

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

ISSN 0321-1339

ՉԵԿՈՒՅՑՆԵՐ
ДОКЛАДЫ
REPORTS

2002

Երևան

Երևան

Yerevan

Միանիստրվել է 1944 թ.: Լույս է տեսնում քառիս 4 անգամ

Основан в 1944 г. Выходит 4 раза в год

Founded in 1944. Published quarterly

Գլխավոր խմբագիր՝ ակադեմիկոս Ս. Ա. ՆԱՐԵԱՐԶՈՒՄՅԱՆ

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

Главный редактор академик С. А. АМБАРЦУМЯН

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

Editor-in-chief academician S. A. AMBARTSUMIAN

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

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

Խմբագրության վարիչ Գ. Ա. Աբրահամյան

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

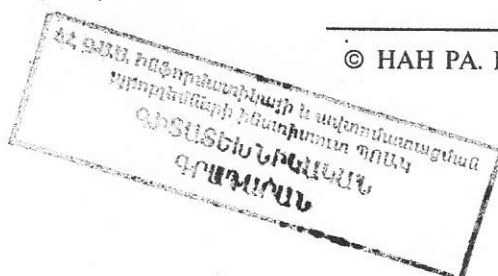
Тел. 52-44-61

Зав. редакцией Г. А. Абрамян

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

Phone-(3741) 52-44-61

© НАН РА. Президиум. 2002



ԲՈՎԱՆԴԱԿՈՒԹՅՈՒՆ

ՄԱԹԵՄԱՏԻԿԱ

Վ.Ի. Գավրիլով, Վ.Ս. Չաքարյան, Ա.Վ. Սուրբուխին – Կոմպակտության սկզբունքներ $h^p_{\max}$, $p > 0$, տարածություններում.....	293
--	-----

ԻՆՖՈՐՄԱՏԻԿԱ

Վ.Կ. Լեոնտև, Ղ.Լ. Մովսիսյան – Չափաքանակի որոշման մի խնդրի մասին	301
---	-----

ԱՌԱՋԳԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՏԵՍՈՒԹՅՈՒՆ

Մ.Վ. Բելոբեկյան, Կ.Բ. Ղազարյան – Լյավի տիպի մակերևութային ալիքները անհամասեռ շերտի դեպքում	309
--	-----

ՖԻԶԻԿԱ

Ա.Գ. Բազդրև, Հ.Ա. Մարտիրոսյան – Էլեկտրամագնիսական ալիքի ոչ գծային դիֆրակցիան անհամասեռ ֆերիտի միջավայրում	315
---	-----

Ա.Մ. Իշխանյան – Եռամակարդակ խնդրի լուծումները ${}_3F_2$ ընդհանրացված հիպերերկրաչափական ֆունկցիաներով.....	320
---	-----

ԷԼԵԿՏՐԱՏԵԽՆԻԿԱ

Գ.Լ. Արեշյան – Նոր տիպի ունակային սինխրոն մեքենայի դիֆերենցիալ հավասարումների համակարգ.....	327
---	-----

ԱՆԱԼԻՏԻԿ ԲԻՄԱ

Ն.Օ. Գյուլչյան, Ա.Ա. Եղիազարյան, Ջ.Ա. Միքաելյան, Հ.Գ. Խաչատրյան – Օբսացիլինի էքստրակցիոն-ապտորքցիոնետրական որոշումը դիազինային շարքի ներկանյութ սափրամին S-ով...	330
--	-----

ԵՐԿՐԱԲԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

Ռ.Ա. Մանդալյան – Հայաստանի Տավուշի մարզի կարստի զարգացման մասին	336
---	-----

ՍԵՅՍՄՈԼՈԳԻԱ

Ռ.Հ. Մովսիսյան, Ա.Կ. Պենև, Ս.Յու. Բալասանյան, Ա.Գ. Բեգլարյան – Սեյսմիկ գեոդեզիա (նոր ուղղություն գեոդինամիկայում).....	341
--	-----

ՄՈԼԵԿՈՒԼԱՅԻՆ ԿԵՆՍԱԲԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

Ա.Ս. Աղաբալյան, Ա.Ժ. Մկրտչյան, Գ.Ս. Արզումանյան, Վ.Է. Հակոբյան, Կ. Գ. Ղարազյոզյան – Միջին զանգվածի մոլեկուլների ֆիզիկաքիմիական բնութագիրը և նրանց դերը էնդոտոքսիկոզների ծագման մեջ.....	347
---	-----

Կ. Գ. Ղարազյոզյան, Ա.Մ. Ջավդորոդնյայա, Լ.Վ. Կարաբաշյան, Կ.Օ. Հովնանյան, Ա.Գ. Մխիթարյան, Ա.Մ. Արզումանյան – Սաղմնածնության գործընդհացների վրա պարբերական հիվանդությամբ հիվանդների լիմֆոցիտար գործոնների ցիտոտոքսիկ ազդեցությունների մոլեկուլային ասպեկտները.....	352
---	-----

ԲԻՈԲԻՄԱ

Ս.Ս. Ալեքսանյան, Ա.Ե. Հարությունյան, Լ.Վ. Սարգսյան, Ա.Ա. Գալոյան – Հիմնային և թթվային ֆոսֆատազների ակտիվության փոփոխությունը սպիտակ առնետների օրգաններում քիմոզին β_4 (11-19) հատվածի ներքո.....	357
--	-----

Ա.Ե. Հարությունյան, Սերգ.Ս. Ալեքսանյան, Մ.Ա. Բաբայան, Ս.Ս. Ալեքսանյան, Մ.Ա. Միմոնյան, Ա.Ա. Գալոյան – Գալարմինի կարգավորիչ դերը հիպոթերմիայի ժամանակ.....	361
--	-----

ԿԵՆԴԱՆԱԲԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

Հ.Ջ. Գրիգորյան – Կենդանիների կարգաբանական անվանումների համակարգման անհրաժեշտությունը հայերենում.....	367
--	-----

Բովանդակություն 102-րդ հատորի.....	371
------------------------------------	-----

СОДЕРЖАНИЕ

МАТЕМАТИКА

- В.И. Гаврилов, В.С. Захарян, А.В. Субботин* — Критерии компактности в пространствах $h^p_{\max}$, $p > 0$, 293

ИНФОРМАТИКА

- В.К. Леонтьев, Г.Л. Мовсисян* — Об одной проблеме дозирования 301

ТЕОРИЯ УПРУГОСТИ

- М.В. Белубекян, К.Б. Казарян* — Поверхностные волны типа Лява в случае неоднородного слоя 309

ФИЗИКА

- А.Г. Багдоев, Г.А. Мартиросян* — Нелинейная дифракция электромагнитной волны в неоднородной ферритовой среде 315

- А.М. Исиханян* — Решения трехуровневой задачи в обобщенных гипергеометрических функциях ${}_3F_2$ 320

ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

- Г.Л. Аресян* — Система дифференциальных уравнений емкостной синхронной машины нового типа 327

АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- Н.О. Геокчян, А.А. Егиазарян, Дж.А. Микаелян, А.Г. Хачатрян* — Экстракционно-абсорбциометрическое определение диазиновым красителем сафранином Т 330

ГЕОЛОГИЯ

- Р.А. Мандалян* — О развитии карста в Тавушской области Армении 336

СЕЙСМОЛОГИЯ

- Р.А. Мовсисян, А.К. Певнев, С.Ю. Баласанян, А.Г. Бегларян* — Сейсмическая геодезия (новое направление в геодинاميке) 341

МОЛЕКУЛЯРНАЯ БИОЛОГИЯ

- А.С. Агабян, А.Ж. Мкртчян, Г.С. Арзуманян, В.Э. Акопян, К.Г. Карагезян* — Физико-химическая характеристика молекул средней массы, их роль в возникновении эндотоксикозов 347

- К.Г. Карагезян, А.М. Завгородняя, Л.В. Карабашян, К.О. Овнанян, А.Г. Мхитарян, А.М. Арзуманян* — Молекулярные аспекты цитотоксического действия лимфоцитарных факторов у больных периодической болезнью на процессы эмбриогенеза 352

БИОХИМИЯ

- С.С. Алексанян, А.Е. Арутюнян, Л.В. Саркисян, А.А. Галоян* — Изменение активности щелочной и кислой фосфатаз под влиянием фрагмента тимозин β_4 (11-19) в разных органах белых крыс 357

- А.Е. Арутюнян, Серг.С. Алексанян, М.А. Бабаян, С.С. Алексанян, М.А. Симонян, А.А. Галоян* — Регулирующий эффект галармина при гипотермии 361

ЗООЛОГИЯ

- А.Дж. Григорян* — О необходимости систематизирования таксономических наименований животных в армянском языке 367

- Содержание 102-го тома 371

CONTENTS

MATHEMATICS	293
<i>V.J. Gavrilov, V.S. Zakaryan, A.V. Subbotin</i> – Criteria of compactness in spaces $h^p_{\max}$, $p>0$	
COMPUTER SCIENCES	301
<i>V.K. Leontiev, Gh.L. Movsisian</i> – On one dosage problem.....	
THEORY OF ELASTICITY	309
<i>M.V. Belubekyan, K.B. Ghazaryan</i> – Surface Love's waves in a case of non-homogenous layer.....	
PHYSICS	315
<i>A.G.Bagdoev, H.A. Martirosian</i> – Non-linear diffraction of electromagnetic wave in inhomogeneous ferrit media.....	
<i>A.M. Ishkhanyan</i> – Solutions of the three-level problem in terms of generalized hypergeometric functions ${}_3F_2$	
ELECTROTECHNICS	327
<i>G.L. Areshian</i> – The system of differential equations of a new type capacitance synchronus generator.....	
ANALYTIC CHEMISTRY	330
<i>N.O. Geokchyan, A.A. Eghiazaryan, J.A. Mikaelyan, H.G. Khachatryan</i> – Extraction-absorbtometric determination of oxacillin by safranin T diazinic dye.....	
GEOLOGY	336
<i>R.A. Mandalyan</i> – About a karst development of Tavush (Armenia).....	
SEISMOLOGY	341
<i>R.H. Movsisyan, A.K. Pevnev, S. Yu. Balasanyan, S.G. Beglaryan</i> – Seismic geodesy (a new direction in geodynamics).....	
MOLECULAR BIOLOGY	347
<i>A.S. Agabalyan, A.J. Mktrchyan, G.S. Arzumanyan, V.E. Hakobyan, K.G. Karageuzian</i> – Physico-chemical characteristics of middle molecules and their ruls in origin of endotoxiosis.....	
<i>K.G. Karagezyan, A.M. Zavgorodnyaya, L.V. Karabashyan, K.O. Hovnanyan, A.G. Mkhitarian, A.M. Arzumanyan</i> – Molecular aspects of cytotoxic effect of mediterranean fever patients' lymphocyta factors on the process of embriogenesis.....	
BIOCHEMISTRY	357
<i>S.S. Alexanyan, A.E. Harutiunyan, L.V. Sarkissian, A.A. Galoyan</i> –The changes in the activity alcaline and acid phosphatases under effect thymosin β_4 (11-19) in different organs of white rats	
<i>A.E. Harutiunyan, Serg.S. Alexanyan, M.A. Babayan, S.S. Alexanyan, M.A. Simonyan, A.A. Galoyan</i> – The regulating effect of Galarmin of hypoglicemia.....	
ZOOLOGY	367
<i>H.J. Grigoryan</i> – The importace of systematizing of dinominative names of animals.....	
Contents of 102 volume.....	371

МАТЕМАТИКА

УДК 539.1

В.И. Гаврилов, академик В.С. Захарян, АВ. Субботин

Критерии компактности в пространствах $h_{max}^p, p > 0$

(Представлено 31/X 2001)

Символом U обозначим открытый единичный круг $|z| < 1$ на комплексной плоскости C , а символом T - его границу $|z| = 1$. Для произвольной комплексной функции $U(r)$, определенной в U , величину

$$\sup_{0 \leq r < 1} |U(re^{i\theta})| = (Mu)(e^{i\theta})$$

называют радиальной максимальной функцией

Если функция $U(z)$ непрерывна в круге U , то для произвольной $p > 0$ обозначим

$$\|U_p\| = \sup_{0 \leq r < 1} \left[\int_{-\pi}^{\pi} |U(re^{i\theta})|^p \frac{d\theta}{2\pi} \right]^{\frac{1}{p}}, \quad (1)$$

$$\|U_p\|^* = \left[\int_{-\pi}^{\pi} (Mu)^p(e^{i\theta}) \frac{d\theta}{2\pi} \right]^{\frac{1}{p}}. \quad (2)$$

Гармоническую в круге U функцию $U(z)$ относят к малому классу Харди $h^p, p > 0$, если $\|U_p\| < \infty$. Аналитическую в круге U функцию $f(z)$ относят к большому классу Харди $H^p, p > 0$, если $\|f_p\| < \infty$, а последнее равносильно тому, что $U, V \in h^p, p > 0$, где $f(z) = U(z) + V(z)$, $z \in U$ (см.[1, §1.1]).

Определение 1. Гармоническую функцию $U(z)$, определенную в круге U , отнесем к классу $h_{max}^p, p > 0$, если $\|U_p\|_p^* < +\infty$, так что вложение $h_{max}^p \subseteq h^p$ справедливо для всех $p > 0$.

Определение 2. Для любой функции $U \in h_{max}^p, p > 0$, функции $U_r, 0 \leq r < 1$, определим формулой

$$U_r(z) = U(rz), \quad z \in U, \quad 0 \leq r < 1.$$

Отметим, что настоящая работа тесно связана со статьей [2] авторов и может считаться ее продолжением.

Определяемая формулой (2) характеристика $\|\cdot\|_p^*$ является абсолютно однородной, так что понятие ограниченности подмножества пространства $h_{max}^p, p > 0$, в линейно-топологическом смысле эквивалентно понятию ограниченности в метрике ρ_p^* . Свойство же полной ограниченности множества в $h_{max}^p, p > 0$, описывается следующей теоремой.

Теорема 1. Для того, чтобы множество $L \subseteq h_{max}^p, p > 0$, было вполне ограниченным относительно метрики ρ_p^* , необходимо и достаточно выполнения следующих двух условий:

- а) L ограничено в метрике ρ_p^* ;
- б) функции $u_r, 0 \leq r < 1$, сходятся к функции u при $r \rightarrow 1$ — относительно метрики ρ_p^* равномерно по $u \in L$.

Доказательство. Необходимость. Ограниченность вполне ограниченного множества есть общий факт теории метрических пространств, так что условие а) необходимо.

Чтобы установить необходимость условия б), выберем любое $\varepsilon > 0$ и найдем, согласно условию полной ограниченности множества L , конечную $\varepsilon/3$ -сеть для L , т.е. такое конечное множество $K = \{u_1, \dots, u_n\} \subseteq L$, что для любой функции $u \in L$ найдется $u_k \in K, 1 \leq k \leq N$, такое что $\rho_p^*(u_k, u) \leq \varepsilon/3$. По теореме 4 [2] для этого $\varepsilon > 0$ найдется также число $r_0 \in [0, 1)$, такое что неравенство $\rho_p^*((u_k)_r, u_k) \leq \varepsilon/3$ выполнено при $r \in [r_0, 1)$ для всех $k, 1 \leq k \leq N$, где функции $(u_k)_r, 0 \leq r < 1$, определяются формулой $(u_k)_r(z) = u_k(rz), z \in U$. С другой стороны, в силу оценок $\|u_r\|_p^* \leq \|u\|_p^*, u \in h_{max}^p, p > 0, 0 \leq r < 1$, и неравенства треугольника для метрики ρ_p^* , имеем $\rho_p^*(u_r, u) \leq \rho_p^*(u_r, (u_k)_r) + \rho_p^*((u_k)_r, u_k) + \rho_p^*(u_k, u) \leq 2\rho_p^*(u_k, u) + \rho_p^*((u_k)_r, u_k)$ для любой u и любого $1 \leq k \leq N$. Если номер k подобран так, что $\rho_p^*(u_k, u) \leq \varepsilon/3$, и если $r \in [r_0, 1)$, то, по доказанному выше, получаем оценку $\rho_p^*(u_r, u) \leq 2\varepsilon/3 + \varepsilon/3 = \varepsilon$ для всех $u \in L$ и любого $r \in [r_0, 1)$; т.е. $u_r \rightarrow u$ в метрике ρ_p^* при $r \rightarrow 1$ равномерно по $u \in L$.

Достаточность. Предположим, что для множества $L \subseteq h_{max}^p, p > 0$, выполнены условия а) и б) теоремы. Тогда, согласно теореме 1[2], ограниченным в H^p будет множество функций $\tilde{L} = \{f \in H^p; \operatorname{Re} f \in L, \operatorname{Im} f(0) = 0\}$ и, в силу неравенства 10 [2], семейство $\tilde{L}$ равномерно ограничено на компактах круга U . В силу критерия Монтеля, множество $\tilde{L}$ относительно компактно, а значит, и вполне ограничено в метрике равномерной сходимости на компактах из U . Задав произвольным $\varepsilon > 0$, найдем, согласно условию б), такое $r_0 \in [0, 1)$, что для всех $u \in L$ выполнено $\rho_p^*(u_{r_0}, u) \leq \varepsilon/2$ (где $u_{r_0}(z) = u(r_0 z), z \in U$). Так как семейство $\tilde{L}$ вполне ограничено в метрике равномерной сходимости на компактах в U , то для него существует конечная $(\varepsilon/2)^{1/\alpha_p}$ -сеть ($\alpha_p = \min(1, p)$) в норме

$$\|f\|_{\infty, r_0} = \max_{|z| \leq r_0} |f(z)|;$$

т.е. существует такой набор функций $\{f_1, \dots, f_N\} \subseteq \tilde{L}$, что для любой функции $f \in \tilde{L}$ найдется номер $k, 1 \leq k \leq N$, такой что $\|f - f_k\|_{\infty, r_0} \leq (\varepsilon/2)^{1/\alpha_p}$.

Итак, пусть $u \in L$. Найдем для нее такую функцию $f \in \tilde{L}$, что $\operatorname{Re} f = u$, и выберем номер $1 \leq k \leq N$ так, чтобы было выполнено $\|f - f_k\|_{\infty, r_0} \leq (\varepsilon/2)^{1/\alpha_p}$. Тогда $\rho_p^*(u, (\operatorname{Re} f_k)_{r_0}) \leq \rho_p^*(u, u_{r_0}) + \rho_p^*(u_{r_0}, (\operatorname{Re} f_k)_{r_0}) \leq \rho_p^*(u, u_{r_0}) + \|f_k - f\|_{\infty, r_0}^{\alpha_p} \leq \varepsilon/2 + \varepsilon/2 = \varepsilon$, т.е. показано, что функции $u_k (\operatorname{Re} f_k)_{r_0}, 1 \leq k \leq N$, образуют ε -сеть множества L в метрике ρ_p^* . Так как конечная ε -сеть построена для любого $\varepsilon > 0$, то множество L вполне ограничено.

Следствие 1. Утверждение теоремы 4 [2] имеет место равномерно на любом компактном множестве функций из $h_{max}^p, p > 0$.

Критерий компактности в пространствах $h_{max}^p, p > 0$, можно сформулировать и в другой форме. Напомним, что условие полной ограниченности множества в полном метрическом пространстве равносильно его относительной компактности (т.е. компактности его замыкания).

Теорема 2. Множество L вполне ограничено в пространстве $h_{max}^p, p > 0$, тогда и только тогда, когда

а) L ограничено в метрике ρ_p^* ;

б) интегралы семейства функций $\{(Mu)^p(e)^{i\theta}, \theta \in [-\pi; \pi]\}_{u \in L}$ равностепенно абсолютно непрерывны на $[-\pi; \pi]$; т. е. для любого $\varepsilon > 0$ существует такое $\delta > 0$, что

$$\int_a (Mu)^p(e^{i\theta}) \frac{d\theta}{2\pi} < \varepsilon, u \in L,$$

для любого множества e на $[-\pi; \pi]$ лебеговой меры меньше δ ; и

в) для любой последовательности $(u_n) \subseteq L$ существует подпоследовательность $(u_{n_k}) \subseteq (u_n)$, для которой $M(u_{n_k} - u_{n_m}) \rightarrow 0$ при $k, m \rightarrow \infty$ по мере.

Доказательство. Необходимость условия а) проверяется так же, как в теореме 1.

Чтобы показать необходимость условия б), предположим, напротив, что интегралы семейства функций $\{(Mu)^p(e)^{i\theta} - \pi \leq \theta \leq \pi\}_{u \in L}$ не являются равностепенно абсолютно непрерывными на $[-\pi; \pi]$. Тогда найдется некоторая последовательность функций $(Mu_n)^p, (u_n) \subseteq L$ этого семейства такая, что она сама и любая ее подпоследовательность не имеют равностепенно абсолютно непрерывных интегралов. Согласно условию полной ограниченности множества L , существует подпоследовательность (u_{n_k}) последовательности (u_n) , сходящаяся к некоторой функции $u \in h_{max}^p$ в метрике ρ_p^* . Отсюда, в силу неравенства Чебышева,

$$meas\left\{M(u_{n_k} - u) \geq \varepsilon\right\} \leq \frac{1}{\varepsilon^p} \int_{-\pi}^{\pi} \left[M(u_{n_k} - u)\right]^p(e^\theta) d\theta = \frac{2\pi}{\varepsilon^p} \left(\|u_{n_k} - u\|_p^*\right)^{p/\alpha_p} \rightarrow 0,$$

при $k \rightarrow \infty$ для любого $\varepsilon > 0$, так что последовательность $(Mu_{n_k})(e)^{i\theta}$ сходится к $Mu(e)^{i\theta}$ при $k \rightarrow \infty$ по мере на отрезке $[-\pi; \pi]$. Выбирая, если это необходимо, подпоследовательность, можем считать, что

$$\lim_{k \rightarrow \infty} Mu_{n_k}(e)^{i\theta} = Mu(e)^{i\theta}$$

почти всюду на $[-\pi; \pi]$. С другой стороны, из сходимости (u_{n_k}) к u при $k \rightarrow \infty$ в метрике ρ_p^* и свойства непрерывности характеристики $\|\cdot\|_p^*$ относительно метрики ρ_p^* имеем

$$\begin{aligned} \lim_{k \rightarrow \infty} \|u_{n_k}\|_p^* &= \|u\|_p^*, \text{ т. е.} \\ \lim_{k \rightarrow \infty} \int_{-\pi}^{\pi} (Mu_{n_k})^p(e^{i\theta}) \frac{d\theta}{2\pi} &= \int_{-\pi}^{\pi} (Mu)^p(e^{i\theta}) \frac{d\theta}{2\pi}. \end{aligned} \quad (3)$$

В соответствии с общей предельной теоремой (см., например, [3, Введение]), утверждение (3) имеет место тогда и только тогда, когда последовательность $(Mu_{n_k})^p$ обладает равносте-

пенно абсолютно непрерывными интегралами, что противоречит выбору последовательности (u_n) .

Наконец, условие в) было уже проверено в процессе доказательства необходимости условия б) (см. использованное выше неравенство Чебышева).

Достаточность. Чтобы проверить полную ограниченность множества в метрическом пространстве, достаточно показать, что из любой последовательности его элементов можно выделить фундаментальную подпоследовательность.

Итак, пусть (u_n) - некоторая последовательность функций множества L . Используя свойство в), выделим из нее такую подпоследовательность (u_{n_k}) , чтобы $M(u_{n_k} - u_{n_m}) \rightarrow 0$ при $k, m \rightarrow \infty$ по мере на множестве T . Переходя, если необходимо, к подпоследовательности, можем считать, что $M(u_{n_k} - u_{n_m}) \rightarrow 0$ при $k, m \rightarrow \infty$ почти всюду на множестве T . В силу элементарного неравенства $(a + b)^p \leq 2^p(a^p + b^p)$, $a, b, p \geq 0$, имеем оценку $[M(u_{n_k} - u_{n_m})]^p \leq 2^p[(Mu_{n_k})^p + (Mu_{n_m})^p]$, из которой, согласно условию б), заключаем, что двойная последовательность $(M(u_{n_k} - u_{n_m})^p)$ функций на $[-\pi; \pi]$ обладает равномерно абсолютно непрерывными интегралами. В силу предельной теоремы ([3, Введение]), имеем

$$\int_{-\pi}^{\pi} [M(u_{n_k} - u_{n_m})]^p (e^{i\theta}) \frac{d\theta}{2\pi} \rightarrow 0 \text{ при } k, m \rightarrow \infty$$

или $\|u_{n_k} - u_{n_m}\|_p \rightarrow 0$ при $k, m \rightarrow \infty$, что и означает фундаментальность последовательности (u_{n_k}) в метрике ρ^* .

Замечание 1. В приведенном доказательстве достаточности не использовано условие а), но оно вытекает из условия б).

Замечание 2. При $p > 1$, в силу теоремы М. Рисса и максимальной теоремы Харди - Литтлвуда, нормы $\|\cdot\|_p$ и $\|\cdot\|_p^*$ эквивалентны на $h^p = h_{max}^p$. Поэтому понятия полной ограниченности в порожденных ими топологиях равносильны. Кроме того, пространства h^p при $p > 1$ изометрически изоморфны пространствам L^p на отрезке $[-\pi; \pi]$ с нормированной мерой Лебега. Принимая во внимание критерий полной ограниченности в классах L^p (см. [3, гл. III, § 3, теорема 6]), получим, что множество L вполне ограничено в h_{max}^p , $p > 1$, если, и только если, оно ограничено, интегралы семейства функций $\{|u^*(e^{i\theta})|^p, \theta \in [-\pi; \pi]\}_{u \in L}$ где u^* - радиальные пределы функций $u \in L$, равномерно абсолютно непрерывны на $[-\pi; \pi]$, а семейство функций $\{|u^*(e^{i\theta})|^p, \theta \in [-\pi; \pi]\}_{u \in L}$ - относительно компактно в топологии сходимости по мере на отрезке $[-\pi; \pi]$. Отметим, что в этом критерии, по сравнению с теоремой 2, ослаблены условия б) и в). Это означает, что из условия равномерной абсолютной непрерывности интегралов p -ых степеней радиальных пределов функций некоторого множества функций класса h^p , $p > 1$, и относительной компактности этих радиальных пределов по мере следуют более сильные свойства равномерной абсолютной непрерывности интегралов p -ых степеней радиальных (и даже угловых, если теорему 2 сформулировать в терминах угловых максимальных функций) максимальных функций этого множества и относительной компактности по мере функций этого множества, равномерной на радиусах!

С другой стороны, этот "ослабленный" критерий компактности не может быть распространен на случай $0 < p \leq 1$, как показывает пример последовательности $u_n(z) = p(z^n)$, $z \in U$, где $p(z)$ - функция класса h_1 заданная формулой

$$p(z) = \frac{1 - |z|^2}{|1 - z|^2}, \quad |z| < 1 \quad (4)$$

С последним замечанием созвучно наблюдение, что известная теорема Хинчина – Островского (см. [3, гл. II, §7, п. 1]) не может быть прямо перенесена со случая аналитических функций класса Островского - Неванлинны N^1 на гармонические функции класса h^1 (в чем убеждает простой пример последовательности $u_n(z) = (-1)^n p(z)$, $z \in U$, где функция $p(z)$ определена формулой (4)).

Теорема 2, однако, позволяет получить некий аналог этой теоремы.

Теорема 3. Пусть (u_n) - последовательность гармонических в круге U функций класса h^1 , ограниченная в нуле, удовлетворяющая условию

$$\int_{\pi}^{-\pi} u_n^+(re^{i\theta}) \frac{d\theta}{2\pi} \leq C, \quad 0 \leq r < 1 \quad (5)$$

для некоторой конечной постоянной $C \geq 0$ и сходящаяся при $n \rightarrow \infty$ равномерно почти на каждом радиусе круга U . Тогда $n \rightarrow \infty$ функции u_n сходятся равномерно на компактах в U к некоторой гармонической функции u , также принадлежащей классу h^1 , причем сходимост имеет место также и в метрике любого пространства h_{max}^p , $0 < p < 1$

Доказательство. Нетрудно видеть, что первое условие теоремы эквивалентно условию $\sup_n \|u_n\|_1 < +\infty$.

Действительно, интегралы

$$\int_{\pi}^{-\pi} u_n(re^{i\theta}) \frac{d\theta}{2\pi} = u_n(0), \quad 0 \leq r < 1$$

по свойству среднего значения гармонических функций и условию теоремы ограничены по n и $0 \leq r < 1$, следовательно, ограничены и интегралы

$$\int_{-\pi}^{\pi} |u_n(re^{i\theta})| \frac{d\theta}{2\pi} = 2 \int_{-\pi}^{\pi} u_n^+(re^{i\theta}) \frac{d\theta}{2\pi} - \int_{-\pi}^{\pi} u_n(re^{i\theta}) \frac{d\theta}{2\pi}, \quad 0 \leq r < 1.$$

Переходя к точной верхней грани по r , получаем искомую ограниченность характеристик $\|u_n\|_1$, $n \in N$.

Для любого $0 < p < 1$, согласно теореме 2 [2], ограничены и характеристики $\|u_n\|_p^*$, $n \in N$, т. е. выполнено условие а) теоремы 2. С помощью неравенства Гельдера нетрудно показать, что из ограниченности интегралов некоторого семейства функций в большей степени следует равностепенная абсолютная непрерывность интегралов этого семейства в меньшей степени, так что для последовательности (u_n) выполнено и второе условие б) теоремы 2. Наконец, условие в) теоремы 2 утверждается вторым условием доказываемой теоремы. По теореме 2, последовательность (u_n) относительно компактна в пространстве h_{max}^p , $0 < p < 1$. Выделим из нее

подпоследовательность (u_{n_k}) , сходящуюся в метрике ρ_p^* к некоторой функции $u \in h_{max}^p$. Согласно теореме 3 [2], эта сходимость равномерна на любом компакте из U . Полагая в (5) $n = n_k$ и устремляя $k \rightarrow \infty$, при фиксированном $0 \leq r < 1$, имеем

$$\int_{-\pi}^{\pi} u_n^+(re^{i\theta}) \frac{d\theta}{2\pi} \leq C, \quad 0 \leq r < 1,$$

и

$$u(0) = \lim_{k \rightarrow \infty} u_{n_k}(0)$$

- конечная величина. Как и в начале доказательства, отсюда следует, что функция u принадлежит пространству h^1 .

Осталось показать, что вся последовательность (u_n) сходится к этой функции u .

Действительно, предположим, что некоторая подпоследовательность $(u_{n'_m})$ последовательности (u_n) обладает свойством $\rho_p^*(u_{n'_m}, u) \geq \varepsilon$ для некоторого $\varepsilon > 0$. Выделим, в силу доказанного свойства относительной компактности (u_n) , подпоследовательность $(u_{n'_i}) \subseteq (u_{n'_m})$, сходящуюся к некоторой функции v пространства h_{max}^p в метрике ρ_p^* . Поскольку, согласно условию теоремы, $M(u_{n_k} - u_{n'_i}) \rightarrow \infty$ при $k, l \rightarrow \infty$ почти всюду на T , то ограничиваясь в определении радиальной максимальной функции M точной верхней гранью до некоторого предела и пользуясь равномерной сходимостью u_{n_k} и $u_{n'_i}$ к u и v , соответственно, на любом компакте из U , имеем

$$\sup_{0 \leq r \leq r_0} |u(re^{i\theta}) - v(re^{i\theta})| = 0$$

для почти всех $\theta \in [-\pi; \pi]$, $0 \leq r_0 < 1$; т. е. $u = v$ на почти всех радиусах круга $|z| \leq r_0$. Так как функции u и v на круге $|z| \leq r_0$ непрерывны, то заключаем, что $u \equiv v$ на любом круге $|z| \leq r_0$, $0 \leq r_0 < 1$. В силу произвольности $0 \leq r_0 < 1$, $u \equiv v$ всюду в круге U , что противоречит предположению $\rho_p^*(u_{n'_m}, u) \geq \varepsilon$ и тому, что $\rho_p^*(u_{n'_i}, v) \rightarrow 0$ при $l \rightarrow \infty$. Полученное противоречие доказывает теорему 3.

Замечание 3. Утверждение о сходимости в метриках пространств h_{max}^p , $0 < p < 1$ не может быть усилено до утверждения о сходимости в норме пространства h^1 , как показывает пример последовательности функций $u_n(z) = p(ze^{i\alpha_n})$, $z \in U$, где (α_n) - произвольная бесконечно малая последовательность действительных не равных нулю чисел и функция $p(z)$ определена при помощи (4).

Замечание 4. Аналог теоремы 3 справедлив для функций классов h_{max}^p , $0 < p < 1$. если условие (5) заменить на условие ограниченности (u_n) в пространствах h_{max}^p и утверждение о сходимости в метриках пространств h_{max}^p для $0 < p < 1$ - на утверждение о сходимости в метриках пространств $h_{max}^{p'}$ любого p' , $0 < p' < p$.

Московский государственный университет им. М.Аомоносова

Государственный инженерный университет Армении

Վ.Ի. Գավրիլով, ակադեմիկոս Վ.Ս. Ջաքարյան, Ա.Վ. Սուրոտին

Կոմպակտության սկզբունքներ $h_{max}^p, p > 0$ տարածություններում

Սահմանվում են $h_{max}^p, p > 0$, դասերը, որոնք ընկնում են Հարդիի $h^p, p > 0$, հարմոնիկ ֆունկցիաների դասերի մեջ:

Բերվում է $h_{max}^p, p > 0$, դասում բազմության լրիվ սահմանափակ լինելու անհրաժեշտ և բավարար պայմանը:

Կոմպակտության սկզբունքները $h_{max}^p, p > 0$, տարածությունում ձևակերպված են նաև այլ տեսքով:

Աշխատանքը իր բնույթով կարելի է համարել հեղինակների [2] աշխատանքի շարունակությունը:

Литература

1. *Duren P.L.* - Theory of H^p spaces. N.-Y. - L. Acad. Press. 1970. XII. 258 p.
2. *В.И. Гаврилов, В.С. Захарян, А.В. Субботин.* - ДНАН Армении. 2002. Т. 102. N3. С.203-210
3. *Привалов И.И.* Граничные свойства аналитических функций. М.-Л. ГИТТЛ. 1950. 336 с.

ИНФОРМАТИКА

УДК 510

В.К.Леонтьев, Г.Л.Мовсисян

Об одной проблеме дозирования

(Представлено академиком Ю. Г. Шукурзяном 16/IX 2002)

Многие производственные процессы заканчиваются выдачей продукции в заранее определённых дозах: 25 кг - мешок цемента, 2 кг - корм для собак, литр растительного масла, 400 г - пакет цветной капусты и т.д. Для дозирования используются объёмные и весовые дозаторы или их различные комбинации. Область применения этих дозаторов зависит от внешних характеристик дозируемого продукта. Например, для жидких или однородных продуктов предпочтительней объёмные дозаторы. В большинстве же случаев в связи с явной "неоднородностью" продукта предпочтительней использовать весовые дозаторы. В любом случае, при дозировке продукта по определённому весу или объёму необсуждаемым является принцип гарантированного результата - продукт, попадающий к потребителю, должен иметь вес или объём не менее, чем заявленный. Поскольку характеристики продукта не всегда позволяют достичь абсолютной точности дозирования, то производитель может нести существенные потери в связи с превышением заявленного минимума. Например, при упаковке цветной капусты в пакеты по 400 г превышение дозы на 5 г ($\approx 1.5\%$) приводят к убыткам в сотни тысяч долларов в год. Кроме того, возможны потери в связи с ухудшением качества смеси, с уменьшением надёжности (высокие технологии), а также с уменьшением уровня безопасности (медицинские препараты).

Мы рассмотрим одну из естественных проблем, возникающих при использовании весового дозатора в рамках описанной ниже модели.

Имеется партия яблок S , которую требуется упаковать в пакеты, вес каждого из которых должен быть не менее, чем предназначенное число m . При фиксированной цене пакета "качество" торговли определяется средним весом пакета и в некоторых случаях может быть неудовлетворительным, так как средний вес пакета существенно превышает m . Приведенные ниже примеры, возможно, несколько прояснят общую ситуацию.

1. Пусть в партии S все яблоки имеют одинаковый вес, равный 5, и предписанный минимальный вес пакета равен 11. Ясно, что при соблюдении условия формирования пакета каждый

из них будет иметь вес, равный 15, что на 40% превышает предписанный вес и, тем самым, торговля абсолютно убыточна.

2. Если в партии S все яблоки имеют равновероятные веса 2 и 6, а предписанный минимальный вес $m = 10$, то возможные веса пакетов могут быть найдены согласно нижеследующей схеме:

$$\begin{array}{lll} 1) \ 2+2+2+2+2=10 & 4) \ 2+2+6=10 & 7) \ 6+2+2=10 \\ 2) \ 2+2+2+2+6=14 & 5) \ 2+6+6=14 & 8) \ 6+2+6=14 \\ 3) \ 2+2+2+6=12 & 6) \ 2+6+2=10 & 9) \ 6+6=12 \end{array} \quad (1)$$

Таким образом, возможные веса пакетов: 10, 12, 14. Как показывает таблица (1), каждый пакет содержит 2, 3, 4 или 5 яблок. Найдем распределение вероятности весов пакетов.

I. Пакеты веса 10 могут быть реализованы 1), 4), 6), 7) способами. Если $p_k(10)$ – вероятность того, что пакет из k яблок имеет вес, равный 10, то:

$$p_3(10) = \frac{3}{8}, \ p_5(10) = \frac{1}{32} \text{ и } p_k(10) = 0 \text{ при } k \neq 3, 5$$

Отсюда получаем:

$$p(10) = p_3(10) + p_5(10) = \frac{13}{32}$$

II. Для пакетов веса 12 имеем

$$p_2(12) = \frac{1}{4}, \ p_4(12) = \frac{1}{16}$$

и

$$p(12) = \frac{5}{16}$$

III. Для пакетов веса 14

$$p_5(14) = \frac{1}{32}, \ p_3(14) = \frac{1}{4}$$

и

$$p(14) = \frac{9}{32}$$

Таким образом, искомое распределение выглядит так:

v	10	12	14
p	$\frac{13}{32}$	$\frac{10}{32}$	$\frac{9}{32}$

Для среднего веса пакета $\bar{m}$ имеем: $\bar{m} = 11,75$, что на 17% превышает предписанный минимальный вес.

В общем случае хотелось бы понять, как влияют "структурные" характеристики партии S на средний вес пакета при заданном минимальном весе m , и учесть возможные потери.

Отметим также, что в рассмотренной модели вероятности p_i предполагаются стационарными, что, по-видимому, оправдано при больших объёмах партии S и должно учитываться при незначительных и малых объёмах.

Ниже мы используем в ряде эпизодов оператор $\text{Coef}_n\{f(n)\}$ в смысле монографии [1]. Отметим лишь, что в случае аналитичности функции в окрестности нуля $\text{Coef}_n\{f(n)\}$ и вычет в нуле функции $f(n)$ совпадают.

Рассмотренная нами модель напоминает ряд задач теории вероятностей, касающихся сложных распределений и ветвящихся процессов [2], но, по-видимому, содержит и определенные новые моменты.

В общем случае рассматриваемая задача выглядит следующим образом. Имеется партия яблок S и на множестве весов $M = \{a_1 < a_2 \dots < a_N\}$ этих яблок задано распределение вероятностей

$$p(a_i) = P_i, \quad i = 1, 2, \dots, N$$

При этом числа a_i предполагаются натуральными.

Процедура взвешивания. Яблоки из партии S независимо поступают на чашу весов и как только суммарный вес достигнет или превысит предписанное значение m , из этой совокупности формируется пакет, и все повторяется снова.

Проблема. Требуется найти распределение весов пакетов и его стандартные характеристики.

Через $p_k(v)$ мы обозначим вероятность того, что совокупность из k яблок партии S имеет вес, равный v (эта совокупность может не образовывать пакет). Рассмотрим две производящие функции

$$f(z) = \sum_{i=1}^N p_i z^{a_i}$$

$$\Phi_k(z) = \sum_{v=1}^{\infty} p_k(v) z^v$$

Лемма 1.

$$\Phi_k(z) = f^k(z). \quad (2)$$

Если $p_k^0(v)$ - вероятность того, что пакет из k яблок имеет вес, равный $v \geq m$, то по формуле полной вероятности получаем:

$$p_k^0(v) = \sum_{i, v-a_i < m} p_{k-1}(v-a_i) p_i \quad k = 2, 3, \dots \quad (5) \quad (3)$$

и

$$p_k^0(v) = \begin{cases} a_i, & \text{если } v \in M, \text{ и } v \geq m \\ 0, & \text{если } v \notin M \text{ или } v < m \end{cases}$$

Пусть $F_m(z)$ - производящая функция распределения $P^0(v)$ - вероятности пакета иметь вес, равный $v \geq m$.

Теорема 1.

$$F_m(z) = \frac{z^m}{2\pi i} \oint_{|u|<\rho} \frac{f(u) - f(z)}{u^m(1 - f(u))(u - z)} du \quad (4)$$

Интегрирование в (4) ведётся по окружности достаточно малого радиуса с центром в нуле.

Доказательство. В силу (2) и (3)

$$p_k^0(v) = \sum_{i, v < m+a_i} p_i \text{Coef}_n \left\{ \frac{f^{k-1}(n)}{u^{v-a_i+1}} \right\} = \text{Coef}_n \left\{ \frac{f^{k-1}(n)}{u^{v+1}} \sum_{i, v < m+a_i} p_i u^{a_i} \right\} \quad (5)$$

По формуле полной вероятности из (5) получаем

$$p^0(v) = \sum_{k=1}^{\infty} p_k^0(v) = \text{Coef}_n \left\{ \frac{1}{u^{v+1}(1-f)} \sum_{i, v < m+a_i} p_i u^{a_i} \right\} \quad (6)$$

Отсюда:

$$\begin{aligned} F_m(z) &= \sum_{v=m}^{\infty} z^v \text{Coef}_n \left\{ \frac{1}{u^{v+1}(1-f)} \sum_{i, v < m+a_i} p_i u^{a_i} \right\} = \\ &= \text{Coef}_n \left\{ \frac{1}{u(1-f)} \sum_{v=m}^{\infty} \left(\frac{z}{u} \right)^{v-N} \sum_{i=1}^N p_i u^{a_i} \xi_v^{m+a_i} \right\} \end{aligned}$$

где

$$\xi_A^B = \begin{cases} 1, & \text{если } B > A \\ 0, & \text{если } B \leq A \end{cases}$$

Далее

$$\begin{aligned} F_m(z) &= \text{Coef}_n \left\{ \frac{1}{u(1-f)} \sum_{i=1}^N p_i u^{a_i} \sum_{v=m}^{\infty} \left(\frac{z}{u} \right)^v \xi_v^{m+a_i} \right\} = \\ &= \text{Coef}_n \left\{ \frac{1}{u(1-f)} \sum_{i=1}^N p_i u^{a_i} \sum_{v=m}^{m+a_i-1} \left(\frac{z}{u} \right)^v \right\} = z^m \text{Coef}_n \left\{ \frac{f(u) - f(z)}{u^m(1-f)(u-z)} \right\} \end{aligned}$$

Что и требовалось доказать.

Из теоремы 1 можно получить много информации относительно распределения $P^0(v)$. Для вычисления математического ожидания $\bar{a}_m$ или среднего веса пакета нам потребуется следующее утверждение технического характера.

Лемма 2. Если $\Phi(u) = \frac{\varphi(u)}{\lambda(u)}$, где $\varphi(u)$ и $\lambda(u)$ – регулярные в окрестности точки $u = 1$ функции и $\lambda(1) = \lambda'(1) = 0$, а $\lambda'' \neq 0$, то

$$\text{res} \Phi(u) = \frac{2[3\varphi'(1)\lambda^{(2)}(1) - \varphi(1)\lambda^{(3)}(1)]}{3[\lambda^{(2)}(1)]^2}$$

Итак, пусть

$\bar{a}_m$ - средним вес пакета u

$$\bar{a} = \sum_{i=1}^N p_i a_i \quad - \quad \text{средний вес яблока}$$

$$\mu \xi^2 = \sum_{i=1}^N p_i a_i^2 \quad - \quad \text{средний вес яблока в квадрате.}$$

Теорема 2.

$$\bar{a}_m = m + \frac{1}{2} \frac{\mu \xi^2 - \bar{a}}{\bar{a}} - \bar{a} \sum_{f(\alpha_i)=1, \alpha_i \neq 1} \frac{1}{\alpha_i^m (\alpha_i - 1) f'(\alpha_i)}$$

Доказательство. Так как $\bar{a}_m = F'_m(1)$, то из (4) получаем

$$\begin{aligned} F'_m(z) &= m z^{m-1} \text{Coef}_n \left\{ \frac{f(u) - f(z)}{u^m (1-f)(u-z)} \right\} - \\ &- z^m f'(z) \text{Coef}_n \left\{ \frac{1}{u^m (1-f)(u-z)} \right\} + z^m \text{Coef}_n \left\{ \frac{f(u) - f(z)}{u^m (1-f)(u-z)^2} \right\} \end{aligned}$$

Отсюда

$$\begin{aligned} F'_m(1) &= -m \text{Coef}_n \left\{ \frac{1}{u^m (u-1)} \right\} - \\ &- f'(1) \text{Coef}_n \left\{ \frac{1}{u^m (1-f)(u-1)} \right\} - \text{Coef}_n \left\{ \frac{1}{u^m (u-1)^2} \right\} \end{aligned}$$

Далее

$$\begin{aligned} f'(1) &= \bar{a} \\ \text{Coef}_n \left\{ \frac{1}{u^m (u-1)} \right\} &= -1 \\ \text{Coef}_n \left\{ \frac{1}{u^m (u-1)^2} \right\} &= m \end{aligned}$$

Отсюда

$$F'(1) = -f'(1) \text{Coef}_n \left\{ \frac{u^{-m}}{(1-m)(u-1)} \right\}$$

Используя теперь лемму 2 при $\varphi(u) = u^{-m}$ и $\lambda(u) = (u-1)(1-f(u))$ (точка $u = 1$ является полюсом порядка два для функции $\lambda(u)$), получаем

$$\text{res} \left\{ \frac{u^{-m}}{(1-f)(u-1)} \right\} = \frac{m}{f'(1)} + \frac{1}{2} \frac{f''(1)}{[f'(1)]^2} \quad (7)$$

Далее по основной теореме о вычетах

$$\begin{aligned} \text{Coef}_n \left\{ \frac{u^{-m}}{(1-f)(u-1)} \right\} &= -\text{res} \left\{ \frac{u^{-m}}{(1-f)(u-1)} \right\} - \\ &- \sum_{u \neq 1, f(u)=1} \text{res} \left\{ \frac{u^{-m}}{(1-f)(u-1)} \right\} \end{aligned} \quad (8)$$

Если $\alpha_1 = 1, \alpha_2, \alpha_3 \dots \alpha_N$ – все корни уравнения $f(z) = 1$, то

$$\text{res} \frac{u^{-m}}{(u-1)(1-f)} = \lim_{u \rightarrow \alpha_i} \frac{u^{-m}}{(u-1) \frac{f(u)-f(\alpha_i)}{u-\alpha_i}} = - \frac{\alpha_i^{-m}}{(\alpha_i-1)f'(\alpha_i)}$$

Отсюда

$$\sum_{u \neq 1, f(u)=1} \text{res} \left\{ \frac{u^{-m}}{(1-f)(u-1)} \right\} = - \sum_{i=2}^N \frac{\alpha_i^{-m}}{(\alpha_i-1)f'(\alpha_i)} \quad (9)$$

Из (7)-(9) следует

$$F'(1) = m + \frac{1}{2} \frac{\mu \xi^2 - \bar{a}}{\bar{a}} - \bar{a} \sum_{i=2}^N \frac{1}{\alpha_i^m (\alpha_i-1) f'(\alpha_i)}$$

где α_1 – отличные от единицы корни уравнения $f(z) = 1$,

Замечание. Если z_0 – корень уравнения $f(z) = 1$, то

$$1 = \left| \sum_{i=1}^N p_i z_0^{a_i} \right| \leq \sum_{i=1}^N p_i |z_0|^{a_i} \leq \max_i |z_0|^{a_i}$$

Отсюда следует, что $|z_0| \geq 1$ и, таким образом, $|\alpha_i|^m \geq 1$.

1. Пусть $M = \{1, 2 \dots N\}$ $p(i) = \frac{1}{N}$ $i=1, 2 \dots N$.

$$f(z) = \frac{1}{N}(z + z^2 + \dots + z^N) = \frac{z^{N+1} - 1}{N(z-1)}$$

$$f'(z) = \frac{(N+1)z^N - 1}{N(z-1)} - \frac{z + z^2 + \dots + z^N}{N(z-1)} = \frac{(N+1)z^N - 1}{N(z-1)} - \frac{f(z)}{z-1}$$

Если $1, \alpha_2, \dots \alpha_N$ – корни уравнения $f(z) = 1$, то

$$\begin{aligned} f'(\alpha_i) &= \frac{(N+1)\alpha_i^N - 1}{N(\alpha_i-1)} - \frac{1}{\alpha_i-1} = \\ &= \frac{1}{\alpha_i-1} \left(\frac{N+1}{N} \alpha_i^N - \frac{1}{N} - 1 \right) = \frac{N+1}{(\alpha_i-1)N} (\alpha_i^N - 1) \end{aligned}$$

Из уравнения $f(\alpha_i) = 1$ получаем

$$\alpha_i^{N+1} - \alpha_i(N+1) + N = 0 \quad (10)$$

или

$$\alpha_i^N = \frac{\alpha_i(N+1) - N}{\alpha_i}, \quad \alpha_i^N - 1 = \frac{N(\alpha_i - 1)}{\alpha_i}$$

Отсюда

$$f'(\alpha_i) = \frac{N+1}{\alpha_i}, \quad i = 2, 3, \dots$$

Поэтому

$$\sum \frac{1}{\alpha_i^m (\alpha_i - 1) f'(\alpha_i)} = \frac{1}{N+1} \sum_{i=2} \frac{1}{\alpha_i^{m-1} (\alpha_i - 1)}$$

Окончательный результат выглядит так

$$\bar{a}_m = m + \frac{2\bar{a} - 2}{3} - \frac{\bar{a}}{N+1} \sum_{i=2} \frac{1}{\alpha_i^{m-1} (\alpha_i - 1)}$$

где α_i определены выше.

Оценим теперь сумму

$$A_m = \sum_{i=2}^{N+1} \frac{1}{\alpha_i^{m-1} (\alpha_i - 1)}$$

Пусть

$$\max_i \frac{1}{|\alpha_i - 1|} = \gamma$$

Тогда

$$|A_m| \leq \gamma \sum_{i=1}^{N+1} \left| \frac{1}{\alpha_i} \right|^{m-1}$$

Далее из уравнения (10) имеем: $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_{N+1} = N$

Так как $\alpha_1 = \alpha_2 = 1$, то $|\alpha_3|^{m-1} |\alpha_4|^{m-1} \dots |\alpha_{N+1}|^{m-1} = N^{m-1}$

Отсюда

$$\left| \frac{1}{\alpha_3} \right|^{m-1} \dots \left| \frac{1}{\alpha_{N+1}} \right|^{m-1} = \left(\frac{1}{N} \right)^{m-1}$$

Поэтому

$$|A_m| \leq \gamma \left[(N-1) + \left(\frac{1}{N} \right)^{m-1} \right]$$

что является следствием решения оптимизационной задачи

$$\sum_{i=3}^{N+1} z_i \rightarrow \max$$

$$z_3 z_4 \dots z_{N+1} = c, \quad z_i > 0, \quad i = \overline{3, N+1}$$

Учитывая эту границу, из (11) получаем

$$a_m \leq m + \frac{2\bar{a} - 2}{3} + \gamma\bar{a} \left(\frac{N-1}{N+1} + \left(\frac{1}{N} \right)^m \right)$$

2. Пусть $M = \{n\}$ $m=2n+1$.

$$f(z) = z^n, \quad \bar{a} = n, \quad \mu\xi^2 = n^2, \quad f'(z) = nz^{n-1}$$

Отсюда

$$\bar{a}_m = m + \frac{1}{2} \frac{n^2 - n}{n} - n \sum_{i=2}^n \frac{1}{\alpha_i^m (\alpha_i - 1) f'(\alpha_i)}$$

Здесь $\{\alpha_i\}$ - это корни полинома $\varphi(z) = 1 + z \dots + z^{n-1}$. Отсюда

$$\sum \frac{1}{\alpha_i^m (\alpha_i - 1) f'(\alpha_i)} = \sum \frac{1}{\alpha_i^{2n+1} (\alpha_i - 1) h \alpha_i^{n-1}} = \frac{1}{n} \sum \frac{1}{\alpha_i - 1}$$

Далее

$$\sum_{i=1}^{n-1} \frac{1}{1 - \alpha_i} = \frac{\varphi'(1)}{\varphi(1)} = \frac{n-1}{2}$$

Отсюда

$$\bar{a}_m = 2n + 1 + \frac{n-1}{2} + \frac{n-1}{2} = 3n$$

что, очевидно, является правильным ответом.

Вычислительный центр РАН

Վ.Կ. Լեոնտև, Ղ.Լ Մովսիսյան

Չափաքանակի որոշման մի խնդրի մասին

Հոդվածում նկարագրված մոդելի շրջանակներում քննարկվում է կշռային բաժանաչափիչի օգտագործման ընթացքում առաջացող հարցերից մեկը:

Литература

1. *Егорычев Г.П.* Комбинаторные суммы и метод производящих функций. Красноярск. 1974.
2. *Феллер В.* Введение в теорию вероятностей и её приложения. Т. 1. М. Мир. 1964.

ТЕОРИЯ УПРУГОСТИ

УДК 539.3

М.В. Белубекян, К.Б. Казарян

Поверхностные волны типа Лява в случае неоднородного слоя

(Представлено академиком С.А. Амбарцумяном 15/V 2002)

Для неоднородного упругого слоя, лежащего на упругом однородном полупространстве, определены условия существования поверхностных волн типа-SH. Показано, что поверхностные волны существуют, если наименьшая фазовая скорость упругих волн для соответствующего слоя со свободными поверхностями меньше скорости поперечной волны полупространства. Впервые сдвиговые поверхностные волны типа SH были изучены в работе Лява [1] для упругого однородного слоя, находящегося в условиях контакта с упругим однородным полупространством. Для неоднородного полупространства вопросы существования поверхностных волн типа SH обсуждены в работе [2]. Обзор работ по поверхностным волнам типа SH для различных сред имеется в работах [3,4].

1. Рассмотрим упругий неоднородный слой, расположенный на упругом однородном полупространстве, верхняя поверхность слоя свободна от механических напряжений. Механические характеристики материала слоя - модуль сдвига $\mu(x_2) > 0$ и плотность $\rho(x_2) > 0$ являются функциями от координаты толщины слоя $x_2 \in (0, h)$. Полупространство, занимающее область $x_2 \in (h, \infty)$, характеризуется модулем сдвига μ_0 , плотностью ρ_0 .

Относительно сдвиговых компонент упругих перемещений слоя $U_3(x_1, x_2, t)$ и полупространства $V_3(x_1, x_2, t)$ имеем следующие уравнения

$$\frac{\partial}{\partial x_2} \left[\mu(x_2) \frac{\partial U_3}{\partial x_2} \right] + \mu(x_2) \frac{\partial^2 U_3}{\partial x_1^2} = \rho(x_2) \frac{\partial^2 U_3}{\partial t^2} \quad x_1 \in (-\infty, \infty), \quad x_2 \in (0, h). \quad (1)$$

$$\frac{\partial^2 V_3}{\partial x_2^2} + \frac{\partial^2 V_3}{\partial x_1^2} = \frac{\rho_0}{\mu_0} \frac{\partial^2 V_3}{\partial t^2} \quad x_1 \in (-\infty, \infty), \quad x_2 \in (h, \infty). \quad (2)$$

На поверхности контакта имеем условия непрерывности упругих перемещений и касательных напряжений

$$U_3(x_1, x_2, t) = V_3(x_1, x_2, t) \quad \text{при} \quad x_2 = h$$

$$\mu(x_2) = \frac{\partial U_3(x_1, x_2, t)}{\partial x_2} = \mu_0 \frac{\partial V_3(x_1, x_2, t)}{\partial x_2} \quad \text{при} \quad x_2 = h \quad (3)$$

На свободной поверхности слоя имеем

$$\frac{\partial U_3(x_1, x_2, t)}{\partial x_2} = 0 \quad \text{при} \quad x_2 = 0 \quad (4)$$

На основе этих уравнений исследуется вопрос существования поверхностной SH-волны, когда амплитуда волны убывает от поверхности контакта.

$$V_3(x_1, x_2, t) \rightarrow 0 \quad \text{при} \quad x_2 \rightarrow \infty \quad (5)$$

Представим решения в виде плоской волны, распространяющейся вдоль оси x_1

$$U_3(x_1, x_2, t) = U(x) \exp[i(kx_1 - \omega t)] \quad (6)$$

$$V_3(x_1, x_2, t) = V(x) \exp[i(kx_1 - \omega t)] \quad (7)$$

Здесь ω есть частота волны, k - величина, обратная длине волны, $x = kx_2$ - безразмерная координата, $U(x), V(x)$ амплитуды волн. Для функции $V(x)$ имеем

$$\frac{d^2 V}{dx^2} - (1 - \lambda)V = 0 \quad (8)$$

где $\lambda = \frac{\omega^2}{k^2 c_0^2}$; $c_0^2 = \frac{\mu_0}{\rho_0}$. При $\lambda < 1$ уравнение (8) имеет следующее затухающее на бесконечности решение

$$V(x) = C \exp(-x\sqrt{1 - \lambda}) \quad (9)$$

Подставляя это решение в условия контакта, получим следующее граничное условие для функции $U(x)$ при $x = kh$

$$\frac{dU}{dx} + \tilde{\mu}\sqrt{1 - \lambda}U \quad \text{при} \quad x = kh \quad (10)$$

где $\tilde{\mu} = \mu_0 / \mu(kh)$. Для функции $U(x)$ имеем

$$\frac{d}{dx} \left[\mu(x) \frac{dU}{dx} \right] + [\lambda \rho(x) c_0^2 - \mu(x)]U = 0 \quad (11)$$

На свободной поверхности имеем

$$\frac{dU}{dx} = 0 \quad \text{при} \quad x = 0 \quad (12)$$

Краевая задача (10-12) представляет собой задачу Штурма—Лиувилля [5] от параметра λ , граничные условия которой также зависят от этого параметра. Для этой задачи существование собственных значений для $\lambda \in (0, 1)$ свидетельствует о наличии поверхностных волн в рассматриваемой системе неоднородный слой- однородное полупространство.

Так как собственные значения входят в граничные условия и $\lambda < 1$, то существование решения краевой задачи возможно лишь при выполнении определенных условий, налагаемых на функции неоднородности, толщину слоя и длину волны. Для выяснения вопроса существования собственных значений $\lambda < 1$ (существования соответствующих поверхностных волн) исследуем следующую вспомогательную задачу Коши

$$\frac{d}{dx} \left[\mu(x) \frac{dU(x)}{dx} \right] + [p\rho(x)c_0^2 - \mu(x)]U(x) = 0 \quad (13)$$

$$U(x) = 1, \quad \frac{dU(x)}{dx} = 0 \quad \text{при} \quad x = 0 \quad (14)$$

Для значений параметра $p < p_*$, где $p_* = \frac{\min \mu(x)}{c_0^2 \max \rho(x)}$ умножая уравнение (13) на $U(x, p)$ получим

$$[\mu(x)U'(x)U(x)]' = \mu(x)U'^2(x) + [\mu(x) - p\rho(x)c_0^2]U^2(x) > 0 \quad (15)$$

где $(\)' = \frac{d}{dx}$. Так как разность $\mu(x) - p\rho(x)c_0^2 > 0$ при $p < p_*$ для всех $x > 0$ и $\mu(0)U'(0)U(0) = 0$ из (15) имеем, что в этом случае $U(x, p)U'(x, p) > 0$ для всех $x \in (0, kh]$. Из теоремы сравнения Штурма [5] следует, что при $p > p^{**}$, где

$$p^{**} = \frac{\max \mu(x)}{c_0^2 \min \rho(x)} \quad (16)$$

решение задачи Коши $U(x, p)$ имеет хотя бы один ноль в интервале $(0, kh)$. Так как нули решения задачи Коши непрерывно зависят от параметра p и входят в интервал $[0, kh]$ через точку $x = kh$, передвигаясь влево с увеличением p , то, следовательно, существует такое значение параметра p^* , при котором решение $U(x, p^*)$ не имеет нулей в открытом интервале $(0, kh)$ и $U(kh, p^*) = 0$. Рассмотрим два решения $U_1(x, p_1), U_2(x, p_2)$ при различных значениях $p_1 < p_2 < p^*$. Используем тождество

$$\begin{aligned} & \left[\mu(x)U_1^2(x, p_1) \left(\frac{U_1'(x, p_1)}{U_1(x, p_1)} - \frac{U_2'(x, p_2)}{U_2(x, p_2)} \right) \right]' \equiv \\ & \equiv (p_2 - p_1)\rho(x)c_0^2 U_1^2(x, p_1) + \mu(x)U_1^2(x, p_1) \left(\frac{U_1'(x, p_1)}{U_1(x, p_1)} - \frac{U_2'(x, p_2)}{U_2(x, p_2)} \right)^2 \end{aligned}$$

Так как функции $U_1(x, p_1), U_2(x, p_2)$ не имеют нулей в интервале $(0, kh)$, то, интегрируя это тождество от нуля до kh с учетом начальных условий, получим

$$\frac{U_1'(kh, p_1)}{U_1(kh, p_1)} > \frac{U_2'(kh, p_2)}{U_2(kh, p_2)} \quad (17)$$

То есть имеем, что функция $\frac{U'(kh, p)}{U(kh, p)}$ является монотонно убывающей функцией от параметра p , когда $p < p_*$.

Так как функции $U(x, p), U'(x, p)$ являются непрерывными функциями от параметра p , то имеем, что в области изменения параметра $p \in [0, p^*)$ функция $\frac{U'(kh, p)}{U(kh, p)}$ убывает от положительного значения при $p = 0$ до значения $-\infty$ при $p = p^*$. С другой стороны, функция

$-\tilde{\mu}\sqrt{1-p}$, присутствующая в граничном условии (10) краевой задачи, возрастает от отрицательного значения при $p = 0$ до нуля при $p = 1$. Обозначим через $p_0 (p_* < p_0 < p^*)$ то значение параметра p , при котором функция $U'(kh, p)$ впервые обращается в ноль. Тогда, если $p_0 < 1$, то существует такое значение параметра $\lambda_* < 1$, при котором выполняется граничное условие (10) и, следовательно, краевая (10-12) задача имеет решение. В противном случае, а именно, при $p_0 \geq 1$, эта задача не имеет решения.

Таким образом установлено, что в системе неоднородный слой - упругое однородное полупространство поверхностная волна существует, если наименьшая фазовая скорость упругих волн для соответствующего слоя со свободными поверхностями меньше скорости поперечной волны полупространства. Следует отметить, что это условие не обуславливается наличием разрыва или непрерывности механических характеристик на поверхности контакта. С практической точки зрения более удобно использовать следующее условие. Так как

$$p_0 = \min_{Z(x)} \frac{\langle \mu(x), [Z'^2(x) + Z^2(x)] \rangle}{c_0^2 \langle \rho(x) Z^2(x) \rangle} < \frac{\langle \mu(x) \rangle}{c_0^2 \langle \rho(x) \rangle} \quad (18)$$

где $Z(x)$ есть всевозможные функции, удовлетворяющие условиям $\frac{dZ}{dx} = 0$ при $x = 0, x = kh$,

$$\langle f, g \rangle \equiv \int_0^{kh} fg dx, \quad \langle f \rangle \equiv \int_0^{kh} f dx, \text{ то в качестве условия существования поверхностной волны}$$

примем условие

$$\left(\int_0^{kh} \mu(x) dx \right) \left(\int_0^{kh} \rho(x) dx \right)^{-1} < c_0^2 \quad (19)$$

Отметим, что это условие в случае однородного слоя совпадает с условием Лява. Если в качестве неоднородного слоя рассматривать композиционный пакет однородных слоев, то на основе (19) имеем

$$\left(\sum_{j=1}^N \mu_j h_j \right) \left(\sum_{j=1}^N \rho_j h_j \right)^{-1} < c_0^2 \quad (20)$$

Отметим, что это условие совпадает с условием, полученным в работе [6], где была исследована задача Лява для тонкого пакета однородных слоев, в предположении, когда толщина пакета намного меньше длины волны. К условию (19) можно также прийти в приближении тонкого слоя, когда слой настолько тонкий, что можно не учитывать изменение упругого перемещения слоя по толщине. Действительно, интегрируя уравнение (11) по толщине слоя с учетом условия (12), получим

$$\mu(x) \frac{dU(x)}{dx} \Big|_{x=kh} + \int_0^{kh} [\lambda \rho(x) c_0^2 - \mu(x)] U(x) dx = 0$$

Принимая в интегральном выражении, в силу тонкости слоя, $U(x) = const$ с учетом условий контакта

$$\mu(x) \frac{dU(x)}{dx} \Big|_{x=kh} = \mu_0 \frac{dV(x)}{dx} \Big|_{x=kh} ; \quad U(kh) = V(kh)$$

получим граничное условие для функции перемещения упругого полупространства $V(x)$

$$-\mu_0 \frac{dV(x)}{dx} \Big|_{x=kh} + [\lambda c_0^2 \langle \rho(x) \rangle - \langle \mu(x) \rangle] V(kh) = 0$$

Используя решение (9), получим уравнение, определяющее λ

$$\mu_0 \sqrt{1 - \lambda} = \lambda c_0^2 \langle \rho(x) \rangle - \langle \mu(x) \rangle \quad (21)$$

Уравнение (21) имеет решение только в случае выполнения условия (19).

Решение уравнения (21) имеет вид

$$\lambda = 1 - \left(\frac{\eta}{\sqrt{\eta + \xi^2} + \xi} \right)^2$$

где

$$\eta \equiv 1 - \frac{\langle \mu(x) \rangle}{c_0^2 \langle \rho(x) \rangle} > 0, \quad \xi = \frac{\mu_0}{2c_0^2 \langle \rho(x) \rangle}$$

2. Теперь на основе точного решения краевой задачи рассмотрим наиболее простой, но характерный конкретный пример неоднородности, когда модуль сдвига и плотность слоя на поверхности контакта равны, соответственно, модулю сдвига и плотности упругого полупространства. Пусть $\mu(x_2) = \mu_0$, $\rho(x_2) = \rho_0 \exp[q_0(h - x_2)]$. При $k = q_0/4$, а именно, для волн, длина которых имеет указанную связь с коэффициентом неоднородности q_0 , уравнение (11) имеет решение в элементарных функциях. В этом случае имеем следующую краевую задачу

$$\frac{d^2 U}{dx^2} + [\lambda \exp(4(kh - x)) - 1] U = 0 \quad (22)$$

$$\frac{dU}{dx} = 0 \quad \text{при} \quad x = 0 \quad (23)$$

$$\frac{dU}{dx} + \sqrt{1 - \lambda} U = 0 \quad \text{при} \quad x = kh \quad (24)$$

Для рассматриваемого типа неоднородности условие (19) выполняется для всех значений kh . Этот вывод также следует и из точного решения краевой задачи.

Уравнение (22) имеет следующее решение

$$U(x) = e^x \left\{ A \sin \left[\frac{\sqrt{\lambda}}{2} \exp 2(kh - x) \right] + B \cos \left[\frac{\sqrt{\lambda}}{2} \exp 2(kh - x) \right] \right\} \quad (25)$$

(A, B есть постоянные).

После удовлетворения граничным условиям для определения собственных чисел λ получим уравнение

$$F(\lambda) = 0 \quad (26)$$

$$F(\lambda) \equiv \lambda^{-1/2} \operatorname{tg} \left\{ \frac{\sqrt{\lambda}}{2} [\exp(2kh) - 1] \right\} + \frac{1 - (1 + \sqrt{1 - \lambda}) \exp(2kh)}{1 + \sqrt{1 - \lambda} + \lambda \exp(2kh)}$$

Покажем, что это уравнение имеет решение для всех значений параметра kh . На левом конце интервала $\lambda \in [0, 1]$ имеем $F(0) = -\exp(2kh) < 0$. С другой стороны при $\beta = \frac{\exp(2kh) - 1}{2} < \frac{\pi}{2}$ на правом конце интервала $\lambda \in [0, 1]$ имеем $F(1) = \operatorname{tg} \beta - \frac{\beta}{\beta + 1} > 0$. В случае, когда $\beta \geq \frac{\pi}{2}$, используя обозначение $\beta \geq \frac{\pi}{2} + \alpha$, где $\alpha \geq 0$ имеем $\lambda \rightarrow \lambda^* = \frac{\pi^2}{(\pi + \alpha)^2}$; $F \rightarrow +\infty$. Так как в обоих рассмотренных случаях функция $F(\lambda)$ является знакопеременной, то для всех значений параметра kh имеем, что существует по крайней мере одно такое значение $\tilde{\lambda} < 1$, при котором $f(\tilde{\lambda}) = 0$.

Институт механики НАН РА

Մ.Վ. Բելուբեկյան, Կ.Բ. Ղազարյան

Լյավի տիպի մակերևութային ալիքները անհամասեռ շերտի դեպքում

Համասեռ առաձգական կիսատարածության եզրին դրված անհամասեռ առաձգական շերտի համար որոշված են սահքի մակերևութային ալիքների գոյության պայմանները: Ցույց է տրված, որ մակերևութային ալիքները գոյություն ունեն, եթե ազատ մակերևութով համապատասխան շերտի առաձգական ալիքների ամենափոքր փուլային արագությունը փոքր է կիսատարածության ալիքի արագությունից:

Литература

1. Love A.E.H. Some problems of geodynamics. Cambridge Univ. Press, 1911. 180p.
2. Белубекий М.В. Казарян К.Б. - Известия НАН Армении. Механика. 2000. Т.53. N1. С.6-12.
3. Белубекий М.В. - В сб.: Проблемы механики деформируемого тела. Ереван. 1997. С.79-96.
4. Maugin G.A. - Advances in Applied Mechanics. 1983. V.23. P.373-474.
5. Sturm C. - Journ.de Math, pur.et appl.1.1836. P. 106-186.
6. Белубекий М.В. - В сб.: Актуальные проблемы неоднородной механики. Ереван. 1991. С.66-71.

ФИЗИКА

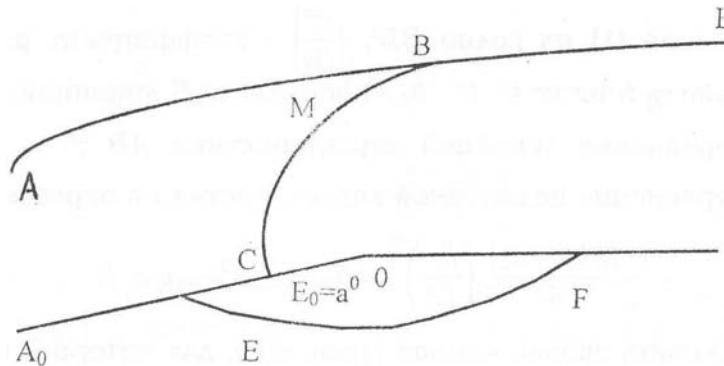
УДК 53.517

Чл.-кор. НАН РА А. Г. Багдоев, Г. А. Мартиросян

Нелинейная дифракция электромагнитной волны в неоднородной ферритовой среде

(Представлено 19/X 2001)

Рассматривается задача о прохождении электромагнитной волны AB (рисунок) около полубесконечного непрозрачного экрана в феррите. В начальный момент времени $t = 0$ волна занимает положение OA_0 . Ставится задача определить линейные и нелинейные решения в окрестности точки B касания волны AB с точечной волной BB' , произведенной краем экрана.



Пусть x, y есть плоскость, в которой распространяется волна, и имеется лишь компонента магнитного поля $H_z(x, y) = H$. В случае феррита для малых H_z можно взять для магнитной восприимчивости квадратичную и кубичную нелинейность

$$\mu' = \mu_0(x, y) - \frac{\delta_2 c^2}{c_0^2} H - \frac{2\delta_3 c^2}{3c_0^2} H^2, \quad \frac{1}{c_0^2} = \frac{\mu_0}{c^2}, \quad (1)$$

c - скорость света. Уравнение Максвелла

$$\frac{\partial^2 H}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 H}{\partial y^2} = \frac{\partial^2}{\partial t^2} \left(\frac{1}{c_0^2} H - \frac{\delta_2}{c_0^2} H^2 - \frac{2\delta_3}{3c_0^2} H^3 \right). \quad (2)$$

Нормальная скорость нелинейной волны будет

$$c_n = c_0 + c_0 \delta_2 H + c_0 \delta_3 H^2. \quad (3)$$

В линейной задаче $\delta_2 = 0, \delta_3 = 0, H = H_0$ решение уравнения (2) при заданном начальном условии

$$H_0 = a^0 \quad (4)$$

на волне OA_0 можно найти методом Адамара с использованием теории Кирхгоффа об интеграции по освещенной части начальной волны, и вблизи точки B (рисунок) имеет место [1]

$$H_0 = \frac{A(t)}{\pi\sqrt{k_1 - k_2}} \arctg \frac{\sqrt{-2c_1\tau(k_1 - k_2)}}{\theta - \theta_0}, \quad \tau < 0, \quad (5)$$

$$H_0 = \frac{A(t)}{\sqrt{k_1 - k_2}}, \quad \tau > 0.$$

Здесь τ, θ - лучевые координаты, $\tau = \text{const}$ дает фронты точечных волн, $\theta = \text{const}$ соответствующие лучи, k_1 есть кривизина обращенной точечной волны EF с центром в точке $M(x, y)$, вычисленная в начальном положении волны, k_2 есть кривизина OA_0 в точке O ,

$$A(t) = \frac{a^0 \sqrt{c_0}}{\sqrt{c_1} \sqrt{|\frac{\partial \bar{r}}{\partial \theta}|}} \quad (6)$$

есть лучевое решение [1] на волне BB' , $|\frac{\partial \bar{r}}{\partial \theta}|$ - коэффициент расхождения волны, c_1 - значение c_0 в точке O , $\theta = \theta_0$ - координата B линейной задачи.

Используя уравнение линейной характеристики AB $\tau = \frac{(\theta - \theta_0)^2}{2c_1(k_1 - k_2)}$, можно записать уравнение нелинейной характеристики в окрестности B [1]

$$\frac{\partial \tau}{\partial t} + \frac{c_1}{2} \frac{d(k_1 - k_2)}{dt} \left(\frac{\partial \tau}{\partial \theta} \right)^2 = \delta_2 u + \delta_3 u^2, \quad u = H, \quad (7)$$

и по нему восстановить эволюционное уравнение, для которого (7) является уравнением характеристик

$$\frac{\partial u}{\partial t} - \frac{c_1}{2} \frac{d(k_1 - k_2)}{dt} \frac{\partial v}{\partial \theta} + \delta_2 u \frac{\partial u}{\partial \tau} + \delta_3 u^2 \frac{\partial u}{\partial \tau} - u \frac{d \ln A}{dt} = 0, \quad \frac{\partial u}{\partial \theta} = \frac{\partial v}{\partial \tau}, \quad (8)$$

где второе соотношение дает смысл функции v .

Вводя переменные $u = \frac{A}{\sqrt{k_1 - k_2}} \mu$, $v = \frac{A}{\sqrt{k_1 - k_2}} \nu$, можно (8) записать в виде

$$\begin{aligned} \frac{\partial \mu}{\partial \theta} &= \frac{\partial \nu}{\partial \tau}, \quad \frac{\partial \mu}{\partial t} - \frac{1}{2(k_1 - k_2)} \frac{d(k_1 - k_2)}{dt} \mu - \frac{c_1}{2} \frac{d(k_1 - k_2)}{dt} \frac{\partial \nu}{\partial \theta} + \\ &+ \delta_2 \frac{A\mu}{\sqrt{k_1 - k_2}} \frac{\partial \mu}{\partial \tau} + \delta_3 \frac{A^2 \mu^2}{k_1 - k_2} \frac{\partial \mu}{\partial \tau} = 0. \end{aligned} \quad (9)$$

Можно с помощью первых уравнений (5), (9) найти в линейной задаче

$$\nu = \frac{\theta - \theta_0}{\pi(k_1 - k_2)c_1} \text{tg } \pi - \frac{\theta - \theta_0}{k_1 - k_2} \frac{\mu}{c_1} \quad (10)$$

и считать, что это соотношение в плоскости годографа имеет место и в нелинейной задаче.

Тогда, интегрируя систему (9), можно получить

$$\tau = -\frac{(\theta - \theta_0)^2}{2(k_1 - k_2)c_1} \text{tg}^2 \pi + \int_0^t \delta_2 \frac{A}{\sqrt{k_1 - k_2}} \mu dt + \int_0^t \delta_3 \frac{A^2}{k_1 - k_2} \mu^2 dt, \quad (11)$$

причем под знаком интегралов $\frac{\sin \mu \pi}{\sqrt{k_1 - k_2}} = \text{const}$.

Соотношения (10), (11) дают точное решение уравнений (9), удовлетворяющее условию сшивания с линейным решением (5) и с нелинейным одномерным решением [1] вблизи волны

BB' и вдали от B . Кроме того удовлетворены условия на ударной волне BB' в точке B . Следует отметить, что ABB' будет ударной в случае $\delta_2 a^0 > 0$, $\delta_3 > 0$.

В случае $\delta_2 a^0 < 0$, $\delta_3 < 0$ волна ABB' будет непрерывной волной (на которой $u = 0$), при этом имеется висячая ударная волна BC , позади которой можно снова взять решение (10), (11), а впереди нее решение имеет место в виде семейства характеристик, на каждой из которых $\mu = \text{const}$, причем имеет место решение [2,3]

$$\tau - \frac{(\theta - \theta_0)^2}{2(k_1 - k_2)c_1} = \mu^2 \int_0^t \delta_3 \frac{A^2}{k_1 - k_2} dt + \mu \int_0^t \delta_2 \frac{A}{\sqrt{k_1 - k_2}} dt, \quad (12)$$

$$\nu = -\frac{(\theta - \theta_0)\mu}{(k_1 - k_2)c_1}.$$

В случае однородной среды $c_0 = c_1$ и плоской волны AB $k_2 = 0$, $k_1 = \frac{1}{c_1 t}$ решения (10), (11) упрощаются и после замен величин (в случае $\delta_2 \gamma > 0$, $\delta_3 > 0$)

$$\frac{A}{\sqrt{k_1 - k_2}} = \gamma, \quad \theta - \theta_0 = \sqrt{\delta_2 \gamma} Y, \quad u = \gamma \mu, \quad \tau = \delta_2 \gamma t \delta, \quad \nu = \sqrt{\delta_2 \gamma} t \nu' \quad (13)$$

дают решение

$$\delta = -\frac{Y^2}{2} t g^2 \mu \pi + \mu + \frac{1}{2\pi} \sin 2\mu \pi + \frac{\delta_3 \gamma}{\delta_2} \left(\mu^2 + \frac{1}{\pi} \mu \sin 2\mu \pi - \frac{2}{\pi^2} \sin^2 \mu \pi \ln \sin (\mu \pi) \right),$$

$$\nu' = \frac{Y}{\pi} t g \mu \pi - \mu Y. \quad (14)$$

В случае $\delta_2 a^0 < 0$, $\delta_3 < 0$ следует в (13) в $\frac{A}{\sqrt{k_1 - k_2}}$ заменить γ на $-\gamma$, и (14) снова имеет место, только нужно поменять знак при δ_3 на обратный. При этом позади висячей ударной волны BC берется (14), впереди нее согласно (12) получится

$$\delta = \frac{Y^2}{2} + \mu - \frac{\delta_3 \gamma}{\delta_2} \mu^2, \quad (15)$$

$$\nu' = -\mu Y. \quad (16)$$

В переменных (13) уравнения (9) запишутся в виде

$$\frac{\partial \mu}{\partial \delta} \left(\mu + \frac{\delta_3 \gamma}{\delta_2} \mu^2 - \delta \right) + \frac{1}{2} \mu + \frac{1}{2} \frac{\partial \nu'}{\partial Y} = 0, \quad \frac{\partial \mu}{\partial Y} = \frac{\partial \nu'}{\partial \delta}. \quad (17)$$

По обычной процедуре отсюда получится на ударных волнах $\delta = \delta(Y)$

$$\frac{d\delta}{dY} = \mp \sqrt{2\delta - (\mu + \mu_1) - \frac{2}{3} \frac{\delta_3 \gamma}{\delta_2} (\mu^2 + \mu \mu_1 + \mu_1^2)}, \quad (18)$$

где μ_1 значение μ впереди ударной волны ($\delta_2 \gamma > 0$, $\delta_3 > 0$), на ударной волне BB' в (18) $\mu_1 = 0$ берется верхний знак.

Уравнение AB будет $\delta = \frac{1}{2} + \frac{1}{3} \frac{\delta_3 \gamma}{\delta_2} + \frac{Y^2}{2}$ и в точке B

$$\delta_B = 1 + \frac{\delta_3 \gamma}{\delta_2}, \quad \mu = 1, \quad Y_B = -\sqrt{1 + \frac{4}{3} \frac{\delta_3 \gamma}{\delta_2}}. \quad (19)$$

Для $\delta_2 < 0$, $\delta_3 > 0$ на AB $\delta = -\frac{1}{2} - \frac{1}{3} \frac{\delta_3 \gamma}{\delta_2} + \frac{Y^2}{2}$, $Y_B = -\sqrt{-1 \frac{4}{3} \frac{\delta_3 \gamma}{\delta_2}}$, $\mu_B = -1$. Для $\delta_3 = 0$ получается $\delta = \frac{1}{2} + \frac{Y^2}{2}$, $Y_B = -1$, для кубической среды

$$\left(\delta_2 \rightarrow 0, \frac{\delta_3 \gamma}{\delta_2} \rightarrow 1 \right) \quad \delta = \frac{1}{3} + \frac{Y^2}{2}, \quad Y_B = -\frac{2}{\sqrt{3}}.$$

Такой же подход можно применить к ударной волне BC , для которой в (18) нужно взять нижний знак, μ даются (14), μ_1 - (15), (16) и начальное условие имеет вид $Y_B = 0$, $\mu_B = 0$. При этом $\delta_2 < 0$, $\delta_3 > 0$ и в (18) следует заменить δ_3 на $-\delta_3$.

Для выяснения в общем случае наличия ударной волны ABB' можно изучить одномерное по δ решение вблизи BB' .

В случае $\gamma \delta_2 > 0$, $\delta_3 > 0$ на ударной волне BB' получится

$$\frac{3}{2} = 2 \frac{\delta_3 \gamma}{\delta_2} \mu \ln \mu + \frac{1}{3} \frac{\delta_3 \gamma}{\delta_2} \mu + \frac{\pi^2 Y^2}{2} \mu.$$

В случае $\gamma > 0$, $\delta_2 < 0$, $\delta_3 > 0$, имеющем место для феррита, на BB'

$$\frac{3}{2} = -2 \frac{\delta_3 \gamma}{\delta_2} \mu \ln |\mu| - \frac{1}{3} \frac{\delta_3 \gamma}{\delta_2} \mu + \frac{\pi^2 Y^2}{2} \mu. \quad (20)$$

В случае $\delta_3 > 0$, поскольку $\mu < 0$, уравнение (20) не имеет решения и в исходном уравнении на ударной волне следует полагать $\mu = 0$, т. е. волна BB' непрерывная.

В случае $\delta_3 > 0$, $\delta_2 < 0$ следует графически определить, когда (20) имеет положительное решение ($-\mu$), т. е. BB' -ударная волна.

Этим условием будет $-\frac{5}{3} \frac{\delta_3 \gamma}{\delta_2} \geq \frac{3}{2} e + \frac{\pi^2 Y^2}{2}$.

Институт механики НАН РА

Горисский филиал ГИУА

ՀՀ ԳԱԱ թղթ.անդամ Ա.Գ.Բազդոն, Հ.Ա.Մարտիրոսյան

Էլեկտրամագնիսական ալիքի ոչ գծային դիֆրակցիան անհամասեռ ֆերիտի միջավայրում

Դիտարկվում են գծային և ոչ գծային խնդիրներ էլեկտրամագնիսական ալիքի դիֆրակցիայի համար անհամասեռ միջավայրում կիսաանվերջ էկրանի մոտ: Արտածված են փակ անալիտիկ լուծումներ: Ստացված են լուծումներ հարվածային ալիքի վրա:

Литература

1. Багдоев А. Г. Распространение волн в сплошных средах. Изд. АН Арм, ССР, Ереван, 1981. 307 с.
2. Багдоев А. Г., Саакян С. Г. - Информационные технологии и управление. 2001. N 2. С. 10-16.
3. Багдоев А. Г., Саакян С. Г. - Информационные технологии и управление. 1999. N 4. С. 29-34.

ФИЗИКА

УДК 539.182

А. М. Ишханян

**Решения трехуровневой задачи в обобщенных гипергеометрических
функциях ${}_3F_2$**

(Представлено академиком Д.М. Седракяном 23/IV 2002)

1. Аналитические решения временных уравнений Шредингера сыграли важную роль в изучении ряда проблем теории когерентного взаимодействия излучения с веществом. Яркими примерами являются знаменитые решения Ландау - Зинера [1] и Розена - Зинера [2], полученные еще на заре квантовой механики. С помощью этих решений были исследованы вопросы пересечения термов и эффекты, обусловленные формой импульсов, т.е. принципиальные аспекты проблемы неадиабатических переходов в квантовых системах. Хорошо известными последующими примерами являются решения Бамбини - Бермана [3] и Кэрроля - Хью [4], полученные в 80-х гг. XX столетия и сыгравшие в свое время роль возмутителей спокойствия, стимулировав появление некоторых нетрадиционных результатов, приведших к качественно новым взглядам на определенные вопросы квантовой оптики. Важно, однако, что аналитические решения не утратили свою роль и на современном этапе развития атомной и молекулярной физики. Подтверждением тому является ряд эффектов, обнаруженных совсем недавно именно благодаря подобным точным решениям. К их числу следует отнести и, например, эффект сужения нецелого порядка интерференционных краев картины дифракции атомов на стоячей волне [5], новую трактовку механизма STIRAP-а (вынужденного адиабатического Рамановского перехода) в трехуровневых системах [6] и др.

В свете сказанного вопрос об аналитической интегрируемости временных уравнений Шредингера для простых квантовых систем обретает достаточно широкий теоретический интерес. Следует сказать, что вопрос этот математически довольно сложен и требует интенсивных исследований. Нами доказана общая теорема о классовом свойстве решений [7] и получен ряд новых решений двухуровневой [8] и трехуровневой [9] задач. Именно эти решения послужили основой для выявления вышеуказанных эффектов [5-6].

Следует отметить, однако, что с точки зрения применимости к конкретным физическим задачам полученные решения обладают различными потенциалами. Как показала практика, решения трехуровневых задач оказали гораздо большее влияние на исследование конкретных вопросов, чем аналогичные решения для двухуровневых систем. Естественно, это в первую очередь обусловлено тем, что физика трехуровневых систем объективно намного более богата,

чем физика простейших двухуровневых атомов. По этой причине аналитические решения трехуровневой задачи, несомненно, представляют больший практический интерес. И поэтому в настоящей работе мы проводим последовательный поиск решений трехуровневой задачи.

Исходным пунктом служит то обстоятельство, что все известные к настоящему времени решения трехуровневой задачи выражаются в обобщенных гипергеометрических функциях. Так как трехуровневая задача в общем случае может быть сформулирована в виде определенного обыкновенного дифференциального уравнения третьего порядка, то следует искать решения, выражающиеся в гипергеометрических функциях ${}_1F_2$, ${}_2F_2$, и ${}_3F_2$ (так как только эти гипергеометрические функции подчиняются уравнениям третьего порядка). Поскольку при этом наиболее гибкими являются функции ${}_3F_2$ (они содержат пять свободных параметров), то мы здесь концентрируем наше внимание именно на решениях, выражающихся в этих функциях. Применяя метод поиска интегрируемых случаев, развитый в [7-9], мы обобщаем все известные в настоящее время решения в функциях ${}_3F_2$ и получаем ряд новых классов решений. Суммарно мы представляем здесь 12 бесконечных классов интегрируемых случаев трехуровневой задачи. Предыдущий опыт позволяет надеяться, что приведенные решения сыграют полезную роль в изучении различных задач квантовой оптики и атомной физики.

2. Временные уравнения Шредингера для трехуровневой квантовой системы, подверженной воздействию двух квазирезонансных волн, имеют вид [10]

$$\begin{aligned} ia_{1t} &= Ue^{-i\delta_1}a_2, \\ ia_{2t} &= Ue^{+i\delta_1}a_1 + Ve^{-i\delta_2}a_3, \\ ia_{3t} &= Ve^{+i\delta_2}a_2, \end{aligned} \quad (1)$$

где $a_{1,2,3}$ -амплитуды населенностей уровней, U, V - частоты Раби и $\delta_{1,2}$ - расстройки соответствующих частот полей от атомных. Исключив $a_{2,3}$ из этой системы, можно записать задачу в виде обыкновенного дифференциального уравнения третьего порядка:

$$\begin{aligned} a_{1ttt} + \left(2i\delta_{1t} - 2\frac{U_t}{U} + i\delta_{2t} - \frac{V_t}{V}\right)a_{1tt} + \left[\left(i\delta_{1t} - \frac{U_t}{U}\right)_t + U^2 + V^2 + \right. \\ \left. + \left(i\delta_{1t} - \frac{U_t}{U}\right)\left(i\delta_{1t} - \frac{U_t}{U} + i\delta_{2t} - \frac{V_t}{V}\right)\right]a_{1t} + U^2\left(i\delta_{1t} + \frac{U_t}{U} + i\delta_{2t} - \frac{V_t}{V}\right)a_1 = 0. \end{aligned} \quad (2)$$

Нашей задачей является нахождение таких действительных функций $U(t), V(t) > 0$ и $\delta_{1,2}(t)$, для которых возможно заменой зависимой и независимой переменных

$$u = \varphi(z)a_1(z), \quad z = z(t) \quad (3)$$

свести уравнение (2) к уравнению

$$u_{zzz} + \frac{f_1z + f_0}{z(1-z)}u_{zz} + \frac{g_1z + g_0}{z^2(1-z)}u_z + \frac{h_1z + h_0}{z^3(1-z)}u = 0. \quad (4)$$

Как известно, общее решение последнего уравнения задается с помощью обобщенных гипергеометрических функций от пяти параметров ${}_3F_2$ [11]

$$u = \sum_{m=1}^3 C_m z^{\eta_m} \cdot {}_3F_2(\eta_m - \xi_1, \eta_m - \xi_2, \eta_m - \xi_3; 1 + \eta_m - \eta_{m+1}, 1 + \eta_m - \eta_{m+2}; z), \quad (5)$$

где $C_{1,2,3}$ - произвольные постоянные, а параметры $\eta_{1,2,3}$ и $\xi_{1,2,3}$ определяются из следующих кубических характеристических уравнений

$$\eta(\eta - 1)(\eta - 2) + f_0\eta(\eta - 1) + g_0\eta + h_0 = 0, \quad (6)$$

$$\xi(\xi - 1)(\xi - 2) - f_1\xi(\xi - 1) - g_1\xi - h_1 = 0. \quad (7)$$

Согласно общему подходу [7-9], следует переписать уравнение (2), заменив всюду переменное t на z , и приравнять коэффициенты полученного уравнения и уравнения (4), предварительно преобразованного первой заменой (3). Далее, если функции $U^*(z), V^*(z)$ и $\delta_{1,2}^*(z)$ (называемые базисными решениями) представляют собой решения полученной системы уравнений, то, согласно классовому свойству решений, функции $U(t), V(t)$ и $\delta_{1,2}(t)$, определенные соотношениями

$$U(t) = U^*(z) \frac{dz}{dt}, \quad V(t) = V^*(z) \frac{dz}{dt}, \quad \frac{d\delta_{1,2}(t)}{dt} = \delta_{1,2}^*(z) \frac{dz}{dt}, \quad (8)$$

составляют класс функций, для которых решение исходной трехуровневой задачи выражается в обобщенных гипергеометрических функциях по формуле (5). Здесь $z = z(t)$ - любая физически разумная комплекснозначная функция действительной переменной t - времени, определяющая взаимно однозначное отображение $t \rightarrow z$.

Следуя нашей предыдущей работе [9], будем искать базисные решения в виде

$$U^* = U_0^* z^{k_1} (1 - z)^{n_1}, \quad V^* = V_0^* z^{k_2} (1 - z)^{n_2}, \quad \delta_{1,2}^* = \frac{\beta_{1,2}}{z} + \frac{\gamma_{1,2}}{1 - z}. \quad (9)$$

Если ограничиваться простейшим случаем $\varphi(z) = 1$, то определяющие уравнения будут иметь вид

$$\begin{aligned} & \frac{2i\beta_1 + i\beta_2 - 2k_1 - k_2}{z} + \frac{2i\gamma_1 + i\gamma_2 + 2n_1 + n_2}{1 - z} = \frac{f_0 + f_1 z}{z(1 - z)}, \\ & \left(-\frac{i\beta_1 - k_1}{z^2} + \frac{i\gamma_1 + n_1}{(1 - z)^2} \right) + U_0^{*2} \cdot z^{2k_1} \cdot (1 - z)^{2n_1} + V_0^{*2} \cdot z^{2k_2} \cdot (1 - z)^{2n_2} + \\ & + \left(\frac{i\beta_1 - k_1}{z} + \frac{i\gamma_1 + n_1}{1 - z} \right) \left(\frac{i\beta_1 + i\beta_2 - k_1 - k_2}{z} + \frac{i\gamma_1 + i\gamma_2 + n_1 + n_2}{1 - z} \right) = \frac{g_0 + g_1 z}{z^2(1 - z)}, \\ & U_0^{*2} \cdot z^{2k_1} (1 - z)^{2n_1} \cdot \left(\frac{i\beta_1 + i\beta_2 + k_1 - k_2}{z} + \frac{i\gamma_1 + i\gamma_2 - n_1 + n_2}{1 - z} \right) = \frac{h_0 + h_1 z}{z^3(1 - z)}. \end{aligned} \quad (10)$$

Из первого уравнения этой системы имеем

$$\begin{aligned} f_0 &= 2i\beta_1 + i\beta_2 - 2k_1 - k_2, \\ f_1 + f_0 &= 2i\gamma_1 + i\gamma_2 + 2n_1 + n_2 \end{aligned} \quad (11)$$

Остальные два уравнения дают

$$\begin{aligned} g_0 &= (i\beta_1 - k_1)(i\beta_1 + i\beta_2 - k_1 - k_2 - 1) + [(U^{*2} + V^{*2}) z^2]_{z=0}, \\ g_1 + g_0 &= (i\beta_1 - k_1)(i\gamma_1 + i\gamma_2 + n_1 + n_2) + (i\gamma_1 + n_1)(i\beta_1 + i\beta_2 - k_1 - k_2) + \\ &+ [(U^{*2} + V^{*2}) (1 - z)]_{z=1} \end{aligned} \quad (12)$$

и

$$\begin{aligned} h_0 &= (U^{*2} z^2)_{z=0} (i\beta_1 + i\beta_2 + k_1 - k_2), \\ h_1 + h_0 &= (U^{*2})_{z=1} (i\gamma_1 + i\gamma_2 - n_1 + n_2) + [U^{*2} (1 - z)]_{z=1} (i\beta_1 + i\beta_2 + k_1 - k_2). \end{aligned} \quad (13)$$

Кроме того, структура уравнений (10) накладывает ряд ограничений на параметры задачи. Прежде всего, легко показать, что должно быть $k_{1,2}, n_{1,2} \geq -1$ и $k_{1,2} + n_{1,2} < 0$. Далее доказывается, что $n_1 \neq -1$ и $k_1 \neq 0$. Наконец, необходимость исключить во втором уравнении (10) член, пропорциональный $1/(1-z)^2$, приводит к следующим соотношениям:

$$[(U^{*2} + V^{*2})(1-z)^2]_{z=1} + (i\gamma_1 + n_1)(i\gamma_1 + i\gamma_2 + n_1 + n_2 + 1) = 0, \quad (14)$$

$$(U^{*2} + V^{*2}) \sim \frac{A}{z^2} + \frac{B}{z(1-z)} + \frac{C}{(1-z)^2}.$$

где A, B и C - произвольные постоянные. Дальнейшее изучение всевозможных вариантов с учетом перечисленных ограничений приводит нас окончательно к двенадцати независимым

N	k_1	n_1	k_2	n_2	U^*	V^*	δ_{1z}, δ_{2z}	Ограничения
1	-1	-1/2	-1	-1/2	$\frac{U_0^*}{z\sqrt{1-z}}$	$\frac{V_0^*}{z\sqrt{1-z}}$	$\frac{\beta_1}{z} \pm \frac{\gamma_1}{1-z}$	$\gamma_1 + \gamma_2 = 0$
2	-1	-1/2	-1/2	-1/2	$\frac{U_0^*}{z\sqrt{1-z}}$	$\frac{V_0^*}{\sqrt{z(1-z)}}$	$\frac{\beta_1}{z} \pm \frac{\gamma_1}{1-z}$	$\gamma_1 + \gamma_2 = 0$
3	-1	0	-1	-1	$\frac{U_0^*}{z}$	$\frac{\sqrt{\gamma_1(\gamma_1 + \gamma_2)}}{z(1-z)}$	$\frac{\beta_{1,2}}{z} + \frac{\gamma_{1,2}}{1-z}$	$V_0^{*2} = \gamma_1(\gamma_1 + \gamma_2)$
4	-1	0	-1/2	-1	$\frac{U_0^*}{z}$	$\frac{\sqrt{\gamma_1(\gamma_1 + \gamma_2)}}{\sqrt{z(1-z)}}$	$\frac{\beta_{1,2}}{z} + \frac{\gamma_{1,2}}{1-z}$	$V_0^{*2} = \gamma_1(\gamma_1 + \gamma_2)$
5	-1	0	0	-1	$\frac{U_0^*}{z}$	$\frac{\sqrt{\gamma_1(\gamma_1 + \gamma_2)}}{1-z}$	$\frac{\beta_{1,2}}{z} + \frac{\gamma_{1,2}}{1-z}$	$V_0^{*2} = \gamma_1(\gamma_1 + \gamma_2)$
6	-1	0	-1	-1/2	$\frac{U_0^*}{z}$	$\frac{V_0^*}{z\sqrt{1-z}}$	$\frac{\beta_1}{z}, \frac{\beta_2}{z} + \frac{\gamma_2}{1-z}$	$\gamma_1 = 0$
7	-1	0	-1	0	$\frac{U_0^*}{z}$	$\frac{V_0^*}{z}$	$\frac{\beta_1}{z}, \frac{\beta_2}{z} + \frac{\gamma_2}{1-z}$	$\gamma_1 = 0$
8	-1	0	-1/2	-1/2	$\frac{U_0^*}{z}$	$\frac{V_0^*}{\sqrt{z(1-z)}}$	$\frac{\beta_1}{z}, \frac{\beta_2}{z} + \frac{\gamma_2}{1-z}$	$\gamma_1 = 0$
9	-1/2	-1/2	-1	-1/2	$\frac{U_0^*}{\sqrt{z(1-z)}}$	$\frac{V_0^*}{z\sqrt{1-z}}$	$\frac{\beta_{1,2}}{z} \pm \frac{\gamma_1}{1-z}$	$\gamma_1 + \gamma_2 = 0$
10	-1/2	-1/2	-1/2	-1/2	$\frac{U_0^*}{\sqrt{z(1-z)}}$	$\frac{V_0^*}{\sqrt{z(1-z)}}$	$\frac{\beta_{1,2}}{z} \pm \frac{\gamma_1}{1-z}$	$\gamma_1 + \gamma_2 = 0$
11	-1/2	0	0	-1/2	$\frac{U_0^*}{\sqrt{z}}$	$\frac{U_0^*}{\sqrt{1-z}}$	$\frac{\beta_1}{z}, \frac{\beta_2}{z} + \frac{\beta_1 + \beta_2}{1-z}$	$V_0^* = U_0^*,$ $\gamma_1 = 0, \gamma_2 = \beta_1 + \beta_2$
12	-1/2	0	-1	+1/2	$\frac{U_0^*}{\sqrt{z}}$	$\frac{U_0^* \sqrt{1-z}}{z}$	$\frac{\beta_1}{z}, \frac{\beta_2}{z} + \frac{\beta_1 + \beta_2}{1-z}$	$V_0^* = U_0^*,$ $\gamma_1 = 0, \gamma_2 = \beta_1 + \beta_2$

базисным решениям. Эти функции вместе с необходимыми ограничениями, налагаемыми на параметры задачи, представлены в таблице. Представление о характерных представителях соответствующих классов можно получить, применив стандартное преобразование $z = (1 + \tanh t)/2$.

Данные классы содержат в себе все известные в настоящее время модели трехуровневой задачи, интегрируемые в обобщенных гипергеометрических функциях ${}_3F_2$. Более того, как правило, наши классы представляют собой обобщения ранее известных решений. Так, напри-

мер, 5-й из приведенных классов является обобщением решения Лайне - Стенхолма [12] на случай ненулевых расстроек, а 6-й и 9-й суть обобщения двух семейств, представленных в [9]. Ранее были целиком известны лишь 10-й класс, в точности совпадающий с классом Кэрроля - Хью [4], и 11-й класс, который был представлен нами совсем недавно в работе [6]. Остальные приведенные классы получены впервые.

Таким образом, мы провели поиск новых аналитически интегрируемых случаев трехуровневой задачи и нашли 12 бесконечных классов решений в обобщенных гипергеометрических функциях ${}_3F_2$. Некоторые из этих классов представляют собой существенные обобщения ранее известных моделей, большинство же - новые решения. Полученные модели могут быть применены для исследования ряда конкретных физических задач квантовой и атомной оптики. Например, обобщенный 5-й класс может быть использован для изучения вопросов неоднократного пересечения термов в многоуровневых системах,

В заключение отметим, что вышеприведенный анализ без труда может быть проведен и в применении к другим уравнениям, например, к уравнениям, которым подчиняются обобщенные гипергеометрические функции ${}_1F_2$ и ${}_2F_2$.

Работа выполнена при поддержке грантов Фонда Гражданских Исследований и Разработок No NFSAT PH 100-02/12042 Международного Научно-Технического Центра No. A-215-99 и PA No. 2002-0591.

Инженерный центр НАН РА

Ա. Մ. Իշխանյան

**Եռամակարդակ խնդրի լուծումները ${}_3F_2$ ընդհանրացված
հիպերերկրաչափական ֆունկցիաներով**

Դիտարկված է եռամակարդակ խնդրի անալիտիկ ինտեգրման հարցը՝ Շրյոդինգերի ժամանակային հավասարումները ${}_3F_2$ ընդհանրացված հիպերերկրաչափական ֆունկցիաների կողմից բավարարվող երրորդ կարգի գծային դիֆերենցիալ հավասարմանը բերելու միջոցով: Գտնված է այդ ֆունկցիաներով ինտեգրվող մոդելների ընդհանուր առմամբ 12 անսահման դաս, որոնց մեծամասնությունը նոր է, իսկ մնացյալները հանդիսանում են նախկինում հայտնի մոդելների ընդհանրացումներ:

Литература

1. *L.D. Landau*. Phys. Z. Sovjetunion, 2, 46 (1932); *C. Zener*. Proc. Roy. Soc. (London), ser. A, 137, 696 (1932).
2. *N. Rosen, C. Zener*. Phys. Rev., 40, 502 (1932).
3. *A. Bambini, P.R. Berman*. Phys. Rev. A, 23, 2496 (1981); Ю.Н. Демков, М. Кулике. Вестник Ленингр. ун-та., Физ., Хим., 16, 39 (1969).

4. *C.E. Carroll and F. T. Hioe.* Phys. Rev. A 42, 1522 (1990); *C.E. Carroll and F.T. Hioe.* J. Opt. Soc. Am. B 5, 1335 (1988); *C.E. Carroll and F.T. Hioe,* Phys. Rev. A 36, 724 (1987); *C.E. Carroll and F.T. Hioe,* J. Math. Phys. 29(2), 487 (1988).
5. *A.M. Ishkhanyan.* Phys. Rev. A 61, 063609 (2000); *A.M. Ishkhanyan.* Phys. Rev. A 61, 063611 (2000).
6. *A.M. Ishkhanyan, K.-A. Suominen.* Phys. Rev. A 65, 051403 (R) (2002).
7. *A.M. Ishkhanyan.* J. Phys. A, 30, 450 (1997); *A.M. Ishkhanyan.* Optics Communications, 176, 155 (2000).
8. *A.M. Ishkhanyan.* J. Physics A: Math. Gen., 33, 5539 (2000); *A.M. Ishkhanyan and K.-A. Suominen.* J. Phys. A: Math. Gen. 34, 6301 (2001).
9. *A.M. Ishkhanyan.* J. Physics A: Math. Gen., 33, 5041 (2000).
10. *B.W. Shore.* The Theory of Coherent Atomic Excitation, New York, Wiley, 1990; *L. Allen, J. H. Eberly.* Optical Resonance and Two-Level Atoms. New York, Wiley, 1975.
11. *A. Erdélyi, W. Magnus, F. Oberhettinger, F.G. Tricomi.* Higher Transcendental Functions, New York, McGraw-Hill, 1953; *L.J. Slater.* Generalized Hypergeometric Functions, Cambridge University Press, Cambridge, 1966; *Ф. Олвер.* Введение в асимптотические методы и специальные функции. М., Наука, 1978; *Э. Камке.* Справочник по обыкновенным дифференциальным уравнениям. М., Наука, 1976.
12. *T.A. Laine and S. Stenholm.* Phys. Rev. A 53, 2501 (1996).

ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

УДК 621.313 + 621.319.01

Академик Г.Л.Арешян

Система дифференциальных уравнений емкостной синхронной машины нового типа

(Представлено 29/V 2002)

Разработаны две модификации конструкции ротора емкостных синхронных машин. Первая модификация конструкции заключается в изменении угла охвата электродов возбуждения и принятии угла охвата в пределах $120 \div 150^\circ$ электрических градусов [1]. Вторая модификация конструкции заключается в установлении пар дополнительных электродов по продольной и поперечной осям на диске возбуждения. Каждая пара дополнительных электродов замкнута на свое активное сопротивление [2].

Первая модификация приводит к появлению разных по величине синхронных емкостей по продольной C_d и поперечной C_q осям, что является аналогом явнополюсности в индуктивных синхронных машинах.

Вторая модификация приводит к появлению дополнительных собственных емкостей по продольной C_D и поперечной C_Q осям и соответствующих взаимоемкостей с другими электрическими цепями по продольной и поперечной осям, что является аналогом демпферных клеток по продольной и поперечной осям в индуктивных синхронных машинах.

Получена следующая система дифференциальных уравнений в пространстве Парка - Горева для таких емкостных синхронных машин, которые имеют усеченные электроды возбуждения и дополнительные электроды на диске возбуждения:

$$\left. \begin{aligned} \frac{dQ_d}{dt} + g_S U_d + w_0 Q_q &= -i_d; & \frac{dQ_D}{dt} + g_D U_D &= 0; \\ \frac{dQ_q}{dt} + g_S U_q - w_0 Q_d &= -i_q; & \frac{dQ_Q}{dt} + g_Q U_Q &= 0; \\ \frac{dQ_f}{dt} + g_f U_f &= i_f; \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

где электрические потокосцепления равны

$$\left. \begin{aligned} Q_d &= C_d U_d - N U_f - N_D U_D; & Q_q &= C_q U_q - N_Q U_Q; \\ Q_f &= C_f U_f - N U_d - N_r U_D; & Q_D &= C_D U_D - N U_d - N_r U_f; \\ Q_Q &= C_Q U_Q - N_Q U_q. \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

Уравнения (1) выписаны для цепей машины в генераторном режиме. Если машина работает в двигательном режиме, токи i_d и i_q надо взять со знаком "плюс". В электрических потокосцеплениях уравнения (2) все собственные и взаимные емкости ($C_d, C_q, C_j, C_D, C_Q, N, N_D, N_Q, N_r$) являются постоянными величинами.

Уравнения для цепей нагрузки остаются без изменения и имеют вид:

$$\left. \begin{aligned} i_d &= C_1 \cdot \frac{dU_d}{dt} + g_1 U_d + w_0 C_1 U_q; \\ i_q &= C_1 \cdot \frac{dU_q}{dt} + g_1 U_q - w_0 C_1 U_d. \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

Для сравнения дается система дифференциальных уравнений обычных емкостных синхронных генераторов ([3], §3.2, с. 142):

$$\left. \begin{aligned} C_s \frac{dU_d}{dt} + g_s U_d - N \frac{dU_q}{dt} + w_0 C_s U_q &= -i_d; \\ C_s \frac{dU_q}{dt} + g_s U_q - w_0 C_s U_d + w_0 N U_f &= -i_q; \\ C_f \frac{dU_f}{dt} + g_f U_f - N \frac{dU_d}{dt} &= i_f. \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

Сравнивая первую систему с системой (4), замечаем, что введение дополнительных электродов увеличивает степень системы дифференциальных уравнений (с третьей до пятой) и число электрических емкостных параметров (C_D, C_Q, N_D, N_Q, N_r). А усечение электродов возбуждения приводит к изменению C_s на C_d и C_q . Все это позволяет более широко изменять динамические характеристики таких емкостных машин за счет выбора величин этих новых параметров.

Система дифференциальных уравнений (1) емкостных синхронных машин нового типа дает возможность исследования различных статических и динамических режимов этих машин.

Государственный инженерный университет Армении

Ակադեմիկոս Գ.Լ.Արեշյան

Նոր տիպի ունակային սինխրոն մեքենայի դիֆերենցիալ հավասարումների համակարգ

Ստացված է հինգերորդ կարգի դիֆերենցիալ հավասարումների համակարգ նոր տիպի ունակային սինխրոն մեքենայի համար, որն ունի ռոտորի վրա լրացուցիչ երկու զույգ էլեկտրոդներ, և նրա գրգռման էլեկտրոդների ընդգրկման անկյունը՝ 120-150 էլեկտրական աստիճան է [1,2]:

Հայտնի ունակային սինխրոն մեքենայի դիֆերենցիալ հավասարումները երրորդ կարգի են:

Առաջարկված համակարգը պարունակում է չորս նոր սեփական ունակային և փոխանակային գործակիցներ: Համակարգը հնարավորություն է տալիս ուսումնասիրել այդ նոր տիպի ունակային սինխրոն մեքենաների տարբեր ստատիկ և դինամիկ ռեժիմները:

Литература

1. Патент РА N. Р 20020041 от 1.04.2002 г. Авторы: Г.Арешян, А.Маилян, Л.Маилян
2. Патент РА N. Р 20020042 от 1.04.2002 г. Авторы: Г.Арешян, А.Маилян, Л.Маилян
3. *Арешян Г.Л.* Специальные вопросы теории электрических машин переменного тока. Ереван. Изд. ГИУА. 1999. 300 с.

АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

УДК 542.61+535.2+615.7+668.813

Н.О.Геокчян, А.А.Егизарян, Дж.А.Микаелян, А.Г.Хачатрян

**Экстракционно-абсорбциометрическое определение оксациллина
диазиновым красителем сафранином Т**

(Представлено академиком Р.С.Вартаняном 4/І 2002)

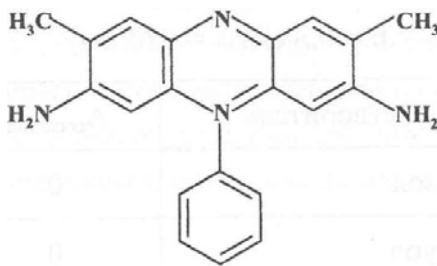
Антибиотики различного химического строения находят все более широкое применение в медицине в качестве профилактического терапевтического средства. Выявление связи между концентрацией лекарственных веществ и фармакологическим воздействием является основой эффективного и безопасного использования лекарств, а также диагностики и лечения при поражении промышленными токсикантами [1-3].

В связи с этим актуальна проблема разработки новых надежных, чувствительных и избирательных методов определения микрограммовых количеств различных лекарственных веществ.

Известно достаточно большое число физико-химических методов обнаружения и количественного определения антибиотиков. Это высокоэффективная жидкостная хроматография [4,5], электрофорез [6], ТСХ [7], ряд оптических методов [8]: рефрактометрия, нефелометрия, УФ-спектрофотометрия, дифференциальная спектрофотометрия, пламенная фотометрия. Описаны также экстракционно-фотометрические методы, в которых используются различные кислотно-основные индикаторы: бромфеноловый синий, бромконголовый зеленый, тропеолин ОО [9-10] и т.д.

Для экспрессного обнаружения, а также надежного и правильного количественного определения широкого спектра антибиотиков весьма перспективно применение экстракционно-абсорбциометрических методов с использованием органических основных красителей.

Настоящее исследование посвящено разработке экстракционно-абсорбциометрического метода определения малых количеств антибиотика оксациллина органическим основным красителем диазинового ряда — сафранином Т, который для этой цели применяется впервые:



Запасной раствор оксациллина (натриевая соль) готовили растворением точной навески препарата производства фирмы «Киевмедпрепарат» (Украина) в дистиллированной воде. Рабочие растворы оксациллина готовили соответствующим разбавлением исходного раствора. Водный раствор сафранина Т готовили растворением точной навески препарата красителя квалификации «ч.д.а.» в дистиллированной воде. Органические растворители квалификации «х.ч.» использовались без дополнительной очистки.

Кислотность реакционной среды регулировали добавлением соответствующих количеств соляной кислоты необходимой концентрации, равновесные значения pH водных фаз контролировали при помощи pH-метра - милливольтметра pH-121. Спектры светопоглощения и значения оптической плотности измеряли на спектрофотометре СФ-16.

В качестве экстрагентов были испробованы представители различных классов органических растворителей: алканы, бензол и его производные, хлорзамещенные углеводороды, алифатические спирты, эфиры уксусной кислоты, а также их бинарные смеси. Наиболее эффективным экстрагентом для извлечения образующегося соединения оказалась бинарная смесь хлороформ - этанол (4:1), которая обеспечивает максимальный полезный аналитический сигнал при минимальных фоновых значениях (см. табл.1). Объемное соотношение водной и органической фаз составляло 2:1 (10 мл + 5 мл).

Были сняты спектры светопоглощения хлороформ-этанольных органических экстрактов образующегося ионного ассоциата, водных растворов красителя и «холостых» экстрактов. Во всех случаях максимум светопоглощения наблюдается при одной и той же длине волны – 520 нм.

Совпадение максимумов светопоглощения может служить косвенным, однако достаточно убедительным подтверждением факта образования именно ионного ассоциата, в котором характер связи между катионом красителя и анионом антибиотика является преимущественно электростатическим.

Выбор органического экстрагента

(оксациллина 5 мкг; $V_{\text{красителя}}$ – 1.0 мл 0.05%-ного раствора;

$b = 0.3$ см; $\lambda = 520$ нм)

Органический растворитель	$A_{\text{соед/хол.}}$	$A_{\text{хол/раств.}}$
Бензол	0	0.030
Толуол	0	0.025
о-Ксилол	0.006	0
Этилацетат	0.027	0.050

Бутилацетат	0.020	0
Амилацетат	0	0.046
Трихлорэтилен	0.012	0.014
Дихлорэтан	0.300	0.090
Хлороформ	0.540	0.028
Хлороформ-этанол (4 мл + 1 мл)	0.970	0.038

При установлении оптимальной кислотности водной фазы оказалось, что экстракцию ионного ассоциата можно проводить в интервале кислотности от pH 5.8 до 1.0 моль/л по соляной кислоте, а максимальное извлечение образующегося соединения наблюдается при pH 5.8.

Количественное извлечение ионного ассоциата в органическую фазу имеет место при добавлении в водную фазу (1.8-2.0 мл) 0.05%-ного раствора сафранина Т. Образующийся ионный ассоциат переходит из водной фазы в органическую при одноминутном встряхивании, при этом степень извлечения $R = 97\%$, что было определено методом повторного экстрагирования [11]. Оптическая плотность органических экстрактов остается неизменной в течение 4 ч. Мольное соотношение между анионом оксациллина и катионом красителя в образующемся ионном ассоциате была определена методом прямой линии Асмуса и оказалась равна 1:1. Диапазон содержаний оксациллина, определяемых с погрешностью не более 2.0% отн. (при степени надежности $P = 0.95$) составляет 3.3 – 150 мкг/мл. Из данных градуировочного графика было рассчитано среднее значение кажущегося мольного коэффициента светопоглощения окрашенного ионного ассоциата оксациклината сафранина Т ($\epsilon = 3.3 \cdot 10^4 \text{ л} \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$). Предел обнаружения оксациллина, рассчитанный из тех же данных по 3s-критерию, составляет 1.92 мкг/мл.

В найденных оптимальных условиях была изучена избирательность экстракции и мешающее влияние некоторых других антибиотиков на определение оксациллина. На основании полученных данных разработана новая экспрессная методика количественного определения оксациллина диазиновым органическим основным красителем сафранином Т.

Ереванский государственный университет

Ն.Օ.Գյոկչյան, Ա.Ա.Եղիազարյան, Ջ.Ա.Միքայելյան, Հ.Գ.Խաչատրյան

Օքսացիլինի էքստրակցիոն-աբսորբցիոմետրական որոշումը դիազինային շարքի ներկայութե սափրանին S-ով

Օքսացիլինի և սափրանին S-ի փոխադրեցությունից առաջացած իոնական ասոցիատը լուծահանելու համար առավել արդյունավետ էքստրագենտ հանդիսանում է քլորոֆորմ-էթանոլ (4:1) բինար խառնուրդը, որն ապահովում է իոնական ասոցիատի

օրգանական էքստրակտների օպտիկական խտության առավել բարձր, իսկ «կույր» էքստրակտների օպտիկական խտության՝ նվազագույն արժեքներ:

Լուսակլանման մաքսիմումը դիտվում է 520 նմ ալիքի տակ: Ջրային ֆազի օպտիմալ թթվությունն է pH 5,8 ըստ աղաթթվի: Սաֆրանին S-ի օպտիմալ կոնցենտրացիան ապահովվում է (1,8-2,0) մլ 0,05%-ոց լուծույթի ավելացմամբ: Կորզման աստիճանը $R = 97\%$: Իոնական ասոցիատը կայուն է 4 ժամ: Օքսացիլինի որոշվող կոնցենտրացիաների սահմաններն են 3,4-150 մկգ ջրային ֆազի մեկ միլիլիտրում: Լուսակլանման թվացող մոլային գործակիցը $\varepsilon(520) = 3,3 \cdot 10^4 \text{ Լ} \cdot \text{մոլ}^{-1} \cdot \text{սմ}^{-1}$: Ըստ 3s-չափանիշի հաշվարկված օքսացիլինի հայտնաբերվող մինիմումը կազմում է 1,92 մկգ/մլ: Փոխազդող բաղադրամասերի մոլային հարաբերությունը գոյացող իոնական ասոցիատում 1:1 է:

Հաստատված օպտիմալ պայմաններում ուսումնասիրվել է էքստակցիայի ընտրողականությունը և այլ հակաբիոտիկների խանգարիչ ազդեցությունը: Ստացված տվյալների հիման վրա մշակվել է դիագնոստիկ ներկանյութ սաֆրանին S-ով օքսացիլինի քանակական էքստրակցիոն-աբսորբցիոմետրական որոշման նոր, բավականին զգայուն և կատարման առումով արագընթաց մեթոդիկա:

Литература

1. *Саради И.* Основы и педиатрические аспекты фармакогенетики, Изд-во Академии наук Венгрии. 1984. 248 с.
2. *Холодов Л.Е., Яковлев В.П.* Клиническая фармакокинетика. М. Медицина. 1985. 464 с.
3. *Тинели И.* Поведение химических загрязнителей в окружающей среде. М. Мир. 1982. 281 с.
4. *Huang H.S., Win J.R., Chen M.L.* - J.Chromatogr. 1991. V.564. P.195.
5. *Bailey F., Britt P.N.* - J.Chromatogr. 1973. V.83. P.431.
6. *Smither R., Vaughan D.R.* - J.Appl.Bacteriol. 1978. V.44. P.421.
7. *Horwitz W.* - J.Assoc. Off. Anal. Chem. 1981 V.538. P.259.
8. *Мелентьева Г.А.* Фармацевтическая химия. М. Медицина. 1976. т.1. С.20-23.
9. *Машковский М.Д.* Лекарственные средства. М. Медицина. 1989. ч.2. С.185- 186, 202-203.
10. *Сэнфорд Г.Д., Гербердинг Дж., Сэнде М.* Антимикробная терапия. М. Мир. 1996. С.133.
11. *Блум И.А.* Экстракционно-фотометрические методы анализа. М. Наука. 1970. С.34.

ГЕОЛОГИЯ

УДК 551.435.8

Р. А. Мандалян

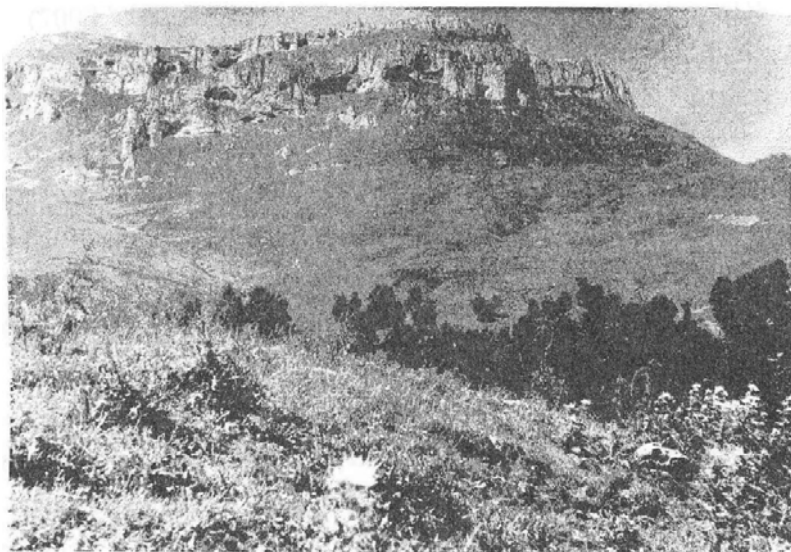
О развитии карста в Тавушской области Армении

(Представлено академиком С. В. Григоряном 8/IV 2002)

Карбонатный карст заметно развит в северо-восточной части Армении — Тавушской области (Сомхето-Карабахская структурно-формационная зона) в бассейнах среднего течения рек Агстев, Ахум и Тавуш на территории протяженностью около 60 км. Этим процессом главным образом охвачены толщи верхней юры (известняки, доломиты), имеющие непрерывное развитие при мощности 500-1000 м, и частично верхнего мела, в составе которых много глинистых известняков и мергелей [1]. По насыщенности карстовых проявлений выделяются две главные площади. Первая охватывает верхнеюрскую карбонатную толщу в промежутке от западной оконечности Иджеванского (Овского) хребта до левобережья р. Агстев, т. е. юго-восточную часть Алавердского антиклинория и Иджеванский грабен-синклинорий (рисунок). Вторая развита в междуречье Агстев- Ахум и в структурном плане приурочена к северному крылу Шамшадинского антиклинория и его сочленению с Иджеванским синклиномием [2]. На обеих залесенных площадях, разделенных долиной р. Агстев, карст представлен как поверхностными, так и подземными формами.

Морфологические характеристики и особенности строения. Самые мелкие проявления - округлые карры диаметром 1-3 см связаны с растворяющей деятельностью вод по трещинам малой величины — от тончайших до более заметных. Максимальная густота крупных (3-6 см) карров округлой и вытянутой формы наблюдается по север-северо-восточным отрогам Иджеванского хребта и нескольким участкам по водоразделу Агстев-Ахум у коч. Руситала и Схторут. Как последующая стадия развития карста воронки и поноры главным образом связаны с крупными трещинами северо-западного направления. После обводнения и просадки воронок формуются рытвины и ямы, постепенно превращающиеся в карстовые овраги протяженностью от первых десятков до 150-200 м. Поноры же трансформируются в провалы глубиной 1.5-4 м и длиной до 12м. В некоторых из них, развитых на высоких отметках (1700-1900 м) и заросших кустарником, снег сохраняется до середины июля. А по бортам ущелья р. Талигет (левого притока р. Агстев) развиты многочисленные ниши, выработанные русловым потоком по мере его врезания в трещиноватые верхнеюрские известняки и доломиты, причём эрозия вскрывает также ранее образованные полости растворения гидротермального происхождения.

На закарстованной территории насчитывается около 100 малых- средних и более десятка крупных пещер. Максимальная высота последних составляет 6-7 м, длина — 25-35 м.



Карстовые пещеры в кровле карбонатной формации (Иджеванский хребет, высота 1800-1980 м)

На их отвесных стенках часто образуются ячеистые и клиновидные карры. Здесь же формировались карстовые брекчии, доломитовая мука, маломощные залежи алевро-пелитового материала и натечные образования. А в бассейне р. Талигет на площади около 25 км², в карбонатных породах локализована минерализация исландского шпата, развитая в составе шпатоносных гнезд, жил и штокверков крупноблочного кальцита. Хорошо ограненные кристаллы шпата величиной от 2-3 до 12-15 см здесь чаще встречаются в полостях и гнездах дедоломитов, нередко содержащих листоватые агрегаты горной кожи (палы горе кита) [3]. Это сопровождалось гидротермальным растворением с формированием каверн и полостей, впоследствии расширенных и углубленных холодным карстом. Шпатоносная зона продолжается к востоку в междуречье Агстев-Ахум. На закарстованной площади развито несколько крупных пропастей глубиной 35-50 м. В их числе — «Ластивер» в окрестностях с. Енокаван (абс. отм. 1700 м); «Агарцин» по отрогам Иджеванского хребта; «Зрнган» - по водоразделу Агстев-Ахум, к северу от г. Сарум (2024.7 м). Они характеризуются вертикальными узкими входами, расширяющимися книзу с образованием залов. Вероятно, истинное развитие глубинного карста несколько выше ныне определенного. В этом убеждают значительная частота развития пещер в интервале высот 1100-1900 м и особенности геологического строения междуречья Агстев- Ахум, где можно прогнозировать наличие многоэтажных пещерно-гrotовых систем.

К востоку от описанной территории в междуречье Ахум-Тавуш интенсивность карста резко падает в связи с изменением литологического состава — замещением по латерали карбонатных накоплений вулканическими, которые доминируют в разрезе [3]. И лишь на отдельных участках, как у Бердских ворот и в окрестностях с. Мовсес, карбонатный карст развивался в форме пещер и провальных колодцев.

Условия формирования. Приведенные сведения характеризуют карст Тавушской области как многофазное явление, обусловленное комплексом природных факторов: тектонического, гидротермального, гипергенного и эрозионного. В его развитии прослеживаются два этапа: древний — мезокайнозойский и молодой — плиоцен-четвертичный. Развитие древнего карста осуществлялось в промежутке времени от апта до миоцена включительно. Свидетельством его раннего проявления служит маломощная (5-6 см) корка латеритового выветривания, сохранившаяся в кровле верхнеюрской толщи. Она содержит до 13% Fe_2O_3 и 7.5% глинозема [3]. Особенности верхнемелового этапа развития Сомхето-Карабахской зоны позволяют считать, что благоприятных условий для развития карста не было, хотя гидротермальное растворение карбонатных пород могло иметь место. Существенная роль принадлежит поздним тектоническим дислокациям — субмеридиональным Дитаванскому (Ревазлинскому) и Акнахбюр-Лусадзорскому сбросам с амплитудами 900-1400 и 250 м. Чуть позже проявился поперечный Спитакджур-Гандзасарский сброс, имеющий амплитуду около 300 м. Кроме того, в закарстованной полосе развиты мелкие разрывы с амплитудой несколько десятков метров и протяженностью 1-2 км. Примечательно также внедрение в карбонатную толщу небольших интрузий габбро и габбро-диабазов, сопровождавшееся поднятием кровли, некоторой перекристаллизацией и растворением вмещающих пород.

Таким образом, тектонические деформации вызывали смещения, дробление и трещиноватость, необходимые для горизонтальной и вертикальной циркуляции вод. Также существенным представляется растворяющее воздействие низкотемпературных гидротермальных растворов с формированием каверн, полостей и пещер с кальцитовой минерализацией.

Следующий — плиоцен-четвертичный этап заключается в наложении на унаследованный структурно-литологический фон неотектонических подвижек и новых физико-географических условий. Это возлывание горной системы и дополнительное трещинообразование, некоторая перестройка орографического плана, увлажнение климата и быстрое врезание речной сети, интенсивное развитие лесного и почвенного покровов. В одних случаях интенсивный холодный карст вскрывает древние гидротермальные полости, расширяя и углубляя их, в других — развивается самостоятельно. Именно сочетание гипогейного и гипергенного карста приводит к формированию глубинных форм. Интенсивному развитию холодного карста очень способствовало развитие гумусо-перегнойного почвенного слоя с обилием органических кислот, а также наличие в эрозионном срезе медно-колчеданных руд Тандзутского месторождения (Бердзеннер). Как известно, в зонах окисления последних образуются неорганические кислоты, повышающие агрессивность грунтовых вод.

В литологическом аспекте карст развивался избирательно — лучше в чистых карбонатных породах и замедленно — в песчано-глинистых и кремнистых разностях. Очень слабо он течет в мергелях, спонголитах и незаметно — в известковых силицитах.

Заключение. К настоящему времени карстообразование Тавушской области проявлено в развитии просадочных явлений, оврагов и обвалов, иссякании или чрезмерном возрастании дебита родников, дальнейшей разработке полостей, пещер и провалов. Ускорению этого процесса способствовали интенсивная вырубка леса, неконтролируемая вырубка грунтов и продвижение земледелия в горы, ветхость противоэрозионных сооружений. Как пример нарушения природных сред изученный карст можно отнести к опасным геологическим явлениям, требующим систематического изучения.

К этому обязывает наличие в закарстованных массивах и их обрамлении таких объектов, как железнодорожная и автомобильная трассы, трубопроводы, гидротехнические сооружения, сельскохозяйственные объекты, села и развивающиеся кварталы Иджевана и Берда. Другая особенность тавушского карста заключается в сочетании с оползневыми процессами, максимально проявленными по левобережью р. Ахум [4]. Она состоит в интенсивном увлажнении этой территории, способствующем набуханию глинистого (монтмориллонитового) компонента, широко развитого в составе коренных пород и грунтов. Наконец, здесь не до конца предсказуемо развитие карстовых форм при неотектонических подвижках. В этом случае возможны обрушения сводов пещер и стенок крупных провалов, новые проседания воронок, расширение трещин, т. е. развитие явлений, способствующих формированию карстовых запруд и затоплений, активизации оползневых процессов и оврагообразования.

Институт геологических наук НАН РА

Ռ.Մ. Մանդալյան

Հայաստանի Տավուշի մարզի կարստի զարգացման մասին

Շարքնատային կարստը ակներևորեն զարգացած է Հայաստանի հյուսիս-արևելյան մասում (Տավուշի մարզ, Սոմխետ-Ղարաբաղյան ստրուկտուրային ֆորմացիոն գոտի): Նա ներկայացված է ինչպես մակերեսային, այնպես և խորքային ձևերով: Որպես վտանգավոր երկրաբանական երևույթ այն կարիք ունի լուրջ ուսումնասիրման:

Литература

1. *Мандалян Р.А.* - ДНАН Армении. 1999. Т. 99. N 4. С. 356-361.
2. *Мандалян Р.А.* - Тезисы докл. междунар. конф. Проблемы геоморфологии и неотектоники горных областей Альпийско-Гималайского пояса. Ереван. 2001. С. 24-25.
3. *Мандалян Р.А.* В кн.: Стратиграфия и литология Армянской ССР. Ереван. Изд. АН АрмССР. 1979. С. 101-193.
4. *Мандалян Р.А., Мхитарян Р.Г.* - Изв. НАН РА. Науки о Земле. 2001. Т. 54. N

СЕЙСМОЛОГИЯ

УДК 528.2

Академик Р.А. Мовсесян, А.К. Певнев, С.Ю. Баласанян, А.Г. Бегларян

Сейсмическая геодезия
(новое направление в геодинاميке)

(Представлено 6/V 2002)

В начале XX столетия геодезию было принято подразделять на элементарную и высшую. Затем возникла прикладная, или инженерная, геодезия, названия ветвей которой - строительная геодезия, геодезия в лесном хозяйстве, землеустройстве и т.п. - подчеркивают их конкретное назначение. В начале 60-х гг. появились радиогеодезия, а чуть позже - спутниковая (космическая) геодезия. Сегодня на повестке дня стоит вопрос о формировании сейсмической геодезии [1-10].

В настоящей статье предлагаются к обсуждению задачи, которые должны решаться методами и средствами сейсмической геодезии. Прежде всего считаем необходимым отметить, что геодезия может оказать существенную помощь в исследованиях, связанных с решением проблемы прогнозирования тектонических землетрясений, лишь в тесном взаимодействии с сейсмологией и геофизикой, сейсмотектоникой и геологией. Далее, речь идет лишь о том, чтобы сделать более эффективным комплексное изучение различных предвестников землетрясений для прогноза сейсмической опасности.

Несколько десятилетий тому назад появился новый раздел наук о Земле, лежащий на стыке геодезии, геофизики, астрономии и океанологии - геодинاميка, одной из задач которой "является изучение движения земной коры в сейсмоактивных районах с целью получения данных, необходимых для прогноза сейсмической опасности... К проблемам, возникающим при изучении геодинамических явлений геодезическими методами, относятся, в частности, развитие средств измерений очень высокой точности и создание математического аппарата геодезических исследований" [11]. С приведенными выдержками из книги известного ученого в области современной высшей геодезии А.П. Пеллинина хорошо согласуются задачи, которые рассматриваются в данной статье.

Термин "сейсмическая геодезия" предлагается использовать в тех случаях, когда геодезические методы высокоточных измерений относительно положения точек земной поверхности проводятся в районе подготовки сильного тектонического землетрясения. Речь идет об измерениях, выполняемых по трассе активного геологического разлома, а также в поперечном к

нему направлению. При этом предполагается, что сейсмоструктурными и геофизиками определен на местности активный разлом с точностью 100-200 метров,

В задачи сейсмической геодезии входят:

1. Разработка теории геодезического деформационного предвестника, которая позволяет по данным повторных геодезических измерений, путем использования математических формул, выведенных на основании теории упругости, ответить на вопросы;

- а) какова магниту́да ожидаемого землетрясения;
- б) какой будет подвижка крыльев разлома в момент землетрясения;
- в) каково ежегодное смещение крыльев разлома;
- г) какова длительность подготовки ожидаемого землетрясения;
- д) каков период времени, прошедший с момента начала подготовки землетрясения, до начала выполнения геодезических измерений,

2. Разработка методики выполнения геодезических измерений с целью обнаружения:

- а) зоны криновых перемещений вдоль линии разлома;
- б) зоны сжатия;
- в) зоны растяжения;
- г) зоны зацепления блоков земной коры;
- д) начала участка будущего очага (начала зоны зацепления);
- е) конца участка зоны зацепления.

3. Разработка методики выполнения геодезических измерений в поперечном к разлому направлении с целью определения приращений координат деформационной кривой со временем:

а) разработка метода створных измерений для определения приращения ординат деформационной кривой в направлении, параллельном разлому;

б) разработка метода для определения приращений ординат деформационной кривой с применением Глобальной позиционной системы (GPS приемников);

в) разработка высокоточного деформографа для определения длин отрезков между точками местности на дистанциях до 1 км с относительной ошибкой, близкой к $(1 \div 2) \times 10^{-7}$;

г) разработка системы гидростатического нивелирования для дистанционного слежения за вертикальными деформациями точек земной коры с ошибками, близкими к ± 0.1 мм.

4. Выполнение лабораторных исследований с целью:

а) моделирования на стенде процесса подготовки землетрясения согласно гипотезе Г. Ф. Рейда;

б) исследования физико-механических свойств горных пород в зоне конкретного разлома,

5. Компьютерная обработка всей поступающей информации и, в частности, данных измерений, выполняемых с помощью GPS приемников.

Задачи, стоящие перед сейсмической геодезией, должны решаться, как с использованием традиционных методов инженерной и высшей геодезии, так и путем разработки новых методов, основанных на особенностях поставленной задачи, с использованием новейших достижений геодезии.

Несомненно, предстоит дальнейшее уточнение и развитие предлагаемых теоретических решений [4-10] в процессе их практической реализации на конкретных разломах.

В [4-9,12] сделана первая попытка теоретического подхода к обнаружению аналитической зависимости между деформационным предвестником (его характеристиками) и параметрами будущего очага землетрясения. В качестве геодезического деформационного предвестника предлагается использовать не только упругий изгиб горных пород в зоне зацепления двух находящихся в относительном движении блоков земной коры [2], но и упругое сжатие и упругое растяжение земной коры на участках, прилегающих к зоне зацепления.

Возможности сейсмической геодезии, как нам кажется, весьма перспективны, поскольку существует достаточно четкое представление о механизме разрыва горных пород, известном под названием "теории упругой отдачи Г. Ф. Рейда" [3]. За последнее десятилетие внимание к гипотезе Г.Ф. Рейда, выдвинутой 90 лет тому назад, повысилось [2,13,14]. Это можно объяснить тем, что поиск путей к прогнозу землетрясений продолжается.

По словам известного японского сейсмолога К. Касахары [15], примеры успешного краткосрочного прогноза землетрясений в Китае и ряде других стран показали, что реальная возможность прогноза землетрясений существует. Следовательно, вопрос о том, можно ли прогнозировать землетрясения или нет, следует отныне ставить в более точной формулировке, например: землетрясения какого типа предсказуемы; какие землетрясения, требующие предварительного прогноза, можно предсказать при современных прогностических возможностях; за какой отрезок времени можно предсказать землетрясение? По мнению многих сейсмологов, а также Международной ассоциации сейсмологии и физики земных недр [16], сегодня и очевидно всегда в будущем прогноз землетрясений будет носить вероятностный характер, точно так же как и во всех других областях знаний.

Физической предпосылкой прогноза является предположение о том, что накопление колоссальных деформаций в горных породах до критического уровня, после которого наступает их разрушение и, соответственно, землетрясение, должно сопровождаться изменением физических и других свойств горных пород, которые можно зарегистрировать современными методами наблюдений.

Исходя из этой предпосылки, подтвержденной на практике, вероятность прогноза зависит от многих факторов, главными из которых являются:

- тип прогноза (долгосрочный, среднесрочный, краткосрочный, оперативный);
- благоприятные, хорошо изученные физико-геологические условия;
- многовековая представительная статистика сейсмических событий;
- многолетний многопараметровый плотный мониторинг литосферы с круглосуточной передачей информации в реальном масштабе времени в единый центр сбора, обработки и анализа данных;
- многолетний ретроспективный анализ данных многопараметрового мониторинга литосферы с изучением пре-, ко-, постсейсмических изменений геологической среды при каждом сейсмическом событии;
- профессиональный потенциал ученых, занятых в прогнозе.

Сегодня долгосрочный прогноз сильных землетрясений, который делается на 50, 100 и более лет, в рамках сейсморайонирования имеет весьма высокую вероятность — 0.9 и более (т.е. 90% и более) [17].

Вероятность среднесрочного (от одного до нескольких лет) прогноза по данным многих исследователей, составляет около 0.7-0.8. Что касается краткосрочного (от 1 недели до 1 года) и оперативного (от 1 часа до 1 недели) прогнозов, то их вероятность в целом заметно ниже [18].

С целью прогноза сейсмической опасности Национальной службой сейсмической защиты Армении создана уникальная мониторинговая система, состоящая из более чем 150 многопараметровых станций, передающих информацию о малейших изменениях параметров литосферы в Единый центр обработки и анализа данных. Специальная экспертная система "Эксперт", на основе тестирования текущих данных на предмет их соответствия "образам" прошлых сейсмических событий, круглосуточно оценивает текущую сейсмическую опасность. Ее эффективность подтверждена прогнозом целого ряда сейсмических событий на территории Армении и прилегающих районов [19].

Отделом сейсмогеодезии НССЗ совместно с Национальным аэрокосмическим агентством США (NASA) и Массачусетсом технологическим институтом (США) ведутся высокоточные спутниковые геодезические наблюдения за деформациями земной коры в районе Кавказа, а также по всей зоне коллизии Аравийской и Евразийской плит [20]. Впервые получены направления и скорости деформации земной коры в различных точках на территории Армении. На основе сейсмогеодезических наблюдений, выполняемых НССЗ, стало известно, что территория Армении разбита на активные микроблоки, сжимающиеся со средней скоростью 10 мм/год в направлении движения Аравийской плиты (ЮВ-СЗ) [21].

Построенные по данным GPS-наблюдений поля напряжений при сопоставлении с механизмами очагов землетрясений позволяют судить о сложном соотношении разрывов в очагах землетрясений (на глубинах до 24 км) с деформациями на поверхности земли [19].

Развитие нового направления в науках о Земле - сейсмогеодезии, позволит повысить вероятность прогноза землетрясений. Сейсмогеодезические исследования могут оказаться также весьма эффективными для мониторинга оползневой опасности на территории Армении [22].

Ереванский архитектурно-строительный государственный университет
Национальная служба сейсмической защиты

**Ակադեմիկոս Ռ.Հ. Մովսիսյան, Ա.Կ. Պենն, Ս.Յու. Բալասանյան,
Ա.Գ. Բեգլարյան**

Մեյսմիկ գեոդեզիա (նոր ուղղություն գեոդինամիկայում)

Այսօր օրակարգում դրված է մեյսմիկ գեոդեզիայի ձևավորման հարցը [1-10]: Քննարկվում են խնդիրներ, որոնք պետք է լուծվեն մեյսմիկ գեոդեզիայի օգնությամբ: Տեկտոնիկ երկրաշարժերի կանխագուշակման հետ կապված ուսումնասիրություններում գեոդեզիան կարող է օգտակար լինել միայն մեյսմոլոգիայի, երկրաֆիզիկայի, մեյսմատեկտոնիկայի և երկրաբանության հետ սերտ ներգործությամբ:

Литература

1. Григорян С.С. - ДАН СССР, 1989, Т.308 с. 1083-1087.
2. Певнев А.К. - Изв. АН СССР, Серия Физика Земли. 1988. N12.
3. Raid H.F. - Bull. Of the Department Geology. Univ, California, Publ. 1911.-v.6, N19.-p.413-414.
4. Арутюнян С.Я., Григорян С.С., Мовсесян Р.А., Певнев А.К. Способ прогнозирования возможного очага землетрясения. Патент 470 А2, Армпатент; Офиц. бюл. N1 (5), 1988.
5. Мовсесян Р.А. - Доклады НАН Армении, т.98, N2, 1998.
6. Мовсесян Р.А. - Изв. вузов, Геодезия и аэрофотосъемка, N1, 1999, с.3-17.
7. Григорян С.С., Мовсесян Р.А. - Геодезия и картография, N1, 2002.
8. Бегларян А.Г. - Бюлл. строит. Армении, N12 (17), 1997, с.29-33.
9. Бегларян А.Г., Арутюнян С.Я., Мовсесян Л.Р. - Бюллстроит, Армении, N12 (17), 1997.
10. Мовсесян Р.А., Багдоев А.Г., Саакян А.В. - Доклады НАН РА, 2002. Т. 102. N2
11. Пеллинен Л.П. Высшая геодезия. М., 1992.
12. Мовсесян Р.А. - Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка, N2, 2001.
13. Певнев А.К. - Геодезия и картография, N7, 2002.
14. Добровольский И.П. Теория подготовки тектонического землетрясения, М., 1991.
15. Касахара К. Механика землетрясений. М. Мир. 1985.
16. IASPEI annual report, 2001
17. The Global Seismic Hazard Assessment Program (GSHAP), Annali di Geofizica, vol.42, N6, December, pp.1230.
18. Соболев Г.А. Основы прогноза землетрясений. М. Наука, 1993.
19. Balassanian S. - Earthquake Hazard and Seismic Risk Reduction. Kluwer Academic Publishers, Netherlands, p. 169, 2000.
20. Balassanian S. (jointly with Prilepin M., Baranova S., Guseva T., Mishin A., Nadaria M., Rodhozhin E., Rozenberg N., Skvorodkin Yu., Hamburger M., King R., Reilinger R. - Физика Земли. 1997. N6. С. 68-75.
21. Balassanian S. (jointly with Boynagryan V.) - 2nd Intern. Conf. on Earthquake Hazard and Seismic Risk Reduction, abstract volume, p. 132, Yerevan, Armenia, September 15-21, 1998.

МОЛЕКУЛЯРНАЯ БИОЛОГИЯ

УДК 616.345-06:616-008.8

А.С. Агабалян, А.Ж. Мкртчян, Г.С. Арзуманян, В.Э. Акопян,
академик К.Г. Карагезян

**Физико-химическая характеристика молекул средней массы, их роль
в возникновении эндотоксикозов**

(Представлено 6/V 2002)

Одной из кардинальных задач медицины на современном этапе ее развития является проблема эндотоксикозов, грозных осложнений, сопровождающих течение многих заболеваний, связанных с повышенным распадом тканей, усиленными процессами катаболизма, недостаточностью функций печени и почек, нарушениями обменных процессов и т.д. [1-3]. В настоящее время большинство исследователей патогенетические аспекты эндогенной интоксикации (ЭИ) объясняют первостепенной ролью токсинов белковой природы с молекулярной массой 500-5000Д, причисляемых к категории "молекул средней массы" (МСМ) [4,5]. Высказывается мнение о непосредственном токсическом действии их через систему крови на трансмембранный перенос веществ, обусловленный ингибированием активности ряда мембраносвязанных ферментов в сочетании с нарушениями активности систем клеточного иммунитета [7, 8]. Установлены особенности, связанные с повышением концентрации МСМ в плазме крови патологий типа нейропатий, миодистрофий, анорексий, иммунодепрессий и пр. Высокий уровень МСМ характерен также для гнойно-воспалительных заболеваний, ожоговой болезни, травм различного происхождения, опухолевых поражений органов и т.д. [8, 9, 10]. Однако, несмотря на значительные достижения в выявлении роли МСМ при ЭИ, особенно в возникновении эндотоксикозов, физико-химическая природа их по сей день остается не разгаданной.

Вышеизложенное послужило основанием к проведению исследований, направленных на выявления и изучение особенностей физико-химических и биологических свойств МСМ.

МСМ получали по описанному ранее методу [2] из плазмы крови больных с острой и частичной кишечной непроходимостью, парапроктитами различной этиологии и послеоперационным перитонитом (контролем служила кровь 40 практически здоровых людей). Экспериментальная часть работы была проведена на 50 белых беспородных крысах-самцах массой 180-200 г. Тотальный пул МСМ фракционировали методом гель-хроматографии на колонках с сефадексом G-50, элюцию фракций проводили в условиях 0,01М трис-НСl буфера рН 8,0. Определение количественного баланса общего белка, альбумина, концентрации креатинина, мочевины, а также активности ферментов креатинфосфокиназы (КФК), гаммаглутамилтранс-

пептидазы (ГГТП), щелочной фосфатазы (ЩФ), лактатдегидрогеназы (АДГ), аланиламинотрансферазы (АЛТ), аспартатаминотрансферазы (АСТ) осуществляли с помощью биохимического анализатора ФР-901, а значения лейкоцитарного индекса интоксикации (ЛИИ) оценивали как это было описано ранее [6].

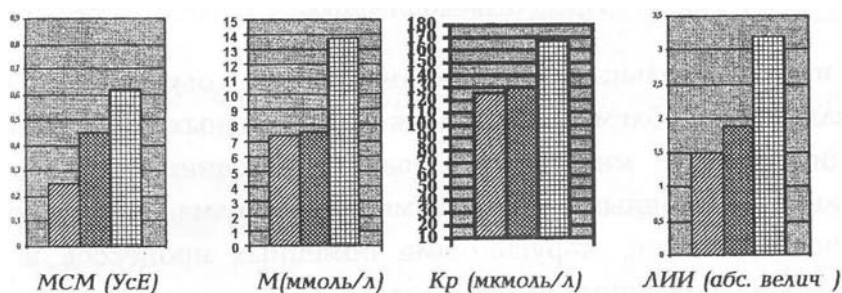


Рис. 1. Динамика биохимических показателей развивающейся эндогенной интоксикации: I столбец - доноры; II - до развития клинических симптомов эндогенной интоксикации; III - развитие клинических симптомов эндогенной интоксикации

Первоначальное определение уровня МСМ при изучаемых патологиях показало значительное превышение признанных физиологических значений ($0,26 \pm 0,018$). Наиболее высокие показатели были у больных с послеоперационным перитонитом, анаэробным парапроктитом ($0,530 \pm 0,0250$ и $0,0550 \pm 0,034$ Ус.е соответственно, а также у больных с острым парапроктитом ($0,405 \pm 0,021$ Ус.е.). Особый интерес представляло проведение сравнительной оценки лабораторных показателей эндогенной интоксикации, как это продемонстрировано на рис.1, где только значения МСМ свидетельствуют о развитии интоксикации задолго до проявления клинических симптомов этого осложнения. Вместе с тем значения креатинина (Кр), мочевины (М) и ЛИИ либо оставались в пределах нормы, либо незначительно повышались, что позволяет рекомендовать метод определения МСМ для раннего выявления ЭИ.

В следующей серии экспериментов (рис, 2) изучался хроматографический профиль МСМ, полученных из крови больных с различными заболеваниями, и характер влияния фракционированных молекул на биохимические параметры. Согласно приведенным данным, при гель-фильтрации тотальный пул МСМ вне зависимости от патологии разделяется на две фракции: высокомолекулярную (Ф1) и низкомолекулярную (Ф2). Профиль элюции молекул показывает, что в тотальном пуле МСМ в основном преобладает низкомолекулярная фракция.

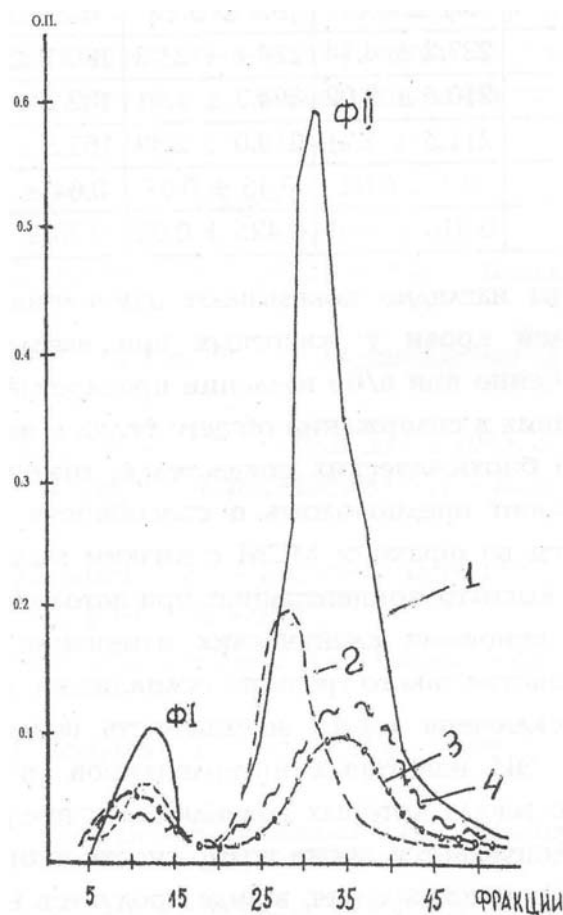


Рис. 2. Профиль элюции СМ - белков доноров и больных раком толстой кишки:
1 - острая кишечная непроходимость; 2 - частичная кишечная непроходимость;
3 - доноры; 4 - парапроктиты.

Для изучения биологических свойств тотального пула МСМ, Ф1 и Ф2 животные были подразделены на четыре группы: 1-я группа (п - 15) получала внутрибрюшинно (в/бр) МСМ, 2-я - Ф1 (п-15), 3-я - Ф2 (п- 15), 4-я группа служила контрольной (п-15). Концентрация введенных препаратов в 1 мл. раствора составляла 0,2 г./мл. Кровь для определения возможных биохимических сдвигов отбирали из хвостовой вены животных при проявлении у них клинических симптомов интоксикации (адинамия, апатия, отказ от еды, слабость, взъерошенная шерстка и т.д.). Результаты проведенных исследований суммированы в таблице.

Влияние МСМ на биохимические показатели животных

Показатели	Группа животных			
	1	2	3	4
АЛТ, Е/л	11.8 ± 0.12	13.2 ± 0.22	10.1 ± 0.14	15.0 ± 0.81
АСТ, Е/л	8.1 ± 0.11	9.9 ± 0.37	6.2 ± 0.19	11.5 ± 0.77
КФК, Е/л	227.2 ± 4.14	228.1 ± 2.03	180.1 ± 1.89	237.2 ± 4.16
ЛДГ, Е/л	210.6 ± 3.02	204.3 ± 1.91	182.2 ± 2.80	212.3 ± 0.44
ЩФ, Е/л	211.5 ± 5.21	219.0 ± 2.33	162.5 ± 1.24	226.5 ± 3.77

М, ммоль/л	0.4 ± 0.02	0.45 ± 0.07	0.64 ± 0.02	0.28 ± 0.01
Кр, мкмоль/л	0.310 ± 0.01	0.425 ± 0.02	0.78 ± 0.09	0.315 ± 0.08

Данные таблицы наглядно показывают изменения изученных биохимических показателей крови у животных при введении им различных фракций МСМ, особенно при в/бр введении препаратов 2. Примечательны аналогичные изменения в содержании общего белка и альбумина. Наиболее выраженные сдвиги биохимических показателей, отмеченные у животных 3-ей группы, позволяют предположить о способности веществ сыворотки крови, содержащихся во фракции МСМ с низким молекулярным весом и накапливающихся в высоких концентрациях при патологических состояниях, вызывать развитие основных клинических изменений, обуславливающих возникновение и развитие такого грозного осложнения, как ЭИ. По мнению ряда авторов не исключена также возможность вовлечения в патогенетический механизм ЭИ некоторых интерлейкинов, в частности ИЛ-1 и ИЛ-2, молекулярные массы которых колеблются в пределах молекулярной массы МСМ [11]. Допускается также возможность проникновения в кровь токсинов кишечного происхождения, в виде продуктов неполного пищевого протеолиза, токсинов просветной микрофлоры и др. [12, 13].

Таким образом, результаты проведенного исследования показывают, что во всех изученных нами патологиях во второй низкомолекулярной фракции МСМ, отличающейся от первой количественными и качественными характеристиками, имеет место накопление токсических веществ, высокая концентрация которых приводит к развитию эндогенной интоксикации при различных патологических состояниях.

Ереванский государственный медицинский университет
Институт молекулярной биологии НАН РА

**Ա.Ս. Աղաբալյան, Ա.Ժ. Մկրտչյան, Գ.Ս. Արզումանյան, Վ.Է. Հակոբյան,
ակադեմիկոս Կ.Գ. Ղարազյուզյան**

**Միջին զանգվածի մոլեկուլների ֆիզիկաքիմիական բնութագիրը և նրանց դերը
էնդոտոքսիկոզների ծագման մեջ**

Ուսումնասիրված են արյան պլազմայի այսպես կոչված «միջին զանգվածի մոլեկուլների» (ՄՁՄ) ֆիզիկաքիմիական և կենսաբանական հատկությունները: Ցույց է տրված այդ մոլեկուլների զգալի նշանակությունը որպես մի շարք հիվանդությունների ժամանակ էնդոգեն ինտոքսիկացիայի զարգացման վաղ ախտորոշման ցուցանիշ:

Литература

1. Владыка А.С., Беляков Н.А., Шугаев А.И. - Вестн. хирургии, 1985, 8, 126-129
2. Габриелян Н.И., Дмитриев А.А., Севастьянова О.А. - Анестезиол. И реаниматол., 1985, 1, 36-38
3. Гудим В.И., Габриелян Н.И., - Лаб. дело, 1985, 3, С. 145-149

4. Кишкун А.А., Кудинова А.Ф., Офитова А.Д. - Военн. мед. журн., 1990, N2, С 40-41
5. Babb A.L, Johansen P.J., - Proceedings of the European dialytis and transplantat (EDTA) 1973, v 10, P. 247-257
6. Олейников В.В., Иноземцев С.А. - Военн. мед. журн., 1999, N4, С. 74-75
7. Саакян М.А., Агабалян А.С., Элоян Д.В. - Сов. медицина, 1991, N5, С. 68-70
8. Давтян О.Я., Саакян А.Б., Агабалян А.С. - Врачебное дело, 1989, N9, С. 69-71
9. Ерюхин Н.А., Белый В.Я., Ханевич М.Д. - Вест, хирургии, 1987, N1, С. 5-9
10. Нагоев Б.С., Габрилович М.И. - Эпидемиол. и инфекцион.болезни, 1999, N4, С. 34-36
11. Хохлова Е.Х., Барсуков В.С., Донец Е.Л. - Эпидемиол. и инфекцион. болезни, 2001, N3, С. 19-22
12. Шепилова Ж.И., Балякин С.О. - Лаб. дело, 1984, N9, С. 546-548
13. Cueille G., Mour N.K., Farges J.P. - Artif. Organs, 1980, 4, P.28-32

МОЛЕКУЛЯРНАЯ БИОЛОГИЯ

УДК 616-009.7-039.13 + 616.097

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

Молекулярные аспекты цитотоксического действия лимфоцитарных
факторов у больных периодической болезнью на процессы
эмбриогенеза

(Представлено 7/V 2002)

Особенность этиопатогенеза периодической болезни (ПБ), характеризующейся разновидностью клинических проявлений (абдоминальная, торакальная, суставная и смешанные формы) и кризами различной локализации, исследовались уже с древних времен [1-7 и др.].

В наше время этой проблеме посвящены многочисленные исследования [4, 5, 8-10], не дающие, однако, адекватных методических подходов для осмысления молекулярных механизмов патогенеза этого болезненного состояния. Чрезвычайно неполноценно освещены физиологические, биохимические, молекулярно-биологические, цитологические аспекты ПБ, в основном касающиеся причинно-следственных основ оксидативного стресса как одного из ярких проявлений комплекса этиопатогенетических факторов. Имея прямое отношение к патофизиологическим отклонениям гипоталамических структур, кортикотропинвыделительной функции, секреции кортикотропина, аденокортикотропина, они активно включаются в систему формирования оксидативного стресса при ПБ, что в целом характеризуется широким вовлечением наряду с агентами, стимулирующими функциональную активность симпатической нервной системы, и многих других медиаторов стресса из серии компонентов каскада нейро-, иммуно- и метаболических модуляторов самого широкого спектра действия [11-13].

По сей день остаются нераспознанными молекулярные механизмы зарождения, развития и генерализации симптомов ПБ. Изучению их особенностей при данной патологии и посвящено настоящее исследование. Одним из важных аспектов затронутой проблемы является изыскание наиболее приемлемых методов по выявлению тканей и клеток мишеней, проявляющих наибольшую степень чувствительности и уязвимости к специфическим отклонениям, характерным для ПБ.

**Цитотоксическое действие лимфоцитов доноров и больных ПБ на
эмбриональные ткани**

Эмбриональная ткань	Лимфоциты доноров		Лимфоциты больных ПБ	
	количество эксплантатов	%	количество эксплантатов	%
Почка	$\frac{3}{24}$	12.50	$\frac{40}{52}$	76.92
Надпочечник	$\frac{3}{14}$	21.43	$\frac{28}{34}$	82.35
Селезенка	$\frac{4}{17}$	12.14	$\frac{16}{25}$	80.0
Тимус	$\frac{4}{12}$	36.66	$\frac{11}{18}$	61.11
Гипоталамус	$\frac{5}{21}$	23.80	$\frac{11}{27}$	40.74
Печень	$\frac{4}{18}$	22.22	$\frac{29}{51}$	58.82
Миокард	$\frac{2}{12}$	12.66	$\frac{4}{16}$	25.00
Легкие	$\frac{4}{24}$	16.67	$\frac{12}{21}$	57.14

Примечание. В числителе - число эксплантатов с угнетением роста, в знаменателе - общее число эксплантатов.

Нами предпринята попытка разработки принципа модификации метода Д.К.Новикова [14], основанного, во-первых, на выделении, очистке и идентификации лимфоцитов из периферической крови как практически здоровых лиц, так и больных ПБ; во-вторых, на изучении *in vitro* воздействия неизвестных биологически активных соединений, выделенных из лимфоцитов больного организма, на ростковые процессы тканей 1.5-2-месячных человеческих эмбрионов [7]. В качестве мишеней были использованы размельченные ткани почек, печени, надпочечников, легкого, тимуса, селезенки, гипоталамуса и миокарда. Их культивирование производилось в контрольных и опытных камерах, приготовленных из органического стекла, в инкубационной среде, состоящей из 85%-ной среды 199, 10%-ной лошадиной сыворотки и 5%-ного эмбрионального экстракта, и сопровождалось ежедневной микроскопической (15×20) регистрацией роста клеток [15]. Всего исследовано 366 эксплантатов, из них лимфоциты доноров в количестве $2 - 3 \cdot 10^6$ добавлялись к 122, а лимфоциты больных ПБ - к 244. При констатации росткового процесса исходили из уровня пролиферации клеток из расчета занимаемой ими площади вокруг эксплантата и ежедневного учета наличия или угнетения этого процесса в отношении всех использованных нами эксплантатов.

Результаты исследований, проведенных с лимфоцитами больных ПБ, свидетельствуют о статистически достоверном угнетении росткового процесса, наиболее отчетливо проявляющемся, как вытекает из данных таблицы, в отношении почечной, надпочечниковой и селезеночной тканей. В относительно меньшей степени описанный сдвиг проявляется у клеток легочной, печеночной тканей и тимуса. Особого внимания заслуживает факт максимально выраженного ингибирующего действия на ростковые процессы клеток исследованных тканей, проявляющегося при тестировании лимфоцитов, изолированных из крови больных ПБ в период приступа (см. таблицу).

Наибольшего внимания заслуживают результаты исследований особенностей действия надснадочной жидкости, полученной при реакции бласт- трансформации лимфоцитов (РБТ). Согласно полученным данным, добавление в камеры контрольных проб при отсутствии в них почечного антигена не оказывает ингибирующее действие на рост клеток. Наоборот, надснадочная жидкость, полученная в реакции РБТ с почечным антигеном, вызывает умеренное торможение роста клеток почечной ткани уже через сутки, и этот процесс продолжает развиваться и в последующие 2 дня. Этот факт свидетельствует об особой сенсibilизированности лимфоцитов больных ПБ к почечному антигену, что и служит основанием к формированию в них активных начал, оказывающих угнетающее влияние на рост клеток-мишеней и обуславливающих таким образом киллерную активность этих образований. Проведенные исследования служат, на наш взгляд, убедительным доказательством избирательной поражаемости именно почечной ткани, выступающей в роли ткани-мишени при ПБ. Этот факт подтверждается высоким процентом (20-40%) повреждения почек при ПБ в виде тяжелейшего необратимого осложнения типа амилоидоза почек. В то же время мы не исключаем возможности амилоидозного повреждения при ПБ и других органов. Весьма возможно, что подобное осложнение, характерное и для ПБ, и для болезни Альцгеймера, носит более генерализованный характер с доминированием, однако, в первом случае в почках, а во втором - в мозговой ткани [16-18].

Наличие гепато-лиенального синдрома подтверждается чувствительностью селезеночной и печеночной тканей, а резкое угнетение глюкокортико- идной функции надпочечных желез, в частности 11 ОКС [19], свидетельствует о большей степени повреждаемости этих органов.

Полученные результаты проливают определенный свет на осмысление реально существующих патогенетических механизмов цитотоксического действия многочисленных вновь генерируемых при ПБ факторов лимфоцитарной природы, несомненно, связанных с расстройствами общего иммунологического статуса организма при изученной патологии.

Институт молекулярной биологии НАН РА

**Ակադեմիկոս Կ.Գ. Ղարազյոզյան, Ա.Մ. Զավգորդնյայա, Լ.Վ. Կարաբաշյան,
Կ.Օ. Հովնանյան, Ա.Գ. Մխիթարյան, Ա.Մ. Արզումանյան**

**Սաղմնաձևնության գործընթացների վրա պարբերական հիվանդությամբ (ՊՀ)
հիվանդների լիմֆոցիտար գործունեության ցիտոտոքսիկ ազդեցությունների
մոլեկուլային ասպեկտները**

Աշխատանքի սկզբունքը հանդիսանում է in vitro մարդու 1.5-2 ամսական սաղմերի երիկամի, մակերիկամի, փայծախի, ուրծագեղձի, թոքերի և սրտամկանի հյուսվածքային կուտուրանների վրա ՊՀ հիվանդների լիմֆոցիտների որպես դոնոր-հսկիչ լիմֆոցիտների ազդեցությունը: ՊՀ հիվանդների լիմֆոցիտների ազդեցության տակ դիտվում է երիկամի (76, 92%), մակերիկամի (82, 35%), փայծախի (64%), լյարդի (58, 82%) և ուրծագեղձի (61, 11%) հյուսվածքների աճի ճնշում, իսկ մնացած հյուսվածքների աճի ճնշումը գտնվում է 25-40% սահմաններում:

Литература

1. *Sigal S.* - Ann. Int. Med. 1945. N23. P.1.
2. *Reiman H.A.* - JAMA. 1948. V.136. P. 239-244.
3. *Mamou H., Catlan R.* - Sem. Hop. Paris. 1952. N28. P. 1062.
4. *Айвазян А.А.* Периодическая болезнь. Ереван. Айастан. 1982. 215 с.
5. *Аствацатрян В.А.* Периодическая болезнь у детей. Ереван. Айастан. 1989. 195 с.
6. *Pras M.* - Familial Mediterranean Fever. II International Conference 3-7 May. 2000 Antalya - Turkey. P. 8-13.
7. *Завгородняя А.М.* Клинико-иммунологические аспекты периодической болезни. Автореф. докт. дис. М, 1990.
8. *Оганесян Л.А., Авакян В.М.* - Сов. мед. 1938. N16. С. 9-12.
9. *Тареев В.М., Насонова В.А.* - Сов. мед, 1959. N11. С.3.
10. *Виноградова О.М.* Периодическая болезнь. М. Медицина. 1973.199 с.
11. *Harutyunyan V.M., Charagyozyan K.G., Hakobyan G.S., Grigoryan G.A.* - 1st International Conference on FMF. September 7-11. 1997. Jerusalem, Israel P. 69.
12. *Gharagyozyan K.G., Guinn P.J., Harutyunyan V.M., Sarkissyan T.F., Emerit E., Zohrabyan L.S.* - Idem. P.70.
13. *Erken E., Gunesacar R.* - Idem. P.84.
14. *Новиков Д.К., Новикова В.И.* В кн.: Клеточные методы иммунодиагностики. Минск. Беларусь. 1979. С. 92-105.
15. *Kastner D.L.* - Familial Mediterreanean Fever. II International Conference 3-7 May. 2000 Antalya - Turkey. P. 60.
16. *Karagyezyan K.G., Zavgorodnyaya A.M., Hovnanyan K.O.* - Idem. P.73.
17. *Zavgorodnyaya A.M., Hovnanyan K.O., Karageuzyan K.G.* - Idem. P.77.
18. *Завгородняя А.М., Гуюмджян И.О.* - Всесоюзный съезд врачей-лаборантов. Ворошиловград. 1979. С. 103.
19. *Завгородняя А.М., Овсепян Л.А., Айвазян Ал. А.* - Иммунология. 1987, N2. С. 86-87.

БИОХИМИЯ

УДК 577.15

С.С. Алексанян, А.Е. Арутюнян, Л.В. Саркисян, академик А.А. Галоян

Изменение активности щелочной и кислой фосфатаз под влиянием
фрагмента тимозин β_4 (11-19) в разных органах белых крыс

(Представлено 24/XII 2001)

Выделение из гипоталамуса крупного рогатого скота ряда активаторов и ингибиторов Ca^{2+} -кальмодулинзависимой фосфодиэстеразы циклической аденозин-монофосфорной кислоты без участия ионов кальция и кальмодулина позволило полностью раскрыть первичную структуру этого важного белка - пептида тимозин β_4 (T_{β_4}) (1-39)[1].

Установлено, что T_{β_4} с 39 аминокислотными остатками, играющими важную роль не только в регуляции иммунной системы, но и в функциях мозга, оказывает активирующее действие на Ca^{2+} -кальмодулинзависимую фосфодиэстеразу циклического аденозинмонофосфата в нано- и пикомолевых концентрациях в условиях *in vitro* и является мощным активатором Ca^{2+} -кальмодулинзависимых ферментов без участия ионов кальция и кальмодулина [2]. T_{β_4} (1-39) мозга является первичным активатором указанных ферментов, когда концентрация Ca^{2+} недостаточна для насыщения кальмодулина ($10^{-9} - 10^{-12}$) [3].

Учитывая исключительную важность процессов фосфорилирования и дефосфорилирования ряда функционально важных ферментов и белков в физиологических процессах организма, мы поставили задачу изучить влияние фрагмента (11-19), который активирует кислую и щелочную фосфатазы различных органов белых крыс *in vitro*.

Ранее [3] было показано, что фрагменты T_{β_4} (11-19), в которых содержится 5 лизиновых остатков, воспроизводят активирующее влияние T_{β_4} (1-39) на цАМФ фосфодиэстеразу мозга и других органов. Мы задались целью изучить влияние именно этого фрагмента на активность щелочной и кислой фосфатаз.

Экспериментальных животных (белые беспородные крысы - самцы массой 150-180г) содержали в обычном рационе в вивариуме. Материалом для опытов служили: сердце, почки, печень и мозг белых крыс. Животных декапитировали на холоду, быстро извлекали исследуемые органы, промывали охлажденным физиологическим раствором, взвешивали определенное количество ткани и на холоду гомогенизировали в дистиллированной воде микроизмельчителем типа Уоринга.

Изменение активности кислой (КФ) и щелочной (ЩФ) фосфатаз под влиянием фрагмента T_{β_4} (11-19) в мг Р/г сырой ткани различных органов белых крыс

	Норма	Фрагмент T_{β_4} (11-19), 10^{-9} М	Разность, %
Почки			
КФ	49,75±5,27	56,25±8,36 P<0,05	13
ЩФ	50,25±7,0	74,25±4,3 P<0,02	47
Печень			
КФ	32,12±2,0	39,9±3,3 P<0,05	24
ЩФ	13,0±2,43	24,75±4 P<0,05	90
Сердце			
КФ	15,25±5,46	18,0±4,2 P<0,05	18
ЩФ	22,95±2,4	28,125±6,5 P<0,05	22
Мозг			
КФ	22,0±6,8	19,5±6,1 P<0,2	-11,4
ЩФ	37,5±6,9	31,0±5,1 P<0,05	-17,4

Активность щелочной и кислой фосфатаз в гомогенатах определяли по методу Боданского [4]. В качестве субстрата брали β -глицерофосфат *Na* в медиальном буфере *pH* 9.6 для щелочной фосфатазы и 4.6 - для кислой. Неорганический фосфор определяли по методу Лоури и Лопеса [5]. Разведение гомогената производили из расчета 1г свежей ткани в 10 мл дистиллированной воды для печени, сердца и мозга и 20 мл - для почек.

Реакционная смесь состояла из 1 мл гомогената, 5 мл субстрата буфера, 0.25 мл (40 γ) исследуемого вещества. После одночасовой инкубации при 37°C в пробы добавляли по 2 мл 40%-ной трихлоруксусной кислоты и в безбелковом фильтрате определяли неорганический фосфор, т.е. из фильтра брали по 2 мл гомогената, добавляли 2 мл 2.5%-ного раствора молибдата аммония на серной кислоте, 1 мл 0.5%-ной аскорбиновой кислоты и доводили водой до 10 мл. После 5-минутной инкубации немедленно определяли активность фермента. Осаждение белков, фильтрацию и определение неорганического фосфора производили в холодных условиях. Пробы колориметрировали на ФЭК-М фильтром красным, кювет 0.5 см (длина волны 600-650 нм).

Активность фосфатазы выражали в мг неорганического фосфора, отщепившегося от β -глицерофосфата *Na* в течение одного часа инкубации при 37°C на 1г сырой ткани.

Результаты опытов по определению активности кислой и щелочной фосфатаз исследуемых органов в норме и под влиянием фрагмента T_{β_4} (11-19) приведены в таблице.

Полученные нами данные показали, что в норме достаточно высокая активность кислой и щелочной фосфатаз зафиксирована в почках и печени (49.7, 50.2 мг соответственно), несколько ниже активность щелочной фосфатазы в мозгу (37.5 мг) и кислой - в печени (32.12 мг). В остальных определениях активность обоих ферментов варьирует от 22 до 13 мг.

Таким образом, фрагмент T_{β_4} (11-19) активирует как кислую, так и щелочную фосфатазы в тканях почек, печени и сердца белых крыс. Активность щелочной фосфатазы наиболее высока

в печеночной ткани (90%), тогда как в почках увеличивается на 47%. Активность щелочной и кислой фосфатаз сердца, кислой фосфатазы почек и печени увеличивается на 13-24%. T_{β_4} (11-19) достоверно подавляет активность фосфатаз мозга, как кислую, так и щелочную, в пределах 11-17%.

Институт биохимии им. Г.Х.Бунятына НАН РА

**Ս.Ս. Ալեքսանյան, Ա.Ե. Հարությունյան, Լ.Վ. Սարգսյան,
ակադեմիկոս Ա.Ա. Գալոյան**

**Հիմնային և թթվային ֆոսֆատազների ակտիվության փոփոխությունը
սպիտակ առնետների օրգաններում թիմոզին β_4 (11 - 19) հատվածի ներքո**

Ստացված տվյալների ուսումնասիրությունը ցույց է տալիս, որ թիմոզին β_4 (11 - 19) ֆրագմենտի ազդեցության ներքո (in vitro) տարբեր օրգաններում տեղի է ունենում թթվային և հիմնային ֆոսֆատազների ակտիվության նշանակալից փոփոխություն: Լյարդում, երիկամներում և սրտում նկատվում է ֆերմենտների ակտիվության զգալի ավելացում, հատկապես երիկամների հիմնային ֆոսֆատազան (90%): Ուղեղի ֆերմենտների համար թիմոզին β_4 (11 - 19) հատվածը հանդես է գալիս որպես ինհիբիտոր:

Ստացված տվյալները վկայում են, որ ուղեղից արտազատված սպիտակուցը ակտիվորեն մասնակցում է տարբեր օրգանների ֆոսֆորային փոխանակության գործողություններում:

Литература

1. Galoyan A.A., Gurvits B.Ya., Shuvalova L.A., Davis M.Y., Shively J.E., Lee T.D. - Neurochem. Res. 1992. V.17. N8. P.713-777.
2. Galoyan A.A., Gurvits B.Ya., Sharova N.P. - Neurochem. Res. 1989. V.14. N12. P.1213-1221.
3. Galoyan A.A. Biochemistry of Novel cardioactive Normones and immunomodulators of the functional sistem Neurosecretory Hypothalamus-Endocrine Heart. M. Nauka. 1997.
4. Bodansky A. - J.Biol. Chem. 1933. V. 101. P. 93.
5. Lowry O.N., Lopez J.A. - J.Biol. Chem. 1946. V. 162. N 3. P. 421

БИОХИМИЯ

УДК 577.112.612.01.043

А.Е. Арутюнян, Серг.С. Алексанян, М.А. Бабаян, С.С. Алексанян,
 М.А. Симонян, академик А.А. Галоян

Регулирующий эффект галармина при гипотермии

(Представлено 12/IV 2002)

Гипотермия приводит к определенному замедлению метаболических процессов, сопровождающихся ингибированием процесса апоптоза и транслокацией цитохрома С у мышей *in vitro* [1]. При охлаждении у крыс повышается уровень мозгового оксигированного гемоглобина [2], имеют место экспрессия Cu,Zn -супероксиддисмутазы (Cu,Zn-СОД) [3] и дискоординация метаболизма в сердечной ткани. Эти отклонения несколько ослабляются под воздействием антиоксидантных систем (α -токоферола и пантетина) [4], что свидетельствует об определенной роли активных форм кислорода (АФК), в частности супероксидных радикалов (O_2^-) при гипотермии. O_2^- , вовлеченные в процесс изменения проницаемости кровью-мозгового барьера, при охлаждении мозговой ткани вызывают у мышей отек (эдема), травму и ишемию мозга [5]. Эти явления заметно уменьшаются у трансгенических мышей с геном человеческой Cu,Zn-СОД. В результате охлаждения в гомогенатах почек кролика СОД-активность не меняется, а после трансплантации наблюдается повышение уровня липидной пероксидации [6]. Целью работы является комплексное определение характерных количественных изменений металлопротеинов и липидной пероксидации в крови и других тканях крыс при их охлаждении и выявление возможной антистрессорной роли пролинбогатого синтетического нейроактивного пептида - галармина.

Белые крысы-самцы массой 200-220 г, содержащиеся в полноценном кормовом режиме в течение 30 дней до начала эксперимента, были разделены на 3 группы (по 10 в каждой). Контрольные животные получали физраствор (по 1 мл) и содержались при комнатной температуре. Животные первой опытной группы (ОГ-1) получали по 1 мл физраствора. Животным второй опытной группы (ОГ-2) вводили по 1 мл галармина (по 40 γ) за 1 ч до охлаждения. Животных ОГ-1 и ОГ-2 держали на холоде при -10° в течение 24 ч. При этом гибели животных не наблюдалось. Животных всех групп декапитировали под легким эфирным наркозом и в отдельности собирали кровь, стабилизируя ее в натрий-оксалатном буфере. Одновременно брали печень, почки, сердце и мозг.

Металлопротеины крови прооксидантного действия (МПД) (цитохром b_5 выделяли из растворимой фракции эритроцитов; цитохром b_{558I} и b_{558II} - из сыворотки крови; цитохром

b_{558III} - из мембран эритроцитов; супероксидпродуцирующий липопроtein - супрол - из сыворотки крови) и антиоксидантного действия (МАД) (Cu,Zn-СОД и каталаза, выделенные из растворимой фракции эритроцитов; церулоплазмин (ЦП) и трансферрин (ТФ) - из сыворотки крови) одновременно были выделены и очищены по разработанному нами способу [9] без применения детергента [10]. Отдиализованные белковые фракции сыворотки, эритроцитарных мембран и плазматической части эритроцитов подвергали ионообменной хроматографии на отдельных колонках с целлюлозой DE-52 и KM-52 ("Whatman", Англия) и сефадексом DEAE A-50 ("Pharmacia", Швеция). Количество металлопротеинов определяли по величине плотности максимальных оптических поглощений, характерных для цитохрома b_5 при 525 нм, цитохромов $b_{558I} - III$ при 530 нм, супрола при 430 нм (слабое плечо), ЦП при 610 нм и ТФ при 470 нм. Ткани гомогенизировали в 0.04 М калий-фосфатном буфере (КФБ), pH 7.4. По 0.5 мл гомогенатов отделяли для определения продукта аскорбатзависимой липидной пероксидации - малонового диальдегида (МДА) по методу [11]. Фракции СОД, каталазы и цитохрома С из гомогенизатов тканей выделяли по методу [12], с целью одновременного получения и цитохрома С. Для этого отдиализованные фракции гомогенатов тканей центрифугировали и супернатанты пропускали в отдельности через KM-52. Из этих колонок цитохром С элюировали 0.2 М КФБ. Супероксиддисмутазную активность фракций и супероксидпродуцирующую активность супрола определяли методом нитротетразолиевого синего (НТС), рассчитав проценты ингибирования или прироста образования формазана (при 560 нм) при восстановлении НТС супероксидными радикалами (O_2^-) в присутствии СОД или супрола соответственно. Каталазную активность определяли перманганатометрией, рассчитав количество расщепленной перекиси водорода (М) определенным количеством фракции за 1 мин при 20°. Удельные активности приведенных ферментов определяли в расчете на 1 мл эритроцитов, 1 г ткани или 1 г сыворотки. Оптические спектры поглощения регистрировались на спектрофотометре "Specord UV VIS"(Германия) с длиной оптического пути 1 см. В процессе выделения и очистки металлопротеинов были использованы центрифуги К-24 и К-70 (Германия) и стеклянные колонки с фильтрами различных размеров (2×30, 4×20, 1×15 см). Опыт повторяли 4 раза. Статистичес-

Относительные изменения уровней металлопротеинов и МДА в крови и других тканях крыс (по сравнению с нормой, показатели которой принимаются за 100%) после переохлаждения ($P < 0.05$, $n = 4$)

Металлопротеины	Гипотермия (ОГ-1)	Гипотермия (ОГ-2)
Кровь		
Цитохром b_5	+20.2 ± 3.1	+40.0 ± 4.9
Цитохром $b_{558I} + II$	-44.5 ± 5.4	-14.5 ± 1.7
Цитохром b_{558III}	-10.1 ± 2.1	-21.2 ± 2.1
Супрол	-14.3 ± 2.3	-7.2 ± 1.1
O_2^- -продуц. актив. супрола	-9.3 ± 4.8	-16.5 ± 1.4
ЦП	Нет изм.	Нет изм.
ТФ	-18.2 ± 2.4	-32.4 ± 2.9
СОД	Нет изм.	Нет изм.
Каталаза	-58.7 ± 6.1 ($P < 0.02$)	-29.7 ± 2.7 ($P < 0.02$)

Печень		
Сu, Zn-СОД + Мn-СОД	+3.1 ±0.2	–2.3 ±0.2
Каталаза	+173.0 ± 11.4 (P < 0.01)	+118.0±10.8 (P < 0.02)
Цитохром С	+10.0±1.9	+20.1 ± 2.9
МДА	+115.0±10.2 (P < 0.03)	Нет изм.
Почки		
Сu, Zn-СОД + Мn-СОД	–4.2 ± 0.2	–2.1 ± 0.2
Каталаза	–59.2 ± 7.3 (P < 0.01)	–10.0 ± 1.5
Цитохром С	+16.6±1.9	+25.0 ± 2.7
МДА	–26.2 ± 3.1	–42.6 ± 4.9 (P < 0.04)
Сердце		
Сu, Zn-СОД + Мn-СОД	+7.0 ± 0.2	+3.5 ± 0.3
Каталаза	+16.6 ± 2.4	Нет изм.
Цитохром С	+10.5±1.8	+10.5 ± 1.1
МДА	–50.0 ± 7.0	–70.0 ± 4.7
Мозг		
Сu, Zn-СОД + Мn-СОД	+4.9 ± 0.3	+4.7± 1.2
Каталаза	–64.0 ± 8.1	Нет изм.
Цитохром С	+36.0 ± 5.0	–6.0±1.4
МДА	–33.3 ± 5.1	–34.1 ±2.9

кую обработку полученных результатов осуществляли методом Стьюдента - Фишера.

В результате переохлаждения в приведенном режиме в крови животных баланс между расчетными уровнями МПД (цитохромы b_5 , $b_{558I-III}$) и МАД (СОД, каталаза и ЦП) практически не нарушен и составляет соответственно 84.9 и 86.9% по сравнению с нормой. Наблюдается общее снижение уровня метаболитов-регуляторов метаболизма АФК с соответственным понижением течения аэробных метаболических процессов с участием АФК при гипотермии. При этом уровни ЦП и СОД не изменяются (ОГ-1, таблица). Понижение O_2^- -продуцирующей активности супрола скорее всего связано с понижением уровня его расходования путем перекисного окисления собственных фосфолипидных остатков и самоактивирования в условиях *in vivo* [13]. Снижение уровней цитохромов b_5 , $b_{558I-III}$ и супрола приводит к соответственному снижению уровня продуцируемых ими O_2^- и их производных (H_2O_2 , HO^* , NO^* и др.). Это в свою очередь несколько замедляет течение метаболических путей с участием АФК при переохлаждении, хотя эти изменения еще далеки от критической границы и не приводят к гибели животных. С другой стороны, понижение уровня O_2^- (других АФК) вызывает соответственное снижение расходования СОД и ЦП и уменьшает степень дезактивирования последних [14, 15]. В результате эндогенные уровни этих ключевых МАД остаются практически неизменными. Эти данные хорошо коррелируют с литературными данными [6]. Под воздействием галармина продолжают понижаться только уровни цитохрома b_5 , цитохромов $b_{558I-III}$ и ТФ. Уровни же остальных МПД и МАД приближаются к норме. Эти данные свидетельствуют о том, что переохлаждение вызывает определенное нарушение и метаболизма железа. При этом расчетный суммарный уровень МДА в ОГ-2 на 11% выше расчетного уровня МПД. Это, в свою

очередь, говорит о том, что галармин все же повышает уровень антирадикальной защитной системы крови при гипотермии. В исследуемых тканях организма животных динамика изменения метаболизма АФК неодинакова. В печеночной и сердечной тканях наблюдается достоверное увеличение суммарного уровня Cu,Zn-СОД и Mn-СОД и цитохрома С, особенно уровня каталазы в печеночной ткани (причина этого увеличения, по-видимому, та же, что и в крови). В почечной и мозговой тканях тенденция изменения уровней СОД, каталазы и цитохрома С в ОГ-1 практически одинаковая (таблица). При гипотермии уровень аскорбатзависимой липидной пероксидации понижен. Исключение составляет печеночная ткань, в гомогенатах которой этот показатель заметно повышен. Интересен тот факт, что галармин в ОГ-2 во всех тканях проявляет регулирующий эффект. Это в основном выражается в приближении уровня каталазы к норме. При этом СОД практически не меняет свою активность в ОГ-2, однако уровень цитохрома С повышается в печеночной и почечной тканях, приближаясь в ней к контролю, и не меняется в мозговой ткани.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что при переохлаждении ощутимо отличаются и митохондриальные дыхательные процессы с участием переносчика электрона – цитохрома С. Как правило, в ОГ-1 и ОГ-2 уровень липидной пероксидации снижен в сердечной, почечной и мозговой тканях, в которых уровень МДА заметно выше по сравнению с контрольными показателями. Видимо, основная нагрузка в регулировании метаболических путей с участием АФК приходится на кровь и печень. В пользу этого предположения говорит и тот факт, что происходит ощутимое увеличение уровня перекиси водорода с соответственным повышением благодаря адаптационным механизмам организма уровня каталазы в печени. Вероятно, кровь и печень более чувствительны к окислительным повреждениям, вызванным переохлаждением организма в приведенных условиях. Приближение уровня МДА в печеночной ткани к норме и снижение его относительно нормы в других тканях является избирательным воздействием галармина. Можно констатировать, что в большинстве случаев галармин проявляет антистрессорное воздействие при переохлаждении в приведенных режимах. Механизм воздействия галармина, по-видимому, связан со стимулированием иммунной защиты организма [16], хотя возможен и гормональный эффект. Антистрессорный эффект галармина при гипотермии может быть рекомендован для использования в качестве положительного фактора при переохлаждении.

Институт биохимии НАН РА

Государственный педагогический институт им. М.Налбандяна (Гюмри)

**Ա.Ե.Հարությունյան, Մերգ.Ս.Ալեքսանյան, Մ.Ա.Բաբայան, Ս.Ս.Ալեքսանյան,
Մ.Ա.Սիմոնյան, ակադեմիկոս Ա.Ա.Գալոյան**

Գալարմինի կարգավորիչ դերը հիպոթերմիայի ժամանակ

Առնետներին ցածր ջերմաստիճանում (-10°) 24 ժամ պահելու հետևանքով արյան մեջ և այլ հյուսվածքներում (լյարդ, երիկամ, սիրտ, ուղեղ) առաջ է գալիս բնութագրական օքսիդատիվ սթրես, ինչը արտահայտվում է նշված կենսահամակարգերում տեղակայված և թթվածնի ակտիվ միացությունների նյութափոխանակությունը կարգավորող մետաղապրո-

տեինների և լիպիդային պերօքսիդացման մակարդակների համապատասխան շեղումներով: Մեկ ժամ առաջ մինչև կենդանիներին սառը պայմաններում պահելը ներմաշկային ներարկված գալարմինը (40 մկգ) մեծամասամբ մոտեցնում է նշված մետաբոլիտների էնդոգեն մակարդակները նորմային: Բացառություն են կազմում էրիթրոցիտային թաղանթային ցիտոքրոմ *b₅₅₈III*, տրանսֆերինը, որոշ չափով ցիտոքրոմ C-ն և մալոնային դիալդեհիդը, որոնց քանակները դեռես չեն կարգավորվում: Սրանով է արտահայտվում գալարմինի հակասթրեսային՝ կարգավորիչ դերը հիպոթերմիայի ժամանակ էքսպերիմենտում:

Литература

1. Xu H., Yenari M.A., Steinberg G.K., Giffard R.G. - J.Cereb.Blood Flow Metab. 2002. V. 22. P. 21-28.
2. Abdul-Khaliq H., Schubert S., Troitzsch D. - Acta Anaesthesiol.Scand. 2001. V.45. P. 696-701.
3. Fukuhara T., Nishio S., Ono Y - Brain Res. 1994. V. 657. P. 333-336.
4. Shkesters A.P., Utno Lia, Girgensone Mia - Bull.Eksp.Biol.Med. 1991. V.III, P. 593-595.
5. Chan P.H., Yang G.Y., Chen S.F. - Ann.Neurol. 1991. V.29. P. 482-486.
6. Green C.J., Healing G., Lunce J. - Transplantation, 1986. V.41. P. 161-165.
7. Schlafer M., Kane P.F., Kirsh M.M. - J.Thorac Cardiovasc.Surg. 1982. Y.83, P. 830-839.
8. Hajjar G., Toledo-Pereyra L.H., Mackenze G.H. - P.R.Helth Sci.J, 1986. V.5. P. 19-25.
9. Симосян М.А., Симосян Г.М., Мелкосян Р.В. - Арм. патент, Промышленная собственность, 1997. Т.1. С. 34.
10. Симосян М.А., Симосян Г.М., Григорян Г.Г., Симосян Р.М. - Лицензия изобр. N908. Арм. патент. 2001.
11. Владимиров Ю.А., Арчаков А.И. ПОЛ в биомембранах. М. Наука. 1972. 252 с.
12. Симосян М.А. - Открытия. Изобретения (СССР). 1988. N28. С.107.
13. Симосян Г.М., Бабаян М.А, Симосян Р.М., Симосян М.А. - Биол.ж. Армении. 1999. N1. С. 18-21.
14. Sinet P.M., Garber P. - Arch. Biochem. Biophys. 1981. V. 212. P. 68-72.
15. Aladzhov E. - Exp.Med.Morphol. 1987. V. 26, P. 39-41.
16. Галоян А. - Нейрохимия. 2001. Т. 18. N1. С. 83-95.

ԿԵՆՆԴԱՆԱԲԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

ՈւՏԴ 592/599

Հ. Զ. Գրիգորյան

Կենդանիների կարգաբանական անվանումների համակարգման անհրաժեշտությունը հայերենում

(Ներկայացված է ակադեմիկոս Ս. Հ. Մովսիսյանի կողմից 1/XI 2002)

Ժամանակակից կենդանաբանական կարգաբանությունը հիմնված է էվոլյուցիոն (պատմական զարգացման) սկզբունքի վրա, ցույց է տալիս կենդանիների ազգակցական կապերը կենդանական աշխարհի համակարգում: Հետևաբար կենդանիների կարգաբանական անվանումները պետք է ճիշտ արտահայտեն նրանց պատկանելությունը տվյալ տաքսոնոմիական խմբին (տիպ, դաս, կարգ և այլն), որն էլ իր հերթին ցույց է տալիս կենդանիների էվոլյուցիոն զարգացման աստիճանը: Այսպիսով տաքսոնոմիական միավորների ճիշտ անվանումը կարևոր կենսաբանական նշանակություն ունի:

Ինչպես հայտնի է, կարգաբանության հիմնական լեզուն լատիներենն է: Լատիներենում ընդունված է տաքսոնոմիական տերմիններն անվանել կարգաբանական լեզվում ընդունված որոշակի վերջածանցներով կամ վերջավորություններով, ինչը և ցույց է տալիս կենդանու պատկանելությունը տվյալ կարգաբանական խմբին: Այսպես, տիպի անունն ունի -a վերջավորությունը (Protozoa, Arthropoda, Vertebrata), կարգինը՝ -formes (Cyprini-formes), ենթակարգինը՝ -oidei (Cyprinoidei), ընտանիքինը -idae (Cyprinidae), ցեղինը՝ հիմնականում -us (Cyprinus): Ռուսերենում այս սկզբունքը պահպանվում է: Օրինակ՝ կարգն արտահայտվում է -образные վերջածանցով (Карпообразные), ենթակարգը՝ -видные (Карповидные), ընտանիքը՝ -овые կամ -евые (Карповые, Сельдевые), ցեղը՝ պարզապես հոգնակի թվով և այլն:

Հայերենում կենդանիների կարգաբանական անվանումների մեջ խառնաշփոթություն է տիրում: Միննույն վերջածանցը տրվում է տարբեր կարգաբանական խմբերին: Այսպես, մի դեպքում անվանում են «կարգ ճնճղուկազգիներ», «կարգ կռունկազգիներ» [1,2], մի այլ դեպքում՝ «ընտանիք շնագգիներ», «ընտանիք կատվազգիներ», «ընտանիք մկնագգիներ» [1-4]: Մեկ այլ օրինակ, -կերպեր վերջածանցով անվանում են և՛ կարգը (տառեխակերպեր, ծածանակերպեր, նապաստակակերպեր և այլն) [5], և՛ ենթակարգը (ծածանակերպեր և այլն) [2]: Կամ՝ -նմաններ վերջածանցով արտահայտված է և՛ կարգը (օր.՝ նապաստականմաններ), և՛ ենթակարգը (օր.՝ տափակաձկնանմաններ) [1], հոգնակի թվով՝ և՛ կարգը, և՛ ընտանիքը, և՛ ենթաընտանիքը [3]:

Նկատվում է նաև հետևյալ երևույթը. Միևնույն տաքսոնոմիական անվանումը տարբեր հեղինակներ արտահայտում են տարբեր վերջածանցներով, օրինակ՝ կարգն արտահայտված է հետևյալ վերջածանցներով, *-նմաններ* [6], *-կերպեր* [5], *-ազգիներ*, *-այիններ* կամ հոգնակի թվով [1, 2].

Այս պատճառով միևնույն կարգաբանական խմբին տարբեր գրականության մեջ տարբեր անվանումներ են տրվում, ինչպես օրինակ՝ կարգ ճնճողականմաններ, կարգ ճնճողկազգիներ, կարգ ճեճողկայիններ, կարգ ճնճողկակերպեր և կարգ ճնճողկներ:

Խառնաշփոթությունն, անհետևողականությունն է նկատվում նաև նույն հեղինակի մոտ. միևնույն կարգաբանական խումբն արտահայտվում է տարբեր վերջածանցներով: Այսպես, Ս. Նաումովի «Ողնաշարավորների կենդանաբանություն» դասագրքի հայերեն թարգմանության մեջ տրված է. «կարգ շնաձկներ», «կարգ ճնճողկազգիներ», «կարգ փայտփորայիններ», «կարգ կիպսեդանմաններ» և այլն, «ընտանիք շներ», «ընտանիք սկյուռալիններ», «ընտանիք մկնազգիներ»: Ռ. Ս. Ղազարյանը գրում է. «կարգ ձողաձկնակերպներ», «կարգ թութականմաններ», «կարգ փայտփորազգիներ», «կարգ կտցարներ», «կարգ սիրենայիններ» և այլն [1]: Դպրոցական դասագրքում [4] նշված է. «կարգ սաղմոսանմաններ», «կարգ արագիլանմաններ», «կարգ նապաստականմաններ» և այլն, միաժամանակ՝ «կարգ լերկաձկներ», «կարգ տափակաձկներ», «կարգ շնաձկներ» և այլն: Ս. Համբարյանի դասագրքում (2002թ.) կարգի անունը ներկայացված է *-կերպեր* և *-նմաններ* վերջածանցներով (օր՝ նապաստակակերպեր, կետանմաններ), ընտանիքը՝ կա՛մ *-այիններ* վերջածանցով, կա՛մ հոգնակի թվով (շնայիններ, կատվայիններ, կզաքիսներ): Իսկ Խ. Ա. Ջաքարյանը նույնիսկ գրում է. «ծածանակերպերի կամ ոսկրափամփշտայինների կարգ», «փշալողակների կարգ», «տափակաձկնայինների կարգ» և այլն [8]:

Այս իրավիճակը հաշվի առնելով, որոշակիություն և հստակություն ենք մտցրել հայերեն կենդանաբանական լեզվի մեջ, կարգաբանական միավորների վերջածանցները համակարգելով, ինչպես դա ընդունված է լատիներենում, ռուսերենում [7, 9] և այլ լեզուներում: Համաձայնեցնելով լատիներենին և ռուսերենին, կարգի անվանման վերջածանցը նպատակահարմար է, որ լինի *-կերպեր* (*-formes*, *-образные*), ենթակարգինը՝ *-նմաններ* (*-oidei*, *-видные*), ընտանիքը՝ *-այիներ* (*-idae*, *-овые*, *-евые*): Եթե կարգի անունը կապված է կենդանու որևէ օրգանի հետ (կնճիթ, կճղակ, սմբակ), *-կերպի* փոխարեն պետք է ավելացվի *-ավոր* վերջածանցը, օրինակ՝ կնճիթավոր, կճղակավոր և այլն: Եթե կարգի կամ ընտանիքի անվանումն արտահայտում է կենդանու որևէ հատկանիշ, օրինակ՝ գիշատիչ, կոռան, կրծող, ապա այս դեպքում անունը տրվում է հոգնակի թվով, գիշատիչներ, կոռաններ, կրծողներ:

Եթե ընտանիքի անունը բաղկացած է երկու արմատից, և դրանցից երկրորդը ցույց է տալիս որևէ հատկանիշ, ապա ոչ մի վերջածանց չի ավելանում, միայն դրվում է հոգնակի թվով: Այսպես, ընտանիք *անձրուկներ լուսատու* (բայց՝ ընտանիք *անձրուկայիններ*), ընտանիք *օձաձկներ էլեկտրական* (ընտանիք *օձաձկնայիններ*):

Նմանատիպ բացառություններ կան նաև լատիներենում և ռուսերենում:

Կենդանիների մյուս կարգաբանական միավորները թողնված են հոգնակի թվով:

Նշենք, որ գրականության մեջ, բացի թռչուններից, բոլոր կենդանիների ցեղերը տրված են հոգնակի թվով: Քանի որ ցեղն ընդգրկում է մի խումբ կենդանիներ, ճիշտ ենք համարում, որ թռչունների այս կարգաբանական միավորը նույնպես լինի հոգնակի:

Այսպիսով, միասնականություն, հստակություն ենք մտցրել հայերեն կենդանաբանական լեզվի մեջ՝ ընդհանուր հայտարարի բերելով անուշադրության մատնված կարգաբանական անվանումները, ճշտել ենք կարգերի, ենթակարգերի, ընտանիքների և այլ տաքսոնների վերջածանցները, դրանք համաձայնեցնելով լատիներենին և ռուսերենին:

ՀՀ ԳԱՍ կենդանաբանության ինստիտուտ

А.Дж. Григорян

**Необходимость систематизирования таксономических наименований
животных в армянском языке**

В статье проведен сравнительный анализ таксономических терминов позвоночных животных и в единую, четкую систему приведены суффиксы классов, отрядов, подотрядов, семейств, видов и родов, как это принято в латинском, русском и других языках.

Գրականություն

1. *Ղազարյան Ռ.Ս.* Կենդանիների անունների հայերեն-ռուսերեն-լատիներեն կարգաբանական բառարան: Գիրք Ա-Դ, Երևան, 1992-2000:
2. *Նաումով Ս.Պ.* Ողնաշարավորների կենդանաբանություն: Պրակ. I, Երևան, 1956, Պրակ. II, Հայպետուսմանկիրատ, Երևան, 1958 (թարգ, ռուսերենից):
3. *Մելքումյան Լ. Ս.* Կենդանաբանություն կենդանիների էկոլոգիայի հիմունքներով (քորդավորներ): Ուս. ձեռնարկ, Երևան, 1988:
4. *Ջիվանյան Կ.Ա., Դանիելյան Ֆ.Դ., Ռուխկյան Ռ.Հ., Յավրույան Է.Գ.* Կենսաբանության: Կենդանիներ (դասագիրք հանրակրթական դպր. 7-րդ դաս. համար): Երևան, Մակմիլան-Արմենիա, 2000:
5. *Համբարյան Մ.Ե.* Ողնաշարավորների կենդանաբանություն: 3-4 հատ., Երևան, 1999-2002:
6. *Աղամյան Ս.Ս.* Հայաստանի թռչունները: Կ.գ.դ. գիտական հայցման ատենախոսություն: Երևան, 1999:
7. Жизнь животных. Т. 4-7. М. Просвещение. 1983-1989.
8. *Ջաֆարյան Խ.Ա.* Ողնաշարավորների կենդանաբանություն: Ուս. ձեռնարկ, Երևան, 1979:
9. *Соколов В.Е.* Пятизначный словарь названий животных. М. Русский язык. 1984.

ՄԱԹԵՄԱՏԻԿԱ

Կ. Լ. Ավետիսյան – Կոտորակային իմտեգրողի ֆերենցման մասին խառը նորմով հարմոնիկ ֆունկցիաների դասերի համար կիսատարածությունում.....	5
Ա. Գ. Բաղդասարյան – Նիկոլսկի - Բեսովի տիպի ընդհանրացված տարածությունների մասին.....	11
Ա. Մ. Զրբաշյան, Կ. Լ. Ավետիսյան – Միավոր շրջանի մակերեսով, կշռով իմտեգրելի ռեզոլյար ֆունկցիաների դասերի ընդհանուր տեսության մասին.....	105
Վ. Ի. Գավրիլով, Վ. Ս. Զաքարյան, Ա. Վ. Սուբբոտին – Շրջանում հարմոնիկ ֆունկցիաների Հարդիի մաքսիմալ տարածությունների գծային-տուպոլոգիական հատկությունները.....	203
Ս. Լ. Բերբերյան – Նորմալ հարմոնիկ և սուբհարմոնիկ ֆունկցիաների անկյունային եզրային արժեքների մասին.....	211
Վ. Ի. Գավրիլով, Վ. Ս. Զաքարյան, Ա. Վ. Սուբբոտին – Կոմպակտության սկզբունքներ h^p_{max} , $p > 0$, տարածություններում.....	293

ԿԻՐԱՌԱԿԱՆ ՄԱԹԵՄԱՏԻԿԱ

Կ. Վ. Շահբազյան, Յու. Հ. Շուրուրյան – Հոսքային պատահարային կառուցվածքների հաշվարկների լեզուների տրամաբանական ներկայացումը.....	16
--	----

ԻՆՖՈՐՄԱՑԻԱՅԻ ՏԵՍՈՒԹՅՈՒՆ

Մ. Ե. Հարությունյան – Արագություն-հուսալիություն տիրույթների նոր ներքին գնահատականներ որոշակի բազմամուտք կապուղիների համար.....	113
---	-----

ԻՆՖՈՐՄԱՏԻԿԱ

Ա. Ա. Չուբարյան, Հ. Ռ. Բոլիբեկյան – Թույլ քվաքանությունների սեկվենցիալ հաշիվների մասին.....	214
Վ. Կ. Լեոնտև, Ղ. Լ. Մոխսիսյան – Չափաքանակի որոշման մի խնդրի մասին.....	301

ԿԻՔԵՐՆԵՏԻԿԱ

Մ. Ս. Գաբրիելյան, Վ. Ռ. Բարսեղյան – Գծային համակարգի օպտիմալ դիտման մասին.....	219
--	-----

ԿԱՌԱՎԱՐՄԱՆ ՏԵՍՈՒԹՅՈՒՆ

Դ. Ի. Բարձոկաս – Տատանողական համակարգի եզրային կառավարման խնդրի մասին.....	21
--	----

ՄԵՆԱՆԻԿԱ

Ա. Գ. Բազդոն, Ա. Վ. Շեկոյան – Ոչ գծային ձայնային փնջերի տարածումը եռաֆազ ամպլային միջավայրում.....	23
--	----

ԱՌԱՋԳԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՏԵՍՈՒԹՅՈՒՆ

Վ. Ն. Հակոբյան – Խառը խնդիր ճաքերի պարբերական համակարգով թուլացված բաղադրյալ հարթության համար.....	29
--	----

Դ. Խ. Բարձոկաս – Կոմպլեքս փոփոխականի ֆունկցիաների և սինգուլյար իմտեգրալ հավասարումների տեսության մեթոդները ճաք պարունակող ուժեղացված անիզոտրոպ սալերի խնդիրներում.....	35
--	----

Վ. Ս. Տոնոյան, Ս. Ա. Մելքումյան – Համառանցք վերջավոր և կիսաանվերջ ուղղաձիգ ճեղքերով օրթոտրոպ կիսահարթության կոնտակտային խնդիրը.....	223
---	-----

Ա. Ս. Պողոսյան – Լայնական մագնիսական դաշտում գտնվող հաղորդիչ սալերի տատանումների մասին.....	232
---	-----

Մ. Վ. Բելոբեկյան, Կ. Բ. Ղազարյան – Լյավի տիպի մակերևութային ալիքները անհամասեռ շերտի դեպքում.....	309
---	-----

ՖԻԶԻԿԱ

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

Կ. Մ. Նիկողոսյան, Վ. Պ. Բալանթարյան, Է. Գ. Համբարձումյան – Կապի համակարգերի թողունակության բարձրացման մեթոդները հիմնված ընդլայնված սպեկտրով ազդանշանների վրա.....	135
---	-----

Ա. Գ. Բազդոն, Հ. Ա. Մարտիրոսյան – Էլեկտրամագնիսական ալիքի ոչ գծային դիֆրակցիան անհամասեռ ֆերիտի միջավայրում.....	315
--	-----

Ա. Մ. Իշխանյան – Շոմակարդակ խնդրի լուծումները ${}_3F_2$ ընդհանրացված հիպերերկրաչափական ֆունկցիաներով.....	320
---	-----

ՔԻՄԻԱԿԱՆ ՖԻԶԻԿԱ

Ա. Մ. Առուստամյան — Ացետալդեհիդ-թթվածին խառնուրդների ցածր ջերմաստիճանային բոցավառման պրոցեսում զրգոված ֆորմալդեհիդի հետերոգեն առաջացման հարցի վերաբերյալ.....	143
ԵՐԿՐԱՖԻԶԻԿԱ	
Ա. Կ. Մաթևոսյան — Մակերեսային էլեկտրահետախուզական ուսումնասիրությունների սխալի գնահատումը կապված դիտարկման կետերի տեղադրման անճշտության հետ.....	147
ԵՐԿՐԱՖԻԶԻԿԱ	
Ա. Կ. Մաթևոսյան — Կամայական դիտարկման ցանցի դեպքում մակերեսային էլեկտրահետախուզական չափումների մշակման եղանակ.....	243
ԷԼԵԿՏՐԱՏԵԽՆԻԿԱ	
Վ.Բ. Ներսիսյան — Շարժվող ոչ ֆեռոմագնիսական հաղորդիչ թիթեղում հոսանքների որոշումը ցանցերի մեթոդով.....	42
Գ.Լ. Արեշյան — Նոր տիպի ունակային սինխրոն մեքենայի դիֆերենցիալ հավասարումների համակարգ.....	327
ԱՆԱԼԻՏԻԿ ՔԻՄԻԱ	
Ն.Օ. Գյուկչյան, Ա.Ա. Եղիազարյան, Զ.Ա. Միքաելյան, Հ.Գ. Խաչատրյան — Օսմիումի (IV) միկրոգրամային քանակների որոշումը տրիֆենիլմեթանային շարքի ներկանյութ՝ ֆուքսինով էքստրակցիոն-աբսորբցիոմետրական եղանակով	52
Ն.Օ. Գյուկչյան, Ա.Ա. Եղիազարյան, Զ.Ա. Միքաելյան, Հ.Գ. Խաչատրյան — Օքսացիլինի էքստրակցիոն-ապսորբցիոմետրական որոշումը դիազինային շարքի ներկանյութ սաֆրամին S-ով...	330
ՕՐԳԱՆԱԿԱՆ ՔԻՄԻԱ	
Վ.Վ. Դովլաթյան, Ֆ.Վ. Ավետիսյան, Տ.Զ. Պապոյան, Թ.Լ. Ջավանշիրյան — Արիօքսիթեթիլմիդագոլիդին (թիագոլին) թիոմներ.....	57
ԱՆՕՐԳԱՆԱԿԱՆ ՔԻՄԻԱ	
Ն. Հ. Զուլումյան, Է. Բ. Հովհաննիսյան, Զ. Հ. Հովհաննիսյան, Ս. Ս. Կարախանյան — Սևանա լճի հյուսիս-արևելյան ափի սերպենտինիտների ջերմաթթվային մշակման մասին.....	238
ԵՐԿՐԱՐԱՆՈՒԹՅՈՒՆ	
Ռ.Ա. Մանդալյան — Հայաստանի Տավուշի մարզի կարստի զարգացման մասին	336
ՍԵՅՍՄՈԼՈԳԻԱ	
Ռ. Հ. Մովսիսյան, Ա. Գ. Բազդեղ, Ա. Վ. Մահակյան — Առածգական խնդրի լուծման միջոցով երկրաշարժերի գեոդեզիկ մախագուշակի տեսական ուսումնասիրությունը.....	153
Ռ. Հ. Մովսիսյան, Ա. Կ. Պեննե, Ս.Յու. Բախասանյան, Ա. Գ. Բեզլարյան — Սեյսմիկ գեոդեզիա (մոր ուղղություն գեոդինամիկայում).....	341
ԶՐԱՅԻՆ ՌԵՍՈՒՐՍՆԵՐ	
Ա.Յա. Մարգարյան — Կենտրոնախույս պոմպի գլխավոր բնութագրի հավասարումը.....	48
Գ. Ա. Մարտիրոսյան, Գ. Ս. Գաբայան, Հ. Վ. Թոքմաջյան — Ազատի ջրամբարի ջրատվության բարձրացման հնարավորությունները “HYDROPLUS” համակարգի փակամների կիրառման միջոցով.....	250
Հ. Ս. Հովհաննիսյան, Հ. Վ. Թոքմաջյան, Ա. Խ. Մարկոսյան — Ռոտզման ջրի պահանջարկի և առաջարկի փոփոխության առանձնահատկությունները.....	254
ՄՈԼԵԿՈՒԼԱՅԻՆ ԿԵՆՍԱՐԱՆՈՒԹՅՈՒՆ	
Ա.Զ. Փեփոյան, Ն.Ս. Միրզոյան, Մ.Օ. Մահակյան, Լ.Հ. Կիրակոսյան, Կ.Գ. Ղարազյոզյան — Escherichia coli G35 բակտերիալ շտամների հակաօքսիդացիոն համակարգի որոշ առանձնահատկությունները.....	70
Ա. Մ. Սեդրակյան, Ա. Ի. Հովհաննիսյան, Ա. Շ. Աբրահամյան, Ա. Հ. Հարությունյան, Վ. Ս. Հարությունյան, Գ. Ս. Հակոբյան, Կ. Գ. Ղարազյոզյան — Ընտանեկան միջերկրածովյան տենդով տառապող հիվանդների էրիթրոցիտների թաղանթների հետազոտությունը երկկոորդինատային լուծագատման մեթոդական մոտեցման կիրառմամբ.....	159
Ա. Ս. Աղաբալյան, Կ. Գ. Ղարազյոզյան — Յածրամոլեկուլային դիբոնոլեկինաթթվի մոդիֆիկացված ձևի կանոնավորող ազդեցումը փորձարարական ալոքսանային շաքարախտի ժամանակ բիրոբինիական և իմունոլոգիական ցուցանիշների վրա.....	258
Ա.Ս.Աղաբալյան, Ա.Ժ.Սկրտչյան, Գ.Ս.Արզումանյան, Վ.Է.Հակոբյան, Կ.Գ.Ղարազյոզյան — Միջին զանգվածի մոլեկուլների ֆիզիկաքիմիական բնութագիրը և նրանց դերը էնդոտոքսիկոզների ծագման մեջ.....	347
Կ.Գ.Ղարազյոզյան, Ա.Մ. Ջավդորդնյայա, Լ.Վ.Կարաբաշյան, Կ.Օ. Հովնանյան, Ա.Գ. Մխիթարյան, Ա.Մ. Արզումանյան — Սաղմնածնության գործընդհացների վրա պարբերական հիվանդությամբ հիվանդների լիմֆոցիտար գործոնների ցիտոտոքսիկ ազդեցությունների մոլեկուլային ասպեկտները.....	352

ԿԵՆՍԱԲԻՍԻԱ

Մ.Ա. Դավթյան, Լ.Հ. Նավասարդյան, Ս.Վ. Մարության, Ա.Ձ. Փեփոյան – *Candida guilliermondii* HPI-4 խմորասնկային բջիջների կենսունակության որոշ առանձնահատկությունները.

62

Վ. Ա. Շախյանով, Ա. Ա. Գալոյան, Գ. Ն. Պոլյակովա, Հ. Գ. Վահրադյան, Մ. Ա. Սիմոնյան, Մ. Ի. Արաջանով, Ի. Մ. Բոգդանովա, Վ. Ի. Ալտուխովա, Լ. Ի. Կոմարովա – Ալյումինային տոքսիկոզի ուլտրակառուցվածքային համարժեքները հիպոթալամուսի պրոլիմոլ հարուստ պոլիպեպտիդի ազդեցության ներքո

166

Ա. Ե. Հարությունյան, Լ. Վ. Սարգսյան, Ս. Ս. Ալեքսանյան – Հիմնային և թթվային ֆոսֆատազների ակտիվության փոփոխությունը պրոլիմոլ հարուստ պոլիպեպտիդների ազդեցության ներքո.....

262

Մ.Ա. Ալեքսանյան, Ա.Ե. Հարությունյան, Լ.Վ. Սարգսյան, Ա.Ա. Գալոյան – Հիմնային և թթվային ֆոսֆատազների ակտիվության փոփոխությունը սպիտակ առնետների օրգաններում թիմոզին Բ₄ (11-19) հատվածի ներքո.....

357

Ա.Ե. Հարությունյան, Սերգ.Ս. Ալեքսանյան, Մ.Ա. Բաբայան, Ս.Ս. Ալեքսանյան, Մ.Ա. Սիմոնյան, Ա.Ա. Գալոյան – Գալարմինի կարգավորիչ դերը հիպոթերմիայի ժամանակ.....

361

ԲԺՇԿԱԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆ

Մ. Ա. Կարալյան – II տիպի հերպեսվիրուսի պերսիստենցիայի ազդեցությունը բնական բիլերային բջիջների վրա թոքային տուբերկուլյոզով հիվանդների մոտ.....

265

ՄԻՋԱՍԱԲԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

Մ.Յու. Զալաշյան – Բզեզների (Insecta, Coleoptera) մոր տեսակներ Հայաստանից և Ղազախստանից.....

76

ԲՈՒՅՍԵՐԻ ՖԻԶԻՈԼՈԳԻԱ

Վ. Վ. Ղազարյան, Վ. Ա. Դավթյան, Լ. Ն. Հովհաննիսյան – Ծառաբխային տեսակների պտղաբերման առատության և ասիմիլյացիոն ապարատի գործունեության կապի մասին.....

173

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

177

ԿԱԶՄԱԲԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

Ն.Ն. Մելքոնյան, Ի.Բ. Մելիքսեթյան, Ն.Վ. Մարգարյան, Օ.Ա. Նազարյան – Կատվի ուղեղի մազանոթների ռեակցիան կավինտոնի ազդեցության ներքո.....

84

Ն. Ն. Մելքոնյան, Ի. Բ. Մելիքսեթյան – Կատվի ուղեղի մազանոթների մորֆոֆունկցիոնալ վիճակը հիպոթալի դեպքում.....

182

ՖԻԶԻՈԼՈԳԻԱ

Բ.Վ. Ղազարյան, Վ.Յ. Վանցյան, Ա.Ս. Տիրայան, Ռ.Ռ. Հակոբյան – Ծովախոզուկի միզածորանի տարբեր հատվածների ռիթմադին հատկությունների համեմատական վերլուծություն..

88

Բ.Ռ. Հարությունյան, Ս.Շ. Մարտիրոսյան – Կիտորթֆինի ազդեցությունը դեսիմպատիզացված առնետների ջերմային հոմեոստազի կարգավորման վրա.....

93

Ռ. Շ. Սարգսյան, Ս. Ա. Տեր-Գրիգորյան – Շրջակա միջավայրի օբյեկտների վրա կենդանի համակարգի հեռահար ներգործությունը.....

186

Բ. Վ. Ղազարյան, Ի. Բ. Մելիքսեթյան, Վ. Յ. Վանցյան, Ա. Ս. Տիրայան, Ռ. Ռ. Հակոբյան – Ծովախոզուկի միզածորանի ֆունկցիոնալ առանձնահատկությունները.....

271

Ռ. Ա. Հարությունյան, Բ. Ռ. Հարությունյան, Ս. Շ. Մարտիրոսյան – Մեթիոնին-էնկեֆալինի ներերակային ազդեցությունը առնետների օրգանիզմի ջերմակարգավորման վրա.....

276

Լ. Բ. Ներսեսյան, Վ. Ս. Եզանովա, Ն. Լ. Պողոսյան, Ա. Վ. Արշակյան, Ռ. Վ. Սարուխանյան – Միջնորմի միջին կորիզի ազդեցությունը կոճղեզային շնչառական մեյոզոների և սիմպարիկ նյարդերի ակտիվության վրա (Էլեկտրաֆիզիոլոգիական հետազոտություն).....

280

ԿԵՆԴԱՆԱԲԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

Հ.Ջ. Գրիգորյան – Կենդանիների կարգաբանական անվանումների համակարգման անհրաժեշտությունը հայերենում.....

367

ՊԱՏՄՈՒԹՅՈՒՆ

Գ. Ա. Գալոյան – Թե ինչպես էին աղբեջանցիները ծրագրում «զնեկ Ղարաբաղի բոլոր հողերը».....

192

СОДЕРЖАНИЕ 102-го ТОМА

МАТЕМАТИКА

<i>К.Л. Аветисян</i> — О дробном интегродифференцировании в классах гармонических функций на полупространстве со смешанной нормой.....	5
<i>А.Г. Багдасарян</i> — Об обобщенных пространствах типа Никольского — Бесова с неограниченной точностью.....	11
<i>А. М. Джрбашян, К. Л. Аветисян</i> — К общей теории классов регулярных функций, интегрируемых с весом по площади круга.....	105
<i>В. И. Гаврилов, В. С. Захарян, А. В. Субботин</i> — Линейно-топологические свойства максимальных пространств Харди гармонических функций в круге.....	203
<i>С. Л. Берберян</i> — Об угловых граничных значениях нормальных гармонических у субгармонических функций.....	211
<i>В.И.Гаврилов, В.С. Захарян, А.В. Субботин</i> — Критерии компактности в пространствах $h^p_{\max}$, $p>0$,.....	293

ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА

<i>К.В. Шахбазян, Ю.Г. Шукурян</i> — Представление языков вычислений в одном классе событийных структур в логических языках.....	16
--	----

ТЕОРИЯ ИНФОРМАЦИИ

<i>М. Е. Арутюнян</i> — Новые внутренние оценки области скорость-надежность для определенных каналов множественного доступа	113
---	-----

ИНФОРМАТИКА

<i>А. А. Чубарян, О. Р. Болибекян</i> — О секвенциальных системах слабых арифметик.....	214
<i>В.К.Леонтьев, Г.Л. Мовсисян</i> — Об одной проблеме дозировки.....	301

КИБЕРНЕТИКА

<i>М. С. Габриелян, В. Р. Барсегян</i> — Об оптимальном наблюдении линейной системы.....	219
--	-----

ТЕОРИЯ УПРАВЛЕНИЯ

<i>Д. И. Бардзокас</i> — О задаче граничного управления колебательной системой....	121
--	-----

МЕХАНИКА

<i>А.Г. Багдоев, А.В. Шекоян</i> — Распространение нелинейных звуковых пучков в трехфазной облачной среде.....	23
--	----

ТЕОРИЯ УПРУГОСТИ

<i>В.Н. Акопян</i> — Смешанная задача для составной плоскости, ослабленной периодической системой трещин.....	29
<i>Д.И. Бардзокас</i> — Методы теории функций комплексного переменного и сингулярных интегральных уравнений в задачах усиленных анизотропных пластин с трещиной.....	35
<i>В. С. Тоноян, С. А. Мелкумян</i> — Контактная задача для ортотропной полуплоскости с вертикальными соосными конечными и полубесконечными разрезами.....	223
<i>А. С. Погосян</i> — О колебаниях проводящих пластин в поперечном магнитном поле.....	232
<i>М.В. Белубекян, К.Б. Казарян</i> — Поверхностные волны типа Лява в случае неоднородного слоя.....	309

ФИЗИКА

<i>А. М. Ишханян, Г. П. Черников</i> — Поляритонные спектры для двух специфических симметричных структур	127
<i>К. М. Никогосян, В. П. Калантарян, Э. Г. Амбарцумян</i> — Методы повышения пропускной способности систем связи на основе широкополосных сигналов.....	135
<i>А.Г.Багдоев, Г.А. Мартиросян</i> — Нелинейная дифракция электромагнитной волны в неоднородной ферритовой среде.....	315
<i>А.М. Ишханян</i> — Решения трехуровневой задачи в обобщенных гипергеометрических функциях ${}_3F_2$	320

ХИМИЧЕСКАЯ ФИЗИКА	
А. М. Арустамян — К вопросу о гетерогенном образовании возбужденного формальдегида при низкотемпературном воспламенении $\text{CH}_3\text{CHO} + \text{O}^2$ смесей.....	143
ГЕОФИЗИКА	
А. К. Матевосян — Оценка погрешности площадных электроразведочных исследований, связанной с неточностью установления пунктов наблюдений.....	147
А. К. Матевосян — Способ обработки результатов площадных электроразведочных измерений при нерегулярной сети пунктов наблюдений.....	243
ЭЛЕКТРОТЕХНИКА	
В.Б. Нерсисян — Расчет токов в проводящем немагнитном листе при его движении методом сеток	42
Г.Л. Арешян — Система дифференциальных уравнений емкостной синхронной машины нового типа.....	327
АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ	
Н.О. Геокчян, А.А. Егиазарян, Дж.А. Микаелян, А.Г. Хачатрян — Экстракционно-абсорбиометрическое определение микрограммовых количеств осмия (IV) основным красителем фуксином.....	52
Н.О. Геокчян, А.А. Егиазарян, Дж.А. Микаелян, А.Г. Хачатрян — Экстракционно-абсорбиометрическое определение диазиновым красителем сафранином Т.....	330
ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ	
В.В. Довлатян, Ф.В. Аветисян, Т.З. Папоян, Т.Л. Джаванширян — Арилоксиэтилмидазолидин (тиазолин) тионы.....	57
НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ	
Н. О. Зулумян, Э. Б. Оганесян, З. Г. Оганесян, С. С. Караханян — О термодисперсионной обработке серпентинитов северо-восточного побережья озера Севан.....	238
ГЕОЛОГИЯ	
Р.А. Мандалян — О развитии карста в Тавушской области Армении.....	226
СЕЙСМОЛОГИЯ	
Р. А. Мовсесян, А. Г. Багдоев, А. В. Саакян — Теоретическое исследование геодезического предвестника землетрясений путем решения упругой задачи.....	153
Р.А. Мовсесян, А.К. Певнев, С.Ю. Баласанян, А.Г. Бегларян — Сейсмическая геодезия (новое направление в геодинамике).....	341
ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ	
А.Я. Маркарян — Уравнение главной характеристики центробежного насоса.....	48
Г. А. Мартиросян, Г. С. Габаян, О. В. Токмаджян — Возможности повышения водоотдачи Азатского водохранилища путем применения затворов системы „HYDROPLUS”.....	250
О. С. Оганисян, О. Б. Токмаджян, А. Х. Маркосян — Особенности изменения спроса и предложения на оросительную воду.....	254
МОЛЕКУЛЯРНАЯ БИОЛОГИЯ	
А.З. Пепоян, Н.С. Мирзоян, М.О. Саакян, Л.А. Киракосян, К.Г. Карагезян — Некоторые особенности антиокислительной системы бактериальных штаммов <i>Escherichia coli</i> G35.....	70
А. М. Седракан, А. И. Оганисян, А. Ш. Абрамян, А. А. Арутюнян, В. М. Арутюнян, Г. С. Акопян, К. Г. Карагезян — Исследование мембран эритроцитов больных семейной средиземноморской лихорадкой с применением методического подхода двухкоординатной экстракции.....	159
А. С. Агабальян, К. Г. Карагезян — Корректирующее действие модифицированной формы низкомолекулярной рибонуклеиновой кислоты на биологические и иммунологические показатели при экспериментальном аллоксановом диабете.....	258
А.С. Агабальян, А.Ж.Мкртчян, Г.С. Арзуманян, В.Э. Акопян, К.Г. Карагезян — Физико-химическая характеристика молекул средней массы, их роль в возникновении эндотоксикозов.....	347

К.Г. Карагезян, А.М. Завгородняя, Л.В. Карабашян, К.О. Овнанян, А.Г. Мхитарян, А.М. Арзуманян — Молекулярные аспекты цитотоксического действия лимфоцитарных факторов у больных периодической болезнью на процессы эмбриогенеза.....	352
БИОХИМИЯ	
М.А. Давтян, Л.А. Навасардян, С.В. Марутян, А.З. Пепоян — Некоторые особенности выживаемости дрожжей <i>Candida guilliermondii</i> НП-4.....	62
В. А. Шахламов, А. А. Галоян, Г. Н. Полякова, А. Г. Ваградян, М. А. Симомян, М. И. Агаджанов, И. М. Богданова, В. И. Алтухова, Л. И. Кондакова — Ультраструктурные эквиваленты алюминиевого токсикоза под влиянием пролин-богатого пептида гипоталамуса.....	166
А. Е. Арутюнян, Л. В. Саркисян, А. А. Галоян — Изменение активности щелочной и кислой фосфатаз под влиянием пролинбогатых полипептидов.....	262
С.С. Алексанян, А.Е. Арутюнян, Л.В. Саркисян, А.А. Галоян — Изменение активности щелочной и кислой фосфатаз под влиянием фрагмента тимозин β_4 (11-19) в разных органах белых крыс.....	357
А.Е. Арутюнян, Серг.С. Алексанян, М.А. Бабаян, С.С. Алексанян, М.А. Симомян, А.А. Галоян — Регулирующий эффект галармина при гипотермии.....	361
МЕДИЦИНА	
М. А. Каралян — Влияние персистенции герпесвируса II типа на естественные киллерные клетки у больных легочным туберкулезом.....	265
ЭНТОМОЛОГИЯ	
М.Ю. Калашян — Новые виды жуков (Insecta, Coleoptera) из Армении и Казахстана.....	76
ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ	
В. В. Казарян, В. А. Давтян, Л. Н. Оганесян — О связи обильности плодоношения древесно-кустарниковых пород с активностью функционирования ассимиляционного аппарата.....	173
Г. А. Арутюнян, Р. Г. Арутюнян, В. А. Давтян, Р. Г. Арутюнян — Гормональная реакция листьев женских особей можжевельника казацкого при поражении <i>Oligotrophus juniperinus</i> L.....	177
МОРФОЛОГИЯ	
Н.Н. Мелконян, И.Б. Меликсетян, Н.В. Маркарян, О.А. Назарян — Реакция капилляров мозга кошки на воздействие кавинтона.....	84
Н. Н. Мелконян, И. Б. Меликсетян — Морфофункциональное состояние капилляров мозга кошки при гипоксии.....	182
ФИЗИОЛОГИЯ	
К.В. Казарян, В.Ц. Ванцян, А.С. Тираян, Р.Р. Акопян — Сравнительный анализ ритмогенных свойств различных областей мочеточника морской свинки.....	88
К.Р. Арутюнян, С.Ш. Мартиросян — Действие киоторфина на регуляцию температурного гомеостаза у десимпатизированных крыс.....	93
Р. Ш. Саркисян, С. А. Тер-Григорян — Дистанционное воздействие живых систем на объекты окружающей среды.....	186
К. В. Казарян, И. Б. Меликсетян, В. Ц. Ванцян, А. С. Тираян, Р. Р. Акопян — Функциональные особенности мочеточника морской свинки.....	271
Р. А. Арутюнян, К. Р. Арутюнян, С. Ш. Мартиросян — Влияние метионин-энкефалина на терморегуляцию организма крыс.....	276
Л. Б. Нерсисян, В. С. Еганова, Н. Л. Погосян, А. В. Аршакян, Р. В. Саруханян — Электрофизиологическое исследование влияния медиального ядра септума на активность бульбарных дыхательных нейронов и симпатических нервов.....	280
ЗООЛОГИЯ	
А.Дж. Григорян — О необходимости систематизирования таксономических наименований животных в армянском языке.....	367
ИСТОРИЯ	
Г. А. Галоян — Как азербайджанцы программировали “купить все земли Карабаха”.....	192

CONTENTS OF 102 VOLUME

MATHEMATICS

<i>K.L. Avetisyan</i> – On fractional integro-differentiation in harmonic mixed norm classes on a half-space.....	5
<i>A.G. Baghdasaryan</i> – On generalised spaces of Nikolskii – Besov type.....	11
<i>A. M. Jerbashian, K. L. Avetisyan</i> – On the general theory of weighted classes of regular functions weighted integrable over the unit disk.....	105
<i>V. J. Gavrilov, V. S. Zakaryan, A. V. Subbotin</i> – Linear topological properties of maximal spaces Haray of functions harmonic in circle.....	203
<i>S. L. Serberian</i> – On angular boundary values of normal harmonic and subharmonic functions.....	211
<i>V.J. Gavrilov, V.S. Zakaryan, A.V. Subbotin</i> – Criteria of compactness in spaces $h^p_{max}, p>0$	291

APPLIED MATHEMATICS

<i>K.V. Shahbazyan, Yu.H. Shoukourian</i> – Logically definable languages of computations in one class of flow event structures.....	16
--	----

INFORMATION THEORY

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

COMPUTER SCIENCES

<i>A. A. Chubaryan, H. R. Bolibekyan</i> – On the sequential calculus of weak arithmetics.....	214
<i>V.K. Leontiev, Gh.L. Movsisian</i> – On one dosage problem.....	301

CYBERNETICS

<i>M. S. Gabrielyan, V. R. Barseghyan</i> – On optimal observing of linear system.....	219
--	-----

MANAGEMENT THEORY

<i>D. I. Bardzokas</i> – About a problem of boundary control of an oscillating system.....	121
--	-----

MECHANICS

<i>A.G. Bagdoev, A.V. Shekoyan</i> – The propagation of non-linear sonic beams in three phases cloud medium.....	23
--	----

THEORY OF ELASTICITY

<i>V.N. Hakobyan</i> – Mixed problem for a compound plane, weakened by a periodical system of cracks.....	29
---	----

<i>D.I. Bardzokas</i> – Methods of the theory complex functions and singular integral equations in problems of reinforcement of cracked anisotropic plates.....	35
---	----

<i>V. S. Tonoyan, S. A. Melkoumyan</i> – A contact problem for an orthotropic half-plane with vertical coaxial finite and semi-infinite cuts.....	223
---	-----

<i>A. S. Poghosyan</i> – On vibrations of electroconductive plates in transvers magnitic field.....	232
---	-----

<i>M.V. Belubekyan, K.B. Ghazaryan</i> – Surface Love's waves in a case of non-homogenous layer.....	309
--	-----

PHYSICS

<i>A. M. Ishkhanyan, G. P. Chernikow</i> – Polariton spectra for two specific symmetric structures.....	127
---	-----

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

<i>A.G.Bagdoev, H.A. Martirosian</i> – Non-linear diffraction of electromagnetic wave in inhomogeneous ferrit media.....	315
--	-----

<i>A.M. Ishkhanyan</i> – Solutions of the three-level problem in terms of generalized hypergeometric functions ${}_3F_2$	320
--	-----

CHEMICAL PHYSICS

<i>A. M. Arustamyan</i> – About formation excited formaldehyde at low-temperature ignition of $CH_3CHO + O_2$ mixtures.....	143
---	-----

GEOPHYSICS

<i>A. K. Matevosyan</i> – Evaluation of error in the time of terrain electrical surveying.....	147
--	-----

<i>A. K. Matevosyan</i> – Method of terrain electrical surveying with irregular network of observations points.....	243
ELECTROTECHNICS	
<i>V.B. Nersisyan</i> – Definition of currents in non-conducting ferromagnetic sheet using networks method.....	42
<i>G.L. Areshian</i> – The system of differential equations of a new type capacitance synchronus generator.....	327
ANALYTIC CHEMISTRY	
<i>N.O. Geokchyan, A.A. Eghiazaryan, J.A. Mikaelyan, H.G. Khachatryan</i> – Extraction-absorbtiometric determination of Os (IV) microgram amounts using fucsin row dye.....	52
<i>N.O. Geokchyan, A.A. Eghiazaryan, J.A. Mikaelyan, H.G. Khachatryan</i> – Extraction-absorbtiometric determination of oxacillin by safranine T diazinic dye.....	330
ORGANIC CHEMISTRY	
<i>V.V. Dovlatyan, F.V. Avetisyan, T.Z. Papoyan, T.L. Djavanshiryan</i> – Aryloxyethylimidazolidin (thiazolin) thiones.....	57
NON-ORGANIC CHEMISTRY	
<i>N. O. Zulumyan, E. B. Hovhannisyan, Z. G. Hovhannisyan, S. S. Karakhanyan</i> – About thermoacid treatment serpentinitis of nord-east bord of Sevan lake	238
GEOLOGY	
<i>R.A. Mandalyan</i> – About a karst development of Tavush (Armenia).....	336
SEISMOLOGY	
<i>R. A. Movsesyan, A. G. Bagdoyev, A. V. Sahakyan</i> – Theoretical investigation of geodesic harbinger of earthquakes by solution elastic problem.....	153
<i>R.H. Movsisyan, A.K. Pevnev, S. Yu. Balasanyan, S.G. Beglaryan</i> – Seismic geodesy (a new direction in geodynamics).....	341
WATER RESOURCES	
<i>A.Ya. Margaryan</i> – The equation of characteristic of a centrifugal pump.....	48
<i>G. A. Martirosyan, G. S. Gabayan, H. V. Tockmajyan</i> – Increasing of yield of water of Azat rezervoir by installation of "HYDROPLUS" syatem fusegates.....	250
<i>H. S. Hovhannisyan, H. V. Tockmajyan, A. Kh. Markosyan</i> – Peculiarities of changes of irrigation waters demand and supply.....	254
MOLECULAR BIOLOGY	
<i>A.Z. Pepoyan, N.S. Mirzoyan, M.O. Sahakian, L.H. Kirakosyan, K.G. Karageuzian</i> – Several peculiarities of antioxidative sistems of Escherichia coli G35 strains.....	70
<i>A. M. Sedrakian, A. I. Oganisyan, A. Sh. Abramian, A. A. Arutunyan, V. M. Harutyunyan, G. S. Hakobian, K.G. Karageuzyan</i> – Research of erythrocyte membranes of patients with Farnilial mediterranean fever by the method of two-coordinate extraction	159
<i>A. S. Agabalyan, K. G. Karageuzyan</i> – Correcting influence of modified form of low molecular ribonucleic acid on biochemical and immunological indicators during experimental alloxanic diabetes.....	258
<i>A.S. Agabalyan, A.J. Mktrechyan, G.S. Arzumanyan, V.E. Hakobyan, K.G. Karageuzian</i> – Physico-chemical characteristics of middle molecules and their ruls in origin of endotoxycosis.....	347
<i>K.G. Karagezyan, A.M. Zavgorodnyaya, L.V. Karabashyan, K.O. Hovnanyan, A.G. Mkhitaryan, A.M. Arzumanyan</i> – Molecular aspects of cytotoxic effect of mediterranean fever patients' lymphocyтар factors on the process of embriogenesis.....	352
BIOCHEMISTRY	
<i>M.A. Davtian, L.H. Navasardyan, S.V. Marutyan, A.Z. Pepoyan</i> – Peculiarities of survival of yeasts Candida guilliermondii NP-4.....	62

<i>V. A. Schakhlamov, A. A. Galoyan, G. N. Polyakova, A. G. Vahradyan, M. A. Simonian, M. I. Agadganov, J. M. Bogdanova, V. J. Altuchov, L. J. Kondakova</i> – Ultrastructure equivalents of aluminium toxicosis under the hypothalamic Prolin-Rich-Peptide influence.....	166
<i>A. E. Haroutunyan, L. V. Sargsyan, S. S. Alexanyan, A. A. Galoyan</i> – The changes in the activity alkaline and acid phosphatases under the effect of proline-rich-polypeptide	262
<i>S.S. Alexanyan, A.E. Harutiunyan, L.V. Sarkissian, A.A. Galoyan</i> –The changes in the activity alkaline and acid phosphatases under effect thymosin β_4 (11-19) in different organs of white rats	357
<i>A.E. Harutiunyan, Serg.S. Alexanyan, M.A. Babayan, S.S. Alexanyan, M.A. Simonyan, A.A. Galoyan</i> – The regulating effect of Galarmin of hypoglicemia.....	361
MEDICINE	
<i>M. A. Karalyan</i> – The action of herpes virus type II on the NK cells in patients with lung tuberculosis.....	265
ENTHOMOLOGY	
<i>M.Yu. Kalashian</i> – New species of beetles (Insecta, Coleoptera) from Armenia and Kazakhstan.....	76
PLANT PHYSIOLOGY	
<i>V. V. Kazaryan, V. A. Davtyan, L. N. Hovhanesyan</i> – The connection of fruit-bearing of wood-shrubby plants with the activity of assimilational apparatus.....	173
<i>G. A. Harutyunyan, R. H. Harutyunyan, V.A. Davtyan, R.G. Harutyunyan</i> – Hormonal reaction of female individuals of <i>Juniperus sabina</i> L. when it affecting by <i>Oligotrophus juniperinus</i> L.....	177
MORPHOLOGY	
<i>N.N. Melkonyan, I.B. Meliksetyan, N.V. Margaryan, O.A. Nazaryan</i> – Cat brain capillary reaction to the action of cavinton.....	84
<i>N. N. Melkonyan, I. B. Meliksetyan</i> – Morphofunctional state of cat brain capillaries in hypoxia....	182
PHYSIOLOGY	
<i>K.V. Kazarian, V.Ts. Vantsian, A.S. Tirayan, R.R. Hakobian</i> – Comparative analysis of rhythmogenic properties of ureter's different areas in guinea pigs.....	88
<i>K.R. Harutyunyan, S.Sh. Martirosyan</i> – Kiotorphin actions on temperature homeostasis regulation in desimphatezined rats.....	93
<i>R. Sh. Sargsyan, S. A. Ter-Grigoryan</i> – The distance influence of living systems on environment objects.....	186
<i>K. V. Kazarian, I. B. Meliksetyan, V. Iz. Vantsian, A. S. Tirayan, R. R. Hakobyan</i> – The functional peculiarity of the guinea pig ureter's.....	271
<i>R. A. Harutunian, K. R. Harutunian, S. Sh. Martirosian</i> – The methionin-enkephalin influence on thermoregulation of organism of rats.....	276
<i>L. B. Nersessian, V. S. Eganova, N. L. Pogossian, A. V. Arshakian, R. V. Sarukhanian</i> - Electrophysiological study of the influence the nucleus medialis of the septum on the activation of bulbar respiratory neurons and sympathetic nerves.....	280
ZOOLOGY	
<i>H.J. Grigoryan</i> – The importace of systematizing of dinominative names of animals.....	367
HISTORY	
<i>G. A. Galoyan</i> – The way the Azerbaijanis were planning “to buy the whole Karabagh area”.....	192