, y_2), (x_3, y_3), (x_4, y_4), (x_5, y_5)\}$. Определим раскраску f ребер графа G следующим образом:

$$\begin{aligned} f((x_1, x_2)) &= 7, f((x_2, x_3)) = 2, f((x_3, x_4)) = 3, f((x_4, x_5)) = 6, f((x_5, x_1)) = 1, \\ f((y_1, y_3)) &= 3, f((y_3, y_5)) = 2, f((y_5, y_2)) = 5, f((y_2, y_4)) = 4, f((y_4, y_1)) = 5, \\ f((x_1, y_1)) &= 2, f((x_2, y_2)) = 1, f((x_3, y_3)) = 5, f((x_4, y_4)) = 1, f((x_5, y_5)) = 3. \end{aligned}$$

Нетрудно убедиться, что f является равновесной 7-раскраской ребер графа G .

Утверждение 3 доказано.

Теорема 1. При $n \geq 1$

$$1. K_{n,n} \in (\mathcal{M});$$

$$2. \omega(K_{n,n}) = n;$$

$$3. \Omega(K_{n,n}) = \begin{cases} n^2, & \text{если } n \neq 2, \\ 2, & \text{если } n = 2. \end{cases}$$

Доказательство. Так как $K_{n,n}$ при любом $n \in \mathbb{N}$ является регулярным графом, удовлетворяющим равенству $\chi'(K_{n,n}) = \Delta(K_{n,n}) = n$, то из леммы вытекают утверждения 1 и 2 доказываемой теоремы.

Утверждение 3 доказываемой теоремы при $n \leq 2$ очевидно. Докажем, что оно верно при $n \geq 3$. Заметим, что каждому магическому [2] квадрату порядка n можно сопоставить равновесную n^2 -раскраску ребер графа $K_{n,n}$. Так как для любого $n \geq 3$ существует [2] магический квадрат порядка n , то при $n \geq 3$ $\Omega(K_{n,n}) \geq n^2 = |E(K_{n,n})|$.

Теорема 1 доказана.

Следствие 4. Для графов $K_{n,n}$ при $n \geq 3$ оценка утверждения 1 достижима.

Теорема 2. При $m \geq 2$ $\Omega(K_{4m}) \geq \Omega(K_{2m}) + 4m^2$.

Доказательство. Пусть $V(K_{4m}) = \{x_1, x_2, \dots, x_{4m}\}$.

Пусть G_1 есть подграф графа K_{4m} , порожденный вершинами x_1, x_2, \dots, x_{2m} . Ясно, что G_1 изоморфен графу K_{2m} и, следовательно, ввиду следствия 2, существует равновесная $\Omega(K_{2m})$ -раскраска f_1 ребер графа G_1 .

Пусть G_2 есть подграф графа K_{4m} , порожденный вершинами $x_{2m+1}, x_{2m+2}, \dots, x_{4m}$.

Определим подграф G_3 графа K_{4m} следующим образом:

$$V(G_3) \equiv V(K_{4m}); \quad E(G_3) \equiv E(K_{4m}) \setminus (E(G_1) \cup E(G_2)).$$

Легко видеть, что G_3 изоморфен полному двудольному графу $K_{2m,2m}$ и, следовательно, ввиду теоремы 1, $G_3 \in (\mathbf{M})$. Пусть f_2 есть равновесная $4m^2$ -раскраска ребер графа G_3 .

Определим раскраску F ребер графа K_{4m} .

Для $i = 1, 2, \dots, 4m$ и $j = 1, 2, \dots, 4m$ при $i \neq j$ положим:

$$F((x_i, x_j)) = \begin{cases} f_1((x_i, x_j)), & \text{если } 1 \leq i \leq 2m, \quad 1 \leq j \leq 2m; \\ f_1((x_{i-2m}, x_{j-2m})), & \text{если } 2m + 1 \leq i \leq 4m, \quad 2m + 1 \leq j \leq 4m; \\ f_2((x_i, x_j)) + \Omega(K_{2m}), & \text{если } 1 \leq i \leq 2m, \quad 2m + 1 \leq j \leq 4m. \end{cases}$$

Легко видеть, что F является равновесной $(4m^2 + \Omega(K_{2m}))$ -раскраской ребер графа K_{4m} .

Теорема 2 доказана.

Следствие 5. При $m \geq 2$ $\Omega(K_{2m}) \geq [(2^{2m} - 7)/3]$.

Доказательство. По теореме 2

$$\Omega(K_{2m}) \geq \Omega(K_{2m-1}) + 2^{2(m-1)}$$

$$\Omega(K_{2m-1}) \geq \Omega(K_{2m-2}) + 2^{2(m-2)}$$

.....

$$\Omega(K_8) \geq \Omega(K_4) + 2^{2 \cdot 2}.$$

Складывая эти неравенства, получим: $\Omega(K_{2m}) \geq \Omega(K_4) + \sum_{i=2}^{m-1} 2^{2i} \geq 3 + \sum_{i=2}^{m-1} 2^{2i} = \frac{2^{2m} - 7}{3}$.

Следствие 5 доказано.

Следствие 6. При $m \geq 2$ $\Omega(K_{4m}) \geq 4m^2 + 2m - 1$.

Утверждение 4. Для $p \geq 2$ существует граф $G \in (\mathbf{M})$, для которого $\Omega(G) \geq |V(G)| + p$.

Доказательство. По данному $p \geq 2$ выберем m , удовлетворяющее неравенству $4m^2 - 2m - 1 \geq p$.

Положим $G \equiv K_{4m}$. По следствию 6 $\Omega(G) \geq 4m^2 + 2m - 1 = 4m^2 - 2m - 1 + |V(G)| \geq |V(G)| + p$.

Утверждение 4 доказано.

Утверждение 5. Для $p \geq 3$ существует граф $G \in (\mathbf{M})$, для которого $\Omega(G) - \omega(G) \geq p$.

Доказательство. По данному $p \geq 3$ выберем m , удовлетворяющее неравенству $4m^2 - 2m \geq p$.

Положим $G \equiv K_{4m}$. Из следствий 2 и 6 получим: $\Omega(G) \geq 4m^2 + 2m - 1 = 4m^2 - 2m + 4m - 1 \geq p + \omega(G)$.

Утверждение 5 доказано.

Настоящее исследование поддержано целевой программой 04-10- 31 РА.

Литература

1. *Harary F.* Graph Theory. Addison-Wesley. Reading, MA. 1969.
2. *Постников М.М.* Магические квадраты. М. Наука. 1964.
3. *Визинг В.Г.* Хроматический класс мультиграфа. Кибернетика. 1965. N3. С. 29-39.

Ռ. Ռ. Քամալյան, Պ. Ա. Պետրոսյան

Համասեռ գրաֆների հավասարակշիռ կողային ներկումների մասին

Որոշ դասերի համասեռ գրաֆների վերաբերյալ ուսումնասիրված են գոյության պայմաններ այնպիսի ճիշտ կողային ներկումների համար, որոնցում հավասար են կամայական երկու գագաթներին ինցիդենտ կողերի գույների գումարները, և գնահատականներ են ստացված այնպիսի ներկման մեջ օգտագործվող գույների հնարավոր թվի համար:

R. R. Kamalian, P. A. Petrosyan

On Equiweight Edge Colourings of Regular Graphs

Conditions of existence of proper edge colourings in which the sum of colours of edges incident with any vertex is the same for all vertices are investigated for regular graphs of some kinds, and estimates are found for the possible number of colours in such colourings.

УДК 539.1

Член-корреспондент НАН РА А. Г. Багдоев, Г. А. Мартиросян

Решение нелинейной оптической задачи для квазимонохроматической волны вблизи каустики в осесимметричном случае

(Представлено 25/II 2004)

Рассматривается осесимметричная задача для квазимонохроматической волны вблизи каустики. В линейном случае лучи имеют огибающую, или каустику, на которой в момент t имеются падающая и отраженная волны (рис. 1,2), пересекающие каустику в точке A , радиус-вектор которой $\vec{r}_0 = \vec{r}_0(t)$. Как показывает линейное решение для произвольной линейной гиперболической системы уравнений с переменными коэффициентами [1,2] и для волнового уравнения с переменной скоростью волн [3,4], вблизи каустики задача в основном порядке определяется координатами

$$\tilde{x} = (\vec{r} - \vec{r}_0) \cdot \vec{k}^{-1}, \quad \tilde{y} = -(\vec{r} - \vec{r}_0) \cdot \vec{N}, \quad (1)$$

где \vec{r} - радиус-вектор точки (x_i) , $\vec{k}^{-1} = (\alpha_i^{-1})$, $\vec{k}\omega$ - волновой вектор в точке A , ω - частота волны, \vec{N} - единичный вектор нормали к каустике в точке A , направленный в сторону ее выпуклости, \tilde{x} - эйконал, или время пробега волны от точки A до точки (x_i) .

Вначале рассмотрим линейный дифференциальный оператор

$$\Delta^0(iP_t, -iP_{x_j}, \vec{r})\phi = 0, \quad (2)$$

где согласно (1) в основных порядках малости

$$P_t = \frac{\partial}{\partial t} = \frac{\partial \tilde{x}}{\partial t} \frac{\partial}{\partial \tilde{x}}, \quad P_{x_j} = \frac{\partial}{\partial x_j} = \alpha_j^1 \frac{\partial}{\partial \tilde{x}} - N_j \frac{\partial}{\partial \tilde{y}}, \quad \frac{\partial \tilde{x}}{\partial t} = -1 + (\vec{r} - \vec{r}_0) \cdot \frac{\partial \vec{k}^{-1}}{\partial t}. \quad (3)$$

Разлагая (2), (3) по степеням малых операторов, оставляя только старшие производные от Φ , т. е. не учитывая действия операторов на переменные коэффициенты, с операторами можно проводить действия, как с числами, и получить, полагая $\Phi = \psi(y_1) e^{i\omega \tilde{x}}$,

$$e^{-i\omega \tilde{x}} \Delta^0 \phi = -\psi \Delta_\omega^0 (x_j - x_j^0) \left(\frac{\partial \alpha_j^1}{\partial t} - \frac{\partial \alpha_1}{\partial t} \right) - \frac{1}{2} \Delta_{\alpha_i \alpha_j}^0 N_i N_j \frac{d^2 \psi}{d\tilde{y}^2}, \quad (4)$$

где согласно уравнению лучей [1]

$$\frac{\partial x_j}{\partial t} = -\frac{\Delta_{\alpha_j}^0}{\omega \Delta_{\omega}^0}, \quad \frac{\partial \alpha_j}{\partial t} = \frac{\Delta_{x_j}^0}{\omega \Delta_{\omega}^0}, \quad \Delta^0 = \Delta^0(-\omega, \alpha_j, \bar{r}_0), \quad \Delta^0 = 0 \quad (5)$$

есть дисперсионное соотношение, индекс при Δ^0 обозначает дифференцирование. Применим теперь полученные соотношения к нелинейной оптической среде, где в осесимметричной задаче имеет место уравнение для электрического поля [1], [5]

$$\bar{E} = -\frac{1}{2} \bar{E}^1 + kc, \quad \bar{E}^1 = E^1 \cdot \bar{e}, \quad \Delta E^1 = \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2}{\partial t^2} \{ \varepsilon_0 + (\varepsilon_2 + i\varepsilon_1)|E_1|^2 \} E^1, \quad E^1 = E_1^1 e^{i\omega \bar{x}}, \quad (6)$$

где \bar{e} - единичный вектор поляризации волны, $\Delta = [(\partial^2)/(\partial r^2)] + [1/r][(\partial)/(\partial r)] + [(\partial^2)/(\partial x^2)]$, Δ - оператор Лапласа, x - осевая, r - радиальная координаты. Линейное поглощение считается малым и не учтено в (6).

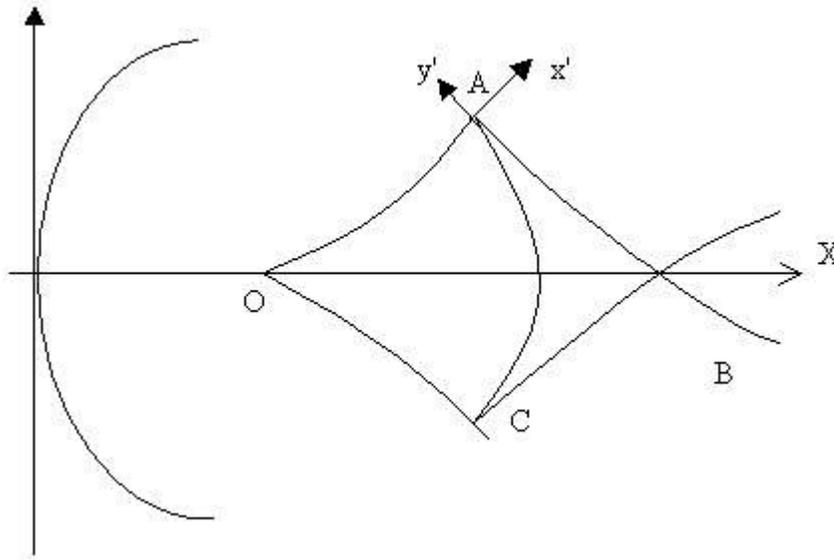


Рис. 1. Случай начальной волны в форме параболоида.

Обозначая через r_0 значения r на зеркале (рис. 1,2), введя функцию U , $E^1 = \sqrt{r_0/r} \cdot U$, можно из (6) для немалых r , соответствующих окрестности каустики вдали от оси x , получить в основных порядках уравнение

$$\frac{\partial^2 U}{\partial r^2} + \frac{\partial^2 U}{\partial x^2} - \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2}{\partial t^2} (\varepsilon_0 U) = \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2}{\partial t^2} (\varepsilon_2 + i\varepsilon_1) \frac{r_0}{r} |U|^2, \quad (7)$$

где отброшено малое недифференцируемое слагаемое от U .

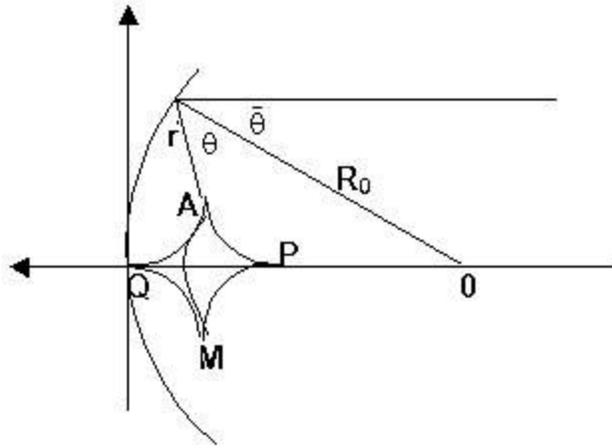


Рис. 2. Случай сферического зеркала. РА, РМ - каустика, АМ - падающая волна, АQ, MQ - отраженные от каустики волны.

Обозначая левую часть (7) через $\Delta^0 U$, $x_1 = x$, $x_2 = r$, можно с учетом (5) получить дисперсионное соотношение

$$\Delta^0 = \frac{\varepsilon_0}{c^2} \omega^2 - \alpha_i^2, \quad \Delta_\omega^0 \frac{2\varepsilon_0}{c} \omega, \quad \Delta_{\bar{\alpha}_i \bar{\alpha}_j} N_i N_j = -2. \quad (8)$$

Записывая $u = \psi e^{i\omega \bar{x}}$, учитывая (4), можно уравнение (7) записать в виде

$$\lambda_1 \tilde{y} \psi - \frac{1}{2} \Delta_{\bar{\alpha}_i \bar{\alpha}_j} N_i N_j \frac{d^2 \psi}{d\tilde{y}^2} = -(\varepsilon_2 + i\varepsilon_1) \frac{\omega^2 r_0}{c^2 r} |\psi|^2 \psi. \quad (9)$$

$$\text{где } \lambda_1 = \omega \Delta_\omega \left(\begin{array}{c} \alpha_i N_i \\ N_j - \frac{\alpha_i N_i}{\alpha_k \Delta_{\alpha k}} \Delta_{\alpha_j} \end{array} \right) \left(\begin{array}{c} \frac{\partial \alpha_j^1}{\partial t} - \frac{\partial \alpha_j}{\partial t} \end{array} \right). \quad (10)$$

Для оптической среды в силу (8) имеет место соотношение изотропии $\omega = \omega(k)$, $k^2 = \alpha_i^2$, и можно получить [6]

$$\lambda_1 = -\Delta_\omega \frac{\omega}{R}, \quad \Delta_{\bar{\alpha}_i \bar{\alpha}_j} N_i N_j = -\frac{c_n}{k} \Delta_\omega, \quad c_n = \frac{c}{\sqrt{\varepsilon_0}}, \quad (11)$$

где $[1/R]$ есть разность кривизны луча и каустики. Правую часть (9) можно записать в виде

$$\Delta_\omega \left(\begin{array}{c} \frac{\partial \Omega}{\partial a^2} \end{array} \right)_0 \begin{array}{c} r_0 \\ -|\psi|^2 \psi \\ r \end{array}. \quad (12)$$

Здесь согласно определению (8), (9), (12) $([(\partial\Omega)/(\partial a^2)])_0 = -[(\varepsilon_2 + i\varepsilon_1)/(2\varepsilon_0)]\omega$ есть коэффициент при $a^2 = [(r_0)/r]|\psi|^2$ в нелинейной частоте Ω , $\Omega = \omega + ((\partial\Omega)/(\partial a^2))_0 a^2$.

Вводя безразмерные переменные y^* , ψ^* , получим

$$\tilde{y} = \chi^{-[1/3]} y^*, \quad \psi = \mu \psi^* e^{i\varphi_0}, \quad \varphi_0 = \frac{\pi}{2}(k' + 1) - \frac{\pi}{4}, \quad \chi = \frac{2k^2}{R}, \quad k^2 = \frac{\omega^2}{c_n^2}, \quad (13)$$

где $\chi = [(\lambda_1)/([1/2] \Delta_{\bar{a}_i \bar{a}_j} N_i N_j)] = [(2k^2)/R]$, $k = [(\omega)/(c_n)]$,

$$\mu = \sqrt{\mp \frac{\lambda_1 \nu_1}{\Delta_\omega \left(\frac{\partial \Omega}{\partial a^2} \right)_0 \frac{r_0}{r}}} = 2^{[1/3]} \left(\frac{\varepsilon_0}{\varepsilon_2} \right)^{[1/2]} R^{-[1/3]} k^{-[1/3]} \left(\frac{r_0}{r} \right)^{-[1/2]}, \quad \nu_1 = \chi^{-[1/3]}, \quad (14)$$

где последние соотношения для χ , μ в (14) соответствуют оптической среде, знаки под корнем квадратным соответствуют $([(\partial\Omega)/(\partial a^2)])_0 \lessgtr 0$.

В случае оптической среды в силу (9), (12) $([(\partial\Omega)/(\partial a^2)])_0 < 0$. Подставляя (13),(14) в (9), (10), можно получить для оптической среды уравнение

$$\frac{d^2 \psi^*}{dy^{*2}} - y^* \psi^* + |\psi^*|^2 \left(1 + \frac{i\varepsilon_1}{\varepsilon_2} \right) = 0. \quad (15)$$

Линейное решение записывается через функцию Эйри [1-6]

$$\psi_0 = e^{i\varphi_0} C v(y^*), \quad C = 2a_1^{[1/12]} A_1 \omega^{-k'-[5/6]}, \quad a_1 = \frac{\chi}{\omega^2}. \quad (16)$$

С учетом (13), записывая (16) вдали от каустики для больших $-y^* > 0$, можно получить решение геометрической оптики

$$\psi_{\text{геом}} = e^{i\varphi_0} C \frac{1}{2} (-\tilde{y})^{-[1/4]} \chi^{-[1/12]} e^{i[(\pi)/4]} e^{-i[2/3](-y^*)^{3/2}}. \quad (17)$$

Для определения C или A через начальную амплитуду волны запишем линейное решение вдали от каустики для однородной среды. Уравнения лучей имеют вид [7]

$$\begin{aligned} x - x_0(\theta) &= c_n(t - t_0 - \tau) \cos\theta, \\ r - r_0(\theta) &= c_n(t - t_0 - \tau) \sin\theta, \end{aligned} \quad (18)$$

где $\tau = 0$ - фронт волны, $t_0(\theta)$ - момент прихода волны на каустику, $x = x_0(\theta)$, $r = r_0(\theta)$ - уравнение каустики, кривизна которой равна $[1/(c_n t'_0(\theta))] = -[1/R]$. Вблизи каустики для малых $\theta' = \theta - \theta_1$, где θ_1 - значение θ для фиксированного луча, получено [7]

$$\tilde{x} = -\frac{1}{3} t'_0(\theta) \theta'^3 + \tau, \quad \tilde{y} = \frac{1}{2} c_n t'_0(\theta) \theta'^2. \quad (19)$$

Решение геометрической оптики записывается в виде

$$\Psi_{\text{геом}} = \frac{c^0}{(-i\omega)^{k'+1}} \cdot \frac{1}{\sqrt{c_n t_1}} \sqrt{\frac{1}{2k_1}} e^{-i[2/3](-y^*)^{3/2}}, \quad t_1 = t_0'(\theta) \theta', \quad (20)$$

где $[(c^0)/((-i\omega)^{k'+1})]$ - значение начальной амплитуды волны, $2k_1$ - начальная кривизна меридианального сечения волны или зеркала. В силу (19), (20)

$$(-\tilde{y})^{-[1/4]} = 2^{1/4} c_n^{-[1/4]} \frac{1}{\sqrt{t_1}} \left(\frac{R}{c_n} \right)^{1/4}, \quad C = \frac{c^0 2^{5/6}}{\omega^{k'+1}} \omega^{1/6} \frac{1}{\sqrt{2k_1}} R^{-[1/3]} c_n^{-[1/6]}. \quad (21)$$

Учитывая (14), получим

$$\frac{C}{\mu} = \frac{c^0}{\omega^{k'+1}} \cdot 2^{1/2} \omega^{1/2} \sqrt{\frac{1}{2k_1}} c_n^{-[1/2]} \sqrt{\frac{\varepsilon_2}{\varepsilon_0}} \sqrt{\frac{r_0}{r}}. \quad (22)$$

Таким образом характерный множитель в линейном решении (13), (22) не зависит от $[1/R]$ и имеет четкое значение. В (22) $r = r(t)$ есть значение r на каустике в точке А.

Для определения решения уравнения Пенлеве, получаемого из (15) при $\varepsilon_1 = 0$, нужно поставить граничные условия, взятые из линейного решения (16) в некоторых точках, например, $y^* = \pm 5$, $\psi^*(\pm 5) = [C/(\mu)]v(\pm 5)$. В силу сложности граничной задачи задавались начальные условия

$$\psi^*(5) = \frac{C}{\mu} v(5), \quad \left. \frac{d\psi^*}{dy^*} \right|_{y^*=5} = -\frac{C}{\mu} v'(5) \quad (23)$$

и проводился расчет уравнения (15) при $\varepsilon_1 = 0$

$$\frac{d^2 \psi^*}{dy^{*2}} - y^* \psi^* + \psi^{*3} = 0 \quad (24)$$

для значений $[C/(\mu)] = 0.4; 0.5; 0.6$ (решение приведено на рис. 3), причем условие $\psi^*(-5) = [C/(\mu)]v(-5)$ удовлетворено достаточно точно, полученное решение годится для начальной сходящейся волны в форме параболоида с уравнением $x_1 = k_1 r_1^2$ (рис. 1), причем $2k_1$ есть кривизна меридианального сечения в начальной точке $r_1 = 0$. Расчет для начального условия (23), взятого в точке $y^* = -5$, не дал удовлетворительного выполнения граничных условий в точке $y^* = 5$, поэтому в работе рассмотрено условие (23), взятое в точке $y^* = 5$. Линейное решение дает такую же картину кривой, как и на рис. 3, но с несколько меньшими по модулю ординатами.

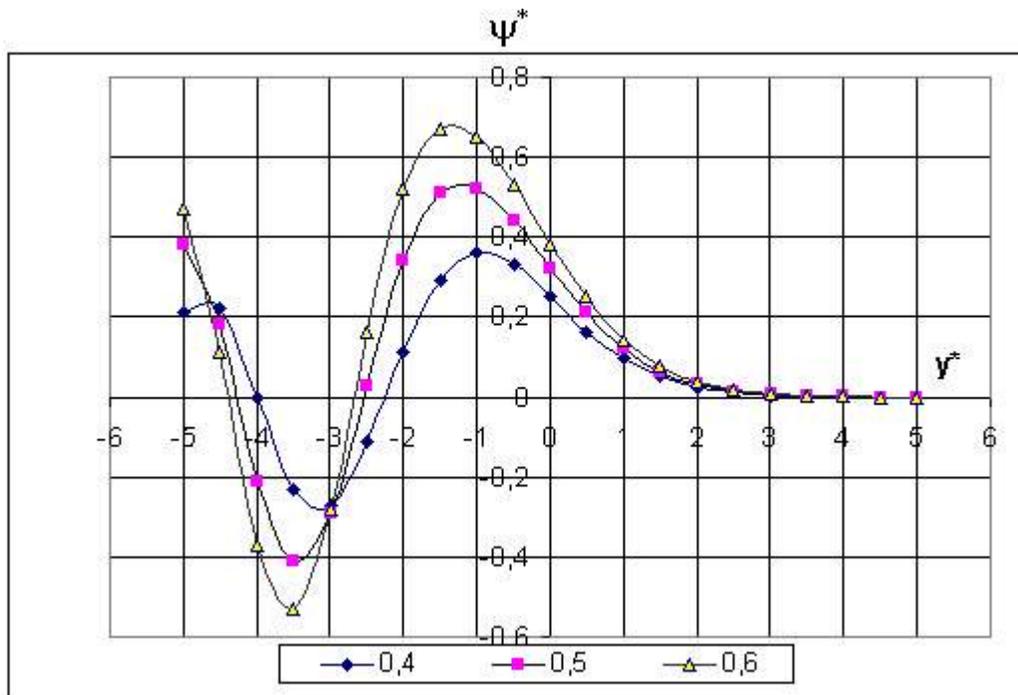


Рис. 3. Нелинейное решение для квазимонохроматической волны вблизи каустики.

В случае сферического зеркала радиуса R_0 (рис. 2) при наличии параллельного оси x пучка лучей, падающих на зеркало, для отраженных от зеркала лучей имеем

$$x = x_0 - \bar{x}, x_0 = R_0 \cos \bar{\theta}, r = r_0 - \bar{r}, r_0 = R_0 \sin \bar{\theta}, \bar{x} = r' \cos 2\bar{\theta}, \bar{r} = r' \sin 2\bar{\theta}, \quad (25)$$

где x_0, r_0 есть координаты точек пересечения лучей со сферическим зеркалом, $r' = c_n(t - [(R_0 \cos \bar{\theta})]/(c_n)])$. Соотношения (25) можно записать в виде

$$\frac{x - R_0 \cos \bar{\theta}}{\cos 2\bar{\theta}} = \frac{r - R_0 \sin \bar{\theta}}{\sin 2\bar{\theta}}.$$

Уравнения огибающей этих лучей, или каустики, имеют вид:

$$x \sin 2\bar{\theta} = r \cos \bar{\theta} + R_0 \sin \bar{\theta}, \quad x \cos 2\bar{\theta} + r \sin 2\bar{\theta} = \frac{R_0}{2} \cos \bar{\theta}. \quad (26)$$

Характерные точки для полученной каустики

$$\bar{\theta} = 0, x = \frac{R_0}{2}, r = 0, \bar{\theta} = \frac{\pi}{4}, r = \frac{R_0 \sqrt{2}}{4}, x = \frac{R_0 \sqrt{2}}{2}, \bar{\theta} = \frac{\pi}{2}, x = 0, r = R_0. \quad (27)$$

Каустика изображена на рис. 2. В отличие от случая сходящейся начальной волны в форме параболоида (рис. 1), при котором каустики [8] выражаются уравнением

$$y = \mp \frac{4\sqrt{k_1}}{3\sqrt{3}} \left(x - \frac{1}{2k_1} \right)^{\frac{3}{2}} \quad (28)$$

и расположены после фокальной точки, в случае сферического зеркала каустика (26) расположена до фокуса $y = 0, x = R_0$. Уравнение каустики для сферического зеркала впервые получено академиком П.М. Геруни [8]. Для случая параболоида до каустики (28) имеются фокальные точки на оси x [9]. Однако решение вблизи каустики (28) вдали от оси x будет по-прежнему даваться (24), (22).

Институт механики НАН РА

Литература

1. Багдоев А.Г. Распространение волн в сплошных средах. Ереван. 1981. 307 с.
2. Ludwig D. - Commun. pure Appl. Math. 1966. V. 19. N6. P. 215.
3. Кравцов Ю.А. - Изв. высших учебных заведений. Радиофизика. 1964. В. 4.
4. Газарян Ю.Л. В сб.: Динамическая теория распространения сейсмических волн. ЛГУ. 1961. Т. 5. С. 73-114.
5. Мартirosян Г.А. - Информационные технологии и управление. 2002. N4. С. 86-93.
6. Багдоев А.Г., Саакян С.Г. - Акустический журнал. 2000. Т. 46. N3. С. 299-305.
7. Багдоев А.Г. - Изв. АН АрмССР. Техн. науки. 1967. Т. 20. N3. С. 26-29.
8. Геруни П.М. Автореф. канд. дис. 1961. М.
9. Фридендер Ф. Звуковые импульсы. М. ИЛ. 1962. 232 с.

ՀՀ ԳԱԱ թղթակից անդամ Ա. Գ. Բագդոև, Հ. Ա. Մարտիրոսյան

Ոչ գծային օպտիկական խնդրի լուծումը կաուստիկայի մոտ
քվազիմոնոքրոմատիկ ալիքների համար առանցքասիմետրիկ դեպքում

Դիտարկվում է քվազիմոնոքրոմատիկ ալիքի վարքը օպտիկական ոչ գծային միջավայրում կաուստիկայի մոտ առանցքասիմետրիկ դեպքում: Դուրս է բերված ոչ գծային հավասարումը և տրված է նրա լուծումը:

Corresponding Member of NAS RA A.G. Bagdoyev, H.A. Martirosyan

**Solution of Non-linear Optic Problem for Quasymonochromatic Wave Near
Caustic in Axialsymmetric Case**

The non-linear solution of behaviour of quasymonochromatic wave near caustic in axialsymmetric case is obtained. The non-linear equations near caustic are derived and their analytic and numerical solutions are given.

УДК 539.3

Г. С. Никогосян, С. О. Саркисян

Упругие тонкие оболочки по несимметричной теории упругости со стесненным вращением

(Представлено академиком Л.А. Агаловяном 31/1 2005)

В последние десятилетия наряду с классической теорией упругости интенсивно развиваются математические модели микрополярных упругих сред с учетом вращательного взаимодействия и моментных напряжений. С использованием методологии континуума на основе микрополярной (несимметричной, моментной) теории упругости рассматривается влияние микроструктуры материала тел на напряженно-деформированное состояние и динамические характеристики; изучаются эффекты концентрации напряжений вокруг отверстий и трещин, задачи механики разрушения. Актуальна проблема построения теорий микрополярных упругих тонких стержней, пластин и оболочек [1]. В [1] с использованием достижений общеизвестной уточненной теории пластин и оболочек [2,3] по трехмерной несимметричной теории упругости с независимыми полями перемещений и вращений [4] на основе метода гипотез построена микрополярная теория пластин и оболочек. На основе метода гипотез по трехмерной несимметричной теории упругости со стесненным вращением [4-8] выведены уравнения тонкой цилиндрической оболочки [9].

Одним из основных методов построения теории упругих тонких стержней, пластин и оболочек является асимптотический метод [10-13], весьма эффективный также при построении теории тонких стержней, пластин и оболочек, когда граничные условия на лицевых поверхностях указанных тел являются неклассическими (в смысле теории пластин и оболочек) [11,12]. В [14] разработан асимптотический подход и построена асимптотическая теория микрополярных упругих тонких пластин, в основе которой лежит трехмерная несимметричная теория упругости с независимыми полями перемещений и вращений (НТУ с НППВ). Построена прикладная-двумерная теория микрополярных упругих тонких пластин на основе НТУ с НППВ. В [15] на основе НТУ с НППВ построены асимптотическая теория микрополярных упругих тонких оболочек и прикладная-двумерная теория микрополярных оболочек.

В данной статье развивается асимптотический подход работ [14,15] и построена асимптотическая теория микрополярных упругих тонких оболочек на основе несимметричной теории упругости со стесненным вращением (НТУ с СВ). Построена прикладная-двумерная теория микрополярных упругих тонких оболочек на основе НТУ с СВ.

1. Будем рассматривать оболочку постоянной толщины $2h$ как трехмерное упругое тело. Дифференциальные уравнения несимметричной теории упругости со стесненным вращением имеют вид [4-6]:

уравнения равновесия

$$\nabla_j \sigma^{ji} = 0, \quad \nabla_j \mu^{ji} + e^{ijk} \cdot \sigma_{jk} = 0; \quad (1.1)$$

соотношения упругости

$$\left\{ \begin{array}{l} 1 \\ -(\sigma_{ij} + \sigma_{ji}) = 2\mu \cdot \gamma_{ij} + \lambda \cdot \gamma_{kk} \cdot \delta_{ij}, \\ 2 \end{array} \right. \quad (1.2)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \mu_{ji} = (\gamma + \varepsilon)\kappa_{ji} + (\gamma - \varepsilon)\kappa_{ij} + \beta \cdot \kappa_{kk} \cdot \delta_{ij}; \end{array} \right.$$

геометрические соотношения

$$\rightarrow \frac{1}{2} \cdot \text{rot } \vec{u}, \quad \gamma_{ji} = \frac{1}{2} \cdot (\nabla_j u_i + \nabla_i u_j), \quad \kappa_{ji} = \nabla_j \omega_i \quad (i, j = 1, 2, 3), \quad (1.3)$$

где σ^{ij} , μ^{ij} - соответственно контравариантные компоненты силового и моментного тензоров напряжений; \vec{u} - вектор перемещения; $\vec{\omega}$ - вектор поворота; γ_{ji} , κ_{ji} - соответственно ковариантные компоненты тензора деформации и тензора изгиба-кручения; λ , μ , β , γ , ε - упругие константы материала оболочки.

Далее отнесем оболочку к триортогональной системе координат α_i ($i = 1, 2, 3$), принятой в теории оболочек [7]. К определяющим уравнениям НТУ с СВ (1.1)-(1.3) присоединим соответствующие граничные условия. Для граничных условий на лицевых поверхностях оболочки примем граничные условия первой граничной задачи НТУ с СВ, которые можем записать:

$$\sigma_{3i} = -\pm q_i^{\pm}, \quad \mu_{3i} = -\pm m_i^{\pm} \quad \text{при} \quad \alpha_3 = \pm h \quad (i = 1, 2, 3) \quad (1.4)$$

Граничными условиями на боковой поверхности оболочки (которая представляет собой замкнутый торец) могут быть граничные условия первой, второй или смешанной граничной задачи НТУ с СВ; для определенности примем граничные условия первой граничной задачи:

$$\sigma_{ji} n_j = p_i^* \quad (i = 1, 2, 3), \quad \mu_{jk} n_j = m_k^* \quad (k = 1, 2, 3) \quad \text{при} \quad \alpha_1 = \alpha_{10}. \quad (1.5)$$

Отметим, что НТУ с СВ имеет некоторые особенности [5]: а) в этой теории Коссера можно считать инвариант моментного тензора напряжений $\mu_{11} + \mu_{22} + \mu_{33}$ равным нулю: $\mu_{11} + \mu_{22} + \mu_{33} = 0$, что в свою очередь означает, что упругая константа β входит в физические соотношения (1.2) формально и не играет никакой роли; б) число как силовых, так и геометрических граничных условий равно пяти, а не шести, как формально было представлено формулами (1.4), (1.5)

Перейдем к построению внутреннего итерационного процесса поставленной краевой задачи НТУ с СВ.

Введем новые независимые переменные, положив [7]:

$$\alpha_i = R \cdot \lambda^{-p} \cdot \xi_i, \quad \alpha_3 = R \cdot \lambda^{-1} \cdot \zeta \quad (i = 1, 2), \quad (1.6)$$

где R - некоторый характерный радиус кривизны срединной поверхности, p, l - целые числа, удовлетворяющие неравенствам $l > p \geq 0$, а λ - большой постоянный параметр, определяемый формулой $h = R \cdot \lambda^{-1}$.

В трехмерных уравнениях (1.1)-(1.3) по формулам работы [15] перейдем к безразмерным величинам

$$(\bar{\tau}_{ij}, \bar{\nu}_{ij}, \bar{\tau}_{33}, \bar{\nu}_{33}, \bar{\tau}_{i3}, \bar{\nu}_{i3} (3 \neq i), \bar{V}_i, \bar{\gamma}', \bar{\varepsilon}', \bar{R}_i, \bar{\mu}', \bar{\lambda}').$$

Будем считать, что упругие константы материала оболочки $\bar{\gamma}'$ и $\bar{\varepsilon}'$ имеют представления

$$\bar{\gamma}' = \lambda^{2l} \cdot \tilde{\gamma}', \quad \bar{\varepsilon}' = \lambda^{2l} \cdot \tilde{\varepsilon}', \quad (1.7)$$

где величины $\tilde{\gamma}'$, $\tilde{\varepsilon}'$ считаются величинами порядка λ^0 .

Тогда из полученной системы уравнений на уровне асимптотической точности $O(\lambda^{p-1})$ часть величин можем получить интегрированием по переменной ζ :

$$\left\{ \begin{array}{l} \bar{V}_i = \lambda^{1-p} \left(\overset{0}{V}_i(\xi_1, \xi_2) + \lambda^{2p-1-c} \zeta \cdot \overset{1}{V}_i(\xi_1, \xi_2) \right), \quad \bar{V}_3 = \lambda^{1-c} \cdot \overset{0}{V}_3(\xi_1, \xi_2), \\ \bar{\tau}_{ij} = \lambda^1 \left(\overset{0}{\tau}_{ij}(\xi_1, \xi_2) + \lambda^{2p-1-c} \zeta \cdot \overset{1}{\tau}_{ij}(\xi_1, \xi_2) \right), \\ \bar{\tau}_{3i} = \lambda^p \left(\overset{0}{\tau}_{3i}(\xi_1, \xi_2) + \zeta \cdot \overset{1}{\tau}_{3i}(\xi_1, \xi_2) + \lambda^{2p-1-c} \zeta^2 \cdot \overset{2}{\tau}_{3i}(\xi_1, \xi_2) \right), \\ \omega_i = \lambda^{p+1-c} \cdot \overset{0}{\omega}_i(\xi_1, \xi_2), \quad \omega_3 = \lambda^1 \left(\overset{0}{\omega}_3(\xi_1, \xi_2) + \lambda^{2p-1-c} \zeta \cdot \overset{1}{\omega}_3(\xi_1, \xi_2) \right), \\ \bar{\nu}_{ij} = \lambda^{2p-1-c} \cdot \overset{0}{\nu}_{ij}(\xi_1, \xi_2), \quad \bar{\nu}_{33} = \lambda^{2p-1-c} \cdot \overset{0}{\nu}_{33}(\xi_1, \xi_2), \quad (i = 1, 2, j = 1, 2), \end{array} \right. \quad (1.8)$$

где $c = 0$ при $2p \leq 1$ и $c = 2p - 1$ при $2p \geq 1$; $\bar{\tau}_{ij}$ - несимметричный тензор силовых напряжений [7], $\bar{\nu}_{ij}$ - аналогичный тензор для моментных напряжений [15].

Здесь основными функциями, зависящими от ξ_1 и ξ_2 , являются $\overset{0}{V}_i(\xi_1, \xi_2)$ и $\overset{0}{V}_3(\xi_1, \xi_2)$; остальные величины будут определяться через указанные функции по соответствующим формулам. Остальная часть расчетных величин поставленной трехмерной задачи выражается

через вышеотмеченные величины и через величины $\overset{*}{\nu}_{3i}$, для определения которых приходим

к дифференциальным уравнениям (относительно координаты ζ) с соответствующими граничными условиями при $\zeta \pm 1$.

Далее переходим к осредненным по толщине оболочки силовым и моментным характеристикам [14,15] и одновременно к понятиям перемещений и поворотов точек срединной поверхности оболочки. На основе построенной асимптотики для поставленной краевой задачи (1.1)-(1.5) на уровне асимптотической точности $O(\lambda^{p-1})$ приходим к следующей разрешающей системе двумерных уравнений:

уравнения равновесия

$$\left\{ \begin{array}{l}
 \frac{1}{A_i} \cdot \frac{\partial T_{ii}}{\partial \alpha_i} + \frac{1}{A_i A_j} \cdot \frac{\partial A_j}{\partial \alpha_i} \cdot (T_{ii} - T_{jj}) + \frac{1}{A_j} \cdot \frac{\partial S_{ji}}{\partial \alpha_j} + \\
 + \frac{1}{A_i A_j} \cdot \frac{\partial A_i}{\partial \alpha_j} \cdot (S_{ij} + S_{ji}) - (q_i^+ + q_i^-) = 0, \\
 \frac{1}{A_1} \cdot \frac{\partial (G_{11} - L_{12})}{\partial \alpha_1} + \frac{1}{A_1 A_2} \cdot \frac{\partial A_2}{\partial \alpha_1} \cdot ((G_{11} - L_{12}) - (G_{22} + L_{21})) - \\
 - \frac{1}{A_2} \cdot \frac{\partial (H_{21} + L_{22})}{\partial \alpha_2} - \frac{1}{A_1 A_2} \cdot \frac{\partial A_1}{\partial \alpha_2} \cdot ((H_{12} - L_{11}) + (H_{21} + L_{22})) - \\
 - N_{13} + [h(q_1^+ - q_1^-) + (m_2^+ + m_2^-)] = 0, \\
 \frac{1}{A_2} \cdot \frac{\partial (G_{22} + L_{21})}{\partial \alpha_2} + \frac{1}{A_1 A_2} \cdot \frac{\partial A_1}{\partial \alpha_2} \cdot ((G_{22} + L_{21}) - (G_{11} - L_{12})) - \\
 - \frac{1}{A_1} \cdot \frac{\partial (H_{12} - L_{11})}{\partial \alpha_1} - \frac{1}{A_1 A_2} \cdot \frac{\partial A_2}{\partial \alpha_1} \cdot ((H_{21} + L_{22}) + (H_{12} - L_{11})) - \\
 - N_{23} + [h(q_2^+ - q_2^-) - (m_1^+ + m_1^-)] = 0, \\
 \frac{T_{11}}{R_1} + \frac{T_{22}}{R_2} + \frac{1}{A_1 A_2} \cdot \left[\frac{\partial}{\partial \alpha_1} (A_2 N_{13}) + \frac{\partial}{\partial \alpha_2} (A_1 N_{23}) \right] + (q_3^+ + q_3^-) = 0;
 \end{array} \right. \quad (1.9)$$

соотношения упругости

$$\left\{ \begin{array}{l} T_{ii} = 2h \cdot \frac{4\mu(\mu + \lambda)}{2\mu + \lambda} \cdot \left(\Gamma_{ii} + \frac{\lambda}{2(\mu + \lambda)} \cdot \Gamma_{jj} \right), \quad S_{ij} = 2\mu h \cdot \left(\Gamma_{ij} + \Gamma_{ji} \right), \\ G_{ii} = -\frac{2}{3} h^3 \cdot \frac{4\mu(\mu + \lambda)}{2\mu + \lambda} \cdot \left(K_{ii} + \frac{\lambda}{2(\mu + \lambda)} \cdot K_{jj} \right), \quad H_{ij} = \frac{2}{3} \mu h^3 \cdot \left(K_{ij} + K_{ji} \right), \\ L_{ij} = 2h \cdot \left((\gamma + \varepsilon) \cdot \chi_{ij} - (\gamma - \varepsilon) \cdot \chi_{ji} \right), \quad L_{ii} = 4\gamma h \cdot \chi_{ii}; \end{array} \right. \quad (1.10)$$

геометрические соотношения

$$\left\{ \begin{array}{l} \Gamma_{ii} = \frac{1}{A_i} \cdot \frac{\partial u_i}{\partial \alpha_i} + \frac{1}{A_i A_j} \cdot \frac{\partial A_i}{\partial \alpha_j} \cdot u_j - \frac{w}{R_i}, \quad K_{ii} = \frac{1}{A_i} \cdot \frac{\partial \beta_i}{\partial \alpha_i} + \frac{1}{A_i A_j} \cdot \frac{\partial A_i}{\partial \alpha_j} \cdot \beta_j, \\ \Gamma_{ij} = \frac{1}{A_i} \cdot \frac{\partial u_j}{\partial \alpha_i} - \frac{1}{A_i A_j} \cdot \frac{\partial A_i}{\partial \alpha_j} \cdot u_i, \quad K_{ij} = \frac{1}{A_i} \cdot \frac{\partial \beta_j}{\partial \alpha_i} - \frac{1}{A_i A_j} \cdot \frac{\partial A_i}{\partial \alpha_j} \cdot \beta_j, \\ \chi_{ii} = \frac{1}{A_i} \cdot \frac{\partial \Omega_i}{\partial \alpha_i} + \frac{1}{A_i A_j} \cdot \frac{\partial A_i}{\partial \alpha_j} \cdot \Omega_j - \frac{\Omega_3}{R_i}, \quad \chi_{ij} = \frac{1}{A_i} \cdot \frac{\partial \Omega_j}{\partial \alpha_i} - \frac{1}{A_i A_j} \cdot \frac{\partial A_i}{\partial \alpha_j} \cdot \Omega_i, \\ \beta_i = \frac{1}{A_i} \cdot \frac{\partial w}{\partial \alpha_i} + \frac{u_i}{R_i}, \quad \Omega_i = (-1)^i \cdot \beta_j, \\ \Omega_3 = -\frac{1}{2} \cdot \left(\frac{1}{A_1} \cdot \frac{\partial u_2}{\partial \alpha_1} - \frac{1}{A_1 A_2} \cdot \frac{\partial A_1}{\partial \alpha_2} \cdot u_1 - \frac{1}{A_2} \cdot \frac{\partial u_1}{\partial \alpha_2} + \frac{1}{A_1 A_2} \cdot \frac{\partial A_2}{\partial \alpha_1} \cdot u_2 \right). \end{array} \right. \quad (1.11)$$

Здесь T_{ii} , S_{12} , S_{21} - усилия; N_{13} , N_{23} - перерезывающие силы; G_{ii} , H_{12} , H_{21} - моменты силового происхождения; L_{ii} , L_{12} , L_{21} - моменты моментного происхождения; Γ_{ii} , Γ_{12} , Γ_{21} - компоненты тензора деформации в точках срединной поверхности оболочки; K_{ii} , K_{12} , K_{21} - компоненты тензора изгибных деформаций и кручения, связанные с моментами силового происхождения; χ_{ii} , χ_{12} , χ_{21} - компоненты тензора изгибных деформаций и кручения, связанные с моментами моментного происхождения; u_i , w - перемещения точек срединной поверхности оболочки; Ω_i , Ω_3 - компоненты вектора вращения точек срединной поверхности оболочки. После решения основной разрешающей системы уравнений (1.9)-(1.11) остальные искомые величины будут определяться по соответствующим формулам. (1.9)-(1.11) представляют собой уравнения

разрешающей системы прикладной-двумерной теории микрополярных упругих тонких оболочек, когда в ее основу положена трехмерная НТУ с СВ.

2. Обратимся к изучению краевых упругих явлений; отправными также будут уравнения трехмерной теории НТУ с СВ (1.1)-(1.3).

Будем считать, что край оболочки, вблизи которого надо исследовать напряженное состояние, задается уравнением $\alpha_1 = \alpha_{10}$, и введем замену независимых переменных по формулам [7]:

$$\alpha_1 - \alpha_{10} = R\lambda^{-1} \cdot \xi_1, \quad \alpha_2 = R\lambda^{-p} \cdot \xi_2, \quad \alpha_3 = R\lambda^{-1} \cdot \zeta, \quad (2.1)$$

где величины R, λ, l, p имеют тот же смысл, что и в (1.6).

В трехмерных уравнениях (1.1)-(1.3) по формулам работы [15] перейдем к безразмерным величинам и выполним соответствующие замены искомых величин.

После этого уравнения НТУ с СВ можем представить в виде двух групп уравнений и при отбрасывании величин порядка λ^{p-1} получим две отдельные группы независимых однородных уравнений, представляющих собой системы уравнений так называемой смешанной, силовой-моментной (антиплоской и плоской) погранслоистой задачи несимметричной теории упругости. Будем исходить из предположения, что напряженное состояние трехмерного тела оболочки по НТУ с СВ составляется из внутреннего напряженного состояния и погранслоев:

$$(\text{НДС})_{\text{полн}} = (\text{НДС})_{\text{вн}} + \lambda^r \cdot (\text{НДС})_{\text{кр}}^a + \lambda^\theta \cdot (\text{НДС})_{\text{кр}}^b, \quad (2.2)$$

где числа r, θ назовем показателями интенсивности плоского и антиплоского погранслоев, которые пока произвольны. Считается, что погранслои локализируются вблизи бокового края оболочки.

Для того, чтобы осуществить сращивание внутренней задачи и погранслоев по НТУ с СВ, следует подставить (2.2) в граничные условия (1.5). При этом показатели r и θ будем выбирать так, чтобы итерационный процесс для выполнения граничных условий (1.5) был удобным.

Единственно приемлемые значения r и θ в случае нагруженного края оболочки на уровне асимптотической точности $O(\lambda^{p-1})$ определяются так:

$$r = 2p - c, \quad \theta = 2p - c. \quad (2.3)$$

С учетом (2.3), в результате подстановки (2.2) в условия (1.5) и ограничиваясь асимптотической точностью $O(\lambda^{p-1})$, получим, что граничные условия трехмерной теории НТУ с СВ (1.5) расщепляются между внутренней задачей (прикладной-двумерной теорией оболочек) и погранслоистыми задачами.

Для прикладной-двумерной теории микрополярных оболочек (определяющая система уравнений (1.9)-(1.11)) получим граничные условия следующего вида:

$$\left\{ \begin{array}{l}
 T_{11} \Big|_{\alpha_1=\alpha_{10}} = \int_{-h}^h p_1^* d\alpha_3, \quad S_{12} \Big|_{\alpha_1=\alpha_{10}} = \int_{-h}^h p_2^* d\alpha_3, \\
 \left(-N_{13} + \frac{1}{A_2} \cdot \frac{\partial}{\partial \alpha_2} (H_{12} - L_{11}) \right) \Big|_{\alpha_1=\alpha_{10}} = \int_{-h}^h \left(p_3^* + \frac{1}{A_2} \cdot \frac{\partial}{\partial \alpha_2} (\alpha_3 \cdot p_2^* - m_1^*) \right) d\alpha_3, \quad (2.4) \\
 (L_{12} - G_{11}) \Big|_{\alpha_1=\alpha_{10}} = \int_{-h}^h (m_2^* + \alpha_3 \cdot p_1^*) d\alpha_3.
 \end{array} \right.$$

Уравнения (1.9)-(1.11) и граничные условия (2.4) составляют граничную задачу прикладной-двумерной теории микрополярных упругих тонких оболочек, когда в ее основу положена трехмерная НТУ с СВ.

Отдельные граничные условия получены также для погранслоиных уравнений.

Гюмрийский государственный педагогический институт им. М. Налбандяна

Литература

1. Амбарцумян С.А. Микрополярная теория оболочек и пластин. Ереван. Изд-во НАН Армении. 1999. 214 с.
2. Амбарцумян С.А. Теория анизотропных пластин. М. Наука. 1967. 266 с.
3. Амбарцумян С.А. Общая теория анизотропных оболочек. М. Наука. 1974. 446 с.
4. Новацкий В. Теория упругости. М. Мир. 1975. 862 с.
5. Койтер В. Т. - Механика. Период. сб. перев. иностр. статей. 1965. N3. С. 89-112.
6. Миндлин Р. Д., Тирстен Г. Ф. - Механика. Период. сб. перев. иностр. статей. 1964. N4. С. 80-114.
7. Савин Г.Н. Основы плоской моментной теории упругости. Киев. Изд-во Киевск. ун-та. 1965. 162 с.
8. Морозов. Н.Ф. Избранные двумерные задачи теории упругости. Л. Изд-во ЛГУ. 1978. 182 с.
9. Бабич Д. В. - ПМ. Т. II. В. 12. 1966. С. 41-48.
10. Гольденвейзер А.Л. Теория упругих тонких оболочек. М. Наука. 1976. 510 с.
11. Агаловян Л.А. Асимптотическая теория анизотропных пластин и оболочек. М. Наука. 1997. 414 с.
12. Агаловян Л.А. - ПМ. 2002. Т. 38. N7. С. 3-24.
13. Саркисян С.О. Общая двумерная теория магнитоупругости тонких оболочек. Ереван. Изд-во АН Армении. 1992. 260 с.
14. Саркисян С.О. В: Сб. науч. трудов, посвященный 80-летию академика НАН РА С.А. Амбарцумяна. Ереван. Изд-во НАН РА. 2002. С. 285-296.
15. Никогосян Г. С., Саркисян С. О. - Изв. НАН Армении. Механика. 2005. Т. 58. N1.

Գ. Ս. Նիկողոսյան, Ս. Հ. Սարգսյան

**Առաձգական բարակ թաղանթները կաշկանդված պտույտներով
առաձգականության ոչ սիմետրիկ տեսությամբ**

Դիտարկվում են եռաչափ բարակ թաղանթի տիրույթում առաձգականության ոչ սիմետրիկ տեսության (երբ պտույտներն արտահայտվում են տեղափոխություններով) ստատիկական խնդրի ընդհանուր հավասարումները համապատասխան եզրային պայմաններով: Ասիմպտոտիկ մեթոդի կիրառմամբ կառուցվում են ներքին ասիմպտոտիկ վերլուծությունը և սահմանային շերտերը: Ցույց է տրվում, որ սահմանային շերտերը երկուսն են՝ հարթ և հակահարթ (միացյալ ուժային-մոմենտային): Ուսումնասիրվում են ներքին և սահմանային շերտի տիպի խնդիրների համակցումը բավարարելու համար թաղանթի կողմնային մակերևույթի վրա առաձգականության ոչ սիմետրիկ տեսության եռաչափ եզրային պայմանները: Այս ուսումնասիրման արդյունքում ինչպես ներքին ասիմպտոտիկ վերլուծության, այնպես էլ սահմանային շերտերի համար ստացվել են առանձին եզրային պայմաններ:

Ասիմպտոտիկ մեթոդի հենքի վրա կառուցված է կաշկանդված պտույտներով միկրոպոլյար առաձգական բարակ թաղանթի ընդհանուր կիրառական-երկչափ տեսությունը:

G. S. Nikoghosyan, S. H. Sargsyan

Elastic Thin Shells on Asymmetric Theory of Elasticity with the Constraint Rotation

The general equations of asymmetric theory of elasticity with the constraint rotation are considered in the sphere of three-dimensional thin shell. The interior iterational process and micropolar boundary layers are constructed by applying the asymptotic method. It is shown that both boundary layers - plane and antiplane, are of mixed force - momental character. The mating of the interior problem and the boundary value problems are studied for the satisfaction of threedimensional boundary conditions on the lateral surface of the shell. In the result of this research, the boundary conditions for the interior micropolar problem and the separate boundary conditions for micropolar boundary layers are obtained.

On the basis of the asymptotic method, the general applied two-dimensional theory of micropolar shells with the constraint rotation is constructed.

УДК 531.19

Г. С. Бабаджанян¹, С. А. Бабаджанян²

Конденсация Бозе - Эйнштейна в D-мерной системе идеального газа бозонов со спектром возбуждения $\varepsilon_p = cp^s$ в присутствии внешнего поля с

произвольной формой удерживающего потенциала $U(\vec{r})$

(Представлено академиком Д. М. Седракяном 22/IX 2004)

Введение. Эксперименты по конденсации Бозе - Эйнштейна (БЭК) побудили к теоретическим исследованиям термодинамики идеального Бозе-газа, находящегося во внешнем удерживающем поле, потенциалами которого являются степенные функции. При этом в случае анизотропных и изотропных полей в целях общности

соответствующие степенные потенциалы представлялись в виде $U(\vec{r}) = \sum_{i=1}^D a_i |x_i|^{q_i}$ и $U(\vec{r}) = ar^q$. В тех же целях потенциалы аксиально-симметричных полей представляем в виде $U(\vec{r}) = a_{\perp} r_{\perp}^{q_{\perp}} + a_3 |x_3|^{q_3}$. В выражениях для

потенциалов $D = 1, 2, 3$ - пространственная размерность системы бозонов, $r = (\sum_{i=1}^D x_i^2)^{1/2}$, $r_{\perp} = (x_1^2 + x_2^2)^{1/2}$, где $x_1, \dots, x_D \in \Omega$ и Ω - объем D-мерной области пространства, занимаемой системой (см. [1, 2]).

Результаты исследований показывают, что внешние поля могут способствовать возникновению БЭК, т.е. тому, чтоб температура БЭК $T_0 > 0$ [2, 3], и влиять на свойство непрерывности термодинамических функций в точке T_0 , тем самым меняя характер фазового перехода при БЭК [1, 2]. В то же время в отношении указанных аспектов явления БЭК они не полны и не всегда имеют общий характер; не установлен также весь спектр возможных характеров ее фазового перехода. Кроме того, с точки зрения физики фазовых переходов представляется важным

в структуре внешних удерживающих полей провести четкую идентификацию универсального для всех $U(\vec{r})$ источника и характеристик его влияния на возможность БЭК и характер ее фазового перехода [4].

В настоящей работе в рамках квазиклассического приближения асимптотическими методами исследуются возможность БЭК и характер ее фазового перехода (ФП) в идеальном Бозе-газе, находящемся во внешнем поле с произвольным потенциалом $U(\vec{r})$, только лишь удовлетворяющим общим необходимым требованиям удержания бозонов в (1,2,3)D-мерной области пространства Ω . При этом, не исключив возможности наблюдения явления БЭК в системах бозонов с отличным от $\varepsilon_p = p^2/2m$ спектром возбуждения, $\varepsilon_p(p)$ будем задавать в несколько более общем виде, $\varepsilon_p = cp^s$ ($c, s > 0$), например экситонов [5].

Возможность БЭК и ее критические параметры. Пусть поле $U(\vec{r})$ для простоты во всей области Ω непрерывно.

Кроме того, во всей области Ω поле $U(\vec{r}) \geq 0$ и на границе области Ω имеем $U(x_1, \dots, x_D) = \infty$. И пусть в некоторой

точке $(x_1, \dots, x_D) \in \Omega$ (для простоты $x_{1,0} = 0, \dots, x_{D,0} = 0$) поле принимает свое наименьшее значение ($U(\vec{r}) = 0$) и эта точка является точкой минимума. Вместе с тем в окрестности точки минимума асимптотическое поведение поля аппроксимируется степенными калибровочными функциями, соответственно образующими либо

анизотропную, либо изотропную, либо аксиально-симметричную форму:

$$U(x_1, \dots, x_D) \approx \sum_{i=1}^D a_i |x_i|^{q_i}, \quad U(\vec{r}) \approx ar^q, \quad U(\vec{r}) \approx a_{\perp} r_{\perp}^{q_{\perp}} + a_3 |x_3|^{q_3}. \quad (1)$$

Отметим, что большинство реализуемых полей удовлетворяет такому определению. Тогда для химического потенциала μ и полной энергии E системы будем иметь:

$$N = \int_0^{\infty} \frac{T \rho(T \tilde{\varepsilon}) d \tilde{\varepsilon}}{e^{\tilde{\varepsilon} + \tilde{\mu}} - 1} + N_{\varepsilon=0}(T), \quad (2)$$

$$E = \int_0^{\infty} \frac{\tilde{\varepsilon} T^2 \rho(T \tilde{\varepsilon}) d \tilde{\varepsilon}}{e^{\tilde{\varepsilon} + \tilde{\mu}} - 1}, \quad (3)$$

где $N_{\varepsilon=0}(T)$ - число бозонов на уровне $\varepsilon = 0$, $\tilde{\mu} = -\mu/T$, $\tilde{\varepsilon} = \varepsilon/T$ и ε полная энергия частицы

$$\varepsilon = cp^s + U(\vec{r}), \quad (4)$$

а $\rho(T \tilde{\varepsilon})$ - плотность одночастичных состояний

$$\rho(T \tilde{\varepsilon}) = \frac{D \pi^{[D/2]}}{h^D \Gamma(1 + D/2) s c^{D/s}} \int_{U(\vec{r}) \leq T \tilde{\varepsilon}} (T \tilde{\varepsilon} - U(\vec{r}))^{D/s-1} dx_1 \dots dx_D. \quad (5)$$

Температура конденсации T_0 определяется из (2) при $\mu = 0$ и $N_{\varepsilon=0} = 0$

$$N = \int_0^{\infty} \frac{T_0 \rho(T_0 \tilde{\varepsilon}) d \tilde{\varepsilon}}{e^{\tilde{\varepsilon}} - 1}. \quad (6)$$

Поскольку конечность (бесконечность) значения интеграла из (6) в конечном счете сводится к его сходимости (несходимости) на нижнем пределе интегрирования $\tilde{\varepsilon} \rightarrow 0$, а при $\tilde{\varepsilon} \rightarrow 0$ область интегрирования $U(\vec{r}) \leq \tilde{\varepsilon} T$ интеграла из (5) стягивается в малую окрестность точки минимума $U(\vec{r})$, то влияние внешнего поля на возможность БЭК, т.е. при $T_0 > 0$, полностью определяется характером асимптотического поведения поля в окрестности точки его минимума. Тогда, представив (6) в виде

$$N = \int_{\tilde{\varepsilon}_0}^{\infty} \frac{T_0 \rho(T_0 \tilde{\varepsilon}) d\tilde{\varepsilon}}{e^{\tilde{\varepsilon}} - 1} + \int_0^{\tilde{\varepsilon}_0} \frac{T_0 \rho(T_0 \tilde{\varepsilon}) d\tilde{\varepsilon}}{e^{\tilde{\varepsilon}} - 1} \quad (7)$$

и взяв $\tilde{\varepsilon}_0$ настолько малым, чтобы область интегрирования в (5), т.е. при $U(\vec{r}) \leq \tilde{\varepsilon} T$, охватывала из Ω только лишь некоторую окрестность точки абсолютного минимума $U(\vec{r})$ и чтобы в этой окрестности имело место (1), во втором интеграле (13) для плотности числа состояний будем иметь

$$\rho(T_0 \tilde{\varepsilon}) \approx A T_0^{[D/s] + \chi_f - 1} \tilde{\varepsilon}^{[D/s] + \chi_f - 1} \int_{\substack{[(\xi_1, \dots, \xi_D \geq 0), \\ (\xi_1 + \dots + \xi_D \leq 1)]}} \left(1 - \sum_{i=1}^D \xi_i \right)^{[D/s] - 1} \prod_{i=1}^D \xi_i^{[1/q_i] - 1} d\xi_1 \dots d\xi_D, \quad (8)$$

где $\xi_i = (a_i / \tilde{\varepsilon} T) |x_i|^{q_i}$, коэффициент A равен $A = Ds^{-1} (2\pi^{1/2} h^{-1} c^{-1/s})^D \Gamma^{-1} (1 + D/2) \prod_{i=1}^D q_i^{-1} a_i^{-1/q_i}$, χ_f - полевой параметр, отражающий характер асимптотического поведения поля в окрестности точки его минимума, равный

$$\chi_f = \sum_{i=1}^D q_i^{-1}. \quad (9)$$

После подстановки (8) во второй интеграл из (7) и с учетом того, что при $\tilde{\varepsilon} \ll 1$ имеет место оценка $(\tilde{\varepsilon} - 1) \approx \tilde{\varepsilon}$ и что ввиду $D/s - 1 > -1$ интеграл из (8) конечен, правая часть (7) будет конечной и вместе с этим БЭК будет возможной ($T_0 > 0$) при условии

$$\chi = \chi_s + \chi_f > 1, \quad (10)$$

где $\chi_s = D/s$ - параметр спектра возбуждения, а χ интегральный параметр спектра-поля. Нетрудно показать, что в случае изотропной и аксиально-симметричной форм асимптотического поведения внешних полей в условии (10) $\chi_f = D/q$ и $\chi_f = 2/q_{\perp} + 1/q_3$ соответственно. При $s = 2$ условие (10) совпадает с условием возможности БЭК,

полученным в работе [3] для степенного поля $U(\vec{r}) = ar^q$. Кроме того при отсутствии внешнего поля, т.е. при $\chi_f = 0$ ($q_1, \dots, q_D, q, q_{\perp} = \infty$), (10) переходит в обычное условие возможности БЭК, $0 < s < D$ (см. например [5]).

Характер фазового перехода при БЭК. Таким образом, при $\chi = \chi_s + \chi_f > 1$ имеем $T_0 > 0$, и тогда из $\mu(T_0 + 0) = 0$ и $\mu(T_0 - 0) = 0$ следует, что $\mu(T_0 + 0) = \mu(T_0 - 0)$ и $E(T_0 + 0) = E(T_0 - 0)$, так что в точке фазового перехода $T = T_0$ термодинамические потенциалы $\mu(T)$ и $E(T)$ будут непрерывны. Откуда, поскольку $\Omega = \text{const}$ и при этом $dS = dE/T$, энтропия $S(T) = E/T + \int E dT/T^2$ также непрерывна и в идеальном газе бозонов при любом $\varepsilon_p = c p^s$ и $U(\vec{r})$ БЭК не может быть ФП1. Обратимся к исследованию поведения k -кратных производных μ и E по T , $\mu^{(k)}(T)$ и $E^{(k)}(T)$,

в точке T_0 ($k = 1, 2, \dots$) посредством определения асимптотических значений (ноль, конечность, бесконечность)

скачков $[\mu^{(k)}]_{T_0}$, $[E^{(k)}]_{T_0}$ ($[f^{(k)}]_{T_0} = (\partial^k f / \partial T^k)_{T_0+0} - (\partial^k f / \partial T^k)_{T_0-0}$). Для этого напишем общие выражения для скачков начиная с $k = 1$, которые получаются с учетом того, что $N = N(T, \tilde{\mu})$, $E = E(T, \tilde{\mu})$ и $\partial N / \partial T = \partial^2 N / \partial T^2 = \dots = \partial^k N / \partial T^k = 0$ (полное число бозонов $N = \text{const}$), а также того, что при $T \leq T_0$ имеем $\mu = \partial \mu / \partial T = \dots = \partial^k \mu / \partial T^k = 0$:

$$\frac{1}{T_0} \left[\frac{\partial \mu}{\partial T} \right]_{T_0} = \lim_{T \rightarrow T_0+0} \frac{1}{T} \left(\frac{\partial \mu}{\partial T} \right)_T = \lim_{T \rightarrow T_0+0} \left(\int_0^\infty Q_T d\tilde{\varepsilon} \right) \left(\int_0^\infty Q_{\tilde{\mu}} d\tilde{\varepsilon} \right)^{-1}, \quad (11)$$

$$[C]_{T_0} = - \lim_{T \rightarrow T_0+0} \frac{1}{T} \frac{\partial \mu}{\partial T} \int_0^\infty R_{\tilde{\mu}}(T, \tilde{\mu}, \tilde{\varepsilon}) d\tilde{\varepsilon}, \quad (12)$$

$$\left[\frac{\partial^2 E}{\partial T^2} \right]_{T_0} = \lim_{T \rightarrow T_0+0} \left\{ - \frac{2}{T} \frac{\partial \mu}{\partial T} \int_0^\infty \left(R_{T\tilde{\mu}} - \frac{R_{\tilde{\mu}}}{T} \right) d\tilde{\varepsilon} + \frac{1}{T^2} \left(\frac{\partial \mu}{\partial T} \right)^2 \int_0^\infty R_{\tilde{\mu}\tilde{\mu}} d\tilde{\varepsilon} - \frac{1}{T} \frac{\partial^2 \mu}{\partial T^2} \int_0^\infty R_{\tilde{\mu}} d\tilde{\varepsilon} \right\}, \quad (13)$$

$$\frac{1}{T_0} \left[\frac{\partial^2 E}{\partial T^2} \right]_{T_0} = \lim_{T \rightarrow T_0+0} \left(\int_0^\infty Q_{TT} d\tilde{\varepsilon} - \frac{2}{T} \frac{\partial \mu}{\partial T} \int_0^\infty \left(Q_{T\tilde{\mu}} - \frac{Q_{\tilde{\mu}}}{T} \right) d\tilde{\varepsilon} + \frac{1}{T^2} \left(\frac{\partial \mu}{\partial T} \right)^2 \int_0^\infty Q_{\tilde{\mu}\tilde{\mu}} d\tilde{\varepsilon} \right) \left(\int_0^\infty Q_{\tilde{\mu}} d\tilde{\varepsilon} \right)^{-1}, \quad (14)$$

где через $Q = Q(T, \tilde{\mu}, \tilde{\varepsilon})$ и $R = R(T, \tilde{\mu}, \tilde{\varepsilon})$ обозначены подынтегральные выражения из (2) и (3), а $Q_T, Q_{\tilde{\mu}}, \dots, R_T, R_{\tilde{\mu}}, \dots$ их частные производные по T и $\tilde{\mu}$.

При этом нетрудно заметить, что скачки высших производных также будут представляться аналогичными (11)-(14) алгебраическими выражениями относительно несобственных интегралов от производных R и Q по T и $\tilde{\mu}$, до k -порядка включительно. Поскольку асимптотические значения этих скачков (ноль, конечность и бесконечность) также определяются сходимостью (расходимостью) интегралов из (11)-(14) на нижнем пределе их интегрирования, в том же числе интегралов из предполагаемых выражений для скачков высших производных, то влияние внешних полей на характер фазового перехода при БЭК будет определяться

поведением $U(\vec{r})$ в окрестности точки его минимума. При этом, учтя, что при $\varepsilon \rightarrow 0$ имеется оценка (8) и при T

$\rightarrow T_0$ имеем $\mu(T) \rightarrow 0$, для асимптотических поведений подынтегральных выражений $Q_{\underbrace{T \dots T}_m \underbrace{\tilde{\mu} \dots \tilde{\mu}}_l}(T, \tilde{\mu}, \tilde{\varepsilon})$ и

$R_{\underbrace{T \dots T}_m \underbrace{\tilde{\mu} \dots \tilde{\mu}}_l}(T, \tilde{\mu}, \tilde{\varepsilon})$ этих интегралов на нижнем пределе интегрирования $\varepsilon \rightarrow 0$ будем иметь:

$$Q_{\underbrace{T \dots T}_m \underbrace{\tilde{\mu} \dots \tilde{\mu}}_l} \sim \frac{\tilde{\varepsilon}^{\chi-1}}{(\tilde{\varepsilon} + \tilde{\mu})^{l+1}}, \quad (15)$$

$$R_{\underbrace{T \dots T}_m \underbrace{\tilde{\mu} \dots \tilde{\mu}}_l} \sim \frac{\tilde{\varepsilon}^\chi}{(\tilde{\varepsilon} + \tilde{\mu})^{l+1}}, \quad (16)$$

где $m + l = k$ и $k = 1, 2, \dots$ порядок дифференцирования $\mu(T)$ и $E(T)$ по T . Откуда получаем, что асимптотическое поведение этих интегралов на нижнем пределе интегрирования аппроксимируется в виде:

$$\int_{\tilde{\varepsilon}} Q_{\underbrace{T \dots T}_m \underbrace{\tilde{\mu} \dots \tilde{\mu}}_1} d\tilde{\varepsilon} \Big|_{\tilde{\varepsilon} \rightarrow 0} \sim \tilde{\mu}^{\chi-1-1} (\sim \ln \tilde{\mu} \text{ при } \chi = 1+1), \quad (17)$$

$$\int_{\tilde{\varepsilon}} R_{\underbrace{T \dots T}_m \underbrace{\tilde{\mu} \dots \tilde{\mu}}_1} d\tilde{\varepsilon} \Big|_{\tilde{\varepsilon} \rightarrow 0} \sim \tilde{\mu}^{\chi-1} (\sim \ln \tilde{\mu} \text{ при } \chi = 1). \quad (18)$$

Подставляя (17) и (18) (с соответствующими значениями m и l) в выражение для скачков первых производных из (11) и (12), получаем, что при

$$2 < \chi < \infty \quad (19)$$

БЭК является ФП2 с конечным скачком $[\mu^{(1)}]_{T_0}$ и $[E^{(1)}]_{T_0}$. А при

$$1 < \chi \leq 2 \quad (20)$$

$\mu^{(1)}$ и $E^{(1)}$ непрерывны в точке $T = T_0$, так что при условии (20) БЭК перестает быть ФП2. В то же время подставляя (17) и (18) в (13) и (14), получаем, что при

$$3/2 \leq \chi \leq 2 \quad (21)$$

$\mu^{(2)}$ и $E^{(2)}$ при $T = T_0$ перестают быть непрерывными: при $3/2 \leq \chi \leq 2$ скачки $[\mu^{(2)}]_{T_0}$, $[E^{(2)}]_{T_0} = \infty$ и при $\chi = 3/2$ конечны. Так что при условии (21) БЭК является ФП3. А при $\chi < 3/2$ $\mu^{(2)}$ и $E^{(2)}$ непрерывны в точке $T = T_0$.

Поступая аналогичным образом, нетрудно показать, что для $k \geq 3$ скачки $[\mu^{(k)}]_{T_0}$ и $[E^{(k)}]_{T_0}$ бесконечны при $(k+1)/k < \chi < k/(k-1)$,

конечны при $\chi = (k+1)/k$ и равны нулю при $\chi < (k+1)/k$. Следовательно, при

$$(k+1)/k \leq \chi < k/(k-1) \quad (22)$$

БЭК согласно классификации Эренфеста можно считать ФП(ν), где $\nu = k+1$. При выводе критериев (21) и (22)

учитывалось, что для асимптотических значений скачков $[\mu^{(k)}]_{T_0}$ и $[E^{(k)}]_{T_0}$ в числителях соответствующих

выражений определяющими являются члены, содержащие $\int_0^\infty Q_{\underbrace{\tilde{\mu} \dots \tilde{\mu}}_1} d\tilde{\varepsilon}$.

Отметим, что критерии (19) и (21) при $s = 2$ и $D = 3$ переходят в соответствующие критерии, полученные в [1], при этом уточняя нижнюю границу значения χ , при котором БЭК является ФП3 ($\chi = 1 \rightarrow \chi = 3/2$). Вместе с этим в отличие от [1] соответственно (22) имеем, что на области значений $\chi \in (1, 3/2)$ БЭК может быть любым ФП(ν)

(вплоть до $\nu \rightarrow \infty$) с конечным либо бесконечным значением скачков $[\mu^{(k)}]_{T_0}$ и $[E^{(k)}]_{T_0}$ (см. выше).

Универсальная роль критического параметра спектра-поля для фазовых переходов при БЭК. Таким образом, в зависимости от D , s и q_1, \dots, q_D критический параметр χ внутри области $[0, \infty)$ может принимать любые значения (возможные ограничения могут возникнуть из-за реальных значений D , s). Критерии (10), (19), (21) и (22) в этой

области устанавливают бесконечное число универсальных значений $\chi_k = k/(k-1)$ (где $k = 1, 2, 3, \dots$ - кратность производных термодинамических потенциалов по T) и $\chi_\infty = \lim_{k \rightarrow \infty} k/(k-1) = 1$, посредством которых вся область возможных значений χ разбивается на области возможности и невозможности БЭК, т.е. $1 < \chi < \infty$ и $0 < \chi \leq 1$. А уже область возможности БЭК любыми соседними парами χ_k и χ_{k+1} разбивается на бесконечное число таких универсальных интервалов значений $\Delta\chi_k - \Delta\chi_1 \equiv \{\infty > \chi > 2\}$, $\Delta\chi_2 \equiv \{2 \geq \chi \geq 3/2\}$, $\Delta\chi_3 \equiv \{3/2 > \chi \geq 4/3\}$, ..., $\Delta\chi_k \equiv \{k/(k-1) > \chi \geq (k+1)/k\}$, ..., что при $\chi \in \Delta\chi_k$ БЭК может быть только лишь фазовым переходом порядка $\nu = k+1$ с

конечными скачками $[\mu^{(k)}]_{T_0}$, $[E^{(k)}]_{T_0}$ при $\chi = (k+1)/k$ (нижняя граница интервала $\Delta\chi_k$) и с бесконечным скачком при остальных значениях $\chi \in \Delta\chi_k$ (за исключением $\chi \in \Delta\chi_1$, где БЭК является ФП2 только лишь с

конечными скачками $[\mu^{(1)}]_{T_0}$, $[E^{(1)}]_{T_0}$. Откуда заключаем, что критический параметр χ касательно вопросов фазовых переходов при БЭК во всех отношениях является определяющим. Кроме того, критический параметр χ играет универсальную роль в том смысле, что бесконечное число различных расширенных систем внешнее поле - система бозонов в зависимости от пространственной размерности D , степенного показателя спектра

возбуждения $\varepsilon_p = c p^s$ и характера асимптотического поведения внешнего удерживающего поля $U(\vec{r})$ в окрестности точки его минимума (q_1, \dots, q_D) в отношении фазовых переходов при БЭК можно разделить на различные классы так, чтобы внутри каждого класса расширенные системы в критической области имели идентичное поведение.

Наконец, поскольку внешние поля с произвольными удерживающими потенциалами можно разделить на классы идентичности в отношении значений χ_p то поля со степенными потенциалами при тех же χ_f в отношении вопросов фазовых переходов БЭК будут играть роль калибровочных потенциалов.

В качестве примера рассмотрим систему бозонов со спектром возбуждения $\varepsilon_p = p^2/2m$. В случае изотропности формы асимптотического поведения поля в окрестности точки его минимума, т.е. $U(\vec{r}) \approx ar^n$, параметр $\chi = D/2 + D/n$ и из (10) имеем $T_0 > 0$, если

$$\begin{array}{l} \left. \begin{array}{l} 1 \quad 1 \quad 1 \\ - > - - - \\ n \quad D \quad 2 \end{array} \right\} \begin{array}{l} D=1, \text{ при } 0 < n < 2 \\ D=2, \text{ при } 0 < n < \infty \\ D=3, \text{ при } 0 < n < \infty. \end{array} \end{array} \quad (23)$$

Причем согласно (19) БЭК является ФП2 с конечным скачком $[\mu^{(1)}]_{T_0}$, $[E^{(1)}]_{T_0}$, если

$$0 < n < \frac{2D}{4-D} \left\{ \begin{array}{l} D=1, \text{ при } 0 < n < 2/3 \\ D=2, \text{ при } 0 < n < 2 \\ D=3, \text{ при } 0 < n < 6. \end{array} \right. \quad (24)$$

И согласно (21) БЭК является ФП3, если

$$\frac{2D}{4-D} \leq n \leq \frac{2D}{3-D} \left\{ \begin{array}{l} D=1, \text{ при } 2/3 \leq n \leq 1 \\ D=2, \text{ при } 2 \leq n \leq 4 \\ D=3, \text{ при } 6 \leq n < \infty. \end{array} \right. \quad (25)$$

Откуда, в частности, заключаем, что для $D = 3$ ни при каком n БЭК не может быть ФП($\nu > 3$). И наконец,

соответственно (18), БЭК является ФП($k + 1$) ($k \geq 3$), если

$$\frac{2(k+1)D}{2k-(k-1)D} < n \leq \frac{2kD}{2(k+1)-kD} \begin{cases} D=1, & \text{при } 2(k-1)/(k+1) < n \leq 2k/(k+2) \\ D=2, & \text{при } 2(k-1) < n \leq 2k \\ D=3, & \text{при } n \in \emptyset. \end{cases} \quad (26)$$

¹Корпорация Виращ Лоджик (Virage Logic Corp.)

²Национальный институт стандартов РА

Литература

1. *Bagnato V., Pritchard D. E., Kleppner D.* - Phys. Rev. A. 1987. V. 35. P. 4354.
2. *Dolfavo F., Giorgini S., Pitaevskii L., Stringari S.* - Review of Modern Physics. 1999. V. 71. P. 463.
3. *Salasnich L.*, - Math J. Phys. 2000. V. 41. P. 8016.
4. *Kadanoff L. P.* - Critical Phenomena. Proc. Int. School Phys. "Enrico Fermi", Course LJ, Acad. Press New York - London, 1971.
5. *Huang K.*, Statistical Mechanics. John and Sons Inc., New York - London, 1963.
6. *Johnson K., Kavoulakis G. M.* - Phys. Rev. Lett. 2001. V. 86. P. 858.

Հ. Ս. Բաբաջանյան, Ս. Ա. Բաբաջանյան

Բոզե-Էյնշտեյնյան կոնդենսացիան $\varepsilon_p = cp^s$ գրգռման սպեկտրով D -չափանի իդեալական Բոզե-գազում կամայական $U(\vec{r})$ պահող պոտենցիալի դաշտում

Ասիմպտոտիկ մեթոդներով ստացվել են Բոզե-Էյնշտեյնյան կոնդենսացիայի (ԲԷԿ) հնարավորության չափանիշը և չափանիշներ, որոնք ցույց են տալիս, որ ԲԷԿ-ը կարող է լինել ցանկացած $v \in [2, \infty)$ կարգի փուլային անցում ($\Phi U v$) $\mu(T)$ քիմիական պոտենցիալի և $E(T)$ լրիվ էներգիայի, ըստ T -ի k -րդ ($k = v - 1$) կարգի ածանցյալների՝ վերջավոր կամ անվերջ թռիչքներով, ընդ որում բոլոր այդ հարցերում որոշիչ դեր է խաղում $\chi = D/s + q_1^{-1} + \dots + q_D^{-1}$ պարամետրը ($q_i - U(\vec{r})$ -ի ասիմպտոտիկ վարքի տրամաչափային ֆունկցիաների աստիճանային ցուցիչներն են նրա մինիմումի կետի մոտ): χ -ի արժեքները կազմում են $\chi_k = k/(k - 1)$ անվերջ հաջորդականություն, որոնք որոշում են ԲԷԿ-ի հնարավորության Δ_χ տիրույթը և այդ տիրույթում յուրաքանչյուր $\Phi U v$ -ի համար համապատասխան Δ_{χ_v} : Ամեն մի Δ_{χ_v} -ի վրա որոշված են ենթատիրույթներ, ուր $\mu(T)$ -ի և $E(T)$ -ի ածանցյալները (k -րդ կարգի) կամ վերջավոր են կամ անվերջ: Ցույց է տրված χ պարամետրի ունիվերսալությունը՝ «արտաքին դաշտ - բոզոնների համակարգ» ընդլայնված համակարգերը ԲԷԿ-ի փուլային անցումների բնույթով ըստ իդիենտիկության դասերի համակարգման համար:

H. S. Babajanyan, S. A. Babajanyan

Bose-Einstein Condensation of the D -dimensional System of the Ideal Bose-gas with Excitation Spectrum $\varepsilon_p = cp^s$ in the Presence of Trapping Potential with an Arbitrary Profile $U(\vec{r})$

Asymptotical methods are used to derive the criterion of BEC possibility, and the criteria determining the order of phase transition at BEC and indicating that BEC can be a phase transition (PT v) of an arbitrary order $v \in [2, \infty)$ with finite or infinite jumps of the k -th ($k = v - 1$) derivatives of chemical potential $\mu(T)$ and total energy $E(T)$ with regard to T and that all this is being determined by parameter $\chi = D/s + q_1^{-1} + \dots + q_D^{-1}$ (q_i - are the exponents of calibrating functions of asymptotical behavior of $U(\vec{r})$ at the minimum point). Parameter χ takes on an infinite sequence of values ($\chi_k = k/(k - 1)$), setting the Δ_χ interval in which the BEC is possible, and for each PT v Δ_{χ_v} subintervals of Δ_χ and on each Δ_{χ_v} there are subintervals where the jumps of $\mu(T)$ and $E(T)$ are either finite or infinite. The universal role of parameter χ in systematization of infinite variety of extended systems “external field-system of bosons” by classes of identical nature of phase transitions at BEC is also shown.

УДК 616-009.7-039.13+616.097

Академик К. Г. Карагезян, А. М. Завгородняя, Л. В. Карабашян, А. Г. Мхитарян

Ранняя диагностика осложнений периодической болезни амилоидозом

(Представлено 7/VII 2004)

В последние десятилетия значительно совершенствовалось клинико-экспериментальное изучение молекулярных механизмов этиологии и патогенеза загадочных и во многом не распознанных заболеваний, в том числе и периодической болезни (ПБ), или семейной средиземноморской лихорадки [1-9]. Особенностью этой патологии, поражающей в основном людей молодого возраста и характеризующейся периодичностью в виде абдоминальных, торакальных приступов и их смешанных форм, являются острота болей различной частоты и продолжительности, а также высокая температура с асептическим воспалением серозных оболочек и как осложнение амилоидоз почек, приводящий к инвалидизации и летальному исходу [1-10].

Целью настоящего исследования является ранняя диагностика осложнений ПБ амилоидозом и предупреждение их развития.

Нами обследовано 365 больных ПБ и 26 практически здоровых людей, составивших контрольную группу. Для изучения патогенеза ПБ и ее клинической диагностики проведен широкий комплекс иммунологических исследований. Были использованы методы, предложенные Д.К. Новиковым [11], в нашей модификации [4].

При динамическом наблюдении за больными ПБ предложенные исследования позволяют помочь выявлению ранней и даже доклинической стадии амилоидоза, что дает возможность вовремя приостановить его дальнейшее развитие.

Проведены исследования клеточного и гуморального иммунитета и выявлена дисфункция иммунной системы [4,7,9,12,13]. Как видно из таблицы, наблюдается повышенная чувствительность к почечному антигену, что отражено в реакциях бласттрансформации (РБТ) и торможении миграции лимфоцитов (РТМЛ) к почечному антигену. Чувствительность наиболее повышается при осложнении амилоидозом.

Как известно, ведущую роль в регуляции иммунных процессов играют Т-лимфоциты [14-16]. Снижается как их функциональная активность (РБТ с лимфоцитарным митогеном (ЛМ)), так и количество (реакция спонтанного розеткообразования (Е-РОК)). Полноценное определение клеточно-опосредованного иммунитета возможно лишь при определении субпопуляций лимфоцитов, особенно Т-супрессоров, как главных регуляторов иммунного ответа, что нашло отражение в наибольшем снижении индекса супрессии (ИС) при осложнении ПБ амилоидозом.

**Показатели, выявляющие доклиническую и клиническую картину амилоидоза
почек при ПБ**

Показатели	Контроль	Неосложненная форма ПБ	ПБ, осложненная амилоидозом
Лейкоциты ($10^9/л$)	6.00	7.00	8.00
Лимфоциты	0.30	0.28	0.26
РТМЛ с почечным антигеном (индекс миграции)	0.80	0.51	0.40
РБТ с почечным антигеном (%)	4.00	8.23	10.00
РБТ с ЛМ (%)	60.00	43.40	40.00
ИС (%)	40.35	22.48	19.00
Е- РОК (%)	60.00	43.12	38.00
О-лимфоциты (%)	23.00	27.83	30.00
ЕАС- РОК (%)	15.00	27.04	30.00
IgG (г/л)	13.00	24.20	25.80
IgM (г/л)	1.37	1.45	1.65
Ig A (г/л)	2.40	1.75	1.30
Ig E (ку/л)	38.00	10.70	7.00

На дисфункцию иммунной системы указывает повышение количества О- и В-клеток. Для ПБ характерна дисфункция В-лимфоцитов, отражением которой являются не только показатели их количества по реакции комплементарного розеткообразования (ЕАС-РОК), но и нарушение функциональной активности, выражающееся в дисбалансе различных классов Ig-ов сыворотки крови. Отмечается увеличение содержания IgG и IgM и снижение IgA и IgE. Как видно из таблицы, IgG повышается в I стадии амилоидоза. IgA и IgE особенно заметно снижаются при амилоидозе. Таким образом, все указанные сдвиги резко выражены при осложнении амилоидозом, они указывают на иммунодефицитное состояние при ПБ [4,16]. Согласно нашим предыдущим исследованиям, цитотаксическая активность лимфоцитов крови также коррелировала со степенью активности болезни [13].

Таким образом, проведенные исследования свидетельствуют об избирательной поражаемости почечной ткани и развитии амилоидного поражения [5,12,13], убедительным доказательством чего может служить частота поражаемости почек (20-40%) амилоидозом.

Динамические наблюдения за больными и своевременная терапевтическая коррекция даже при наличии малейших отклонений не только от нормы, но и от клинической картины, характерной для неосложненной формы ПБ, т.е. при наличии угрожающих признаков наступающего амилоидоза, помогают эффективному выявлению ранних, доклинических стадий амилоидоза, что способствует его обратному развитию или легкому течению, а также снижению угрозы инвалидизации и гибели больных.

Литература

1. *Matou H., Cattan R.* - Sem. Hop. Paris. 1952. N28. P. 1062.
2. *Айвазян А. А.* Периодическая болезнь. Ереван. Айастан. 1982. 215 с.
3. *Аствацатрян В. А., Торосян Е.Х.* Периодическая болезнь у детей. Ереван. Айастан. 1989. 195 с.
4. *Завгородняя А. М.* Клинико-иммунологические аспекты периодической болезни. Автореф. докт. дис. М. 1990.
5. *Livneh A., Zemer D. et al.* - Arthrititis-Rheum. 1994. Dec. V. 37. N12. P. 1804-1811.
6. *Karagyezyan K. G., Quinn P. J., Harutyunyan V. M.* In: I-st International Conference on FMF. September 7-11 1997. Jerusalem. Israel. P. 70.
7. *Karagyezyan K. G., Zavgorodnyaya A. M., Hovnanyan K. O.* In: Familial Mediterranean Fever. II International Conference 3-7 May. 2000. Antalya. Turkey. P. 73.
8. *Арутюнян В. М., Акопян Г. С.* Периодическая болезнь (этиопатологические и клинические аспекты). Медико-информационное агентство. 2000. 168 с.
9. *Завгородняя А. М., Овнанян К. О., Карагезян К. Г.* В сб.: Медицинская диагностика. Ереван. 2001. С. 97-99.
10. *Gratean G.* - Curr. Opin. Rheumatol. 2000. Jan. V. 12 (1). P. 61-64.
11. *Новиков Д. К., Новикова В. И.* В кн.: Клеточные методы иммунодиагностики. Минск. Беларусь. 1979. С. 92-105.
12. *Карагезян К.Г., Завгородняя А.М., Карабашян Л.В. Овнанян К.О., Мхитарян А.Г., Арзуманян А.М.* - ДНАН Армении. 2002. Т. 102. N4. С. 352-356.
13. *Завгородняя А. М., Карагезян К. Г., Карабашян Л. В. Овнанян К. О., Мхитарян А. Г., Арзуманян А.М.* - Иммунология. 2003. N5. С. 266-269.
14. *Ярилин А. А.* - Иммунология. 1996. N1. С. 4-10.
15. *Брондз Б. Д.* Т-лимфоциты и их рецепторы в иммунологическом распознавании. М. Наука. 1987. 470 с.
16. *Петров Р. В., Хаитов Р. М., Пинегин Б. Н.* - Иммунология. 1997. N4. С. 4-7.

Ակադեմիկոս Կ.Գ. Ղարազյոզյան, Ա.Մ. Ջավգորոդնյայա, Լ.Վ. Կարաբաշյան,
Ա.Գ. Մխիթարյան

Պարբերական հիվանդության ամիլոիդոզով բարդացման վաղ ախտորոշումը

Ներկայացված են պարբերական հիվանդության իմունոլոգիական տվյալներ, բնորոշվում են բջջային և հումորալ իմունիտետի ֆունկցիոնալ և քանակական ցուցանիշները, և առաջարկված են հիվանդների դինամիկ իմունոլոգիային հետ, ելու մեթոդներ: Ստացված տվյալները հնարավորություն կտան կատարել սկսվող ամիլոիդոզի վաղ և նույնիսկ նախակլինիկական ախտորոշում:

Academician K.G. Karagyezyan, A.M. Zavgorodnyaya, L.V. Karabashyan, A.G. Mkhitaryan

Early Diagnostics of Periodical Disease Amyloidosis Complications

Immunologic data of periodical disease are presented; cell and humoral immunity functional and quantitative characteristics and methods of dynamic observation of patients are introduced. Data received will give possibility for early or even pre-clinical diagnostic of incipient amyloidosis.

УДК 577.15.04+577.3+591.39

Л. А. Симонян, А. А. Симонян, А. С. Маргарян, Р. Б. Бадалян

**Сдвиги активности АТРаз в митохондриях мозга и печени белых крыс в
возрастном аспекте под влиянием обогащенного пролином полипептида
гипоталамуса**

(Представлено академиком А.А.Галояном 3/VI 2004)

Обогащенный пролином полипептид (ПБП), выделенный А.Галояном из нейросекреторных гранул гипоталамо-гипофизарной системы крупного рогатого скота [1], играет регулируемую роль в энергетическом метаболизме митохондрий [2,3]. В опытах *in vitro* под влиянием ПБП значительно стимулируется каталитическая активность Mg^{2+} -зависимой АТРаза в интактных митохондриях мозга и печени белых крыс. Нами изучена роль этого полипептида в энергетическом обмене при некоторых патологических состояниях организма, в частности, при экспериментальном миокардите у кошек [2]. Целью настоящей работы явилось исследование воздействия ПБП на активность Mg^{2+} -, Ca^{2+} -, HCO_3^- -зависимых АТРаза в интактных митохондриях мозга и печени у различных возрастных групп белых крыс. В опытах использовали 1- и 6-месячных белых беспородных крыс (30 животных). Ядерную фракцию из гомогенатов мозга и печени осаждали при 800 g в течение 10 мин. Митохондриальную фракцию мозга выделяли при 18000 g, печени - при 9000 g в течение 15 мин. Среда выделения митохондрий: 0.25 М сахарозы - 0.02 М трис-НСI буфера, рН 7.4. Активность АТРаза в изолированных митохондриях определяли по нарастанию неорганического фосфата в инкубационной среде следующего состава (2 мл): 1.6 мл 0.25 М сахарозы - 0.02 М трис НСI буфера, 0.2 мл суспензии митохондрий (содержащей 2-3 мг белка), 2 мМ АТР, растворенного в 0.2 М сахарозы (рН 7.4) и 1 мМ Mg^{2+} , Ca^{2+} или 60 мМ HCO_3^- . Конечная концентрация добавленного ПБП - 10^{-9} М. Время инкубации смеси - 30 мин. Синтез ПБП был осуществлен в лаборатории Фетлера (Германия) [4].

Таблица 1

Сдвиги активности Mg^{2+} -АТФазы (ΔP в мкатамах/мг белка/30мин)
митохондрий мозга и печени крыс в возрастном аспекте при добавлении ПБП
($M \pm S.M.E.$, $n = 6$)

Митохондрии	1-месячные крысы			6-месячные крысы		
	Mg^{2+}	Mg^{2+} +ПБП	Прирост активности, %	Mg^{2+}	Mg^{2+} +ПБП	Прирост активности, %
Мозг	10.47±0.18	11.79±0.33	12.6	6.04±0.05	7.84±0.15	29.8
		$p < 0.001$			$p < 0.001$	
Печень	8.18±0.06	9.71±0.06	18.7	3.67±0.02	5.15±0.24	40.3
		$p < 0.001$			$p < 0.001$	

Таблица 2

Сдвиги активности Ca^{2+} -зависимой АТФазы (ΔP в мкатамах/мг белка/30мин)
митохондрий мозга и печени крыс в возрастном аспекте при добавлении ПБП
($M \pm S.M.E.$, $n = 6$)

Митохондрии	1-месячные крысы			6-месячные крысы		
	Ca^{2+}	Ca^{2+} +ПБП	Прирост активности, %	Ca^{2+}	Ca^{2+} +ПБП	Прирост активности, %
Мозг	10.46±0.39	11.77±0.50	12.5	6.35±0.12	5.99±0.08	угнет.6
		$p < 0.050$				
Печень	7.85±0.42	9.08±0.52	15.6	6.05±0.08	7.51±0.09	24.0
		$p < 0.050$			$p < 0.001$	

Таблица 3

Сдвиги в активности HCO_3^- -зависимой АТРазаы (ΔP в мкатамах/мг белка/30мин)
митохондрий мозга и печени крыс в возрастном аспекте при добавлении ПБП
($M \pm S.M.E.$, $n = 6$)

Митохондрии	1-месячные крысы			6-месячные крысы		
	HCO_3^-	HCO_3^- +ПБП	Прирост активности, %	HCO_3^-	HCO_3^- +ПБП	Прирост активности, %
Мозг	9.15±0.72	10.16±0.75 $p < 0.500$	11.0	6.13±0.12	7.90±0.26 $p < 0.001$	28.8
Печень	9.58±0.22	10.9±0.09 $p < 0.005$	13.7	5.75±0.70	7.14±0.33 $p < 0.001$	24.1

Неорганический фосфат определяли по Лоури и соавт. [5] и пересчитывали на 1 мг белка. Определение белка проводили по Лоури и соавт. [5]. Полученные данные обработаны статистически. Достоверность различий между средними величинами определяли по t-критерию Стьюдента [7].

Результаты исследований, приведенные в табл. 1, показывают, что каталитическая активность Mg^{2+} -зависимой АТРазаы в изолированных митохондриях мозга и печени 1-месячных крыс намного выше, чем у 6-месячных. При добавлении ПБП наблюдается достоверное повышение активности фермента. При этом по сравнению с контролем (Mg^{2+}) в митохондриях мозга 1-месячных крыс при добавлении ПБП активность фермента возрастает на 12,6, а в печени - на 18,7 %. Важно отметить, что у 6-месячных крыс стимулирование активности фермента ПБП почти в два раза больше, чем у 1-месячных животных.

В табл. 2 приведены данные об изменении активности Ca^{2+} -зависимой АТРазаы под влиянием ПБП. Наблюдается повышенная активность фермента в митохондриях мозга 1-месячных крыс по сравнению с 6-месячными. При добавлении ПБП у 1-месячных крыс активность активности Ca^{2+} -АТРазаы повышается на 12,5 % по сравнению с пробами, содержащими только Са. Однако у 6-месячных животных под влиянием этого пептида наблюдается некоторое (6 %-ное) подавление активности фермента.

В отличие от митохондрий мозга в митохондриях печени ПБП достоверно активирует Ca^{2+} -АТРазау, при этом намного больше у 6-месячных крыс (24 %), чем у 1-месячных (15,6 %).

Интересные результаты получены также в отношении регуляторной роли ПБП в активности HCO_3^- -зависимой АТРазаы (табл. 3). При добавлении ПБП достоверно повышается активность HCO_3^- -АТРазаы как в митохондриях мозга, так и печени 1-месячных крыс. У 6-месячных животных наблюдается более интенсивное стимулирование активности фермента (28,8 и 24,1 % в митохондриях мозга и печени соответственно).

Сопоставляя полученные данные, можно сделать следующее заключение. Каталитическая

активность Mg^{2+} -, Ca^{2+} -, HCO_3^- -зависимых АТРаЗ в изолированных интактных митохондриях мозга и печени 1-месячных крыс намного выше, чем у 6-месячных. ПБП, полученный из нейросекреторных гранул гипоталамо-гипофизарной системы, активирует катализ изученных ферментов, в особенности Mg^{2+} -зависимой АТРаЗы как в мозге, так и в печени. Наблюдается угнетение Ca^{2+} -активируемой АТРаЗы только в мозге 6-месячных крыс. В остальных случаях активирующее влияние ПБП на разные АТРаЗы больше у 6-месячных крыс. Исходя из этих данных можно прийти к предположению о регулирующей роли ПБП в энергетическом метаболизме животных в возрастном аспекте.

Авторы выражают благодарность академику А.А. Галояну за любезно предоставленный препарат ПБП и участие в обсуждении полученных результатов.

Институт биохимии им. Г.Х.Бунятына НАН РА

Литература

1. *Galoyan A.A.* Biochemistry of Novel Cardioactive Hormones and Immunomodulators of the Functional System Neurosecretory Hypothalamus-Endocrine Heart. Nauca. 1997. 240 p.
2. *Симомян А.А., Бадалян Р.Б., Симомян Л.А., Степанян Р.А., Галоян А.А.* - Нейрохимия. Т.19. N.2. С. 143-145.
3. *Симомян А.А., Бадалян Р.Б., Симомян Л.А., Степанян Р.А.* - ДНАН РА. 2003. Т.103. N.2. С. 156-159.
4. *Lowry O.H., Lopez J.A.* - Biol. Chem. 1946. V. 162. P. 421.
5. *Lowry O.H., Rosebrough N.J., Farr A.L., Randall R.J.* - J. Biol. Chem. 1951. V. 193. P. 265-275.
6. *Бессмертный Б.С.* Математическая статистика в клинической, профилактической и экспериментальной медицине. М. Медицина. 1967. 303 с.

Լ.Ա. Միմոնյան, Ա.Ա. Միմոնյան, Ա.Ս. Մարգարյան, Ռ.Բ. Բադալյան

**ԱՏՖազների ակտիվության տեղաշարժերը սպիտակ առնետների ուղեղի և
յարդի միտոքոնդրիումներում՝ հասակային առումով հիպոթալամումսի՝
պրոլինով հարուստ պոլիպեպտիդի ազդեցությամբ**

Ուսումնասիրվել է պրոլինով հարուստ պոլիպեպտիդի (ՊՀՊ) ազդեցությունը Mg^{2+} -, Ca^{2+} - և HCO_3^- -կախյալ ԱՏՖազների ակտիվության վրա՝ 1- և 6-ամսական առնետների ուղեղից և յարդից անջատված միտոքոնդրիումներում: Ցույց է տրվել, որ 1-ամսական առնետների նշված հյուսվածքներից անջատված միտոքոնդրիումներն օժտված են հետազոտված ԱՏՖազների համեմատաբար բարձր ակտիվությամբ: ՊՀՊ-ի ներգործությամբ դիտվել է տարբեր ԱՏՖազների կատալիտիկ ակտիվության զգալի աճ ինչպես ուղեղից, այնպես էլ յարդից անջատված միտոքոնդրիումներում: Ընդ որում, այդ խթանումը 1-ամսականների համեմատությամբ ավելի ինտենսիվ է 6-ամսական կենդանիների միտոքոնդրիումներում: Կարելի է եզրակացնել, որ ՊՀՊ-ի ազդեցությունը ԱՏՖազների կատալիտիկ ակտիվության վրա կատարվում է ընտրողաբար և ունի որոշակի հասակային ուղղվածություն:

L. A. Simonyan, A. A. Simonyan, A. S. Margaryan, R. B. Badalyan

**Age-related Changes of Various ATPase Activities in White Rat Brain and Liver
Mitochondria under the Effect of Hypothalamic Proline Rich Polypeptide**

The effect of PRP on the Mg^{2+} -, Ca^{2+} - and HCO_3^- - dependent ATPase activities in the mitochondria isolated from 1- and 6-month old rat brain and liver was studied. It was shown that mitochondria isolated from the mentioned tissues of 1-month old rats possessed relatively high ATPase activity in compare with that of 6-month old ones. A significant elevation of various ATPase catalytic activities was observed in the mitochondria isolated from the brain as well as from the liver. This elevation was more intensive in the mitochondria of 6-month old animals in compare with that of 1-month old ones. It may be concluded that PRP developed a selective effect on the ATPase catalytic activity expressing a definite age dependence.

УДК 576.858.25.098.396.332

А. С. Агабалян, Ал. М. Кушкян

Физико-химическая и биологическая характеристика РНК вируса венесуэльского энцефаломиелита лошадей

(Представлено академиком К.Г. Карагезяном 2/IX 2004)

Данные, накопленные в результате исследований онтогенеза вирусов позвоночных, следовавших за изучением основных закономерностей репродукции фагов, позволяют выделить ряд последовательных этапов, из которых складывается взаимодействие вирусов с клетками. Процессы, связанные с репродукцией вирусов, в основном состоят из трех периодов: начального (адсорбция и проникновение вируса в клетку депротенизация вирусной нуклеиновой кислоты), среднего (репликация вирусных нуклеиновых кислот, синтез структурных вирусных белков) и конечного (формирование вирионов и освобождение вируса). Синтез вирусных рибонуклеиновых кислот, как показано на модели ряда вирусов, проходит через стадию синтеза репликативной формы РНК и одного из возможных механизмов репликации - «консервативного» или «полуконсервативного» [1,2].

Целью настоящей работы явились изучение репликации РНК вируса венесуэльского энцефаломиелита лошадей (ВЭЛ) и определение биологической активности вирионной и вновь синтезированных РНК.

Вирус ВЭЛ, принадлежащий к семейству альфа-вирусов, был получен из музея вирусных штаммов Института вирусологии АМН РФ и поддерживался периодическими пассажами на белых беспородных мышях.

Фибробласты куриного эмбриона (ФКЭ) готовили по общепринятой методике [3]. Культуру ФКЭ заражали вирусом ВЭЛ (5-10 БОЕ/клетка), обрабатывали актиномицином Д (2 мкг/мл) и вносили ^3H -уридин (5 мккюри/мл). Через 18 часов после инфицирования клетки из суспензии удаляли осаждением посредством центрифугирования при 3000 g в течение 15 мин, а надосадочную жидкость (вирус) подвергали дальнейшей очистке по описанному в [4] методу. Очищенный вирус содержал 10^{10} - 10^{11} БОЕ/мл и 6400-12800 ед. гемагглютинирующей активности. Инфекционную активность вируса и вирусной РНК определяли по их способности формировать бляшки под агаровым покрытием.

РНК из очищенного и меченного по ^3H -уридину вируса выделяли трехкратной горячей фенольной депротенизацией [5].

Для фракционирования РНК и определения констант седиментации РНК подвергали центрифугированию в градиенте плотности сахарозы. Изучение плотностных характеристик вирионной РНК проводили центрифугированием последней в градиенте плотности сернокислого цезия. Методы центрифугирования в градиентах плотности сахарозы и сернокислого цезия изложены в [6].

Электрофорез РНК проводили в 3.5% акриламидном геле и 0.5% агарозы. В качестве маркеров для определения седиментационных и плотностных характеристик вирусной РНК, а также для установления ее молекулярного веса использовали 28 и 18 S РНК, выделенных из незараженных клеток ФКЭ и меченных по ^{14}C -уридину. Радиоактивность регистрировали в радиоактивном счетчике SL-20.

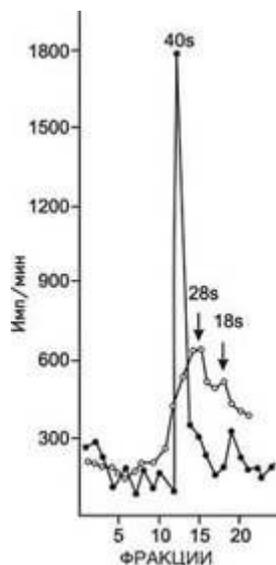


Рис. 1. Седиментационный профиль РНК вируса ВЭЛ: ●-●-●— вирионная РНК; °-°-°— маркерные РНК.

В наших исследованиях при изучении седиментационных и плотностных характеристик РНК вируса ВЭЛ установлено, что РНК, экстрагированная из очищенной вирусной суспензии после центрифугирования в 10/30% градиенте сахарозы и в градиенте плотности сернокислого цезия имеет коэффициент седиментации 38–40 S и распределяется в одной зоне с плавучей плотностью 1.66 г/см^3 , что отчетливо видно на рис. 1 и 2.

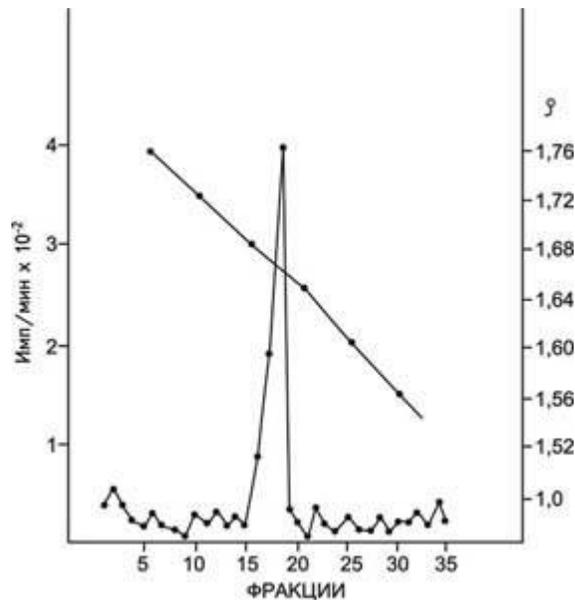


Рис. 2. Плотностная характеристика РНК вируса ВЭЛ.

Для изучения электрофоретического профиля вирионной РНК и определения ее молекулярного веса соответствующие РНК-содержащие фракции сахарозного градиента объединяли, повторно экстрагировали фенолом и исследовали путем электрофореза в 3.5% полиакриламидном геле (рис. 3). На представленной электрофореграмме отчетливо видно, что вирионная 40 S РНК гомогенна и свободна от каких-либо примесей. Молекулярный вес вирионной РНК рассчитывали в сравнении с электрофоретической подвижностью маркерных 28 и 18 S ^{14}C -уридин РНК. Подсчитанный таким образом молекулярный вес вирионной РНК вируса ВЭЛ оказался равным 4.3×10^6 дальтон. Надо сказать, что при расчете молекулярного веса РНК по формуле $MV = 1550 \times S^{2.1}$, где S - коэффициент седиментации, получали значения, близкие к таковым, определенным при помощи электрофореза РНК в полиакриламидном геле. В то же время седиментационный анализ РНК, выделенной из клеток ФКЭ, инфицированных вирусом ВЭЛ, обработанных актиномицином Д и инкубированных с ^3H -уридином, показал, что вирус ВЭЛ индуцирует в клетках куриных эмбрионов синтез трех основных типов РНК с коэффициентами седиментации 40, 26, и 20-22 S. Первая из них РНК с коэффициентом седиментации 40 S аналогична вирионной РНК и чувствительна к действию РНК-азы, вторая, вновь синтезированная РНК с коэффициентом седиментации 26 S, также чувствительна к РНК-азе и большинством исследователей рассматривается в качестве *репликативной промежуточной* формы РНК, хотя ее функция до настоящего времени окончательно не выяснена. И наконец последний вид РНК, выявленной нами при седиментационном анализе вирусиндуцированной РНК-РНК с коэффициентом седиментации 20-22 S, - резистентная к действию РНК-азы и обозначенная как *репликативная* форма РНК (рис. 4). Фракционирование вирусиндуцированной РНК в градиенте плотности сернокислого цезия показало, что РНК распределяется в двух зонах с плавучей плотностью 1.66 и 1.60 г/см³.

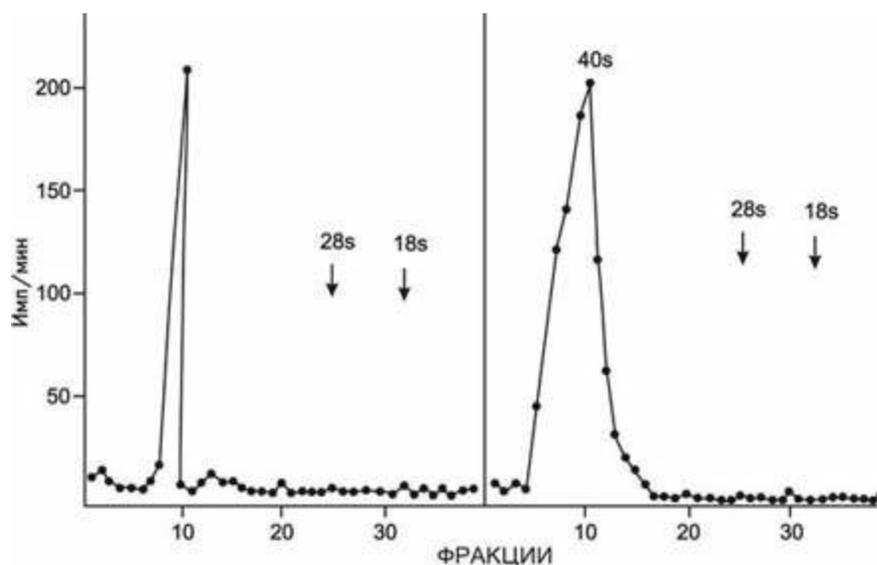


Рис. 3. Электрофоретическая характеристика РНК вируса ВЭЛ.

Ранее было обнаружено, что олигорибонуклеотиды и олигодезоксирибонуклеотиды усиливают иммунный ответ у нормальных и облученных животных, активируют процессы пролиферации антителообразующих и других клеток. Биологическая активность ДНК и РНК была изучена при лечении таких заболеваний как центральная и периферическая тапеторетинальная дистрофия, незаживающие трофические язвы различной локализации, при экспериментальном гепатите и аллоксановом диабете. Положительный эффект нуклеиновых кислот отмечался также при их воздействии на экспериментальные опухоли и др. [7-10].

Сегодня инфекционные нуклеиновые кислоты выделены из многих ДНК- и РНК-содержащих вирусов. С целью выявления инфекционных свойств вируса ВЭЛ были изучены факторы, влияющие на инфекционные свойства РНК вируса: концентрация NaCl и время обработки клеток хлористым натрием для повышения проницаемости клеток для РНК, влияние ДЭАЭ-декстрана и протамин-сульфата на количество и размер бляшек, выявляемых под агаровым покрытием, время адсорбции РНК на клетках, чувствительность РНК к прогреванию и др.

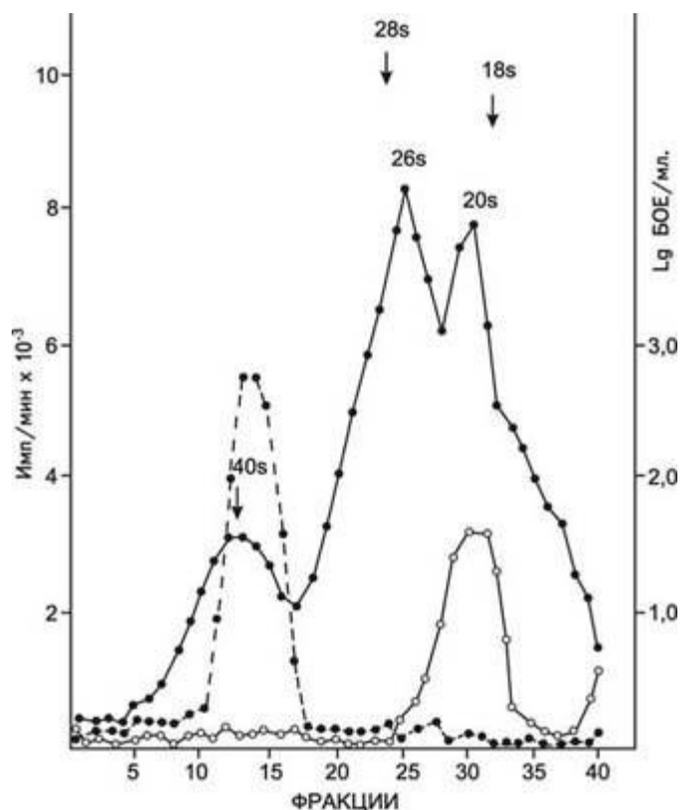


Рис. 4. Седиментационные и инфекционные свойства вирусспецифических РНК, синтезированных *de novo* в клетках инфицированных вирусом ВЭЛ: ●—●— вирусспецифические РНК; ●—●— инфекционность; °—°— РНК, обработанная РНК-азой.

Для выявления инфекционности РНК нами модифицирован метод титрования инфекционности вирусов. Монослой культуры клеток ФКЭ обрабатывали 1 М раствора NaCl в течение 15 мин при 18-20° С, в состав агарового покрытия добавляли 2-3 мг/мл ДЭАЭ-декстрана, а адсорбция РНК на клетках в отличие от вируса (30 мин) проходила в течение 3-5 мин при комнатной температуре или при 37° С. Было установлено, что РНК, выделенная из очищенного вируса ВЭЛ с титром инфекционности 10^{10} БОЕ/мл обладает инфекционными свойствами, т.е способна при введении в организм лабораторных животных или в монослой культуры клеток вызвать инфекционный процесс, причем титры инфекционности РНК были в несколько раз ниже титров вируса - 10^3-10^4 БОЕ/мл.

В отличие от вируса обработка РНК-азой полностью инактивировала инфекционные свойства РНК, а обработка РНК иммунной сывороткой против вируса ВЭЛ не оказывала влияния на бляшкообразование, вызываемое препаратами РНК. Аналогичные результаты были получены при обработке препаратов вируса и РНК трипсином. Кроме того обнаружено, что прогревание инфекционной РНК при 56° не влияло на ее инфекционные свойства в отличие от вируса, который в этих условиях инактивировался уже через 2-3 мин. Инфекционная РНК, выделенная как из вирусодержащей суспензии, так и из

инфицированных клеток, лучше сохраняет активность при хранении при - 20° С, хотя и при - 10° С она не теряет инфекционности в течение 7-10 дней.

Данные по определению чувствительности РНК к действию различных ферментов, иммунной сыворотки и прогреванию свидетельствуют в пользу того, что инфекционность препаратов, полученных в результате фенольной депротеинизации вирусных частиц, принадлежит именно вирусной РНК, а не остаточному вирусу, что позволяет рекомендовать метод выявления инфекционной активности РНК вируса ВЭЛ для титрования инфекционности РНК, выделенных из альфа-вирусов (таблица).

Влияние различных факторов на инфекционные характеристики вируса ВЭЛ и препаратов вирусных РНК

Обработка	Титры инфекционности, в lg БОЕ/мл			
	РНК		Вирус	
	До обработки	После обработки	До обработки	После обработки
РНК-аза (5мкг/мл)	3.0	0	8.1	8.0
Трипсин (5мг/мл)	3.0	3.0	8.1	7.8
Иммунн. сыворотка	3.1	2.9	8.1	6.0
1 М NaCl	0	3.5	8.8	7.1
ДЭАЭ-декстран	0	3.5	8.8	9.0
Протамин- сульфат	0	3.3	8.6	8.7

Описанный способ выявления титрования инфекционности вирусной РНК был использован нами для определения инфекционных свойств вирусспецифических РНК, выделенных из инфицированных вирусом ВЭЛ клеток, и полученных в чистом виде после центрифугирования в градиенте плотности сахарозы. После раскапывания фракций градиента было установлено, что инфекционными свойствами обладают вирусспецифическая РНК с коэффициентом седиментации 40 S (аналогичная вирионной РНК) и РНК с коэффициентом седиментации 20-22 S (репликативная форма РНК) (рис. 4).

Таким образом РНК, выделенная из очищенной суспензии альфа-вируса ВЭЛ, имеет константу седиментации 40 S, плавучую плотность 1.66 г/см³ и обладает инфекционными свойствами, причем в отличие от вирусных частиц чувствительны к действию РНК-азы и резистентны к иммунной сыворотке. Из культуры клеток фибробластов эмбриона курицы, инфицированных вирусом ВЭЛ, выделены три типа вирусспецифических РНК с различными константами седиментации и разной плавучей плотностью, что указывает на их синтез de novo в процессе репликации депротеинизированной вирусной РНК. Инфекционными

свойствами обладала РНК с константой седиментации 20-22 S, что вкупе с устойчивостью к разрушающему действию РНК-азы указывает на стабильный характер этой РНК. Полученные нами результаты в отношении инфекционных свойств 20-22 S репликативной формы РНК вируса ВЭЛ находятся в полном соответствии с данными, полученными в других работах при изучении физико-химических и инфекционных свойств репликативной формы РНК других вирусов [11-13]. Можно предположить, что репликация РНК вируса ВЭЛ проходит по полуконсервативному механизму репликации.

Ереванский государственный медицинский колледж "Эребуни"

Литература

1. Агабян А.С. - Биолог. ж. Армении. 1973. №6. С. 40-46
2. Агол В.И. В кн.: Мол. биология вирусов. М. Наука. 1971. 395 с.
3. Анджапаридзе О.Г., Гаврилов В.И., Семенов Б.Ф. и др. В кн.: Культура ткани в вирусологических исследованиях. М. Медгиз. 1962. 235 с.
4. Мейхл Б. В кн.: Вирусология. Методы. М. Мир. 1988. 344 с.
5. Wecker E. - Virology. 1959. N7. P. 241-245.
6. Остерман Л.Л. В кн.: Методы исследования белков и нуклеиновых кислот. Электрофорез и ультрацентрифугирование. М. Наука. 1981. 285 с.
7. Агабян А.С. - Глобус науки. 2002. N2. С. 63-65.
8. Агабян А.С., Карагезян К.Г. - ДНАН Армении. 2002. N3. С. 258-261.
9. Агабян А.С., Макарян А.П., Давтян О.Я. и др. - ДНАН Армении. 2000. N2. С. 177-181.
10. Агабян А.С., Туманян М.А., Захарян Р.А. и др. - ДНАН Армении. 1998. N4. С. 363-366.
11. Chambers T., Hahn C., Galler R. et. al. - Annu. Rev. Microbiol. 1990. V. 44. P. 649-688.
12. Edward Z., Takegami T. - Microbiol. Immunol. 1993. V. 37. P. 239-243.
13. Egger D., Passamontes L., Bolten R. et. al - J. Virol. 1996. V. 70. P. 8675-8683

Ա. Ս. Աղաբալյան, Ալ. Ս. Քուշկյան

**Ձիերի վենետուելական էնցեֆալոմիելիտի վիրուսի ՌՆԹ-ի ֆիզիկա-քիմիական
և կենսաբանական բնութագիրը**

Որոշված են ձիերի վենետուելական էնցեֆալոմիելիտի վիրուսի ՌՆԹ-ի մի քանի ֆիզիկա-քիմիական և ինֆեկցիոն պարամետրերը: Նշված է, որ վիրուսի ՌՆԹ-ի վարակելիության աստիճանը բնորոշող գործոնների մեջ մեծ նշանակություն ունի բջիջների վրա ՌՆԹ-ի ադսորբցիայի և NaCl-ի խտության և բջիջների մշակման ժամանակները:

Ապացուցված է, որ վիրուսային ՌՆԹ-ն ցենտրիֆուգելու ժամանակ սախարոզայի խտության աստիճանում, նստեցվում է 38-40q հաստատունով, իսկ C_3Cl -ի խտության աստիճանը որոշված է խտության 1,66 գ/սմ³ զոնայում:

A. S. Agabalyan, Al. M. Kushkyan

Physico-chemical and Biological Characteristics of Equine Encephalomyelitis RNA

It was shown that among the factors determining the level of virus RNA infectivity considerable importance belonged to the time of RNA adsorption on cells, concentration and duration on treatment cells with NaCl.

Physico-chemical properties of infectious RNA of VEE virus were determined. The virion RNA was found to sediment in sucrose gradient at 38-40 S. In fractionation of RNA in cesium sulphate density gradient RNA was found in one zone of 1,66 g/cm³ density.

БИОТЕХНОЛОГИЯ

УДК 635.2 : 577.23

Л. Г. Антонян, А. М. Балаян, академик Э. Г. Африкян

Использование метанового брожения для переработки и утилизации отходов топинамбура

(Представлено 1/II 2005)

Топинамбур, или земляная груша, *Helianthus tuberosus L.* - нетрадиционная сельскохозяйственная культура, представляющая большой практический интерес для производства пищевых, кормовых и многих других ценных продуктов [1-4]. Благодаря высокому содержанию в клубнях инулина - полисахарида, содержащего в основном фруктозу, топинамбур является потенциально наиболее ценным источником получения сахаристых продуктов и этанола, превышая продуктивность сахарной свеклы более чем в 1,5 раза. Топинамбур отличается большой продуктивностью клубней (30-50 т/га) и зеленой массы 15070 т/га). Высокая фотосинтетическая активность этой культуры, превышающая таковую лесных массивов почти в 2 раза, определяет и ее важное экологическое значение. В отличие от картофеля зеленая масса топинамбура хорошо силосуется и имеет значительную кормовую ценность. Ряд других преимуществ топинамбура определяет исключительно большие перспективы его практического использования, в том числе для целей биоэнергетики [5].

Значительный интерес к топинамбуру имеется и в Армении. Институтом микробиологии НАН Армении был выполнен большой комплекс научно-исследовательских и опытно-производственных работ по разработке эффективной технологии микробиологического получения из клубней топинамбура фруктозы, фруктозо-глюкозного сиропа, инулина и пищевого спирта [6,7]. В 1987 г. Совет Министров АрмССР на основании этих работ принял постановление о комплексной программе “Топинамбур” для производства сахаристых продуктов, кормового белка и пищевого этанола. К сожалению, эта программа оказалась нереализованной, хотя определенный практический интерес к проблеме сохраняется у ряда организаций, а научные исследования в этой области продолжаются [8,9].

Технология микробиологической переработки клубней топинамбура имеет целью гидролиз инулина, осуществляемый микробными ферментами, с получением фруктозо-глюкозного экстракта. При этом образуется довольно большое количество отходов, могущих быть использованными как кормовые продукты, как-то: выжимка клубней, стоки, содержащие белковые и углеводные соединения.

Данное сообщение обобщает результаты лабораторных работ по использованию процессов метанового брожения для переработки этих отходов с получением горючего газа - метана, кормовых продуктов и органических удобрений.

Наши данные по сезонной динамике состава клубней топинамбура указывают, что наиболее высокое содержание инулина обнаруживается в осенний период, чем и надо руководствоваться на практике (табл.1). В этой связи для выработки инулина следует использовать клубни осенней уборки, а весной - ориентироваться в основном на выработку ФГС без ферментного гидролиза инулина.

Таблица 1

Химический состав клубней и зеленой массы топинамбура в осенний и весенний периоды (сорт Сеянец 2, Котайкский район, Армения)

Объект анализа	Сухое вещество, %	В % к абсолютно сухому веществу						
		Общий азот	Инулин	Редуцирующие вещества	Протеин	Фосфор	Зола	Жир
Осень Зеленая масса	18.0	1.54	7.7	12.8	9.6	0.65	14.3	1.8
Клубни	19.2	1.84	78.5	4.6	11.4	1.2	6.3	1.1
Весна Клубни	19.8	1.57	15.6	72.3	9.8	1.17	6.7	1.2

Учитывая разнообразие вырабатываемых конечных продуктов и образующихся в процессе переработки клубней отходов и стоков, при выборе методов утилизации отходов топинамбура следует исходить из используемой конкретной технологии производства и состава побочных продуктов, а также руководствоваться технико-экономическими показателями разрабатываемых и рекомендуемых технологий. При крупнотоннажном промышленном производстве большие объемы образующихся отходов и зеленой массы также требуют переработки и утилизации.

В наших работах была изучена возможность использования метанового брожения для утилизации побочных продуктов переработки топинамбура как наиболее эффективного способа обезвреживания и использования отходов органической природы [10]. Ставилась задача

отработки безотходной технологии комплексной утилизации возможных отходов и стоков производства из клубней топинамбура, фруктозы, ФГС, этилового спирта и инулина.

Основными отходами при переработке клубней, изученными нами на метановое брожение, являлись их выжимка после отделения/фильтрации сока и стоки после выделения сахаристых продуктов. К ним надо добавить спиртовую барду с дрожжевой гущей после дистилляции спирта.

Для инициации метанового (анаэробного) брожения в качестве заквасок использовались: метановые бражки установки биогаза птицеводческого хозяйства (фирма Газуд) в Лусакерте, пилотных и лабораторных установок РЦДМ, коровий навоз и пастеризованный компост, применяемый для выращивания шампиньонов. Опыты проводились в бутылках объемом 1 л культуральной жидкости (кж) при температурах 30, 40 и 50°, а в дальнейшем при 40° как наиболее оптимальном режиме. Начальная реакция кж устанавливалась в пределах рН 7. Посевной материал (закваска) вносился в количестве 10% к конечному объему кж. Выжимка использовалась как без разведения, так и в разбавлении с экстрактом клубней.

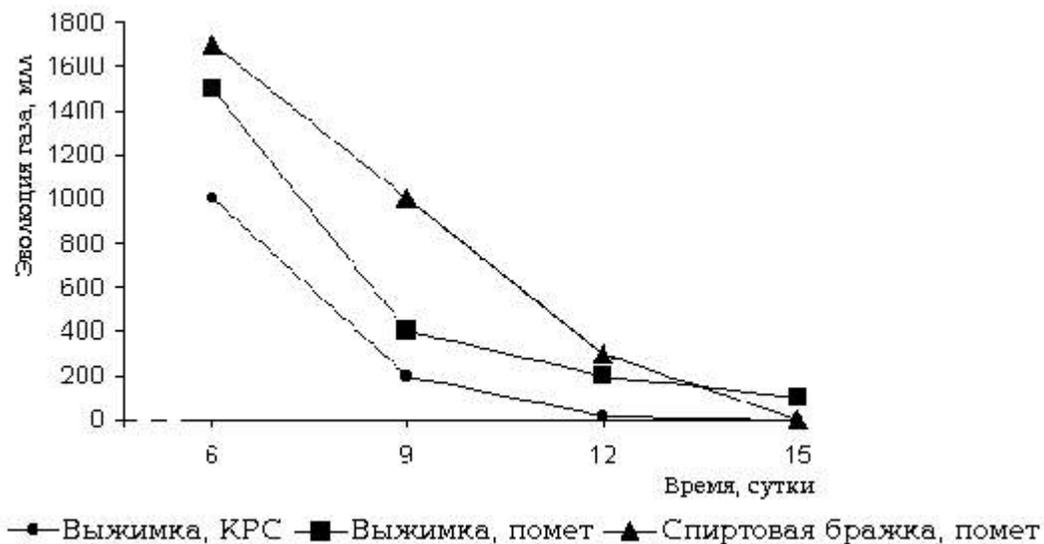


Рис. 1. Динамика выхода горючего газа при метановом брожении отходов производства сахаристых продуктов и этанола с применением различных заквасок.

Результаты испытаний показали, что, за исключением компоста, метаногенез отмечался при использовании отработанной бражки из установки биогаза птицеводческого хозяйства, коровьего навоза и других заквасок. Динамика выборочных опытов по продуцированию биогаза, представленная на рис. 1, указывает на целесообразность использования метаногенеза на спиртовой бражке, вырабатываемой при дистилляции спирта, полученного на сахаристых отходах клубней топинамбура.

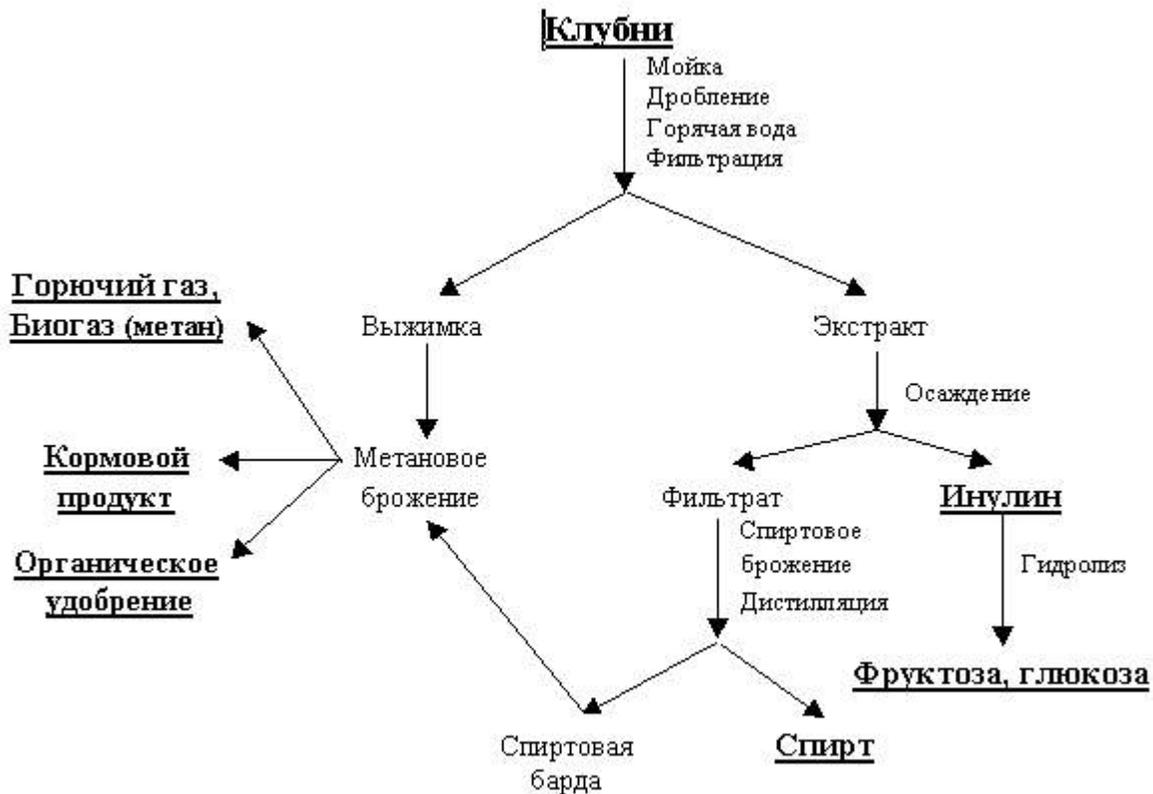


Рис. 2. Принципиальная схема безотходной технологии переработки клубней топинамбура.

Проведенные исследования доказывают полную возможность использования технологии метанового брожения для переработки и утилизации отходов производства сахаристых продуктов и этилового спирта на основе клубней топинамбура, что позволяет иметь интегрированную безотходную схему выработки этих продуктов, представленную на рис. 2.

Республиканский центр депонирования микробов НАН РА

Լ. Գ. Անտոնյան, Ա. Մ. Բալայան, ակադեմիկոս Է. Գ. Աֆրիկյան

Մեթանային խմորման օգտագործումը գետնախնձորի մնացորդների վերամշակման և օգտահանման համար

Հաստատվել է մեթանային (անաերոբ) խմորման օգտագործման արդյունավետությունը գետնախնձորի պալարներից շաքարների և էթանոլի արտադրության կենսազանգվածի և հեղուկ մնացորդների էֆեկտիվ վերամշակման համար:

L. G. Antonyan, A. M. Balayan, academician E. G. Afrikan

Use of Methane Fermentation for Treatment and Utilization of Topinambur By-products

The efficiency of methane (anaerobic) fermentation for treatment of biomass and liquid wastes during the saccharides and ethanol production from topinambur nodules has been established.

Литература

1. *Бобровник Л.Г., Лезенко Г.А.* - Углеводы в пищевой промышленности. Киев. Урожай. 1991.
2. *Голубев В.Н., Пасько Н.М., Волкова И.В.* - Хранение и переработка с/х сырья. 1995. N 5. С. 41-46.
3. *Емелина Т.Н., Рязанова Т.В., Чипрова Н.А.* - Химия растительного сырья. 2002. N 2. С. 117-119.
4. *Зеленков В.Н.* Культура топинамбура (*heliantus tuberosus L.*) - перспективный источник сырья для производства продукции с лечебно-профилактическими свойствами. Автореф. докт. дисс. М. 1999
5. *Scholz V., Ellerbrock V.* - Biomass and Bioenergy. 2002. V. 23. Issue 2. P. 81-82.
6. *Абелян В.А., Манукян Л.С., Айвазян Н.А., Африкян Э.Г.* - АС SU 1607391. 1988.
7. *Абелян В.А., Манукян Л.С., Мхитарян А.В., Африкян Э.Г.* - АС SU 1683324. 1989.
8. *Ասրիկյան Վ.Ս., Ասրիկյան Ս.Վ., Հարությունյան Ս.Լ., Շեկոյան Հ.Հ.* - Հայաստանի կենսաբանական հանդես, 2004, շ. 56, N 3-4, էջ 175-180.
9. *Հովհաննիսյան Ս.Վ.* Գետնախնձորի ագրոկենսաբանական հատկությունները և պարենային նպատակով վերամշակման տեխնոլոգիաների կատարելագործումը: Թեկնած.ատեն. սեխմագիր: Երևան: 2000:
10. *Калюжный С.В., Пузанков А.Г., Варфоломеев С.Д.* - Биогаз: проблемы и решения. Биотехнология (Итоги науки и техники ВИНТИ АН СССР). М. 1988. Т. 21. 180 с.

МЕДИЦИНА

УДК 616-056: 616-097

Т. К. Давтян, С. А. Аветисян, академик Э. С. Габриелян, академик В. П. Акопян

Влияние йод-литий- α -декстрина (арменикума) на периодическую активацию спонтанного и индуцибельного дыхательного взрыва гранулоцитов и моноцитов при семейной средиземноморской лихорадке

(Представлено 22/ХІІ 2004)

Введение. С целью сочетания неспецифического антимикробного действия молекулярного и ионизированного йода с иммуномодулирующими свойствами отрицательно заряженных полисахаридов сконструирован комплексный препарат йод-литий- α -декстрин под названием “арменикум” (Арм) [1]. Пролонгированное отщепление молекул и ионов йода из комплексного полимера и его упорядоченная конформация способствуют антибактериальной, антивирусной активности и низкой токсичности препарата [2]. Арм обладает также выраженной иммуномодулирующей активностью [3, 4].

Периодическая провоспалительная и прооксидантная активация нейтрофилов и моноцитов играет важную роль в реализации острофазного ответа при семейной средиземноморской лихорадке (ССЛ) [5-7]. Специфические мутации при ССЛ обнаружены в гене, кодирующем пирин, который экспрессируется в фагоцитирующих клетках, участвует в процессах регуляции апоптоза и синтеза ИЛ-1 β [8-12].

Целью настоящего исследования явилось изучение влияния Арм на индукцию спонтанного, хемотаксис-, фагоцитоз- и протеинкиназа С-опосредованного дыхательного взрыва нейтрофилов и моноцитов периферической крови у не получавших колхициновую терапию больных ССЛ.

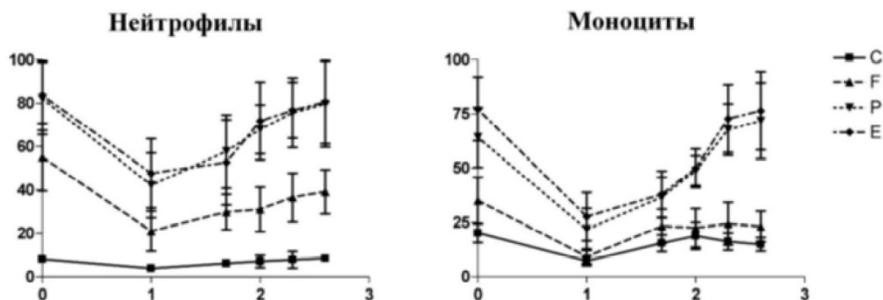
Материалы и методы. Была исследована **периферическая кровь** 12 больных ССЛ возрастной группы 18-27 лет. Больные не получали колхицин и не имели амилоидоз. Первая группа больных (n = 6) была исследована во время приступа, вторая (n = 6) - в межприступном периоде. Периферическую кровь забирали в пробирках, содержащих литий-гепарин (Vacuet, Greiner).

Метод **количественного определения дыхательного взрыва гранулоцитов и моноцитов** основан на измерении флюоресценции единичных клеток при их инкубации с высокочувствительным флюоресцентным зондом - дигидрородамином 123 (DHR123), вступающим в реакцию с кислородсодержащими свободными радикалами (КСР) - супероксид анион, перекись водорода и гипохлорная кислота. Цитофлюориметрическое определение дыхательного взрыва моноцитов и нейтрофилов проводили при помощи тест-системы Bursttest (Orpegen Pharma). Для этого к 100 мкл цельной крови добавляли один из следующих препаратов: 20 нг/мл фобол-12-миристил-13 ацетата (РМА); 100 нг/мл синтетического пептида *N*-формилметионин-лейцин-фенилаланин (fMLP); 2×10^7 опсонизированных и фиксированных формалином *E. Coli*; 20 мкл забуференного физиологического раствора - и пробы инкубировали 10 мин при 37⁰С. После инкубации в пробы добавляли DHR123 и продолжали инкубировать при 37⁰С в течение 10 мин. ДНК клеток окрашивали витальной краской - пропидий йодидом. Активность (% клеток, подвергающихся дыхательному взрыву) и интенсивность дыхательного взрыва (относительная способность единичной клетки продуцировать КСР, что представлено как геометрический средний номер канала флюоресценции - СНК) в отсутствие (спонтанный дыхательный взрыв) и в присутствии (индуцированный дыхательный взрыв) индукторов определяли на цитофлюориметре FACSCalibur™ с пакетом программ CellQuest (Becton Dickinson) отдельно для каждой популяции клеток.

Растворы Арм (производство ЗАО Арменикум, Ереван, Армения) и колхицина (Sigma) готовили непосредственно перед использованием, разводя препарат в физиологическом растворе и абсолютном этаноле соответственно. Аликвоты образцов цельной крови по 1 мл инкубировали в присутствии различных концентраций Арм и колхицина в течение 3 ч при 37⁰С. После завершения инкубации и гематологического анализа крови проводили проточную цитофлюориметрию, как описано выше.

При **статистическом анализе** различий между исследованными группами проводилась проверка вариационных рядов на нормальность распределения и однородность дисперсий (критерий Колмогорова - Смирнова, *W*- и *F*-критерий). В случаях, когда гипотеза нормальности отвергалась, использовались непараметрические критерии Уилкоксона - Манна - Уитни (P_y). В остальных случаях расчет проводился с помощью критерия Стьюдента (P_t) и парного *T*-критерия (P_p).

Результаты. Арм в разведении 1:10-1:100 значительно подавляет активность и интенсивность как спонтанного, так и хемотаксис (fMLP)-, протеинкиназа С (РМА)- и фагоцитоз- (*E. coli*) индуцированного дыхательного взрыва нейтрофилов и моноцитов больных ССЛ в межприступном периоде ($P_t < 0.04$ и $P_y < 0.03$). В разведении 1:400 Арм подавляет активность и интенсивность хемотаксис-зависимого дыхательного взрыва моноцитов и нейтрофилов больных ССЛ в межприступном периоде (рис.)



Влияние арменикума на спонтанный и индуцибельный дыхательный взрыв нейтрофилов и моноцитов больных ССЛ в зависимости от дозы. По оси абсцисс - \log_{10} разведения арменикума, по оси ординат - активность дыхательного взрыва клеток (%); С - спонтанный, F - fMLP-, P - PMA-, E - *E. Coli*-индуцированный дыхательный взрыв.

Из представленных в табл. 1 и 2 данных следует, что если в популяции нейтрофилов выслеживается периодическое усиление (в межприступном периоде) и погашение (во время приступа) спонтанного и индуцибельного дыхательного взрыва, то в популяции моноцитов такая периодичность выражена довольно слабо. В популяции моноцитов наблюдается лишь некоторое уменьшение частоты хемотаксис-зависимого дыхательного взрыва и интенсивности PMA-зависимой продукции КСР единичным моноцитом во время приступа. Анализ переходной активации дыхательного взрыва клеток по следующему ряду: спонтанный дыхательный взрыв (С)→слабая стимуляция хемоаттрактантом - fMLP (F)→стимуляция агонистом протеинкиназы С - PMA (P)→индукция фагоцитоза *E. coli* (E) - показал, что в популяции нейтрофилов вероятность переходной активации хемотаксис-зависимого дыхательного взрыва у больных во время приступа снижается в 10 раз по сравнению с больными в межприступном периоде, в то время, как вероятность фагоцитоз-зависимой активации продукции КСР по ряду F→E - увеличивается в 10 раз. В популяции моноцитов, наоборот, у больных в межприступном периоде вероятность усиления продукции КСР при наличии хемотаксического сигнала снижается в 10 раз, в то время как вероятность фагоцитоз-зависимой активации продукции КСР по ряду F→E увеличивается в 10 раз.

Таблица 1

Влияние арменикума и колхицина на дыхательный взрыв нейтрофилов и моноцитов больных ССЛ в межприступном периоде

Нейтрофилы	Активность дыхательного взрыва				Интенсивность дыхательного взрыва (ЧНК)			
	Спонтанный	fMLP	PMA	<i>E. coli</i>	Спонтанный	fMLP	PMA	<i>E. coli</i>
Контроль	11.2±2.5	57.1±13.9	98±0.8	99.6±0.1	108±9.7	343.5±93.2	1037±293	1536±380
Арм	11.6±0.9	41±9.5°	97.4±2	96.5±3.2	108.7±12.3	302.7±67.6	961.9±305.2	1734±446
Арм+Колх	40.5±15.2*	47±13.6	46.6±12.1*	51.7±13.2*	172.5±10.7*	205.6±45.8°	218.7±66.4*	229.4±67**
Моноциты								
Контроль	19.4±4.5	35.5±10.8	64.7±13.8	73.5±18.2	117.7±12.4	209.6±67	345.1±92	464.2±117.3
Арм	14.3±3.1	23.1±7.1°	71.7±17.4	76.4±18	128.4±18.2	154.4±49.9	323.7±113.4	430.3±142.2
Арм+Колх	25.4±8.3	32.6±10.6	35.6±9.9*	31.9±12.4*	102.6±20.5	109.7±21.5°	116.7±25.1*	110±28.3*

Влияние арменикума и колхицина на переходную активацию нейтрофилов и моноцитов в межприступном периоде ССЛ^а

Нейтрофилы	Активность дыхательного взрыва						Интенсивность дыхательного взрыва (СНК)					
	С→F	С→P	С→E	F→P	F→E	P→E	С→F	С→P	С→E	F→P	F→E	P→E
Контроль	P _t =0.005	P _t <0.0001	P _t <0.0001	P _t =0.01	P _t =0.01	P _t СН P _p =0.05	P _t =0.02	P _t =0.006	P _t =0.002	P _t СН P _p =0.05	P _t =0.01	P _t СН P _p =0.05
Арм	P _t =0.009	P _t <0.0001	P _t <0.0001	P _t =0.004	P _t =0.0006	P _t P _p СН	P _t =0.01	P _t =0.01	P _t =0.002	P _t =0.03	P _t =0.01	P _t P _p СН
Арм+Колх	P _t P _p СН	P _t P _p СН	P _t СН P _p =0.05	P _t P _p СН	P _t P _p СН	P _t P _p СН	P _t СН P _p =0.05	P _t P _p СН	P _t P _p СН			
Моноциты												
Контроль	P _t СН P _y =0.05	P _t =0.008	P _t =0.01	P _t СН P _p =0.01	P _t СН P _p =0.03	P _t P _p СН	P _t СН P _p =0.05	P _t =0.01	P _t =0.005	P _t СН P _p =0.02	P _t =0.04	P _t СН P _y =0.05
Арм	P _t P _p СН	P _t =0.006	P _t =0.004	P _t =0.03	P _t =0.02	P _t P _p СН	P _t P _p СН	P _t =0.04	P _t =0.02	P _t СН P _p =0.05	P _t СН P _p =0.05	P _t P _p СН
Арм+Колх	P _t P _p СН	P _t P _p СН	P _t P _p СН	P _t P _p СН	P _t P _p СН	P _t P _p СН	P _t P _p СН	P _t P _p СН	P _t P _p СН	P _t P _p СН	P _t P _p СН	P _t P _p СН

Примечания. ° – P_p≤0.05; * – P_t или P_y≤0.05; ** – P_t или P_y≤0.001; при сравнении средних значений с необработанным контролем; ^а – результаты представлены как статистическая достоверность между средними ± SEM значениями спонтанного (С), fMLP- (F), PMA- (P) и E. coli-индуцированного (E) окислительного взрыва

Таблица 2

Влияние арменикума и колхицина на дыхательный взрыв нейтрофилов и моноцитов больных ССЛ во время приступа

Нейтрофилы	Активность дыхательного взрыва				Интенсивность дыхательного взрыва (СНК)			
	Спонтанный	fMLP	PMA	E. coli	Спонтанный	fMLP	PMA	E. coli
Контроль	7.3±1.9	17.3±5.4	72±25.6	97.1±2.4	86.8±21.5	111.7±26.2	815±423	1234±334
Арм	9.1±4.3	11.7±4.1*	68.3±30.3	66.3±33.1	84.4±15.2	84.4±27.2°	691.6±381.7	1293±644.2
Арм+Колх	35.2±12*	29±15.6	39.2±12.1**	41.7±23.2**	139.2±34.6°	146±52.6	180.4±50.3***	205.6±54.8***
Моноциты								
Контроль	16.3±4.7	26.2±5.7	68.8±9.6	69.5±8.1	100.7±20.1	201.6±54.4	243.5±49.2	321.2±78
Арм	13.4±3.9	15.8±4.1°	59.3±26	59.5±30.3	93.8±24.5	130.4±35.6°	247.2±101	265.3±125
Арм+Колх	24.5±12.4	34.1±10.5°	31.3±11.2°	28.7±8.5**	135.7±15.9	169.4±36.4°	156.9±10.2*	149.3±28*

Влияние арменикума и колхицина на переходную активацию нейтрофилов и моноцитов во время приступа ССЛ^а

Нейтрофилы	Активность дыхательного взрыва						Интенсивность дыхательного взрыва (СНК)					
	С→F	С→P	С→E	F→P	F→E	P→E	С→F	С→P	С→E	F→P	F→E	P→E
Контроль	P _t =0.04	P _t =0.006	P _t <0.0001	P _t =0.03	P _t <0.0001	P _t P _p СН	P _t СН P _p =0.005	P _t СН P _y =0.05	P _t СН P _p =0.009	P _t СН P _p =0.05	P _t =0.003	P _t P _p СН
Арм	P _t СН P _p =0.05	P _t =0.02	P _t =0.03	P _t =0.04	P _t СН P _p =0.05	P _t P _p СН	P _t P _p СН	P _t P _p СН	P _t P _p СН	P _t СН P _p =0.05	P _t =0.04	P _t P _p СН
Арм+Колх	P _t P _p СН	P _t P _p СН	P _t P _p СН	P _t P _p СН	P _t P _p СН	P _t P _p СН	P _t P _p СН	P _t P _p СН	P _t P _p СН	P _t P _p СН	P _t P _p СН	P _t P _p СН
Моноциты												
Контроль	P _t СН P _p =0.005	P _t =0.0005	P _t =0.0005	P _t =0.02	P _t =0.004	P _t P _p СН	P _t СН P _p =0.05	P _t =0.01	P _t =0.007	P _t P _p СН	P _t СН P _p =0.03	P _t P _p СН
Арм	P _t P _p СН	P _t =0.03	P _t =0.03	P _t P _p СН	P _t P _p СН	P _t P _p СН	P _t P _p СН	P _t P _p СН	P _t P _p СН	P _t P _p СН	P _t P _p СН	P _t P _p СН
Арм+Колх	P _t P _p СН	P _t P _p СН	P _t P _p СН	P _t P _p СН	P _t P _p СН	P _t P _p СН	P _t P _p СН	P _t P _p СН	P _t P _p СН	P _t P _p СН	P _t P _p СН	P _t P _p СН

Примечания. ° – P_p≤0.05; * – P_t или P_y≤0.05; ** – P_t или P_y≤0.001; *** – P_t или P_y≤0.0001 при сравнении средних значений с необработанным контролем; ^а -результаты представлены как статистическая достоверность между средними ± SEM значениями спонтанного (С), fMLP- (F), PMA- (P) и E. coli- индуцированного (E) окислительного взрыва

Таким образом, анализ вероятности переходной активации клеток по ряду С→F→P→E у больных ССЛ в межприступном периоде и во время приступа выявил выраженную периодичность изменения активности и интенсивности продукции КСР нейтрофилами, а также противоположную направленность периодичности переходной активации моноцитов и нейтрофилов.

Арм в разведении 1:400 подавляет активность и интенсивность хемотаксис-зависимого дыхательного взрыва моноцитов и нейтрофилов больных ССЛ как в межприступном периоде, так и во время приступа (табл. 1 и 2). В присутствии колхицина (10 мкг/мл) потенцируется ингибирующий эффект Арм на РМА- и *E. coli*-зависимую продукцию КСР. В то же время ингибирующее влияние Арм на хемотаксис-зависимый дыхательный взрыв моноцитов и нейтрофилов в присутствии колхицина значительно подавляется (табл. 1 и 2). У больных ССЛ в межприступном периоде Арм снижает вероятность продукции КСР РМА-стимулированным единичным нейтрофилом в 10 раз, но и повышает вероятность переходной активации нейтрофилов по ряду F→E и F→P от 10 до 100 раз. У этих же больных в присутствии Арм вероятность хемотаксис-зависимого дыхательного взрыва моноцитов и фагоцитоз-зависимой продукции КСР единичным моноцитом снижается в 10 раз, в то время как вероятность увеличения количества КСР-продуцирующих моноцитов при индукции фагоцитоза возрастает в 10 раз. У больных во время приступа Арм до 100 раз подавляет вероятность увеличения количества нейтрофилов при их стимуляции агонистом протеинкиназы С и при индукции фагоцитоза. При этом значительно подавляется вероятность хемотаксис-, протеинкиназа С- и фагоцитоз-индуцированной продукции КСР единичным нейтрофилом. У больных во время приступа вероятность переходного увеличения количества моноцитов и интенсивности хемотаксис-, протеинкиназа С- и фагоцитоз-индуцированной продукции КСР также снижается до 100 раз. При комбинированном действии колхицина и Арм вероятность переходной активации продукции КСР в присутствии fMLP, РМА и *E. coli* в обеих популяциях клеток больных ССЛ как в межприступном периоде, так и во время приступа снижается от 100 до 1000 раз (табл.2).

Таким образом, Арм подавляет активность и интенсивность хемотаксис-индуцированного дыхательного взрыва, а также вероятность переходной прооксидантной активации моноцитов и нейтрофилов больных ССЛ, что открывает новые возможности для улучшения существующих курсов лекарственной терапии при ССЛ.

Исследовательский центр “Арменикум”

Ереванский государственный медицинский университет им. М. Гераци

**Տ. Կ. Դավթյան, Ս. Ա. Ավետիսյան, ակադեմիկոս Է. Ս. Գաբրիելյան,
ակադեմիկոս Վ.Պ. Հակոբյան**

**Ընտանեկան միջերկրածովային տենդի ժամանակ գրանուլոցիտների և մոնոցիտների
սպոնտան ու ինդուցեբիլ շնչական պայթյունի վրա յոդ-լիթիում- α -դեքստրինի
(Արմենիկում) ազդեցությունը**

Ընտանեկան միջերկրածովային տենդով (ԸՄՏ) հիվանդների ծայրամասային արյան նեյտրոֆիլներում և մոնոցիտներում ուսումնասիրվել է յոդ-լիթիում- α -դեքստրինի (Արմենի-

կում) ազդեցությունը ինքնաբերական, քեմոտաքսիս-, պրոտեինկինազ C-, ֆագոցիտոզ-ինդուկցված շնչական պայթյունի վրա: Մեկ բջջի մակարդակով հոսքային ցիտոֆյուրիմետրիկ մեթոդով հետազոտվել է նաև նեյտրոֆիլների և մոնոցիտների անցումային ակտիվությունը: Պարզվել է, որ Արմենիկումն ընկճում է հիվանդների մոնոցիտների և նեյտրոֆիլների քեմոտաքսիս-ինդուկցված շնչական պայթյունի ակտիվությունն ու ինտենսիվությունը, ինչպես նաև իջեցնում այդ բջիջների անցումային պրոօքսիդանտային ակտիվացման հավանականությունը, ինչը կախված է ինչպես թթվածնի ազատ ռադիկալների արտադրության ինդուկտորների ուժից և ազդեցության մեխանիզմից, այնպես էլ հիվանդության նոպայի առկայությունից: Կոլխիցինի առկայությամբ Արմենիկումի ընկճող ազդեցությունը նշված գործընթացների վրա պոտենցվում է: Արմենիկումն ավելի արդյունավետ ազդում է մոնոցիտների պոպուլյացիայի վրա ինչպես նոպայի, այնպես էլ միջնոպայական շրջանում և կոլխիցինի նման նոպայի ժամանակ ընկճում է մոնոցիտների ու նեյտրոֆիլների պարբերական պրոօքսիդանտային ակտիվացումը:

T. K. Davtyan, S. A. Avetisyan, academician E. S. Gabrielyan, academician V. P. Hakobyan

The Effect of Iodine-lithium- α -dextrin (Armenicum) on the Periodic Activation of Spontaneous and Inducible Respiratory Burst of Granulocytes and Monocytes during Familial Mediterranean Fever

The effect of iodine-lithium- α -dextrin (Armenicum) on the spontaneous and chemotaxis-, proteinkinase C-, and phagocytosis-induced respiratory burst of neutrophils and monocytes in the peripheral blood of patients with Familial Mediterranean Fever (FMF) was studied. The transitory activation of neutrophils and monocytes was also analyzed on the level of a single cell using flow cytometry. It was shown that Armenicum suppresses the activity and intensity of chemotaxis-induced respiratory burst, and also lowers the probability of transitory pro-oxidant activation of monocytes and neutrophils in FMF patients, which depends both on the force and mechanism of the action of inducers of free radicals production, as well as on the presence or absence of an FMF attack. In the presence of cochicine, the inhibitory effect of Arm on chemotaxis-, proteinkinase C-, and phagocytosis-dependent free radicals production, and the periodic pro-oxidant activation of effector cells of inflammation, is potentiated. Armenicum most effectively acts on the monocyte population of FMF patients both in the period of remission as well as during an attack and, like colchicine, suppresses the periodic pro-oxidant activation of monocyte and neutrophils of FMF patients during an attack.

Литература

1. *Gabrielyan E.S., Mkhitaryan L.M. (eds.), ARMENICUM - Experimental and Clinical Studies*, Gitutyun, Yerevan. 2001. 228 p.
2. *Давтян Т.К., Акопян И.С., Мхитарян Л.М., Габриелян Э.С.* - Аллергология и иммунология. 2004. N 5. С. 121.
3. *Давтян Т.К., Мхитарян Л.М., Ароян А.А., Мкртчян Н.Р.* - International J. Immunorehabilitation. 2002. N 4. P. 88-89.
4. *Davtyan T.K., Hakobyan I.S., Gabrielyan E.S.* - 13th International Symposium on HIV & Emerging Infectious Diseases. 2004. PP2.15. P.177.
5. *Aganna E., Hammond L., Hawkins P.N., Aldea A., McKee S.A. Pools van Amstel H.A., Mischung C.* - Arthritis Rheum. 2003. V. 49. P. 2632-2644.
6. *Arkwright P.D., McDermott M.F., Houten S.M., Frenkel J., Waterham, Aganna E., Hammond L.J., Mirakian R.M., Tomlin P.I., Vijaydural P.I., Cant A.J.* - Clin. Exp. Immunol. 2002. V. 130. P. 484-488.
7. *Gummucio D.L., Diaz A., Schaner P.A.B., Richards N., Babcock C.B.S., Sehaller M.B.S., Cesena T.B.S.* - Clin. Exp. Rheumatol. 2002. V. 20. P. 45-53.
8. *Александрян Ю.Т., Арутюнян В.М., Давтян Т.К., Акопян Г.С.* - Иммунология. 1999. N 2. С. 9-13.
9. French FMF Consortium. - Nat. Genet. 1997. V. 17 P. 25-31.
10. International FMF Consortium. - Cell. 1997. V. 90. P. 797-807.
11. *Schattner A., Gurevitz A., Zemer D., Hahn T.Q.* - J. Med. 1996. V. 86. P. 205-210
12. *Stehlik Ch., Reed J.C.* - J. Exp. Med. 2004. V. 200. P. 551-558.

ԿԵՆՏՐԱՆԱԲԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

ՈւՏԴ 592/599

Հ. Զ. Գրիգորյան

Հայաստանի սաղմոնային ձկների հայերեն անվանումների անճշտության մասին

(Ներկայացված է ակադեմիկոս Ա.Հ. Մովսիսյանի կողմից 18/II 2005)

Կենդանիներին ճիշտ անվանելն ունի կարևոր նշանակություն նրանց ճանաչելու, ուսումնասիրելու և բնապահպանական, կենսացենոլոգիական ու էկոլոգիական մի շարք խնդիրներ լուծելու հարցում: Կենդանիների անվանումների ճիշտ չիմանալը, անշուշտ, խոչընդոտում է նրանց բուծման, կլիմայավարժեցման հարցերը լուծելիս, քանի որ յուրաքանչյուր տեսակ ունի կենսաբանական, ֆենոլոգիական իր առանձնահատկությունները:

Հաճախ դասագրքերում, մասնագիտական գրականության մեջ, ակնարկներում, գիտական հոդվածներում, բառարաններում միևնույն կենդանուն տարբեր անվանումներ են տրվում կամ տարբեր տեսակներին և կարգերին պատկանող կենդանիներին՝ նույն անվանումը: Այս հանգամանքը դժվարություն է առաջացնում ուսանողների, աշակերտների, ուսուցիչների և դասախոսների, թարգմանիչների, լրագրողների, ինչպես նաև բնասերների համար:

Հայաստանն իր յուրահատուկ ֆաունայով Կովկասի ամենահետաքրքիր տարածքներից մեկն է: Լինելով լեռնային երկիր և ունենալով լանդշաֆտների ցայտուն արտահայտված բարձունքային գոտիականություն՝ Հայաստանը բնորոշվում է իր ֆաունայի տեսակների բազմազանությամբ և էնդեմիզմով: Դա վերաբերում է նաև ձկներին:

Ներկայումս Հայաստանում տարածված է ձկների 39 տեսակ և տարատեսակ [1], որոնցից մեծ հետաքրքրություն է ներկայացնում սաղմոնակերպերի կարգը: Այս կարգի մեջ մտնում են՝ Սևանի իշխանը, գետային ֆորելը (կարմրախայտ), Կասպյան սաղմոնը, ծիածանային ֆորելը, Սևանի սիգր: Նշված ձկներից *Սևանի իշխանը* հայտնի է, որպես Հայաստանի էնդեմիկ տեսակ: Այս ձկանը ճանաչելը և ջջփոթելը մյուս տեսակների հետ մեր՝ հայերիս պարտականությունն է: Մինչդեռ ոչ միայն ժողովուրդը, այլև երբեմն հայ գրականության մեջ, այլ տեսակի ձկանը նույնպես իշխան են անվանում: Այսպես,

սաղմոնայինների ընտանիքին պատկանող *радужная* ֆորել *δուկր* (*Oncorhynchus mykiss*) թարգմանված է *ծիածանագույն իշխան* [2], այն դեպքում, երբ *իշխանը* Սևանա լճի էնդեմիկ ձուկ է և տարբերվում է բոլոր սաղմոններից: Այստեղ նա առաջացրել է 4 ռասա՝ ձմեռային իշխան, ամառային իշխան, գեղարքունի իշխան և բոջակ իշխան [3]: Մինչդեռ *радужная* ֆորել *δուկր* պատկանում է Խաղաղ օվկիանոսի սաղմոններին: Բնական պայմաններում այս ձուկն ապրում է Կամչատկայի ջրերում: Նրա իսկական հայրենիքը Այլասկայից մինչև Կալիֆորնիայի ափերն են: Այս տեսակը հյուսիսամերիկյան պողպատագույն սաղմոնի (*стальноголовый лосось, Salmo gairdneri*) չգաղթող լճային ձևն է [15]: Հայաստան է ներմուծվել Վրաստանից, իսկ այնտեղ բերվել է Ռուսաստանից: Հետևաբար, այս ձկան հայերեն ճիշտ անվանումը պետք է լինի *ծիածանային ֆորել: Ծիածանային* (այլ ոչ թե ծիածանագույն) է կոչվում կողքերով ձգվող ծիածանանման շերտի պատճառով [4]:

Գրականության մեջ, մեկ այլ տեղ [5,6], *радужная* ֆորել *δուկր* թարգմանված է ծիածանային կարմրախայտ: Այս ձկանը կարմրախայտ անվանելը նույնպես սխալ է, քանի որ *կարմրախայտ* է կոչվում միայն *գետային ֆորելը* (*ручьевая* ֆորել, *Salmo trutta morpha fario*): Մյուս կողմից *ручьевая* ֆորել, *озерная* ֆորել ձկների տեսակները նույնպես թարգմանված են կարմրախայտ, ինչը շվարություն է առաջացնում [6]:

Երբեմն [7] կարմրախայտին անվանում են նաև իշխան կամ ծիածանային կարմրախայտ, ինչն իր հերթին, ինչպես արդեն ասվեց, *радужная* ֆորել ձկան սխալ թարգմանությունն է:

Սաղմոնային ձկների անվանումների անճշտության հիմնական պատճառն այլ է, որ հայ-ռուսերեն բառարաններում [8, 9] իշխան *δուկր* թարգմանված է ֆորել, իսկ բացատրական [10, 11] և բոլոր ռուս-հայերեն բառարաններում [9, 12-14] ֆորել բառը թարգմանված է իշխան, կարմրախայտ: Ըստ այդ գրականության, ստացվում է, որ աշխարհի բոլոր ֆորել ձկները իշխաններ են:

Ֆորելները սաղմոնային ձկների (կումժայի և մետաղագույն սաղմոնի) քաղցրահամ ջրերի չգաղթող ձևերն են, որոնք ապրում են տարբեր երկրների (Եվրոպայի, Փոքր և Միջին Ասիայի, Հյուսիսային Ամերիկայի, Աֆրիկայի) լեռնային արագահոս գետերում ու լճերում [15,16]: Հետևաբար, իշխանը (ամառային և ձմեռային), բոջակը, գեղարքունին, կարմրախայտը, Կլարկի սաղմոնը (ամերիկյան տեսակ է) և այլ չգաղթող սաղմոնները՝ ֆորելներ են: Այսպիսով, իշխանը ռուսերեն նույնպես պետք է կոչվի *ишахан*, իսկ ռուսերենից թարգմանելիս ֆորել ձկները հայերեն պետք է անվանվեն ֆորելներ: Այսպես, *ручьевая* ֆորել *δուկր* հայերեն պետք է թարգմանվի *գետային ֆորել* կամ *կարմրախայտ*, *озерная* ֆորել՝ *լճային ֆորել*, *радужная* ֆորել՝ *ծիածանային ֆորել* և այլն:

Սևանա լիճը թափվող լեռնային գետերի սաղմոնային ձուկ է *ալաբալախը* (ըստ երևույթին, ներկայումս այդ ձուկն արդեն վերացել է): Մինչ այժմ ձկնաբանները չունեն մի ընդհանուր կարծիք այս ձկան ծագման վերաբերյալ: Ոմանք գտնում են, որ ալաբալախը գեղարքունի իշխանի գետային ձևն է, որն ամբողջ կյանքն անց է կացնում գետերում և շատ նման է գետային ֆորելին՝ կարմրախայտին [3,15,17]: Մյուս հեղինակների տվյալներով [18], ալաբալախը նույն կարմրախայտն է և նրա պոպուլյացիաներից մեկը:

Երբեմն գրականության մեջ իշխանին նաև *բախտակ* են անվանում: Ընդ որում, որոշ հեղինակներ [2,10,11] իշխանի 2 ռասաները անվանում են ամառային բախտակ և ձմեռային բախտակ, մյուսները [6,7] «բախտակ» բառը համարում են իշխան ձկան հոմանիշ անվանումը: Ժամանակակից հայոց լեզվի բացատրական բառարանի I-ին հատորում [11] գրված է, որ բախտակը իշխան ձկան փոխակերպությունն է ձվածելության շրջանում, իսկ նույն գրքի II-րդ հատորում բացատրված է, որ բախտակը իշխան ձկան տեսակ է: Իրականում *բախտակները* իշխանի սեռահասուն ձևերն են, այսինքն ձկան կյանքի մի փուլն են հանդիսանում [3, 11, 18]: Ինչպես ժողովրդախոսակցական լեզվում են ասում, իշխանները «բախտականում» են (բազմանում) կամ ձմռանը, կամ էլ ամռան ամիսներին: Այդ ժամանակ նրանք ենթարկվում են գույնի, մսի համի և այլ հատկանիշների փոփոխության: Բազմացման շրջանից դուրս սրանց ասում են իշխան: Հետևաբար, իշխանի այս ռասաների գիտական ճիշտ անվանումը պետք է լինի *ձմեռային իշխան, ամառային իշխան*: Այս դեպքում ռասաների հայերեն անվանումներից դուրս չի մղվի «իշխան» բառը և անվանումները կգրվեն այնպես, ինչպես ընդունված է լատիներենում՝ *Salmo ischchan ischchan K.* և *Salmo ischchan aestivalis F.*:

Այսպիսով, վերլուծելով Հայաստանի սաղմոնային ձկների հայերեն անվանումները, բացահայտվեցին ոչ ճիշտ թարգմանություններ և խառնաշփոթ վիճակ: Այս իրավիճակը շտկելու համար առաջարկում ենք սաղմոնայինների ընտանիքին պատկանող *форель* ձկներին հայերեն նույնպես անվանել *Ֆորել*: *Իշխան* ձուկը ռուսերեն պետք է կոչվի *ишхан* կամ *Севанская форель*:

Առաջարկում ենք այս և վերը նշված մյուս թարգմանությունները մտցնել բառարանների մեջ և այսուհետև գիտական հոդվածներում և գրքերում այդ ձևով օգտագործել:

ՀՀ ԳԱԱ կենդանաբանության ինստիտուտ

А. Дж. Григорян

О неточностях армянских наименований лососевых рыб Армении

В армянском языке существует путаница в наименованиях животных, в частности, рыб, что затрудняет их распознавание, изучение и решение ряда экологических, биоценологических и других вопросов.

В статье показана неточность при переводе на армянский язык названий лососевых рыб: ручьевая форель, озерная форель, радужная форель; уточнены названия четырех рас Севанской форели - *ишхана*. Исходя из того, что ишхан является эндемиком оз. Севан, недопустимо давать такое наименование какому-либо другому лососю.

H. J. Grigoryan

About Inexactitude in Denomination of Salmon Fishes of Armenia

There is a confusion in denomination of animals and particularly of fishes. This fact hampers their recognition, study and solving a number of ecological, biocenological and other problems. Incorrect translation of the names of salmon fishes - Stream Trout, Lake Trout, Rembow Trout - are shown in the article and made more exact. The names of 4 races of Sevan trout "Ishkhan" are made exact. Taking into account Lake Sevan, the inadmissibility of naming any other salmon "Ishkhan" is well - grounded.

Գրականություն

1. *Gabrielyan B.K.* - Naga. The Iclarm Quarterly (V. 24. N. 384) July-December. Malaysia. 2001. P. 23-29.
2. Հայաստանի կենսաբազմազանությունը: Առաջին ազգային զեկույց, Երևան, 1995:
3. *Дадикян М. Г.* - Рыбы Армении. Изд. АН АрмССР. Ереван. 1986.
4. Животный мир Белоруссии. - Рыбы. Энциклопедический справочник Минск. 1989.
5. *Անանյան Վ.* Հայաստանի կենդանական աշխարհը: Ձկներ: Երևան, Հայաստան, 1975:
6. *Ղազարյան Ռ. Ս.* Կենդանիների անունների հայերեն-ռուսերեն-լատիներեն կարգաբանական բառարան: Ձկներ, Երևան, 2000:
7. *Սաքիապյան Ա.Ս.* Հայոց լեզվի հոմանիշների բացատրական բառարան: Երևանի համալսարանի հրատարակչություն, 2003:
8. Հայ-ռուսերեն բառարան: Գլխ. խմբ. Ե.Ն. Գալստյան, Երևան, 1987:
9. Ռուս-հայերեն բառարան, հայ-ռուսերեն բառարան: Կազմ. Պ.Ս. Բեդիրյան, Դ.Ե. Անմեդիկյան, Ջ.Ա. Ղարիբյան, Երևան, Հայաստան, 1987:
10. *Աղայան Է.Բ.* Արդի հայերեն բացատրական բառարան: Երևան, Հայաստան, 1976:
11. Ժամանակակից հայոց լեզվի բացատրական բառարան: Հ. I, 1969; h. II, 1972; h. IV, 1980, Երևան, ՀՍՍՀ ԳԱ հրատ.:
12. *Ղարիբյան Ա.Ս.* Ռուս-հայերեն բառարան, Երևան, Հայաստան, 1977, 1982:
13. Ռուս-հայերեն նոր բառարան: Կազմ. Թ. Ավդալբեկյան, Պ. Սոսնիկյան, Ե. Տեր-Մինասյան, Վ. Փոթեյան, Երևան, Պետական հրատարակչություն, 1935:
14. Ռուս-հայերեն բառարան, Հ.4, գլխ. խմբ. Ա.Ս. Ղարիբյան, Երևան, 1958:
15. Жизнь животных. Т. 4. Под. ред. Т.С. Рассе. М. Просвещение. 1983.
16. Советский энциклопедический словарь. М. Сов. Энциклопедия. 1988.
17. *Владимиров В.И.* - Изв. АН АрмССР. Естеств. науки. 1944. N1-2. С. 145 -158.
18. *Рухкян Р.Г.* Кариология и происхождение форелей Закавказья. Изд. АН АрмССР. Ереван. 1989. 162 с.

ՏՆՏԵՍԱԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆ

ՈւՏԴ 395.65

Ա. Հ. Օսիկյան, Ա. Խ. Մարկոսյան, Տ. Տ. Մուկուչյան, Ա. Հ. Թորմաջյան

**Փակ բաժնետերական ընկերություններում բաժնետոմսերի
օտարման մի քանի հարցերի մասին**

(Ներկայացված է ակադեմիկոս Վ.Ե. Խոջաբեկյանի կողմից 27/VII 2004)

Բաժնետիրական ընկերությունների՝ մի քանի հարյուրամյակ ձգվող պատմության ընթացքում ոչ միայն չի հաջողվել այդ ոլորտում հստակեցնել ինքնակարգավորման մեխանիզմները, այլև կորպորատիվ կառավարման հարցում շարունակում են մնալ մի շարք հակասական և վերջնականապես չհիմնավորված սկզբունքներ, որոնք չեն պաշտպանում բաժնետերերի հիմնարար իրավունքները: Դեռևս XVII դարում Բլեզ Պասկալը գրել է. «Մեծամասնության կարծիքը լավագույն էլքն է, քանի որ այն ապահովված է բավարար ուժով, որպեսզի ստիպի ենթարկվել դրան: Բայց այդ ամեննին էլ իմաստունների կարծիքը չէ» [1]: Կռեյտ Պաուլոն էլ իր հերթին հարց է տալիս. «Իսկ ի՞նչ է իրականությունը», և պատասխանում՝ «դա այն է, ինչը մեծամասնության կարծիքով պետք է լինի: Եվ ամեննին կարևոր չէ, որ այն լինի լավագույնը կամ առավել տրամաբանականը, այլ պետք է հարմարեցված լինի մեծամասնության ցանկությանը» [2]: Կորպորատիվ կառավարման գաղափարը կառուցված է հենց մեծամասնության կարծիքով ձևավորված ուժի գերակայության սկզբունքների վրա, և օրենսդրության խնդիրն է՝ իրականացնել այնպիսի կարգավորում, որ այդ «ուժը» հնարավորին չափ դառնա արդար:

Համաձայն ՀՀ քաղաքացիական օրենսգրքի 109-րդ հոդվածի 1-ին մասի [3], փակ բաժնետիրական ընկերության բաժնետերերն այդ ընկերության այլ բաժնետերերի կողմից վաճառվող բաժնետոմսերը ձեռք բերելու նախապատվության իրավունք ունեն, ինչպես նաև, եթե ընկերության կանոնադրությամբ նախատեսված ժամկետում բաժնետերերից որևէ մեկը չի օգտվում նախապատվության իր իրավունքից, ապա բաժնետիրական ընկերությունն իրավունք ունի այդ բաժնետոմսերը ձեռք բերել սեփականատիրոջ հետ համաձայնեցված գնով: Բաժնետիրական ընկերության կողմից բաժնետոմսերը ձեռք բերելուց հրաժարվելու կամ դրանց գնի վերաբերյալ համաձայնության

չգալու դեպքում բաժնետոմսերը կարող են փոխանցվել երրորդ անձի: Բացի այդ, Օրենսգրքով նախատեսվում է, որ անգամ ընկերության բաժնետոմսերի գրավի և հետագայում գրավառուի կողմից դրանց վրա բռնագանձում տարածելու դեպքում կիրառվում են 109-րդ հոդվածի 1-ին կետի կանոնները, այսինքն՝ բաժնետերերի նախապատվության իրավունքը պահպանվում է նաև այս դեպքում: Բաժնետոմսերի սեփականության իրավունքի փախանցմանն ուղղված կարևոր դրույթ է նախատեսված նաև Օրենսգրքի 109-րդ հոդվածի 3-րդ կետով, համաձայն որի, փակ բաժնետիրական ընկերության բաժնետոմսերն անցնում են բաժնետեր քաղաքացու ժառանգներին կամ բաժնետեր իրավաբանական անձի իրավահաջորդներին, եթե այլ բան նախատեսված չէ կանոնադրությամբ: Փաստորեն, օրենքն այստեղ թույլ է տալիս ավելի «ազատ» մոտեցում և հնարավորություն է տալիս կանոնադրությամբ ցանկացած այլ բան գրել, օրինակ, որ բաժնետոմսը ժառանգներին չի կարող անցնել, ինչը, մեր կարծիքով, անհարիր է քաղաքացիական իրավունքի սկզբունքներին: Ընդունելով, որ բոլոր դեպքերում բաժնետիրոջ համաձայնությամբ կամ գոնե գիտությամբ է (օրինակ, երբ փոփոխության է ենթարկվում կանոնադրությունը և բաժնետերը, համաձայն չլինելով, չի կարողանում ոչինչ անել) լինում կանոնադրության մեջ նման հնարավոր նորմի գոյությունը, այդուհանդերձ, կարծում ենք, որ ճիշտ կլիներ փոփոխության ենթարկել այս նորմը՝ բաժնետոմսերի փոխանցման այդ դեպքը թողնելով իմպերատիվ գործող: Ընդ որում, քաղաքացու ժառանգներին կամ բաժնետեր իրավաբանական անձի իրավահաջորդներին բաժնետոմսերի անցումը կարող է մերժվել ընկերության կողմից, և այս դեպքում կկիրառվեն 109-րդ հոդվածի 1-ին կետի կանոնները: Համաձայն Օրենսգրքի 107-րդ հոդվածի 1-ին մասի, այն բաժնետիրական ընկերությունը, որի անդամները առանց մյուս բաժնետերերի համաձայնության կարող են օտարել իրենց պատկանող բաժնետոմսերը, համարվում է բաց բաժնետիրական ընկերություն: Սրանով էլ հենց պայմանավորված է փակ և բաց բաժնետիրական ընկերությունների տարբերությունը, և սա էլ այն հիմնական սկզբունքն է, որն ընկած է կորպորատիվ կառավարման ինստիտուտի հիմքում՝ բաժնետոմսերի նկատմամբ սեփականության իրավունքը, և այդ իրավունքի փոխանցումը: Նշվածի կապակցությամբ գտնում ենք, որ այդ հարցի վերաբերյալ օրենսդրական դրույթները պետք է լինեն առավելագույնս հստակ, նախատեսեն լրացուցիչ երաշխիքներ՝ ուղղված թե՛ բաժնետիրոջ սեփականության իրավունքի պաշտպանությանը և թե՛ մյուս բաժնետերերի՝ ընկերության վաճառվող բաժնետոմսերի ձեռք բերման նախապատվության իրավունքին:

ՀՀ Քաղաքացիական օրենսգրքում կիրառված սկզբունքներից չչեղվելու նպատակով գրեթե նույնանման դրույթներ են ամրագրված «Բաժնետիրական ընկերությունների մասին» ՀՀ օենքով [4]: Միաժամանակ, Օրենքի 8-րդ հոդվածի 3-րդ մասի համաձայն, ընկերության կողմից բաժնետոմսերը ձեռք բերելու կամ դրանցից հրաժարվելու մասին որոշումները ընդունում է ընկերության ընդհանուր ժողովը, իսկ փակ բաժնետիրական ընկերության բաժնետերերի կողմից վաճառվող բաժնետոմսերը ձեռք բերելու նախապատվության իրավունքի իրականացման կարգը և ժամկետները սահմանվում են ընկերության Կանոնադրությամբ:

Նման սահմանափակում է նախատեսված նաև նոր թողարկվող բաժնետոմսերի նկատմամբ: Օրինակ, «Կորպորացիաների մասին» Չեխիայի օրենքի 68-րդ հոդվածի

համաձայն, նոր թողարկվող բաժնետոմսերը նախ առաջարկվում են առկա բաժնետերերին, բացառությամբ այն դեպքերի, երբ բաժնետերերի ժողովը այլ բան է որոշել [5]: Իսկ առաջարկը, համաձայն նույն հոդվածի, պետք է կատարվի ընկերության կանոնադրությամբ սահմանված կարգով:

«Բաժնետիրական ընկերությունների մասին» Լատվիայի օրենքի համաձայն, եթե բաժնետերը ցանկանում է վաճառել բաժնետոմսերը այլ անձանց, ապա բաժնետոմսերը և գրավոր դիմումը պետք է ներկայացնի ընկերության խորհուրդ: Վերջինս այդ բաժնետոմսերը նախ առաջարկում է գործող բաժնետերերին և եթե մի քանի բաժնետեր է ցանկություն հայտնում ձեռք բերել դրանք, ապա նրանք առաջարկվող բաժնետոմսերը պետք է գնեն իրենց ունեցած բաժնետոմսերի համամասնությամբ: Գործող բաժնետերերի հրաժարվելու դեպքում, խորհուրդը ազատ է դրանք իր հայեցողությամբ վաճառելու: Ընդ որում, բաժնետոմսի վաճառքի գինն այս դեպքում սահմանվում է ընկերության կանոնադրությամբ նախատեսված հաշվարկման կարգով: Եթե խորհուրդը մեկամյա ժամկետում չի կարողանում իրացնել բաժնետոմսերը, բաժնետերն իրավունք է ստանում իր հայեցողությամբ վաճառելու դրանք [6]:

Փակ բաժնետիրական ընկերության բաժնետոմսերի օտարման նույնպիսի սահմանափակումներ է պարունակում նաև «Բաժնետիրական ընկերությունների մասին» ՌԴ օրենքի 7-րդ հոդվածը [7, 8]: Նշված օրենքում, վերջին փոփոխությունների արդյունքում, ավելի է մանրամասնված բաժնետերերի կողմից վաճառվող բաժնետոմսերի ձեռք բերման նախապատվության իրավունքի իրականացման կարգը: Մասնավորապես, սահմանվում է, որ յուրաքանչյուր բաժնետեր իր ունեցած բաժնետոմսերին համապատասխանող չափով բաժնետոմսեր ձեռք բերելու նախապատվության իրավունք ունի, եթե կանոնադրությամբ այլ բան նախատեսված չէ: Սահմանված է նաև բաժնետերերին և ՓԲ Ընկերությանը բաժնետոմսերի վաճառքի մասին տեղեկատվության տրամադրման կարգը: Մինչև նույն ժամանակ սահմանված է, որ բաժնետերը չի կարող այլ բաժնետիրոջ զիջել բաժնետոմսերի ձեռք բերման նախապատվության իր իրավունքը: Փաստորեն, փակ բաժնետիրական ընկերությունը բաժնետոմսերի ձեռք բերման իր իրավունքը կարող է իրականացնել միայն այն դեպքում, երբ այդպիսի դրույթ սահմանված է ընկերության կանոնադրությամբ, և երբ ընկերության բաժնետերերը հրաժարվել են բաժնետոմսերի ձեռք բերման նախապատվության իրենց իրավունքից: Սահմանված է նաև, որ բաժնետերերը և Ընկերությունը պարտավոր են վաճառվող բաժնետոմսերը ձեռք բերել, ոչ պակաս այն գնից, ինչը առաջարկվում է երրորդ անձի կողմից: Սակայն ինչպես Հայաստանի Հանրապետության, այնպես էլ ՌԴ-ի օրենսդրությամբ բաժնետոմսերի ձեռք բերման նախապատվության իրավունքը գործում է միայն բաժնետոմսերի վաճառքի դեպքում և չի տարածվում օտարման այլ ձևերի, օրինակ, նվիրատվության դեպքերի վրա, ինչը բաժնետոմսերի ձեռք բերման նախապատվության իրավունքը, ըստ էության, դարձնում է դեկլարատիվ նշանակության նորմ, որը շրջանցելու հստակ մեխանիզմներ պարունակում է ինքը՝ օրենքը: Ա.Դ.Օսինովսկին [9] հարց է տալիս. «ի՞նչպես վաճառել ՓԲԸ-ի բաժնետոմսերը, երբ մյուս բաժնետերերը դեմ են», և ինքն էլ պատասխանում է՝ «շատ հասարակ. նվիրեք դրանք, կամ գրավ դրեք, Օրենքն ուղղակիորեն արգելում է միայն առքուվաճառքը, և օտարման բոլոր մյուս ձևերը Ձեզ հնարավորություն են տալիս Ձեր բաժնետոմսերը օտարել ում ուզում եք»: Ըստ էության, օրենսդրության այս բացը

լրացնելու անհրաժեշտություն է առաջացել: Կիսում ենք հեղինակի արտահայտած այն միտքը, որ այսօր, համաձայն «Բաժնետիրական ընկերությունների մասին» ՀՀ օրենքի, ընկերության բաժնետոմսերի ձեռք բերման նախապատվության իրավունքը առավելազույնս չի պաշտպանվում և բաժնետոմսերի վաճառքի դեպքում է միայն դառնում իրավաբանորեն կիրառելի: Քաղաքացիական օրենսդրությամբ խնդիրը լուծված է նաև բաժնետոմսերի գրավադրման դեպքում, և այս պարագայում նույնպես գործում է նախապատվության իրավունքը (ՀՀ Քաղաքացիական օրենսգրքի 109 հոդված, 1-ին և 2-րդ մասեր): Այլ դեպքերում օրենսդրորեն հնարավորություն է ստեղծված շրջանցել բաժնետերերի կողմից նախապատվության իրավունքի իրականացումը, օրինակ՝ նվիրատվություն կատարել կամ անհատույց օտարել: Սակայն այս դեպքում չի ապահովվում այն հիմնական սկզբունքի պաշտպանությունը, որն էլ հենց օրենքի ուժով համարվում է հիմք «բաց և փակ բաժնետիրական ընկերություններ» հասկացությունների տարբերակման համար:

ՀՀ քաղաքացիական օրենսգրքի 109-րդ հոդվածում, ինչպես նաև «Բաժնետիրական ընկերությունների մասին» ՀՀ օրենքի 8-րդ հոդվածում, մեր կարծիքով, անհրաժեշտ է ամրագրել, որ փակ բաժնետիրական ընկերության բաժնետերը նվիրատվություն կատարելու միջոցով կամ այլ անհատույց ձևով կարող է օտարել իր բաժնետոմսերը միայն բոլոր բաժնետերերի կողմից համաձայնություն ստանալու դեպքում: Ինչ վերաբերվում է փակ բաժնետիրական ընկերության բաժնետոմսերի օտարման այլ եղանակներին, ապա դրանց կիրառման վրա անհրաժեշտ է օրենքով սահմանափակումներ դնել, որոնք կբացառեն բաժնետերերի՝ բաժնետոմսերը ձեռք բերելու նախապատվության իրավունքի շրջանցմամբ բաժնետոմսերի օտարման ցանկացած գործարքի կատարման հնարավորությունը: Միևնույն ժամանակ, կորպորատիվ հարաբերությունների ամբողջ համակարգը կառուցված է բաժնետոմսերի սեփականությունից ծագող իրավունքների վրա. դրանց փոխանցումը այն տնօրինող, տիրապետող և օգտագործող անձի ժառանգորդներին, ինչպես նաև իրավահաջորդին փոխանցման իրավունքը չի կարող սահմանափակվել ընկերության կանոնադրությամբ և չի կարող մերժվել ընկերության կողմից, ինչը ամրագրված է ՀՀ քաղաքացիական օրենսգրքի 109-րդ հոդվածում [3]:

Բաժնետոմսերի կառավարումը, դրանց նկատմամբ սեփականության իրավունքը, այդ իրավունքի սահմանափակումները, ընկերության օտարվող բաժնետոմսի նկատմամբ նախապատվության իրավունքի պաշտպանությունը՝ փակ բաժնետիրական ընկերությունների գործունեության կարևոր նախապայմաններից են և գործող օրենսդրության «բացերը» ոչ թե ապահովում են դրանց կիրառումը, այլ պայմաններ են ստեղծում դրանք չկիրառելու և այդ սկզբունքները շրջանցելու համար: Այդ կապակցությամբ անհրաժեշտություն է առաջացել ՀՀ քաղաքացիական օրենսգրքում և «Բաժնետիրական ընկերությունների մասին» ՀՀ օրենքում կատարել համապատասխան փոփոխություններ և լրացումներ. մասնավորապես, ընկերության բաժնետոմսերի ոչ միայն վաճառքի, այլև օտարման այլ դեպքերում նույնպես պետք է գործի այդ ընկերության՝ այլ բաժնետերերի կողմից բաժնետոմսերի ձեռք բերման նախապատվության իրավունքը:

Ջրային հիմնահարցերի և հիդրոտեխնիկայի ինստիտուտ

А. А. Осикян, А. Х. Маркосян, Т. Т. Мукучян, С. О. Токмаджян

О некоторых вопросах отчуждения акций в закрытых акционерных обществах

Исследуется один из принципиальных вопросов корпоративного управления - отчуждение акций закрытого акционерного общества. С этой целью изучены законодательные акты ряда стран, относящиеся к данной проблеме.

В статье 109-й Гражданского кодекса РА и статье 8-й закона РА “Об акционерных обществах” необходимо закрепить, что акционер закрытого акционерного общества может оформить дарственную или иным безвозмездным способом отчуждать свои акции только с согласия всех акционеров данного АО. Что касается других способов отчуждения акций закрытого АО, то здесь необходимо законодательно установить ограничения, которые исключат любую сделку по продаже акций без предварительного согласования с акционерами, имеющими приоритет их приобретения. В то же время вся система корпоративных взаимоотношений основана на правах собственности по отношению к акциям, и право их передачи наследникам или правопреемникам не может быть ограничено уставом общества, а также не зависит от других членов общества. Статья 109 Гражданского кодекса РА закрепляет данное право.

Управление акциями, права собственности по отношению к акциям, ограничения этих прав, защита приоритета по отношению к отчуждаемым акциям - все это предпосылки эффективной деятельности закрытого акционерного общества. Недостатки действующего законодательства создают условия для невыполнения, обхождения названных принципов. Авторы предлагают ряд изменений и дополнений к Гражданскому кодексу РА и закону об акционерных обществах, суть которых сводится к тому, что не только в процессе продажи, но и в ходе отчуждения акций иными способами акционеры АО должны иметь первичное право на приобретение акций.

A. H. Osikyan, A. Kh. Markosyan, T. T. Mukuchyan, S. H. Tockmajyan

Couple of Issues on Alienation in Closed Joint Stock Companies

One of the principal issues in corporate management, i.e. alienation of the stocks in closed joint stock companies is discussed in paper. Relevant legal and normative documents for a number of countries were studied with this purpose.

Authors suggest a number of amendments and additions to the Civil Law of the Republic of Armenia and to the Law on joint stock companies.

Գրականություն

1. *Թորմաջյան Հ.* Պատկալի գաղափարախոսությունը, Երևան, ԱԻՄ հրատ., 2003, 24 էջ:
2. *Մարկոսյան Ա., Հախվերդյան Դ.* Կորպորատիվ կառավարում. ակնկալիքներ և իրականություն, Երևան, «Տիգրան Մեծ» հրատ., 2003, 413 էջ:
3. ՀՀ քաղաքացիական օրենսգիրք, Երևան, 28.07.1998, ՀՕ-239:
4. «Բաժնետիրական ընկերությունների մասին» ՀՀ օրենքը, Երևան, ՀՀ պաշտոնական տեղեկագիր, N34 (166), 06.11.2001, ՀՕ-232:
5. Law on Corporations, Czechoslovakia, Prague Hospodarske Noviny, 4 May 1990, p. 1-15.
6. Law on Joint Stock Companies, Republic of Latvia, 01.12.1990.
7. Федеральный закон РФ N208 - ФЗ “Об акционерных обществах”. М. ПЮС “Кодекс”. Проспект. 2004. 72 с.
8. *Ткаченко Е.И.* Комментарий к федеральному закону “Об акционерных обществах” с постатейными материалами, судебной практикой, образцами документов. М. Бератор-Пресс. 2003. 896 с.
9. *Осиновский А.Д.* Акционер против акционерного общества. СПб. ДНК. 2004. 382 с.

ՃԱՐՏԱՐԱՊԵՏՈՒԹՅԱՆ ՊԱՏՄՈՒԹՅՈՒՆ

ՈւՏԴ 725

Ակադեմիկոս Վ Մ. Հարությունյան

**Վաղմիջնադարյան Հայաստանի պալատական համալիրների
հորինվածքային ու կոնստրուկտիվ համակարգերի օրինաչափությունները**

(Ներկայացված է 27/ IV 2004)

Հայկական ճարտարապետության հայ և օտարազգի հետազոտողները գիտական շրջանառության մեջ ընդգրկել են հիմնականում եկեղեցական ճարտարապետությունը: Թեև, իրոք, այն գերակշիռ է ու բազմահարուստ, սակայն հայ ժողովրդի բազմադարյա շինարարական գործունեությունը իրականում առավել լայն և ընդգրկուն է եղել:

Նկատի ունենք ամրոցներն ու դղյակները, պաշտպանական համակարգերը, թագավորական, իշխանական և կաթողիկոսական պալատները, կիսահոգևոր-կիսաաշխարհիկ գավիթներն ու ժամատները, կարավանատներն ու կամուրջները, բաղնիքներն ու կոմունալ այլատիպ շենքերը, հյուրատներն ու վաճառատները, առավել չափով՝ հայկական ժողովրդական տան տարատեսակները:

Թորոս Թորամանյանը հայ ճարտարապետության գիտական ուսումնասիրման առաջին նախաձեռնողներից է: Նրա հետազոտությունների ոլորտն ընդգրկել է Բագրատունիների պալատը Անիի միջնաբերդում, հյուրատունը կամ վաճառատունը, Անիի քաղաքամիջում, կաթողիկոսական պալատը Զվարթնոցում, Ախուրյան գետի վրա ձգված Անիի ու այլ կամուրջները, որոշ դիտարկումներ է կատարել հայկական ժողովրդական բնակելի տների վերաբերյալ:

Խորհրդային ժամանակաշրջանում, երբ Հայաստանում ծավալվեցին հնագիտական պեղումներ, դրանց հայտնագործությունների մասը կազմեցին աշխարհիկ ճարտարապետության հուշարձաններ, մասնավորապես՝ արքունական ու կաթողիկոսական պալատներ Դվինում, Ավանում և Արուճում: Հնագետներ Կարո Ղաֆադարյանը, Արամ Քալանթարյանը, հայ ճարտարապետության պատմաբաններ Նիկոլայ Տոկարսկին, Հովհաննես Խալիպադյանը, տողերիս հեղինակը, Ստեփան Մնացականյանը, Կորյուն Ղաֆադարյանը և այլոք, արժեքավոր աշխատություններ հրատարակեցին՝ նվիրված ժամատներին կամ գավիթներին,

արքունական և կաթողիկոսական պալատներին, կարավանատներին ու կամուրջներին, կոմունալ սպասարկման շենքերին, հյուրատներին ու վաճառատներին, Հայաստանի ժողովրդական բնակելի տներին:

Անձամբ մասնակցելով Դվինի և Արուճի կաթողիկոսական և իշխանական պալատների պեղումներին և ուսումնասիրելով Ջվարթնոց տաճարի համալիրի մասը կազմող կաթողիկոսական պալատը՝ դրանց համադրման տվյալներով հրատարակել եմ աշխատությունների շարք [1]:

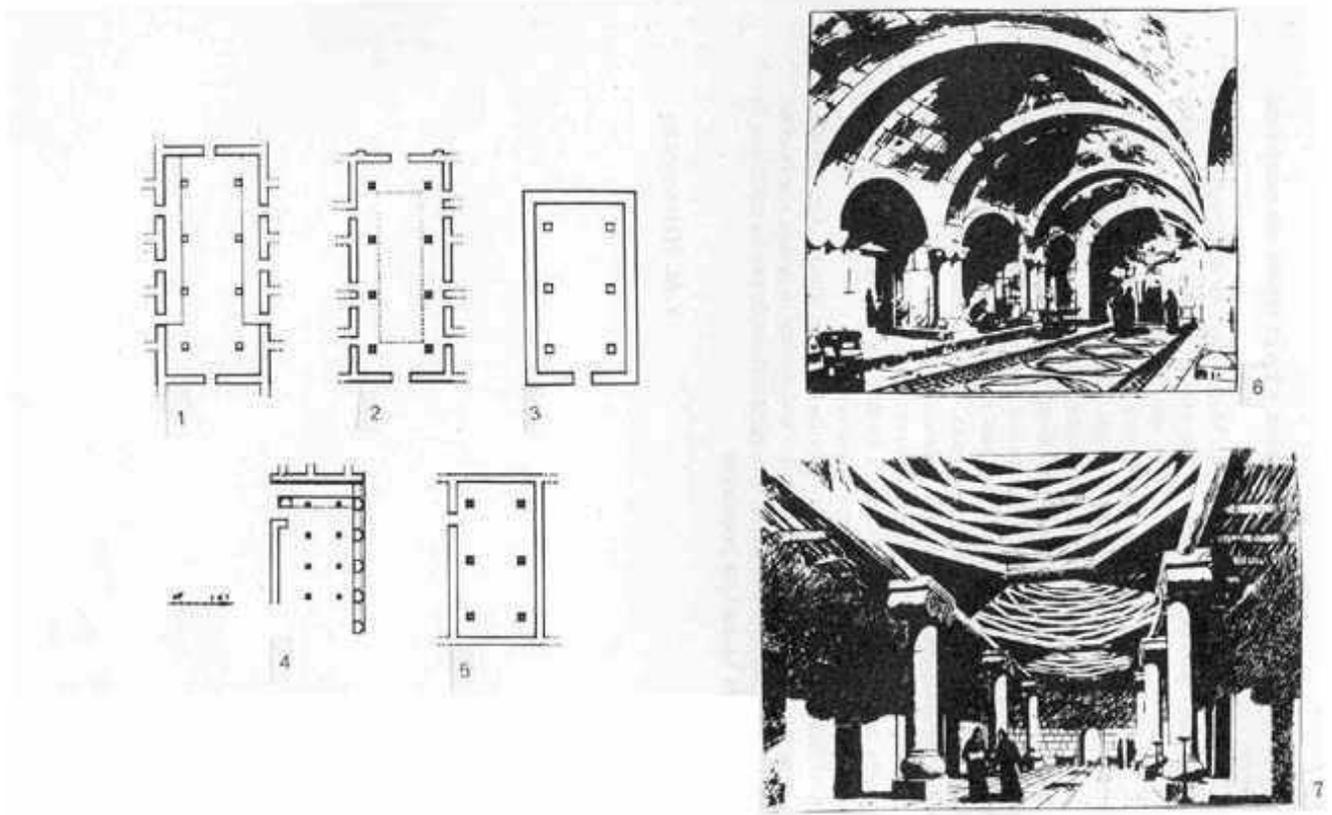
Աղյուսակ 1

Պալատը	Կառուցման ժամանակը, դար	Ներքին չափերը	Կողմերի հարաբերությունը	Սյուների քանակը, գայգ	Միջսյունա-յին հեռավորություն
Դվինի Արշակունյաց գահադահլիճը	IV	12.5 × 28.9	1 : 2.31	4	7.10 - 7.10
Դվինի կաթողիկոսական պալատը	V	11.5 × 28.9	1 : 2.34	4	7.25 - 7.30
Դվինի կենտրոնական թաղի պալատը	VI - VII	12.1 × 21.8	1 : 1.80	3	8.05 - 8.40
Ջվարթնոցի պալատը	VII	8.8 × 16.1	1 : 1.83	4	3.30 - 4.97
Արուճի պալատը	VII	11.35 × 21.31	1 : 1.87	3	7.55 - 7.55

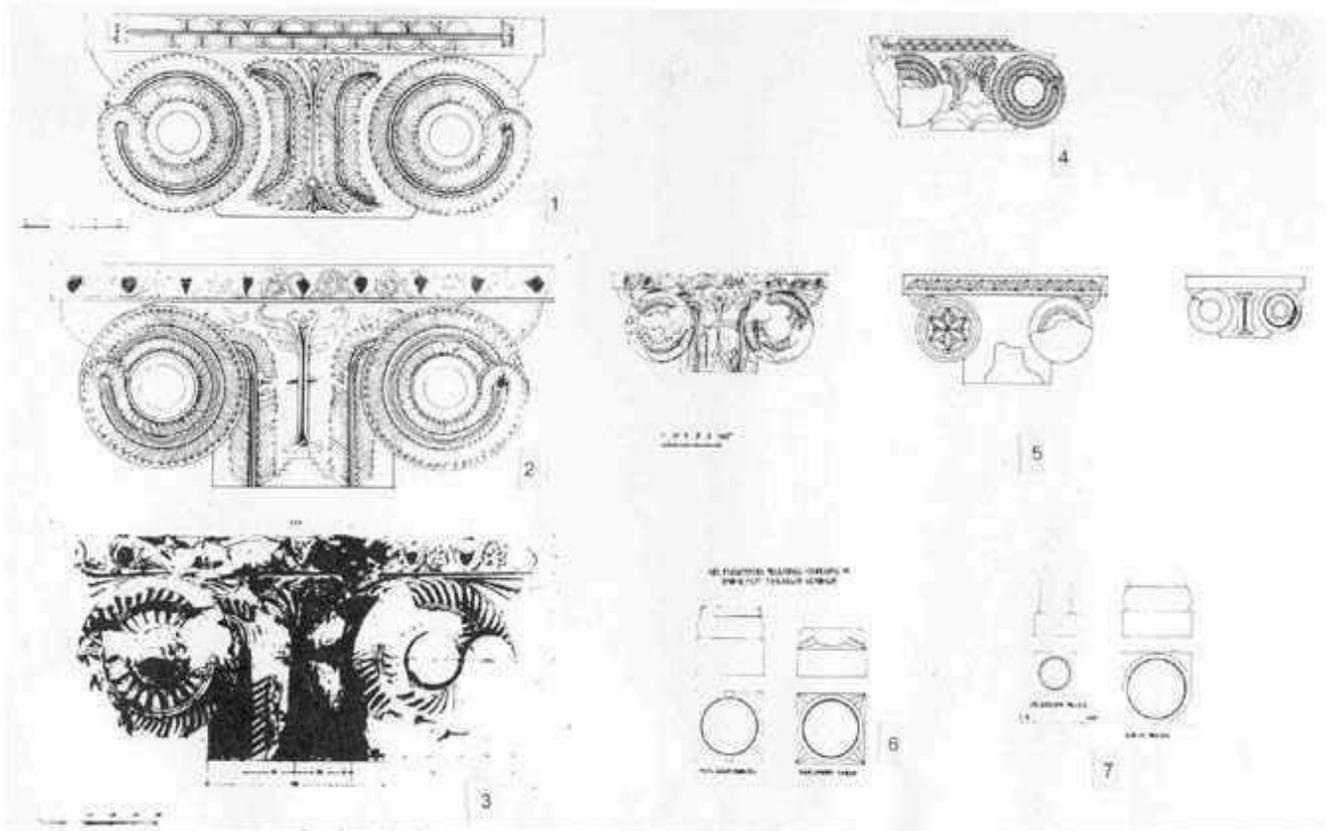
Ներկայացվող աղյուսակների տվյալները կատարված ուսումնասիրությունների արդյունք են և համեմատական վերլուծություններ կատարելու հնարավորություն են ընձեռնում:

Աղյուսակ 2

Խարիսխների չափերը, սմ	Դվինի Արշակունյաց գահադահլիճը	Դվինի կաթողիկոսական պալատը	Դվինի կենտրոնական թաղի պալատը	Ջվարթնոցի պալատը	Արուճի պալատը
Խարիսխասալի չափերը	40.0 × 40.0	100 × 100	110 × 110	60 × 60	102 × 102
Խարիսխասալի բարձրությունը	-	51.5	40.0	33.0	37.0
Բարձիկի բարձրությունը	-	45.3	28.0	19.0	36.0
Ընդհանուր բարձրությունը	-	98.8	68.0	52.0	73.0
Սյան բնի տրամագիծը	-	78.0	64.0	47.0	87.0



Նկ 1. 1. Դվինի Արշակունյաց պալատ, 2. Դվինի կաթողիկոսական պալատ,
 3. Դվինի երկրորդ պալատ, 4. Ջվարթնոցի պալատ, 5. Արուճի պալատ,
 6. Ջվարթնոցի կաթողիկոսական պալատի գահադահլիճի ներքնատեսքը,
 7. Դվինի կաթողիկոսական պալատի ներքնատեսքը:



Նկ 2. 1. Դվինի կաթողիկոսական պալատի խոյակի վերակազմություն, 2. Արուճի պալատի խոյակի վերակազմություն, 3. Արուճի պալատի խոյակի չափագրություն, 4. Դվինի պալատի խոյակը, 5 Արուճի պալատի խոյակը, 6. Դվինի երկու պալատների սյուների խարիսխները, 7. Չվարթնոցի պալատի սյուների խարիսխները

Օրինաչափ ընդհանրություններ առկա են նաև սյուների խարիսխներում, որոնց տվյալները ներկայացվում են 2-րդ աղյուսակում:

Բոլոր խարիսխները երկմաս են՝ բաղկացած քառակուսի ներքնասալից ու դրա սահմաններում գծագրվող շրջանաձև բարձիկից՝ տորից: Խարիսխների չափերին համապատասխանում են սյուների տրամագծերը:

Քննարկման ենթակա պալատական սյունազարդ դահլիճների ճարտարապետության առավել հետաքրքիր բաղադրիչները սյուները պսակող քարակերտ խոյակներն են՝ իրենց ուրույն ծավալաձևերով, չափերով ու մշակման եղանակով:

Դվինի (մեկ) և Արուճի (երկու) խոյակները միատիպ են, երկմաս, բաղկացած բուն խոյակից ու վերնասալից (աբակից): Մշակված ու քանդակազարդ է միայն սյունազարդ դահլիճի միջին նավի կողմն ուղղված երկայնական ճակատը: Թիկունքի կողմերը հարթ են, իսկ կողքերից ծավալային մշակում ունեն: Վերնասալի ողջ երկարությամբ 30 սմ լայնությամբ փորվածք կա, ամենայն հավանականությամբ, փայտյա գերանների՝ մարդակի տեղադրման համար: Քարակերտ խոյակների չափերը ներկայացված են 3-րդ աղյուսակում:

	Խոյակների գտնվելու վայրը	Ընդհանուր երկարությունը, մ	Բարձրությունը, մ	Հաստությունը, մ	Խոյողի տրամագիծը, մ
1.	Դվին	2.05	0.90	0.70	0.70
2.	Արուճ (մեծ)	2.20	0.98	0.75	0.72
3.	Արուճ (փոքր)	1.86	0.98	0.75	0.68
4.	Զվարթնոց	1.20	0.47	-	0.38

Խոյակների ճակատները հիմնականում միանման մշակում ունեն: Աջ և ձախ կողմերում տեղադրված են արմավենու ոլորահյուս ճյուղերով քանդակազարդ խոյակներ, որոնց կողմնաճակատները (ինչպես հունա-հռոմեական հոնիական խոյակներին հասուկ բարձիկներում) լոկ ծավալային մշակում ունեն:

Առանձնապես ակնհայտ են երկու խոյակների միջև գտնվող հարթությունների քանդակապատումները: Դվինի խոյակում երկու խոյողների արանքի հարթությունը մշակված է արմավի երկու ուղղաձիգ տերևների միջև տեղավորված խաչով և Արուճի մեծ խոյակում՝ համանման է, իսկ փոքրում՝ տարբեր: Խոյակների վերնասալերի ճակատների քանդակազարդման մոտիվները երեք խոյակներում նույնպես տարբեր են, ինչը վկայում է դրանց կերտման՝ տարբեր ժամանակների պատկանելու մասին¹:

Վերոհիշյալ քարակերտ խոյակների ծավալաձևերն ու ճակատների մշակումները, մեր կարծիքով, սերվում են հայկական ժողովրդական բնակելի տները Սողոմաքաշ կամ Հազարաշեն կոչված փայտակերտ ծածկերի հենարան ծառայած փայտե սյուները պսակող նույնպես փայտակերտ խոյակները, որոնք մեծ մասամբ, միայն ճակատային կողմերում, նույնպես քանդակազարդ են: Միջնադարից մեզ հասած այդպիսի փայտակերտ երկու խոյակների հազվագյուտ նմուշները պատկանում են Սևանա վանքի Սուրբ Առաքելոց եկեղեցու գավթին (այժմ պահվում են Հայաստանի պատմության թանգարանում):

Քարակերտ և փայտակերտ խոյակների համեմատական քննություն հանգեցնում է այն համոզման, որ միջնադարյան Հայաստանի պալատական ճարտարապետությունը սնվել է հարազատ ակունքներից, ստեղծել քարա-փայտային հորինվածք, որն իր հերթին վկայում է հայկական շինարվեստում փայտից քարին անցնելու կարևոր փուլը:

Քարե սյուների վրա փայտյա գերաններով ծածկի կիրառության օրինակներ հիշատակվում են հունա-հռոմեական ժամանակներում: Ինչպես հայտնում է ճարտարապետության նշանավոր պատմաբան Օգյուստ Շուազին, «հեծանը (արխիդրավը), որ կրում է անտարվեմենտի վերին մասի ծանրությունը, արխաիկ տաճարներում փայտից էր, Օլիմպիայի Հերայոնում քարե սյուների վրա հանգչում էր փայտյա հեծանը» [2]:

¹ Զվարթնոցի պալատի սյունազարդ դահլիճի խոյակի նույնատիպ լինելը վկայում է տեղում գտնված խոյակի բեկորը:

Անտիկ ճարտարապետության տեսաբան Մարկ Պոլիոն Վիտրուվի հիշատակությամբ, իր կառուցած Ֆանոյի բազիլիկում սյուները ծածկված էին փայտե գերաններով [3]:

Բերված օրինակները վերաբերում են հունական և հռոմեական ճարտարապետության զարգացման այն փուլին, երբ տեղի է ունեցել անցում փայտից քարին՝ դեռևս պահպանելով փայտակերտ կոնստրուկտիվ համակարգ: Նույնի օրինակներ հայտնի են աշխարհի տարբեր երկրներում, նաև Հայաստանում: Մեզանում անցման գործընթացը տեղի է ունեցել ավելի ուշ՝ վաղ միջնադարում (IV-VII դդ.):

Այժմ անդրադառնանք պալատների սյունազարդ դահլիճների ծածկերի հարցին: Թեև ըստ Ն. Տոկարսկու վարկածի, Դվինի կաթողիկոսական պալատի կենտրոնում եղել է ոչ թե սյունազարդ ծածկված դահլիճ, այլ պարագծերով սյունազարդ բակ, սակայն հետազոտողների մեծ մասը (Վ. Հարությունյան, Կ. Ղաֆադարյան և Հ. Խալփաղյան) գտնում են, որ այն ծածկված է եղել փայտակերտ համակարգով՝ Սողոմաքաշ կամ Հազարաշեն կոչված հորինվածքով:

Դվինի կաթողիկոսարանի սյունազարդ դահլիճի որոշ հատկանիշներ (միջսյունային տարածության չափերը, նրանց հավասարությունը լայնական և երկայնական ուղղություններում, խոյակի ձևը, նրա վերնասալի վրա երկայնական փոսի առկայությունը և այլն) հիմք են տվել եզրակացնելու, որ սյունազարդ դահլիճը եղել է փայտածածկ²: Դրա վրա են հիմնված դահլիճի՝ իմ կազմած երկայնական կտրվածքն ու ներքնատեսքը ներկայացնող զծագրերը:

Այսպիսով՝

1. Վաղմիջնադարյան հայկական ճարտարապետությունը զարգացել է տիպաբանական օրինաչափություններ մշակելով ոչ միայն եկեղեցական, այլև աշխարհիկ շենքերի հորինվածքներում:

2. Պալատական շենքերի բաղկացուցիչ մասն են կազմել չորս կամ երեք զույգ սյուներով դահլիճները: Դրանցից առաջինի թվին են պատկանում Դվինի միջնաբերդի գագաթին պեղված Արշակունյաց գահադահլիճը և քաղաքի կենտրոնում Ս. Գրիգոր Լուսավորիչ Մայր տաճարի կողքին կառուցված կաթողիկոսարանի շենքը: Նույն հատկանիշներով, սակայն, երեք զույգ սյուներով, համանման են Դվինի կենտրոնական թաղի և Արուճի պալատի սյունազարդ դահլիճները: Վերը նշվածների համեմատությամբ որոշ տարբերություններ առկա են Զվարթնոցի պալատում: Բոլորին էլ հատուկ են սյունների տեղաբաշխման, նրանց միջև հեռավորությունների, խարիսխների և խոյակների ձևերում և ծածկերի կոնստրուկտիվ համակարգերում կիրառված որոշակի օրինաչափություններ:

3. Վաղմիջնադարյան Հայաստանի պալատական ճարտարապետությունը կազմավորվել է փայտից քարին անցնելու փուլում՝ ղեկավարվելով ազգային ժառանգության ստեղծագործական շարունակման-կատարելագործման սկզբունքներով:

ՀՀ ԳԱԱ արվեստի ինստիտուտ

² Դվինի կաթողիկոսարանի պեղման ժամանակ սյունազարդ դահլիճում գտնվել են փտած գերաններ:

Академик В. М. Арутюнян

**Закономерности в композиционных и конструктивных системах
дворцовых комплексов раннесредневековой Армении**

Для раннесредневекового зодчества Армении характерно развитие не только церковных композиций, но и светской архитектуры, в частности, дворцовых комплексов, составной частью которых являлись колонные залы с четырьмя (дворец Аршакидов в верхней части цитадели Двина и дворец католикоса в центре города, рядом с соборным храмом Св. Григория) или тремя (дворцовые комплексы в центральном квартале Двина и в Аруче) парами колонн. Несколько отличается от них дворец католикоса в комплексе храма Звартноц.

Колонны, их базы и капители в колонных залах всех дворцовых комплексов были каменными, а перекрытия деревянными. Определенные закономерности наблюдаются в расстановке колонн, формах баз и капителей, системе покрытия колонных залов, которые, вместе взятые, знаменуют важный этап раннесредневековой архитектуры Армении - переход от дерева к камню; сохраняются и развиваются народные традиции.

Academician V. M. Harutyunyan

**Compositional and Constructive Regularities in Armenian Palatine
Architecture of Early Medieval Times**

In the early medieval Armenian architecture there were developed not only ecclesiastical building types but secular ones as well. Such are the palatine complexes, the main consisting parts of which are the halls of columns having 3 or 4 pairs of pillars at the center.

First instances of the indicated halls are met in the capital Dvin as the Crown-Hall of Arshakid kings at the palace on the top of the citadel, as well as in the Catholic palace at the down town near the Cathedral of St. Gregory.

The same architectural features are notable at the palatine complexes in the central part of Dvin and Aruch. Both of them have three pairs of columns at the center. By the same properties with slight differences it could be described the Catholic palace at Zvartnots church complex. Actually there are certain generalities in the architecture of the mentioned halls, they are: the shafts, the capitals, and the bases of the columns built up of stone and the gabled roofs. Identical are the distances between the columns, the forms and dimensions of the capitals, the garret windows of the roofs, etc. This all signified an important phase of early medieval Armenian architecture as a transition period from timber to stone technique of building tradition derived from popular sources.

Գրականություն

1. *Арутюнян В. А* - Труды ЕрПИИ им К.Маркса. 1947. N 8; *Հարությունյան Վ. Մ.* - ՀՍՍՀ ԳԱ տեղեկագիր հաս. գիտ. 1953, հ. 8, էջ 53-64; հ. 12, էջ 46-60; Հորինվածքային օրինաչավորություններ վաղմիջնադարյան պալատական շենքերի ճարտարապետության մեջ, 1988; *Haroutjunian V. M.* - Lois Zegissant les compositions de l'architecture palatine du Haut Moyen Age. Venezia. 1992.
2. *Шуази О.* История архитектуры. М. 1931. Т. 1. 238 с.
3. *Витрувий.* Кн. V. Гл. V. М. 1963. С.94