

ISSN 0132-0173

ԵՐԵՎԱՆԻ ՊԵՏԱԿԱՆ ՀԱՄԱԼՍԱՐԱՆ
ЕРЕВАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ԳԻՏԱԿԱՆ ՏԵՂԵԿԱԳԻՐ
УЧЕНЫЕ ЗАПИСКИ

1
1999



ԵՐԵՎԱՆ
ЕРЕВАН

Հրատարակվում է 1925 թ.-ից (1967 թ.-ից՝ պարբերաբար):

Издается с 1925 г. (с 1967 г. – периодически).

ԽՄԲԱԳՐԱԿԱՆ ԿՈԼԵԳԻԱ

ՏԵՐ-ԱՆՏՈՆՅԱՆ Վ.Մ. (գլխ. խմբագիր), ՀԱՐՈՒԹՅՈՒՆՅԱՆ Ռ.Մ. (գլխ. խմբագրի տեղակալ), ՇԱՐԱՄԲԵՅԱՆ Լ.Թ. (պատ. քարտուղար)
ԱՌԱՔԵԼՅԱՆ Ն.Հ., ԱՎԵՏԻՍՅԱՆ Ա.Ա., ԲԱԼՅԱՆ Ս.Պ., ԲԵՅԼԵՐՅԱՆ Ն.Մ., ԴԱՆԻԵԼՅԱՆ Է.Ա.,
ԽԱՉԱՏՐՅԱՆ Ի.Գ., ՀԱՐՈՒԹՅՈՒՆՅԱՆ Վ.Մ., ՀՈՎՍԵՓՅԱՆ Լ.Լ., ՇԱՀԱԲԱՅԱՆ Ռ.Լ., ՉՈՒԲԱՐՅԱՆ Է.Վ.,
ՍԱՀԱԿՅԱՆ Գ. Ս., ՍԱՐԳՍՅԱՆ Հ.Հ., ՍԱՐԳՍՅԱՆ Վ.Ս., ՏՈՆՈՅԱՆ Ռ.Ն., ՓԱՓԱԶՅԱՆ Թ. Ա.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

ТЕР-АНТОНЯН В.М. (гл. редактор), АРУТЮНЯН Р.М. (зам. гл. редактора),
ШАРАМБЕЯН Л.Т. (отв. секретарь)

АВЕТИСЯН А.А., АРАКЕЛЯН Н.У., АРУТЮНЯН В.М., БАЛЬЯН С.П., БЕЙЛЕРЯН Н.М., ДАНИЕЛЯН Э.А.
ОСИПЯН Л.Л., ПАПАЗЯН Т.А., СААКЯН Г.С., САРКИСЯН В.С., САРКИСЯН О.А., ТОНОЯН Р.Н.,
ХАЧАТРЯН И.Г., ЧУБАРЯН Э.В., ШАХБАГЯН Р.Լ.

Издательство Ереванского университета

© “Ученые записки” ЕГУ, естественные науки. 1999

Сдано в производство 25.01.1999 г. Подписано к печати 08.07.99 г. Формат 70x108
1/16. Офсетная печать. 8,6 печ. л.=12,04 усл. п. л. 14,62 уч. изд. л. Заказ 117. Тираж 250.
Регистрационный номер 258

Издательство Ереванского госуниверситета. Ереван, Ал. Манукяна, 1.
Цех “Ротапринт” Ереванского госуниверситета, Ереван, Ал. Манукяна, 1.

ԲՈՎԱՆԴԱԿՈՒԹՅՈՒՆ

Մ Ա Թ Ե Մ Ա Տ Ի Կ Ա

Մ.Ա. Չաքարյան - Անընդհատ օպերատորները հարմոնիկ ֆունկցիաների կշռային տարածություններում	3
Լ.Ա. Մաթևոսյան - Համարյա լիովին գեոդեզիկ մակերևույթները ռիմանյան տարածություններում	11
Ա.Ջ. Առաքելյան - Ընտրանքի լայնության բաշխման պոչի մասին	19
Ռ.Լ. Մարկոսյան - Մանրէաբանական հետազոտություններում ինֆորմատիկայի մեթոդների կիրառման որոշ մոտեցումներ	27

Մ Ե Խ Ա Ն Ի Կ Ա

Մ.Ա. Գաբրիելյան, Մ.Գ. Շահինյան - Ըստ ազդող ուժի անկայունության մի խնդրի մասին	31
Ա.Ս. Հակոբյան - Կոնտակտային խնդիր սեպի համար, որի եզրերին սեղմվում են վերջավոր հեծաններ	35

Ֆ Ի Ջ Ի Կ Ա

Ա.Կ. Գրիգորյան - Տարօրինակ քվարկային աստղերի նվազագույն զանգվածի մասին	46
--	----

Ք Ի Մ Ի Ա

Կ.Մ. Երիցյան, Գ.Պ. Փիքումյան, Ս.Կ. Գրիգորյան - Որոշ բնական ամինաթթուների ռեակցիոն ունակությունը <i>OH</i> -ռադիկալների նկատմամբ	51
Ա.Լ. Մխիթարյան, Ֆ.Հ. Կարապետյան, Ն.Ռ. Սարուխանյան, Մ.Ջ. Ասատուրյան - Միջավայրի բնույթի ազդեցությունը վինիլացետատ-թուփլակրիլատ համապոլիմերների ադիեզիոն հատկությունների վրա	56
Մ.Գ. Գևորգյան, Ն.Մ. Բեյլերյան, Մ.Ջ. Ասատուրյան - Ծծմբական ազդեցության տակ Հայաստանի լեռնա-շագանակագույն հողերի հիմնիբիոցենոզի կինետիկայի ուսումնասիրությունը	59
Դ.Ս. Գալստյան, Ի. Մալինովսկա, Յ.Կ. Ռուժիլո - Խիթինի կիրառման նրբաշերտ քրոմատոգրաֆիան	65

Ն.Օ. Գյոլյան, Կ.Ն. Ավագյան, Ա.Ա. Եղիազարյան, Ջ.Ա. Միքայելյան, Հ.Գ. Խաչատրյան - Բրոմաուրատի և ռիվանոլի փոխազդեցության ուսումնասիրությունը ծծմբաթթվային միջավայրում էքստրակցիոն-արսուրբցիոնետրական եղանակով	71
Ռ.Վ. Կարագովա, Ն.Ի. Կալոև, Գ.Գ. Գրիգորյան, Ա.Ի. Մարտիրյան, Լ.Գ. Առուստամովա - Մոլիբդենի և երկաթի հիմքով պինդ լուծույթների ուսումնասիրությունը	75

ԿԵՆՍԱԲԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

Մ.Լ. Գևորգյան, Մ.Ա. Դավթյան Արզինազի տրիպտիկ հիդրոլիզի արդյունքների ուսումնասիրությունը ժել-ֆիլտրման մեթոդով	79
Վ.Հ. Գրիգորյան, Հ.Ռ. Աղաբաբյան, Ա.Ն. Առաքելյան - Ներկեղևային ինտեգրատիվ կառուցվածքի փոփոխությունները համակարգչով միապաղաղ աշխատանքի պայմաններում	83
Ս.Մ. Մինասյան, Հ.Գ. Բակլավաջյան, Հ.Հ. Հովհաննիսյան, Ն.Հ. Մովսիսյան, Ն.Խ. Ալյուջյան, Կ.Ռ. Հովհաննիսյան - Երկարատև բրթուման ազդեցությունը առնետների գլխուղեղի կառուցվածքների ակտիվության վրա	89
Ա.Ս. Դավթյան - Արտարմատային սնուցման ժամանակ միկրոտարրերի ազդեցությունը խաղողի տնկիների որակի և ֆիզիոլոգիական պրոցեսների ընթացքի վրա բացօթյա հիդրոպոնիկայի պայմաններում	95
Ս.Գ. Նանգալույան, Մ.Գ. Թախախյան, Ն.Ջ. Կիրակոսյան - Հայաստանի միկոբիոտայի համար նոր բազիլիալ մակրոմիցետների տեսակներ	99

ԵՐԿՐԱԲԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

Ռ.Վ. Հակոբյան, Հ.Պ. Գույումջյան, Ա.Ա. Ավագյան - Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Fe^{2+} , Fe^{3+} փոխազդեցությունը որոշ սիլիկատային հալոցքներում	104
---	-----

ԱՇԽԱՐՀԱԳՐՈՒԹՅՈՒՆ

Ա.Թ. Գրիգորյան - ՀՀ գետերի ջրի ջերմաստիճանի կախումը ջրիավաք ավազանի բարձրությունից ..	108
Ռ.Ն. Գագինյան - Էկոլոգիական ռիսկի գնահատումը որպես կրիտիկական էկոլոգիական իրավիճակների կանխատեսման միջոց	115

ՀԱՂՈՐԴՈՒՄՆԵՐ

Ա.Գ. Գայբակյան - Վեցվալենտ մոլիբդենի փոխազդեցությունը բյուրեղային մանուշակագույնի հետ	120
Ռ.Ա. Սարգսյան, Է.Ե. Ղափանցյան, Մ.Գ. Հարությունյան, Ս.Դ. Բաղդասարյան - Լուծելիության ուսումնասիրությունը $Na_2WO_4 - Na_3C_6H_5O_7 - H_2O$ համակարգում 20°C-ում	123
Է.Գ. Մեսրոպյան, Գ.Բ. Համբարձումյան, Ա.Ա. Ջիլավյան, Ա.Ա. Ավետիսյան - 4-բուրանոլիդների նոր ածանցյալների սինթեզ	127

ԲԱՆԱՎԵՃ ԵՎ ՔՆՆԱՐԿՈՒՄ

Ա.Վ. Հարությունյան - Փոքր Կովկասի երկրակեղևի էվոլյուցիայի և ածխաջրածինների բաղադրիչների ձևավորման մեխանիզմի մասին	129
---	-----

УДК 517.597

М.А. ЗАКАРЯН

НЕПРЕРЫВНЫЕ ОПЕРАТОРЫ В ВЕСОВЫХ ПРОСТРАНСТВАХ
 ГАРМОНИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ

В статье описываются (в единичном шаре евклидоваго пространства) непрерывные операторы в весовых гармонических пространствах пространств L^p .

Введение. Еще в своих исследованиях 40-х годов [1, 2] М.М. Джрбашян ввел классы аналитических в единичном круге D функций f , для которых конечна норма

$$\|f\|_{p,\alpha} = \left\{ \frac{\alpha+1}{\pi} \int_0^1 \int_{-\pi}^{\pi} (f(re^{i\theta}))^p (1-r^2)^\alpha r dr d\theta \right\}^{1/p},$$

$$1 \leq p < +\infty, \quad -1 < \alpha < +\infty.$$

Для этих классов были получены интегральные представления

$$f(z) = \frac{\alpha+1}{\pi} \int_0^1 \int_{-\pi}^{\pi} \frac{(1-p^2)^\alpha}{(1-z\rho e^{-i\varphi})^{\alpha+2}} f(\rho e^{i\varphi}) \rho d\rho d\varphi. \tag{1}$$

Эти классы обычно обозначали H_α^p .

Свойствами функций типа этих классов занимались А. Шилдс, Вильямс [3, 4] и другие авторы. Особо нужно отметить серию последних работ Ф.А. Шамояна [5-7], где на основании интегральной формулы (1) получены существенные результаты в различных областях комплексного анализа.

Настоящая работа посвящена изучению весовых гармонических классов H_α^p в единичном шаре пространства R^n . В первом параграфе мы приводим необходимые определения и некоторые результаты, а во втором – доказываются основные результаты.

Отметим наконец, что аналоги наших некоторых теорем содержатся в работе [8] для частного веса.

§ 1. Определение и вспомогательные результаты. Символом B^n обозначен единичный шар в евклидовом пространстве R^n :

$$B^n = \left\{ x = (x_1, \dots, x_n) \in R^n : |x| = \left(\sum_{k=1}^n x_k^2 \right)^{1/2} < 1 \right\},$$

$\partial B^n = S^{n-1}$ – единичная сфера. В дальнейшем будем использовать следующие обозначения: если $x \in R^n$, то $x = rx'$, где $r = |x|$, $x' \in S^{n-1}$.

Нормированная мера Лебега $dx = dm_n(x)$ в сферических координатах записывается также в виде $r^{n-1} dr dx' = r^{n-1} dr d\sigma(x')$, где $d\sigma(x')$ – индуцированная мера Лебега на S^{n-1} , нормированная так, что $\frac{1}{\omega_{n-1}} \int_{S^{n-1}} d\sigma(x') = 1$, где ω_{n-1} – площадь сферы S^{n-1} .

Обозначим через S множество всех измеримых неотрицательных $\omega(r)$ на $(0,1)$, для которых существуют $m_\omega, q_\omega, M_\omega$ такие, что $m_\omega, q_\omega \in (0,1)$ и $m_\omega \leq \frac{\omega(\lambda r)}{\omega(r)} \leq M_\omega$ для всех $r \in (0,1)$ и $\lambda \in [q_\omega, 1]$.

Свойства функций типа класса S на полуоси $(0, +\infty)$ хорошо изучены в [9], а для $(0,1)$ некоторые необходимые свойства получены в [7]. В частности

$$\omega(x) = \exp \left\{ \int_x^1 \frac{\varepsilon(u)}{u} du \right\}, \quad x \in [0,1], \quad (2)$$

где $\varepsilon(t)$ – ограниченная измеримая функция на $(0,1)$ такая, что

$$\alpha_\omega \stackrel{\text{def}}{=} \frac{\log m_\omega}{\log \sqrt[q_\omega]} \leq \varepsilon(t) \leq \frac{\log M_\omega}{\log \sqrt[q_\omega]} \stackrel{\text{def}}{=} \beta_\omega. \quad (3)$$

Из этих свойств (2) и (3) следует, что $\omega(x)$ находится между двумя степенями x .

Простыми примерами функций класса S являются функции вида

$$\omega(t) = t^\alpha \left(\underbrace{\log \dots \log \frac{c}{t}}_t \right)^\beta, \quad \alpha > 0, \beta > 0.$$

Через $L^p(B^n, \omega) = L^p(\omega^k)$ $p \in (1, +\infty)$ будем обозначать класс измеримых в B^n функций f , для которых конечна величина

$$\|f\|_{L^p(\omega)} = \left\{ \int_{B^n} |f(x)|^p \omega(1-|x|) dm_n(x) \right\}^{1/p}$$

Через $h^p(B^n, \omega) \equiv h^p(\omega)$, $1 \leq p < +\infty$, будем обозначать пространство всех гармонических функций из $L^p(B^n, \omega)$. Как нетрудно убедиться, $h^p(\omega)$ является банаховым пространством.

Ядро Пуассона для шара B^n обозначим через

$$P(x, y') = \frac{1}{\omega_{n-1}} \frac{1-|x|^2}{|x-y'|^n}. \quad (4)$$

Рассмотрим следующую функцию двух переменных:

$$P_\alpha(x, y) = 2(\alpha+1) D^{\alpha+1} P(\rho x, y'), \quad (5)$$

где D^α – оператор Римана-Лиувилля (подробно см. в [9,10]), $x = \rho x'$, $y = \rho y' \in B^n$, $\alpha \geq 0$, а $P(x, y)$ задается по формуле (4).

При $n = 2$ ядра $P_\alpha(x, y)$ впервые были введены для круга М.М. Джрбашьяном (см. [2]).

Устанавливается, что (см., напр., [6])

$$\int_{S^{n-1}} |P_\alpha(x, y)| dy' \leq \frac{C}{(1-r\rho)^{\alpha+1}}. \quad (6)$$

Лемма 1. Пусть $\psi(\rho) = \frac{1}{(1-\rho)^{1/\rho}}$, где $1 < \rho < +\infty$, $q = \frac{p}{p-1}$, $\alpha > 0$. Тогда справедливы следующие оценки:

$$\int_{B^n} (1-|x|^2)^\alpha \psi^p(|x|) |P_\alpha(x, y)| dm_n(x) \leq C \psi^p(|y|), \quad (7)$$

$$\int_{B^n} (1-|x|^2)^\alpha \psi^q(|x|) |P_\alpha(x, y)| dm_n(x) \leq C \psi^q(|y|).$$

Доказательство сразу следует из следующей оценки:

$$\begin{aligned} & \int_0^1 \int_{S^{n-1}} (1-r^2)^\alpha \psi^p(r) |P_\alpha(x, y)| r^{n-1} dr d\sigma(x') = \\ & = \int_0^1 (1-r^2)^\alpha \psi^p(r) r^{n-1} dr \int_{S^{n-1}} |P_\alpha(x, y)| d\sigma(x') \leq \int_0^1 \frac{dr}{(1-r)^{1/q} (1-r\rho)} \leq \\ & \leq \frac{C}{(1-\rho)^{1/q}} = C \psi^p(\rho), \text{ где } C \text{ зависит от } p. \end{aligned}$$

Точно так же получается и вторая оценка.

Лемма 2. Пусть U – гармоническая функция в $\overline{B^n}$. Тогда имеет место представление

$$U(x) = \int_{B^n} (1-|y|^2)^\alpha P_\alpha(x, y) U(y) dm_n(y) \quad (8)$$

(доказательство см. в [8]).

Лемма 3. Если $U \in h^p(\omega)$ при $\alpha > \alpha_\omega$ и $1 \leq p \leq +\infty$, то имеет место представление (8).

Доказательство. Пусть $U \in h^p(\omega)$, $U_R(x) = U(Rx)$, $R \in (0, 1)$. Очевидно, что $U_R(x)$ – гармоническая в B^n функция. По лемме 2 ее можно представить в виде (8). Остается доказать только равенство

$$\lim_{R \rightarrow 1-0} \|U_R - U\|_{h^p(\omega)} = 0, \quad \|U_R - U\|_{h^p(\omega)} = \int_{B^n} |U(Rx) - U(x)|^p \omega(1-|x|) dm_n(x).$$

Так как $U \in h^p(\omega)$, то $\forall \varepsilon > 0 \exists \delta(\varepsilon)$ такая, что для произвольного измеримого множества $E \subset B^n$, $m_n(E) < \delta$, $\int_E |U(x)|^p dm_n(x) < \varepsilon$.

Следовательно, существует такое ε_0 , $0 < r_0 < 1$, что

$$\int_{r_0 < |x| < 1} |U(x)|^p \omega(1-|x|) dm_n(x) < \varepsilon. \quad (9)$$

При $r_1 \in (0, 1)$ имеем

$$I_R = \int_{B^n} |U(Rx) - U(x)|^p \omega(1-|x|) dm_n(x) =$$

$$\begin{aligned}
&= \int_{|x| \leq r_1} |U(Rx) - U(x)|^p \omega(1 - |x|) dm_n(x) + \\
&+ \int_{r_1 < |x| < 1} |U(Rx) - U(x)|^p \omega(1 - |x|) dm_n(x).
\end{aligned}$$

Так как U есть равномерная непрерывная функция в $|x| \leq r_1$, то первый интеграл не превосходит ε при $R \rightarrow 1 - 0$. Оценим второй интеграл:

$$\begin{aligned}
&\int_{r_1 < |x| < 1} |U(Rx) - U(x)|^p \omega(1 - |x|) dm_n(x) \leq \\
&\leq 2^p \int_{r_1 \leq |x| < 1} |U(Rx)|^p \omega(1 - |x|) dm_n(x) + 2^p \varepsilon. \tag{10}
\end{aligned}$$

В последней части (10) мы воспользовались оценкой (9).
Оценим интеграл в (10). Имеем

$$\begin{aligned}
I_R^1 &= \int_{r_1 < |x| < 1} |U(Rx)|^p \omega(1 - |x|) dm_n(x) = \\
&= \int_{r_1}^1 \omega(1 - r) r^{n-1} dr \int_{S^{n-1}} |U(Rx)|^p d\sigma(x').
\end{aligned}$$

Положим $\rho = rR$ и, имея в виду, что $\omega\left(1 - \frac{\rho}{R}\right) < c \cdot \omega(1 - \rho)$, получим, что

$$I_R^1 = \frac{C}{R^n} \int_{r_1 R}^1 \omega(1 - \rho) d\rho \int_{S^{n-1}} |U(Rx)|^p \rho^{n-1} d\sigma(x').$$

Подберем теперь R и r_1 такими, что $Rr_1 > r_0$. Тогда $I_R^1 \leq \frac{C}{R^n} \varepsilon$. Объединяя эти оценки, получим доказательство леммы.

§ 2. Интегральные операторы со специальными ядрами в весовых пространствах. В этом параграфе рассматриваются операторы из $L^p(B^n, \omega)$ в $h^p(B^n, \omega)$ при $1 \leq p < +\infty$.

Теорема 1. Пусть $1 < p < +\infty$, $\alpha > \alpha_\omega \geq 0$. Тогда оператор

$$T_\alpha(f) = \int_{B^n} (1 - |y|^2)^\alpha P_\alpha(x, y) f(y) dm_n(y)$$

является ограниченным оператором из пространства $L^p(B^n, \omega)$ на $h^p(B^n, \omega)$.

Доказательство теоремы 1. Сначала докажем, что оператор T_α является проектором пространства $L^p(\omega)$ на $h^p(\omega)$. Для этого достаточно убедиться, что если $U \in h^p(\omega)$, то $T_\alpha(U)(x) = U(x)x \in B^n$. Но последнее равенство непосредственно следует из леммы 2. Поэтому остается доказать, что $T_\alpha(f)$ принадлежит классу $h^p(\omega)$, поскольку гармоничность функции $T_\alpha(f)$ следует из представления самого оператора

$$|U(x)| = |T_\alpha(f)(x)| \leq \int_0^1 \int_{S^{n-1}} (1 - \rho^2)^\alpha |P_\alpha(x, y)| |f(\rho y')| \rho^{n-1} d\rho d\sigma(y').$$

По неравенству Гёльдера, последний интеграл меньше или равен

$$\left(\int_0^1 \int_{S^{n-1}} (1 - \rho^2)^\alpha |P_\alpha(x, y)| \psi^q(\rho) \rho^{n-1} d\rho d\sigma(y') \right)^{1/q} \times$$

$$\times \left(\int_{0S^{n-1}} \int_{0S^{n-1}} (1-\rho^2)^\alpha |P_\alpha(x,y)| \frac{|f(\rho y')|^p}{\psi^p(\rho)} \rho^{n-1} d\rho d\sigma(y') \right)^{1/p}$$

Далее

$$|T_\alpha(f)(x)| \equiv |U|(x) \leq C\psi(r) \times$$

$$\times \left(\int_{0S^{n-1}} \int_{0S^{n-1}} \frac{|P_\alpha(x,y)| |f(\rho y')|^p (1-\rho^2)^\alpha \rho^{n-1}}{\psi^p(\rho)} d\rho d\sigma(y') \right)^{1/p}$$

Следовательно,

$$\begin{aligned} \|U\|_{h^p(\omega)}^p &\leq C \int_{0S^{n-1}} \int_{0S^{n-1}} \frac{(1-\rho^2)^\alpha |f(\rho y')|^p |P_\alpha(x,y)| \rho^{n-1} d\rho d\sigma(y')}{\psi^p(\rho)} \times \\ &\times \int_{0S^{n-1}} \int_{0S^{n-1}} \omega(1-r) \psi^p(r) r^{n-1} dr dx' = C \int_{0S^{n-1}} \int_{0S^{n-1}} \frac{(1-\rho^2)^\alpha |f(\rho y')|^p \rho^{n-1}}{\psi^p(\rho)} d\rho d\sigma(y') \times \\ &\times \int_0^1 \omega(1-r) \psi^p(r) r^{n-1} dr \int_{S^{n-1}} |P_\alpha(x,y)| d\sigma(x') \leq \\ &\leq C \int_{0S^{n-1}} \int_{0S^{n-1}} \frac{(1-\rho^2)^\alpha |f(\rho y')|^p}{\psi^p(\rho)} \rho^{n-1} d\rho d\sigma(y') \int_0^1 \frac{\omega(1-r) \psi^p(r) r^{n-1}}{(1-r)^{\alpha+1}} dr \leq \\ &\leq C \int_{0S^{n-1}} \int_{0S^{n-1}} \frac{(1-\rho^2)^\alpha |f(\rho y')|^p \omega(1-\rho) \psi^p(\rho) \rho^{n-1} d\rho d\sigma(y')}{(1-\rho)^\alpha \psi^p(\rho)} = \|f\|_{L^p(\omega)}^p. \end{aligned}$$

Следовательно, $\|U\|_{h^p(\omega)} \leq C \|f\|_{L^p(\omega)}$, где константа зависит только от α и p , и теорема 1 доказана.

Теперь перейдем к предельному значению $p = 1$.

Теорема 2. Пусть $\alpha > \alpha_\omega$. Тогда оператор

$T_\alpha(f)(x) = \int_{0S^{n-1}} \int_{0S^{n-1}} (1-|y|^2)^\alpha |P_\alpha(x,y)| f(y) dm_n(y)$ является ограниченным оператором, отображающим $L^1(\omega)$ на $h^1(\omega)$.

Из леммы 3 следует, что $T_\alpha(U) \equiv U$ при условии $U \in h^1(\omega)$. Остается доказать, что существует такая константа $C(p)$, для которой выполняется оценка

$$\|T_\alpha(f)\|_{h^1(\omega)} \leq C(p) \|f\|_{L^1(\omega)}.$$

Докажем эту оценку:

$$\begin{aligned} \|T_\alpha(f)\|_{h^1(\omega)} &\leq \int_{0S^{n-1}} \int_{0S^{n-1}} |U(x)| \omega(1-|x|) dm_n(x) \leq \\ &\int_{B^n} \left(\int_{0S^{n-1}} \int_{0S^{n-1}} (1-\rho^2)^\alpha |P_\alpha(x,y)| |f(\rho y')| dm_n(y) \right) \times \omega(1-|x|) dm_n(x) = \\ &\int_{0S^{n-1}} \int_{0S^{n-1}} \omega(1-|x|) dm_n(x) \int_{0S^{n-1}} \int_{0S^{n-1}} (1-|y|^2)^\alpha |P_\alpha(x,y)| |f(y)| dm_n(y) = \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= \int_{0S_{n-1}}^1 \int |f(y)| (1-|y|^2)^\alpha dm_n(y) \int_{0S_{n-1}}^1 |P_\alpha(x,y)| \omega(1-|x|) dm_n(x) = \\
&= \int_{0S_{n-1}}^1 \int |f(y)| (1-|y|^2)^\alpha dm_n(y) \int_0^1 \omega(1-r) r^{n-1} dr \int_{S_{n-1}} |P_\alpha(x,y)| dx'.
\end{aligned}$$

По оценке (6) будем иметь

$$\begin{aligned}
\|T_\alpha(f)\|_{h^1(\omega)} &\leq C \int_{0S_{n-1}}^1 \int (1-|y|^2)^\alpha |f(y)| dm_n(y) \int_0^1 \frac{\omega(1-r) r^{n-1}}{(1-r\rho)^{\alpha+1}} dr, \\
\|T_\alpha(f)\|_{h^1(\omega)} &\leq C \int_{0S_{n-1}}^1 \frac{(1-|y|^2)^\alpha |f(y)| \omega(1-|y|)}{(1-|y|)^\alpha} dm_n(y) \leq C \|f\|_{L^1(\omega)}.
\end{aligned}$$

Теорема 2 доказана.

Теорема 3. Пусть $1 < p < +\infty$, $\omega \in S$, $\alpha > \alpha_\omega \geq 0$, тогда оператор $T_\alpha(f)(x) = \int_{B^n} P_\alpha(x,y) f(y) \omega(1-|y|) dm_n(y)$ отображает $L^p(\omega)$ в пространство $h^p(\omega_\alpha)$, где

$$\begin{aligned}
\omega_\alpha(r) &= \omega(r) \left(\frac{r^\alpha}{\omega(r)} \right)^q, \\
r &\in (0,1); \quad \frac{1}{p} + \frac{1}{q} = 1.
\end{aligned} \tag{11}$$

Причем существует такая константа, что

$$\|T_\alpha(f)\|_{h^p(\omega_\alpha)} \leq C \|f\|_{L^p(\omega)}.$$

Доказательство. По неравенству Гёльдера, имеем

$$\begin{aligned}
|T_\alpha(f)(x)|^p &\leq \int_{B^n} \frac{|f(y)|^p \omega(1-|y|)}{X^p(y)} \times \\
&\times |P_\alpha(x,y)| dm_n(y) \int_{B^n} X^q(y) \omega(1-|y|) |P_\alpha(x,y)| dm_n(y),
\end{aligned} \tag{12}$$

где $X^p(y)$ определяется по формуле $X^p(x) = \frac{1}{(1-|x|)^{\frac{p}{q}}}$,

$$0 \leq \gamma \leq 1 - \beta_\omega, \quad \frac{1}{p} + \frac{1}{q} = 1,$$

$$\begin{aligned}
&\left(\int_{B^n} X^q(y) \omega(1-|y|) |P_\alpha(x,y)| dm_n(y) \right)^{\frac{p}{q}} \leq \\
&\left(\int_0^1 X^q(\rho) \omega(1-\rho) \rho^{n-1} d\rho \int_{S_{n-1}} |P_\alpha(x,y)| d\sigma_n(y) \right)^{\frac{p}{q}} \leq \\
&\leq C \left(\int_{B^n} \frac{X^q(\rho)^\omega (1-\rho) \rho^{n-1}}{(1-r\rho)^{\alpha+1}} dm_n(y) \right)^{\frac{p}{q}}
\end{aligned}$$

Последний интеграл не превосходит $C \left(\frac{\omega(1-r)}{(1-r)^\alpha} \right)^{p/q} X^p(x)$.

Учитывая эту оценку, из неравенства (12) получаем

$$|T_\alpha(f)(x)|^p \leq C \left[\frac{\omega(1-r)}{(1-r)^\alpha} \right]^{p/q} X^p(x) \int_{B^n} \frac{|f(y)|^p \omega(1-|y|)}{X^p(y)} |P_\alpha(x, y)| dm_n(y).$$

Умножая последнее неравенство на $\omega_\alpha(1-|x|)s$ и интегрируя по B^n , получим

$$\begin{aligned} \|T_\alpha f\|_{h^p(\omega_\alpha)}^p &\leq \int_{B^n} \omega(1-|x|) \left(\frac{\omega(1-r)}{(1-r)^\alpha} \right)^{p/q} X^p(x) dm_n(x) \int_{B^n} \frac{|f(y)|^p \omega(1-|y|)}{X^p(y)} \times \\ &\times |P_\alpha(x, y)| dm_n(y) = \int_{B^n} \frac{|f(y)|^p \omega(1-|y|)}{X^p(y)} dm_n(y) \int_0^1 X^p(x) \left(\frac{\omega(1-r)}{(1-r)^\alpha} \right)^{p/q} \times \\ &\times \left(\frac{(1-r)^\alpha}{\omega(1-r)} \right)^p r^{n-1} dr \int_{S^{n-1}} |P_\alpha(x, y)| dm_n(x) \leq \\ &\int_{B^n} \frac{|f(y)|^p \omega(1-|y|) dm_n(y)}{X^p(y)} \int_0^1 X^p(x) \frac{(1-r)^\alpha}{(1-r)^\alpha} dr \leq \\ &\leq C \int_{B^n} \frac{|f(y)|^p \omega(1-|y|) X^p(y)}{X^p(y)} dm_n(y) = C \|f\|_{L^p(\omega)}^p. \end{aligned}$$

Отсюда следует, что

$$\|T_\alpha(f)\|_{h^p(\omega_\alpha)} \leq C \|f\|_{L^p(\omega)}.$$

Теорема 3 доказана.

ЛИТЕРАТУРА

1. Джрбашян М.М. О представимости некоторых классов мероморфных функций в единичном круге. - ДАН Арм. ССР, 1945, т.3, №1, с 3-9.
2. Джрбашян М.М. К проблеме представимости аналитических функций. - Сообщ. Ин-та мат. и мех. АН Арм. ССР, 1948, вып. 2, с 3-40.
3. Shields A.L., Williams P.L. Bounded projections, duality, and multipliers in spaces of analytic functions.- Trans. Amer. math. society, 1971, v. 162, p. 287-302.
4. Shields A.L., Williams P.L. Bounded projections, duality, and multipliers in spaces of harmonic functions.- J. for Math. Band, 1978, 299/300, p. 256-279.
5. Шамоян Ф.А. Приложения интегральных преобразований Джрбашяна к некоторым задачам анализа.- ДАН СССР, 1981, т. 261, №3, с 557-961.
6. Djrbashian A.E., Shamoian F.A. Topices in the Theory of A_p^α Spaces, Tembner-Texte dicr. Math., 1988, b. 105, Leipzig.
7. Шамоян Ф.А. Диагональное отображение и вопросы представления в анизотропных пространствах голоморфных в полидиске функций.- Сибирский мат. ж., 1990, т. 31, №2, с. 197-215.
8. Джрбашян А.Е. Интегральные представления и непрерывные проекторы в некоторых пространствах гармонических функций.- Мат. сборник, 1983, т. 121 (163), №2(6).

9. Сенета Е. Правильно меняющиеся функции. М.: Наука, 1985.

10. Самко С.Г., Килбас А.А., Маричев О.И. Интегралы и производные дробного порядка и некоторые их приложения. Минск, 1987.

Մ.Ա. ԶԱԶԱՐՅԱՆ

ԱՆԸՆԴՀԱՏ ՕՊԵՐԱՏՈՐՆԵՐԸ ՀԱՐՄՈՆԻԿ ՖՈՒՆԿՑԻԱՆԵՐԻ
ԿՇՈՒԱՅԻՆ ՏԱՐԱԾՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐՈՒՄ

Ա մ փ ո փ ու մ

Հոդվածում նկարագրված են հարմոնիկ ֆունկցիաների կշռային տարածությունների մեջ գործող որոշ անընդհատ օպերատորներ էվկլիդեսյան տարածության միավոր գնդում:

УДК 513.813

Л.М. МАТЕВОСЯН

ПОЧТИ ВПОЛНЕ ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ ПОВЕРХНОСТИ
 В РИМАНОВЫХ ПРОСТРАНСТВАХ

В работе введено понятие почти вполне геодезической поверхности в римановых пространствах V^n , найдены необходимые и достаточные условия для того, чтобы поверхность X^m была почти вполне геодезической в V^n . Показано, что все поверхности одной из связок композиции полуприводимого пространства являются почти вполне геодезическими.

§1. Пусть в римановом пространстве V^n с криволинейными координатами u^a ($a, b, c, d = \overline{1, n}$) задана поверхность X^m с уравнениями $u^a = u^a(v^\alpha)$, где v^α ($\alpha, \beta, \gamma = \overline{1, m}$) – криволинейные координаты X^m .

Определение. Поверхность X^m назовем почти вполне геодезической относительно данного единичного нормального векторного поля, если любая ее геодезическая линия есть почти геодезическая линия в V^n , первая нормаль которой принадлежит этому векторному полю.

Найдем необходимые и достаточные условия для того, чтобы X^m в V^n была почти вполне геодезической.

Запишем основные уравнения X^m ([1], стр. 203):

$$\nabla_\alpha \xi_\beta^a = \partial_\alpha \xi_\beta^a - G_{\alpha\beta}^\gamma \xi_\gamma^a + \Gamma_{bc}^a \xi_\alpha^b \xi_\beta^c = b_{\alpha\beta}^s v_s^a \quad (1.1)$$

$$\nabla_\alpha v_s^a = \partial_\alpha v_s^a + \Gamma_{bc}^a \xi_\alpha^b v_s^c = -b_s^\beta \xi_\beta^a + n_{\alpha s}^i v_i^a, \quad (1.2)$$

где ∇ – знак ковариантного дифференцирования, Γ_{bc}^a – коэффициенты связности V^n ; $\xi_\alpha^a = \frac{\partial u^a}{\partial v_\alpha^s}$ – касательные векторы; v_s^a – нормальные векторы; $b_{\alpha\beta}^s$ – вторые тензоры; $n_{\alpha s}^i$ – дополнительные векторы; $G_{\alpha\beta}^\gamma$ – коэффициенты связности X^m , а $b_\alpha^\beta = b_{\alpha\gamma}^s g^{\beta\gamma}$, причем $g^{\beta\gamma}$ – взаимный тензор метрического тензора поверхности X^m .

Рассмотрим нормальное векторное поле \hat{v}_1^a на поверхности X^m :

$$\dot{v}_1^a = \overset{s}{A} v_s^a. \quad (1.3)$$

Коэффициенты $\overset{s}{A}$ выберем так, чтобы это поле \dot{v}_1^a было единичным, то есть

$$g_{ab} \dot{v}_1^a \dot{v}_1^b = 1, \quad (1.4)$$

где g_{ab} – метрический тензор пространства V^n .

Из (1.3) и (1.4) получим

$$g_{ab} \overset{s}{A} v_s^a \overset{t}{A} v_t^b = 1. \quad (1.5)$$

Имея в виду, что для нормальных векторов X^m имеет место

$$g_{ab} v_s^a v_t^b = g_{st} = \begin{cases} 1, & \text{если } s = t, \\ 0, & \text{если } s \neq t, \end{cases}$$

из (1.5) получим

$$g_{st} \overset{s}{A} \overset{t}{A} = 1. \quad (1.6)$$

Предположим, что геодезическая линия поверхности X^m , заданная уравнениями $v^\alpha = v^\alpha(\sigma)$, где σ – канонический параметр, является почти геодезической линией в V^n , первая нормаль которой принадлежит полю (1.3). Тогда функции $u^a(\sigma) = u^a(v^\alpha(\sigma))$ будут удовлетворять дифференциальным уравнениям почти геодезической линии:

$$\frac{d^2 u^a}{d\sigma^2} + \Gamma_{bc}^a \frac{du^b}{d\sigma} \frac{du^c}{d\sigma} = k_1 \dot{v}_1^a, \quad (1.7)$$

$$\frac{d \dot{v}_1^a}{d\sigma} + \Gamma_{bc}^a \frac{du^b}{d\sigma} \frac{du^c}{d\sigma} = -k_1 \frac{du^a}{d\sigma}, \quad (1.8)$$

где k_1 – первая кривизна этой линии в V^n .

Из (1.7) следует

$$\partial_\beta \xi_\alpha^a \frac{dv^\beta}{d\sigma} \frac{dv^\alpha}{d\sigma} + \xi_\alpha^a \frac{d^2 v^\alpha}{d\sigma^2} + \Gamma_{bc}^a \xi_\alpha^b \xi_\beta^c \frac{dv^\alpha}{d\sigma} \frac{dv^\beta}{d\sigma} = k_1 \dot{v}_1^a$$

или

$$\left(\partial_\beta \xi_\alpha^a + \Gamma_{bc}^a \xi_\alpha^b \xi_\beta^c \right) \frac{dv^\alpha}{d\sigma} \frac{dv^\beta}{d\sigma} + \xi_\alpha^a \frac{d^2 v^\alpha}{d\sigma^2} = k_1 \dot{v}_1^a,$$

или с использованием (1.1) и (1.3) -

$$\left(\frac{d^2 v^\gamma}{d\sigma^2} + G_{\alpha\beta}^\gamma \frac{dv^\alpha}{d\sigma} \frac{dv^\beta}{d\sigma} \right) \xi_\gamma^a + b_{\alpha\beta}^s \frac{dv^\alpha}{d\sigma} \frac{dv^\beta}{d\sigma} v_s^a = k_1 \overset{s}{A} v_s^a,$$

откуда

$$\overset{s}{b}_{\alpha\beta} \frac{dv^\alpha}{d\sigma} \frac{dv^\beta}{d\sigma} = k_1 \overset{s}{A}. \quad (1.9)$$

Используя (1.3), приведем (1.8) к виду

$$\frac{d \begin{pmatrix} A v^a \\ \vdots \end{pmatrix}}{d\sigma} + \Gamma_{bc}^a \xi_a^b \frac{dv^\alpha}{d\sigma} A v^a = -k_1 \xi_a^a \frac{dv^\alpha}{d\sigma}$$

или

$$\left(\partial_\alpha v_i^a + \Gamma_{bc}^a \xi_a^b v_i^c \right) A \frac{dv^\alpha}{d\sigma} + \frac{d A}{d\sigma} v_i^a = -k_1 \xi_a^a \frac{dv^\alpha}{d\sigma},$$

или, используя (1.2), -

$$\left(-b_{i\alpha}^\beta \xi_\beta^a + n_{i\alpha}^s v_s^a \right) A \frac{dv^\alpha}{d\sigma} + \frac{d A}{d\sigma} v_i^a = -k_1 \xi_a^a \frac{dv^\alpha}{d\sigma},$$

откуда следует, что

$$b_{i\alpha}^\beta A \frac{dv^\alpha}{d\sigma} = k_1 \frac{dv^\beta}{d\sigma} \quad (1.10)$$

и

$$n_{i\alpha}^s A \frac{dv^\alpha}{d\sigma} + \frac{d A}{d\sigma} = 0. \quad (1.11)$$

Таким образом доказали утверждение: для того чтобы геодезическая линия с касательным вектором $\frac{dv^\alpha}{d\sigma}$ поверхности X^m являлась почти геодезической в пространстве V^n , первая нормаль которой принадлежит векторному полю (1.3), необходимо, чтобы имели место условия (1.9) - (1.11).

Для того чтобы поверхность X^m была почти вполне геодезической относительно векторного поля (1.3), необходимо, чтобы эти условия удовлетворялись при любом $\frac{dv^\alpha}{d\sigma}$. Тогда из (1.11) следует

$$b_{i\alpha}^\beta A = k_1 \delta_\alpha^\beta$$

или

$$b_{i\alpha\beta}^s A = k_1 g_{\alpha\beta}. \quad (1.12)$$

Используя (1.6), приведем (1.12) к виду

$$b_{\alpha\beta}^s = k_1 A g_{\alpha\beta}. \quad (1.13)$$

В силу (1.13) условия (1.9) выполняются тождественно. Действительно, подставляя значение $b_{\alpha\beta}^s$ из (1.13) в (1.9), получим

$$k_1 A g_{\alpha\beta} \frac{dv^\alpha}{d\sigma} \frac{dv^\beta}{d\sigma} = k_1 A,$$

и остается заметить, что $g_{\alpha\beta} \frac{dv^\alpha}{d\sigma} \frac{dv^\beta}{d\sigma} = 1$, так как σ - канонический параметр.

Требуя, чтобы (1.11) имело место при любом $\frac{dv^\alpha}{d\sigma}$, получим

$${}^s n_{,\alpha} \dot{A} + \frac{\partial \dot{A}}{\partial v^\alpha} = 0. \quad (1.14)$$

Итак, доказали утверждение: для того чтобы поверхность X^m являлась почти вполне геодезической относительно векторного поля (1.3), необходимо, чтобы имели место условия (1.13) и (1.14).

Докажем, что справедливо и обратное утверждение: если выполняются условия (1.13) и (1.14), то X^m является почти вполне геодезической относительно векторного поля (1.3).

Действительно, запишем первые и вторые формулы Френе геодезической линии X^m в V^n :

$$\begin{cases} \frac{d^2 u^a}{d\sigma^2} + \Gamma_{bc}^a \frac{du^b}{d\sigma} \frac{du^c}{d\sigma} = k_1 \tilde{v}_1^a, & (1.15) \\ \frac{d \tilde{v}_1^a}{d\sigma} + \Gamma_{bc}^a \frac{du^b}{d\sigma} \tilde{v}_1^c = -k_1 \frac{du^a}{d\sigma} + k_2 \tilde{v}_2^a. & (1.16) \end{cases}$$

Чтобы доказать, что эта линия есть почти геодезическая линия в V^n , надо доказать, что в (1.16) $k_2 = 0$. А для доказательства сформулированного

утверждения необходимо также доказать, что первая нормаль \tilde{v}_1^a этой линии принадлежит векторному полю (1.3). Левая часть (1.15) совпадает с левой частью (1.7), поэтому преобразованием, как это применено к (1.7), приведем (1.15) к виду

$$\left(\frac{d^2 v^\gamma}{d\sigma^2} + G_{\alpha\beta}^\gamma \frac{dv^\alpha}{d\sigma} \frac{dv^\beta}{d\sigma} \right) \xi_\gamma^a + b_{\alpha\beta}^s \frac{dv^\alpha}{d\sigma} \frac{dv^\beta}{d\sigma} v_s^a = k_1 \tilde{v}_1^a. \quad (1.17)$$

Имея в виду, что рассмотренная линия является геодезической в X^m , и, используя (1.13), из (1.17) получим

$$k_1 \dot{A} g_{\alpha\beta}^s \frac{dv^\alpha}{d\sigma} \frac{dv^\beta}{d\sigma} v_s^a = k_1 \tilde{v}_1^a$$

или

$$\tilde{v}_1^a = \dot{A} v_s^a,$$

откуда следует, что первая нормаль \tilde{v}_1^a принадлежит векторному полю (1.3).

Аналогично левая часть (1.16) совпадает с левой частью (1.8), поэтому преобразованием, как это применено к (1.8), приведем (1.16) к виду

$$\left(-b_{,\alpha}^\beta \xi_\beta^a + {}^s n_{,\alpha} v_s^a \right) \dot{A} \frac{dv^\alpha}{d\sigma} + \frac{d \dot{A}}{d\sigma} v_s^a = -k_1 \xi_\alpha^a \frac{dv^\alpha}{d\sigma} + k_2 \tilde{v}_2^a$$

или

$$-b_{,\alpha}^\beta \dot{A} \xi_\beta^a \frac{dv^\alpha}{d\sigma} + \left({}^s n_{,\alpha} \dot{A} + \frac{\partial \dot{A}}{\partial \sigma^\alpha} \right) \frac{dv^\alpha}{d\sigma} v_s^a = -k_1 \xi_\alpha^a \frac{dv^\alpha}{d\sigma} + k_2 \tilde{v}_2^a,$$

откуда, используя (1.13) и (1.14), получим, что $k_2 = 0$. Таким образом доказали следующую теорему.

Теорема 1. Для того чтобы поверхность X^m являлась почти вполне геодезической относительно единичного нормального векторного поля (1.3), необходимо и достаточно, чтобы удовлетворялись условия (1.13) и (1.14). Заметим, что если X^m является почти вполне геодезической поверхностью относительно двух векторных полей, векторы которых в любой точке различны, то первая нормаль любой геодезической линии в любой точке неопределенна и, следовательно, эта линия будет геодезической и в V^n . Отсюда следует

Теорема 2. Если X^m является почти вполне геодезической поверхностью относительно двух векторных полей, векторы которых в любой точке различны, то она есть вполне геодезическая поверхность.

Имея в виду теорему 2, поверхность, являющуюся почти вполне геодезической относительно данного векторного поля, будем просто называть почти вполне геодезической.

Далее, в (1.13) $\overset{s}{b}_{\alpha\beta}$, $\overset{s}{A}$ и $g_{\alpha\beta}$ являются функциями точки поверхности X^m , следовательно, k_i также будет функцией точки. Значит, k_i в данной точке не зависит от направления геодезической линии. Итак, доказана

Теорема 3. На почти вполне геодезической поверхности все геодезические линии, проходящие через данную точку, имеют одну и ту же первую кривизну в пространстве V^n .

§2. Рассмотрим риманово полуприводимое пространство с метрикой

$$ds^2 = e^{P(u^{c_2})} \underset{1}{g}_{a_1 b_1}(u^{c_1}) du^{a_1} du^{b_1} + g_{a_2 b_2}(u^{c_2}) du^{a_2} du^{b_2} \quad (2.1)$$

$$(a_1, b_1, c_1 = \overline{1, n_1}); (a_2, b_2, c_2 = \overline{n_1 + 1, n}).$$

Известно [2], что такое пространство V^n допускает композицию двух многообразий с вполне ортогональными трансверсальными позициями V^{n_1} и V^{n_2} ($n_1 + n_2 = n$). Позиции V^{n_1} (V^{n_2}) составляют $n_2(n_1)$ -параметрическое семейство поверхностей, которое назовем первой (второй) связкой композиции.

Докажем, что любая поверхность V^{n_1} первой связки композиции является почти вполне геодезической поверхностью. Поверхность V^{n_1} определяется уравнениями

$$\begin{cases} u^{a_1} = v^{a_1}, \\ u^{a_2} = v^{a_2} = const, \end{cases} \quad (2.2)$$

откуда следует, что ее касательные векторы $\xi_{a_1}^a = \frac{\partial u^a}{\partial v^{a_1}} = \delta_{a_1}^a$, где δ_b^a - символ Кронекера.

Тогда из (1.1) при $\alpha = a_1$, $\beta = b_1$, $a = a_2$ получим

$$\Gamma_{a_1 b_1}^{a_2} = \overset{s}{b}_{a_1 b_1} v_s^{a_2}, \quad (2.3)$$

а из (1.2) при $\alpha = a_1$, $a = a_2$ получим

$$\partial_{a_1} v_s^{a_2} + \Gamma_{a_1 c_2}^{a_2} v_s^{c_2} = n_{a_1}^i v_s^{a_2}. \quad (2.4)$$

Используя (2.1), из (2.3) получим

$$-\frac{1}{2} g^{a_2 d_2} \frac{\partial g_{a_1 b_1}}{\partial u^{d_2}} = b_{a_1 b_1}^s v_s^{a_2}$$

или

$$-\frac{1}{2} g^{a_2 d_2} \frac{\partial p(u^{c_2})}{\partial u^{d_2}} g_{a_1 b_1} = b_{a_1 b_1}^s v_s^{a_2}. \quad (2.5)$$

Обозначим

$$-\frac{1}{2} g^{a_2 d_2} \frac{\partial p(u^{c_2})}{\partial u^{d_2}} = v^{a_2}. \quad (2.6)$$

Вектор v^{a_2} принадлежит нормальному многообразию V^{n_1} , следовательно,

$$v^{a_2} = B v_s^{a_2}. \quad (2.7)$$

Используя (2.6) и (2.7), из (2.5) получим

$$B v_s^{a_2} g_{a_1 b_1} = b_{a_1 b_1}^s v_s^{a_2},$$

откуда

$$b_{a_1 b_1}^s = B g_{a_1 b_1}. \quad (2.8)$$

В (2.7) предположим, что $B = k_1 A$, и выберем k_1 так, чтобы вектор $\hat{v}_1^{a_2} = A v_s^{a_2}$ был единичным вектором, тогда

$$g_{a_2 b_2} v^{a_2} v^{b_2} = k_1^2,$$

или, используя (2.6), –

$$\frac{1}{4} g^{a_2 b_2} \frac{\partial p(u^{c_2})}{\partial u^{a_2}} \frac{\partial p(u^{c_2})}{\partial u^{b_2}} = k_1^2. \quad (2.9)$$

Из (2.1) и (2.9) следует, что k_1 не зависит от u^{a_1} .

Итак, (2.8) примет вид

$$b_{a_1 b_1}^s = k_1 A g_{a_1 b_1}. \quad (2.10)$$

Используя (2.1), получим, что $\Gamma_{c_1 c_2}^{a_2} = 0$, тогда (2.4) примет вид

$$\partial_{a_1} v_s^{a_2} = n_{a_1}^i v_s^{a_2}. \quad (2.11)$$

Свертывая (2.11) $\hat{A} g_{a_2 b_2} v_q^{b_2}$, получим

$$n_{a_1}^s \hat{A} = g_{a_2 b_2} v_q^{b_2} \hat{A} \partial_{a_1} v_s^{a_2}$$

или

$$n_{a_1} \dot{A} = g_{a_2 b_2} v_q^{b_2} \partial_{a_1} \left(A v_s^{a_2} \right) - g_{a_2 b_2} v_q^{b_2} v_s^{a_2} \partial_{a_1} \dot{A},$$

или

$$n_{q^s a_1} \dot{A} = g_{a_2 b_2} v_q^{b_2} \partial_{a_1} \left(A v_s^{a_2} \right) - \partial_{a_1} A = 0. \quad (2.12)$$

Используя (2.7) и имея в виду, что $\dot{B} = k_1 \dot{A}$, из (2.6) получим

$$A v_s^{a_2} = -\frac{1}{2k_1} g^{a_2 d_2} \frac{\partial p(u^{c_2})}{\partial u^{d_2}}. \quad (2.13)$$

Так как k_1 не зависит от u^{a_1} , то из (2.13) следует, что $\partial_{a_1} \left(A v_s^{a_2} \right) = 0$,

следовательно, (2.12) примет вид

$$n_{q^s a_1} \dot{A} + \partial_{a_1} A = 0$$

или

$$\dot{n}_{q^s a_1} \dot{A} + \frac{\partial \dot{A}}{\partial v^{a_1}} = 0. \quad (2.14)$$

Таким образом доказали, что для V^{n_1} выполняются условия (2.10) и (2.14), которые совпадают соответственно с (1.13) и (1.14). Значит, V^{n_1} является почти вполне геодезической поверхностью и доказана следующая теорема.

Теорема 4. В полуприводимом пространстве V^n с метрикой (2.1) первые позиции V^{n_1} являются почти вполне геодезическими поверхностями. Заметим, что единичное нормальное векторное поле, относительно которого V^{n_1} является почти вполне геодезической, есть векторное поле $\dot{v}_1^{a_2} = A v_s^{a_2}$. Из (2.6) и (2.7) следует, что

оно определяется направлением вектора $\frac{\partial p(u^{c_2})}{\partial u^{a_2}}$, то есть направлением градиента

функции $p(u^{c_2})$, участвующей в метрике (2.1) пространства V^n . Все геодезические линии V^{n_1} в пространстве V^n имеют первую кривизну k_1 и первую нормаль \dot{v}_1^a . Так как k_1 не зависит от u^{a_1} , то есть от точки V^{n_1} , то первая

кривизна геодезической линии V^{n_1} постоянна. Такие линии, следуя К. Яно, будем называть циклами. Итак, доказана

Теорема 5. Геодезические линии первой позиции полуприводимого пространства V^n являются циклами в V^n с первой кривизной k_1 , определяемой по формуле (2.9), а их первая нормаль в V^n имеет направление градиента функции $p(u^{c_2})$, участвующей в метрике (2.1) этого пространства.

Содержание теоремы 5 можно принять как геометрическую характеристику функции $p(u^{c^2})$ в метрике (2.1) полуприводимого пространства V^n

Кафедра алгебры и геометрии

Поступила 08.07. 1998

ЛИТЕРАТУРА

1. Эйзенхарт Л.Н. Риманова геометрия. ГИИЛ. М., 1948.
2. Матевосян Л.А. Уч. записки ЕГУ, 1974, No 3.

Հ.Ա. ՄԱԹԵՎՈՍՅԱՆ

ՀԱՄԱՐՅԱ ԼԻՈՎԻՆ ԳԵՈՂԵՁԻԿ ՄԱԿԵՐԵՎՈՒՅԹՆԵՐԸ
ՌԻՄԱՆՅԱՆ ՏԱՐԱԾՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐՈՒՄ

Ա մ փ ո փ ո մ

Աշխատանքում լուծվում է համարյա լիովին գեոդեզիկ մակերևույթի գաղափարը: Ստացվում են անհրաժեշտ և բավարար պայմաններ մակերևույթի համարյա լիովին գեոդեզիկ լինելու համար: Բերված է այդպիսի մակերևույթի օրինակ ռիմանյան տրոհելի տարածության մեջ և ուսումնասիրված են նրա երկրաչափական հատկությունները:

УДК 517.597

А.З. АРАКЕЛЯН

О ХВОСТЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РАЗМАХА ВЫБОРКИ

В настоящей работе изучается асимптотическое поведение хвоста функции распределения случайной величины

$$W_v = \sup_{1 \leq k \leq v} \xi_k - \inf_{1 \leq k \leq v} \xi_k$$

определяющего размах выборки (ξ_1, \dots, ξ_v) случайного объема $v \geq 2$. Целочисленная случайная величина v не зависит от $\{\xi_n\}$. Пусть $1 - F(t) + F(-t)$, где $F -$ функция распределения $\{\xi_n\}$, правильно меняется и $Mv < +\infty$, где $M -$ знак математического ожидания.

Доказано, что $\lim_{t \rightarrow +\infty} \frac{1 - W(t)}{1 - F(t) + F(-t)} = M_v$, где $W(t) -$ функция распределения величины W_v .

§1. Введение. Пусть $\{\xi_n\} -$ последовательность независимых одинаково распределенных (НОР) случайных величин (СВ) с функцией распределения (ФР) F , $v -$ не зависящий от $\{\xi_n\}$ случайный индекс с распределением $\{c_k\}$.

В математической статистике важной характеристикой выборки (ξ_1, \dots, ξ_n) объема $n > 1$ является ее размах $[1]$:

$$W_n = \max_{1 \leq k \leq n} \xi_k - \min_{1 \leq k \leq n} \xi_k, n > 1.$$

Размах выборки случайного объема $v > 1$ определяем равенством

$$W_v = \sup_{1 \leq k \leq v} \xi_k - \inf_{1 \leq k \leq v} \xi_k.$$

Обозначим $W_n(t) = P(W_n < t), n > 1, W(t) = P(W_v < t), t \in R^+,$

где $P -$ знак вероятности.

Цель настоящей работы заключается в изучении асимптотического поведения хвоста $1 - W(t)$ при $t \rightarrow +\infty$ в предположении

$$M_v = \sum_{k \geq 1} k \cdot c_k < +\infty$$

и правильного изменения (см.[2]) суммы хвостов $1 - F(t) + F(-t)$ при $t \rightarrow +\infty$. Здесь $M -$ знак математического ожидания.

Основной результат работы содержится в следующей теореме.

Теорема. Если $M_v < +\infty$ и $1 - F(t) + F(-t)$ при $t \rightarrow +\infty$ правильно меняется, то существует предел

$$\lim_{t \rightarrow +\infty} \frac{1 - W(t)}{1 - F(t) + F(-t)} = M_v.$$

Таким образом $1 - W(t)$ при $t \rightarrow +\infty$ правильно меняется.

Обозначим

$$S_n = \xi_1 + \dots + \xi_n, n \geq 1, S_v = \xi_1 + \dots + \xi_v, R(t) = P(S_v < t), t \in R^1.$$

При доказательстве теоремы используется ([3], гл. 8, зад.31).

Лемма 1. Если $M_v < +\infty$ и $1 - F(t)$ при $t \rightarrow +\infty$ правильно меняется, то существует предел

$$\lim_{t \rightarrow +\infty} \frac{1 - R(t)}{1 - F(t)} = M_v.$$

Вначале устанавливается частный случай $P(v = n) = 1$ теоремы.

Лемма 2. Если $1 - F(t) + F(-t)$ при $t \rightarrow +\infty$ правильно меняется, то

$$1 - W_n(t) \sim n \{1 - F(t) + F(-t)\}, t \rightarrow +\infty, n > 1^* \quad (1)$$

Доказательство леммы 2 состоит из двух частей. В первой - дан прямой вывод (1) на базе известной формулы ([4], с.534-535):

$$W_n(t) = n \cdot \int_{-\infty}^{+\infty} \{F(x+t) - F(x)\}^{n-1} dF(x), t > 0, n > 1, \quad (2)$$

в предположении правильного изменения правого $1 - F(t)$ и левого $F(-t)$ хвостов при $t \rightarrow +\infty$. Из этого предположения следует правильное изменение $1 - F(t) + F(-t)$, однако обратное утверждение, вообще говоря, неверно. Вторая часть опирается на результаты первой и на двухсторонние оценки.

В изложении неоднократно обращение к следующей формуле Феллера [3], с. 319-320. Именно пусть $\{\xi_n\}$ - последовательность независимых СВ с ФР $\{F_n\}$ соответственно.

Если $1 - F_k(t)$ при $t \rightarrow +\infty$ и $k = \overline{1, n}$ правильно меняются, то

$$P(S_n \geq t) \sim \sum_{k=1}^n \{1 - F_k(t)\}, t \rightarrow +\infty, n \geq 1. \quad (3)$$

Формула (3) установлена в [3] в частном случае, однако вероятностное доказательство Феллера (как легко убедиться) проходит и в общем случае. Более того, из доказательства Феллера следует оценка

$$P(S_n \geq t) \geq \sum_{k=1}^n \{1 - F_k(t)\}, t \rightarrow +\infty, n \geq 1^{**}, \quad (4)$$

без каких-либо ограничений на $F_k, k = \overline{1, n}$.

Мы предлагаем аналитический метод доказательства формулы (3), основанный на формуле свертки и ее факторизации.

§ 2. Формула Феллера. Вначале отметим, что формула Феллера содержит

* $f \sim g$ означает $(f/g) \rightarrow 1$.

** $f(t) \geq g(t), t \rightarrow +\infty$ означает $\lim_{t \rightarrow +\infty} (f(t)/g(t)) \geq 1$.

Следствие. Если $1 - F_k(t) + F_k(-t)$ при $t \rightarrow +\infty$ и $k = \overline{1, n}$, правильно меняются, то

$$P(|S_n| \geq t) \sim \sum_{k=1}^n \{1 - F_k(t) + F_k(-t)\}, t \rightarrow +\infty, n \geq 1.$$

Действительно, F_k и ФР СВ $|\xi_k|$ при каждом $k = \overline{1, n}$ имеют одинаковую сумму хвостов. Поэтому, по формуле (3), при $t \rightarrow +\infty$

$$P(|S_n| \geq t) \leq P\left(\sum_{k=1}^n |\xi_k| \geq t\right) \sim \sum_{k=1}^n P(|\xi_k| \geq t) = \sum_{k=1}^n \{1 - F_k(t) + F_k(-t)\}. \quad (5)$$

Так как $F_k(-t)$, $k = \overline{1, n}$ - правый хвост ФР СВ $(-\xi_k)$, то без ограничений на F_k (см.(4)) справедлива оценка

$$P(S_n \leq -t) = P(-S_n \geq t) \geq \sum_{k=1}^n P(-\xi_k \geq t) = \sum_{k=1}^n F_k(-t), t \rightarrow +\infty,$$

откуда и из (4) получаем

$$P(|S_n| \geq t) \geq \sum_{k=1}^n \{1 - F_k(t) + F_k(-t)\}, t \rightarrow +\infty. \quad (6)$$

Следствие вытекает из (5) и (6). \triangleright

Докажем (3), предположив в начале непрерывность F_k в нуле при каждом $k \geq 1$.

При $0 < \rho_i < 1$, где $\rho_i = P(\xi_i \leq 0)$, $i = 1, 2$, строим ФР:

$$F_i^-(x) = \begin{cases} 1, & \text{если } x \geq 0, \\ \rho_i^{-1} \cdot F_i(x), & \text{если } x < 0. \end{cases} \quad \text{и} \quad F_i^+(x) = \begin{cases} \frac{F_i(x) - \rho_i}{1 - \rho_i}, & \text{если } x \geq 0, \\ 0, & \text{если } x < 0, \end{cases} \quad (7)$$

для некоторых СВ $\xi_1^- \leq 0$ и $\xi_1^+ \geq 0$, где векторы (ξ_1^-, ξ_2^+) и (ξ_2^-, ξ_2^+) независимы.

Тогда $F_i(x) = \rho_i F_i^-(x) + (1 - \rho_i) F_i^+(x)$, $x \in R^1$.

Если $\rho_i = 1$ ($\rho_i = 0$), то полагаем $F_i = F_i^-$ ($F_i = F_i^+$).

Из формулы свертки вытекает представление

$$P(S_2 \geq x) = \rho_1 \cdot (1 - \rho_2) \{1 - F_1^- * F_2^+(x)\} + (1 - \rho_1) \cdot \rho_2 \{1 - F_1^+ * F_2^-(x)\} + (1 - \rho_1)(1 - \rho_2) \{1 - F_1^+ * F_2^+(x)\}, x > 0. \quad (8)$$

Здесь * - знак свертки.

Случай 1. $\xi_1 \geq 0$, $\xi_2 \geq 0$. Из формулы свертки следует неравенство

$$P(S_2 \geq x) = 1 - F_2(x) + \int_0^x \{1 - F_1(x - y)\} dF_2(y) \geq \geq 1 - F_2(x) + \{1 - F_1(x)\} \cdot F_2(x), x > 0,$$

откуда выводим (4) при $n = 2$. Сама формула свертки при любом $\delta \in (0, 1)$ представима в виде

$$P(S_2 \geq x) = 1 - F_2(x) + A_\delta(x) + B_\delta(x), \quad x = 0, \quad (9)$$

где

$$A_\delta(x) = \int_0^{1-\delta} \{1 - F_1(x \cdot (1-u))\} dF_2(xu),$$

$$0 \leq B_\delta(x) = \int_{1-\delta}^1 \{1 - F_1(x \cdot (1-u))\} dF_2(xu) \leq F_2(x) - F_2((1-\delta)x).$$

Если $1 - F_1(t)$ при $t \rightarrow +\infty$ правильно меняется, то равномерно по $v \in [a, b]$, $0 < a < b < +\infty$, существует предел [2]

$$\lim_{t \rightarrow +\infty} \frac{1 - F_1(v \cdot t)}{1 - F_1(t)} = v^{-\alpha}$$

при некотором $\alpha_1 \geq 0$. Следовательно, в силу предельного соотношения

$$\lim_{x \rightarrow +\infty} \int_0^{1-\delta} (1-u)^{-\alpha_1} dF_2(xu) = 1$$

для любого $\zeta \in (0, 1)$ найдется $x_0 > 0$ такое, что

$$\left| \frac{A_\delta(x)}{1 - F_1(x)} - 1 \right| < \zeta \quad \text{при всех } x \geq x_0.$$

В силу (9) и оценок для A_δ и B_δ при $x \geq x_0$ получаем

$$\begin{aligned} \{1 - F_1(x)\} \cdot (1 - \zeta) + \{1 - F_2(x)\} &\leq P(S_2 \geq x) \leq \\ &\leq \{1 - F_1(x)\} (1 + \zeta) + \{1 - F_2((1 - \zeta)x)\}, \end{aligned}$$

откуда следует (3) при $n = 2$.

Случай 2. $\xi_1 \geq 0$, $\xi_2 \leq 0$. Этот случай изучается аналитически аналогично предыдущему. Однако проще использовать вероятностные соображения.

Метод Феллера дает (4) при $n = 2$. Из-за $\xi_2 \leq 0$ имеем $P(S_2 \geq t) \leq P(\xi_1 \geq t)$ при любом $t > 0$, откуда и из (4) следует (3) при $n = 2$.

Теперь формула (3) в случаях 1 и 2, подставленная в (8), приводит к формуле

$$\begin{aligned} P(S_2 \geq x) \sim \rho_1(1 - \rho_2) \cdot \{1 - F_2^+(x)\} + (1 - \rho_1) \cdot \rho_2 \{1 - F_1^+(x)\} + \\ + (1 - \rho_1)(1 - \rho_2) \sum_{i=1}^2 \{1 - F_i^+(x)\}, \quad x \rightarrow +\infty. \end{aligned}$$

Подстановка сюда вида F_i^+ из (7) дает (3) при $n = 2$. Индукцией утверждение распространяется на $n > 2$. \triangleright

Распространим результат на случай, когда F_i имеют скачки в нуле.

Пусть F_1 имеет скачок в нуле, т.е. $F_1(+0) - F_1(0) = p_1 > 0$, а F_2 непрерывна в нуле. Обозначим

$$E(x) = \begin{cases} 1, & \text{если } x > 0, \\ 0, & \text{если } x \leq 0, \end{cases} \quad M(x) = \begin{cases} \frac{F_1(x) - p_1}{1 - p_1}, & \text{если } x > 0, \\ (1 - p_1)^{-1} \cdot F_1(x), & \text{если } x \leq 0. \end{cases}$$

ФР M непрерывна в нуле.

Справедливо представление

$$F_1(x) = p_1 \cdot E(x) + (1 - p_1) \cdot M(x), x \in R^1.$$

По формуле свертки

$$P(S_2 \geq x) = p_1 \cdot \{1 - E * F_2(x)\} + (1 - p_1) \{1 - M * F_2(x)\}, x > 0.$$

Так как

$$1 - M(x) = (1 - p_1)^{-1} \cdot \{1 - F_1(x)\}, x > 0,$$

$$p_1 \cdot \{1 - E * F_2(x)\} = p_1 \cdot \{1 - F_2(x)\},$$

То, по вышедоказанному,

$$P(S_2 \geq x) \sim p_1 \{1 - F_2(x)\} + (1 - p_1) \{1 - M(x)\} + (1 - p_1) \{1 - F_2(x)\} = \sum_{i=1}^2 (1 - F_2(x)), x \rightarrow +\infty,$$

если $1 - F_1(x)$, либо $1 - F_2(x)$ при $x \rightarrow +\infty$ правильно меняется. Если $F_i, i = 1, 2$ имеют скачки в нуле, то сохраняется приведенное доказательство с использованием предыдущего результата.

§ 3. Размах выборки. Лемма 2 при $n = 2$ может быть получена из следующих соображений. Размах $W_n, n > 1$, удовлетворяет случайному равенству

$$W_n = \max_{1 \leq i < j \leq n} |\xi_j - \xi_i|. \quad (10)$$

По следствию,

$$P(|\xi_2 - \xi_1| \geq t) \sim 2 \cdot \{1 - F(t) + F(-t)\}, t \rightarrow +\infty,$$

что в силу (10) доказывает (1) при $n = 2$. \triangleright .

Осуществление этой идеи в (10) затруднено при $n > 2$ из-за зависимости СВ $|\xi_j - \xi_i|, 1 \leq i < j \leq n$.

Поэтому мы обратимся к равенству (2). Смысл (2) раскрывает интегральная запись

$$W_n(t) = \int_{-\infty}^{+\infty} P\left(\max_{1 \leq k \leq n} \xi_k < x + t \mid \min_{1 \leq i \leq n} \xi_i = x\right) dP\left(\min_{1 \leq i \leq n} \xi_i < x\right)$$

равенства

$$W_n(t) = P\left(\max_{1 \leq k \leq n} \xi_k - \min_{1 \leq i \leq n} \xi_i < t\right), t > 0, n > 1.$$

Здесь $P(A|B)$ – условная вероятность события A при условии осуществления события B .

Именно: из ξ_1, \dots, ξ_n выбирается n -способами одна, вероятность попадания которой в $[x, x + dx)$ есть $dF(x)$, а остальные помещаются в промежутке $[x; x + t)$ с вероятностью $\{F(t) - F(-t)\}^{n-1}$. \triangleright

Введем обозначения

$$D_{k,n}(t) = \int_{-\infty}^{+\infty} G_{n-k}(x+t) dG_k(x), k = \overline{1, n-1}, n > 1,$$

где $G_k(t) = P\left(\min_{1 \leq i \leq k} \xi_i < t\right)$. Нетрудно видеть, что

$$1 - D_{k,n}(t) = P\left(\min_{k < i \leq n} \xi_i - \min_{1 \leq j \leq k} \xi_j \geq t\right), t \in R^1, k = \overline{1, n-1}, n > 1. \quad (11)$$

Принимая во внимание равенства $n \cdot C_{n-1}^k = (k+1) \cdot C_n^{k+1}$ и

$$1 = n \cdot \int_{-\infty}^{+\infty} \{1 - F(x)\}^{n-1} dF(x) \left(= \int_{-\infty}^{+\infty} dG_n(x) \right),$$

преобразуем формулу (2):

$$\begin{aligned} 1 - W_n(t) &= n \cdot \int_{-\infty}^{+\infty} \left\{ (1 - F(x))^{n-1} - [(1 - F(x)) - (1 - F(x+t))]^{n-1} \right\} dF(x) = \\ &= n \cdot \sum_{k=0}^{n-2} C_{n-1}^k \cdot (-1)^{n-k} \int_{-\infty}^{+\infty} (1 - F(x))^k \cdot (1 - F(x+t))^{n-1-k} dF(x) = \\ &= \sum_{k=0}^{n-2} C_n^{k+1} \cdot (-1)^{n-k} \int_{-\infty}^{+\infty} \{1 - G_{n-k-1}(x+t)\} dG_{k+1}(x) \end{aligned}$$

или

$$1 - W_n(t) = \sum_{k=1}^{n-1} C_n^k (-1)^{n-k-1} \{1 - D_{k,n}(t)\}, t > 0, n > 1. \quad (12)$$

Если $1 - F(t)$ и $F(-t)$ при $t \rightarrow +\infty$ правильно меняются, то для любых целых $k, 1 \leq k \leq n-1$, и $n > 1$ функции $(1 - F(t))^{n-k}$ и $k \cdot F(t)$ при $t \rightarrow +\infty$ правильно меняются. По формуле полной вероятности

$$G_k(-t) = F(-t) \cdot \sum_{i=0}^{k-1} (1 - F(-t))^i \sim k \cdot F(-t), t \rightarrow +\infty, k \geq 1,$$

и, значит, $G_k(-t)$ при $t \rightarrow +\infty$ правильно меняется.

Правые хвосты ФР СВ $\min_{k < i \leq n} \xi_i$ и $\left(-\min_{1 \leq j \leq k} \xi_j\right)$ равны

$$1 - G_{n-k}(t) = (1 - F(t))^{n-k} \text{ и } G_k(-t) \sim k \cdot F(-t), t \rightarrow +\infty,$$

соответственно. Поэтому согласно (11), по формуле (3), имеем

$$1 - D_{k,n}(t) \sim 1 - G_{n-k}(t) + G_k(-t) \sim (1 - F(t))^{n-k} + k \cdot F(-t), \\ t \rightarrow +\infty, k = \overline{1, n-1}, n > 1.$$

С учетом тождеств

$$k \cdot C_n^k = n \cdot C_{n-1}^{k-1} \text{ и } \sum_{k=1}^{n-1} C_{n-1}^{k-1} \cdot (-1)^{n-k-1} = 1$$

при $t \rightarrow +\infty$ из (12) находим

$$\begin{aligned} 1 - W_n(t) &\sim \sum_{k=1}^{n-1} C_n^k \cdot (-1)^{n-k-1} \cdot \left\{ (1 - F(t))^{n-k} + k \cdot F(-t) \right\} \sim \\ &\sim n \cdot (1 - F(t)) + \left\{ \sum_{k=1}^{n-1} k \cdot C_n^k \cdot (-1)^{n-k-1} \right\} \cdot F(-t) = \\ &= n \cdot \{1 - F(t) + F(-t)\}, n > 1. \quad \triangleright \end{aligned}$$

Докажем (1) в предположении правильного изменения суммы хвостов $1 - F(t) + F(-t)$ при $t \rightarrow +\infty$.

На основе выборки (ξ_1, \dots, ξ_n) объема $n > 1$ с размахом W_n построим выборку $(|\xi_1|, \dots, |\xi_n|)$ и обозначим через \hat{W}_n ее размах. НОР СВ $|\xi_k|, k = \overline{1, n}$ сосредоточены на R^+ , имеют ФР $F(t) - F(-t)$ и единственный правый хвост $1 - F(t) + F(-t), t > 0$. Поэтому для ФР $\hat{W}_n(t) = P(\hat{W}_n < t)$ справедлива формула (1):

$$1 - \hat{W}_n(t) \sim n \cdot \{1 - F(t) + F(-t)\}, t \rightarrow +\infty, n > 1.$$

С другой стороны, очевидно $\hat{W}_n \leq W_n$ для любого $n > 1$, что позволяет записать нижнюю оценку

$$1 - W_n(t) \geq n \cdot \{1 - F(t) + F(-t)\}, t \rightarrow +\infty, n > 1. \quad (13)$$

Верхняя оценка вытекает из неравенств

$$1 - W_n(t) \leq P\left(\max_{1 \leq i < j \leq n} (|\xi_i| + |\xi_j|) \geq t\right) \leq P\left(\sum_{k=1}^n |\xi_k| \geq t\right) \sim n \cdot \{1 - F(t) + F(-t)\}, t \rightarrow +\infty \quad (14)$$

(использована формула (3)). Эта оценка вместе с (13) доказывает лемму 2. \blacktriangleright Докажем теорему. По формуле полной вероятности

$$1 - W(t) + \sum_{n \geq 2} c_n \cdot (1 - W_n(t)), t > 0.$$

С учетом (14) запишем верхнюю оценку

$$1 - W(t) \leq \sum_{n \geq 2} c_n \cdot P\left(\sum_{k=1}^n |\xi_k| \geq t\right), t > 0,$$

где из-за условия $\nu > 1$ с вероятностью единица ($c_0 = c_1 = 0$) суммирование справа можно начать с $n = 0$. Поэтому, по формуле полной вероятности,

$$1 - W(t) \leq P\left(\sum_{k=1}^{\nu} |\xi_k| \geq t\right), t > 0.$$

Так как $\{|\xi_k|\}$ – НОР СВ с единственным (правым) хвостом $1 - F(t) + F(-t)$, то, по лемме 1,

$$1 - W(t) \leq (1 - F(t) + F(-t)) \cdot M\nu, t \rightarrow +\infty. \quad (15)$$

С другой стороны, по заранее данному $\zeta \in (0, 1)$ выберем целое $m > 1$ такое, что

$$M\nu - \sum_{n=1}^m n \cdot c_n < \zeta \cdot M\nu.$$

Принимая во внимание лемму 2 и это неравенство, выписываем нижнюю оценку

$$1 - W(t) \geq \sum_{n=2}^m c_n \cdot (1 - W_n(t)) \sim \{1 - F(t) + F(-t)\} \cdot \sum_{n=1}^m n \cdot c_n > (1 - \zeta) \cdot M\nu \cdot \{1 - F(t) + F(-t)\}, t \rightarrow +\infty.$$

Устремляя $\zeta \downarrow 0$, получаем

$$1 - W(t) \geq Mv \cdot \{1 - F(t) + F(-t)\}, t \rightarrow +\infty.$$

Это неравенство и (15) доказывают теорему. \triangleright

Приношу благодарность проф. Э.А. Даниеляну за постановку задачи и ценные указания.

*Кафедра теории вероятностей
и математической статистики*

Поступила 03.11.1998

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Дейвис Г. Порядковые статистики, М., Наука, 1979, 335 с.
2. Сенета Е. Правильно меняющиеся функции, М., Наука, 1985, 141 с.
3. Феллер В. Введение в теорию вероятностей и ее приложения, М., Мир, 1984, т. 2, 751 с.
4. Королук В.С., Портенко Н.И., Скороход А.В., Турбин А.Ф. Справочник по теории вероятностей и математической статистике, М., Наука, 1985, 640 с.

Ա.Ջ. Առաքելյան

ԸՆՏՐԱՆԻ ԼԱՅՆՈՒԹՅԱՆ ԲԱՇԽՄԱՆ ՊՈՉԻ ՄԱՍԻՆ

Ա մ փ ո փ ու մ

Դիցուք $\{\xi_n\}$ -ը անկախ, միևնույն բաշխված պատահական մեծությունների հաջորդականություն է F բաշխման ֆունկցիայով, V -ն պատահական ինդեքս է և $V > 1$ մեկ հավանականությամբ:

Նշանակենք

$$W(t) = P\left(\sup_{1 \leq k \leq V} \xi_k - \inf_{1 \leq i \leq V} \xi_i < t\right), t > 0,$$

որտեղ P -ն հավանականության նշանն է:

Աշխատանքի հիմնական արդյունքը հետևյալն է:

Եթե V -ն կախված չէ $\{\xi_n\}$ -ից, MV մաթեմատիկական սպասումը վերջավոր է և $1 - F(t) + F(-t)$ -ն կանոնավոր է փոփոխվում, երբ $t \rightarrow +\infty$, ապա գոյություն ունի սահման.

$$\lim_{t \rightarrow +\infty} \frac{1 - W(t)}{1 - F(t) + F(-t)} = MV:$$

УДК 681.142+002.6+576.8

Ր.Լ. ՄԱՐԿՕՅԱՆ

НЕКОТОРЫЕ ПОДХОДЫ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДОВ ИНФОРМАТИКИ В МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

Исследована проблема применения методов и средств информационной технологии и вычислительной техники в микробиологии, в том числе в коллекциях культур микроорганизмов. Рассматривается вопрос о использовании специализированного прикладного программного комплекса для решения ряда фундаментальных и практических задач.

В последние годы значительное увеличение объемов биологической информации и развитие новых вычислительных методов привели к появлению нового научного направления – биоинформатике, что можно определить как научное направление, сформировавшееся на стыке вычислительной науки, биологии и математики. Применение методов информационной технологии привело к достижению значительных результатов во многих областях биологической науки [1].

В различных странах мира, в том числе и в Армении, в настоящее время созданы коллекции культур микроорганизмов (ККМ), которые служат в качестве депозитарий для микроорганизмов. Они одновременно являются источниками разносторонней информации о свойствах микроорганизмов, играющих важное значение для фундаментальной и прикладной микробиологии и биотехнологии [2]. Нарастающими темпами внедряются в эту область методы компьютерной обработки данных, их хранения, поиска и анализа. Применение информационной технологии предоставляет возможность для новых, качественно иных подходов и решений задач в области микробиологии и биотехнологии.

Методы вычислительной техники, распознавания образов, математической статистики, математического моделирования используются при решении вопросов систематики и классификации, генетики, экологии микроорганизмов, моделирования различных процессов с использованием автоматизированных систем их управления. Благодаря этому становится возможным создание и применение новых таксономических методов с учетом эволюции и филогении микроорганизмов, комплексного изучения различных свойств, признаков и процессов [3].

Исходя из вышеизложенного, мы задались целью создать некий компьютерный комплекс, позволяющий решать следующие фундаментальные и прикладные задачи в микробиологии:

- анализ и систематизацию данных, идентификацию и классификацию микроорганизмов;
- иерархическую, приоритетную компиляцию признаков;
- процент подобия, разброс данных.

Указанный комплекс будет функционировать на основе базы данных микроорганизмов. При функционировании системы происходит поиск вектора свойств, идентифицирующего данный микроорганизм. Эта идея находит свое развитие при присваивании различных весов свойствам микроорганизмов и в корне отличается от ныне принятого "адансоновского" метода, что основан на принципе равноправия всех признаков, используемых при кластеризации. Научный спор в отношении равноправия признаков при классификации биологических объектов имеет достаточно

долгую историю [4,5]. Фактически экспериментальный материал показывает, что во многих случаях целесообразно применять взвешивание (придание признакам неординаровой "цены") в таксономических исследованиях микроорганизмов.

С учетом современных быстрых темпов развития вычислительной техники и программного обеспечения, указанная система открыта для дальнейшего усовершенствования и постоянного расширения.

В настоящее время почти во многих существующих базах данных коллекций культур микроорганизмов в качестве стандарта принята система РКС кодирования микробиологической информации для компьютеров [6,7]. В формате РКС все данные категорированы и маркированы для ввода их в компьютер системой шестизначных чисел, а в качестве основного метода для кодирования принята бинарная логика. РКС-код является незамкнутой (open-ended) системой, имеет возможность расширения и позволяет добавлять новые данные в систему кодирования. В нашем комплексе для кодирования информации с целью обеспечения совместимости также используется РКС-код. Однако надо отметить, что при использовании различных методов для "взвешивания" признаков исследуемых микроорганизмов желательно оперировать признаками, имеющими разные модальности.

Предложенный нами комплекс существенно отличается от ныне действующих аналогичных систем [8-11] как с точки зрения структуры, хранения и информационной взаимозависимости данных, так и с точки зрения функциональной деятельности.

В течение нескольких лет произошел также значительный прогресс в применении компьютерной графики в биологии [12]. В микробиологии эта область в первую очередь связана с микроскопией, все чаще использующей вычислительные системы. Необходимо подчеркнуть важность применения технологии обработки изображений в указанной сфере [13-15], поэтому нами принципиально предусмотрено хранение графической информации, в первую очередь, различных микроскопических снимков (световых и электронных), графических характеристик разнообразных процессов и др.

Кроме фенотипической информации, которая кодируется при помощи РКС – кода, будут храниться филогенетические деревья, номенклатурная база данных. В Институте микробиологии НАН РА долгие годы изучались проблемы биоразрушения различных синтетических полимеров специального назначения. Накоплен огромный информационный материал, представляющий собой большой научный и практический интерес. В дальнейшем система будет также включать в себя информацию о полимерных материалах, данные о взаимодействии в системе микроорганизм – полимер [16]. В существующей литературе не упоминаются какие-либо информационные, вычислительные системы, которые сохранили бы такого рода информацию.

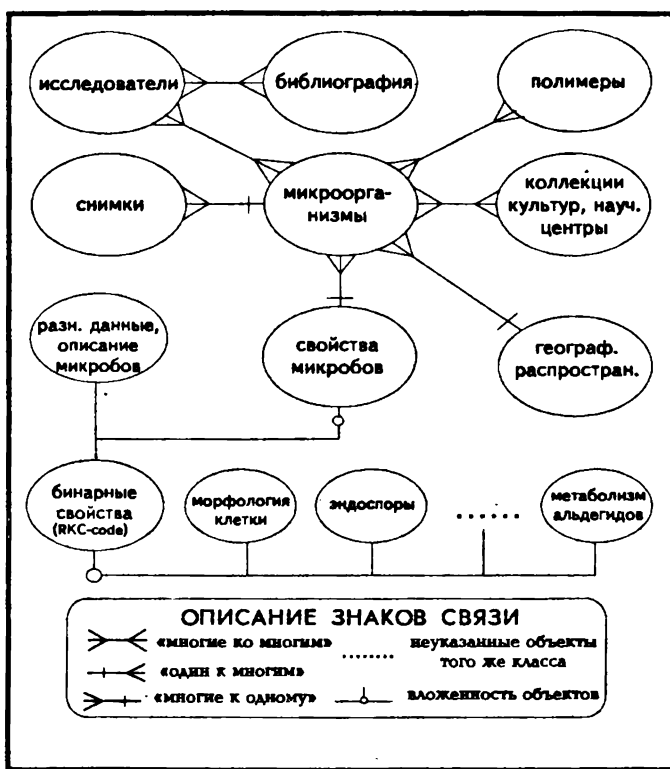
Целесообразно также интегрировать в предлагаемую систему созданные в настоящее время различные программные средства для идентификации, классификации разнообразных видов микроорганизмов и решения других задач.

В процессе развития компьютерной и информационной технологии очевидна тенденция построения разнообразных локальных, региональных и глобальных сетей. В Армении действуют несколько научно-образовательных и медицинских учреждений в области микробиологии и биотехнологии, коллекция культур микроорганизмов, санитарно-эпидемиологическая служба и другие организации, для которых посредством коммуникационных линий будет доступен данный микробиологический комплекс. Таким образом, предлагаемая система может стать реальной основой для создания республиканской микробиологической компьютерной сети – единственной в данном регионе, что существенно важно и необходимо для изучения экологии, биоразнообразия и других региональных и глобальных проблем. Кроме того, указанная сеть может оказать существенную помощь при решении медико-биологических и санитарно-эпидемиологических вопросов, часто требующих оперативную обработку значительных объемов информации, в частности в целях обеспечения эпидемиологической защиты.

Во многих странах проводятся исследования в области применения информа-

ционной технологии в микробиологии. Действуют специальные как национальные, так и международные организации для координации исследовательских программ и согласованной деятельности – Всемирная федерация коллекций культур (World Federation for Culture Collections, WFCC), Всемирный центр данных для микроорганизмов (World Data Centre for Microorganisms, WDCM) и другие. Созданы также микробиологические сети, напр., Сеть данных штаммов микроорганизмов (Microbial Strain Data Network, MSDN), Европейская сеть микробной информации (Microbial Information Network Europe, MINE). Создание микробиологической информационной сети в Армении предоставит возможность для естественной интеграции ее в глобальную сеть [17].

При проектировании системы обработки данных нас в первую очередь интересует их организация. С целью создания микробиологического компьютерного комплекса нами исследована взаимосвязь различных элементов и разработана информационная модель (см. рис.). Определены и ниже представлены ее основные элементы



Информационная модель

и их взаимосвязь в информационном поле базы данных коллекции культур микроорганизмов. Необходимо заметить, что представленная информационная модель является упрощенной схемой и преследует цель определения лишь характерных взаимосвязей. Естественно, центральным является элемент "микроорганизмы" (регистрационный номер в БД и ККМ, наименование и т.д.), который может находиться в отношении "многие ко многим" с элементами "исследователи", "коллекции культур" и "полимеры". Элемент "снимки" (светового и электронного микроскопов) с элементом "микроорганизмы" связан отношением "многие к одному". Элемент "микроорганизмы" находится в отношении "многие к одному" с элементами "свойства микроорганизмов" и "географическое распространение".

Наиболее объемным и существенным является элемент "свойства микроорганизмов", который в данном случае состоит из двух частей: "бинарных свойств" и "разнообразных данных, описания микроорганизмов". Бинарные свойства основаны

на принципах кодирования микробиологической информации (РКС-код). Нашей главной целью являлось определение отношений между элементами, поэтому полностью не раскрыт элемент "бинарные свойства".

Для представления микробиологической информации в БД самой удобной является реляционная модель. Это в первую очередь определяется и сущностью метода кодирования микробиологической информации – РКС-кода.

Институт микробиологии НАН РА, ЕГУ

Поступила 20.05.1998

ЛИТЕРАТУРА

1. Trends in Biotechnology. 1996, v. 14, No.8 (151), p. 261-321.
2. Каталог культур микроорганизмов. Ер., Изд-во Гитутюн, НАН РА, 1996, с. 9-17.
3. Bryant T.N., Wimpenny J.W.T. Computers in microbiology. A practical approach. Oxford University Press, 1989.
4. Смирнов Е.С. Таксономический анализ. М.: Изд-во МГУ, 1969, с.9-17.
5. Песенко Ю.А. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях. М.: Изд-во Наука, 1982, с. 122-125.
6. Афрякян Э.Г., Котоян В.К., Хачатурян А.А. Дескрипторы для создания автоматизированного банка данных культур микроорганизмов. Ер., 1987.
7. Rogosa M., Krichevsky M.I., Colwell R.R. Coding Microbiological Data for Computers. New York, 1986.
8. Janke K.-D. Microbial strain data management and bacterial identification using IBM-compatible microcomputers. – Proceedings of the UNESCO-ROSTE European Workshop and Postgraduate Training Course "Modern Biotechnology". Prague, 1991, p. 248-269.
9. David A. Portyral. MICRO-IS: A Microbiological Database Management and Analysis System. Advances in Computer Methods for Systematic Biology: Artificial Intelligence, Databases, Computer Vision. Baltimore, Johns Hopkins University Press, 1993, p. 313-327
10. Ozerskaja S.M., Vasilenko A.N. Biomatrix 3.0 and Cluster Analysis program. Bynary, 1992, v. 4, pp.64-65.
11. Ozerskaja S.M., Vasilenko A.N. Biomatrix 3.0. Bynary, 1994, v. 6, p. 141-144.
12. Ramsom R., Matela R. J.. Computer Graphics in Biology. New York, 1986.
13. Маркосян Р.Л. Применение компьютерной обработки микроскопических изображений в базах данных коллекций культур. – Материалы конференции: Электронная микроскопия-97, Ер., 1997.
14. James F. Rohlf. Computer Vision Needs in Systematic Biology. Advances in Computer Methods for Systematic Biology: Artificial Intelligence, Databases, Computer Vision. Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1993, p. 365-373.
15. Patrick A. D. Powell. Direction for Computing Research in Systematic Biology Advances in Computer Methods for Systematic Biology: Artificial Intelligence, Databases, Computer Vision. Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1993, p. 449-458.
16. Mardjianian G., Simonyan M., Afrikian E. Approaches for creation of computer simulation and prediction system in "Microbial biodegradant-Synthetic Polymer" environment. Proceedings of the conf. Computer Science and Information Technologies, Yerevan, 1997.
17. The Integration of Microbial Databases. Report of a Workshop held at Michigan State University, 1995.

Ռ. Լ. ՄԱՐԿՈՍՅԱՆ

ՄԱՆՐԵԲԱԲԱՆԱԿԱՆ ՀԵՏԱԶՈՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐՈՒՄ ԻՆՖՈՐՄԱՏԻԿԱՅԻ
ՄԵԹՈԴՆԵՐԻ ԿԻՐԱՌՄԱՆ ՈՐՈՇ ՄՈՏԵՅՈՒՄՆԵՐ

Ա մ փ ո փ ու մ

Հետազոտված են տեղեկատվական տեխնոլոգիայի և հաշվողական տեխնիկայի մեթոդների և միջոցների կիրառման որոշ հիմնահարցերն ու հիմնախնդիրները մանրէաբանության մեջ, այդ թվում մանրէների հավաքածուներում: Առաջարկվում է օգտագործել հատուկ կիրառական ծրագրային համալիր հիմնարար և գործնական խնդիրների լուծման համար:

УДК 531.36

М. С. ГАБРИЕЛЯН, С. Г. ШАГИНЯН

ОБ ОДНОЙ ЗАДАЧЕ О НЕУСТОЙЧИВОСТИ ПО ДЕЙСТВУЮЩЕЙ СИЛЕ

Рассматривается задача устойчивости по действующей силе системы стационарных нелинейных дифференциальных уравнений, асимптотически устойчивых по Ляпунову.

Показано, что при некоторых достаточных условиях тривиальное решение таких систем может становиться неустойчивым по действующей силе.

Пусть имеем систему стационарных нелинейных дифференциальных уравнений

$$\dot{x} = F(x), \tag{1}$$

где $F(x): R^n \rightarrow R^n$, $F(0) = 0$, – непрерывная функция, удовлетворяющая условию Липшица в любой ограниченной области $G \subset R^n$.

Изучается вопрос устойчивости по действующей силе системы (1). Целесообразно привести определение устойчивости по действующей силе, приведенное в [1].

Определение. Скажем, что решение $x = 0$ системы (1) устойчиво по действующей силе, если для любого $\varepsilon > 0$ существует $\delta > 0$ такое, что для любого решения $x = x(t)$ системы

$$\dot{x} = F(x) + \varphi(t) \tag{2}$$

$\|x(t)\| < \varepsilon$ при $t \geq T$, если $\|x(t_0)\| < \delta$, $\left\| \int_{t_0}^T \varphi(t) dt \right\| < \delta$ для любого возмущения

$\varphi(t)$, удовлетворяющего условиям

$$a) \left\| \int_{t_0}^T \varphi(t) dt \right\| = \left[\sum_{i=1}^n \left(\int_{t_0}^T \varphi_i(t) dt \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}} < \infty;$$

б) $\varphi(t) \equiv 0$ при $t \geq T$ ($T > t_0$ – заданная величина).

Доказывается следующее утверждение:

Теорема. Пусть для системы (1) в R^n существует функция $V(x)$ такая, что:

1) ее производная в ограниченной области $G \subset R^n$, содержащей шар $\|x\| \leq h$ ($h > 0$), – определено-отрицательная;

2) существуют область $D \subset R^n$, содержащая шар $\|x - a\| \leq \frac{h_1}{2} + \beta$, и число

$\alpha = \alpha(T) > 0$ – такие, что в $D \dot{V}(x) \geq \alpha$ ($a \in R^n, \|a\| > \frac{3}{2}h_1 + \beta; \beta > 0$; число $h_1 > 0$ такое, что область G целиком принадлежит шару $\|x\| \leq h_1$);

3) на границе $D \quad V(x) = 0$;

4) функция $V(x)$ в областях G и D принимает положительные значения.

Тогда решение $x = 0$ системы (1) неустойчиво по действующей силе.

Доказательство. Так как для системы (1) имеют место все условия теоремы Ляпунова об асимптотической устойчивости, то решение $x = 0$ системы (1) асимптотически устойчиво по Ляпунову. Покажем, что это решение неустойчиво по действующей силе. Для этого достаточно показать, что для некоторого числа $\varepsilon > 0$, моментов времени t_0, T и любого числа $\delta > 0$ существуют хотя бы одно решение $x = x(t)$ системы (2) и хотя бы одна сила $\varphi(t)$, удовлетворяющие условиям,

отмеченным в [1], и момент времени $t_* > T$ – такие, что $\|x(t_0)\| < \delta, \left\| \int_{t_0}^T \varphi(t) dt \right\| < \delta$,

но $\|x(t_*)\| \geq \varepsilon$.

Пусть $0 < \varepsilon \leq h$ – некоторое число. Для любого числа $\delta > 0$ ($0 < \delta < \beta$) выбираем точку x_0 так, чтобы $x_0 = \mu a$ ($\mu \in R^1$) и $\|x_0\| < \delta$.

Рассмотрим то решение $x = x(t)$ системы (2), для которой $x(t_0) = x_0$.

Для доказательства теоремы принимаем

$$\varphi(t) = \lambda a [\delta(t - t_0) - \delta(t - t_1)], \quad (3)$$

где $t_0 < t_1 \leq T; a \in R^n; \lambda \in R^1$.

Очевидно, что $\left\| \int_{t_0}^T \varphi(t) dt \right\| = 0$. Запишем систему (2) в виде:

$$\dot{x}(t) = \int_{t_0}^t F(x(\tau)) d\tau + \int_{t_0}^t \varphi(\tau) d\tau + x_0. \quad (4)$$

Тогда

$$x(t_0 + 0) = \int_{t_0}^{t_0+0} F(x(\tau)) d\tau + \int_{t_0}^{t_0+0} \varphi(\tau) d\tau + x_0 = \lambda a + x_0. \quad (5)$$

Принимая $\lambda = \frac{2\|a\|(1-\mu) - h_1 - \beta}{2\|a\|} > 0$, получим

$$x(t_0 + 0) = \frac{2\|a\| - h_1 - \beta}{2\|a\|} \cdot a = x_1.$$

Следовательно,

$$\|x_1 - a\| = \left| \frac{2\|a\| - h_1 - \beta}{2\|a\|} - 1 \right| \cdot \|a\| = \left| -\frac{h_1 + \beta}{2} \right| = \frac{h_1 + \beta}{2} < \frac{h_1}{2} + \beta. \quad (6)$$

Таким образом, фазовая точка, начиная с момента $t_0 + 0$, будет принадлежать области $\|x_1 - a\| < \frac{h_1}{2} + \beta$, где, согласно условиям теоремы, функция $V(x)$ принимает положительные значения, а ее производная удовлетворяет неравенству $\dot{V}(x) \geq \alpha > 0$. (7).

Покажем, что существует момент времени $t_1 \leq T$ такой, что фазовая точка, не покидая область D , будет удовлетворять условию

$$\|x(t_1 - 0)\| = \|a\| + \frac{h_1}{2} + \frac{\beta}{2}. \quad (8)$$

Согласно 2) условию теоремы имеем $\dot{V}(x) \geq \alpha > 0$ при $x(t) \in D$, следовательно, $V(x(t)) \geq V(x(t_0 + 0)) = V(x_1) = V_1 > 0$ для всех $t \geq t_0$, если только $V(x(t)) > 0$ (функция $V(x)$ может и не быть положительной, если решение $x = x(t)$ покидает область D , но это невозможно, так как согласно условию 3) теоремы на границе D $V(x) = 0$).

Обозначим

$$V_2 = \inf_{\substack{\|x\| = \|a\| + \frac{h_1 + \beta}{2} \\ x \in D}} V(x) > 0$$

и выберем $\alpha = \frac{V_2 - V_1}{T - t_0}$. Тогда из неравенства (7) будем иметь

$$V(x(t)) \geq V_1 + \alpha(t - t_0) \text{ и } V(x(T)) \geq V_1 + \alpha(T - t_0) = V_1 + \frac{V_2 - V_1}{(T - t_0)}(T - t_0) = V_2,$$

откуда следует, что решение $x = x(t)$, не покидая область D в момент времени

$t = T$, вышло из шара $\|x\| < \|a\| + \frac{h_1 + \beta}{2}$, т. е. существует момент времени $t_1 \leq T$

такой, что $\|x(t_1 - 0)\| = \|a\| + \frac{h_1 + \beta}{2}$.

Считаем значение решения $x = x(t)$ в точке $t_1 + 0$:

$$\begin{aligned} x(t_1 + 0) &= \int_{t_0}^{t_1+0} F(x(\tau))d\tau + \lambda a \int_{t_0}^{t_1+0} [\delta(\tau - t_0) - \delta(\tau - t_1)]d\tau + x_0 = \\ &= x(t_1 - 0) - \lambda a = x(T). \end{aligned}$$

Тогда

$$\begin{aligned} \|x(T)\| &= \|x(t_1 - 0) - \lambda a\| \geq \|x(t_1 - 0)\| - |\lambda| \cdot \|a\| = \|a\| + \frac{h_1}{2} + \frac{\beta}{2} - \\ &- \|a\| \cdot (1 - \mu) + \frac{h_1}{2} + \frac{\beta}{2} = h_1 + \beta + \|a\| \cdot \mu > h_1 > h \geq \varepsilon, \end{aligned}$$

так как $\beta + \|a\|\mu > 0$.

Следовательно, существует момент $t_* > T$ такой, что $\|x(t_*)\| \geq \varepsilon$.

Теорема доказана.

Из доказанной теоремы следует, что в общем случае, если решение системы (1) асимптотически устойчиво по Ляпунову, то оно может стать неустойчивым по действующей силе.

Работа выполнена в рамках научной темы под грифом 96 - 862, которая финансируется из государственных централизованных источников РА.

Кафедра теоретической механики

Поступила 13.02.1998

ЛИТЕРАТУРА

1. Габриелян М.С., Шагивян С. Г. О построении функции Ляпунова. – Уч. запис. ЕГУ, 1987, № 1, с. 39-45.

Մ.Ս. ԳԱԲՐԻԵԼՅԱՆ, Ս.Գ. ՇԱԿԻՆՅԱՆ

ԸՍՏ ԱԶԴՈՂ ՈՒԺԻ ԱՆԿԱՅՈՒՆՈՒԹՅԱՆ ՄԻ ԽՆԴՐԻ ՄԱՍԻՆ

Ա մ փ ո փ ու մ

Դիտարկված է ըստ Լյապունովի ասիմպտոտիկ կայուն ոչ գծային, ստացիոնար դիֆերենցիալ հավասարումների համակարգի ըստ ազդող ուժի անկայունության խնդիրը:

Ցույց է տրված, որ որոշ բավարար պայմանների դեպքում այդպիսի համակարգերի զրոյական լուծումը կարող է դառնալ անկայուն ըստ ազդող ուժի: Ձևակերպված և ապացուցված է մեկ թեորեմ:

УДК 539.3

А.С.АКОПЯН

КОНТАКТНАЯ ЗАДАЧА ДЛЯ КЛИНА, ВДАВЛИВАЕМОГО НА СВОИХ ГРАНИЦАХ КОНЕЧНЫМИ БАЛКАМИ

Рассматривается контактная задача для упругого клина, на гранях которого вдавливаются симметрично расположенные четыре конечные балки, причем концы балок, совпадающие с острием клина, связаны между собой различными способами. Задача заключается в определении нормальных контактных напряжений и решается путем разбиения на симметричную и антисимметричную задачи. С помощью метода факторизации и метода ортогональных многочленов Чебышева задача сводится к решению квазивполне регулярных бесконечных систем алгебраических уравнений, относительно вычетов трансформантов Меллина и коэффициентов разложения интенсивностей контактных напряжений.

В работе рассматривается контактная задача для клина $(-\alpha \leq \varphi \leq \alpha, 0 \leq r < \infty)$, границы которого при $\varphi = \pm\alpha$ на участках $0 \leq r \leq a$ и $b \leq r \leq c$ вдавливаются четырьмя конечными балками с жесткостью D . Клин деформируется под действием нормальных сил $Q_1(r)$ и $Q_2(r)$, которые действуют в участках $0 < r < a$ и $b < r < c$, $\varphi = \pm\alpha$, соответственно. Концы балок, совпадающие с острием клина, связаны между собой различными способами.

Требуется определить нормальные контактные напряжения, действующие на участке контакта клина с балками.

Задача решается путем разбиения на симметричную (1) и антисимметричную (2) задачи, а действующие силы для простоты в обоих случаях обозначены одними и теми же буквами.

Уравнения изгиба балок на грани $\varphi = \alpha$ представим в следующем виде [1]:

$$D \frac{d^3 \tilde{V}_{(1j)}^-(r)}{dr^3} = -q_{1j}^-(r) + Q_1^-(r) - \delta''(a-r)N_{1j}, \quad 0 < r < \infty, \quad (1)$$

$$D \frac{d^3 \tilde{V}_{(1j)}^-(r)}{dr^3} = -q_{2j}^-(r) + Q_2^-(r) + \delta''(r-b)N_{2j} - \delta''(r-c)N_{3j}, \quad b < r < c, \quad (2)$$

$$q_{1j}^-(r) = \theta(a-r)q_{1j}(r), \quad N_{1j} = D \left. \frac{d\tilde{v}^{(1j)}(r)}{dr} \right|_{r=a}, \quad N_{2j} = D \left. \frac{d\tilde{v}^{(1j)}(r)}{dr} \right|_{r=b},$$

$$N_{3j} = D \left. \frac{d\tilde{v}^{(1j)}(r)}{dr} \right|_{r=c}, \quad D = \frac{E_1 h^3}{12(1-\nu_1^2)}, \quad \tilde{V}_{(1j)}^-(r) = \theta(a-r) \frac{d\tilde{v}^{(1j)}(r)}{dr},$$

где $\tilde{v}^{(1j)}(r)$ – нормальные перемещения балок, $q_{kj}(k=1,2)$ – нормальные контактные напряжения, $\theta(r)$ – функция Хевисайда, $\delta(r)$ – функция Дирака,

h, E_1, ν_1 – соответственно толщина, модуль упругости и коэффициент Пуассона материала балок, здесь $j = 1$ соответствует симметричной задаче, $j = 2$ – антисимметричной задаче.

К (1) и (2) необходимо добавить еще условия соединения концов балок у острия клина. В случаях свободного края и шарнирного соединения для симметричной задачи имеем

$$\int_0^a [q_{11}(r) - Q_1(r)] dr = 0, \int_b^c [q_{21}(r) - Q_2(r)] dr = 0, \quad (3)$$

$$\int_0^a [q_{11}(r) - Q_1(r)] r dr = 0, \int_b^c [q_{21}(r) - Q_2(r)] r dr = 0, \quad (4)$$

аналогичные условия будут и в случае антисимметричной задачи независимо от типа соединения концов балок, в которых $q_{11}(r)$ и $q_{21}(r)$ надо заменить на $q_{12}(r)$ и $q_{22}(r)$ соответственно.

В симметричном случае, когда имеем жесткое соединение, условие (4) нужно заменить на

$$\int_0^a [Q_1(r) - q_{11}(r)] r^2 dr = 2N_{11}, \int_b^c [q_{21}(r) - Q_2(r)] r dr = 0, \quad (5)$$

первое условие получается из условия $\left. \frac{dv^{(11)}(r)}{dr} \right|_{r=0} = 0$.

С помощью интегрального преобразования Меллина из уравнений Ламе для деформаций граничных точек клина имеем

$$\frac{dv^{(j)}(r, \alpha)}{dr} = \frac{4}{E} \int_0^{\bar{\infty}} q_{1j}^-(t) K_j \left(\frac{r}{t} \right) \frac{dt}{t} + \frac{4}{E} \int_b^c q_{2j}(t) K_j \left(\frac{r}{t} \right) \frac{dt}{t}, \quad 0 < r < \infty \quad (j = 1, 2), \quad (6)$$

где $v^{(j)}(r, \alpha)$ – нормальные перемещения точек границы клина, E – модуль упругости клина, а

$$K_j \left(\frac{r}{t} \right) = -\frac{1}{2\pi i} \int_{c-i\infty}^{c+i\infty} \bar{K}_j(s, \alpha) \left(\frac{r}{t} \right)^{-(s+1)} ds \quad (j = 1, 2), \quad -1 + \varepsilon < c < 0, \\ \bar{K}_1(s, \alpha) = \frac{\cos^2 s\alpha - \cos^2 \alpha}{\sin 2s\alpha + s \sin 2\alpha}, \quad \bar{K}_2(s, \alpha) = \frac{\cos^2 s\alpha - \sin^2 \alpha}{\sin 2s\alpha - s \sin 2\alpha}, \quad (7)$$

здесь $\varepsilon < 1$, s – комплексный параметр преобразования.

Представим (6) в следующем виде:

$$V_-^{(1j)}(r, \alpha) + V_+^{(1j)}(r, \alpha) = \frac{4}{E} \left[\int_0^{\bar{\infty}} q_{1j}^-(t) K_j \left(\frac{r}{t} \right) \frac{dt}{t} + \psi_-^{(1j)}(r) + \psi_+^{(1j)}(r) \right], \quad 0 < r < \infty, \quad (8)$$

$$V_-^{(1j)}(r, \alpha) = \theta(a-r) \frac{dv^{(j)}(r, \alpha)}{dr}, \quad V_+^{(1j)}(r, \alpha) = \theta(r-a) \frac{dv^{(j)}(r, \alpha)}{dr},$$

$$\psi_{\pm}^{(1j)}(r) = \int_b^c q_{2j}(t) K_j^{\pm} \left(\frac{r}{t} \right) \frac{dt}{t}, \quad K_j^- \left(\frac{r}{t} \right) = \theta(a-r) K_j \left(\frac{r}{t} \right),$$

$$K_j^+ \left(\frac{r}{t} \right) = \theta(r-a) K_j \left(\frac{r}{t} \right).$$

В уравнениях (1) и (8), переходя к безразмерным величинам, применяя преобразование Меллина и используя условие контакта $\bar{V}_{(1j)}^-(r) = V_{-}^{(1j)}(r, \alpha)$ первой балки, получим

$$\begin{aligned} & \bar{M}(s)\bar{G}_j(s)\bar{q}_{1j}^-(s+1) - 2\lambda s \frac{\bar{q}_{1j}^-(s+4) - \bar{Q}_1^-(s+4)}{g(s)} - \\ & - 2\lambda s \frac{N_{1j}a^{-3}}{s+1} + 2s\bar{\psi}_-^{(1j)}(s+1) = \frac{E}{2}s\bar{V}_+^{(1j)}(s+1) - \\ & - 2s\bar{\psi}_+^{(1j)}(s+1), \quad -1 + \varepsilon < \operatorname{Re} s < 0, \quad \lambda = Ea^3/4D, \\ & g(s) = (s+1)(s+2)(s+3), \end{aligned} \quad (9)$$

$$\bar{K}_j(s, \alpha) = \bar{M}(s)\bar{G}_j(s)/2s, \quad \bar{M}(s) = s \operatorname{ctg} s \alpha, \quad \bar{G}_j(s) = 2 \operatorname{tg} s \alpha \bar{K}_j(s, \alpha), \quad (10)$$

где $\bar{q}_{1j}^-(s+1)$, $\bar{\psi}_-^{(1j)}(s+1)$, $\bar{\psi}_+^{(1j)}(s+1)$, $\bar{V}_+^{(1j)}(s+1)$ – трансформанты Меллина соответственно для функции $q_{1j}^-(r)$, $\psi_-^{(1j)}(r)$, $\psi_+^{(1j)}(r)$, $V_+^{(1j)}(r)$, здесь $\bar{q}_{1j}^-(s+1)$ и $\bar{\psi}_-^{(1j)}(s+1)$ регулярны при $\operatorname{Re} s > -1 + \varepsilon$, а $\bar{\psi}_+^{(1j)}(s+1)$ и $\bar{V}_+^{(1j)}(s+1)$ – при $\operatorname{Re} s < 0$.

Для решения этого функционального уравнения пользуемся методом Винера-Хопфа [2-4], для этого необходимо факторизовать функции $\bar{M}(s)$ и $\bar{G}_j(s)$. (9) можно записать в виде [1-3]

$$\begin{aligned} & \bar{q}_{1j}^-(s+1) - \frac{\lambda_0 \bar{\varphi}_j^-(s+1)}{\bar{M}^-(s)\bar{L}_j^-(s)} + \frac{2\bar{f}_j^-(s+1)}{\bar{M}^-(s)\bar{L}_j^-(s)} + \\ & + \frac{\lambda_0 \bar{L}_j^+(-1)N_{1j}a^{-3}}{\bar{M}^+(-1)(s+1)\bar{M}^-(s)\bar{L}_j^-(s)} = \frac{a_0 - \lambda_0 \bar{\psi}_j^-(s+1)}{\bar{M}^-(s)\bar{L}_j^-(s)}, \end{aligned} \quad (11)$$

$$\bar{M}(s) = \bar{M}^+(s)\bar{M}^-(s), \quad \bar{M}^+(s) = \sqrt{\frac{\pi}{\alpha}} \Gamma\left(1 - \frac{\alpha s}{\pi}\right) \left[\Gamma\left(\frac{1}{2} - \frac{\alpha s}{\pi}\right) \right]^{-1}, \quad (12)$$

$$\bar{M}^+(-s) = \bar{M}^-(s),$$

$$\bar{G}_j(s) = \frac{\bar{L}_j^-(s)}{\bar{L}_j^+(s)}, \quad \bar{L}_j^\pm(s) = \exp\left[\mp \bar{R}_j^\pm(s)\right], \quad R_j(r) = \frac{1}{2\pi i} \int_{c-i\infty}^{c+i\infty} \ln \bar{G}_j(s) r^{-(s+1)} ds,$$

$$\varphi_j(r) = \frac{1}{2\pi i} \int_{c-i\infty}^{c+i\infty} s g^{-1}(s) \bar{L}_j^+(s) [\bar{M}^+(s)]^{-1} \bar{q}_{1j}^-(s+4) r^{-(s+1)} ds, \quad \bar{\varphi}_j^-(s+1) = \int_0^1 \varphi_j(r) r^s dr,$$

$$f_j(r) = \frac{1}{2\pi i} \int_{c-i\infty}^{c+i\infty} s \bar{L}_j^+(s) [\bar{M}^+(s)]^{-1} \bar{\psi}_-^{(1j)}(s+1) r^{-(s+1)} ds, \quad \bar{f}_j^-(s+1) = \int_0^1 f_j(r) r^s dr, \quad \lambda_0 = 2\lambda,$$

$$\psi_j(r) = \frac{1}{2\pi i} \int_{c-i\infty}^{c+i\infty} s g^{-1}(s) \bar{L}_j^+(s) [\bar{M}^+(s)]^{-1} \bar{Q}_1^-(s+4) r^{-(s+1)} ds, \quad \bar{\psi}_j^-(s+1) = \int_0^1 \psi_j(r) r^s dr.$$

Здесь $\bar{M}^+(s)$ регулярна при $\operatorname{Re} s < \pi/2\alpha$, $\bar{M}^-(s)$ – при $\operatorname{Re} s > -\pi/2\alpha$, $\bar{L}_j^+(s)$ – при $\operatorname{Re} s < 0$ и $\bar{L}_j^-(s)$ – при $\operatorname{Re} s > -1 + \varepsilon$, $\Gamma(s)$ – известная гамма-функция Эйлера, a_0 – неизвестная постоянная.

Приступим к решению задач (1) и (2).

Задача (1) а). Поскольку балки деформируются под действием сил $Q_1(r)$ и $Q_2(r)$, то в случае (1), когда имеем свободные края и шарнирное соединение, из (3) и (4) будем иметь

$$\bar{q}_{11}^-(1) = \bar{Q}_1^-(1), \quad \bar{q}_{11}^-(2) = \bar{Q}_1^-(2). \quad (13)$$

Допустим $\alpha = \pi n/m$. Очевидно, что точки $a_k = \pm 1 \pm \pi k/\alpha$ являются нулями функции $\bar{K}_1(s, \alpha)$. Обозначим $s = t_1$ и $s = t_k$ ($k \geq 2$) нули функции $\bar{K}_1(s, \alpha)$, где $t_{k+1} < t_k < 0$.

Далее, поскольку $\bar{V}_+^{(11)}(s+1)$ и $\bar{\Psi}_+^{(11)}(s+1)$ регулярны при $\text{Re } s < 0$, а $\bar{q}_{11}^-(s+4)$ регулярна в точке $s = t_1$, то из (9) можем заключить, что функция $\bar{q}_{11}^-(s+1)$ в точке $s = t_1$ имеет полюс второго порядка. В точке $s = t_1 - 3$ $\bar{q}_{11}^-(s+4)$ имеет полюс второго порядка. Так как $\bar{K}_1(s, \alpha)$ в этой точке не обращается в нуль, то $\bar{q}_{11}^-(s+1)$ в точке $s = t_1 - 3$ имеет полюс второго порядка. В точке $s = t_1 - 3m$ $\bar{q}_{11}^-(s+1)$ будет иметь полюс третьего порядка, в точке $s = t_1 - 6m$ — полюс четвертого порядка и т.д.

Поэтому будем рассматривать те случаи, когда α/π — иррациональное число, поскольку в этом случае $\bar{q}_{11}^-(s+1)$ в точках $s = t_1 - 3m$ будет иметь полюсы второго порядка, а $\bar{K}_1(s, \alpha)$ не будет обращаться в нуль.

Из (9) можем заключить, что точки $s = t_k, s = t_k - 3n$ ($k \geq 2, n \geq 1$) являются простыми полюсами для функции $\bar{q}_{11}^-(s+1)$, так как $\bar{K}_1(t_k - 3n, \alpha) \neq 0$.

Следовательно, для $\bar{q}_{11}^-(s+1)$ получим

$$\bar{q}_{11}^-(s+1) = \sum_{k=1}^{\infty} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{b_k^{(n)} A_{-1}^{(k)}}{s - t_k + 3n} + \sum_{n=0}^{\infty} \left(\frac{B_n}{s - t_1 + 3n} + \frac{1}{(s - t_1 + 3n)^2} \right) b_1^{(n)} A_{-2}^{(1)}, \quad (14)$$

$$A_{-1}^{(k)} = \text{Re } s \bar{q}_{11}^-(s+1), A_{-1}^{(k)} b_k^{(n)} = \text{Re } s \bar{q}_{11}^-(s+1),$$

$$b_k^{(n)} = \lambda^n \prod_{i=1}^n \left[\bar{K}_1(t_k - 3i, \alpha) \prod_{p=1}^3 (t_k - 3i + p) \right]^{-1}, \quad n \geq 1, k \geq 2,$$

$$A_{-2}^{(1+3n)} = b_1^{(n)} A_{-2}^{(1)}, \quad A_{-1}^{(1+3n)} = b_1^{(n)} A_{-1}^{(1)} + b_1^{(n)} B_n A_{-2}^{(1)},$$

$$B_n = (-1)^n \sum_{p=1}^n \left[\frac{u'(p)}{u(p)} + \frac{K'(p)}{K(p)} \right], \quad B_0 = 0, b_k^{(0)} = 1,$$

$$u(p) = \prod_{i=1}^3 \frac{1}{t_1 - 3p + i}, \quad u'(p) = \frac{d}{ds} \left[\prod_{i=1}^3 \frac{1}{s+i} \right]_{s=t_1-3p},$$

$$K(p) = \bar{K}_1(t_1 - 3p, \alpha), \quad K'(p) = \frac{d}{ds} \bar{K}_1(s, \alpha) \Big|_{s=t_1-3p}.$$

Далее, применив теорему о вычетах к $K_1^-\left(\frac{r}{t}\right)$ и применяя преобразование

Меллина на $\psi_-^{(11)}(r)$, а также имея в виду, что $\bar{f}_1^+(s+1) \sim |s|^{-\frac{1}{2}}, \bar{f}_1^-(s+1) \sim |s|^{-1}$ при $|s| \rightarrow \infty$ в своих областях регулярности, для $\bar{f}_1^-(s+1)$ получим

$$\bar{f}_1^-(s+1) = -\sum_{k=1}^{\infty} \frac{p_k}{s-p_k} \frac{\bar{L}_1^+(p_k)}{\bar{M}^+(p_k)} H_k \int_{b_1}^{c_1} t^{p_k} q_{21}(t) dt, \quad (15)$$

$$H_k = \frac{\cos^2 p_k \alpha - \cos^2 \alpha}{2\alpha \cos 2p_k \alpha + \sin 2\alpha}, \quad b_1 = \frac{b}{a}, \quad c_1 = \frac{c}{a},$$

здесь p_k — нули функции $\sin 2s\alpha + s \sin 2\alpha$, где $p_{k+1} < p_k < 0$.

Теперь имея в виду условие контакта для второй балки, из уравнений (2) и (6) после некоторых преобразований получим [3]

$$\begin{aligned} & \frac{\lambda}{4} \int_{r_0}^{c_0} (t_0^{\frac{\alpha}{\pi}} - 2r_0^{\frac{\alpha}{\pi}})(r_0 t_0)^{\frac{\alpha}{\pi}} q_{21}^*(t_0) dt_0 + \\ & + \frac{\lambda}{2} r_0^{\frac{3\alpha}{\pi}-1} \int_{r_0}^{c_0} q_{21}^*(t_0) dt_0 - \frac{\lambda}{2} \int_{r_0}^{c_0} (r_0 t_0)^{\frac{\alpha}{\pi}} r_0^{\frac{2\alpha}{\pi}} Q_2(t_0) dt_0 - \\ & - \frac{\lambda}{2} \int_{r_0}^{c_0} (t_0^{\frac{2\alpha}{\pi}} - 2(r_0 t_0)^{\frac{\alpha}{\pi}})(r_0 t_0)^{\frac{\alpha}{\pi}-1} Q_2(t_0) dt_0 + \frac{\lambda \pi}{\alpha a^3} N_{31} r_0^{\frac{\alpha}{\pi}-1} = \\ & = -\int_{b_0}^{c_0} q_{21}^*(t_0) K_1^{**}\left(\frac{r_0}{t_0}\right) dt_0 - \frac{1}{2\alpha} \int_{b_0}^{c_0} \frac{q_{21}^*(t_0)}{t_0 - r_0} dt_0 + \sum_{k=1}^{\infty} A_{-1}^{(k)} L_k(r_0) + A_{-2}^{(1)} L_1(r_0), \end{aligned} \quad (16)$$

$$q_{21}^*(t_0) = t_0^{\frac{\alpha}{\pi}-1} q_{21}(t_0^{\frac{\alpha}{\pi}}), \quad K_1^{**}\left(\frac{r_0}{t_0}\right) = \frac{1}{r_0} \left(\frac{r_0}{t_0}\right)^{\frac{\alpha}{\pi}} K_1^*\left[\left(\frac{r_0}{t_0}\right)^{\frac{\alpha}{\pi}}\right],$$

$$K_1^*\left[\left(\frac{r_0}{t_0}\right)^{\frac{\alpha}{\pi}}\right] = \frac{1}{2\pi i} \int_{c-i\infty}^{c+i\infty} \bar{K}_1^*(s, \alpha) \left(\frac{r_0}{t_0}\right)^{\frac{\alpha}{\pi}(s+1)} ds,$$

$$\bar{K}_1^*(s, \alpha) = \bar{K}_1(s, \alpha) - \frac{ctgs\alpha}{2}, \quad L_k(r_0) = \sum_{n=0}^{\infty} b_k^{(n)} \int_0^1 (r_0 t_0)^{\frac{\alpha}{\pi}-1} t_0^{\frac{\alpha}{\pi}(-k+3n-2)} K_1\left[\left(\frac{r_0}{t_0}\right)^{\frac{\alpha}{\pi}}\right] dt_0,$$

$$L_1(r_0) = \sum_{n=0}^{\infty} b_1^{(n)} \int_0^1 \left(B_n - \frac{\alpha}{\pi} \ln t_0\right) (r_0 t_0)^{\frac{\alpha}{\pi}-1} t_0^{\frac{\alpha}{\pi}(3n-1)} K_1\left[\left(\frac{r_0}{t_0}\right)^{\frac{\alpha}{\pi}}\right] dt_0, \quad t^{\frac{\pi}{\alpha}} = t_0, \quad r^{\frac{\pi}{\alpha}} = r_0.$$

Ищем $q_{21}^*(t_0)$ в виде [5]

$$q_{21}^*(u) = \frac{1}{\sqrt{1-u^2}} \sum_{j=0}^{\infty} X_j^* T_j(u) \quad (|u| < 1), \quad (17)$$

$u = \frac{2t_0 - c_0 - b_0}{c_0 - b_0}$, $T_j(u) = \cos(j \arccos u)$ – многочлены Чебышева первого рода, а

неизвестные коэффициенты $\{X_j^*\}_{j=0}^{\infty}$ подлежат определению.

Подставим теперь (17) в (16) и в $\bar{f}_1^-(s+1)$, а затем аналогично [3,5] умножая (16) на $\sqrt{1-v^2}U_{m-1}(v)dv$ и интегрируя с -1 до 1 и из (11), (15), при этом имея в виду (14), а также аналогичные представления для $\bar{\varphi}_1^-(s+1)$ и $\bar{q}_{11}^-(s+4)$, получим следующую бесконечную систему линейных алгебраических уравнений:

$$X_m^* + \sum_{j=1}^{\infty} B_{jm} X_j^* + \sum_{k=1}^{\infty} B_{mk}^{(i)} A_{-1}^{(k)} + B_{m1}^{(i)} A_{-2}^{(i)} + B_{m2} + B_{m0} = X_0^* \gamma_m \quad (m = 1, 2, \dots) \quad (18)$$

$$\bar{A}_{-2}^{(1)} - \lambda \beta_1 (C^{(0)} \bar{A}_{-2}^{(1)} + \sum_{k=1}^{\infty} C_k^{(0)} \bar{A}_{-1}^{(k)}) = \beta_1 f_0, \quad (19)$$

$$\bar{A}_{-1}^{(m)} - \lambda \beta_m (C^{(m)} \bar{A}_{-2}^{(1)} + \sum_{k=1}^{\infty} C_k^{(m)} \bar{A}_{-1}^{(k)}) - \quad (20)$$

$$- \beta_m \sum_{j=1}^{\infty} F_{jm} X_j^* = \beta_m f_m + \beta_m F_{m0} X_0^*, \quad (m = 1, 2, \dots),$$

$$\bar{A}_{-2}^{(1)} = \bar{K}'_1(t_1, \alpha) A_{-2}^{(1)}, \quad \bar{A}_{-1}^{(m)} = \bar{K}'_1(t_m, \alpha) A_{-1}^{(m)},$$

$$\beta_m = \frac{\bar{M}^+(t_m)}{t_m \bar{L}_1^+(t_m)}, \quad \tilde{b}_k^{(n-1)} = b_k^{(n-1)} [\bar{K}'_1(t_k, \alpha)]^{-1},$$

$$C^{(0)} = -\frac{1}{2} \frac{\bar{L}_1^+(-1)}{\bar{M}^+(-1)} \sum_{n=0}^{\infty} \left(\frac{B_n}{3+3n} + \frac{1}{(3+3n)^2} \right) \tilde{b}_1^{(n)},$$

$$C_k^{(0)} = -\frac{1}{2\beta_1 t_1} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\tilde{b}_k^{(n-1)}}{-1-t_k+3n} \quad (k \geq 2),$$

$$C_1^{(0)} = -\frac{1}{2\beta_1 t_1} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{\tilde{b}_1^{(n)}}{3+3n}, \quad C^{(1)} = \sum_{n=0}^{\infty} \left\{ \frac{T(-4-3n)}{3+3n} \left(B_n + \frac{1}{3+3n} \right) + \frac{T'(-4-3n)}{3+3n} + \right.$$

$$\left. + \sum_{l=2}^3 \frac{\bar{L}_1^+(-l)}{\bar{M}^+(-l)} \left(\frac{B_n}{4-l+3n} + \frac{1}{(4-l+3n)^2} \right) \frac{J_l}{l-1} + \right.$$

$$\left. + \frac{\bar{K}'_1(t_1, \alpha)}{2\beta_1^2 t_1} \frac{d}{ds} \left[\frac{(s+1)\bar{M}^+(s)}{s\bar{K}_1(s, \alpha)\bar{L}_1^+(s)} \right]_{s=-1} \left(\frac{B_n}{3+3n} + \frac{1}{(3+3n)^2} \right) \right\} \tilde{b}_1^{(n)},$$

$$C_1^{(1)} = \sum_{n=0}^{\infty} \left\{ \frac{T(-4-3n)}{3+3n} + \sum_{l=2}^3 \frac{J_l \bar{L}_1^+(-l)}{\bar{M}^+(-l)(l-1)(4-l+3n)} + \right.$$

$$\left. + \frac{\bar{K}'_1(t_1, \alpha)}{2\beta_1^2 t_1 (3+3n)} \frac{d}{ds} \left[\frac{(s+1)\bar{M}^+(s)}{s\bar{K}_1(s, \alpha)\bar{L}_1^+(s)} \right]_{s=-1} \right\} \tilde{b}_1^{(n)},$$

$$C_k^{(1)} = \sum_{n=1}^{\infty} \left\{ \frac{T(t_k - 3n)}{-1 - t_k + 3n} + \sum_{l=2}^3 \frac{J_l \bar{L}_1^+(-l)}{\bar{M}^+(-l)(l-1)(-l-t_k+3n)} + \frac{\bar{K}'_1(t_1, \alpha)}{2\beta_1^2 t_1 (-1-t_k+3n)} \times \right. \\ \left. \times \frac{d}{ds} \left[\frac{(s+1)\bar{M}^+(s)}{s\bar{K}_1(s, \alpha)\bar{L}_1^+(s)} \right] \right\}_{s=t_k-1} \tilde{b}_k^{(n-1)} \quad (k \geq 2), C_1^{(m)} = \sum_{n=0}^{\infty} D_{mn} \tilde{b}_1^{(n)} \quad (m \geq 2),$$

$$J_1 = -\frac{1}{2}, \quad J_2 = 2, \quad J_3 = -\frac{3}{2},$$

$$D_{mn} = \sum_{l=1}^3 \frac{\bar{L}_1^+(-l)}{\bar{M}^+(-l)} \frac{J_l}{(t_m + l)(-l + 3n + 4)} + \frac{T(-4 - 3n)}{t_m + 4 + 3n}, \quad T(s) = \frac{\bar{L}_1^+(s)}{\bar{M}^+(s)} \frac{s}{g(s)},$$

$$C^{(m)} = \sum_{n=0}^{\infty} \left\{ D_{mn} B_n + \frac{T(-4 - 3n)}{(t_m + 4 + 3n)^2} + \frac{T'(-4 - 3n)}{t_m + 4 + 3n} + \right. \\ \left. + \sum_{l=1}^3 \frac{\bar{L}_1^+(-l)}{\bar{M}^+(-l)} \frac{J_l}{(t_m + l)(-l + 3n + 4)^2} \right\} \tilde{b}_1^{(n)} \quad (m \geq 2),$$

$$C_k^{(m)} = \sum_{n=1}^{\infty} \left\{ \frac{T(t_k - 3n)}{t_m - t_k + 3n} + \sum_{l=1}^3 \frac{\bar{L}_1^+(-l)}{\bar{M}^+(-l)} \frac{J_l}{(t_m + l)(-l - t_k + 3n)} \right\} \tilde{b}_k^{(n-1)}, T'(t_k) = \left. \frac{dT(s)}{ds} \right|_{s=t_k},$$

$$f_0 = -\frac{\lambda N_{11}}{a^3 \beta_1 t_1} - \lambda \lim_{s \rightarrow -1} [(s+1)\bar{\Psi}_1^-(s+1)], f_m = \frac{a_0}{2} - \lambda \bar{\Psi}_1^-(t_m + 1) - \frac{\lambda N_{11}}{a^3 \beta_1 t_1} \frac{1}{t_m + 1},$$

$$f_1 = \frac{a_0}{2} - \lambda \frac{\bar{K}'_1(t_1, \alpha)}{\beta_1^2 t_1} \frac{N_{11}}{a^3} \lim_{s \rightarrow -1} \frac{d}{ds} \left[\frac{(s+1)\bar{M}^+(s)}{s\bar{K}_1(s, \alpha)\bar{L}_1^+(s)} \right] - \\ - \lambda \frac{\bar{K}'_1(t_1, \alpha)}{\beta_1} \lim_{s \rightarrow -1} \frac{d}{ds} \left[\frac{(s+1)^2 \bar{\Psi}_1^-(s+1)\bar{M}^+(s)}{s\bar{K}_1(s, \alpha)\bar{L}_1^+(s)} \right],$$

$$F_{mj} = \frac{(c_0 - b_0)\alpha}{2\pi} \sum_{k=1}^{\infty} \frac{p_k}{t_m - p_k} \frac{\bar{L}_1^+(p_k)}{\bar{M}^+(p_k)} H_k I_{kj}^{(1)} \quad (j \geq 0, m \geq 1),$$

$$I_{kj}^{(1)} = \int_{-1}^1 \left[\frac{(c_0 - b_0)u + c_0 + b_0}{2} \right]^{\alpha p_k} \frac{T_j(u) du}{\sqrt{1-u^2}} \quad (j \geq 1),$$

$$I_{k0}^{(1)} = \int_{-1}^1 \left[\frac{(c_0 - b_0)u + c_0 + b_0}{2} \right]^{\alpha p_k} \frac{du}{\sqrt{1-u^2}} \quad (j = 0),$$

$$B_{jm} = \frac{2(c_0 - b_0)\alpha}{\pi^2} \left[\int_{-1}^1 \int_{-1}^1 K_1^{**} \left(\frac{v}{u} \right) \frac{\sqrt{1-v^2}}{\sqrt{1-u^2}} T_j(u) U_{m-1}(v) dudv + \right.$$

$$\left. + \lambda \int_{-1}^1 \int_{-1}^1 \frac{Z^{\frac{\alpha}{\pi}}(u, v)}{(c_0 - b_0)v + c_0 + b_0} \left(\left[\frac{(c_0 - b_0)u + c_0 + b_0}{2} \right]^{\frac{\alpha}{\pi}} - 2 \left[\frac{(c_0 - b_0)v + c_0 + b_0}{2} \right]^{\frac{\alpha}{\pi}} \right) \times \right.$$

$$\begin{aligned}
& \times \sqrt{1-v^2} U_{m-1}(v) \frac{T_j(u)}{\sqrt{1-u^2}} dudv + \\
& + \frac{\lambda}{2j} \times \int_{-1}^1 \left[\frac{(c_0 - b_0)v + c_0 + b_0}{2} \right]^{\frac{3\alpha}{\pi} - 1} \sin(j \arccos v) \sqrt{1-v^2} U_{m-1}(v) dv \Big], \\
B_{mk}^{(1)} &= -\frac{2(c_0 - b_0)\alpha}{\pi^2} \int_{-1}^1 L_k(v) \sqrt{1-v^2} U_{m-1}(v) dv, \\
B_{m1}^{(1)} &= -\frac{2(c_0 - b_0)\alpha}{\pi^2} \int_{-1}^1 L_1(v) \sqrt{1-v^2} U_{m-1}(v) dv, \\
B_{m0} &= \frac{4\lambda N_{31}}{\pi a^3} \int_{-1}^1 \left[\frac{(c_0 - b_0)v + c_0 + b_0}{2} \right]^{\frac{\alpha}{\pi} - 1} \sqrt{1-v^2} U_{m-1}(v) dv, \\
B_{m2} &= -\frac{\lambda(c_0 - b_0)\alpha}{\pi^2} \int_{-1}^1 \int_{-1}^1 Z^{\frac{\alpha}{\pi} - 1}(u, v) Q_2(u) \times \\
& \times \left(\left[\frac{(c_0 - b_0)v + c_0 + b_0}{2} \right]^{\frac{2\alpha}{\pi}} + \left[\frac{(c_0 - b_0)u + c_0 + b_0}{2} \right]^{\frac{2\alpha}{\pi}} - 2Z^{\frac{\alpha}{\pi}}(u, v) \right) \times \\
& \times \sqrt{1-v^2} U_{m-1}(v) dudv, \\
\gamma_m &= \frac{2(c_0 - b_0)\alpha}{\pi^2} \left[\lambda \int_{-1}^1 \int_{-1}^1 \left(2 \left[\frac{(c_0 - b_0)v + c_0 + b_0}{2} \right]^{\frac{\alpha}{\pi}} - \left[\frac{(c_0 - b_0)u + c_0 + b_0}{2} \right]^{\frac{\alpha}{\pi}} \right) \times \right. \\
& \times \frac{Z^{\frac{\alpha}{\pi}}(u, v)}{(c_0 - b_0)v + c_0 + b_0} \frac{\sqrt{1-v^2}}{\sqrt{1-u^2}} U_{m-1}(v) dudv - \frac{\lambda}{2} \int_{-1}^1 \left[\frac{(c_0 - b_0)v + c_0 + b_0}{2} \right]^{\frac{3\alpha}{\pi} - 1} \times \\
& \times \sqrt{1-v^2} \arccos v U_{m-1}(v) dv - \int_{-1}^1 \int_{-1}^1 K_1^{**} \left(\frac{v}{u} \right) \frac{\sqrt{1-v^2}}{\sqrt{1-u^2}} U_{m-1}(v) dudv \Big], \\
Z(u, v) &= \frac{(c_0 - b_0)u + c_0 + b_0}{2} \frac{(c_0 - b_0)v + c_0 + b_0}{2},
\end{aligned}$$

где $U_{m-1}(v) = \frac{\sin(m \arccos v)}{\sin(\arccos v)}$ — многочлены Чебышева второго рода, а

$$v = \frac{2r_0 - b_0 - c_0}{c_0 - b_0}.$$

К системе уравнений (19), (20) добавим уравнения (13):

$$\sum_{n=0}^{\infty} \left\{ \frac{\tilde{b}_1^{(n)}}{(l+1+3n)^2} + \frac{\tilde{b}_1^{(n)} B_n}{l+1+3n} \right\} \tilde{A}_{-2}^{(1)} + \sum_{k=1}^{\infty} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{\tilde{b}_k^{(n)} \tilde{A}_{-1}^{(k)}}{l-t_k+3n} = \tilde{Q}_1^-(l+1) \quad (l=0;1). \quad (21)$$

Оказывается, что имеют место следующие оценки при $m \rightarrow \infty$:

$$\beta_m \leq \frac{(const)_1}{\sqrt{|t_m|}}, |C^{(m)}| < \infty, \sum_{k=1}^{\infty} |C_k^{(m)}| < \infty, \sum_{j=1}^{\infty} |F_{mj}| < \infty,$$

$$\sum_{j=1}^{\infty} |B_{mj}| < \frac{(const)_2}{\sqrt{m}}, \sum_{k=1}^{\infty} |B_{mk}^{(1)}| < \frac{(const)_3}{\sqrt{t_m}}.$$

Задача (1) б). Рассмотрим случай жесткого соединения концов балок. Из (3) и (5) имеем

$$\bar{q}_{11}^-(1) = \bar{Q}_1^-(1), \bar{q}_{11}^-(3) = \bar{Q}_1^-(3) - 2N_{11}a^{-3}. \quad (22)$$

Обозначим $t_1 = -2, t_2 = -1$ и через $s = t_k (k \geq 2)$ нули функции $\bar{K}_1(s, \alpha)$ в полуплоскости $\text{Re } s < 0$, где $t_{k+1} < t_k$. Далее, аналогично предыдущей задаче заключим, что функция $\bar{q}_{11}^-(s+1)$ в точках $s = t_k - 3n (k \geq 1; n \geq 0)$ имеет простые полюсы, когда α/π — иррациональное число. Следовательно, для $\bar{q}_{11}^-(s+1)$ будем иметь

$$\bar{q}_{11}^-(s+1) = \sum_{k=1}^{\infty} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{b_k^{(n)} A_{-1}^{(k)}}{s - t_k + 3n}, \quad (23)$$

$$A_{-1}^{(k)} = \text{Re } s \bar{q}_{11}^-(s+1), A_{-1}^{(k)} b_k^{(n)} = \text{Re } s \bar{q}_{11}^-(s+1),$$

$$b_k^{(n)} = \lambda^n \prod_{i=1}^n \left[\bar{K}_1(t_k - 3i, \alpha) \prod_{p=1}^3 (t_k - 3i + p) \right]^{-1}, n \geq 1, k \geq 1,$$

Имея в виду (23), для $\bar{\psi}_1^-(s+1)$ и $\bar{q}_{11}^-(s+4)$ получим аналогичные представления, а далее после несложных выкладок из (11) получим

$$\tilde{A}_{-1}^{(m)} - \lambda \beta_m \sum_{k=1}^{\infty} C_k^{(m)} \tilde{A}_{-1}^{(k)} - \beta_m \sum_{j=1}^{\infty} F_{jm} X_j^* = \beta_m f_m + \beta_m F_{m0} X_0^*, (m = 1, 2, \dots), \quad (24)$$

$$\sum_{k=1}^{\infty} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{\tilde{b}_k^{(n)} \tilde{A}_{-1}^{(k)}}{-t_k + 3n} = \bar{Q}_1^-(1), \sum_{k=1}^{\infty} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{\tilde{b}_k^{(n)} \tilde{A}_{-1}^{(k)}}{2 - t_k + 3n} = \bar{Q}_1^-(3) - 2N_{11}a^{-3}, \quad (25)$$

$$C_k^{(1)} = 2 \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\tilde{b}_k^{(n-1)} \bar{K}_1'(t_1, \alpha)}{\beta_1 t_1 (-2 - t_k + 3n) \bar{K}_1(-2, \alpha)}, C_k^{(2)} = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{T(t_k - 3n) \tilde{b}_k^{(n-1)}}{t_2 - t_k + 3n},$$

$$C_k^{(m)} = \sum_{n=1}^{\infty} \left[\sum_{l=1}^3 \frac{\bar{L}_1^+(-l)}{\bar{M}^+(-l)} \frac{\tilde{b}_k^{(n-1)}}{-l - t_k + 3n} \frac{J_l}{t_m + l} + \frac{T(t_k - 3n) \tilde{b}_k^{(n-1)}}{t_m - t_k + 3n} \right], (m \geq 3),$$

$$F_{1j} = 0 (j = 1, 2, \dots),$$

$$f_1 = -\lambda \lim_{s=t_1} [(s - t_1) \bar{\psi}_1^-(s+1)] \frac{\bar{K}_1'(t_1, \alpha)}{\bar{K}_1(t_1, \alpha)}, f_2 = \frac{a_0}{2},$$

$$f_m = \frac{a_0}{2} - \lambda \bar{\psi}_1^-(t_m + 1) - \lambda \frac{N_{11}a^{-3} \bar{L}_1^+(-1)}{t_m + 1 \bar{M}^+(-1)}.$$

А также аналогично задаче (1) а) для второй балки имеем уравнение (18). Бесконечная система линейных алгебраических уравнений (18), (24) и (25)

является квазивполне регулярной для любых λ .

Задача (2). Для антисимметричной задачи из уравнений (9) при $j = 2$ можем заключить, что точки $s = t_k$ ($k \geq 1$), где t_k — нули функции $\bar{K}_2(s, \alpha)$ при $\text{Re } s < 0$, $t_{k+1} < t_k$, являются особыми точками $\bar{q}_{12}^-(s+1)$. Также установим, что точки $s = t_k - 3n$ ($k \geq 1; n \geq 1$) для функции $\bar{q}_{12}^-(s+1)$ являются простыми полюсами. Тогда для $\bar{q}_{12}^-(s+1)$ получим

$$\bar{q}_{12}^-(s+1) = \sum_{k=1}^{\infty} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{b_k^{(n)} A_{-1}^{(k)}}{s - t_k + 3n}, \quad (26)$$

$$A_{-1}^{(k)} = \text{Re } s \bar{q}_{12}^-(s+1), A_{-1}^{(k)} b_k^{(n)} = \text{Re } s \bar{q}_{12}^-(s+1),$$

$$b_k^{(n)} = \lambda^n \prod_{i=1}^n \left[\bar{K}_2(t_k - 3i, \alpha) \prod_{p=1}^3 (t_k - 3i + p) \right]^{-1}, n \geq 1, k \geq 1.$$

Далее, имея в виду вышеизложенную задачу, из (11) при $j = 2$ получим

$$\tilde{A}_{-1}^{(m)} - \lambda \beta_m \sum_{k=1}^{\infty} C_k^{(m)} \tilde{A}_{-1}^{(k)} - \beta_m \sum_{j=1}^{\infty} F_{jm}^0 X_j^* = \beta_m f_m + \beta_m F_{m0}^0 X_0^*, (m = 1, 2, \dots), \quad (27)$$

$$\sum_{k=1}^{\infty} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{\tilde{b}_k^{(n)} \tilde{A}_{-1}^{(k)}}{l - t_k + 3n} = \bar{Q}_1^-(l+1), (l = 0; 1). \quad (28)$$

$$\tilde{A}_{-1}^{(m)} = \bar{K}_2'(t_m, \alpha) A_{-1}^{(m)} \beta_m = \frac{\bar{M}^+(t_m)}{t_m \bar{L}_2^+(t_m)},$$

$$f_m = \frac{a_0}{2} - \lambda \bar{\Psi}_2(t_m + 1) - \lambda \frac{N_{12} a^{-3} \bar{L}_2^+(-1)}{t_m + 1 \bar{M}^+(-1)},$$

$$C_k^{(m)} = \sum_{n=1}^{\infty} \left[\sum_{l=1}^3 \frac{\bar{L}_2^+(-l)}{\bar{M}^+(-l)} \frac{\tilde{b}_k^{(n-1)}}{-l - t_k + 3n} \frac{J_l}{t_m + l} + \frac{T(t_k - 3n) \tilde{b}_k^{(n-1)}}{t_m - t_k + 3n} \right] (m \geq 1),$$

$$F_{jm}^0 = \frac{(c_0 - b_0) \alpha}{2\pi} \sum_{k=1}^{\infty} \frac{p_k}{t_m - p_k} \frac{\bar{L}_2^+(p_k)}{\bar{M}^+(p_k)} H_k^0 I_{kj}^{(1)}, H_k^0 = \frac{\cos^2 p_k \alpha - \sin^2 \alpha}{2\alpha \cos 2p_k \alpha - \sin 2\alpha}.$$

Поступая так, как в симметричной задаче, в случае задачи (2) с использованием многочленов Чебышева получим уравнение (18), в котором надо взять $B_{m1}^{(1)} = 0$, $\bar{K}_1(s, \alpha)$ нужно заменить на $\bar{K}_2(s, \alpha)$ в выражениях $B_{jm}, B_{mk}^{(1)}, \gamma_m$, а в B_{m0} вместо N_{31} положить N_{32} .

Таким образом решения задач (1) и (2) сведены к квазивполне регулярным бесконечным системам относительно вычетов трансформантов Меллина интенсивности контактных напряжений $q_{1j}^-(r)$ и относительно коэффициентов разложения Чебышева $q_{2j}(r)$ в случае, когда α/π — иррациональное число, а λ — любое число. Отметим, что при $\lambda \rightarrow 0$ получаем решения задач (1) и (2) для жестких штампов, где α/π может быть и рациональное число.

В заключение отметим, что особенности нормальных контактных напряжений, зависящих от угла раствора клина, были получены в работе [5].

ЛИТЕРАТУРА

1. Григорян Э.Х., Аветикян В.Е. Контактная задача для клиновидной области, на грани которой вдавливаются симметрично расположенные конечные балки, выходящие к вершине клина.–Изв. НАН РА. Механика, 1997, N1.
2. Григорян Э.Х. Контактная задача для кусочно-однородной бесконечной пластины с конечными стрингерами. –Уч. записки ЕГУ, 1988, N3, с. 48-57.
3. Аветикян В.Е., Акопян А.С. Контактная задача для упругого клина, усиленная двумя конечными стрингерами.–Изв. НАН, РА, Механика, 1998, N2, с.3.
4. Нобль Б. Метод Винера-Хопфа.–М.: ИЛ, 1962, с. 279.
5. Григорян Э.Х., Акопян А.С. Контактная задача для клина, вдавливаемого симметрично расположенными конечными и полубесконечными балками.– Уч. записки ЕГУ, 1998, N1, с. 30.

Ա.Ս. ՀԱՎՈՐՅԱՆ

ԿՈՆՏԱԿՏԱՅԻՆ ԽՆԴԻՐ ՍԵՊԻ ՀԱՄԱՐ, ՈՐԻ ԵԶՐԵՐԻՆ ՍԵՂՄՎՈՒՄ ԵՆ ՎԵՐՋԱՎՈՐ ՀԵԾԱՆՆԵՐ

Ամփոփում

Աշխատանքում դիտարկվում է կոնտակտային խնդիր սեպի համար, որն ուժեղացված է սիմետրիկ դասավորված չորս վերջավոր հեծաններով, որոնցից առաջին զույգի ծայրերը համընկնում են սեպի գագաթի հետ և անրակցված են միմյանց: Հնարավոր են երեք տիպի անրացումներ՝ կոշտ, հողակապային և ազատ: Սեպը դեֆորմացվում է հեծանների վրա ազդող նորմալ ուժերի ազդեցության տակ: Խնդիրը ֆակտորիզացիայի և Չերիշևի բազմանդամների մեթոդների օգնությամբ հանգեցվում է համարյա լիովին կանոնավոր անվերջ գծային հանրահաշվական հավասարումների համակարգի՝ կոնտակտային լարումների ինտենսիվությունների Սեյինի ձևափոխության մնացքների և Չերիշևի վերլուծության գործակիցների նկատմամբ:

УДК 524.354.6:539.12

А.К. ГРИГОРЯН

О МИНИМАЛЬНОЙ МАССЕ СТРАННЫХ КВАРКОВЫХ ЗВЕЗД

В рамках модели мешка исследуются странные кварковые звезды малых масс. Голые странные звезды, целиком состоящие из странной кварковой материи, могут иметь сколь угодно малые массы. Странные звезды с корой, состоящей из атомных ядер и вырожденных электронов, имеют минимальную допустимую массу $M_{\min} - (0.017 + 0.019) M_{\odot}$ с радиусом $R - (440 + 450)$ км при максимальной граничной плотности коры $\rho_{\max} = 4.3 \cdot 10^{11}$ г/см³ и $M_{\min} - (0.009 + 0.01) M_{\odot}$ с $R - (480 + 500)$ км при $\rho_{\max} = 8.332 \cdot 10^{10}$ г/см³. Значение минимальной массы странных звезд весьма чувствительно к величине максимальной граничной плотности коры.

В качестве абсолютно стабильного холодного вещества Виттенем [1] была предложена странная кварковая материя, состоящая из примерно равного количества u -, d -, s -кварков с небольшой добавкой электронов или позитронов, обеспечивающих электронейтральность. В работе [2] исследовалась зависимость стабильности странной кварковой материи от недостаточно точно известных феноменологических параметров модели мешка МТИ [3] – постоянной мешка B , постоянной кварк-глюонного взаимодействия α_c и массы странного кварка m_s . Различные наборы этих констант могут приводить к реализации как самоудерживающихся странных звезд, рассматриваемых в данной работе, так и нейтронных звезд с кварковым ядром.

Основные свойства странных звезд рассматривались в работах [4,5]. Возможность существования сколь угодно малых масс, скачкообразное падение плотности на поверхности от сверхядерных значений до нуля и весьма слабое увеличение плотности к центру являются характерными особенностями странных звезд. В работах [6, 7] проводилось сопоставление параметров странных звезд с наблюдательными данными и исследовалась проблема параллельного существования странных и нейтронных звезд.

Вследствие того, что кварки связаны сильным взаимодействием, странная кварковая звезда имеет четко выраженную поверхность. Если реализуется такой вариант странной кварковой материи, когда избыточный электрический заряд кварков нейтрализуется электронами, последние, будучи связанными лишь кулоновской силой, могут частично покидать кварковую поверхность, распространяясь на сотни ферми. По этой причине у поверхности странной кварковой звезды образуется электростатический барьер.

Электростатический барьер у поверхности странной звезды может поддерживать кору, состоящую из атомных ядер и вырожденных электронов (Ae -фаза). Кора не находится в химическом равновесии со странной кварковой материей и связана с кварковым ядром лишь гравитацией. Вероятность туннельного перехода атомных ядер настолько мала [4], что обе фазы могут сосуществовать практически беско-

нечное время. Ae -фаза, в которой вещество состоит из атомных ядер и вырожденных электронов и нейтронов, исключается из-за беспрепятственного перехода свободных нейтронов в странную кварковую материю.

Итак, при электронейтрализации электронами возможно существование как голых странных звезд, целиком состоящих из странной кварковой материи, так и странных звезд с корой. Странная звезда может приобрести кору во время своего образования или за счет аккреции из межзвездного пространства [8]. В случае электронейтрализации позитронами возможно существование лишь голых странных звезд, так как при соприкосновении со странной кварковой материей обычное вещество неизбежно проглотится ею.

Для голых странных звезд понятие минимальной массы отсутствует – возможно существование сколь угодно малых масс. Целью работы является исследование минимальной массы странных звезд с корой.

Пренебрегая щелью в несколько сотен ферми между странной кварковой материей и корой, мы используем уравнение состояния, состоящее из двух частей. Первая часть описывает нормальное вещество Ae -фазы, для которой нами использованы табличные данные работы [9]. Учитывая то обстоятельство, что не имеющие заряда свободные нейтроны могут свободно проходить через электростатический барьер и поглощаться странной кварковой материей, максимальная плотность коры в работах [4,8] была ограничена плотностью вылета нейтронов из ядер – $\rho_{drip} = 4.3 \cdot 10^{11} \text{ г/см}^3$.

В работе [10] исследовался электростатический барьер у поверхности странной кварковой материи и было показано, что учет механического равновесия приводит к ограничению максимальной плотности коры. Поэтому электрическое поле у поверхности странной звезды, а не эффект вылета нейтронов из ядер определяет максимальную плотность коры, для которой в этой работе рассчитано меньшее, чем ρ_{drip} значение – $8.832 \cdot 10^{10} \text{ г/см}^3$.

В настоящей работе расчеты проведены для этих двух значений максимальной плотности коры. Не отрицая возможности существования меньших граничных плотностей для коры, автор хочет показать, что даже при максимально допустимой плотности коры результаты существенно отличаются от случая нейтронных звезд.

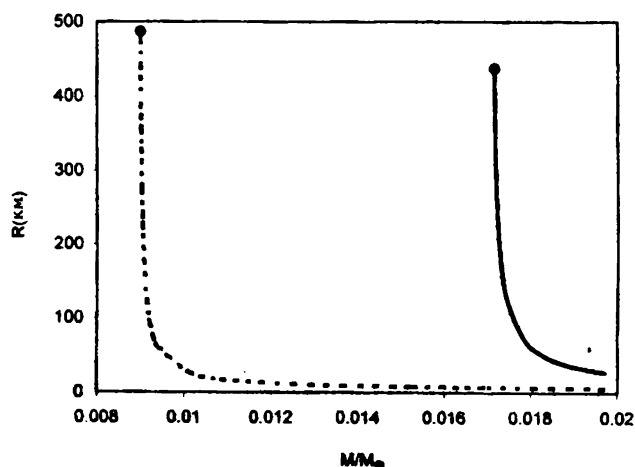
Вторая часть уравнения состояния соответствует странной кварковой материи, для которой используется модель мешка МТИ. В этой модели уравнение состояния определяется недостаточно точно известными параметрами – B, α_c и m_s . В присутствии коры давление на поверхности кваркового ядра не доходит до нуля, а соответствует граничному давлению коры. В отличие от работ [8, 10], где использовано упрощенное уравнение состояния странной кварковой материи ($m_s = \alpha_c = 0$), нами используется развернутая форма (подробности в работах [6, 7]).

В данной работе рассмотрены пять моделей странных звезд, соответствующих пяти наборам параметров мешка (1. $B = 60 \text{ МэВ/ф.м}^3$, $m_s = 175 \text{ МэВ}$, $\alpha_c = 0.05$; 2. $B = 60 \text{ МэВ/ф.м}^3$, $m_s = 175 \text{ МэВ}$, $\alpha_c = 0.26$; 3. $B = 60 \text{ МэВ/ф.м}^3$, $m_s = 200 \text{ МэВ}$, $\alpha_c = 0.05$; 4. $B = 55 \text{ МэВ/ф.м}^3$, $m_s = 175 \text{ МэВ}$, $\alpha_c = 0.38$; 5. $B = 50 \text{ МэВ/ф.м}^3$, $m_s = 150 \text{ МэВ}$, $\alpha_c = 0.5$), охватывающих вероятную область их изменения. Для всех моделей энергия на барион в зависимости от концентрации барионов имеет отрицательный минимум, что обеспечивает связанность странной кварковой материи.

Для пяти рассмотренных уравнений состояния стандартным методом проинтегрирована система релятивистских уравнений звездного равновесия (система уравнений Толмена – Оппенгеймера – Волкова), получены интегральные параметры странных звезд с корой. Странные звезды с корой, как и голые странные звезды, имеют отличную от нейтронных звезд зависимость массы от радиуса. Радиус растет с увеличением массы почти на всей кривой за исключением тех конфигураций, для кото-

рых масса близка к максимальной, где начинает доминировать гравитация. Это обусловлено тем, что странные звезды связаны сильным взаимодействием и могут существовать даже при отсутствии самогравитации. Наличие коры приводит к качественному сходству зависимостей масса – радиус странных и нейтронных звезд при малых массах, где наблюдается резкий рост радиуса, в то время как у голых странных звезд масса и радиус одновременно стремятся к нулю.

Толщина коры минимальна для конфигураций максимальных масс и растет с уменьшением массы. Для странных звезд с массами $1.1+1.8M_{\odot}$, являющимися типичными для наблюдаемых сверхплотных звезд, толщина коры порядка 180–500 метров. Резкий рост толщины коры наблюдается при малых массах, что приводит к существованию минимальной массы странных звезд ($dM/d\rho_c \leq 0$). Для одной из рассмотренных моделей на рисунке приведена зависимость радиуса странных звезд с корой малых масс от массы.



Зависимость радиуса странных звезд с корой малых масс от массы для модели 1. Сплошная линия соответствует случаю максимальной плотности коры $\rho_{\max} = 4.3 \cdot 10^{11} \text{ г/см}^3$, пунктирная – $\rho_{\max} = 8.332 \cdot 10^{10} \text{ г/см}^3$. Точками указана конфигурация минимальной массы

Минимальная масса странных звезд с корой порядка $M_{\min} \sim (0.017 + 0.019)M_{\odot}$ с радиусом $R \sim (440 + 450) \text{ км}$ при максимальной граничной плотности коры $\rho_{\max} = 4.3 \cdot 10^{11} \text{ г/см}^3$ и $M_{\min} \sim (0.009 + 0.01)M_{\odot}$ с $R \sim (480 + 500) \text{ км}$ при $\rho_{\max} = 8.332 \cdot 10^{10} \text{ г/см}^3$. Для конфигураций, близких к минимально допустимой, двух-трехкилометровое кварковое ядро, в котором сосредоточено 99% общей массы звезды, удерживает кору из нормального вещества Ae -фазы, которая определяет более 99% радиуса всей звезды.

В табл. 1 для рассмотренных моделей приведены значения минимальной массы M_{\min} , а также соответствующие им значения центральной плотности ρ_c , радиуса R , массы M_c и радиуса R_c кваркового ядра при максимальной плотности коры $\rho_{\max} = 4.3 \cdot 10^{11} \text{ г/см}^3$. В табл. 2 результаты расчета соответствуют случаю $\rho_{\max} = 8.332 \cdot 10^{10} \text{ г/см}^3$. Как видим, все три параметра модели мешка B , m_s , и α_c оказывают влияние на минимальную массу странных звезд с корой. Повышение значений параметров приводит к понижению минимальной массы.

Необходимо отметить, что полученные в работе значения минимальной массы странных звезд, весьма чувствительные к величине максимальной граничной плотности коры, не носят абсолютного характера. Понижение значения граничной плотности коры приведет к еще более малым значениям минимальной массы. Одна-

ко даже рассмотрение максимально допустимой коры, что может удерживаться за счет электростатического барьера у поверхности странной кварковой материи, приводит к результатам, значительно отличающимся от случая нейтронных звезд, для которых максимальная масса достигает значения $1.1 M_{\odot}$ [11,12] при радиусе 200 км.

Минимальная масса странных звезд с корой на порядок меньше, чем у нейтронных звезд, а радиусы частично заполняют запретную зону между нейтронными звездами малых масс и белыми карликами на диаграмме Герцшпрунга – Рассела. Если окажется, что гипотеза Виттена верна, то странные звезды с корой малых масс могут иметь определенный вклад в решение вопроса скрытой барионной материи.

Таблица 1

Значения минимальной массы странных звезд с корой при максимальной плотности коры $\rho_{\text{max}} = 4.3 \cdot 10^{11} \text{ г/см}^3$

Модель	ρ_c , 10^{14} г/см^3	M_{min} , M_{\odot}	R , км	M_c , M_{\odot}	R_c , км
1	4.815	0.01716	437	0.01699	2.6
2	4.848	0.01710	454	0.01692	2.6
3	4.859	0.01709	441	0.01692	2.6
4	4.475	0.01781	443	0.01763	2.7
5	4.021	0.01880	452	0.01858	2.8

Таблица 2

Значения минимальной массы странных звезд с корой при максимальной плотности коры $\rho_{\text{max}} = 8.332 \cdot 10^{10} \text{ г/см}^3$

Модель	ρ_c , 10^{14} г/см^3	M_{min} , M_{\odot}	R , км	M_c , M_{\odot}	R_c , км
1	4.787	0.00900	484	0.00895	2.1
2	4.819	0.00897	496	0.00892	2.1
3	4.830	0.00897	483	0.00892	2.1
4	4.449	0.00935	493	0.00929	2.2
5	3.998	0.00986	495	0.00980	2.3

Лишь путем наблюдательного различения странных и нейтронных звезд может быть решен вопрос о реализации той или иной теоретической модели. Наблюдательное обнаружение сверхплотных звезд малых масс с радиусом от 200 до 1000 км (напр., методами гравитационного линзирования, используемыми для детектирования коричневых карликов), несомненно, способствовало бы признанию гипотезы абсолютной стабильности странной кварковой материи.

Автор весьма признателен профессору Ю.Л. Вартаняну за помощь и содействие.

Данная работа проделана в рамках темы № 96-857, поддержанной Министерством образования и науки РА.

Кафедра теории волновых процессов и физики

Поступила 30.11.98

ЛИТЕРАТУРА

1. Witten E. – Phys. Rev., 1984, v. D30, p. 272.
2. Farhi E., Jaffe R.L. – Phys Rev., 1984, v. D30, p. 2379.
3. Chodos A., Jaffe R.L., Johnson K., Thorn C.B., Weisskopf V.F. – Phys. Rev., 1971, v. D9, p. 3471.
4. Alcock C., Farhi E., Olinto A. – Astrophys J., 1986, v. 310, p. 261.
5. Haensel P., Zdunik J.L., Schaeffer R. – Astron. and Astrophys., 1986, v. 160, p. 121.
6. Вартамян Ю.Л., Арутюнян А.Р., Григорян А.К. – Астрофизика, 1994, т. 37, с. 499.
7. Вартамян Ю.Л., Арутюнян А.Р., Григорян А.К. – Письма в астроном. ж., 1995, т. 21, с. 136.
8. Glendenning N.K., Weber F. – Astrophys. J., 1992, v. 400, p. 647.
9. Baum G., Pethick C., Sutherland P. – Astrophys. J., 1971, v. 170, p. 299.
10. Huang Y.F., Lu T. – Astron. Astrophys., 1997, v. 325, p. 189.
11. Саакян Г.С., Вартамян Ю.Л. – Астроном. ж., 1964, т. 41, с. 193.
12. Вартамян Ю.Л. – Астрофизика, 1966, т. 2, с. 45.

Ա.Վ. ԳՐԻԳՈՐՅԱՆ

ՏԱՐՕՐԻՆԱԿ ՔՎԱՐԿԱՅԻՆ ԱՍՏՂԵՐԻ ՆՎԱԶԱԳՈՒՅՆ ՋԱՆԳՎԱԾԻ ՄԱՍԻՆ

Ա մ փ ն փ ու մ

Քվարկային պարկի մոդելի շրջանակներում ուսումնասիրվում են փոքր զանգվածով տարօրինակ քվարկային աստղերը: Մերկ տարօրինակ աստղերը, որոնք ամբողջությամբ կազմված են տարօրինակ քվարկային նյութից, կարող են ունենալ ինչքան ասեք փոքր զանգված: Ատոմային միջուկներից և այլասերված էլեկտրոններից բաղկացած կեղևով տարօրինակ աստղերը կեղևի $\rho_{\max} = 4.3 \cdot 10^{11} \text{ գ/սմ}^3$ առավելագույն եզրային խտության դեպքում ունեն $M_{\min} \sim (0.017 + 0.019) M_{\odot}$ նվազագույն զանգված և $R \sim (440 + 450) \text{ կմ}$ շառավիղ, իսկ $\rho_{\max} = 8.332 \cdot 10^{10} \text{ գ/սմ}^3$ դեպքում $M_{\min} \sim (0.009 + 0.01) M_{\odot}$ և $R \sim (480 + 500) \text{ կմ}$: Տարօրինակ աստղերի նվազագույն զանգվածի արժեքները շատ զգայուն են կեղևի եզրային առավելագույն խտության արժեքի նկատմամբ:

УДК 541.63:542.91:541.49:546.742:547.466

К.М.ЕРИЦЯН, Г.Л.ПИРУМЯН, С.К.ГРИГОРЯН

РЕАКЦИОННАЯ СПОСОБНОСТЬ НЕКОТОРЫХ АМИНОКИСЛОТ ПРИРОДНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ В ОТНОШЕНИИ $\dot{O}H$ -РАДИКАЛОВ

Определена реакционная способность аминокислот лизина, аланина, аргинина, треонина, поступающих в разное время года в природную воду оз. Севан из донных отложений, в отношении $\dot{O}H$ -радикалов. Рассчитаны константы скорости этого взаимодействия ($K_{\dot{O}H+AK}$). Предложена количественная характеристика оценки предельно допустимых содержаний этих соединений.

В процессе глубокого экологического преобразования пострадали, в первую очередь, пресноводные экосистемы. В них произошли глубокие морфологические, гидрологические, гидрофизические, гидрохимические и гидробиологические изменения, что привело к характерной перестройке биогеохимического круговорота веществ, к нарушению энергетического баланса и биотических соотношений и, как следствие, к снижению устойчивости и изменению продуктивности гидроэкосистем. Свидетельство тому современное состояние экосистемы оз. Севан.

Одним из важных процессов, влияющих на физико-химические свойства воды, в частности на содержание в ней соединений биогенных элементов, является обмен веществ между донными отложениями и водой. Его изучение подразумевает оценку плотностей противоположно направленных потоков через поверхность отложений (седиментация – поступление со дна), а также особенностей и скоростей трансформации вещества, происходящей при формировании указанных потоков. Это дает возможность понять и количественно оценить группу внутриводоемных процессов самоочищения и вторичного загрязнения водной массы, глубже познать факторы, контролирующие химико-биологические свойства водной среды [1].

Установление закономерностей обмена соединениями азота между донными отложениями и водой позволит схематически представить основные процессы обмена и трансформации соединений азота в водоеме, определяющие плотности потоков азота и фосфора в системе вода – отложение. Увеличение потоков азота со дна эвтрофирующегося водоема определяется (при прочих равных условиях) ростом содержания и интенсивности деструкции органического вещества в отложениях. С ростом трофности водоема потоки вещества в системе вода – дно возрастают. В [1] показано, что интенсивность обмена соединениями азота между донными отложениями и водой в 3–8 раз выше, чем фосфора, т.е. донные отложения замедляют круговорот фосфора в водоеме сильнее, чем круговорот азота, являясь по отношению к соединениям фосфора более эффективным фактором самоочищения. С повышением трофности водоема скорости обмена соединениями азота и фосфора между донными отложениями и водой должны сближаться.

Донные отложения играют важную роль в формировании качества водной среды природных водоемов. Будучи продуктом процессов самоочищения, происходящих в водоеме, донные отложения могут служить индикатором его эвтрофирования (и загрязнения). Захороненные в донных отложениях органические вещества служат

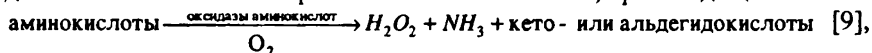
источником питания для гетеротрофных организмов. В процессе их жизнедеятельности в водную среду возвращаются биогенные элементы – азот и фосфор, растворимые органические вещества.

В работах [2,3] показано, что важной характеристикой природных вод служит редокс-состояние водной среды, рассматриваемое как разность внутриводоемных потоков переокси водорода (окислителя) и веществ восстановительной природы, взаимодействующих с H_2O_2 более эффективно, чем с O_2 . Поскольку донные отложения, как правило, служат источниками восстановительных эквивалентов, они могут оказывать существенное влияние на динамику внутриводоемных окислительно-восстановительных процессов с участием H_2O_2 , что представляется как важные параметры при оценке экологического состояния водоема [4–6].

Основное количество подвижных форм биогенных элементов (93–99%) экосистемы находится в верхнем 10-сантиметровом слое донных отложений. Отмечено, что содержание органического азота и аминокислот резко уменьшается с глубиной. Концентрация аммонийного азота непрерывно растет, а нитратного – падает по мере удаления от поверхности в глубь осадка. Примерно 50% азота донных отложений представляют собой белковые соединения [7].

В [8–10] показано, что качественный и количественный составы свободных и связанных аминокислот в донных отложениях в оз. Севан зависят от сезона отбора проб, глубины отбора и толщины слоя пробы донных отложений. Летом обнаруживаются лизин, гистидин, аргинин, аланин, а зимой – только лизин и гистидин.

Аминокислоты могли образоваться только в результате деструкции природных соединений. Биохимическое разложение аминокислот, происходящее по механизму



приводит к наработке H_2O_2 в средах с окислительными характеристиками и, наоборот, подавляется – в восстановительных средах донных отложений, что имеет место в оз. Севан.

В последнее время при изучении химической трансформации веществ в природных водах все большее внимание уделяется процессам с участием свободных радикалов и H_2O_2 [8]. При фотолизе многих соединений в присутствии кислорода образуются радикалы $\bar{O}_2(\dot{H}O_2)$, которые либо диспропорционируют с образованием H_2O_2 , либо взаимодействуют с растворенными в воде веществами. Помимо радикалов $\bar{O}_2(\dot{H}O_2)$ при фотолизе в природных водах образуются радикалы $\dot{O}H$ – наиболее эффективные окислители растворенных в воде веществ органической и неорганической природы. Радикалы $\dot{O}H$ могут образовываться и в результате других процессов – при взаимодействии ионов металлов в восстановленной форме, в частности ионов Fe^{+2} , Cu^{+2} или других доноров электрона с H_2O_2 .

Экспериментальная часть. С целью установления реакционной способности $\dot{O}H$ в отношении аминокислот было изучено их влияние на скорость обесцвечивания красителя 4-нитрозо- *N,N*-диметиланилина (ПНДМА) при фотолизе H_2O_2 в дистиллированной воде. ПНДМА применяли в качестве конкурентного акцептора $\dot{O}H$ [11].

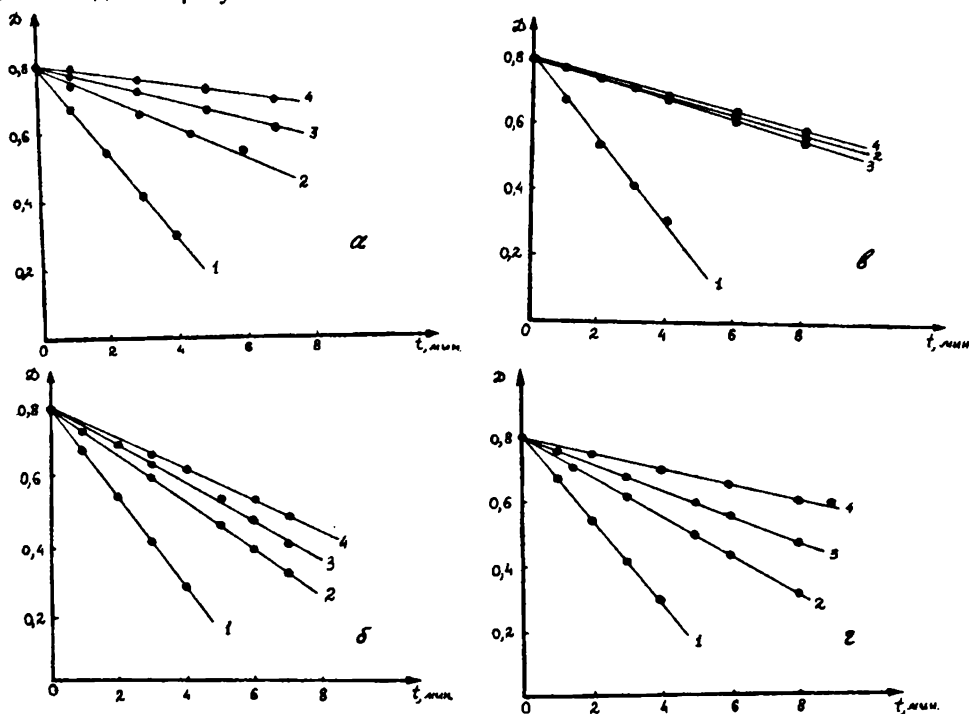
Исходный раствор ПНДМА готовили растворением 15 мг красителя в дистиллированной воде в мерной колбе (200 мл). В силу низкой растворимости ПНДМА определяли концентрацию исходного раствора, для чего измеряли оптическую плотность полученного раствора в максимуме поглощения красителя. При полном растворении красителя его концентрация в исходном растворе должна быть $3,4 \cdot 10^{-4}$ моль/л.

Фотолиз H_2O_2 осуществляли при $\lambda = 313 \text{ нм}$ при исходной концентрации $H_2O_2 \cdot 10^{-3} \text{ моль/л}$. Аминокислоты брали марки "х.ч."

Константы скорости взаимодействия радикалов \dot{OH} с аминокислотами рассчитывали по следующему уравнению:

$$K_{\dot{OH}+AK} = C \frac{[\text{ПНДМА}]}{[\text{АК}]} \left(\frac{W_1}{W_2} - 1 \right), \quad (1)$$

где $C = 1,25 \cdot 10^{10}$ – константа скорости взаимодействия \dot{OH} с ПНДМА, $[\text{АК}]$ – концентрация аминокислот, W_1, W_2 – скорости обесцвечивания ПНДМА в дистиллированной воде и в присутствии аминокислот соответственно.



Зависимости оптической плотности (D) от времени (t) при фотолизе

H_2O_2 ($\lambda = 313 \text{ нм}$, $[H_2O_2] = 10^{-3} \text{ моль/л}$; ошибка опыта $\pm 5\%$) для разных

аминокислот (концентрации в моль/л):

а) лизин: 1—0; 2— $5 \cdot 10^{-2}$; 3— 10^{-2} ; 4— $5 \cdot 10^{-3}$;

б) аланин: 1—0; 2— 10^{-3} ; 3— $5 \cdot 10^{-3}$; 4— 10^{-2} ;

в) аргинин: 1—0; 2— 10^{-2} ; 3— $5 \cdot 10^{-3}$; 4— $5 \cdot 10^{-2}$;

г) треонин: 1—0; 2— $5 \cdot 10^{-2}$; 3— 10^{-2} ; 4— $5 \cdot 10^{-3}$.

На рисунке приведены зависимости оптической плотности от времени для лизина (а), аланина (б), аргинина (в), треонина (г).

В табл. 1 приведены значения тангенса угла наклона ($tg\alpha$) зависимости D от t при различных концентрациях аминокислот (W_2).

Таблица 1

[аминокислота] ₀ , моль/л	tgα			
	лизин	аланин	аргинин	треонин
5 · 10 ⁻⁴	-	-	-	-
10 ⁻³	-	0,066	-	-
5 · 10 ⁻³	0,046	0,054	0,033	0,025
10 ⁻²	0,026	0,043	0,033	0,04
5 · 10 ⁻²	0,016	-	0,033	0,06

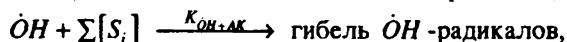
При отсутствии аминокислот $tg\alpha = 0,13(W_1)$.

По формуле (1) рассчитывали средние значения констант скоростей взаимодействия аминокислот с \dot{OH} -радикалами. Данные приведены в табл. 2.

Таблица 2

Аминокислоты	$K_{\dot{OH}+AK}$ · л.моль ⁻¹ с ⁻¹
лизин	1,3 · 10 ⁹
аланин	2,1 · 10 ⁹
аргинин	1,1 · 10 ⁹
треонин	1,54 · 10 ⁹

Таким образом, при наличии в воде аминокислот (“ловушек” \dot{OH} -радикалов) скорость обесцвечивания ПНДМА уменьшается:



где $\Sigma[S_i]$ – сумма “ловушек” \dot{OH} -радикалов. Величина $K_{\dot{OH}+AK}$ зависит от содержания в воде веществ (“ловушек” \dot{OH} -радикалов), которые при взаимодействии с \dot{OH} -радикалами образуют малореакционноспособные вторичные радикалы, не приводящие в результате последующих превращений к регенерации \dot{OH} -радикалов.

Поскольку величины $K_{\dot{OH}+AK}$ для различных аминокислот находятся в сравнительно узком диапазоне, то по этой величине можно оценить суммарное содержание в воде ловушек \dot{OH} -радикалов. Тем самым параметр $K_{\dot{OH}+AK}$ характеризует степень загрязнения природной водной среды и интенсивность радикальных процессов самоочистения.

По скорости обесцвечивания ПНДМА можно оценить скорость иницирования \dot{OH} -радикалов непосредственно в природной воде. В условиях высокой эффективности радикальных процессов самоочистения их количественная характеристика позволяет оценить предельно допустимое содержание (или сброс) данного вещества в природной водной среде при хроническом ее загрязнении.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мартынова М.В. Об интенсивности обмена соединениями азота и фосфора между донными отложениями и водой пресноводных водоемов. Экологическая химия водной среды, М.; 1988, с. 170-178.
2. Скурлатов Ю.И., Эрнестова Л.С., Штамм Е.В., Шпотова Т.В., Калинин В.Б. Редокс-состояние и сезонная токсичность природной воды.—Докл. АН СССР, 1984, т. 276, N 4, с. 1014-1016.
3. Скурлатов Ю.И., Дука Г.Г., Эрнестова Л.С. Процессы токсикации и механизмы самоочищения природной воды в условиях антропогенных воздействий.—Изв. АН Молд. ССР (серия биол. и хим. наук), 1983, N 5, с.3-21.
4. Liu D., Strachan W.M.J. A field method for determining the chemical and biological activity of sediments.—Water Res., 1981, N 15, p. 353-359.
5. Пирумьян Г.П., Мхитарян А.Г., Мартинян А.И. Окислительно-восстановительные процессы с участием перекиси водорода и поведение загрязняющих веществ в донных отложениях.— В кн.: Поведение пестицидов и химикатов в окружающей среде. Л.: Гидрометеоздат, 1991, с. 409-421.
6. Пирумьян Г.П., Мхитарян А.Г., Амбарцумян Г.Б., Налбандян Дж.М., Гаспарян С.Е. Окислительно-восстановительные процессы с участием перекиси водорода в системе вода-донные отложения.—Химия и хим. технология, 1991, N 6, с. 90-95.
7. Рыбалко С.И., Ковалюх Н.Н. К вопросу о возрасте Бугского лимана по данным изотопных исследований.— В кн.: Вопросы геохимии, минералогии, петрологии и рудообразования. Киев: Наукова думка, 1975, с. 114.
8. Винберг Г.Г. Первичная продукция водоемов. Минск: изд-во АН БССР, 1960, с. 329.
9. Михлин Д.М. Биохимия клеточного дыхания. М.: изд-во АН СССР, 1960, с. 416.
10. Пирумьян Г.П., Григорян А.К. Определение свободных и адсорбированных аминокислот в донных отложениях.— Химия и хим. технология, 1991, N 6, с. 63-67.
11. Пикаев А.К., Кабакчи С.А. Реакционная способность первичных продуктов радиолиза воды.— Справочник. М.: Энергоиздат, 1982.

Վ.Մ.ԲԻՅՅԱՆ, Գ.Պ.ՓԻՐՈՒՄՅԱՆ, Ս.Կ.ԳՐԻԳՈՐՅԱՆ

ՈՐՈՇ ԲՆԱԿԱՆ ԱՍԻՆԱԹԹՈՒՆԵՐԻ ՌԵԱԿՑԻՈՆ
ՈՒՆԱԿՈՒԹՅՈՒՆԸ $\dot{O}H$ - ՌԱԴԻԿԱԼՆԵՐԻ ՆԿԱՏՄԱՐ

Ա մ փ ո փ ո մ

Որոշվել է լիզին, ալանին, արգինին, տրեոնին ամինաթթուների ռեակցիոն ունակությունը $\dot{O}H$ -ռադիկալների նկատմամբ, որոնք տարվա տարբեր ժամանակներ մուտք են գործում Սևանա լճի ջուր հատակային նստվածքազոյացումներից: Հաշվարկվել են այդ փոխազդեցությունների արագությունների հաստատումները (K_{OH+AK}): Առաջարկված է այդ միացությունների սահմանային թույլատրելի պարունակությունների գնահատման քանակական բնութագիրը:

УДК 541.127.; 678.02;66.095

С.Л.МХИТАРЯН, Ф.О.КАРАПЕТЯН, Э.Р.САРУХАНЯН, М.З.АСАТУРЯН

ВЛИЯНИЕ ПРИРОДЫ СРЕДЫ НА АДГЕЗИОННЫЕ СВОЙСТВА СОПОЛИМЕРА ВНИЛАЦЕТАТ – БУТИЛАКРИЛАТ

Изучено влияние этанола (ЭТ) и толуола (Тол) на адгезионные свойства сополимера винилацетата (ВА) с бутилакрилатом (БА). Сополимер получен в гомогенных условиях в смеси этилацетат (ЭАц) + бутилацетат (БАц). Сополимеризация инициировалась динитрилом азонзомасляной кислоты (ДАК), а также системой пероксид бензонла (ПБ) + фенилдиэтаноламин (ФДЭА). Полагается, что винилацетатные звенья лучше сольватируются этилацетатом, а бутилакрилатные – толуолом. Использован этот подход для модификации адгезионных свойств сополимера.

Сополимер винилацетат – бутилакрилат является основой лака БАВ, применяющегося в основном в цветной типографии. В работе [1] нами изучалось влияние ЭАц и Тол на скорость сополимеризации в водных дисперсиях. Установлено, что они по-разному влияют на скорость сополимеризации. Не содержащий воды этанол практически не влияет на скорость сополимеризации, но влияет на среднюю степень полимеризации (средняя молекулярная масса уменьшается с увеличением содержания этанола в исходной смеси), а в присутствии толуола процесс тормозится примерно после 25%-ной конверсии. Аналогичное явление наблюдается при замене ДАК на редокс-систему: пероксид бензоила – фенилдиэтанол – амин (ПБ + ФДЭА). В этом случае этанол положительно действует на общий процесс, влияя на скорость сополимеризации. Добавки воды в обоих случаях оказывают положительное действие на скорость сополимеризации. Влияние воды объясняется тем, что она влияет, с одной стороны, на отношение $K_p / \sqrt{K_{ob}}$ [2–4], с другой – на эффективность инициирования [5–6]. Адгезионные свойства клеевых композиций зависят не только от средней молекулярной массы полимера, но также от молекулярно-массового распределения (ММР). Последнее, в свою очередь, зависит от кинетических параметров. Следовательно, добавки, в частности, этанола, толуола должны оказывать свое влияние на адгезионные свойства сополимера ВА-БА. Методика получения сополимера описана в [1]. Образцы синтезированных сополимеров получены при инициировании в одном случае ДАК, а в другом – ПБ + ФДЭА с добавками этанола и толуола в разных количественных соотношениях (при замене части бутилацетата на другие добавки).

Прочность склеивания на раздир и сдвиг определялась на разрывочной машине РМУ–005–1 в Ереванском филиале "Пластоплимер". На поверхность испытуемых образцов наносили клей толщиной 150–200 мк, после открытой выдержки (6–7 мин) склеиваемые образцы прикладывались друг на друга и под давлением 0,4–0,5 кг/см² выдерживали примерно 20 мин. С этих образцов снимали нарузки и в обычных условиях выдерживали от 20 до 24 часов, далее проводили испытания на прочность, в случае лидерина – на отслаивание, в случае фанеры и картона – на сдвиг. При прочности на раздир учитывалась сила на 1 см ($\bar{\sigma}$ кг/см) (табл. I).

Влияние этанола на адгезию лидерина и фанеры

Прочность на раздир, кг/см	Испытуемые образцы	Этанол, об. %	0	10	20	30	40	50
		Инициатор						
	лидерин	ДАК	0,22	0,30	0,40	0,62	-	-
		ПБ-ФДЭА	0,11	0,22	0,42	0,67	0,63	0,08
	фанера	ДАК	0,13	-	0,17	0,63	-	0,05

Полученные данные показывают, что добавки этанола увеличивают адгезионные свойства полимерной композиции на основе полимера ВА+БА и что его действие носит экстремальный характер, причем максимальное действие наблюдается в случае, когда 30% ВА заменяется на этанол.

В табл. 2 приведены данные по испытанию клея БАВ на раздир и сдвиг при склеивании триацетатной и лавсановой пленок к картону. Образцы получены в присутствии толуола.

Таблица 2

Данные по испытанию клея БАВ на раздир и сдвиг при склеивании триацетатной и лавсановой пленок к картону

Добавки, об. %	БАц	100	83	67	50	34	17
	Тол	0	17	33	50	66	83
триацетат	прочность при раздире, кг/см	0,75	0,75	0,85	0,95	0,91	0,82
	прочность при сдвиге, кг/см ²	50	51,2	55	70	60,4	54
лавсан	прочность при раздире, кг/см	0,65	0,68	0,8	0,93	0,9	0,75
	прочность при сдвиге, кг/см ²	43	43,5	51,2	65	61	55

Изучение влияния толуола. К образцу сополимера добавляли гидрохинон с целью ингибирования сополимеризации. Жидкая фаза удалялась под вакуумом, оставшийся сополимер высушивался до постоянной массы при температуре ~ 323°K. Затем навеска растворялась в ЭАц, Тол или смеси (ЭАц + Тол), в которой содержание ЭАц менялось от 0 до 100%. Концентрация исходного раствора сополимера 0,5% (по массе).

Оказалось, что вязкости (η) одних и тех же образцов в обоих растворителях отличаются друг от друга. Это объясняется тем, что ЭАц и Тол по-разному сольватируют сегменты сополимера, состоящие из ВА и БА звеньев.

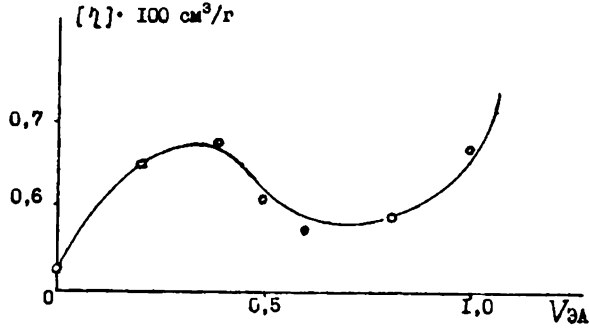
Особый интерес представляет тот факт, что действие смеси ЭАц + Тол не аддитивно. Это более наглядно, когда сополимер получается в присутствии различных объемных долей Тол при постоянстве объемной доли ЭАц. Как отмечалось выше, $V_{\text{БА}} + V_{\text{Тол}} = \text{const}$.

На рисунке показана зависимость $[\eta] \cdot 100 \text{ см}^3/\text{г}$ от объемной доли ЭАц в смеси ЭАц + Тол.

Это явление объясняется тем, что в присутствии добавок Тол сополимер, как установлено нами, обогащается звеньями бутилакрилата.

Таким образом, при изменении объемной доли толуола в смеси ЭА + Тол уве-

личивается степень "раскручивания" бутилакрилатных звеньев. При увеличении доли ЭА, по-видимому, имеет место обратное явление, чем и объясняется неаддитивность действия обоих составителей растворителя.



Зависимость $[\eta] \cdot 100 \text{ см}^3/\text{г}$ от объемной доли ЭАц в смеси ЭАц + Тол.

Общий вывод следующий: меняя состав растворителя, содержащего разные объемные доли компонентов, по-разному влияющих на конфигурацию отдельных сегментов сополимера, можно регулировать адгезионные свойства полимерной клеевой композиции и подбор объекта для обеспечения лучших показателей склеивания.

Кафедра физической и коллоидной химии

Поступила 04.06. 1998

ЛИТЕРАТУРА

1. Карапетян Ф.О., Бейлерян Н.М., Асатурян М.З. Кяшоян В.С., Мхитарян С.Л. – Арм.хим.ж. (в печати).
2. Егоян Р.В., Даниелян В.А., Бейлерян Н.М. и др. – Арм. хим. ж., 1975, т. 28, №2, с. 88.
3. Симонян Г.С., Согомомян Б.М., Бейлерян Н.М. – Кин. и катализ, 1990, т. 31, с. 997.
4. Хорозян А.Г., Даниелян В.А., Егоян Р.В., Бейлерян Н.М., Сафарян Г.Э. – Арм. хим.ж., 1991, т. 44, № 9/10, с. 570-576.
5. Симонян Г.С., Согомомян Б.М., Бейлерян Н.М. – Кин. и катализ, 1987, т. 27, с. 198.
6. Чалтыкян Р.О., Бейлерян Н.М. – Арм. хим. ж., 1973, т. 26, № 7, с. 531.

Ս. Լ. ՄԻԽՈՒՐՅԱՆ, Ֆ. Հ. ԿԱՐԱՊԵՏՅԱՆ, Ն. Ռ. ՍԱՐԴԻԱՆՅԱՆ, Մ. Զ. ԱՍԱՏՈՒՐՅԱՆ

ՄԻՋԱՎԱՅՐԻ ԲՆՈՒՅԹԻ ԱՉԴԵՑՈՒԹՅՈՒՆԸ
ՎԻՆԻԼԱՑԵՏՍՆ-ԲՈՒԹԻԼԱԿՐԻԼՍԻ ՀԱՍՏԱՊՈՒԽՄԵՐՆԵՐԻ
ԱԹՎԵԶԻՈՆ ՀԱՏՎՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ՎՐԱ

Ա ն փ ո փ ու մ

Ուսումնասիրված է էթանոլի (ԷԹ) և տոլուոլի (ՏՈլ) ազդեցությունը վինիլացետատ (ՎԱ) - բութիլակրիլատ (ԲԱ) համապոլիմերների աթիեզիոն հատկությունների վրա: Փորձերը կատարվել են երկու ուղղությամբ: Մի դեպքում համապոլիմերը ստացված է հավելույթների բացակայությամբ և լուծված Տոլ-ում, մյուս դեպքում համապոլիմերը ստացված է ԷԹ կամ Տոլ պարունակող խառնուրդում:

Նկատված է ադիտիվության բացակայություն բնութագրական մածուցիկության և ԲԱ/Տոլ հարաբերության միջև: Պարզվել է, որ աթիեզիոն հատկությունների բարելավում է դիտվում, երբ ԷԹ-ը և Տոլ-ը որոշակի ծավալային հարաբերությամբ փոխարինվում են բութիլացետատով (ԲԱց): Երեքացետատի, լիդերինի, լավսանի և ֆաներայի նմուշների օրինակների վրա ուսումնասիրված են ստացված սոսնձի աթիեզիոն հատկությունները պղկման և տեղաշարժի ուժի նկատմամբ և ցույց է տրված, որ նշված ուժերը կախված են ԲԱց/Տոլ հարաբերությունից:

УДК 541. 127 + 631. 465 + 669

М.Г. ГЕВОРКЯН, Н.М. БЕЙЛЕРЯН, М.З. АСАТУРЯН

ИЗУЧЕНИЕ КИНЕТИКИ ИНГИБИРОВАНИЯ КАТАЛАЗНОЙ АКТИВНОСТИ
 ГОРНО-КАШТАНОВОЙ ПОЧВЫ АРМЕНИИ ПОД ВЛИЯНИЕМ
 H_2SO_4 И ГИДРОКСИЛАМИНА СЕРНО-КИСЛОГО

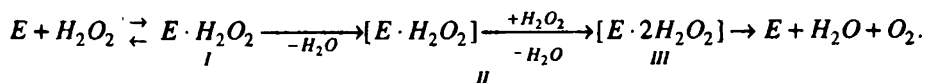
Изучена закономерность ингибирования каталазной активности горно-каштановой почвы Армении серной кислотой и серно-кислым гидроксиламином. Параллельно определены оставшиеся концентрации пероксидов двумя независимыми методами – перманганометрически и колориметрически – с целью отдельного установления общей концентрации пероксидов и концентрации одного пероксида водорода.

Установлено, что ингибирование неконкурентного характера.

Важнейшее свойство почвы – плодородие – создается под согласованным воздействием почвенных ферментов. Поэтому изучение кинетики и механизма их действия имеет важное значение для глубокого познания закономерностей, лежащих в основе процессов биохимического превращения веществ в почвах с целью улучшения их плодородия.

Каталазная активность почв определяется по скорости разложения в ней H_2O_2 , протекающего под воздействием биологических и небιологических катализаторов (ионов металлов переменной валентности). Для учета расхода субстрата по неферментативному пути в почвенной энзимологии принято проводить контрольные измерения расхода H_2O_2 в суспензиях стерильной почвы [1,2]. Стерилизацию почвы проводят нагреванием ее при $180^\circ C$ в течение трех часов. По разности скоростей расхода H_2O_2 в суспензиях нестерильной и стерильной почв определяется скорость "чистого" ферментативного процесса.

Ранее было показано, что в процессе стерилизации почвы, помимо инактивации ферментов, происходит также деструкция ее лабильной части – органических компонентов – с образованием веществ, вызывающих дополнительный расход субстрата и искажающих кинетику изучаемого процесса [3,4]. Поэтому возникает необходимость исключить термообработку почвы и инактивировать ее ферменты с помощью специфических ингибиторов. Джонсом и Саджетом [5] показано, что ферментативный распад H_2O_2 под воздействием комплексов гематина в отличие от гомогенного осуществляется при содействии кислотнo-основных групп белка. Совокупность реакций, протекающих в активном центре каталазы при распаде H_2O_2 , описывается кинетической схемой [6]:



Непосредственно в акте катализа принимают участие три типа комплексов каталазы с H_2O_2 : I – обратимый комплекс, II – комплекс Чанса [7] и III – комплекс Огури

[8]. Образование и распад последних двух комплексов осуществляется при содействии трех кислотно-основных групп белка, проявляющих свойства доноров и акцепторов протона [6]. Это дало основание полагать, что добавки кислот, в частности H_2SO_4 , могут ингибировать действие почвенной каталазы, дезактивируя основные центры молекулы фермента.

По литературным данным [9], гидроксиламин серно-кислый является эффективным ингибитором каталазы в гомогенных водных растворах.

В данной работе изучена кинетика ингибирования серной кислотой и гидроксиламином серно-кислым горно-каштановой почвы Армении.

Материал и методика. Исследование проведено на образцах горно-каштановой почвы Армении, приготовленных принятым в почвенной энзимологии способом [1,2]. Каштановые почвы Армении, развиваясь в условиях горного расчлененного рельефа, приобрели биологически разные свойства. Каштановый подтип по ферментативной активности занимает промежуточное положение между светло- и темно-каштановыми почвами. При переходе от светло-каштановых почв к темно-каштановым содержание гумуса повышается от 2,2 до 3,4% и наблюдается повышение активности как гидролитических, так и окислительно-восстановительных ферментов. Окультуренные каштановые почвы под влиянием длительного орошения и обработки приобретают более мощный гумусовый горизонт. Установлено, что каштановые почвы в большинстве случаев слабо обеспечены доступным азотом, фосфором и хорошо – калием [1].

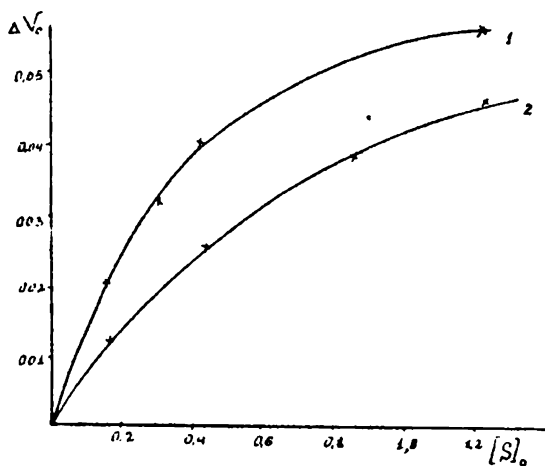


Рис. 1. Зависимость начальной скорости каталазной реакции каштановой почвы от концентрации субстрата, M (1 – колориметрия, 2 – перманганатометрия).

Каштановые почвы имеют благоприятное для действия оксиредуктаз значение pH , равное 7,0–8,5.

Каталазная активность почв нами изучена в зависимости от времени взаимодействия H_2O_2 с почвой. Скорость расхода H_2O_2 в почве определялась перманганатометрически, а также колориметрически [10]. Учитывая гетерогенность системы, каждую серию опытов проводили при постоянном соотношении твердой и жидкой фаз, чтобы исключить его влияние на скорость процесса. Для определения скорости расхода пероксида к навеске почвы, помещенной в термостат ($T = 303K + 0,05$), после термостатирования приливали необходимые добавки и раствор H_2O_2 определенной концентрации (1г почвы + 10 мл водной фазы) и, считая этот момент началом взаимодействия, в фиксированные моменты времени брали пробы из реакционной смеси и в них определяли концентрацию неизрасходованного перок-

сида, а по разности с начальной концентрацией – расход субстрата во времени. По полученным данным строили кинетические кривые расхода H_2O_2 , а также оптической плотности реакционных смесей в зависимости от различных факторов. С помощью калибровочной кривой оптической плотности H_2O_2 полученные относительные значения скорости реакции пересчитаны в абсолютные.

Результаты и их обсуждение. Перманганатометрически и колориметрически изучена зависимость скорости каталазной реакции каштановой почвы от концентрации H_2O_2 . Кинетические данные в интервале концентраций субстрата 0,15–1,2М удовлетворяют уравнению Михаэлиса–Ментен, причем колориметрически определенная скорость выше, чем перманганатометрическая (см. рис. 1).

Это обусловлено тем, что I метод специфичен для пероксида водорода, а по II методу определяется общая концентрация пероксидов в реакционной смеси (и неизрасходованный H_2O_2 , и образующиеся при окислении органических веществ почвы гидропероксиды [3,4]). Из данных табл.1 видно, что меньшее значение перманганатометрически определенной скорости процесса обусловлено большим значением величины K_m в уравнении Михаэлиса–Ментен.

Таблица 1

Значения постоянных уравнения Михаэлиса–Ментен каталазной реакции каштановой почвы (точность определения V_m и K_m 5%)

Метод	Параметр	Координаты уравнений		
		Лайнувера–Берка	Иди	Вульфа–Хейнса
колориметрический	V_m , моль/л.мин.	0,077	0,081	0,08
	K_m М	0,5	0,5	0,5
перманганатометрический	V_m , моль/л.мин.	0,08	0,075	0,08
	K_m М	0,83	0,86	0,88

Изучено влияние добавок серной кислоты на скорость расхода H_2O_2 в нестерильной каштановой почве при различных концентрациях субстрата. Кинетические данные при различных добавках H_2SO_4 в координатах двойных обратных величин представляют собой пучки прямых, пересекающихся на оси абсцисс (рис. 2а, б). Это свидетельствует о том, что независимо от метода определения скорости процесса, H_2SO_4 замедляет его по механизму неконкурентного ингибирования [11].

Таблица 2

Значения констант ингибирования (K_i , М) серной кислотой каталазной реакции каштановой почвы ($T=303$ К) (точность определения K_i 10%)

Метод	Координаты графиков	
	Лайнувера–Берка	Диксона
перманганатометрия	0,023	0,022
колориметрия	0,011	0,012

Из рис. 2 определены значения V_m (каж.) при различных концентрациях H_2SO_4 . По зависимости $1/V_m$ (каж.) – $[H_2SO_4]$ (рис. 3), а также методом Диксона

(см. рис. 4а, б) рассчитана константа ингибирования серной кислотой каталазной реакции каштановой почвы. Полученные значения константы ингибирования серной кислотой не зависят от способа его расчета, но зависят от метода изучения скорости каталазной реакции почвы: при использовании колориметрии она оказывается меньше (а устойчивость соответствующего фермент-ингибиторного комплекса больше), чем при использовании перманганатометрии (см. рис. 3, табл.2).

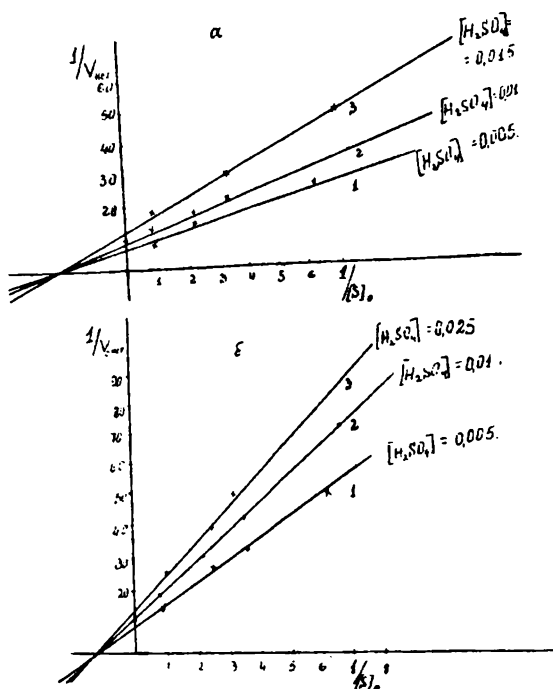


Рис. 2. Кинетические данные каталазной реакции каштановой почвы в координатах двойных обратных величин при различных концентрациях H_2SO_4 , M (а – колориметрия, б – перманганатометрия).

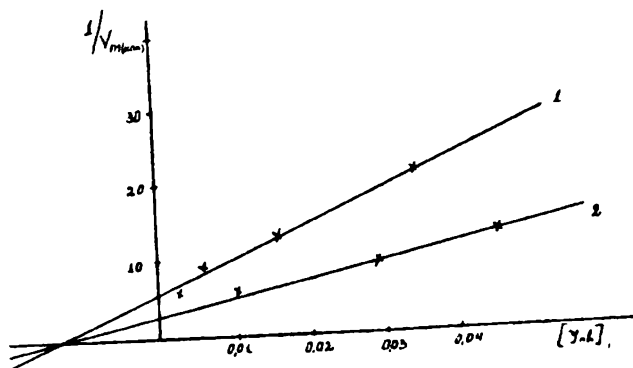


Рис. 3. Расчет постоянной ингибирования каталазной реакции каштановой почвы под воздействием, H_2SO_4 , M (1 – перманганатометрическим, 2 – колориметрическим методами).

Полученные данные о неконкурентном ингибировании почвенной каталазы под влиянием H_2SO_4 свидетельствуют о том, что они вызывают изменения в активном центре фермента, а область, ответственная за связывание субстрата, остается без изменения. Учитывая сходство функционального характера pH -зависимых параметров уравнения Михаэлиса с закономерностями обратимого влияния эффикторов, на основании полученных данных можно предположить, что с изменением pH величина наблюдаемой константы Михаэлиса каталазной реакции почвы, а следовательно, и константы диссоциации ионогенных групп фермента не претерпевает изменений.

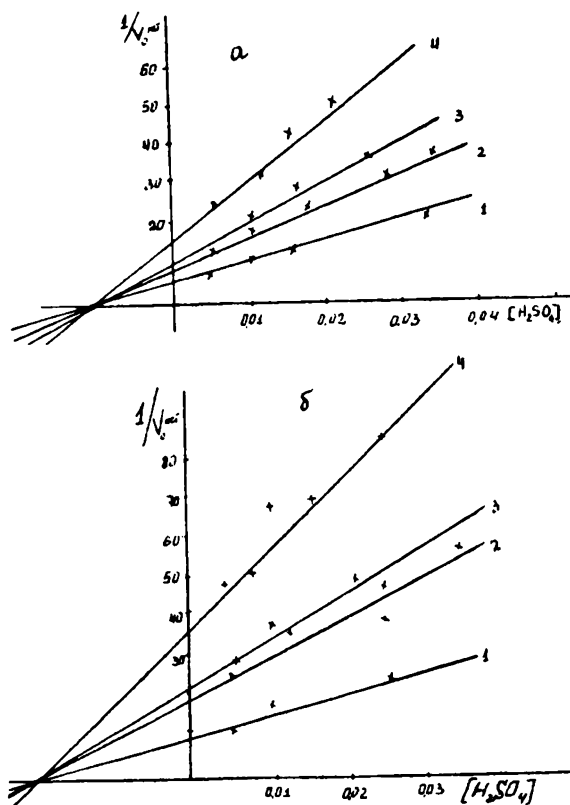


Рис. 4. Расчет постоянных ингибирования каталазной реакции каштановой почвы под воздействием H_2SO_4 методом Диксона (а – колориметрия, б – перманганатометрия) при различных H_2O_2 . М: 1 – 1,236; 2 – 0,4213; 3 – 0,32; 4 – 0,12.

Изучено также влияние гидроксилamina (ГА) на колориметрически определенную скорость расхода H_2O_2 в нестерильной каштановой почве. Анализ кинетических данных при различных добавках ГА в координатах Лайнувера–Берка позволил установить, что механизм ингибирования и в этом случае неконкурентный. Рассчитанные двумя указанными методами значения константы ингибирования почвенной каталазы под воздействием ГА совпадают: $K_i=0,019$ М.

Полученные результаты могут быть полезными при количественной оценке влияния различных факторов на биохимические процессы, протекающие в почвах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Галстян А.Ш. Ферментативная активность почв Армении. Ер.: Изд-во Айастан, 1974, 275 с.
2. Хазиев Ф.Х. Ферментативная активность почв, М., 1976, 180 с.
3. Геворкян М.Г., Галстян А.Ш., Бейлерян Н.М. – Уч.зап. ЕГУ, 1983, № 3, с.80.
4. Геворкян М.Г., Налбандян Дж.М., Бейлерян Н.М., Абрамян С.А. – Биол. журн. Армении, 1983, т. 35, с. 397.
5. Jones P., Suggett A. – Biochem. J., 1968, v 110, № 4, p. 621.
6. Полторацк О.М., Чухрай Е.С.–Вестн. Моск. ун-та, сер. 2, Химия, 1971, т.12, № 6, с. 656.
7. Chance B.– Arch. Biochem. Biophys, 1952, v. 41, p.416.
8. Ogura J– Arch. Biochem. Biophys, 1953, v. 57, p. 288.
9. Березовский Ю.В. – Биофизика, 1984, т. 29, в.3, с. 370.
10. Коростелев П.П. Приготовление растворов для химических аналитических работ, М., 1962, 275 с.
11. Березин И.В., Мартинек К. Основы физической химии ферментативного катализа, М., 1977, 280 с.

Մ.Գ. ԳԵՎՈՐԳՅԱՆ, Ն.Մ. ԲԵՅԼԵՐՅԱՆ, Մ.Ջ. ԱՍՏԱՏԻՐՅԱՆ

ԾՇՄԲԱԿԱՆ ԹԹՎԻ ԵՎ ԾՇՄԲԱԹՎԱԿԱՆ ՀԻԴՐՕՔՍԻԼԱՍԻՆԻ
ԱԶԴԵՑՈՒԹՅԱՆ ՏԱԿ ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ԼԵՌՆԱ-ՇԱԳԱՆԱԿԱԳՈՒՅՆ
ՀՈՂԻ ԿԱՏԱԼԱԶԱՅԻՆ ԱԿՏԻՎՈՒԹՅԱՆ ԻՆՀԻԲԻՑՄԱՆ
ԿԻՆԵՏԻԿԱՅԻ ՈՒՍՈՒՄՆԱՍԻՐՈՒԹՅՈՒՆԸ

Ա մ փ ո փ ո ս

Կատալազային ակտիվության որոշմանը խանգարում են հողում գտնվող մի շարք մետաղների կատիոններ: Սրանից խուսափելու համար փորձել ենք հողում գտնվող կատալազա ֆերմենտը ապակտիվացնել, ավելացնելով ծծմբական թթու: Հողի նմուշի ներկայությամբ ջրածնի պերօքսիդի քայքայման արագությունը որոշվել է զուգահեռաբար՝ պերմանգանատոմետրական և զոնաչափական մեթոդներով: Դիքսոնի մեթոդով հաշվել ենք ծծմբական թթվի ինհիբիցման հաստատունը: Պարզվել է, որ ծծմբական թթվով հողային կատալազայի ինհիբիցումը ոչ մրցակցային բնույթի է:

Նման օրինակափոխություն ենք հաստատել մակ որպես ինհիբիտոր օգտագործելով հիդրօքսիլամինի ծծմբաթթվական աղը:

УДК 543. 544 + 6

Դ.Տ. ԳԱԻԲԱԿՅԱՆ, Ի.Մ. ՄԱԼԻՆՈՎՍԿԱ, Կ.Կ. ՐՄՅԻԼՈ

ТОНКОСЛОЙНАЯ ХРОМАТОГРАФИЯ РЕДКИХ ЭЛЕМЕНТОВ НА ХИТИНЕ

Исследованы возможности применения порошков хитина в качестве сорбента для разделения ионов рения (VII), молибдена (VI), ванадия (V) и вольфрама (VI) методом тонкослойной хроматографии в зависимости от природы и состава подвижной фазы, толщины слоев и способов их активации.

Установлено, что хитин имеет повышенную избирательность сорбции по отношению к вольфраму. Величины R_f ионов зависят от природы и состава подвижных фаз, а также от химической активации слоев хитина, но не от их толщины. Предложены новые варианты разделения двойных, тройных и четверных смесей ионов вышеперечисленных элементов.

Возможность выбора сорбента органического и неорганического происхождения или использования модифицированных сорбентов, способа проведения хроматографического процесса и метода хроматографирования открывает широкие возможности для применения тонкослойной хроматографии (ТСХ) в неорганическом анализе [1].

Одна из полиморфных форм хитина (α -хитин) была применена в хроматографии вследствие особенности его строения и практически нерастворимости в воде и органических растворителях. Тонкоразмельченный хитин уже использован как неподвижная фаза (НФ) в ТСХ из-за явных его преимуществ [2]. Он использован в основном для разделения органических веществ [2–10] и неорганических ионов [11,12] методом ТСХ. Авторы этих работ доказывают целесообразность и пригодность хитина в ТСХ-анализе.

Мы задались целью исследовать возможности применения хитина в качестве сорбента для ТСХ-разделения и идентификации микроколичеств ионов рения (VII), молибдена (VI), ванадия (V) и вольфрама (VI).

Методика исследования. С помощью микрошприца на пластинку размерами 8,5 x 13 см на расстоянии 1,0 см от ее края наносили стандартные растворы, содержащие 1–2 мкг элементов. Пластинку погружали в хроматографическую камеру, содержащую подвижную фазу (ПФ) так, чтобы стартовая линия оставалась выше уровня жидкости на расстоянии 0,5 см. Камеру герметично закрывали стеклянной пластинкой. После перемещения ПФ на 10 см от линии старта пластинку извлекали из камеры, высушивали при комнатной температуре и проявляли хроматограммы, опрыскивая слой с помощью пульверизатора насыщенным раствором хлорида олова (II) в концентрированном HCl, а затем насыщенным водным раствором роданида аммония или калия. При этом зоны исследуемых элементов окрашиваются в следующие цвета: Re – в оранжевый, Mo – в розовый, V – в желтый и W – в зеленый.

Для приготовления закрепленных слоев из хитина 1,25 г крахмала или сольвара* растворяли в 12,5 мл воды и основательно перемешивали, затем добавляли 10 г

* Поливинилспирт, содержащий 10–12% ацетатных групп.

мелкораздробленного в агатовой ступке порошка хитина и смесь нагревали в течение двух минут. Полученная масса с помощью валика наносилась на стеклянную пластинку и приготавливались слои толщиной 0,2 мм. Из 10 г хитина таким путем можно приготовить около 35-40 пластин размерами 8,5x12 см. Полученные слои активизировались путем их сушки в сушильном шкафу при температуре 75°С в течение 30 минут.

Полученные результаты и их обсуждение. Результаты исследования по выбору подходящих составов ПФ для разработки методов разделения исследуемых элементов приведены в таблицах 1-6. Данные табл. 1 показывают, что при применении растворов соляной кислоты разной концентрации в качестве ПФ на закрепленных сольваром (3%) слоях хитина ионы молибдена и вольфрама остаются на стартовой линии неподвижными.

Таблица 1

Зависимость R_f рения (VII), молибдена (VI), ванадия (V) и вольфрама (VI) от концентрации ПФ (HCl).
Закрепитель - сольвар

ПФ (HCl). M	R_f		
	Re(VII)	Mo(VI)	V(v)
8	0,9	0-0,13	0,59
6	0,83	0	0,54
4	0,81	0	0,51
2	0,80	0	0,47-0,61
1	0,79	0	0-0,33
0,5	0,47-0,87	0	0
0,1	0,42-0,73	0	0

*Здесь и в последующих таблицах зоны вольфрама остаются на стартовой линии.

У перената ионов с увеличением концентрации кислоты увеличиваются величины R_f , причем при концентрации растворов этой кислоты > 1M диффузность зоны устраняется, а R_f составляет $\geq 0,8$.

Таблица 2

Зависимость R_f рения (VII), молибдена (VI), ванадия (V) и вольфрама (VI) от состава ПФ (1M HCl -этанол). Закрепитель - сольвар

ПФ (1M HCl -этанол), мл	R_f	
	Re(VII)	V(V)
10:0	0,93	0,91
9:1	0,90	0,85
3:1	0,85	0,78
1:1	0,82	0,69
1:3	0,81	0,60
1:9	0,80	0,42
0:10	0	0

Для ванадия картина аналогична с той разницей, что в интервале концентрации 0,1–0,5M ионы ванадия неподвижны, а с увеличением концентрации кислоты R_f увеличивается.

В интервале 4–8 M HCl зоны ионов компактны, и они находятся почти на середине пластинки с хитином. Таким образом при повышенной концентрации HCl наблюдается следующий ряд перемещения ионов по убыванию их величин R_f $Re > V > Mo > W$. В этих растворах удастся разделить тройные смеси ионов $Re-V-Mo$ или $Re-V-W$. Полученные данные одновременно показывают предпочтительную сорбцию ионов Mo и W на хитине.

Данные табл. 2 показывают, что добавление этанола в растворы HCl невысокой концентрации (IM) не улучшает существенно возможности разделения зон ионов, а, наоборот, уменьшает дифференциацию в миграции ионов перрената и ванадата, а в некоторых случаях ванадий образует две зоны на хроматограмме.

В следующей серии опытов мы изменяли концентрации растворов HCl при постоянном соотношении $HCl - C_2H_5OH = 3:1$ (табл. 3).

Таблица 3

Зависимость R_f рения (VII), молибдена (VI), ванадия (V) и вольфрама (VI) от состава ПФ (HCl–этанол) при переменной концентрации кислоты и постоянных объемных соотношениях компонентов ПФ. Закрепитель – сольвар

ПФ (M HCl – этанол) 3:1	R_f		
	Re(VII)	Mo(VI)	V(V)
8	0,94	0,25	0,84
7	0,89	0-0,11	0,83
6	0,87	0	0,83
4	0,87	0	0,81
2	0,86	0	0,48–0,72
1	0,85	0	0,37–0,70
0,5	0,75	0	0,22–0,51
0,1	0,74	0	0–0,81

Здесь картина не улучшается. Относительно перспективным является применение 8M раствора HCl, в котором возможно разделение смеси трех ионов $Re-Mo-W$ или $Mo-V-W$.

Несколько иная картина получается в растворах концентрированной соляной кислоты в смеси с этанолом при различных объемных соотношениях (табл. 4).

Таблица 4

Зависимость R_f рения (VII), молибдена (VI), ванадия (V) и вольфрама (VI) от состава ПФ (конц. HCl–этанол) при разных объемных соотношениях компонентов ПФ. Закрепитель – крахмал

ПФ (конц. HCl–этанол), мл	R_f		
	Re(VII)	Mo(VI)	V(V)
1:1	0,68	0,57	0,72
1:3	0,56	0–0,19; 0,46	0,60

В этих условиях, помимо рения и ванадия, перемещаются ионы молибдена, а ионы вольфрама остаются неподвижными.

Применение в качестве ПФ органических (муравьиной и уксусной) кислот не улучшало возможность разделения, поэтому мы сочли более перспективным применение в качестве ПФ 10 М растворов гидроксида аммония в смеси с этанолом. Данные табл. 5 показывают, что в растворе чистого спирта перемешаются только ионы перрената малой гидрофильности, что вызывает минимальную сорбцию. С увеличением объема раствора аммиака систематически увеличивается миграция ионов ванадия и молибдена. Миграция перренат-ионов изменяется мало, а ионы вольфрама остаются на стартовой линии слоя из-за высокой их сорбируемости на хитине. Наилучший состав ПФ, при котором возможно разделение смеси четырех компонентов, — это когда отношение компонентов ПФ составляет 4:1, при этом по миграционной способности ионы располагаются в ряд по уменьшению их R_f : $Re > Mo > V > W$.

Таблица 5
Зависимость R_f рения (VII), молибдена (VI), ванадия (V) и вольфрама (VI) от состава ПФ (10 М NH_4OH — этанол). Закрепитель — сольвар

ПФ (10 М NH_4OH — этанол), мл	R_f		
	Re(VII)	Mo(VI)	V(V)
10:0	0,96	0,83	0,89
9:1	0,92	0,64	0,88
8,5:1,5	0,90	0,53	0,86
4:1	0,89	0,45	0,71
3:1	0,89	0,43	0—0,23;0,7
1:1	0,87	0,42	0;0,65
1:3	0,86	0,30	0;0,62
1:9	0,85	0,06—0,25	0;0,43
0:10	0,83	0	0

Дальнейшее исследование показало, что применение растворов хлорида аммония в качестве ПФ не перспективно. Для разделения исследуемых ионов относительно лучшим вариантом является применение аммиачных буферных растворов в качестве ПФ (табл. 6).

Таблица 6
Зависимость R_f рения (VII), молибдена (VI), ванадия (V) и вольфрама (VI) от состава ПФ, аммиачной буферной смеси различной концентрации. Закрепитель — сольвар

ПФ, 1М NH_4OH — 0,1М NH_4Cl , мл	R_f		
	Re(VII)	Mo(VI)	V(V)
10:0	0,84	0,87	0,76
9:1	0,92	0,88	0,57—0,9
3:1	0,75—1,0	0,90	0,4—0,78
1:1	0,79—1,0	0,89	0,37—0,68
1М NH_4OH — 1М NH_4Cl			
9:1	0,92	0,69—0,85	0,65—0,86
3:1	0,95	0,96	0,88
1:1	0,94	0,95	0,94

Эти данные показывают, что увеличение концентрации хлорида аммония в аммиачной буферной смеси увеличивает R_f ионов молибдена и ванадия. Ионы вольфрама остаются на стартовой линии. Таким образом из всего полученного можно установить высокую селективность сорбции вольфрама на хитине.

Было также исследовано влияние толщины слоев на возможность разделения ионов и компактности их зон на воспроизводимость полученных величин R_f . Использованы слои хитина толщиной 0,2; 0,35; 0,5; 0,75 мм (табл.7).

Применяя в качестве ПФ смесь 10М NH_4OH – этанол в объемном соотношении 8,5:1,5, а в качестве закрепителя – сольвар, получили следующие результаты: с увеличением толщины слоев величина R_f практически не изменяется, однако время проявления уменьшается, а зоны ионов становятся более компактными. Оптимальной толщиной слоя для хитина мы считаем 0,5 мм.

Таблица 7

Зависимость R_f рения (VII), молибдена (VI), ванадия (V) и вольфрама (VI) от толщины слоя хитина. Закрепитель – сольвар. ПФ (10 М NH_4OH – этанол, 8,5-1,5)

Толщина слоев мм	Время проявления, мин.	R_f		
		Re(VII)	Mo(VI)	V(V)
0,2	38	0,9	0,53	0,89
0,35	24	0,92	0,52	0,90
0,50	13	0,91	0,52	0,90
0,75	14	0,92	0,51	0,90

В табл. 8 приведены данные по исследованию влияния активации слоев хитина путем нагревания при различном температурном режиме на хроматографическое поведение ионов. Слои нагревали в течение 30 мин. при 50;75; 100; 125 и 150° С .

Таблица 8

Зависимость R_f рения (VII), молибдена (VI), ванадия (V) и вольфрама (VI) от степени активации слоев хитина. Закрепитель – сольвар. ПФ (10М NH_4OH – этанол)

Степень активации слоев, С°	Время проявления, мин	R_f		
		Re(VII)	Mo(VI)	V(V)
20 (не акт.)	35	0,86	0,38	0,70
50	22	0,90	0,45	0,87
75	13	0,91	0,52	0,9
100	14	0,91	0,5–0,73	0,75–0,90
125	11	0,92	0,69–0,82	0,89
150	10,5	0,90	0,83	0,89

С целью сравнения приведены соответствующие данные R_f для незакрепленного (высушенного при комнатной температуре) слоя. Выяснилось, что с повышением температуры активации уменьшается время проявления хроматограммы. Активация мало влияет на R_f рения и ванадия, но систематически увеличивает значение R_f молибдена. С другой стороны, повышение температуры активации ухудшает воз-

можность разделения ионов. Лучше всего они разделяются на неактивизированных слоях хитина, хотя при этом в последнем случае значительно увеличивается продолжительность процесса хроматографирования.

Для перемещения вольфрама со стартовой линии слоя требуется использование концентрированного раствора аммиака в смеси с этанолом при их отношении 4:1 соответственно.

Таким образом, исследованы возможности применения порошков из хитина в качестве сорбента для разделения и идентификации ионов редких элементов Re, Mo, V и W методом ТСХ в зависимости от природы и состава ПФ, толщины слоя и степени активации слоев. Установлено, что хитин имеет свойства высокой избирательной сорбции по отношению к ионам W (VI), низкой – к Mo (VI) и V (V), но не к Re (VII). Величины R_f ионов зависят от природы и состава ПФ, а также от активации слоя хитина, но не от толщины слоев. Таким образом предложены новые варианты разделения двойных, тройных и четверных смесей названных элементов.

ЕГУ, Люблинский им. Марии-Кюри
Склядовской университет (Польша)

Поступила 21.04. 1998

ЛИТЕРАТУРА

1. Вольнец М.П. Тонкослойная хроматография в неорганическом анализе М.: Наука, 1974, 151 с.
2. Różyło J.K., Gwis - Chomicz D. and Malinowska I. – J. Planar Chromatogr., 1988, v. 1, p. 235–238.
3. Takeda M. Tomida T. – J. Shim. Univ. Fish., 1969, v. 18.
4. Takeda M., Tomida T. – J. Shim. Univ. Fish., 1972, v. 20.
5. Muzzurelli R.A., Lepri L., Desideri P. – J. Chromatogr., 1977, v. 139.
6. Lepri L., Desideri P., Tanturli G. – J. Chromatogr., 1978, v. 147.
7. Nanlik J., Dardowska L., Naugebauer W., Kupryszewski G. – Chem. Anal, 1985, No. 1.
8. Różyło J.K., Gwis - Chomicz D. and Malinowska I. – J. Suppl. Chromatogr., 1985, No. 4, p.50–55.
9. Różyło J.K., Gwis - Chomicz D. and Malinowska I. Proceedings of the Second International Symposium on Instrumental TLC - HPTLC, Wuerzburg, 1985, p. 173–187.
10. Różyło J.K., Malinowska I., Gwis - Chomicz D. – J. Liq. Chromatogr., 1986, No. 9, p.3447–3459.
11. Różyło J.K., Malinowska I., Musheghyan A.V. – J. Planar Chromatogr., 1989, No. 2, p.374–377.
12. Takeda M., Tomida T. – J. Shim. Univ. Fish., 1972, v. 20.
13. Lepri L., Desideri P., Tanturli G. – J. Chromatogr., 1978, v. 147.

Գ.Ս. ԳԱՅՐԱԳՅԱՆ, Ի. ՄԱԼԻՆՈՎՍԿԱ, Յ.Կ. ՌՈՒԺԻԼՈ

ԽԻԹԻՆԻ ԿԻՐԱՌՄԱՄԲ ՀԱԶՎԱԳՅՈՒՏ ՏԱՐՐԵՐԻ
ՆՐԲԱՇԵՐՏ ԶՐՈՍԱՏՈԳՐԱՖԻԱՆ

Ամփոփում

Կիրառելով խիթինը որպես սորբենտ, նրբաշերտ քրոմատոգրաֆիական եղանակով ուսումնասիրել ենք ռենիումի (VII), մոլիբդենի (VI), վանադիումի (V) և վոլֆրամի (VI) իոնների բաժանման հնարավորությունը՝ կախված շարժում ֆազի բնույթից և բաղադրությունից, խիթինի շերտերի հաստությունից և դրանց քիմիական ակտիվացումից:

Հաստատվել է, որ խիթինը ունի կլանման մեծ խնամակցություն հանդեպ վոլֆրամը: Իոնների R_f մեծությունը կախված է շարժում ֆազի բնույթից և բաղադրությունից, ինչպես նաև խիթինի շերտերի ակտիվացումից, բայց կախված չէ դրանց հաստությունից: Առաջարկված են վերոհիշյալ իոնների երկյակ, եռյակ և քառյակ խառնուրդների բաժանման նոր եղանակներ:

УДК 543.4+542.65+546.59+668.813

Н.О.ГЕОКЧЯН, К.Х. АВАКЯН, А.А. ЕГИАЗАРЯН, ДЖ.А. МИКАЕЛЯН, А.Г. ХАЧАТРЯН

ИЗУЧЕНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ БРОМАУРАТА С РИВАНОЛОМ ЭКСТРАКЦИОННО-АБСОРБЦИОМЕТРИЧЕСКИМ МЕТОДОМ В СЕРНО-КИСЛОЙ СРЕДЕ

В работе показано, что для экстрагирования бромаурата риванола из серно-кислых сред эффективным экстрагентом является дихлорэтан (ДХЭ). Оптимальная кислотность водной фазы – pH 2,0. Градуировочный график прямолинеен в интервале содержания A_{ii} 0,11 – 3,6 $\mu\text{кг}/\text{мл}$. Соотношение золота (III) и риванола в экстрагируемом ионном ассоциате равно 1:1. Среднее значение кажущегося коэффициента молярного поглощения $\bar{\epsilon}_{370} = 3,3 \cdot 10^4$. Разработан экстракционно-абсорбциометрический метод определения золота в медно-сульфидных рудах.

Ранее для экстракционно-абсорбциометрического определения микрограммовых количеств золота нами были применены акридиновые красители в серно-кислой среде. Из акридиновых красителей применялись акридиновый оранжевый, акрифлавин и акридиновый желтый [1–3].

Настоящее сообщение посвящено изучению взаимодействия бромаурата с риванолом в бромидно-сернокислой среде с целью разработки метода экстракционно-абсорбциометрического определения микроколичеств золота в медно-сульфидных рудах. Риванол является представителем акридинового ряда.

Экспериментальная часть. Стандартные растворы золота (III) готовили по методу, описанному в [4]. Растворы бромиды калия и риванола готовили из точной навески препаратов. Риванол подвергался перекристаллизации. Важным условием для проведения экстракции является вопрос о растворителе. С этой целью были использованы различные органические растворители и их бинарные смеси. Наиболее пригодным экстрагентом оказался дихлорэтан (ДХЭ). Сняты спектры поглощения экстрактов образованного ионного ассоциата, “холостого” и водной фазы красителя риванола. Максимум светопоглощения наблюдается при длине волны $\lambda = 370 \text{ нм}$, наблюдается и второй максимум при $\lambda = 450 \text{ нм}$ с довольно низким значением оптической плотности экстрактов (снято на спектрофотометре СФ-16).

Установлено, что оптическая плотность растворов с концентрацией лиганда KBr $(1,2 - 2,0) \cdot 10^{-2} \text{ моль/л}$ и красителя $(0,8 - 1,5) \cdot 10^{-4} \text{ моль/л}$ максимальна при кислотности водной фазы pH 2,0 по H_2SO_4 . Экстракционное равновесие достигается за 2 мин., окрашенные экстракты устойчивы в течение 72 ч. Методом повторного экстрагирования [5] определен фактор извлечения ($R = 89\%$). Соотношение водной и органической фаз 1:1. Диапазон определяемых концентраций A_{ii} составляет 0,11–3,6 $\mu\text{кг}/\text{мл}$ водной фазы. Исходя из калибровочного графика, был рассчитан молярный коэффициент светопоглощения: $\bar{\epsilon}_{370} = 3,3 \cdot 10^4$.

Мольное соотношение между бромаурат-анионом и катионом риванола в образующемся ионном ассоциате было определено методом прямой линии Асмуса и ока-

залось равным 1:1. В оптимальных условиях образования и экстракции бромаурата риванола было изучено влияние ряда катионов и анионов на избирательность экстракции.

Данные приведены в табл. 1.

Таблица 1

Допустимые молярные соотношения ионов при экстракционно-абсорбциометрическом определении $1,15 \cdot 10^{-5}$ M золота (III) в конечном объеме водной фазы (оптимальные условия — в тексте, среда H_2SO_4)

Ион элемента	Массовое соотношение [элемент] : [Au]
Co(II)	$3,2 \cdot 10^5$
Mn(II)	$4,0 \cdot 10^5$
Zn	$3,0 \cdot 10^5$
Cu(II)	$4,0 \cdot 10^4$
Ni(II)	$7,0 \cdot 10^4$
Ca	$6,0 \cdot 10^4$
Mg	$6,0 \cdot 10^4$
Al	$6,0 \cdot 10^4$
Cd	$3,0 \cdot 10^4$
Cl	$5,0 \cdot 10^3$

Определению мешают Pt (IV) и Sb (V). Как видно из табл. 1, риванол обеспечивает более высокую избирательность в серно-кислой среде, чем в соляно-кислой. На основании полученных результатов разработан экстракционно-абсорбциометрический метод определения золота, апробированный на золотосодержащих медно-сульфидных рудах.

Выполнение определения. Навеску около 1,0 г мелкоизмельченного образца анализируемой руды переносят в колбу Эрленмейера вместимостью 250 мл и приливают 20 мл смеси концентрированных серной и азотной кислот (3:1). После прекращения бурной реакции колбу нагревают на водяной бане, время от времени перемешивая содержимое колбы. Упаривают до минимального объема (3–5 мл). В случае необходимости для полноты разложения добавляют новую порцию смеси кислот объемом 5–10 мл. Упаривают до влажных солей, после чего добавляют 3–5 мл 0,05 моль/л раствора серной кислоты и 20–30 мл горячей дистиллированной воды, пропускают содержимое колбы через стеклянный фильтр и на нем промывают остаток горячей дистиллированной водой. К полученному фильтрату, объемом не более 50–60 мл, прибавляют 0,15–0,20 мг теллура, 4–5 мл 0,01 M раствора серной кислоты, нагревают до кипения и прибавляют 15 мл 10 %-ого раствора гидразина и 5–10 мл 10 %-ого хлорида олова (II), растворенного в соляной кислоте (1:9). Выдерживают на водяной бане 10–15 мин., отфильтровывают осадок через 3–4 ч. или на следующий день. Осадок промывают на фильтре при помощи 6–7 мл горячей концентрированной серной кислоты, содержащей небольшое количество азотной кислоты, приливая последнюю по каплям и собирая фильтрат в стакане емкостью 100 мл. Промывают фильтр 2–3 раза горячей дистиллированной водой, собирая промывные воды в тот же стакан, упаривают фильтрат с промывными водами на водяной бане досуха и проводят денитрацию (удаление оксидов азота) горячей дистиллированной водой, повторяя указанную операцию 3–4 раза. Остаток переносят в делительную воронку при помощи 0,01 M раствора серной кислоты, создавая оптималь-

ные условия экстракции (добавляют $(1,2-2,0) \cdot 10^{-2}$ M раствора бромида калия и $(0,8-1,5) \cdot 10^{-3}$ M раствора риванола). Доводят объем водной фазы до 10 мл при помощи того же 0,01 M раствора серной кислоты, прибавляют равный объем ДХЭ и проводят экстракцию в течение 2 мин. После отделения фаз измеряют ОП полученного органического экстракта на спектрофотометре при длине волны 370 нм. Содержание золота в анализируемом образце рассчитывают при помощи градуировочного графика или по методу добавок.

Данные анализа образцов сульфидной золотосодержащей руды приведены в табл. 2.

Таблица 2

Результаты экстракционно-абсорбциометрического определения золота в руде (образец № 794-76. Управление геологии РА). Навеска 1,0 г, $t_1 = 0,2$, $n = 5$, $P = 0,95$

Найдено Au, пробирным методом, г/г	Au, г/г	Au, г/г	Sr	$\bar{c} \pm b$, г/г
	добавлено	найденно		
1,7	0,0	1,724	0,03	$1,72 \pm 0,06$
	0,5	2,183	0,03	$1,68 \pm 0,06$
	1,0	2,741	0,04	$1,74 \pm 0,08$
	2,0	3,596	0,05	$1,60 \pm 0,10$
	2,5	4,301	0,06	$1,80 \pm 0,11$

Таким образом, сопоставляя приведенные данные с полученными ранее для определения золота в соляно-кислой среде [6], можно заключить, что в серно-кислой среде риванол обеспечивает высокую избирательность. Достаточно широк диапазон определяемых концентраций золота (III), что несколько превосходит таковой для хлораурата в соляно-кислой среде. Образующийся ионный ассоциат более устойчив в серно-кислой среде (72 часа), что проявляется в длительной неизменности значений оптической плотности во времени.

Высоко и значение молярного коэффициента светопоглощения:

$$\bar{\epsilon}_{H_2SO_4} = 3,3 \cdot 10^4$$

Кафедра аналитической химии

Поступила 05.05.1998

ЛИТЕРАТУРА

1. Микаелян Дж.А., Хачатрян А.Г. Изучение взаимодействия бромаурата с основным красителем акридиновым оранжевым в сернокислой среде. – Уч. записки ЕГУ, 1989, №2 (171), с. 72 – 74.
2. Микаелян Дж.А., Хачатрян А.Г. Изучение взаимодействия бромаурата с акрифлавином экстракционно-абсорбциометрическим методом в сернокислой среде. – Уч. записки ЕГУ, 1990, №2 (174), с. 92-95.
3. Микаелян Дж.А., Хачатрян А.Г. Изучение взаимодействия бромаурата золота с красителем акридиновым желтым экстракционно-абсорбциометрическим методом. – Уч. записки ЕГУ, 1987, №2 (165), с. 105-108.
4. Тараян В.М., Микаелян Дж.А. Взаимодействия золота (III) с некоторыми тиазиновыми красителями. – Арм. хим. ж., 1968, т. 21, №10, с. 829-835.
5. Блюм И.А. Экстракционно-фотометрические методы анализа. М.: Наука, 1970, с. 34.
6. Геокчян Н.О., Авакян К.Х., Егизарян А.А., Микаелян Дж. А., Хачатрян А.Г. Экстракционно-абсорбциометрическое определение золота (III) с риванолом в соляно-кислой среде. – ДАН РА, 1999, № 3.

Ն.Օ. ԳՅՈԿՉՅԱՆ, Կ.Խ. ԱՎԱԳՅԱՆ, Ա.Ա. ԵՂԻԱԶԱՐՅԱՆ,
Ջ.Ա. ՍԻՔԱՅԵԼՅԱՆ, Հ.Գ. ԽԱՉԱՏՐՅԱՆ

**ԲՐՈՍԱՆՈՒՐԱՏԻ ԵՎ ՌԻՎԱՆՈԼԻ ՓՈԽԱԶԴԵՑՈՒԹՅԱՆ
ՈՒՍՈՒՄՆԱՍԻՐՈՒԹՅՈՒՆԸ ԾՆՄԲԱԹՎԱՅԻՆ ՄԻՋԱՎԱՅՐՈՒՄ
ԷՔՍՏՐԱԿՑԻՈՆ-ԱԲՍՈՐԲՑԻՈՍԵՏՐԱԿԱՆ ԵՂԱՆԱԿՈՎ**

Ա մ փ ո փ ու մ

Ցույց է տրված, որ ծծմբաթթվային միջավայրից ($pH\ 2,0$) ռիվանոլի բրոմատուրատի կորզման համար արդյունավետ կորզիչ է համարվում դիքլորէթանը: Թվացող մարման մոլային գործակիցը $\bar{\epsilon}_{370} = 3,3 \cdot 10^4$: Ոսկու և ռիվանոլի հարաբերությունը կորզվող իոնական ասոցիատում կազմում է 1:1: Մշակված է ոսկու կորզման էկստրակցիոն-աքսորբցիոմետրական եղանակ ռիվանոլով ոսկի պարունակող սուլֆիդային հանքերում:

УДК 546.+548.6+542

Р.В.КАЛАГОВА, Н.И.КАЛОЕВ, Г.Г. ГРИГОРЯН, А.И. МАРТИРЯН,
Л.Г. АРУСТАМОВА

ИССЛЕДОВАНИЕ ТВЕРДЫХ РАСТВОРОВ НА ОСНОВЕ МОЛИБДЕНА И ЖЕЛЕЗА

Изучено взаимодействие компонентов в системе $Mo - Fe$ и установлено образование четырех интерметаллических соединений: $FeMo$, Fe_5Mo_3 , Fe_2Mo и Fe_7Mo_6 .

Установлена область образования пересыщенного раствора железа и молибдена, способного к дополнительному упрочнению за счет дисперсионного твердения. Обнаружено, что система 32 ат. % Mo и 68 ат. % Fe обладает высоким значением коэрцитивной силы за счет распада однофазного раствора при охлаждении и образовании ферромагнитных $\alpha - Fe$ и Fe_2Mo .

Среди промышленных материалов молибден обладает рядом особых технических свойств и, в первую очередь, придает сплавам на его основе высокие антикоррозионные свойства.

Этот металл повышает электросопротивление сплавов, что позволяет применять их на высоких частотах. Молибден относится к тугоплавким металлам, которые, кроме высоких температур плавления, кипения и температур рекристаллизации, имеют, как и α -железо, объемно-центрированную кубическую решетку, для которой характерно охрупчивание при определенных температурах. Для молибдена это – комнатная температура, а для железа – ниже комнатной [1]. Пластическое деформирование этих металлов должно производиться в нагретом состоянии – не ниже температуры рекристаллизации.

Сплавы на основе железа предназначаются для рабочих температур не выше $700^\circ C$ ($T_{пл.} 1539^\circ C$), на основе молибдена ($T_{пл.} 2610^\circ C$) – не выше $1200-1300^\circ C$. В любом случае при температурах выше $900^\circ C$ прочность сплавов тугоплавких металлов превосходит прочность стали аустенитного класса [1].

Соединения легирующих элементов с железом, в том числе и с молибденом, относятся к ферросплавам, которые применяются главным образом для легированных сталей с улучшенными свойствами в основном при выплавке быстрорежущих, инструментальных и нержавеющей сталей [2]. Ферросплавы и легирующие добавки получают из соответствующих руд или концентратов путем восстановления активными элементами (углерод, кремний, алюминий) или электролизом. В [3] ферромolibден получают проплавлением молибденового концентрата, железной руды, железной стружки, восстановителя с активным элементом – кальцием и флюсом.

Известно, что кристаллы α -железа отличаются ярко выраженной анизотропией магнитных свойств. Ребро куба является осью наиболее легкого намагничивания, поэтому получение текстуры куба (т.е. структуры с одинаковой ориентацией всех кристаллов) привело бы к резкому различию магнитных свойств в направлениях, перпендикулярных друг другу. У обычного технического железа магнитная проницаемость приблизительно равна $0,0012 Tm^2/A$. Получение высоких магнитных свойств на сплавах $Mo - Fe$ возможно лишь при условии высокой чистоты металлов

(особенно по углероду), при высокой дисперсности и текстурованной структуре, в соответствии с чем сплавы выплавлялись в электродуговой печи в атмосфере очищенного аргона из предварительно спрессованных молибдена и железа высокой чистоты (96, 95 и 96, 95 % масс. соответственно) [4]. Угар при выплавке сплавов составляет не более 2 ат. %.

Необходимо отметить, что в двойных металлических системах с участием переходных металлов при вводе третьего компонента образующиеся тройные соединения связаны с составом двойных фаз, что отвечает их сочетанию и предоставляет возможность рассматривать их как производные соответствующих двойных соединений [5–6].

Изучение взаимодействия компонентов в системе *Mo – Fe* и корреляция полученных результатов с магнитными свойствами представляют возможность использования ферромолибдена и в качестве лигатуры для получения тройных и четверных специальных сплавов с особыми свойствами, к которым можно отнести высокую величину намагниченности и магнитострикцию.

При исследовании взаимодействия молибдена и железа в твердых растворах за основу был принят вариант диаграммы состояния, предложенный в [7], куда внесены изменения с учетом [8,9].

В настоящей работе взаимодействие компонентов в системе при 773 К изучалось комплексом методов физико-химического анализа [10]. Гомогенизацию проводили в течение 800 ч. при 1273 К и 800ч. при 773 К с последующей закалкой в ледяной воде.

Изменение твердости проводили на приборе ТП при нагрузке 100 Н. Рентгенофазовый анализ был выполнен при помощи дифрактометра на кобальтовом K_{α} -фильтрованном излучении.

Обсуждение результатов. В табл. 1 приводятся состав сплавов на основе молибдена и железа и результаты рентгенофазового анализа образцов, закаленных при 773 К.

Таблица 1

Фазовый состав

№ образца	Состав сплава, ат. %		Фазовый состав
	<i>Mo</i>	<i>Fe</i>	
1	0	100*	$\alpha - Fe$
2	32	68	$Fe_2Mo + \alpha - Fe$
3	33	67	Fe_2Mo
4	36	64	$Fe_5Mo_3 + Fe_7Mo_6$
5	43	57	$Fe_7Mo_6 + Fe_2Mo$
6	50	50	$Fe_7Mo_6 + Mo$
7	100	0	<i>Mo</i>

* Образец получен после глубокого травления.

На дифрактограмме образца состава 43 ат.% *Mo* и 57 ат.% *Fe* показано, что содержатся две системы отражений (характерные как для структурного типа W_6Fe_7 , так и для гексагональной кристаллической решетки структурного типа $MgZn_2$ (фаза Лавеса)).

Из диаграммы состояния системы *Mo – Fe* (см. рис.) видно, что молибден сужает γ -область (γ -железо обычно реализуется в области от 1179 до 1665 К) и замыкает систему при 3% молибдена. Установлено, что образование интерметаллических соединений *FeMo* (σ -фаза) и Fe_5Mo_3 (*R*-фаза) происходит по перитекти-

ческой реакции, а в твердом состоянии по перитектоидным реакциям образуются еще две фазы, отвечающие составам Fe_2Mo (λ -фаза) и Fe_7Mo_6 (μ -фаза). Кристаллографические данные приведены в табл. 2.

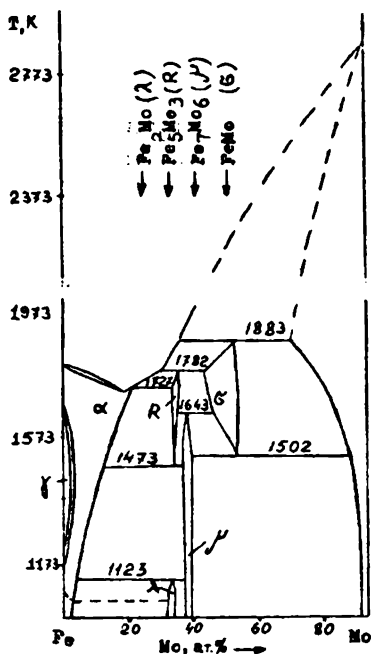


Диаграмма состояния системы $Mo - Fe$.

Таблица 2

Кристаллографические характеристики системы $Mo - Fe$

Система	ИМС	Способ образования	Т, К	Структура		Периоды решетки		
				система	тип	a	α	c
$Fe - Mo$	R -фаза Fe_5Mo_3	перитектический	1782	ромбоздри- ческая гексаго- нальная	-	0,9016 1,0910	74,46	- 1,9354
	σ -фаза $FeMo$	перитектический	1883	тетраго- нальная	$\beta - U$	0,9218	30,62	0,4813
	μ -фаза Fe_7Mo_6	перитектоидная	1643	ромбоздри- ческая	-	0,9001		-
	λ -фаза Fe_2Mo	перитектоидная	1123	гексаго- нальная	Fe_7W_6 $MgZn_2$	0,4754 0,4745		2,5710 0,7734

Полученные сплавы с содержанием молибдена до 30–40 ат.% относятся к безуглеродным дисперсионно-твердеющим сплавам и при вышеуказанных условиях гомогенизации и закалки обладают высокой коэрцитивной силой H_c . Повышение H_c до 20000 А/М² в системе 32 ат.% Mo и 68 ат.% Fe связано с распадом однофазового сплава в процессе охлаждения с образованием высокодисперсных ферро-

магнитных фаз: $\alpha - Fe$ и Fe_2Mo . Высокие значения H_c , иначе говоря, магнитной твердости, связаны также с легированием железа сверх предела растворимости. Значения твердости варьируются в интервале 1600-1800 МН/м².

Кафедра катализа

Поступила 29.05. 1998

ЛИТЕРАТУРА

1. Гуляев А.П. *Металловедение*. М.: *Металлургия*, 1966, с. 349-364.
2. Циммерман Р., Гюнтер К. *Металлургия и материаловедение* (Пер. с нем. под ред. Полунина П.И.), М.: *Металлургия*, 1982, с. 308-312.
3. Авт. свид-во СССР №572523, кл. С 22с 33/00.
4. Калагова Р.В., Калоев Н.И., Соколовская Е.М. – *Цветная металлургия*, 1986, №2, с. 122-124.
5. Марков В.Я. – *Металлы*, 1966, №1, с. 156.
6. Agamuedhed R., Schubert K. – *Mettalkund.* 1965, v 56, p. 93.
7. Кубашевски О. *Диаграммы состояния двойных систем на основе железа* – М.: *Металлургия*, 1985, 180 с.
8. Hidedxy E. Equilibrium diagram of binar $Mo - Fe$ system in the steel melting temperatures range. – *J. Iron and Steel Inst. Jap.*, 1979, v. 65, №11, p. 170-174.
9. Yoshiynki U., Eyl J., Toshisada M. Iron - Molybdenium Phase Diagram in the temperature range of 1360 to 1622 °C. – *J. Iron and Steel Inst. Jap.*, 1983, v. 69, №6, p. 556-563.
10. Михеева В.И. *Метод физико-химического анализа в неорганическом синтезе*. М.: *Наука*. 1975, 271 с.

Ռ. Վ. ԿԱԼԱԳՈՎԱ, Ն.Ի. ԿԱԼՈՅԵՎ, Գ.Գ. ԳՐԻԳՈՐՅԱՆ, Ա.Ի. ՄԱՐՏԻՐՅԱՆ, Լ.Գ. ԱՌՈՒՏԱՄՈՎԱ

ՄՈԼԻԲԴԵՆԻ ԵՎ ԵՐԿԱԹԻ ՀԻՄՔՈՎ ՊԻՆԴ ԼՈՒԾՈՒՅԹՆԵՐԻ ՈՒՍՈՒՄՆԱՍԻՐՈՒԹՅՈՒՆԸ

Ա մ փ ո փ ու մ

Ուսումնասիրված է $Mo-Fe$ համակարգում բաղադրիչների փոխազդեցությունը, պարզված է չորս ինտերմետաղական միացությունների ($FeMo$, Fe_5Mo_3 , Fe_2Mo , Fe_7Mo_6) առաջացումը: Որոշված է երկաթի և մոլիբդենի գերհագեցած լուծույթի առաջացման շերտը, պարզված է ի հաշիվ դիսպերսիոն պնդացման լրացուցիչ կարգավորվածության ընդունակությունը:

Հայտնաբերված է, որ Mo 32 ատոմ.%, Fe 68 ատոմ.% պարունակող համակարգը ունի մեծ կոերցիտիվ ուժ՝ ի հաշիվ սառեցման ընթացքում լուծույթի քայքայման և $\alpha - Fe$ ու Fe_2Mo ֆերոմագնիսների առաջացման:

УДК 577.155.3.

Մ.Լ. ԵՎՈՐԿՅԱՆ, Մ.Ա. ԴԱՎՅԱՆ

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОДУКТОВ ТРИПТИЧЕСКОГО ГИДРОЛИЗА АРГИНАЗЫ МЕТОДОМ ГЕЛЬ-ФИЛЬТРАЦИИ

Методом гель-фильтрации на колонках с сефадексами G-100 и G-150 исследовали продукты триптического гидролиза аргиназы печени крупного рогатого скота. Показано, что под действием трипсина в течение 16 часов при pH 9,5 и $37^{\circ}C$ происходит образование сравнительно небольших фрагментов с молекулярной массой 11000-13000 *дальтон*. Добавление ионов двухвалентного марганца к раствору аргиназы или обработка его янтарным ангидридом лишь в небольшой степени влияет на ход триптического гидролиза – молекулярная масса образующихся фрагментов несколько увеличивается. Это, очевидно, связано с блокированием некоторых чувствительных к трипсину пептидных связей на поверхности молекулы аргиназы.

Метод протеолитического расщепления нативных белков широко используется в настоящее время для исследования структуры различных ферментов. Он позволяет определить положение отдельных чувствительных к различным протеазам связей на поверхности белковой молекулы. Изучение числа и типов фрагментов протеолиза может дать ценную информацию о степени свернутости полипептидной цепи и о конформации макромолекулы. Различные белки проявляют разную чувствительность к действию протеаз. Так, сывороточный альбумин под действием трипсина в определенных условиях расщепляется на 4 сравнительно крупных фрагмента [1], а одна из молекулярных форм гликогенсинтетазы в результате триптического гидролиза в течение 30 минут полностью деградирует до низкомолекулярных фрагментов [2]. Метод успешно использовался для исследования структурных и функциональных особенностей таких ферментов, как креатинкиназа [3], АТФ-фаза [4], миозин [5] и т.д.

В данной работе проводилось исследование триптического гидролиза аргиназы печени крупного рогатого скота. Фрагменты протеолиза изучали методом гель-фильтрации на колонках с сефадексом G-100 и G-150.

Материал и методика. В работе использовали препараты аргиназы печени крупного рогатого скота (Reanal, Венгрия), сефадексы G-100 и G-150 (Farmacia, Швеция), трипсин (Спофа, Чехословакия), аргинин, глицин (Reanal, Венгрия), янтарный ангидрид и остальные реактивы отечественного производства.

Триптический гидролиз проводили в растворе глицинового буфера (pH 9,5; 0,05M) при температуре $37^{\circ}C$ в течение 14–16 часов. Соотношение фермент – субстрат составляло 1:20. Смесь после гидролиза анализировалась гель-фильтрацией на колонках с сефадексами G-100 (1,8x42) и G-150 (1,8x48). К 4,5 мл раствора аргиназы (50 мг) добавляли 0,5 мл раствора трипсина. Для определения молекулярного веса образующихся фрагментов была проведена калибровка колонки с сефадексом G-100. В качестве стандартов использовали трипсин (24000) (Спофа, ЧССР), пероксидазу (40000) и РНК-азу (14000) (Reanal, Венгрия).

Янтарный ангидрид (концентрация $5 \cdot 10^{-2}M$) готовили на ацетоне непосредственно

перед употреблением. К 4,3 мл раствора аргиназы добавляли 0,2 мл янтарного ангидрида и инкубировали при комнатной температуре в течение 45 минут, затем проводили триптический гидролиз, добавляя раствор трипсина (0,5 мл).

Раствор $MnCl_2$ в концентрации $2,5 \cdot 10^{-2} M$ добавляли по 0,4 мл к раствору аргиназы (4,1 мл) и через 25 минут инкубации при комнатной температуре проводили триптический гидролиз, как обычно, добавляя 0,5 мл раствора трипсина.

Аргиназную активность определяли по методу, описанному нами ранее [6].

Результаты и обсуждение. Препарат аргиназы печени крупного рогатого скота подвергли действию трипсина в течение 16 часов при $37^{\circ} C$. Полученную в результате гидролиза смесь пропускали через колонку с сефадексом G-100. Результаты этих экспериментов показаны на рис. 1. Как видно из рисунка, аргиназа под действием трипсина расщепляется на сравнительно небольшие фрагменты, выходящие широкой полосой. Молекулярный вес фрагментов, определенный с помощью калибровочной кривой (см. методику), оказался равным 11000–13000 дальтон. Пробы, содержащие нерасщепленный фермент и фрагменты гидролиза, были проверены на активность. Эти опыты показали, что аргиназная активность в ходе протеолиза полностью теряется.

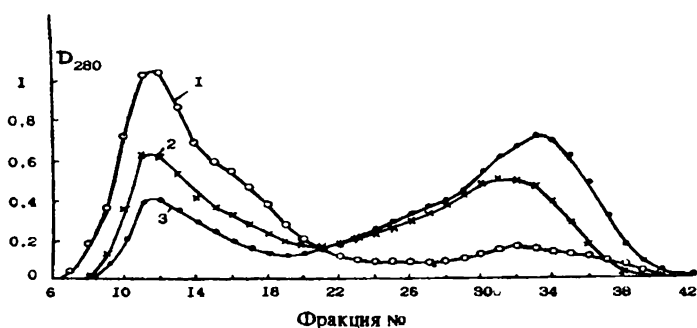


Рис. 1. Гель-фильтрация аргиназы на колонке с сефадексом G-100 после инкубации в течение 3 (2) и 16 часов (3) с трипсином при температуре $37^{\circ} C$ и соотношении фермент – субстрат (1:20) (pH 9,5), 1 – контроль.

Ионы Mn^{2+} , как известно, кроме активации, оказывают и стабилизирующее влияние на молекулу аргиназы. В работах Бонд [7] показано, что добавление ионов марганца в отличие от ионов магния вызывает повышение чувствительности аргиназы печени быка к протеолизу трипсином. В связи с этим было интересно проверить, как влияет присутствие ионов марганца на чувствительность аргиназы к триптическому гидролизу в наших условиях. Для этого к раствору аргиназы добавляли водный раствор $MnCl_2$ и через 20–25 минут выдерживания при комнатной температуре проводили триптический гидролиз в течение 16 часов. Данные, приведенные на рис. 2, показывают, что присутствие этих ионов в некоторой степени влияет на ход триптического гидролиза. Фрагменты, содержащие ионы Mn^{2+} , элюируются несколько раньше, чем в контроле. Это указывает на некоторое увеличение величины образующихся фрагментов. Таким образом в наших опытах проявляется стабилизирующее влияние ионов марганца, хотя и в незначительной степени. Резкое увеличение поглощения при 280 нм во фракциях, содержащих фрагменты гидролиза, объясняется тем, что ионы марганца оказались связанными с образующимися фрагментами (раствор $MnCl_2$ интенсивно поглощает при этой длине волны).

Как известно, трипсин избирательно расщепляет пептидные связи, образованные остатками аргинина и лизина в белках [8]. Блокирование некоторых из них, в частности ξ -аминогруппы лизина, может повлиять на ход гидролиза, приводя к образованию более крупных фрагментов [9]. В связи с этим представляло интерес про-

вести модификацию остатков лизина в аргиназе и проверить влияние этой модификации на ход триптического гидролиза. Для модификации использовали янтарный ангидрид. Этот реагент при определенных условиях взаимодействует с ξ -аминогруппами лизина, а при более высоких концентрациях – и с другими аминогруппами в белках [10]. Использование этого реагента позволило выявить важную роль остатков лизина в активности целого ряда ферментов [10,11]. В наших опытах инкубация раствора аргиназы при pH 9,5 с янтарным ангидридом не влияла на активность аргиназы. По-видимому, ξ -аминогруппы лизина, а также другие легкодоступные и находящиеся на поверхности молекулы аргиназы аминогруппы не играют роли в проявлении активности этого фермента и находятся, очевидно, на участках, удаленных от его активного центра.

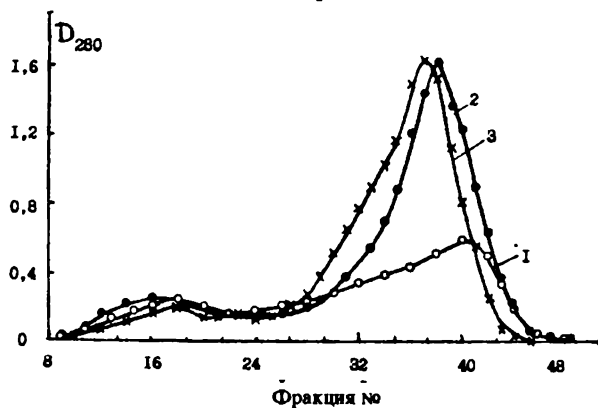


Рис. 2. Гель-фильтрация аргиназы после обработки трипсином в течение 14 часов на колонке с сефадексом G-150. Условия те же. 1- контроль, 2- аргиназа, предварительно обработанная $MnCl_2$, 3- аргиназа, обработанная янтарным ангидридом

(см. методику).

Данные, приведенные на рис. 2, показывают, что обработка янтарным ангидридом оказывает определенное влияние на ход триптического гидролиза. Молекулярная масса образующихся фрагментов несколько выше, чем в контроле. Увеличение поглощения связано с тем, что и в этом случае, как и в случае с раствором Mn^{2+} , реагент оказался связанным с продуктами гидролиза (раствор янтарного ангидрида также интенсивно поглощает при длине волны 280 нм). По-видимому, взаимодействие янтарного ангидрида с аминогруппами лизина предохраняет некоторые связи на поверхности аргиназы от переваривания трипсином, что отразилось на величине молекулярной массы образовавшихся фрагментов. Очевидно, что в результате триптического гидролиза могут образоваться и более мелкие фрагменты, которые не фиксируются на используемых нами колонках. Для их идентификации требуются дополнительные исследования.

Полученные результаты позволяют полагать, что дальнейшее исследование особенностей триптического гидролиза аргиназы, а также выделение и изучение структуры полученных фрагментов несомненно позволят получить ценную информацию как об аминокислотном составе и последовательности аминокислот отдельных участков полипептидной цепи, так и о расположении чувствительных к трипсину связей на поверхности этого фермента. Дальнейшие исследования в этом направлении представляют особый интерес, так как позволят выявить различия в структуре и пространственной организации различных молекулярных форм одного и того же фермента, а также изучать видовую специфичность.

ЛИТЕРАТУРА

1. Peters T.Jr., Feldhoff K.C. – Biochemistry, 1975, v.14, № 15. p. 3384.
2. Takeda Y., Larner J. – J. Biol. Chem., 1975, v. 250, № 23, p. 8951.
3. Price N.C., Murray S., Milner-White E.J. Biochem. J., 1981, v. 199, № 1, p. 239.
4. Thorley-Lowson D.A., Grenn N.M. – Eur. J. Biochem., 1975, v. 59, № 1, p. 193.
5. Zobel C.R. – В.В. Аста., 1978, v. 536, № 1, p. 142.
6. Геворкян М.Л., Закарян А.Е., Давтян М.А. – Биолог. ж. Армении, 1974, т. 27, № 9, с. 44.
7. Bond J.S. – В.В. Аста., 1973, v. 327, № 1, 157.
8. Ленинджер А. Основы биохимии, М.: Мир, 1985.
9. Девени Т., Гергей Я. Аминокислоты, пептиды и белки. М.: Мир, 1976.
10. Новые методы анализа аминокислот, пептидов и белков, М.: Мир, 1974.
11. Угарова Н.Н., Рожкова Г.Д., Березин И.В. – Биохимия, 1978, т. 43, № 7, с. 1242.

Մ.Լ. ԳԵՎՈՐԳՅԱՆ, Մ.Ա. ԴԱՎԹՅԱՆ

ԱՐԳԻՆԱԶԻ ՏՐԻՊՏԻԿ ՀԻԴՐՈԼԻԶԻ ԱՐԴՅՈՒՆՔՆԵՐԻ
ՈՒՍՈՒՄՆԱՍԻՐՈՒԹՅՈՒՆԸ ԺԵԼ-ՖԻԼՏՐՄԱՆ ՍԵԹՈՂՈՎ

Ամփոփում

Խոշոր եղջյուրավոր անասունների լյարդի արգինազի տրիպտիկ հիդրոլիզի հետևանքով առաջացած հատվածները ուսումնասիրվել են ժել-ֆիլտրման մեթոդով G-100 և G-150 սեֆադեքսաներով լցված սյունակների օգնությամբ: Ցույց է տրված, որ տրիպտիկի ազդեցության տակ 16 ժամվա ընթացքում, 37⁰ C և pH 9,5 պայմաններում արգինազը ճեղքվում է 11000-13000 դայալոն մոլեկուլային զանգված ունեցող հատվածների: Mn²⁺ իոնների ներկայությունը, ինչպես նաև սաթաթթվի անհիդրիդով արգինազի լուծույթի նախօրոք մշակումը որոշ չափով պաշտպանում են արգինազի մոլեկուլը տրիպտիկ ճեղքումից. առաջացած հատվածների մոլեկուլային զանգվածը համեմատաբար մեծանում է: Հավանաբար, արգինազի մոլեկուլի մակերևույթի տրիպտիկի նկատմամբ զգայուն որոշ պեպտիդային կապերը մեկուսացվում են այդ նյութերի ազդեցության հետևանքով:

УДК 612.821

В.Г. ГРИГОРЯН, А.Р. АГАБАБЯН, А.Н. АРАКЕЛЯН

ИЗМЕНЕНИЕ ВНУТРИКОРКОВОЙ ИНТЕГРАТИВНОЙ СТРУКТУРЫ ПРИ РАБОТЕ НА КОМПЬЮТЕРЕ В УСЛОВИЯХ МОНОТОНИИ

Исследованы особенности мозгового обеспечения эффективной деятельности при выполнении монотонной работы на компьютере в зависимости от генетически детерминированных свойств ЦНС. Методом картирования фоновой электрической активности выявлено различие в механизмах реализации монотонной операторской деятельности на дисплее у испытуемых, отличающихся индивидуально-типологическими особенностями ЦНС. Обнаружено, что у интровертов исходная структура внутрикорковой интеграции не меняется в течение всего эксперимента, тогда как у экстравертов отмечается нарушение структуры внутрикорковой интеграции для преодоления состояния монотонии, что требует дополнительных психофизиологических затрат. Это свидетельствует о более высокой "физиологической стоимости" монотонной работы на компьютере для экстравертов.

Введение. Повышенный интерес к изучению функционального состояния человека при монотонной операторской деятельности на компьютере, наметившийся в последние годы, обусловлен необходимостью разработки ряда эргономических требований для предотвращения развития психоэмоционального напряжения и связанных с ним нежелательных последствий.

Нейрофизиологические исследования монотонной операторской работы на дисплее могут оказаться полезными для выяснения мозговых механизмов обеспечения успешной реализации подобной деятельности. Одним из перспективных методов изучения мозгового обеспечения деятельности является метод системного анализа внутрикорковой интегративной структуры [1,2]. С помощью этого метода было установлено, что в динамике операторской деятельности наблюдаются изменения внутрикорковой интеграции, отражающей степень участия различных областей коры в обеспечении оптимального уровня функционального состояния. Однако проблема соотношения индивидуального уровня активации с адаптационными возможностями личности к определенному виду деятельности, несмотря на повышенный интерес исследователей, до конца не выяснена.

С целью исследования организации корковой интегративной системы в зависимости от генетически детерминированных свойств нервной системы нами проведена сравнительная оценка исследуемых областей по распределению максимальной плотности мощности (МПМ) α - и θ -ритмов, проявляющих наибольшую индивидуальную зависимость [3-5].

Материал и методы исследования. Исследования проводились на 52 практически здоровых студентах в возрасте от 18 до 23 лет с выраженной праворукостью, не имеющих опыта работы с компьютером. Испытуемые по данной методике ранее не обследовались. Задание, которое выполнялось испытуемыми, моделировало работу операторов в статуправлениях в течение 4-х часов и заключалось во введении в память компьютера материала, не несущего смысловой нагрузки. Такая работа представляет собой однообразный длительный труд, вызывающий состояние монотонии. В условиях нашего эксперимента можно говорить об относительной монотон-

ности: работа на дисплее прерывалась 3 раза по 15 мин в течение 4 часов для дискретной регистрации нейрофизиологических показателей. Об эффективности деятельности судили по количеству допущенных за каждый час работы ошибок, фиксируемых компьютером.

Для выявления индивидуальных особенностей предварительно (вне эксперимента) каждому испытуемому предъявлялся личностный опросник Г. Айзенка [6], включающий 57 вопросов и позволяющий оценить показатель экстраверсии. К интровертам были отнесены испытуемые с показателем экстраверсии ниже 12 ед., а к экстравертам – выше 12 ед. Амбиверты в эксперименте не участвовали. Производилась регистрация фоновой ЭЭГ, по которой согласно классификации Г. Пуистера [7], основанной на выраженности α -ритма, определялся исходный уровень активности коры. Большинство тестированных студентов имели совпадение степени экстравертированности с характером ЭЭГ: у интровертов плотность мощности α -ритма фоновой ЭЭГ была выше 1 В/с, у экстравертов – ниже. Тестированные студенты, у которых эта закономерность не наблюдалась, не вошли в число испытуемых. На основании вышесказанного были сформированы две экспериментальные группы. В I группу (30 человек) вошли испытуемые-интроверты, имеющие высокий исходный уровень активности коры, во II (22 человека) – испытуемые-экстраверты с низким исходным уровнем активности коры.

Исследования проводились в затемненной звукозаглушенной экранированной камере, в удобном для испытуемого полулежачем расслабленном положении с закрытыми глазами. Регистрировалась спонтанная фоновая активность во фронтальной, центральной, теменной и затылочной областях коры левого полушария.

Регистрация ЭЭГ осуществлялась на 8-канальном энцефалографе фирмы “Медикор” (Венгрия) (постоянная времени 1 с, полоса пропускания 0,5–70 Гц). Анализу подвергались 10-секундные отрезки полиграфической записи. Электроэнцефалограммы одновременно вводились в широкополосный анализатор-интегратор “Апег-81”, что обеспечивало непрерывную селекцию стандартных ритмов в диапазонах, соответствующих α - и θ -ритмам. Далее с помощью “Апег-81” проводилось усреднение сигналов, соответствующих выделенной частотной полосе, с последующим их переводом в цифровую форму (В/с) и параллельной регистрацией результатов в аналоговой форме на энцефалографе. ЭЭГ регистрировали в трех экспериментальных ситуациях: при предъявлении индифферентных световых стимулов – ситуация НВ, при подсчете световых вспышек в разных вариациях с нажатием на кнопку – ситуация ПВ и после прекращения светового раздражения – ситуация Φ_3 . Проводилось 5 серий регистрации: до начала работы на дисплее (T_0), после 1-го (T_1), 2-го (T_2), 3-го (T_3) и 4-го (T_4) часов работы.

Для исследования организации корковой интегративной системы были составлены карты по распределению максимальной плотности мощности (МПМ) α - и θ -ритмов в динамике 4-часовой монотонной работы в ситуациях НВ, ПВ и Φ_3 при помощи компьютерной графики “Corell draw”. Полученные в эксперименте данные подвергались статистической обработке по t-критерию Стьюдента.

Результаты исследования. Результаты анализа эффективности деятельности показали почти одинаковую успешность в выполнении задания в обеих группах испытуемых от начала к концу эксперимента. 83,3% испытуемых с высокой корковой активностью и 75,0% — с низкой улучшали качество деятельности к концу работы по мере обучения, что свидетельствует о приобретении определенного навыка по пользованию дисплеем. К концу эксперимента ухудшались показатели качества выполнения работы у 8,4% испытуемых с высокой активностью коры и у 17,0% — с низкой. У остальных испытуемых эффективность деятельности не менялась.

При исследовании распределения МПМ α -ритма было установлено, что в I группе испытуемых МПМ α -ритма наблюдается в затылочной области (см. рис., а) от T_0 к T_4 во всех ситуациях (НВ, ПВ и Φ_3) с достоверностью $p < 0,001$.

Во II группе испытуемых (см. рис., б) при T_0 , T_1 , T_2 , и T_4 в ситуации НВ доминирование α -ритма в какой-либо области коры левого полушария отсутствует – наблюдается синхронная работа исследуемых областей. Лишь после 3-го часа работы отмечается МПМ α -ритма в центральной области коры. В ситуации ПВ кора активизируется, и во все часы эксперимента, кроме 4-го, максимум α -активности отмечается в затылочной области коры. После прекращения подачи световых стимулов активация зрительной коры наблюдается при T_0 и T_2 , в остальные часы работы имеет место синхронная работа четырех областей.

Анализ распределения МПМ θ -ритма в исследуемых областях показал, что в I группе испытуемых (см. рис., в) в начале эксперимента (T_0) в ситуации НВ МПМ θ -ритма достоверно ($p < 0,001$) локализована во фронтальной области коры левого полушария. После 1-го часа работы доминирования θ -активности в какой-либо области не наблюдается. При T_2 и T_3 МПМ θ -ритма наблюдается в центральной области коры ($p < 0,01$), а к концу эксперимента вновь перемещается во фронтальную область. В ситуации ПВ в течение всего эксперимента МПМ θ -ритма наблюдается во фронтальной области коры. При T_1 энергия θ -ритма во фронтальной области коры достоверно ($p < 0,001$) больше по сравнению с центральной, теменной и затылочной областями. Имеются достоверные различия между центральной и теменной ($p < 0,01$), центральной и затылочной ($p < 0,01$), затылочной и теменной ($p < 0,05$) областями, то есть можно говорить о таком распределении θ -диапазона, когда МПМ θ -ритма наблюдается во фронтальной области, а минимальная – в теменной. Идентичная картина наблюдается при T_2 . Здесь, однако, плотность θ -ритма во фронтальной области коры достоверно ($p < 0,001$) больше лишь по сравнению с теменной.

В ситуации “последствия” (Φ_3) МПМ θ -ритма в первые часы работы (T_0 , T_1 , T_2) отмечается во фронтальной области ($p < 0,001$), а в последние часы (T_3 , и T_4) – в центральной ($p < 0,001$). Как видим, МПМ θ -ритма у испытуемых с высоким уровнем корковой активации приходится на передние области коры головного мозга (фронтальную и центральную).

Во II группе исследуемых (см. рис., г) в начале работы (T_0) и в последующие часы (T_1 , T_2 и T_3) в ситуации НВ наблюдается равномерное распределение θ -активности во всех областях мозга. Лишь к концу эксперимента (T_4) МПМ θ -ритма достоверно ($p < 0,001$) отмечается во фронтальной области. В ситуации ПВ при T_0 и T_1 МПМ наблюдается во фронтальной области коры. После 2-го часа работы она перемещается в теменную область коры. К концу работы МПМ θ -ритма вновь отмечается во фронтальной области. В ситуации Φ_3 МПМ θ -ритма отмечается во фронтальной области ($p < 0,001$) при T_0 и T_1 . После 2-го часа работы максимум активности θ -ритма наблюдается в теменной области коры. После 3-го часа работы θ -активность одинаково выражена во всех областях коры. К концу эксперимента наблюдается доминирование фронтальной области ($p < 0,05$) в распределении θ -активности.

Таким образом, в группе испытуемых с низким исходным уровнем активности коры отмечается синхронная работа исследуемых областей, лишь к концу эксперимента МПМ θ -ритма наблюдается во фронтальной области коры, что необходимо для эффективного выполнения деятельности.

Обсуждение. Системный анализ 3-х исследуемых областей коры левого полушария по организации внутрикорковой интегративной системы выявил различия в механизмах мозгового обеспечения исследуемой системы у лиц, отличающихся индивидуально-типологическими особенностями ЦНС.

Дисперсионный анализ распределения МПМ α -ритма в группе испытуемых с высокой исходной активностью коры показал, что при выполнении монотонной операторской деятельности на дисплее максимальная активность α -ритма наблюдается в затылочной области во всех экспериментальных ситуациях в течение всего экспе-

римента. Это согласуется с данными авторов [8], обнаруживших методом топографического картирования, что у лиц с высокой частотой α -ритма МПМ наблюдается в затылочной области, тогда как у лиц с низкой частотой α -ритма максимум активности приходится на теменную область коры.

В I группе испытуемых в условиях обучения новому виду труда МПМ θ -ритма наблюдается в передних (фронтальной и центральной) областях коры в течение всего эксперимента во всех ситуациях. Имеется ряд работ [9,10], в которых показано, что доминирование θ -ритма в передних отделах коры головного мозга связано с механизмами общей активации избирательного внимания, обеспечением интеллектуальной деятельности. Другие авторы [11, 12] рассматривают низкие значения медленных ритмов (δ и θ) как в лобном, так и затылочном отведении и, наоборот, более высокие значения амплитуды α -ритма затылочной области – в фоновой ЭЭГ в качестве нейродинамической предпосылки склонности индивида к напряженной умственной и психологической деятельности. В то же время описанные другими исследователями [13] “выпски” θ -ритма, появляющиеся в ЭЭГ лобных областей мозга во время умственной деятельности, подтверждают полученные нами данные о распределении максимальной активности θ -ритма во фронтальной области коры при предъявленной деятельности.

В группе испытуемых с низкой исходной активностью коры выполнение операторской работы в первые часы работы приводит к синхронной работе исследуемых областей коры, о чем свидетельствует отсутствие достоверной разницы между областями в распределении МПМ α -ритма в ситуации НВ. Мы считаем наблюдаемую у испытуемых II группы подобную стратегию внутрикорковой интеграции исследуемых областей типичной для лиц с низкой исходной активностью коры при данном виде деятельности. По мере необходимости привычная структура внутрикорковой интеграции нарушается и появляются доминирующие очаги активности. Это отмечается при привлечении внимания и после 3-го часа работы в ситуации НВ. Распределение МПМ α -ритма в затылочной области в ситуациях ПВ и Φ_3 свидетельствует о появлении нового режима, способного обеспечить необходимый уровень активности. Так как это происходит при сосредоточении внимания, следовательно, появление доминирующего очага обеспечивается дополнительной корково-подкорковой активацией.

Синхронная работа исследуемых областей во II группе испытуемых характерна и для распределения θ -ритма. Но в силу мотивационной потребности для безошибочного выполнения задания к 4-му часу работы наблюдается нарушение привычной интракорковой структуры – максимум θ -активности отмечается во фронтальной области. Доминирование θ -активности в передних отделах коры головного мозга, как отмечалось выше, связано с механизмами активации произвольного внимания, обеспечения умственной деятельности [14]. В то же время это свидетельствует об эмоциональном возбуждении индивида [15].

Вследствие того, что экстраверты малоустойчивы к монотонной деятельности на дисплее, к концу работы в результате волевого преодоления снижающейся под влиянием монотонии активности коры у них развивается эмоциональное напряжение, проявляющееся в распределении МПМ θ -ритма во фронтальной области коры. Нарушение, как и в случае α -ритма, синхронной работы исследуемых областей при сосредоточении внимания и в ситуации Φ_3 (реакция последствия) объясняется, по-видимому, дополнительной активацией подкорково-корковых структур при усилении внимания, которое, как известно, определяется выраженностью θ -ритма в лобных областях неокортекса [3], что приводит к локализации МПМ θ -ритма во фронтальной области.

Итак, у испытуемых с высоким исходным уровнем корковой активности локализация максимума α -активности в затылочной области и θ -активности во фронтальной области свидетельствует о реализации данного вида деятельности без нару-

шения привычной структуры внутрикорковой интеграции, что не требует дополнительных психофизиологических затрат. В отличие от них у испытуемых с низким исходным уровнем корковой активности оптимальный уровень бодрствования, необходимый для эффективного выполнения задания, поддерживается за счет перестройки имеющейся изначально внутрикорковой структуры и установления новой интегративной системы, в результате чего наблюдается перемещение очага максимальной активности θ -ритма во фронтальную область коры. Установление новой внутрикорковой интеграции свидетельствует о переходе мозговых структур на более высокий уровень функционирования, что, естественно, нуждается в дополнительных энергетических затратах, а именно – в активирующем влиянии фронто-таламических систем мозга.

Таким образом, мы пришли к выводу о том, что практически одинаковая эффективность деятельности у лиц, отличающихся по степени экстраверсии и исходному уровню корковой активности, реализуется за счет различной стратегии поддержания оптимального состояния при монотонной операторской работе на дисплее. Отсюда можно заключить, что для экстравертов “физиологическая стоимость” данной деятельности более высока, а “чем выше цена – тем выраженнее напряженность деятельности, или, что более важно, тем выраженнее неоптимальность системы, неоптимальность ее структуры или функции” [16]. А несовпадение требований профессии с индивидуальными особенностями человека может служить источником развития перенапряжения и психоэмоционального стресса [17].

Полученные данные могут служить основанием для рекомендации по отбору людей для монотонной операторской работы на компьютере.

*Кафедра физиологии
человека и животных*

Поступила 23.04. 1998

ЛИТЕРАТУРА

1. Николаев А.Р., Анохин А.П., Иваницкий Г.А., Кашеварова О.Д., Иваницкий А.М. Спектральные перестройки ЭЭГ и организация корковых связей при пространственном и вербальном мышлении – ЖВНД, 1996, т. 46, №5, с. 831–847.
2. Павлова Л.П., Романенко А.Ф. Системный подход к психофизиологическому исследованию мозга человека. Л.: Наука, 1988, 212 с.
3. Мешкова Т.А., Наследственная обусловленность некоторых параметров электроэнцефалограммы покоя человека. – Проблемы генетической психофизиологии. М., 1978, с. 48–71.
4. Хамагавова Т.Г. Исследование степени генетической обусловленности некоторых ЭЭГ-показателей в онтогенезе (на модели близнецов). – В кн.: Условия формирования и пути предупреждения неврозов и аномалий личности. М., 1972, с. 87–94.
5. Stassen H.N., Gunter R., Bomben G. Longterm stability of EEG: Computized recognition of personally EEG spectral patterns. – Proc. of Intern. conf. on pattern recognition. New York, 1982, № 2, p. 619–622.
6. Eysenck H.J. The Biological basis of personality. Springfield-Illinois: Tomas, 1967, 70 p.
7. Puister G.H. The EEG in selection of flying personnel – In: Human problems superson and hyperson flight. Oxford etc., 1962, p. 75–81.
8. Athanasopoulou E., Maliara-Loulakaki S., Sifakas A. Study of the frequency, distribution and the generating mechanisms of the alpha-rhythm by the method of topographic mapping. – EEG and Clin. Neurophysiol., 1990, v. 75, № 1, p.55.
9. Соколова Л.В. Специфика спектральных характеристик ЭЭГ детей с трудностями при обучении чтению. – Физиология человека, 1991, т. 17, № 5, с. 125–129.
10. Nishikori S. Correlation between aparence of θ -activity in middlelobe zone, concentration of attention and level of activity. – Iamaguchi Med. J., 1990, v. 39, № 3, p. 385–392.
11. Yamaguchi Y., Ishikara T., Misuki Y. – The frontal midline theta rhythm. Abstr. of the XII-th Int. Congr. of EEG and Clin. Neurophysiol., Rio de Janeiro, Brazil, January 14–19, 1990, p. 36.
12. Бехтерева Н.П. Механизмы деятельности мозга человека. Л.: Наука, 1988, ч. 1, 677 с.
13. Mixuki Ya. Frontal lobe: Mental functions and EEG. Amer. J. EEG Technol., 1987, v. 27, № 2, p. 91.
14. Строганова Т.А., Орехова Е.В., Пошкира И.Н. Механизмы контроля внимания у младенцев. ЭЭГ-анализ. – Физиология человека, 1997, т. 23, № 4, с. 14–20.
15. Nakagawa Y. Continuous observations of daytime EEG patterns in normal subjects under restrained conditions while sitting in armchair or on stool Pt.2. Awake state Jap. – Psychiat. and Neurol., 1988, v. 42, № 2, p. 246–264.

16. Медведев В.И. Влияние эмоциональной сферы на деятельность операторов. – В кн.: Физиологические основы повышения эффективности труда. Л., 1978, с. 118–136.
17. Судаков К.В., Коплик Е.В., Салиева Р.М., Каменев З.А. Прогностические критерии устойчивости к эмоциональному стрессу. В кн.: Эмоциональный стресс. Физиологические и микросоциальные аспекты. Харьков: Прапор, 1990, т.12, в. 39, № 5, с. 828–835.

Վ.Հ. ԳՐԻԳՈՐՅԱՆ, Հ.Ռ. ԱՂԱԲԵԿՅԱՆ, Ա.Ն. ԱՌԱՔԵԼՅԱՆ

ՆԵՐԿԵԴԵՎԱՅԻՆ ԻՆՏԵԳՐԱՏԻՎ ԿԱՌՈՒՑՎԱԾՔԻ ՓՈՓՈԽՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ ՀԱՄԱԿԱՐԳՉՈՎ ՄԻԱՊԱՂԱՂ ԱՇԽԱՏԱՆՔԻ ՊԱՅՄԱՆՆԵՐՈՒՄ

Ա մ փ ո փ ու մ

Ուսումնասիրվել է մարդու և համակարգչի միջև համագործակցության ժամանակ հոգե-հուզական սթրեսի զարգացման պրոբլեմը: Աշխատանքի նպատակն էր հետազոտել համակարգչով երկարատև միապադաղ աշխատելու ընթացքում զարգացող անհատական լարվածության մակարդակը՝ կեղևային ակտիվությամբ և էքստրավերտության աստիճանով տարբերվող փորձարկվողների երկու խմբերում: Գլխուղեղի ձախ կիսագնդի ելքային ակտիվության քարտեզավորմամբ բացահայտված է, որ ինտրովերտներն աշխատում են առավել էֆեկտիվ օպտիմալ մակարդակի հաստատուն ինքնականոնավորմամբ: Ի տարբերություն նրանց, էքստրավերտները երկժամյա աշխատանքից հետո ստիպված են լինում մեծ ճիգեր գործադրել (լարել կամքը) կիրառելու ակտիվության կարգավորման մեխանիզմ, որը հանգեցնում է հուզային լարվածության՝ թ-ռիթմի հզորության խտության մեծացմամբ: Ստացված տվյալները վկայում են, որ էքստրավերտների համար միապադաղ աշխատանքի «ֆիզիոլոգիական արժեքը» ավելի բարձր է:

УДК 612. 82/83+519.431+612.014.45

С.М. МИНАСЯН, О.Г. БАКЛАВАДЖЯН, А.О. ОГАНИСЯН,
Н.О. МОВСИСЯН, Н.Х. АЛЧУДЖЯН, К.Р. ОГАНЕСЯН

**ВЛИЯНИЕ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОЙ ВИБРАЦИИ НА
ЛАКТАТДЕГИДРОГЕНАЗНУЮ АКТИВНОСТЬ
В НЕКОТОРЫХ СТРУКТУРАХ МОЗГА КРЫС**

Полученные данные показывают, что при воздействии общей вибрации в мозговых структурах крыс наблюдается повышение активности лактатдегидрогеназы (ЛДГ), изменяются соотношения прямой и обратной реакции ЛДГ. В начальной фазе воздействия вибрации (5–15 дней) отмечается интенсификация энергетического обмена в сторону преобладания аэробных процессов в коре и анаэробных – в подкорковых структурах. К концу воздействия вибрации (на 45-ый день) в изучаемых структурах мозга наблюдается усиление анаэробных процессов, что особенно ярко выражено в подкорковых структурах. Полученные результаты необходимы для более ясного представления и интерпретации взаимоотношений аэробного и анаэробного метаболизма в ткани мозга в условиях воздействия вибрации, которая может привести к нарушению специфической функции – генерации и проведению нервного импульса.

В ряде структур мозга крыс изучали изменение направления энергетического метаболизма в динамике воздействия общей вибрации (с частотой 60 Гц в течение 45 дней, по 3 часа ежедневно). Исследовали соотношение пиридиннуклеотидов (NADH/NAD) в конечной реакции гликолитического пути – превращение пирувата в лактат и – наоборот. У контрольных животных величина пропорции NADH/NAD в вестибулярном ядерном комплексе продолговатого мозга составляла 4,34, что указывает на превалирование пируватредуктазной реакции. В вестибулярной зоне коры, заднем гипоталамусе и ретикулярной формации среднего мозга низкие значения соотношения NADH/NAD (0,36–0,18) свидетельствуют о преобладании лактатдегидрогеназной реакции с возможным последующим включением пирувата в цикл Кребса. В начальной фазе действия вибрации (5–15 дней) в подкорковых структурах возрастала активность гликолитической системы, в то время как в коре преобладало окислительное фосфорилирование.

При длительном воздействии вибрации (45 дней) во всех вышеуказанных структурах мозга происходит переключение энергетического метаболизма от окислительного к гликолитическому типу. Преобладание гликолиза особенно выражено в подкорковых структурах.

В патогенезе вибрационной болезни имеет место нарушение тканевого гомеостаза. Экспериментально установлены изменения в процессах энзиматического окисления, возникающие при действии вибрации, угнетаются аэробные процессы в тканях, нарастает интенсивность анаэробного распада углеводов, имеют место разобщение реакций окислительного фосфорилирования, нарушение обмена нуклеотидов и т.д. [1–3].

Эти данные в совокупности с таковыми, полученными на людях [4,5], вполне могут рассматриваться как тесты неблагоприятного действия вибрации на биоэнергетические процессы в организме.

Известно, что вибрационное воздействие вызывает тканевую гипоксию, соответственно активируется гликолитический путь, который в энергетике большинства организмов, в том числе и человека, опережает все остальные. При этом гексозы превращаются в пируват, который в конечной реакции гликолиза восстанавливается до уровня лактата ферментом лактатдегидрогеназой. ЛДГ выполняет триггерную функцию и занимает ключевую позицию в балансировании равновесия между катаболизмом и анаболизмом углеводов [6].

При вибрации, когда изменяется состояние и регуляция систем энергообеспечения тканей, в мозге, по-видимому, должно происходить изменение активности ЛДГ. Однако внутриклеточные механизмы вибрационной болезни и по сей день мало изучены.

Целью настоящего исследования является изучение активности ЛДГ на основе исследования прямой и обратной реакций энзиматического конвертирования пирувата в лактат в разных структурах мозга крыс в динамике воздействия продолжительной вибрации.

Методика. Исследования проведены на крысах-самцах линии Вистар (каждый массой в 200–250 г), которые содержались на обычном рационе. Животные на вибростенде ЭВ-1 подвергались вибрации частотой 60 Гц, амплитудой 0,4 мм в течение 45 дней (по 3 часа ежедневно). Активность ЛДГ изучалась в вестибулярной области коры (ВОК), заднем гипоталамусе (ЗГ), ретикулярной формации среднего мозга (РФСМ), вестибулярном ядерном комплексе (ВЯК) продолговатого мозга. Активность фермента определялась до вибрации и на 5, 15, 45 дни после воздействия. Опыты проводились в один и тот же сезон – весной. Контрольная группа исследовалась синхронно в течение эксперимента. После вибрации животных декапитировали, извлекали соответствующие структуры головного мозга, которые помещались в охлажденный раствор 0,25 М сахарозы и гомогенизировались. Цитоплазматическая фракция выделялась центрифугированием 60 минут (4°C). Пируватредуктазную активность определяли по изменению содержания NADH в инкубационной смеси, содержащей 0,1 мл 0,004 М NADH, 0,1 мл 0,01 М пируват-натрия, 0,1 мл экстракта, конечный объем доводили до 2 мл, 0,1 М К-фосфатным буфером, pH 7,4. Дегидрирование лактата определяли по изменению содержания NAD в смеси, содержащей 0,1 мл 0,002 М NAD, 0,1 мл 0,5 М лактат-натрия, 0,1 мл экстракта, конечный объем доводили до 2 мл 0,2 М глициновым буфером, pH 10,0 [7,8]. Белок определялся по методу Лоури [9]. Результаты исследования обработаны статистически с использованием t-критерия Стьюдента.

Результаты исследования и их обсуждение. В таблице приведены данные о пируватредуктазной и лактатдегидрогеназной активности в экстрактах разных структур мозга, а также величина пропорции NADH/NAD – пиридиннуклеотидов коферментов, участвующих в этих реакциях. По этим показателям можно косвенным путем судить о преобладании превращения пирувата в лактат и – наоборот.

Высокие показатели величины отношения NADH/NAD в инкубационной смеси при исследовании экстрактов разных отделов мозга, возможно, обусловлены преобладанием в них гликолитического пути, так как там превалирует пируватредуктазная реакция (идет усиленный синтез лактата с участием NADH. И наоборот – низкие значения пропорции NADH/NAD наблюдаются при окислении лактата с восстановлением NAD, что, скорее всего, связано с преобладанием процессов окислительного фосфорилирования.

Полученные результаты показывают, что независимо от природы добавленного кофермента и направления реакции в исследуемых нами структурах мозга интактных крыс активность ЛДГ варьирует в достаточно широком диапазоне. При этом в норме пируватредуктазная активность понижается в структурах мозга в следующей последовательности: ВЯК, ВОК, ЗГ, РФСМ.

Уровень лактатдегидрогеназной активности понижается по следующему ряду: ЗГ, ВОК, РФСМ, ВЯК.

Пируватредуктазная и лактатдегидрогеназная активности в различных структурах мозга крыс в динамике воздействия общей вибрации (мк.моль пиридиннуклеотида/ мг белка в минуту)

Исследуемые структуры мозга	Контроль			Вибрация											
	коферменты			5-ый день				15-ый день				45-ый день			
	NADH	NAD	NADH NAD	коферменты		NADH NADH	коферменты		NADH NAD	коферменты		NADH NAD	коферменты		NADH NAD
				NADH	NAD		NADH	NAD		NADH	NAD		NADH	NAD	
вестибулярная область коры мозга	0.53 ± 0.02	1.44 ± 0.14	0.36	0.39 ± 0.04	2.69 ± 0.27	0.14	0.77 ± 0.04	2.07 ± 0.17	0.37	1.23 ± 0.18	1.08 ± 0.06	1.13			
задний гипоталамус	0.29 ± 0.02	1.50 ± 0.12	0.19	0.43 ± 0.10	0.05 ± 0.01	8.6	0.39 ± 0.04	2.04 ± 0.20	0.19	0.81 ± 0.19	0.25 ± 0.04	3.24			
ретикулярная формация среднего мозга	0.26 ± 0.05	1.38 ± 0.17	0.18	0.41 ± 0.06	0.11 ± 0.01	3.72	0.40 ± 0.04	1.90 ± 0.11	0.21	0.74 ± 0.11	0.36 ± 0.13	2.05			
вестибулярный ядерный комплекс продолговатого мозга	1.26 ± 0.19	0.29 ± 0.01	4.34	1.15 ± 0.01	0.45 ± 0.05	2.55	2.26 ± 0.26	0.40 ± 0.03	5.65	3.74 ± 0.36	0.18 ± 0.03	20.7			

Примечание: $P < 0.05$

Из полученных данных видно, что наивысшая лактатдегидрогеназная активность проявляется в ЗГ и ВОК, а наименьшая – в ВЯК. Реакция же синтеза лактата с наибольшей скоростью протекает в ВЯК и с наименьшей – в РФСМ.

Таким образом, у контрольных животных, вероятно, гликолитический путь распада углеводов в большей степени выражен в ВЯК, тогда как окислительное фосфорилирование превалирует в ВОК, ЗГ и РФСМ.

На 5-ый день воздействия вибрации пируватредуктазная активность в заднем гипоталамусе повышается на 48%, РФСМ – на 57%, а в ВОК и ВЯК она понижается на 27 и 9% соответственно. Противоположная картина наблюдается в отношении обратной реакции: лактатдегидрогеназная активность повышается в ВОК и ВЯК соответственно на 86 и 55% и резко падает в ЗГ и РФСМ на 96 и 79% соответственно.

К 15-ому дню воздействия вибрации реакция синтеза лактата наиболее активно протекает в вестибулярном ядерном комплексе. А лактатдегидрогеназная активность во всех исследуемых структурах мозга повышается почти одинаково: в ЗГ – на 36%, в РФСМ – на 38%, ВЯК – на 38%, в ВОК – на 44%. Это указывает на то, что в условиях воздействия общей вибрации в различных структурах мозга интенсифицируется синтез пирувата в ВОК, ЗГ и РФСМ, а в вестибулярных ядрах бульбарного отдела – лактата.

К 45-му дню воздействия вибрации во всех исследуемых структурах мозга, особенно в подкорковых структурах, имеет место сдвиг реакций в сторону синтеза лактата. Таким образом, при продолжительном воздействии вибрации в нервной ткани происходит переориентация прямой и обратной реакций ЛДГ.

Подытоживая, следует отметить, что в условиях воздействия вибрации в ЦНС происходит нарушение обмена предшественников АТФ, что выражается в снижении концентрации АМФ и АДФ, что безусловно отражается на энергетическом обмене клетки [10,11]. Среди возможных причин нарушения энергетического обмена при воздействии вибрации [12] выделяются три фактора: увеличение кровотока в тканях за счет капиллярно-венозных шунтов, нарушение диффузии кислорода на участке кровь – ткань, понижение окислительно-восстановительного потенциала самих тканей. Этому способствует, с одной стороны, повышение возбудимости гипоталамуса, вестибулярных ядер и ретикулярной формации среднего мозга, участвующих в поддержании гомеостаза организма, а с другой – изменение проницаемости клеточных мембран в результате непосредственного влияния вибрации на их структуру [8–13].

По мнению ряда авторов, при вибрации имеют место угнетение в тканях аэробных процессов и нарастание интенсивности анаэробного распада углеводов [2, 5, 10]. Так, экспериментальными исследованиями установлено, что при хроническом воздействии вибрации увеличивается содержание молочной и понижается уровень пирувиноградной кислоты, при этом отмечаются также повышение общей активности ЛДГ, щелочной и кислой фосфатаз, фруктозо-1, 6-дифосфаталдозы, снижение уровня гликогена в крови, тканях печени и мышцах [11,14].

В последнее время накоплены доказательства, что повышение активности гликолитической системы и, наоборот, относительно низкая активность систем, осуществляющих дыхание и окислительное фосфорилирование, характерны для быстро пролиферирующих клеток [15]. Гликолиз составляет исходные субстраты для биосинтеза нуклеиновых кислот, белков и липидов, а также восстановительные эквиваленты (НАД(Рр)Н).

Таким образом, в условиях продолжительной вибрации сдвиг реакций в сторону гликолитического пути может иметь значение не только для энергетического метаболизма.

Наши эксперименты согласуются с исследованиями других авторов. Кроме того, нами были прослежены некоторые аспекты адаптации различных структур мозга в динамике воздействия вибрации с установлением нового гомеостаза. Было показано, что в вестибулярном ядерном комплексе продолговатого мозга гликолиз доминирует и в нормальных условиях и при продолжительной вибрации он интенсифици-

руется еще больше. В вестибулярной области коры головного мозга переключение на гликолитическую систему энергообеспечения происходит лишь через 45 дней воздействия вибрации, тогда как в подкорковых структурах оно активируется раньше. Дальнейшие исследования покажут, с чем связаны обнаруженные метаболические различия в разных структурах мозга в норме и патогенезе вибрационной болезни.

ЛИТЕРАТУРА

1. Баранова Н.П., Кадочникова А.М. Воздействие низкочастотной вибрации на окислительное фосфорилирование в мышцах. – Врачеб. дело, 1975, № 10, с. 136–137.
2. Вайсфельд И.А., Ильичева Р.Ф., Кокорцев В.Р. Влияние вибраций различных спектров на организм человека и проблемы виброзащиты. М.: Наука, 1972.
3. Дроздова Т.Е., Ветрова Е.Г., Попова И.А. Влияние вибраций, ударных и радиальных перегрузок на ферментативную активность крови обезьян. – Космическая биол. и авиакосмич. медицина, 1989, № 23(1), с. 86–89.
4. Карпова Н.И., Кордюков Н.М., Иванова А.Ф. О действии локальной вибрации на кровеносные сосуды и периферические нервы. – Гигиена труда, 1974, № 8, с. 4–7.
5. Каценович Л.А., Умарова Л.У. Активность некоторых ферментов крови у больных вибрационной болезнью. – Мед. журн. Узбекистана, 1980, № 7, с. 63–65.
6. Колпакова Т.И. Влияние вибрации на активность дегидрогеназ пентозофосфатного пути в тканях кроликов на фоне экспериментальной гиперхолестеринемии. Куйбышев: Мир, 1990.
7. Даниелян К.С., Мовсесян С.Г. Распределение изоферментов лактатдегидрогеназы в тканях кролика. – Биол. ж. Армении, 1975, № 28(5), с. 98–100.
8. Лосева М.И., Сухаревская Т.М., Диккер В.Г., Баталова Т.Н. Кислородный баланс крови и кислотно-щелочное равновесие при вибрационной болезни. – Тканевая гипоксия и ее коррекция, Новосибирск: Наука, 1981.
9. Lowry O.N., Rosebrough N.G., Farr A.L., Randall K.G. – G. Biol. Chem., 1951, v. 193, p. 265–275.
10. Рогачевский Л.И., Демешкина Р.Д. Оценка состояния активности ферментов гликолиза при вибрационной болезни у рабочих металлургических и машиностроительных заводов. – Вопросы гигиены, физиологии труда и профпатологии в черной металлургии. Киев: Здоровье, 1974.
11. Сидоренков И.В., Днепровская О.А. Влияние общей вибрации на содержание глюкозы и активность ферментов глюконеогенеза в крови и тканях кроликов при экспериментальной гиперхолинемии. – Вопр. мед. химии, 1980, № 26(6), с. 774–776.
12. Меньшов А.А., Баранова Н.П. Изменение энергетического обмена в тканях животных, подвергнутых действию постоянной и прерывистой вибрации. – Бюлл. экспер. биологии и медицины, 1978, № 86(7), с. 35–38.
13. Минаян С.М., Баклаваджян О.Г., Саакян С.Г. Роль вестибулярных ядер и мезенцефалической ретикулярной формации в изменении электрической активности коры головного мозга при вибрации. – Гигиена и санитария, 1990, № 2, с. 14–17.
14. Тумаков С.А., Первушкин С.В., Карханин Н.П. Сывороточная лактатдегидрогеназа при вибрационной болезни. Новое в лабораторной диагностике хронических болезней внутренних органов. – Тезисы докл. III съезда республ. науч. об-ва врачей, лаборантов. Ужгород, 1983.
15. Евгодневко Ю.В., Теплова В.В. – Биохимия, 1996, т. 61, в. II, с. 1995–2004.

Ս.Մ.ՄԻՆԱՅԱՆ, Հ.Գ. ԲԱԿԼԱՎԱԶՅԱՆ Հ.Հ. ՀՈՎՀԱՆՆԻՍՅԱՆ
Ե.Հ. ՄՈՎՍԵՅԱՆ, Ն.Խ. ԱԼԶՈՒԶՅԱՆ, Կ.Ռ. ՀՈՎՀԱՆՆԻՍՅԱՆ

ԵՐԿԱՐԱՏԵՎ ԹՐԹՈՍԱՆ ԱԶԴԵՅՈՒԹՅՈՒՆԸ ԱՌՆԵՏՆԵՐԻ ԳԼԵՈՒԴԵՐԻ
ԿԱՌՈՒՅՎԱԾՔՆԵՐԻ ԼԱԿՏԱՏԴԵՀԻԴՐՈԳԵՆԱԶԻ ԱԿՏԻՎՈՒԹՅԱՆ ՎՐԱ

Ամփոփում

Ստացված արդյունքներից բխում է, որ քրոնահարումից առնետների ուղեղի կա-
ռուցվածքներում բարձրացել է լակտատդեհիդրոգենազի ակտիվությունը, փոխվել է

ուղիղ և հետադարձ ռեակցիաների փոխհարաբերությունը: Թրթռահարման 5, 15-րդ օրերում ուղեղի կեղևում նկատվել է աէրոբ, իսկ ենթակեղևային կառուցվածքներում՝ անաէրոբ փոխանակության ակտիվության բարձրացում: 45-րդ օրը նշված կառուցվածքներում դիտվել է անաէրոբ փոխանակության ակտիվության բարձրացում, որն առավել արտահայտված է եղել ենթակեղևային կառուցվածքներում: Ստացված արդյունքներն անհրաժեշտ են պարզորոշ պատկերացնելու (և բացատրելու) թրթռման ազդեցությունից ուղեղում աէրոբ և անաէրոբ պրոցեսների փոխհարաբերության փոփոխությունը, որը կարող է հանգեցնել նրա ուրույն ֆունկցիայի՝ նյարդային ազդակի ծագման և հաղորդման խանգարմանը:

УДК 632.111.5+634.8

С.А. ДАВТЯН

ВЛИЯНИЕ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ ПРИ НЕКОРНЕВОЙ ПОДКОРМКЕ НА ХОД ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И КАЧЕСТВО САЖЕНЦЕВ ВИНОГРАДА В УСЛОВИЯХ ОТКРЫТОЙ ГИДРОПОНИКИ

Изучалось влияние цинка, марганца и бора при некорневой подкормке на физиологические особенности роста и развития саженцев винограда сорта Масис (*Vitis vinifera*) в условиях открытой гидропоники.

Результаты опытов показали, что некорневая подкормка микроэлементами оказывает положительное влияние на рост, развитие, количество и качество выхода саженцев. Марганец и бор способствуют поддержанию более стабильной оводненности тканей, влияют на фракционный состав воды в них, увеличивая связанную форму, повышают интенсивность транспирации. Цинк способствует значительному накоплению фотосинтезирующих пигментов и уменьшает их разрушение.

В основе развития виноградарства особая роль отводится производству полноценного, чистосортного посадочного материала.

Разновидностью технического способа получения саженцев винограда в питомнике является и их беспочвенное выращивание на гидропонике [1,3].

Некорневое питание винограда в последние годы находит практическое применение в ряде стран и является объектом многочисленных исследований. Следует отметить, что, пожалуй, нет ни одного вопроса физиологии и агротехники виноградной лозы, где сведения были бы столь разноречивы, как в области удобрения и некорневого питания.

Вместе с этим приходится признать, что виноградная лоза – объект весьма сложный. Ее корневая система нередко выходит за пределы очагов внесения удобрений (в вертикальном и радиальном направлениях), а поглотительная способность в связи с корневой и некорневой подкормками, а также плодородием почвы, темпами роста, формовкой куста и другими факторами почвенно-воздушной среды – величина весьма изменчивая [4–5].

Поэтому, не затрагивая все вопросы в связи с удобрением, некорневым питанием, их взаимодействием, остановимся на некоторых вопросах физиологического аспекта при выращивании посадочного материала (корнесобственных саженцев винограда) в контролируемых условиях корневого питания на гидропонике с применением некорневой подкормки растений.

Материал и методика. Опыты проводились на ЭГС ИПГ АН Республики Армения в 1996–1997 гг. Объектом исследований служили корнесобственные саженцы винограда неморозоустойчивого сорта столового направления Масис (*V. Vinifera* L), которые выращивались на железобетонных делянках площадью по 5 м² по каждому отделению, наполненных черным шлаком, слоем 20 см, диаметром частиц 3–20 мм. Густота посадки – 60 саженцев, развивавшихся из 2–3 глазковых черенков на 1 м².

В опытах применяли питательный раствор Г.С Давтяна [1]. В качестве некорневой подкормки использовали 0,1% - ные растворы HNO_3 , $KMnO_4$, $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$.

Проведены пять некорневых подкормок с интервалами в 10 дней.

Особенности водного обмена определяли методом Гусева [6], интенсивность транспирации – весовым по Иванову [7], а содержание пигментов – по методу Wettstein [8].

Результаты и обсуждение. Биометрические измерения показали, что после укоренения и формирования листового аппарата темпы роста и вызревания побегов у саженцев существенно отличались в зависимости от некорневой подкормки микроэлементами (рис. 1).

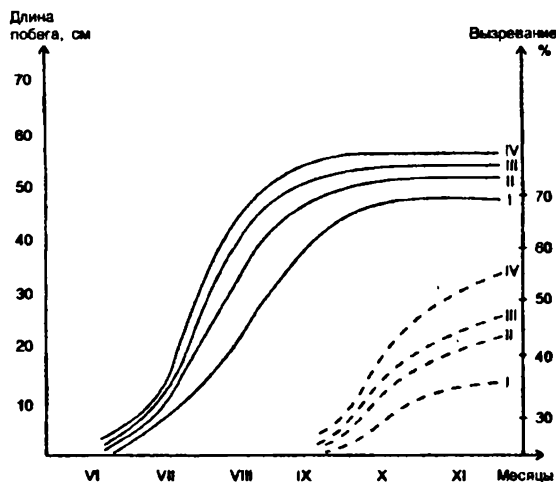


Рис. 1. Динамика роста и вызревания побегов у саженцев винограда.
Рост – сплошные линии, вызревание – пунктирные:
I – контрольные, II – обработанные В, III – Zn, IV – Mn.

Интенсивный прирост побегов, особенно за счет длины междоузлий, охватывал август – сентябрь, а к концу вегетации средняя длина побегов, обработанных микроэлементами, превышала контрольные на 10–15 см. Такая же закономерность наблюдалась и по динамике нарастания листовой поверхности, что совпадает с последними данными, полученными на привитых виноградных растениях [9].

Интенсивное вызревание побегов наблюдалось с конца сентября, охватывая весь октябрь, что совпадало с приостановкой роста побегов. И в этом случае у саженцев, обработанных микроэлементами, имело место более интенсивное вызревание – 40–57%, против 30–36% у растений, не получивших некорневую подкормку. Наибольшая эффективность по обоим показателям отмечалась при использовании раствора марганца, сравнительно слабее – цинка.

Анатомические исследования также свидетельствуют об эффективном влиянии этих микроэлементов на процессы дифференциации тканей побега, характеризующей его физиологическую зрелость: у опытных растений отмечалось более раннее и интенсивное заложение 2–3 лубяных волокон в зоне 1–5 междоузлий, а у контрольных – лишь одно в базальной части побега (1–2 междоузлия).

Известно, что некоторые микроэлементы оказывают положительное влияние на устойчивость к таким неблагоприятным факторам среды, как засуха [4,10], низкие температуры [11], высокая концентрация почвенного раствора. Микроэлементы влияют на водный режим и связанные с ним коллоидно-химические свойства плазмы, а также на некоторые процессы обмена [12].

Исследования показали, что Mn и В способствуют поддержанию стабильного уровня оводненности тканей, особенно в период летнего дефицита водоснабжения, и вследствие этого – более оптимальному прохождению за период вегетации физиоло-

гических процессов. В конечном итоге (в конце вегетации), особенно в варианте с *B*, а затем и *Mn*, отмечаются значительные изменения фракций воды: существенное повышение связанной формы (52,7–66,0 против 35% у контрольных) и соответственно водоудерживающей способности тканей в предзимний период. Такое повышение содержания связанной фракции воды происходит сравнительно больше за счет коллоидно-связанной, чем осмотически связанной воды.

Положительное влияние микроэлементов на водный режим листьев в определенной степени отразилось и на сопутствующий процесс – транспирацию листьев. Как видно из рис. 2, при дневном водно-воздушном стрессе у опытных растений, обработанных *B* и *Mn*, интенсивность транспирации существенно превышает контрольные.

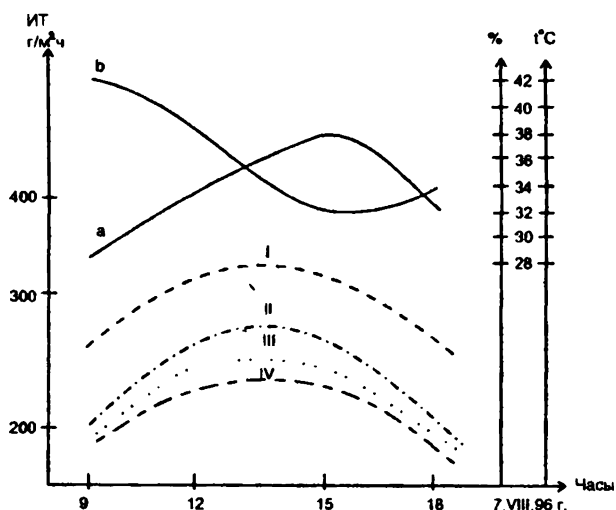


Рис. 2. Суточные изменения транспирации в зависимости от гидротермических условий.

I – саженцы винограда, обработанные *B*, II – *Mn*, III – контрольные, IV – *Zn*, а – температура воздуха, б – относительная влажность воздуха.

Исследования по динамике содержания хлорофилла (а+в) и каротиноидов в связи с действием некорневого питания микроэлементами показало, что наибольший эффект в синтезе хлорофилла проявляет некорневая подкормка *Zn*, затем *B*, причем высокий уровень количества хлорофилла в листьях остается на таком уровне в течение всего вегетационного периода. Это приводит к удлинению периода активной фотосинтетической деятельности листа и в результате – к более высокому содержанию запасных углеводов в побегах.

Следует согласиться с некоторыми авторами [9,11], что при подкормке *B* и *Zn* значительно повышается прочность связи хлорофилл-липоидного комплекса, особенно в летние месяцы – с некоторым водным дефицитом и высокой среднесуточной температурой.

Известно, что каротиноиды принимают активное участие в окислительно-восстановительных фотосинтетических реакциях. По нашим данным, содержание каротиноидов в листьях винограда в течение лета в зависимости от некорневой подкормки значительно колеблется, причем максимальное его количество наблюдалось не в конце лета, а в период высокого содержания хлорофилла, что, возможно, связано с защитной функцией каротиноидов против фотоокисления хлорофилла.

Строгой закономерности влияния микроэлементов на содержание каротиноидов не наблюдалось, но в некоторые сроки – в период интенсивного роста побегов – их количество в листьях под влиянием цинка и бора увеличивалось.

В условиях Молдавии аналогичная закономерность у выращиваемых в полевых условиях привитых саженцев наблюдалась в случае применения марганца и бора [11].

Учет качества и выхода саженцев в конце вегетации показал, что в условиях гидропоники применение некорневого питания проявляет эффективное воздействие в аспекте оптимизации физиологических процессов, более нормального прохождения фаз развития и получения качественного посадочного материала.

ЛИТЕРАТУРА

1. Давтян Г.С. Проблема питательного раствора в производстве растений без почвы. – Сообщ. ИАПиг АН Арм. ССР, Ер., 1967, т.7, с. 11–19.
2. Бзнуни А. Б. О густоте посадки черенков винограда при производстве саженцев методом открытой гидропоники. – Сообщ. ИАПиг АН Арм. ССР, Ер., 1980, №20, с. 162–169.
3. Погосян К.С., Оганесян Р.С., Карапетян Ж.Г., Бзнуни А.Б. Выращивание корнесобственных саженцев винограда после длительного хранения черенков. – Сообщ. ИАПиг АН Арм. ССР, Ер., 1981, № 22, с. 56–67.
4. Стоев К.Д. – Физиология винограда и основы его возделывания. София, 1981, т. 1, с. 288–296.
5. Бондаренко С.Г. Расчет удобрений для плодоносящих виноградников. – Садоводство, виноградарство и виноделие Молдавии, 1976, № 2, с. 18–24.
6. Гусев Н.А. Состояние воды в растении. М: Наука, 1974, с. 139.
7. Иванов Л.А., Симина А.А., Цельникер Ю.Я. О методе быстрого взвешивания для определения транспирации в естественных условиях. – Ботанический журнал, 1950, т. 32, в. 2, с. 171–175.
8. Wettstein D. Chlorophyll lefle und der submikrobishe formwische der plfstiden. - Exp. cell Research., 1957, № 12, p. 427–435.
9. Volchenk C.C., Hanter J.J., Watts I.E. The effect of different zine levels on the growht of grapevines. – J. Plant Nutr., 1996, № 6, p. 827–837.
10. Martin T., Giofu A., Georgescu M. Cercetari asupra absorbt microelementior prin frunze la vita de vie. – Lucrari stiintifice., 1970, ser. B, v. XIII, p. 131–142.
11. Минниберг С.Я. Влияние почвенного питания на продуктивность и морозостойкость винограда. – Докл. ВАСХНИЛ, 1958, в. 2, с. 38–45.
12. Fregjni M., Scienza A. Aspetti delta micronutrizione di alcune zone viticole italiare. – Vignevini, 1976, N 1, p. 48–54.

Ա.Ս. ԴԱՎԹՅԱՆ

ԱՐՏԱՐՄԱՍԱՅԻՆ ՄՆՈՒՑՄԱՆ ԺԱՄԱՆԱԿ ՄԻԿՐՈՍԱՐԲԵՐԻ ԱԶԳԵՑՈՒԹՅՈՒՆԸ ԽԱՂՈՂԻ ՏՆԿԻՆԵՐԻ ՈՐԱԿԻ ԵՎ ՖԻԶԻՈԼՈԳԻԱԿԱՆ ՊՐՈՑԵՍՆԵՐԻ ԸՆԹԱՅՔԻ ՎՐԱ ԲԱՅՕԹՅԱ ՀԻԳՐՈՊՈՆԻԿԱՅԻ ՊԱՅՄԱՆՆԵՐՈՒՄ

Ամփոփում

Ուսումնասիրվել է արտարմատային սնուցման ժամանակ *Zn*-ի, *Mn*-ի և *B*-ի ազդեցությունը Մասիս առտի խաղողի տնկիների աճի և զարգացման ֆիզիոլոգիական յուրահատկությունների վրա բացօթյա հիդրոպոնիկայի պայմաններում:

Փորձերի արդյունքները ցույց են տվել, որ միկրոտարրերով արտարմատային սնուցումը դրական է ազդում տնկիների ելքի քանակի և որակի, աճի և զարգացման վրա: *Mn*-ը և *B*-ը նպաստում են հյուսվածքներում ջրի պարունակության առավել կայուն պահպանմանը, ազդում են դրանց ֆրակցիոնալ բաղադրության վրա, շատացնելով կապված ձևը, բարձրացնում են տրանսպիրացիայի ինտենսիվությունը: *Zn*-ը նպաստում է ֆոտոսինթեզով պիզմենտների զգալի կուտակմանը և պակասեցնում է դրանց քայքայումը:

УДК 528.28

С.Г. НАНАՊՕԼՅԱՆ, Մ.Գ. ԿՍԼԱԽՉՅԱՆ, Ն.ԸՋ. ԿԻՐԱԿՕՅԱՆ

НОВЫЕ ДЛЯ МИКОБИОТЫ АРМЕНИИ ВИДЫ
БАЗИДИАЛЬНЫХ МАКРОМИЦЕТОВ

В статье приводится список 30 видов базидиальных макромицетов, впервые обнаруженных в Армении. Отмечаются также 4 новых рода.

В результате исследования биоты макромицетов Армении выявлен ряд ранее не обнаруженных видов базидиальных макромицетов. В настоящем сообщении приводится список 30 видов грибов, впервые выявленных на территории республики. Исследованные грибы относятся к отделу Eumycota, подотделу Basidiomycotina, классам Heterobasidiomycetes, Homobasidiomycetes и Gasteromycetes из 8 порядков. Отмечены также новые для Армении роды: *Byssomerulius*, *Asterodon*, *Ramaria*, *Cirrhophyllus*. В соответствии с питающим субстратом они относятся к 6 трофическим группам: ксилотрофам, микоризообразователям, копротрофам, псаммотрофам, гумусовым и подстилочным сапротрофам.

Для каждого вида приведены латинское название, основная синонимика, литературная ссылка, тип фитоценоза, дата сборов, трофическая группа, флористический район, высота над уровнем моря, частота встречаемости.

Подотдел Basidiomycotina
Класс Heterobasidiomycetes
Порядок Tremellales
Семейство Tremellaceae
Род *Exidia* Fr.

1. *Exidia truncata* Fr. [1]:27.

На валежной древесине дуба. Лиственный лес. VI. Ксилотроф. Апаранский, Иджеванский флористические районы. 1400–1700 м. Редко.

Класс Homobasidiomycetes
Подкласс Aphyllophoromycetidae
Порядок Aphyllophorales
Семейство Corticiaceae
Род *Byssomerulius* Parm.

2. *Byssomerulius corium* (Fr.) Parm. [2]:110.

На древесине лиственных пород. Смешанный лес. VIII, IX. Ксилотроф. Зангезурский, Лорийский флористические районы. 1100–1700 м. Редко.

Род *Corticium* S.F. Gray

3. *Corticium confluens* Fr. [3]:26.

На древесине лиственных пород. Смешанный лес. X. Ксилотроф. Иджеванский флористический район. 1200–1400 м. Редко.

Род *Merulius* Fr.

4. *Merulius tremellosus* Fr. [2]:122.

На гнилой валежной древесине и пнях. Лиственный и хвойный леса. VII Ксилотроф. Лорийский флористический район. 1100–1300 м.

Семейство *Hymenochaetaceae*

Род *Asterodon* Pat.

5. *Asterodon ferruginosus* Pat. [4]:42.

На гнилой древесине, валежных стволах хвойных, реже лиственных пород. Лиственный, хвойный леса. IX. Ксилотроф. Иджеванский флористический район. 1100–1400 м.

Семейство *Polypogaceae*

Род *Coriolus* Quél.

6. *Coriolus epileucus* (Fr.) Bond. [5]:157.

На сваленных стволах березы, на бревнах. Лиственный лес. VIII. Ксилотроф. Иджеванский флористический район. 1200–1400 м. Группами.

Семейство *Gomphaceae*

Род *Ramaria* (Fr.) Bond.

7. *Ramaria botrytis* (Fr.) Ricken [6]:129.

На почве. Лиственный лес. VII. Микоризообразователь. Лорийский флористический район. 1100–1300 м. Редко. Съедобен.

Подкласс *Agaricomycetidae*

Порядок *Hygrophorales*

Семейство *Hygrophoraceae*

Род *Cuphophyllus* (Donk) Bon

8. *Cuphophyllus virgineus* (Wulf.: Fr.) Kovalenko [7]:37.

На почве среди травы. Лиственный лес, на лугах, полях. IX. Гумусовый сапротроф. Иджеванский флористический район. 1800 м. Редко. Съедобен.

Порядок *Tricholomatales*

Семейство *Tricholomataceae*

Род *Melanoleuca* Pat.

9. *Melanoleuca stridula* (Fr.) Metr. [8]:141.

На почве. Лиственный лес. VI. Гумусовый сапротроф. Апаранский флористический район. 1400–1600 м. Редко.

Род *Omphalina* Quél.

10. *Omphalina rosella* (J. Lge) Mos. [8]:93.

На почве. Лиственный и хвойный леса. VII, IX. Гумусовый сапротроф. Апаранский флористический район. 1200–1400 м. Редко.

Род *Oudemansiella* Speg.

11. *Oudemansiella pseudoradicata* Mos. [8]:157.

На подстилке. Лиственный лес. VI. Подстилочный сапротроф. Иджеванский флористический район. 1150 м. Редко.

Род *Tricholoma* (Fr.) Quél.

12. *Tricholoma albobrunneum* (Pers.:Fr.) Kumm. [8]:117.

На почве. Хвойный лес. X. Микоризообразователь. Севанский флористический район. 1900–2100 м. Единично, редко. Ядовит.

13. *T. guttatum* (Schaeff.:Fr.) Sacc. [8]:124.

На почве. Смешанный лес. IX. Микоризообразователь. Апаранский флористический район. 1200–1500 м. Редко. Съедобен.

Род *Rhodocybe* R.Mre

14. *Rhodocybe ulmi* L.Vass. [9]:112.

На влажных стволах лиственных пород. Смешанный лес. IX. Ксилотроф. Иджеванский флористический район. 1700 м. Редко.

Порядок Agaricales

Семейство Agaricaceae

Род *Lepiota* (Pers.:Fr.) S.F. Gray

15. *Lepiota erminea* (Fr.) Gill. [10]:247.

На почве. Смешанный лес, луга, пастбища. X. Гумусовый сапротроф. Лорийский флористический район. 1100–1300 м. Группами, редко.

Род *Macrolepiota* Sing.

16. *Macrolepiota rhacodes* (Vitt.) Sing. var. *hortensis* (Pil.) S. Wasser [10]:298.

На почве. Лиственный лес, оранжереи, парки, сады. VI–IX. Гумусовый сапротроф. Лорийский флористический район. 1100–1400 м. Редко.

Семейство Coprinaceae

Род *Psathyrella* (Fr.) Quél.

17. *Psathyrella caudata* (Fr.) Quél. [8]:268.

На почве. Лиственный лес. VI. Гумусовый сапротроф. Апаранский флористический район. 1200–1400 м. Единично, редко.

18. *P. corrugis* (Pers.:Fr.) Konr. et Maubl. [8]:267.

На почве. Смешанный лес. VI. Гумусовый сапротроф. Апаранский флористический район. 1200–1400 м. Единично, редко.

Семейство Bolbitiaceae

Род *Conocybe* Fay.

19. *Conocybe pubescens* (Gilla) Kühn. [8]:281.

На навозе. Безлесные местообитания. X. Копротроф. Лорийский флористический район. 1100 м. Редко.

Семейство Strophariaceae

Род *Psilocybe* (Fr.) Quél.

20. *Psilocybe rhombispora* (Britz.) Sacc. [8]:294.

На почве. Смешанный лес. X. Гумусовый сапротроф. Ереванский флористический район. 1600 м. Редко.

Семейство Cortinariaceae
Род Cortinarius Fr.

21. *Cortinarius turgidus* Fr. [11]:267.
На почве. Лиственный лес. X. Микоризообразователь. Севанский флористический район. 2000 м. Группами, редко. Съедобен.

Род *Hebeloma* Kühn.

22. *Hebeloma claviceps* (Fr.) Kumm. [8]:334.
На почве. Хвойный лес. IX. Гумусовый сапротроф. Зангезурский флористический район. 1300 м. Очень редко.

Род *Inocybe* (Fr.) Fr.

23. *Inocybe incarnata* Bres. [11]:348.
На почве. Хвойный лес. VI. Гумусовый сапротроф. Иджеванский флористический район. 1500–1600 м. Редко.
24. *I. trechispora* (Berk.) Karst. – [11]:365.
На почве. Смешанный лес. VIII. Микоризообразователь. Иджеванский флористический район. 1200–1400 м. Редко.

Порядок Russulales
Семейство Russulaceae
Род *Lactarius* (DC:Fr.) S.F. Gray

25. *Lactarius repraesentaneus* Britz. [8]:449.
На почве. Хвойный лес. VIII. Микоризообразователь. Апаранский флористический район. 1200–1400 м. Группами, редко. Съедобен.
26. *L. tubescens* Bres. [12]:383.
На почве. Хвойный лес. VIII. Микоризообразователь. Лорийский флористический район. 1100–1300 м. Редко. Съедобен.

Род *Russula* Pers.: S.F. Gray

27. *Russula mairei* Sing. [8]:442.
На почве. Хвойный лес. XI. Микоризообразователь. Апаранский флористический район. 1100–1300 м. Единично, редко.

Класс Gasteromycetes
Порядок Tulostomatales
Семейство Tulostomataceae
Род *Tulostoma* Pers.

28. *Tulostoma fibrillosum* White. [13]:211.
На песках. Песчаная полупустыня. V. Псаммотроф. Ереванский флористический район. 1000–1200 м. Единично.

Порядок Lycoperdales
Семейство Geastraceae
Род *Geastrum* Pers.

29. *Geastrum lageniforme* Vitt. var. *umbrinum* V.J. Staněk [14]:490.
На почве. Смешанный лес. VI–IX. Гумусовый сапротроф. Иджеванский флористический район. 740–1800 м. Единично.

Семейство Lycoperdaceae
Род Bovista Pers.

30. *Bovista radicata* (Dur. et Mont.) Vassilk. [15]:459. Syn. *Bovistella radicata* (Dur. et Mont.) Pat. [16]:94.

На почве вне леса. VII. Гумусовый сапротроф. Севанский флористический район. 1800 м. Редко, единично.

Кафедра ботаники

Поступила 13.02. 1998

ЛИТЕРАТУРА

1. Визначник грибів України. Киев: Наукова думка, 1971, т. 4, 315 с.
2. Järgva L., Parmasto E. Eesti seente kondnimestik. Tartu, 1980, 331 p.
3. Визначник грибів України. Киев: Наукова думка, 1972, т. 5 (1), 240 с.
4. Бовдарцева М.А., Пармасто Э.Х. Определитель грибов СССР. Порядок Афиллофоровые. Л.: Наука, 1986, в. 1, 191 с.
5. Степанова-Картавенко Н.Т. Афиллофоровые грибы Урала. Свердловск, 1967, 293 с.
6. Пармасто Э.Х. Определитель рогатиковых грибов СССР. Семейство Clavariaceae. М.-Л.: Наука, 1965, 168 с.
7. Коваленко А.Е. Определитель грибов СССР. Порядок Hygrophorales. Л.: Наука, 1989, 174 с.
8. Moser M. Die Röhlinge und Blätterpilze (Polyporales, Boletales, Agaricales, Russulales). – Kleine Kryptogamenflora. Stuttgart; New York: Fischer, 1978, b/2, 532 s.
9. Васильева Л.Н. Агариковые шляпочные грибы (порядок Agaricales) Приморского края. Л.: Наука, 1973, 327 с.
10. Вассер С.П. Флора грибов Украины. Агариковые грибы. Киев: Наукова думка, 1980, 328 с.
11. Нездоймино Э.Л. Паутинниковые грибы. – Низшие растения, грибы и мохообразные Советского Дальнего Востока. Базидиомицеты. Л.: Наука, 1990, т. 1, с. 209–370.
12. Bresadola J. Iconographia Mycologica. – In: 27 vol. Mediolani, 1927–1941.
13. Флора споровых растений Казахстана (Шварцман С.Р., Филимонова Н.М. Гастеромицеты). Алма-Ата: Наука, 1970, т. VI, 318 с.
14. Sejr K., Moravec Z., Piliát A. et al. – Flora ČSR. Houby (Gasteromycetes). Praha: Nakl-vo CSAV, 1958, 827 s.
15. Визначник грибів України. Киев: Наукова думка, 1979, т. 5(2), 565 с.
16. Сосвин П.Е. Определитель гастеромицетов СССР. Л.: Наука, 1973, 163 с.

Ս. Գ. ՆԱՆԱԳՅՈՒԼՅԱՆ, Մ. Գ. ԹԱՍԼԱՆՉՅԱՆ, Ն. Զ. ԿԻՐԱՎՈՍՅԱՆ

ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՄԻԿՐՔԻՈՏՄԱՅԻ ՀԱՄԱՐ ՆՈՐ ԲԱԶԻԴԻՄԻԿԱԼ
ՄԱԿՐՈՄԻՑԵՏՆԵՐԻ ՏԵՍԱԿՆԵՐ

Ամփոփում

Հոդվածում բերվում է Հայաստանի համար նոր բազիդիալ մակրոմիցետների 30 տեսակների ցուցակ: Առաջին անգամ հայտնաբերված են նաև 4 ցեղեր՝ *Byssomerulius*, *Asterodon*, *Ramaria*, *Cuphophyllus*: Ամեն տեսակի համար բերվում են լատիներեն անվանումը, հեղինակը, հիմնական հոմանիշները, գրական վկայակոչումը, ֆիտոցենոզի տիպերը, հայտնաբերման ժամկետը, տրոֆիկական խումբը, ֆորիստական շրջանը, բարձրությունը ըստ ծովի մակերևույթի:

УДК 553.535.08

Р.В. АКОПЯН, О.П. ГУЮМДЖЯН, А.А. АВАКЯН

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ИОНОВ Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Fe^{2+} , Fe^{3+}
 В НЕКОТОРЫХ СИЛИКАТНЫХ РАСПЛАВАХ

Исследованы относительное распределение и взаимное влияние ионов Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Fe^{2+} , Fe^{3+} в многокомпонентной системе $SiO_2 - Al_2O_3 - R_2O - Fe_2O_3 - MgO - CaO$ в неравновесных условиях минералообразования.

Установлено, что относительное распределение иона железа между окислами и силикатами, ионов натрия и кальция между пироксеном и плагиоклазом зависит от состава и условий кристаллизации расплавов. Выявлен антагонизм между ионами Na и Fe^{3+} при их участии в строении силикатных расплавов. Присутствие в расплаве большого количества окиси кальция способствует вхождению окиси железа в пироксен. Распределение Mg^{2+} и Fe^{2+} между окислами и силикатами, между оливином и пироксеном связывается с энергетической неэквивалентностью этих катионов.

В процессе минералообразования в многокомпонентных силикатных расплавах происходит дифференциация камнеобразующих элементов Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Fe^{2+} , Fe^{3+} , зависящая от степени равновесности процесса кристаллизации и от химического состава расплава. При этом имеет место вариантность минералообразования [1].

В настоящей работе приводятся результаты исследования относительного распределения ионов железа, магния, кальция и натрия между основными минеральными составляющими искусственных материалов, их взаимное влияние при вхождении в структуру формирующихся фаз. С этой целью изучены пять составов в системе $Ab - An - Di$. В исходные смеси вводились в различных количествах окислы железа. Химический состав исследуемых расплавов приводится в табл. 1.

Таблица 1

Химический состав исследуемых расплавов

Номера расплавов	Содержание окислов, %						
	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MgO	CaO	Na_2O
I	54,90	16,24	3,96	2,20	12,20	7,00	3,50
II	52,90	16,82	5,80	2,40	11,00	7,90	3,18
III	51,20	18,86	6,90	3,40	9,80	8,52	2,42
IV	46,98	19,84	7,90	10,90	10,90	9,40	1,58
V	43,40	22,60	8,60	4,90	8,70	13,50	1,30

Исследованная Боуэном для природных пород область $Ab - An - Di$ [2] не включает ионы железа. Наши исследования показали, что присутствие железа в

расплавах влияет на фазовый состав камней, на качественные характеристики и порядок выделения минералов.

Относительное распределение железа между окислами и силикатами, ионов натрия и кальция между пироксеном и плагноклазом зависит от состава и условий кристаллизации расплава. Благодаря малому ионному радиусу, большому значению электроотрицательности, ион железа обладает высокой прочностью связи с кислородом, в результате чего он более, чем остальные ионы, склонен образовать окисные комплексы в виде магнетита, что и наблюдалось нами при кристаллизации всех исследуемых расплавов при высоких температурах. При понижении температуры проявляется неравноценность трех- и двухвалентных ионов железа при их участии в образовании магнетита и пироксена. Если ионы магния и двухвалентного железа в силу близкого значения их ионных радиусов в больших пределах изовалентно замещают друг друга, то трехвалентный ион железа, сильно отличающийся от иона магния по энергетическим и геометрическим характеристикам, при гетеровалентном изоморфизме способен замещать в пироксенах магниевые комплексы в виде кальциевой молекулы $CaFe_2SiO_6$.

При исследовании процесса кристаллизации расплавов, содержащих ионы трехвалентного железа совместно с ионом натрия, проявляется антагонизм при их участии в строении расплавов. Катионы натрия в силу их малой электроотрицательности усиливают степень полимеризации расплава. Катионы трехвалентного железа, благодаря их сильному полю, деполимеризуют структуру силикатного расплава, стремясь к обособлению в виде магнетита. В расплавах IV и V их обособленность возрастает настолько, что ионы железа выделяются в виде магнетита уже при заливке этих расплавов. Выделение магнетита увеличивает вязкость остаточного расплава, что способствует неравновесному минералообразованию с расширением поля кристаллизации пироксена при уменьшении количества полевого шпата.

В соответствии с теорией Белова Н.В. [3] о соразмерности между размером катионов и анионных комплексов возрастание количества крупных катионов кальция благоприятствует укрупнению анионных комплексов при замещении части ионов кремния на трехвалентное железо. Это создает большие возможности растворения молекулы $CaFe_2SiO_6$ в пироксенах. Присутствие в расплавах большого количества окиси кальция способствует вхождению окиси железа в пироксен, о чем свидетельствует уменьшение количества кристаллизующегося магнетита.

С целью изучения взаимного влияния катионов при их вхождении в пироксен из мономинеральных образцов, кристаллизованных при $1050^{\circ}C$ в течение 6 часов, были выделены пироксены. Так как образцы, кроме пироксена, содержали около 20% стеклофазы, то для растворения и удаления ее образцы измельчались, просеивались через сито с 600 отверстиями на cm^2 . Прошедшая через сито фракция с помощью магнита очищалась от магнетита. Оставшийся препарат подвергался химической обработке горячей соляной кислотой (1:1) в течение 1,5–2 часов. Чистота зерен проверялась под бинокуляром, затем в иммерсионных препаратах определялись показатели преломления. После этого производился химический анализ и рассчитывались нормативные составы пироксенов. Петрохимический пересчет химического состава пироксена на нормативные молекулы производился по нормативно-молекулярному методу Ниггли следующим методом. Все количество Na_2O рассчитывалось на жадитовую молекулу, по остатку Al_2O_3 определялось количество минала $CaAl_2SiO_6$. Количество $CaFe_2SiO_6$ рассчитывалось по всей окиси трехвалентного железа, а $CaFeSi_2O_6$ – по закиси железа. Остаток CaO определил количество диопсидовой составляющей пироксена $CaMgSi_2O_6$, а остаток MgO рассчитывался на энстатитовую молекулу $Mg_2Si_2O_6$ (табл. 2).

Расчетные нормативные составы пироксенов свидетельствуют о различной их способности к захвату в свою решетку компонентов Чермака. При увеличении в

составе пироксена железистой молекулы $CaFe_2SiO_6$ увеличивается возможность изоморфного вхождения в него алюминия в составе кальциевой молекулы Чермака $CaAl_2SiO_6$. Эти наблюдения полностью согласуются с данными Сегнита Е.Р. [4], указывающего на то, что на сродство пироксена к алюминию большое влияние оказывает природа катионов, входящих в состав пироксена. Одновременно с увеличением содержания молекулы $CaFe_2SiO_6$ уменьшается возможность вхождения в пироксен натриевой молекулы $NaAlSi_2O_6$. В таких расплавах $NaAlSi_2O_6$, соединяясь с $CaAl_2SiO_6$ и кремнеземом, кристаллизуется в виде полевых шпатов по следующей схеме:

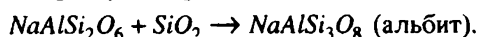
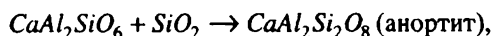


Таблица 2

Нормативно-молекулярные составы

Номера образцов	Нормативные исходные молекулы					
	$NaAlSi_2O_6$	$CaAl_2SiO_6$	$CaFe_2SiO_6$	$CaFeSi_2O_6$	$CaMgSi_2O_6$	$Mg_2Si_2O_6$
I	7,3	18,6	7,6	6,8	56,9	3,1
II	6,5	19,6	8,1	7,1	55,0	3,7
III	6,0	20,8	9,2	8,5	40,9	14,6
IV	5,3	22,1	9,8	9,9	52,6	0,3
V	3,4	23,9	10,8	9,9	46,5	5,5

Здесь проявляется специфичность энергетической и геометрической характеристик наиболее электроотрицательного катиона натрия в образовании и устойчивости более полимеризованных и сложных алюмокремнекислородных анионных мотивов с образованием плагиоклазов, в то время как трехвалентное железо проявляется в магнетите или пироксене.

Таким образом выявляется неравноценная возможность изоморфного вхождения в решетку диоксида ионов алюминия и натрия в присутствии ионов железа, когда обогащение пироксена трехвалентным железом благоприятствует вхождению в его решетку алюминия в виде компонента $CaAl_2SiO_6$ и ограничивает вхождение ионов натрия в виде комплекса $NaAlSi_2O_6$.

Неравномерное распределение ионов магния и железа между оксидами и силикатами, между оливином и пироксеном, наблюдаемое в породах основного и ультраосновного составов [5], связывается с разнообразными проявлениями энергетической неэквивалентности этих катионов. Обогащение исследуемых пироксенов энстатитовой молекулой можно объяснить энергетическими преимуществами в условиях быстрого охлаждения катиона магния перед катионом двухвалентного железа.

НПФ "К и С", ЕГУ, ИГ НАН РА

Поступила 19.02. 1998

ЛИТЕРАТУРА

1. Аюбян Р.В., Гююмджян О.П. Минералообразование в системе $SiO_2 - Al_2O_3 - Fe_2O_3 - MgO - CaO - R_2O$ в зависимости от неравновесности процесса. – Уч. записи ЕГУ, 1997, № 2.
2. Заварицкий А.Н., Соболев В.С. Физико-химические основы петрографии изверженных горных пород. М.: Госгеолтехиздат, 1961.

3. Белов И.В. Кристаллохимия силикатов с крупными катионами, М., 1961.
4. Segnit E.K. Some Data on Synthetic Aluminous and other Pyroxenes. – Mineralogical Magazin, 1953, v. 30, No 223.
5. Лебедев В.И. Основы энергетического анализа геохимических процессов, М., 1957.

Ռ. Վ. ՀԱՎՈՐՅԱՆ, Հ.Պ. ԳՈՒՅՈՒՄՋՅԱՆ, Ա.Ա. ԱՎԱԳՅԱՆ

Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Fe^{2+} , Fe^{3+} ԻՈՆՆԵՐԻ ՓՈՆԱԶԴԵՑՈՒԹՅՈՒՆԸ
ՈՐՈՇ ՍԻԼԻԿԱՏԱՅԻՆ ՀԱԼՈՑՔՆԵՐՈՒՄ

Ամփոփում

Ուումնասիրված է *Ab – An – Di* համակարգի հալոցքում միներալագոյացնող կատիոնների փոխադարձ ազդեցությունը:

Հայտնաբերված է, որ երկաթի բաշխումը օքսիդների և սիլիկատների միջև, իսկ նատրիումի և կալցիումի բաշխումը պիրոքսենի և պլագիոկլազի միջև կախված է հալոցքի բաղադրությունից և բյուրեղացման պայմաններից:

Հայտնաբերված է սիլիկատային հալոցքում *Na* և Fe^{3+} իոնների փոխազդեցությունը:

Պարզվել է, որ կալցիումի օքսիդի մեծ քանակությունը հալոցքում նպաստում է, որ երկաթի օքսիդը մտնի պիրոքսենի մեջ:

Mg և *Fe* իոնների ոչ հավասարաչափ բաշխումը օքսիդների և սիլիկատների, ինչպես նաև օլիվինի և պիրոքսենի միջև բացատրվում է տարրերի էներգետիկ հատկությունների տարբերությամբ:

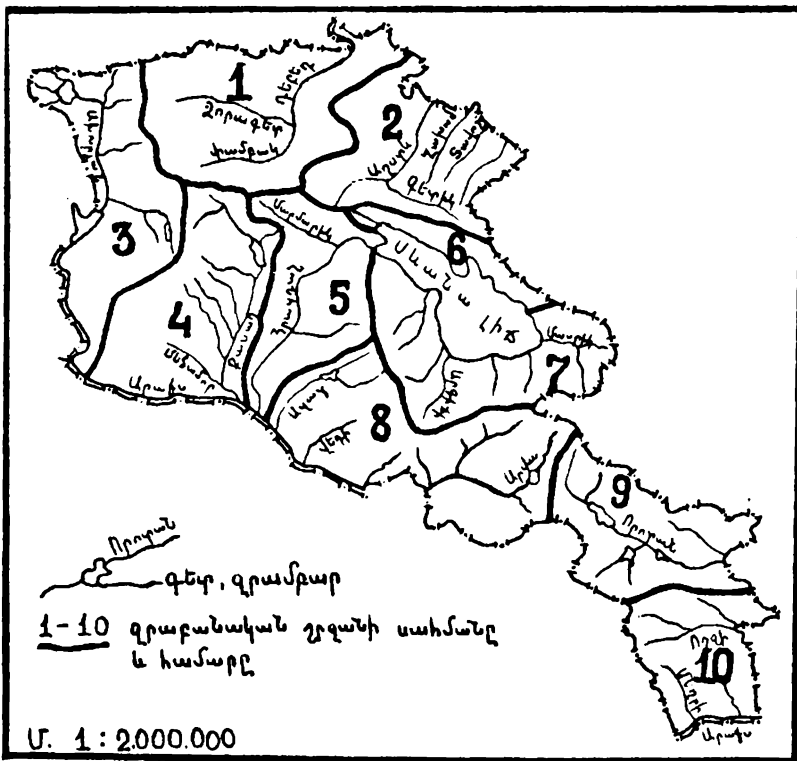
Աշխարհագրություն

УДК 556.5

Ա.Թ. ԳՐԻԳՈՐՅԱՆ

ՀՀ ԳԵՏԵՐԻ ՋՐԻ ՋԵՐՄԱՍՏԻՃԱՆԻ ԿԱՆՈՒՄԸ
 ՋՐՀԱՎԱԸ ԱՎԱԶԱՆԻ ԲԱՐՉՐՈՒԹՅՈՒՆԻՑ

ՀՀ տարածքն ունի լեռնային բնույթ, հետևաբար գետերի ջերմային ռեժիմի ձևավորման գործում ջրհավաք ավազանի միջին բարձրությունը կարելի է համարել ամենակարևոր գործոններից մեկը: Սա պայմանավորված է նրանով, որ կլիմայական մի շարք բնութագրիչներ (օդի ջերմաստիճանը, արեգակնային ճառագայթումը, մթնոլորտային տեղումները, ամպամածությունը և այլն), որոնք ազդում են գետերի ջերմային ռեժիմի վրա, փոխվում են տեղանքի բարձրությանը զուգընթաց:



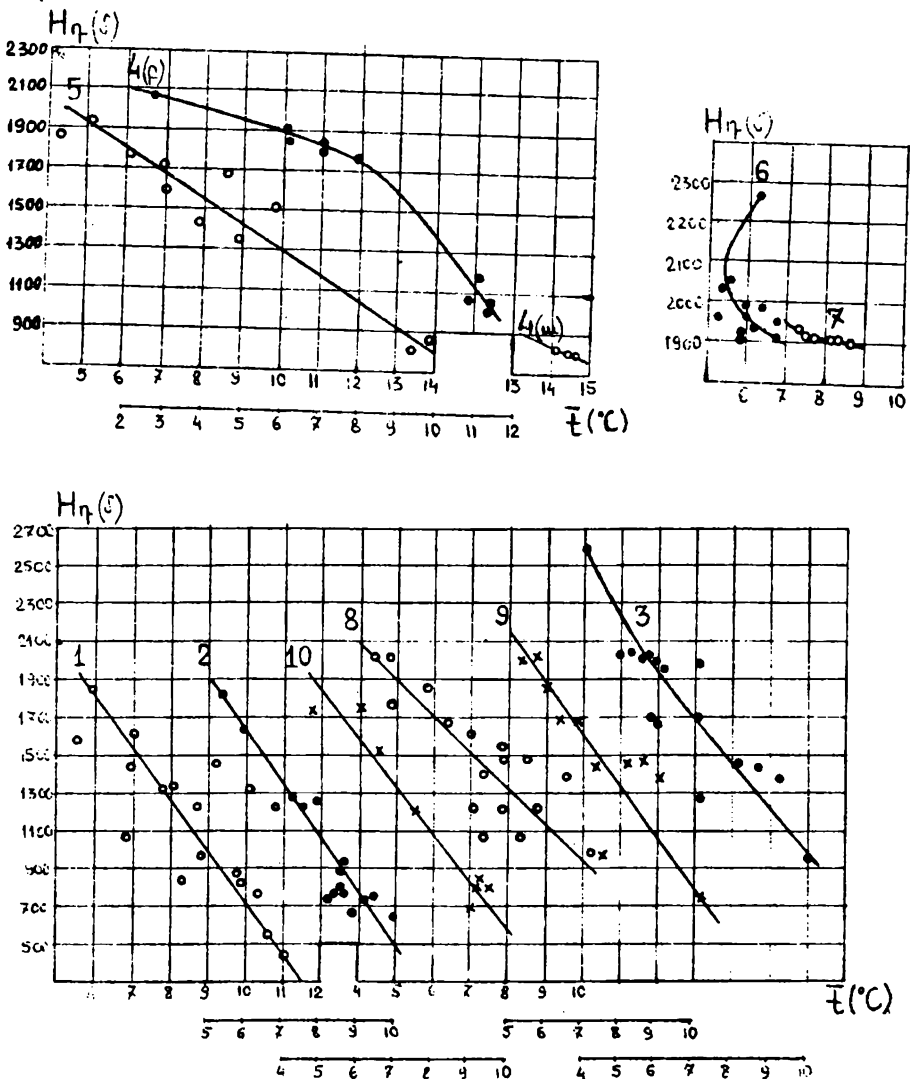
Նկ. 1: ՀՀ տարածքի ջրաբանական շրջանները. 1. Փամբակ-Դեբեդի, 2. Աղստև-Տավուշի, 3. Ախուրյանի, 4. Մեծամոր-Քասաղի, 5. Հրազդանի, 6. Սևանի ավազանի մակերևութային սնման գետերի, 7. Սևանի ավազանի ստորերկրյա սնման գետերի, 8. Ազատ-Արփայի, 9. Որոտանի, 10. Ողջի-Մեղրիզեռի:

Որպես կանոն, գետերի ջրի ջերմաստիճանն ըստ բարձրության նվազում է, որը պայմանավորված է օդի ջերմաստիճանի նվազման հետ: Սակայն այս օրինաչափությունը երբեմն խախտվում է կախված ջրհավաք ավազանի մեծությունից, լեռնալանջերի դիրքադրությունից, ջրաերկրաբանական պայմաններից, սնման ռեժիմից, գետի ջրայնությունից, անթրոպոգեն ազդեցությունից և այլ գործոններից:

Տեղանքի բարձրությունից գետի ջրի ջերմաստիճանի կախումը Հայաստանի գետերի համար դիտարկել են մի շարք մասնագետներ [1-3]: Այդ կախումը վերլուծելու համար օգտագործվել են ՀՀ տարածքի ջրաբանական շրջանացման սխեմաները, որոնք կատարվել են Բ.Պ. Մնացականյանի [4] և Թ.Գ. Վարդանյանի [5] կողմից (նկ. 1):

Ըստ այդ սխեմաների, ՀՀ տարածքը բաժանվել է ջրաբանական 10 շրջանների, որոնց համար կառուցվել են ջրի բազմամյա տարեկան միջին ջերմաստիճանի (\bar{t}) կախումները դիտարկետի բարձրությունից (H) (նկ. 2).

$$\bar{t} = f(H): \quad (1)$$



Նկ 2: Գետերի ջրի բազմամյա միջին տարեկան ջերմաստիճանի (\bar{t}) կախումը դիտարկետի բարձրությունից (H) ջրաբանական բոլոր շրջանների համար:

Ջրաբանական բոլոր շրջանների համար տրված են նաև բազմամյա տարեկան միջին ջերմաստիճանի արժեքները տարբեր բարձրությունների միջակայքերում, ինչպես նաև ջրի ջերմաստիճանային գրադիենտները յուրաքանչյուր 100 մ-ի վրա (աղյուսակ):

Այժմ վերլուծենք այդ կապերն առանձին ջրաբանական շրջանների համար:

1. Փամբակ-Դեբեդի ջրաբանական շրջանն ընդգրկում է Դեբեդի ամբողջ համակարգը: Ինչպես երևում է նկ. 2-ից, այստեղ ըստ բարձրության ջրի ջերմաստիճանը նվազում է, իսկ գրադիենտը 100 մ-ի վրա կազմում է $-0,3$ -ից մինչև $-0,4^{\circ}\text{C}$: Չնայած (1) կախումը ստացվում է ուղիղ գծի տեսքով, սակայն կետերի ցրվածությունը դաշտում բավական մեծ է, որը, մեր կարծիքով, պայմանավորված է ավազանի ջրաերկրաբանական և կլիմայական բարդ պայմաններով:

«Ղ գետերի բազմամյա տարեկան միջին ջերմաստիճանի արժեքները տարբեր բարձրությունների միջակայքերում (համարիչ) և ջերմաստիճանի գրադիենտը 100 մետրի վրա (հայտարար)»

Բարձրությունների միջակայքը, մ'	400 -	701-	1001-	1301-	1601-	1901-	2201-	2501-
	700	1000	1300	1600	1900	2200	2500	2800
1. Փամբակ-Դեբեդի	$\frac{10,8}{-0,4}$	$\frac{9,4}{-0,4}$	$\frac{8,7}{-0,4}$	$\frac{7,9}{-0,3}$	$\frac{6,5}{0,4}$	—	—	—
2. Աղստև-Տավուշի	$\frac{9,5}{-0,4}$	$\frac{8,7}{-0,3}$	$\frac{7,5}{-0,4}$	$\frac{5,9}{-0,3}$	$\frac{5,4}{-0,4}$	—	—	—
3. Ախուրյանի	—	$\frac{10,0}{-0,4}$	$\frac{9,2}{-0,5}$	$\frac{8,7}{-0,4}$	$\frac{6,1}{-0,4}$	$\frac{5,8}{-0,3}$	$\frac{4,7}{-0,3}$	$\frac{4,0}{-0,3}$
4. ա) Մեծամորի	—	$\frac{14,3}{-1,8}$	—	—	—	—	—	—
բ) Քասաղի	—	—	$\frac{10,4}{-0,4}$	$\frac{9,7}{-0,5}$	$\frac{7,7}{-0,9}$	$\frac{6,2}{-2,1}$	—	—
5. Հրազդանի	—	$\frac{13,7}{-0,8}$	$\frac{11,1}{-0,8}$	$\frac{8,8}{-0,8}$	$\frac{6,5}{-0,8}$	$\frac{3,8}{-0,8}$	—	—
6. Սևանի ավազանի մակերևութային սննան գետերի	—	—	—	—	—	$\frac{6,4}{-0,4}$	$\frac{6,8}{+0,7}$	—
7. Սևանի ավազանի ստորերկրյա սննան գետերի	—	—	—	—	—	$\frac{7,7}{-2,5}$	—	—
8. Ազատ-Արփայի	—	$\frac{10,2}{-0,5}$	$\frac{7,9}{-0,5}$	$\frac{8,2}{-0,5}$	$\frac{5,6}{-0,5}$	$\frac{4,6}{-0,5}$	—	—
9. Որոտանի	—	$\frac{9,0}{-0,4}$	$\frac{8,5}{-0,4}$	$\frac{8,2}{-0,4}$	$\frac{6,4}{-0,4}$	$\frac{5,5}{-0,4}$	—	—
10. Ողջի-Մեղրիգետի	$\frac{10,1}{-0,4}$	$\frac{9,3}{-0,4}$	$\frac{7,8}{-0,4}$	$\frac{6,6}{-0,4}$	$\frac{5,4}{-0,4}$	—	—	—

2. Աղստև-Տավուշի ջրաբանական շրջանի մեջ մտնում են Աղստևի և Կուրի փոքր վտակների ավազանները: Այստեղ էլ (1)-ը գծային է, սակայն նախորդ շրջանի համեմատ կետերի ցրվածությունը գծի շուրջ փոքր է: Ջերմաստիճանային գրադիենտը փոփոխվում է $-0,3$ -ից մինչև $-0,4^{\circ}\text{C}$:

3. Ախտրյանի ջրաբանական շրջանն ընդգրկում է Ախտրյան գետի ողջ համակարգը: Այստեղ մույնպես (1)-ը արտահայտված է ուղիղ գծի տեսքով: Ջերմաստիճանային գրադիենտը մինչև 1900 մ բարձրությունը կազմում է $-0,4$ -ից մինչև $-0,5^{\circ}\text{C}$, որից վերև դառնում է $-0,4^{\circ}\text{C}$: Պատճառը ցուրտ կլիմայական պայմաններն են և Արփի լճի ջրամբարը:

4. Մեծամոր-Քասաղի ջրաբանական շրջանի մեջ են Մեծամոր և Քասաղ գետերի համակարգերը: Ելնելով ավազանի գետերի ռելիեֆային, ջրաբանական և կլիմայական պայմաններից, ինչպես նաև ջրային ու ջերմային ռեժիմի առանձնահատկություններից, այս շրջանում առանձնացրել ենք 2 ենթաշրջան՝ Մեծամորի (4 ա) և Քասաղի (4 բ):

Թեև Մեծամորի ավազանում դիտակետերը քիչ են [3], սակայն (1)-ը ստացվում է համարյա ուղիղ գծի տեսքով և ըստ բարձրության գրադիենտը նվազում է արագ՝ $-1,8^{\circ}\text{C}$ -ով: Պատճառը ստորերկրյա մեծ սնունն է (92%):

Քասաղի ենթաշրջանում (1)-ը կորագիծ է, ընդ որում, մինչև 1800 մ-ը գրադիենտը փոքր է՝ $-0,6^{\circ}\text{C}$, որից հետո նա կտրուկ նվազում է՝ մինչև $-2,1^{\circ}\text{C}$, քանի որ վերին հոսանքում սնունը հիմնականում ձնա-սառցադաշտային է և թեթությունները մեծ են, ջուրը չի հասցնում տաքանալ:

5. Հրազդանի ջրաբանական շրջանն իր մեջ ընդգրկում է Հրազդան գետի ողջ համակարգը: Այստեղ (1)-ը արտահայտված ուղիղ գիծ է, և պահպանվում է ընդհանուր օրինաչափությունը: Ջերմաստիճանային գրադիենտը կայուն է և կազմում է $-0,8^{\circ}\text{C}$, որն անշուշտ պայմանավորված է Սևանա լճի ջերմաստիճանով:

6. Սևանի ավազանի մակերևութային սնման գետերի ջրաբանական շրջանն իր մեջ ներառում է Սևանա լճի ավազանի գերազանցապես մակերևութային սնուն ունեցող գետերը: Սրանց համար (1)-ը ստացվում է կոր գծի տեսքով, ընդ որում մինչև 2050-2150 մ բարձրություններում գրադիենտը դառնում է 0°C , իսկ ավելի վերև սկսում է կտրուկ աճել՝ կազմելով $+0,7^{\circ}\text{C}$: Սա միակ դեպքն է ՀՀ գետերի համար, որտեղ գրադիենտը դրական է: Պատճառն այն է, որ վերին հոսանքում Արգիճին, հոսելով համանուն դաշտով, մեանդրում է և առաջացնում ճահճուտներ, և ջուրը բավական տաքանում է, ինչպես նաև մեծանում է ստորերկրյա սնման բաժինը:

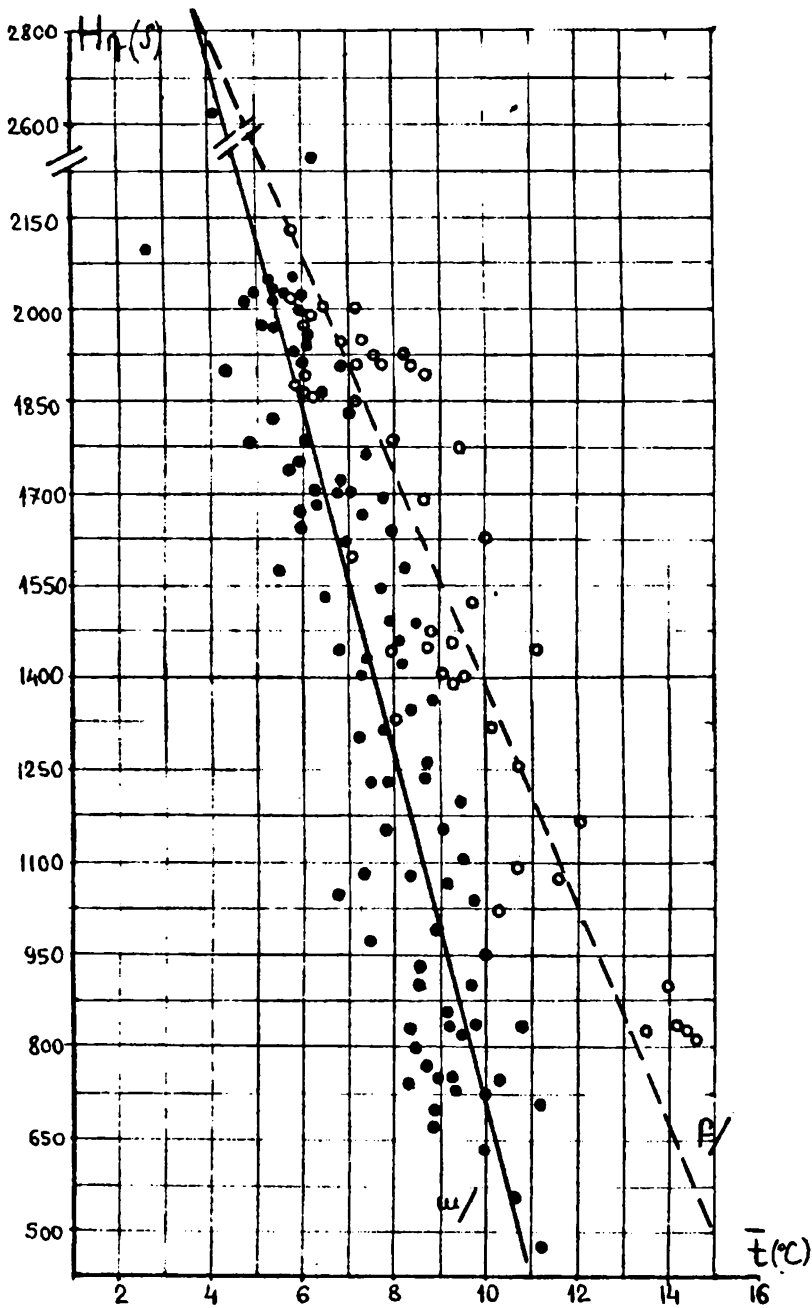
7. Սևանի ավազանի ստորերկրյա սնման գետերի ջրաբանական շրջան: Սրա մեջ մտնում են Գավառագետ, Ծակքար, Լիճք, Վաղաշեն, Կարճաղբյուր, Մասրիկ, Ջիլ գետերը: Սրանց համար (1)-ն ունի կոր գծի տեսք և ըստ բարձրության ջերմաստիճանը կտրուկ նվազում է՝ գրադիենտը յուրաքանչյուր 100 մ-ին կազմում է $-2,5^{\circ}\text{C}$: Մեր կարծիքով, այս երևույթը պայմանավորված է ստորերկրյա աղբյուրների բեռնաթափման նիշերի տարբերություններով: Այսպես, եթե աղբյուրը դուրս է գալիս գետավազանի համեմատաբար ցածր նիշերում, ապա բնականաբար, այն անցել է ստորգետնյա ավելի երկար ճանապարհ և խորը շերտերով, որի շնորհիվ էլ տաքացել է: Բարձր նիշերում բեռնաթափվող աղբյուրների համար նկատվում է հակառակ երևույթը և ջրի ջերմաստիճանը ցածր է լինում:

8. Ագատ-Արփայի ջրաբանական շրջանն իր մեջ ընդգրկում է Ագատ, Վեդի և Արփա գետերի համակարգերը: Այստեղ (1) կախման ընդհանուր օրինաչափությունը պահպանվում է, սակայն ստորին ավազանում (1000-1500 մ) կորի շուրջ կետերի ցրվածությունը մեծ է: Տարեկան միջին ջերմաստիճանները տատանվում են $10,2$ -ից մինչև $4,6^{\circ}\text{C}$, իսկ գրադիենտն ըստ բարձրության կայուն է և կազմում է $-0,5^{\circ}\text{C}$:

9. Ռոտտանի ջրաբանական շրջանում (1)-ը արտահայտվում է ուղիղ գծի տեսքով, գրադիենտը կայուն է՝ $-0,4^{\circ}\text{C}$:

10. Ողջի-Մեղրիգետի ջրաբանական շրջանն ընդգրկում է Ողջիի և Մեղրիգետի համակարգերը: Այստեղ ևս (1)-ը արտահայտվում է ուղիղ գծի տեսքով: Ի տարբերություն մախորդի, այս ջրաբանական շրջանում փոքր բարձրությունների սահմաններում (650-1900 մ) համեմատաբար մեծ են ջերմաստիճանային տարբերությունները ($10,1$ -ից մինչև $5,4^{\circ}\text{C}$), սակայն գրադիենտը կայուն է և կազմում է $-0,4^{\circ}\text{C}$: Գա բացատրվում է նրանով, որ այս շրջանում, ի տարբերություն Ռոտտանի ավազանի, մեծ է մակերևութային սնման բաժինը:

Անհրաժեշտ է նշել, որ թվարկված բոլոր կապերի հուսալիության աստիճանը պայմանավորված է կորի շուրջ կետերի ցրվածության չափով: Հաշվարկները ցույց են տալիս որ կետերի ընդհանուր շեղումը կորերից միջին հաշվով կազմում է 5-10%: Որոշ ջրաբանական շրջաններում (1,8,9) այն հասնում է մինչև 15-20%:

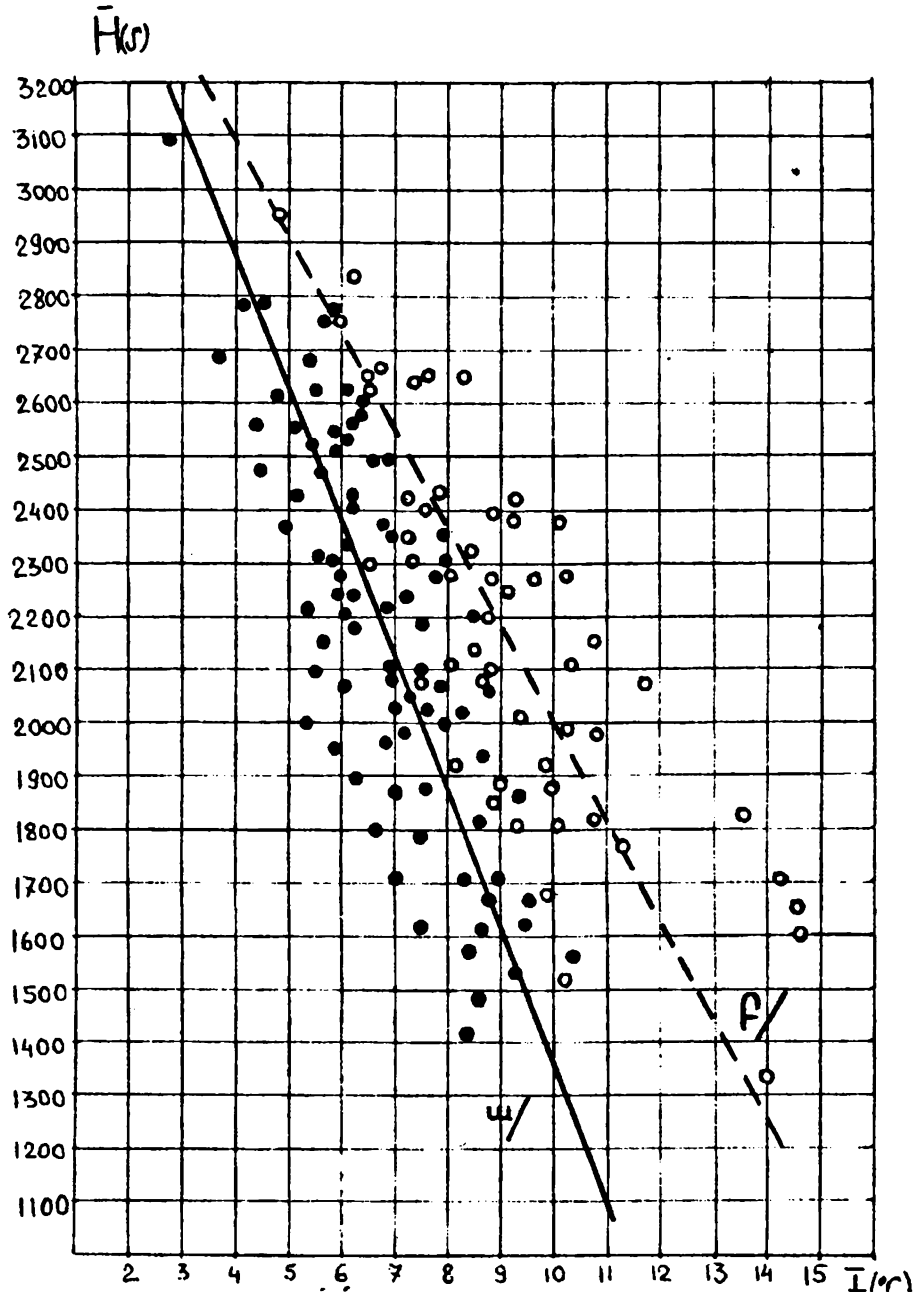


Նկ. 3: ՀՀ գետերի ջրի բազմամյա տարեկան միջին ջերմաստիճանի (\bar{t}) կախումը դիտակետի բարձրությունից (H). ա) գերազանցապես մակերևութային սնման գետեր, բ) գերազանցապես ստորերկրյա և լճային սնման գետեր:

Քացի ջրաբանական առանձին շրջաններից կառուցել ենք նաև ՀՀ բոլոր գետերի համար միացյալ 2 գրաֆիկ (նկ. 3), առանձնացնելով՝ ա) գերազանցապես մակերևութային սնման գետերը, բ) գերազանցապես ստորերկրյա (50% և ավելի) ու լճային սնման գետերը:

Նույն ձևով կապ է հաստատվել նաև ՀՀ գետերի ջրի բազմամյա տարեկան միջին ջերմաստիճանի (\bar{t}) և ջրիավաք ավազանի միջին բարձրության (\bar{H}) միջև (նկ. 4).

$$\bar{t} = f(\bar{H}) \quad (2)$$



Նկ. 4: ՀՀ գետերի ջրի բազմամյա տարեկան միջին ջերմաստիճանի (\bar{t}) կախումը ջրիավաք ավազանի միջին բարձրությունից \bar{H} . ա) գերազանցապես մակերևութային սնման գետեր, բ) գերազանցապես ստորերկրյա և լճային սնման գետեր:

Այսպիսով, ելնելով վերը շարադրվածից, կարելի է անել հետևյալ եզրակացությունները:

1. Լեռնային գետերի ջրի ջերմաստիճանը ենթարկվում է վերընթաց գոտիակառուցյալ օրենքին, այսինքն, ըստ բարձրության օրինաչափորեն նվազում է:

2. Կախված գետերի սնման բնույթից՝ բազմամյա տարեկան միջին ջերմաստիճանները և գրադիենտները ըստ բարձրության տարբեր են: Այսպես, ստորերկրյա և լճային սնման գետերի բազմամյա տարեկան միջին ջերմաստիճաններն ավելի բարձր են, քան մակերևութային սնման գետերինը: Ըստ բարձրության այդ տարբերությունները նվազում են և որոշ բարձրություններում (2850 մ)՝ անհետանում:

3. Ստորերկրյա լճային սնման գետերի ջերմաստիճանային գրադիենտը յուրաքանչյուր 100 մ-ին կազմում է $-0,7$ -ից մինչև $-2,5^{\circ}\text{C}$, իսկ մակերևութային սնման գետերինը՝ $-0,3$ -ից մինչև $-0,5^{\circ}\text{C}$: Սա այն դեպքում, երբ հայտնի է, որ օդի ջերմաստիճանի գրադիենտը լեռնային երկրներում կազմում է $-0,5$ -ից մինչև $-0,6^{\circ}\text{C}$:

4. ՀՀ գետերի ջրի ջերմաստիճանի և ջրհավաք ավազանի բարձրության միջև եղած (1)կապը առկա է գրեթե բոլոր ջրաբանական շրջաններում, սակայն ավելի հուսալի են 2, 3, 4ա, 5, 6, 8, 9, 10- ում: Հետևաբար, դրանք կարելի է կիրառել այդ շրջանների չուսումնասիրված գետերի ջրի ջերմաստիճանի և ջերմաստիճանային գրադիենտի որոշման համար:

Ֆիզիկական աշխարհագրության ամբիոն

Ստացվել է 11.03. 1998

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

1. Хмаладзе Г.Н. Термический режим речных вод Закавказья . Труды Тбилисск. НИГМИ., М.; Гидрометиздат, 1959, вып. 5, с. 33–41.
2. Мусаелян С.М. Некоторые вопросы термического режима рек бассейна Аракса. Сборник работ по гидрологии, ГТИ, №8, Л., Гидрометиздат, 1968, с. 177–184.
3. Գրիգորյան Ա.Թ., Որոտան գետի ջերմային ռեժիմը և նրա անբրուպոզեն փոփոխությունները., - ԵՊՀ գիտական տեղեկագիր, 1987, № 2 (165), էջ 160–169:
4. Атлас сельского хозяйства Арм. ССР, М.-Ер., 1984, с. 188.
5. Վարդանյան Թ.Գ. 293 с. ՀՀ գետերի նվազագույն հոսքի կախումը ջրհավաք ավազանի միջին բարձրությունից: - ԵՊՀ Գիտական տեղեկագիր, 1996. №01, էջ 101–108:

А.Т. ГРИГОРЯН

ЗАВИСИМОСТЬ ТЕМПЕРАТУРЫ РЕЧНЫХ ВОД РА ОТ ВЫСОТЫ ВОДОСБОРНОГО БАССЕЙНА

Резюме

Рассматривается зависимость температуры речных вод РА от высоты местности. С этой целью для всех рек, а также отдельных гидрологических районов РА установлены следующие зависимости: $\bar{t} = f(H)$ и $\bar{t} = f(\bar{H})$; определены температурные градиенты воды. Исследования показывают закономерное изменение температуры воды горных рек по высоте. Для рек, имеющих поверхностное питание, температурный градиент варьирует от $-0,3$ до $-0,5^{\circ}\text{C}$, а для рек, имеющих преимущественно подземное и озерное питание, – от $-0,7$ до $-2,5^{\circ}\text{C}$. И это в том случае, когда известно, что температурный градиент воздуха в горных странах варьирует от $-0,5$ до $-0,6^{\circ}\text{C}$. Полученные связи можно применить для определения температуры воды и температурного градиента неизученных рек.

Աշխարհագրություն

УДК 911.3

Ռ. Խ. ԳԱԳԻՆՅԱՆ

**ԷԿՈԼՈԳԻԱԿԱՆ ՌԻՍԿԻ ԳՆԱՀԱՏՈՒՄԸ ՈՐՊԵՍ ԿՐԻՏԻԿԱԿԱՆ
ԷԿՈԼՈԳԻԱԿԱՆ ԻՐԱՎԻՃԱԿՆԵՐԻ ԿԱՆԽԱՏԵՍՄԱՆ ՄԻՋՈՑ**

Էկոլոգիական հիմնախնդիրը աշխարհում տարեցտարի ընդունում է ավելի ու ավելի սուր բնույթ: Առանձնապես անբարենպաստ է իրավիճակը արդյունաբերական կենտրոններում, խոշոր քաղաքներում և բնական ռեսուրսների ինտենսիվ օգտագործման տարածքներում: Տնտեսավարման նոր պայմանների՝ ազատ շուկայական հարաբերությունների ձևավորմանը զուգընթաց այդ հիմնախնդիրը ավելի հրատապ է դարձել նաև Հայաստանում:

Յուրաքանչյուր ճգնաժամ, այդ թվում նաև քաղաքական, ռազմական, ֆինանսական և այլն, անխուսափելիորեն ազդում է նաև շրջակա միջավայրի վրա: Սակայն այն համարվում է էկոլոգիական այն դեպքում, երբ ճգնաժամը շոշափում է հասարակությունն շրջակա միջավայր հարաբերությունների ոլորտը: Դրանց հետ են կապված էկոլոգիական աղետ և էկոլոգիական անվտանգություն հասկացությունները: Էկոլոգիական աղետը սոցիալ-տնտեսական կառուցվածքի փլուզումն է, որն առաջանում է բնական տարերային պրոցեսների կամ մարդու տնտեսական գործունեության հետևանքով: Էկոլոգիական անվտանգությունը քաղաքական, վարչական, տնտեսական գործողությունների համակարգն է, որն ուղղված է էկոլոգիական հարաբերությունների կայուն գործունեությունը ապահովելուն: Էկոլոգիական ճգնաժամի առաջացման գլխավոր պատճառներ են հանդիսանում հասարակության հոգևոր դեգրադացիան, բնակչության ինտենսիվ աճը, տեխնիկայի առաջընթացը, բարձր վտանգավորությամբ տնտեսական օբյեկտների կուտակումը ուրբանացված շրջաններում, հասարակության մեջ տնտեսական հարաբերությունների անկատարությունը [1]: Կրիտիկական էկոլոգիական հիմնախնդիրների լուծումը կախված է շրջակա միջավայրի ռիսկի ժամանակին գնահատումից:

Ռիսկը որևէ վտանգավոր երևույթի հավանականությունն է՝ բացասական հետևանքներով, դրանց արտահայտվածությունը և սպասվող վնասի չափերը [2,3]:

Տարերային աղետների կանխատեսումը և պլանավորումը կազմված է 2 բաղադրիչներից: Նրանց իմաստը պարզ է դառնում հետևյալ արևելյան ասացվածքից՝ եղիր քաջ այնտեղ, որտեղ կարող ես որևէ բան անել, եղիր համբերատար այնտեղ, որտեղ ոչինչ չես կարող անել և եղիր իմաստուն, որպեսզի կարողանաս տարբերել առաջինը երկրորդից: Լինել քաջ նշանակում է բնության ահեղ ուժերի դեմ պայքարում համարձակորեն զնալ մտքի, միջոցների և ուժերի ներդրմանը: Լինել համբերատար նշանակում է հանգիստ կանխատեսել անխուսափելի աղետների հնարավորությունը, ստեղծել գործողությունների այնպիսի համակարգ, որով կարելի է նվազագույնի հասցնել սպասվող բացասական երևույթները: Այդ երկուսի միջև եղած իմաստուն սահմանն էլ անվանվում է ռիսկ:

Տարբերում են բնական, սոցիալական և էկոլոգիական ռիսկ հասկացությունները: Բնական ռիսկը վտանգավոր բնական ներգործության հավանականությունն է մարդու

կան տեխնոլոգիայի վրա և դրա հետևանքով առաջացած հնարավոր կորուստները: Սոցիալական ռիսկը ծագում է հասարակության ներսում և ուղղված է նրա դեմ:

Ըստ Ե.Վ. Մալաշկիչի՝ էկոլոգիական ռիսկը բնական միջավայրի վրա այս կամ այն միջամտության դեպքում այնպիսի խախտումների կանխապես գնահատումն ու վտանգի աստիճանն է, որոնք կարող են անբարենպաստ լինել էկոհամակարգերի գոյության և նրանց հետագա գործունեության համար ինչպես անմիջապես մարդածին ներգործության գոտում, այնպես էլ նրա սահմաններից դուրս [4]:

Ըստ Ն.Ֆ.Ռեյմերսի՝ էկոլոգիական ռիսկը անբարենպաստ բնական գործոնների մարդածին ցանկացած (կանխամտածված կամ պատահական, աստիճանական կամ կատաստրոֆիկ) փոփոխությունների հավանականությունն է էկոլոգիական ռեսուրսների համար [5]:

Այսպիսով, էկոլոգիական ռիսկը բնության մեջ բացասական փոփոխությունների հավանականությունն է և հասարակության մեջ դրանց սոցիալ-տնտեսական և այլ հետևանքները: Վերը նշվածից երևում է, որ էկոլոգիական ռիսկը չի կարելի քննել սոցիալական և տնտեսական գործոններից անկախ:

Էկոլոգիական ռիսկի աճման հիմնական պատճառներն են՝ տեխնիկայի և տեխնոլոգիայի բարդացումը և նրանց անբավարար հսկողության հետևանքով արտադրության մեջ հնարավոր վթարների աճը, շրջակա միջավայրի վրա մարդածին ծանրաբեռնվածության կտրուկ ավելացումը, որը հանգեցնում է էկոհամակարգերի կառուցվածքի և գործունեության խախտմանը, բնական միջավայրում բացասական փոփոխությունների կուտակումը, որը վերջին հաշվով նպաստում է լանդշաֆտներում անշրջելի պրոցեսների զարգացմանը, էկոլոգիական ռիսկի իմաստով որոշ էկոհամակարգերի խոցելիության բարձր աստիճանը:

Տարեցտարի Հայաստանում ավելանում է բնության վրա մարդածին գործոնների ծանրաբեռնվածության աստիճանը, որն էլ մեծացնում է էկոլոգիական ռիսկը: Բնական ռեսուրսների յուրացման էքստենսիվ ուղղությունը, որը երկար տարիներ բնորոշ է մեր հանրապետությանը, ստեղծել է սուր էկոլոգիական իրավիճակների նոր արեալների ծագման մեծ հավանականություն: Մարդու ազդեցության հետևանքով բնական համակարգերը ձևափոխվում են, իսկ երբեմն նաև անբողոքի վերանում: Չնայած նրան, որ բնական-մարդածին համակարգեր, որոնց զարգացումը ընթանում է մի կողմից բնական օրինաչափությունների, մյուս կողմից՝ մարդու ղեկավարման ներքո: Որոշումներ ընդունող անձանց ոչ ճիշտ գործողությունները և թույլատրելի սահմանային էկոլոգիական ծանրաբեռնվածության վերաբերյալ տվյալների բացակայությունը հանգեցնում են էկոլոգիական ռիսկի մեծացմանը, այդ թվում նաև նորերի առաջացմանը: Այսպես օրինակ, Արարատյան դաշտում չկարգավորված մեխորացիայի հետևանքով առաջացել են երկրորդային աղակալման և ճահճացման երևույթներ, Հրազդանի ցեմենտի գործարանի կառուցումից հետո զգալիորեն ավելացել է շրջակա միջավայրի մարդածին ծանրաբեռնվածությունը, իսկ նախկին սեյսմիկ շրջանացման քարտեզներում Հայաստանը սեյսմավտանգավորության իրականից ավելի ցածր՝ 7-9 բալանոց գոտիների սահմաններում ընդգրկելու հետևանքով հանրապետությունը դարձել է բարձր սեյսմիկ վտանգավորությամբ համատարած էկոլոգիակական աղետի գոտի:

Բնության մեջ աստիճանաբար կուտակվող բացասական փոփոխությունները վերջին հաշվով կարող են էկոլոգիական ռիսկի աղբյուր դառնալ: Այսպես, Սևանա լճի մակարդակի իջեցումը և գետերի միջոցով կեղտաջրերի մուտքը աստիճանաբար փոխում են ջրային էկոհամակարգի ֆունկցիոնալ-կառուցվածքային փոխկապվածությունը և հանգեցնում են լճի էֆորտֆիկացմանը և էկոլոգիական ռիսկի բարձրացմանը:

Բոլոր բնական լանդշաֆտները կայուն են որոշ մարդածին ծանրաբեռնվածությունների և անկայուն՝ ուրիշների նկատմամբ: Սակայն կան լանդշաֆտներ, որոնք իրենց բնական յուրահատկության պատճառով անկայուն են բազմաթիվ մարդածին ազդակների նկատմամբ: Հայաստանում դրանց թվին են պատկանում կիսաանապատային, չոր տափաստանային և արլայան լանդշաֆտները: Սրանք նույնպես էկոլոգիական ռիսկի գոտիներ են: Ալպյան լանդշաֆտներում էկոլոգիական ռիսկը կտրուկ

աճում է անասունների գերալրածացման, իսկ կիսաանապատներում և չոր տափաստանային շրջաններում չկարգավորված ոռոգման հետևանքով:

Էկոլոգիական ռիսկի հայեցակարգը ներդրված է ԱՄՆ-ի, Արևմտյան Եվրոպայի մի շարք երկրների բնապահպանական պրակտիկայում: Ինչպես նշվել է շրջակա միջավայրի զարգացման Միջազգային կոմիտեի զեկույցում, բնական համակարգերում ապագան, նույնիսկ կայուն զարգացման հիմքի վրա, կընթանա տարածաշրջանային (անտառների դեգրադացիա, էրոզիա, անապատացում) և համամոլորակային (օզոնի շերտի քայքայում, կլիմայի փոփոխություն) մակարդակներով անշրջելի վնասի ռիսկի ավելացմամբ [6]: Ավանդական մեթոդներով չլուծվող բարդ համալիրային, այդ թվում նաև համամոլորակային, հիմնախնդիրների առաջացումը հանդիսանում է էկոլոգիական ռիսկի հայեցակարգի ստեղծման և օգտագործման պատճառներից մեկը:

Ռիսկի հայեցակարգը իր մեջ ընդգրկում է 2 առանցքային պահ՝ ռիսկի գնահատումը և կառավարումը: Ռիսկի գնահատումը նրա առաջացման պատճառների և մասշտաբների գիտական վերլուծությունն է կոնկրետ իրադրության մեջ, իսկ կառավարումը ռիսկային իրադրությունների վերլուծումն է և ռիսկի նվազեցման համար որոշումների ընդունումը: Ռիսկի գնահատումը պետք է բնութագրի ինչպես վտանգավոր և անբարենպաստ իրադրության սկսվելը, օրինակ ԱԷԿ - ի վթարը, վնասակար նյութերի արտանետումները և այլն, այնպես էլ այդ երևույթների բացասական հետևանքները, օրինակ, մարդկանց ծանր հիվանդությունները կամ զոհվելը [7]:

Էկոլոգիական ռիսկի նկատմամբ սոցիալական տարբեր խմբերի վերաբերմունքը միատեսակ չէ: Աղմինիստրատորները՝ վարչական ապարատի աշխատողները, գործարարները աշխարհի ընկալում են որպես արտադրության աճի արեճա: Նրանք չեն կարող էկոլոգիական նորմերով գործել, քանի որ շուկայական տնտեսության պայմաններում այն սնանկացման պատճառ կհանդիսանա: Պատասխանատու լինելով սպասվող աղետների հանդեպ, նրանք հակված են թաքցնելու ռիսկի և սպասվող կորուստների իրական չափերը: Այն ավելի ցայտուն էր դրսևորվում նախկին ԽՍՀՄ-ում, որտեղ գերիշխում էր «էկոլոգիական օպտիմիզմը»: Մակայն այժմ ԱՊՀ-ի երկրներում այն փոխարինվել է այսպես կոչված «էկոլոգիական մազոխիզմով», այսինքն յուրաքանչյուր պետությունն ձգտում է իրադրությունը պատկերել հնարավորին չափ աղետալի, հավանաբար, արևմուտքից վարկեր ստանալու նպատակով [8]:

Փորձագետները՝ արտադրական և հիմնարար գիտությունների ներկայացուցիչները, գիտատեխնիկական հավատի հիմնական կրողներն են: Նրանք կարծիքով ռիսկի պրոբլեմները համարվում են երկրորդական և հաղթահարելի: Չեռնոբիլյան և այլ տիպի աղետները նրանք դիտում են որպես լավ գաղափարների վատ իրագործման արդյունք: Մինչդեռ ռիսկի և անվտանգության համար պատասխանատու անձինք դեռ չեն դարձել սոցիալական խումբ: Նրանք ցրված են վարչական ու գիտական տարբեր կառույցներում, որոնց պարտադրվում են գործունեության բյուրոկրատական նորմերը: Միայն փոքրաթիվ հասարակական կազմակերպությունները (Գրինփիս, կանաչների շարժում) փորձում են պայքարել ստեղծված իրադրության դեմ: Բնակչությունը ընդհանուր առմամբ քաջատեղյակ է էկոլոգիական ռիսկին, սակայն ամենօրյա հոգսերի պատճառով այն նրանց ուշադրությունից դուրս է մղվում:

Ինչպես արդեն նշվել է, էկոլոգիական հիմնախնդիրների պատճառներից են հանդիսանում աղտոտված նյութերի արտանետումը շրջակա միջավայր (թունավոր, կանցեթոզեն նյութերով աղտոտում) վթարային իրավիճակները և աղետները (հաղորդակցության ուղիների վթարներ, կառույցների և շինությունների փլուզումներ, պայթյուններ, հրդեհներ, հեղեղումներ, էներգահամակարգերի, ինժեներական և տեխնոլոգիական ցանցերի վնասվածքներ), տարերային աղետները (երկրաշարժեր, սելավներ, ջրհեղեղներ, համաճարակներ և այլն): Թվարկած պրոբլեմների (ռիսկային իրադրությունների) հետ կապված կարելի է առանձնացնել մասնավոր ռիսկեր՝ տեխնաժիկ և բնական աղետների (երկրաֆիզիկական, երկրաբանական, երկրաքիմիական):

Նպատակահարմար է գնահատել նաև ընդհանուր ռիսկը, որը հաշվի է առնում ամբողջ տարածքում կանխատեսվող վտանգների ամբողջությունը: Կախված հետևանք-

ների մասշտաբից կարելի է առանձնացնել տեղական, տարածաշրջանային և համա-
նորարակային ռիսկեր:

Մինչև այժմ չեն մշակված էկոլոգիական ռիսկի մեծության գնահատման մեթոդնե-
րը: Առավել հեռանկարային է երկրահամակարգերի կայունության հաշվարկի վրա
հիմնված գնահատականը, այսինքն արտաքին ազդակների ներգործության նկատ-
մամբ նրանց ինքնամաքման և ինքնավերականգնման հնարավորությունը [9,10]:

Կախված վտանգավոր պոցեսների հնարավոր զարգացման իմտենսիվությունից և
մասշտաբներից, կարելի է առանձնացնել էկոլոգիական ռիսկի 3 մակարդակներ՝
ցածր, միջին և բարձր: Կայունության ցածր աստիճան ունեցող երկրահամակարգերը
այլ հավասար պայմանների դեպքում բնորոշվում են բարձր էկոլոգիական ռիսկով և
ընդհակառակը:

Հայաստանում էկոլոգիական բարձր ռիսկ ունեցող շրջանները զբաղեցնում են
զգալի տարածքներ՝ Արարատյան դաշտ, Սևանի ավազան և այլն, որոնք կապված են
ինչպես բնական (երկրաշարժեր, սողանքներ, սելավներ, էրոզիա, ջրհեղեղներ), այն-
պես էլ մարդածին (ԱԷԿ-ի, քիմիական ձեռնարկությունների, ջրամբարների հնարա-
վոր վթարներ, հողերի դեգրադացիա, երկրորդային աղակալում, ճահճացում, բաց
հանքավայրերի շահագործման հետևանքով, վնասակար թափոնների վրա շրջակա մի-
ջավայրի աղտոտում և այլն) տարերային երևույթների հավանական ծագման հետ:

Հանրապետությունում հնարավոր էկոլոգիական վթարների և արտակարգ իրավի-
ճակների ծագման դեմ պայքարելու նպատակով անհրաժեշտ է մարզային և հանրա-
պետական մասշտաբներով կատարել կառուցվող օբյեկտների գեոէկոլոգիական փոր-
ձաքննություն, տարբեր էկոհամակարգերում գնահատել էկոլոգիական ռիսկի գոյու-
թյուն ունեցող բոլոր իրական աղբյուրները: Այդ նպատակով կարևոր նշանակություն
ունի էկոլոգիական ռիսկի գնահատման քարտեզի կազմումը:

Զարտեզագրության և գեոնորֆոլոգիայի ամբիոն

Ստացվել է 07.05. 1998

Գ Ր Ա Կ Ա Ն Ո Ւ Թ Յ Ո Ւ Ն

1. Стратегия выхода РСФСР из экологического кризиса – Зеленый мир, 1991, № 43, с. 44.
2. Маршалл В. Основные опасности химического производства. М.: Мир, 1989.
3. Перелет Р.А., Сергеев Г.С. Технологический риск и обеспечения безопасности производства. М.: Знание, 1988.
4. Малашевич Е.В. Краткий словарь-справочник по охране природы. Минск: Ураджай, 1987.
5. Реймерс Н.Ф. Природопользование. Словарь-справочник. М.: Мысль, 1990.
6. Наше общее будущее: Доклад Международной комиссии по окружающей среде и развитию (МК ССР). М.: Прогресс, 1989.
7. Порфирьев Б.Н. Организация экологической экспертизы в развитых капиталистических странах. М., 1988.
8. Лавров С.Б., Морачевский В.Г. Принципы эколого-географического описания природной среды. – Изв. РГО, 1994, т. 126, в. 2.
9. Географическое прогнозирование природоохранных проблем. М., 1988.
10. Котляков В.М., Кочуров Б.И., Коренкевич Н.И. Подходы к составлению экологических карт СССР. – Изв. АН СССР, сер. географ., 1990, № 4.

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА КАК СПОСОБ ПРОГНОЗА
КРИТИЧЕСКИХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ СИТУАЦИЙ

Резюме

Экстенсивное направление освоения природных ресурсов, которое долгие годы было характерно для республики Армения, обусловило большую вероятность возникновения ареалов острых экологических ситуаций.

Делается вывод, что для борьбы с возникновением возможных чрезвычайных ситуаций и экологических катастроф необходимо организовать геоэкологическую экспертизу областных и республиканских масштабов, оценить все существующие истоки экологического риска в разных экосистемах. С этой целью большое значение имеет составление карты оценки экологического риска.

УДК 543-062+546.776

А.Г. ГАЙБАКЯН

**ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ШЕСТИВАЛЕНТНОГО МОЛИБДЕНА
С КРИСТАЛЛИЧЕСКИМ ФИОЛЕТОВЫМ**

Кристаллический фиолетовый (КФ) может быть использован для экстракционно-фотометрического определения молибдена в отсутствие восстановителя и роданид-ионов в среде 0,1N HNO₃. Экстрагент – бензол. Молибдат-ионы с кристаллическим фиолетовым при 0,1N HNO₃ образуют два вида ассоциата, где соотношение Mo(VI) : КФ = 1:1 и Mo(VI) : КФ = 1:2.

Экспериментальная часть. Исходный раствор молибдата натрия с содержанием 1,0 мг/мл готовили растворением навески Na₂MoO₄ · 2H₂O х.ч. в дистиллированной воде. Рабочие растворы получали соответствующим разбавлением исходного раствора. Растворы КФ в воде также готовили из навески ч.д.а. Спектры светопоглощения снимали на спектрофотометре СФ-16, оптическую плотность измеряли на фотоколориметре ФЭК-56, рН контролировали на рН-метре – 252.

Ионные ассоциаты молибдена с КФ экстрагировали бензолом, соответствующую кислотность создавали азотной кислотой.

Результаты и их обсуждение. В литературе описано применение ассоциата молибдена с кристаллическим фиолетовым в целях его определения в природных объектах. Исследовалось взаимодействие молибдена с КФ в присутствии очень большого избытка роданид-ионов и восстановителя. Испробованы аскорбиновая кислота, калий йодистый, олово двухлористое, перекись водорода.

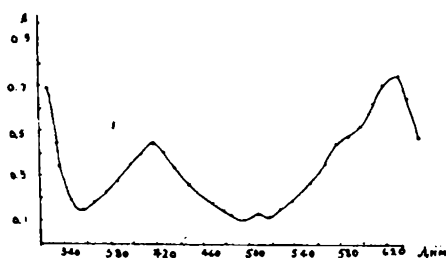


Рис. 1. Спектр светопоглощения молибдат-иона с кристаллическим фиолетовым в среде бензола.

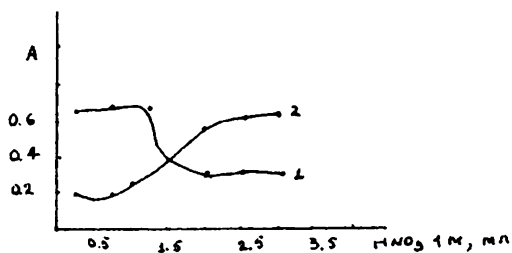


Рис. 2. Зависимость величины оптической плотности экстракта (1) и раствора сравнения (2) от кислотности водной фазы.

Различными авторами описано образование нескольких комплексов с разным координационным числом. Образующиеся комплексы экстрагируются органическими растворителями [1-3].

Нами показано, что взаимодействие молибдат-ионов с КФ в области pH 1 по HNO_3 может иметь место в отсутствие восстановителя и роданид-ионов, и оно может быть использовано для количественного определения молибдена. Максимальная оптическая плотность экстракта находится при 625 μm (рис. 1). Найдена величина интервала кислотности, в котором наблюдаются максимальное развитие окраски (рис. 2), устойчивость окраски во времени, пределы подчиняемости основному закону фотометрии (рис. 3).

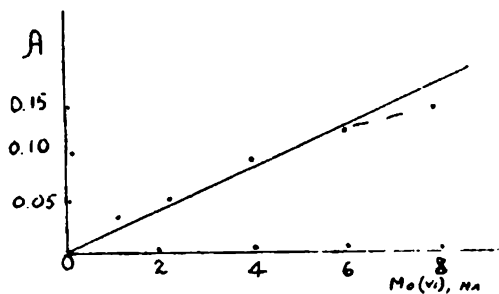


Рис. 3. Определение предела подчиняемости основному закону фотометрии.

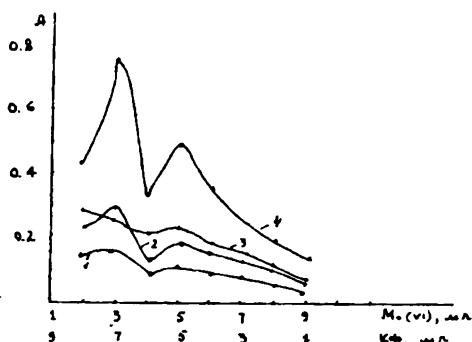


Рис. 4. Определение мольного отношения молибдат-иона к катиону КФ методом изоляльных серий: $\sum [Mo(VI)] + [KФ] = 5,4 \cdot 10^{-4} M$, $b = 0,3 \text{ см}$, 1-582 μm , 2-540 μm , 3-490 μm , 4-434 μm (ФЭК-56).

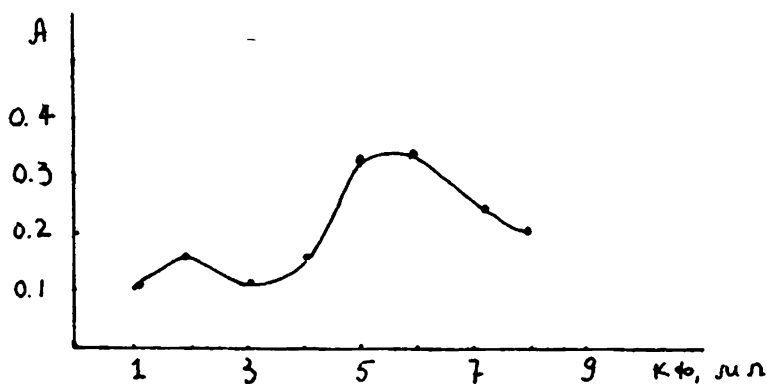
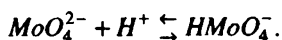


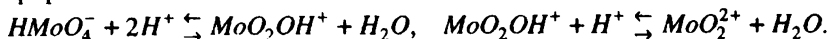
Рис. 5. Определение мольного отношения молибдат-иона к катиону КФ методом молярных отношений: $C_{Mo} = 2,7 \cdot 10^{-5} M$; $C_{KФ} = 1,0 \cdot 10^{-4} M$; $\lambda = 630 \mu m$; $v_{opt} = v_{вод} = 10 \text{ мл}$.

Особый интерес представляет соотношение $Mo(VI):KФ$, которое исследовано методом изоляльных серий и методом насыщения (рис. 4, 5).

Анализ кривых состава ионного ассоциата свидетельствует о наличии двух комплексов разного состава, находящихся в равновесии при $0,1N HNO_3$. В среде $0,00001-0,1 M HCl, HNO_3, H_2SO_4, Mo(VI)$ находится в анионном состоянии. Дальнейшее повышение концентрации кислоты приводит к переходу в катионную форму [1-3]:



При этой кислотности в растворе одновременно существуют катионная и анионная формы:



В области pH 1,1–2,1 кристаллический фиолетовый находится в протонированном состоянии [4], существуют двухзарядные катионы красителя, что и обуславливает наличие в бензольном экстракте двух форм ассоциата: $\text{Mo(VI)}:\text{KФ} = 1:1$ и $\text{Mo(VI)}:\text{KФ} = 1:2$ в среде 0,1N HNO_3 .

Кафедра аналитической химии

Поступило 06.07. 1998

ЛИТЕРАТУРА

1. Аналитическая химия молибдена. Под редакцией А.И. Бусева. М., 1962, с. 300.
2. Гааго Л.И., Иванова И.Ф. Взаимодействие роданидных комплексов молибдена с кристаллическим фиолетовым. – ЖАХ, т. 27, в. 4, 1972, с. 713–718.
3. Бабко А.К., Набиванец Б.И. Изучение состояния молибдатов в растворе. – Ж.неорг.хим., 1957, т. 2, в. 9, с. 2085–2095.
4. Гайбакян А.Г., Хачатрян А.Г., Карапетян С.А. Особенности экстракции рения кристаллическим фиолетовым. – ЖАХ, т. 42, в. 11, 1987, с. 2093–2094.

Ա.Գ. ԳԱՅՐԱՎՅԱՆ

ՎԵՑՎԱԼԵՆՏ ՄՈԼԻԲԴԵՆԻ ՓՈԽԱԶԳԵՑՈՒԹՅՈՒՆԸ ԲՅՈՒԹՎԱՅԻՆ ՄԱՆՈՒՇԱԿԱԳՈՒՅՆԻ ՀԵՏ

Ա մ փ ո փ ու մ

Մշակված է մոլիբդենի (VI) որոշման էքստրակցիոն-ֆոտոմետրիկ եղանակը բյուրեղային մանուշակագույնով (ԲՄ) ազոտական թթվի միջավայրում ($pH = 1 - 1,5$): Որպես էքստրակցենտ օգտագործվել է բենզոլը: Տարբեր օպտիկական եղանակներով ցույց է տրված, որ Mo(VI) -ը առաջացնում է երկու միացություն ($pH = 1 - 1,5$) հետևյալ բաղադրություններով՝ $\text{Mo(VI)}:\text{ԲՄ}=1:1$ և $\text{Mo(VI)}:\text{ԲՄ}=1:2$:

УДК 549.76 - 546.226

Р.А. САРКИСЯН, Э.Е. КАПАНЦЯН, М.Г. АРУТЮНЯН, С.Д. БАГДАСАРЯН

ИССЛЕДОВАНИЕ РАСТВОРИМОСТИ В СИСТЕМЕ
 $Na_2WO_4 - Na_3C_6H_5O_7 - H_2O$ ПРИ $20^\circ C$

Методом изотермического насыщения при $20^\circ C$ изучена растворимость в системе $Na_2WO_4 - Na_3C_6H_5O_7 - H_2O$. Установлено, что изучаемая система относится к простому эвтоническому типу и характеризуется наличием полей кристаллизации $Na_2WO_4 \cdot 2H_2O$ и $Na_3C_6H_5O_7 \cdot 5,5H_2O$.

Производные вольфрама имеют достаточно обширные области применения, поэтому изучение физико-химических свойств вольфраматов и соединений, образующихся в результате взаимодействия вольфрама с разными веществами, представляет определенный интерес [1].

Известно, что вольфраматы с органическими лигандами образуют комплексные соединения [2]. Ранее нами было изучено взаимодействие концентрированных растворов натриевой соли лимонной кислоты с концентрированными растворами молибдата натрия [3]. В связи с этим и для сопоставления данных нами изучено взаимодействие вольфрамата натрия и цитрата натрия.

При изучении растворимости в системе в качестве исходных компонентов были взяты дважды перекристаллизованные двухводный вольфрамат и $5,5H_2O$ цитрат натрия (ч.д.а.), из которых были приготовлены их насыщенные при $20^\circ C$ растворы и бинарные смеси исходных компонентов в различных объемных отношениях. Опыты проводили при $20-0,1^\circ C$ в стеклянных реакционных сосудах с механическим перемешиванием в водяном термостате. Температуру в термостате регулировали контактным термометром. После установления равновесия, наступившего через 12 дней, осадок отделялся от фильтрата и производились их анализы.

Алкалиметрическим методом было определено суммарное количество цитрат- и вольфрамат-ионов [4]. Вольфрамат-ион определялся весовым методом [5]. По разности было рассчитано количество цитрат-иона. Полученные данные представлены на треугольнике Гиппса-Розембома, состав твердой фазы определялся методом остатков Скрейнемакерса [6].

Данные по растворимости системы представлены на рис. 1 и таблице, из которых видно, что изотерма растворимости состоит из двух ветвей, отвечающих областям кристаллизации двух твердых фаз: области двухводного вольфрамата натрия, ограниченной содержанием 44–12,1 масс % Na_2WO_4 и 17,5–0 масс % $Na_3C_6H_5O_7$ и области $5,5H_2O$ цитрата натрия, ограниченной содержанием 11,5–0 масс % Na_2WO_4 и 19–28 масс % $Na_3C_6H_5O_7$. Соответствующие ветви этих кристаллизационных полей пересекаются в эвтонической точке, содержащей 12,2 масс % Na_2WO_4 и 18,1 масс % $Na_3C_6H_5O_7 \cdot 7$. Растворимость вольфрамата натрия и цитрата натрия, по нашим данным, составляет 44 и 28 % соответственно.

Во всей области кристаллизации Na_2WO_4 происходит постепенное уменьшение его растворимости с увеличением содержания $Na_3C_6H_5O_7$ в растворе и, наоборот, с уменьшением содержания $Na_3C_6H_5O_7$ увеличивается растворимость Na_2WO_4 , что можно объяснить значительной разницей растворимостей исходных соединений или наличием "солевого эффекта" данной пары.

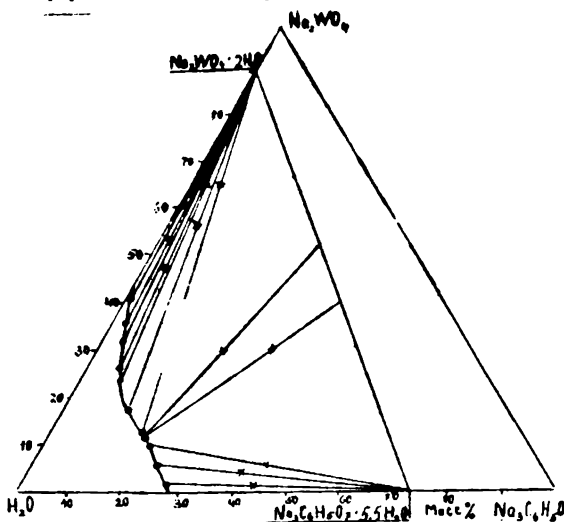


Рис. 1. Изотерма растворимости системы

$Na_2WO_4 - Na_3C_6H_5O_7 - H_2O$ при $20^\circ C$.

Составы твердых фаз были подвергнуты термографическому и рентгенографическому исследованиям.

Растворимость в системе $Na_2WO_4 - Na_3C_6H_5O_7 - H_2O$ при $20^\circ C$

Номер	Состав жидкой фазы, масс%		Состав "остатка", масс %		Твердая фаза
	Na_2WO_4	$Na_3C_6H_5O_7$	Na_2WO_4	$Na_3C_6H_5O_7$	
1	44,0	0	59	0	$Na_2WO_4 \cdot 2H_2O$
2	41,1	1,5	60,5	1,6	
3	36,1	2,9	53,5	2,1	
4	32	4,0	69	2,0	
5	26,5	6,0	47,5	4,0	
6	24,0	7,8	65,2	3,0	
7	+7,5	7,3	56,5	6,1	
8	$\pm 3,5$	16,5	66,5	5,5	
9	12,2	18,1	3,0	33,0	$Na_2WO_4 \cdot 2H_2O +$ $Na_3C_6H_5O_7 \cdot 5,5H_2O$
10	12,0	18,0	30,0	23,5	
11	10,5	20,0	7,1	44,5	$Na_3C_6H_5O_7 \cdot 5,5H_2O$
12	6,5	23,5	4,7	40,0	
13	2,0	25,5	2,0	44,5	
14	0	28	0	55,0	

Запись кривых нагревания проводили на дериватографе системы Ф. Паулик, И. Паулик, Л. Эрдей с платино-платинородиевой термопарой.

На термограмме, взятой из поля кристаллизации $Na_2WO_4 \cdot 2H_2O$ (рис. 2), имеются эндоэффекты при 90, 158, 280 и 680°C. При 90°C удаляется адсорбционная вода. Эндоэффекты при 158° и 280°C соответствуют ступенчатому удалению кристаллизационной воды, а при 680° C вещество плавится без разрушения.

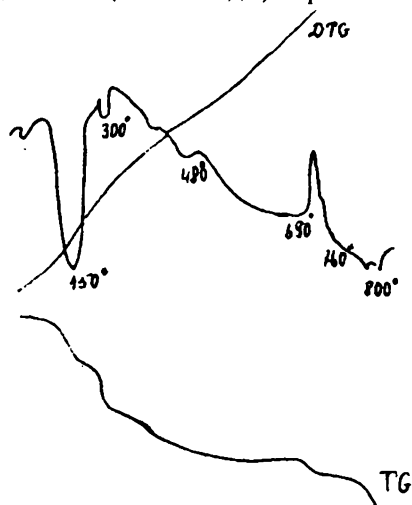


Рис.2. Термограмма образца из области кристаллизации $Na_2WO_4 \cdot 2H_2O$.

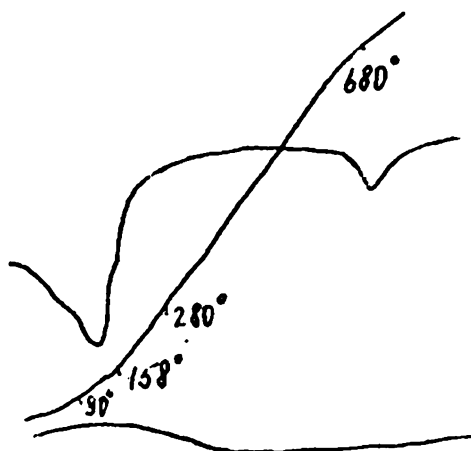


Рис.3. Термограмма образца из области кристаллизации $Na_3C_6H_5O_7 \cdot 5.5H_2O$.

На термограмме образца из поля кристаллизации $Na_3C_6H_5O_7 \cdot 5.5H_2O$ (рис. 3) виден ряд термических эффектов. Эндоэффекты при 150, 300, 480°C соответствуют ступенчатому удалению кристаллизационной воды, а при 630, 760, 800°C можно объяснить постепенным разложением вещества. Термограммы образцов из полей кристаллизации совпадают с термограммами чистых $Na_2WO_4 \cdot 2H_2O$ и $Na_3C_6H_5O_7 \cdot 5.5H_2O$.

Рентгенографический анализ проводился с целью показать различия твердых фаз из разных полей кристаллизации. По рассчитанным значениям межплоскостных расстояний и интенсивностей построена штрих-диаграмма, наглядно показывающая это различие.

Сопоставляя полученный результат с данными ранее нами изученной изотермы растворимости в системе $Na_2MoO_4 - Na_3C_6H_5O_7 - H_2O$, приходим к заключению, что, несмотря на литературные данные об образовании координационных соединений в результате взаимодействия вольфраматов и лимонной кислоты [2] в изучаемых нами системах растворимости, образование этих соединений не наблюдается. Это мы объясняем тем, что образующиеся соединения непрочные и существуют только в водных растворах.

Кафедра неорганической химии

Поступило 26.06. 1998

ЛИТЕРАТУРА

1. Провоторов М.В., Балакирева Т.Т., Егорова А.И. – Тр. Моск. хим-технол. ин-та, 1981, 120, с. 34.
2. Рипан Р., Четяну И. Неорганическая химия. М.: Мир, 1972, с. 324.
3. Арутюнян М.Г., Багдасарян С.Д., Саркисян Р.А., Капанцян Э.Е. – Уч. записки ЕГУ, 1990, № 3, с. 83.
4. Бабко А.К., Пятницкий И.В. Количественный анализ, Изд-во ЕГУ, 1974, с. 381.

5. Бусев А.И., Иванов В.М., Соколова Т.А. Аналитическая химия вольфрама. М., 1976, с. 105.
6. Аносов В.Я., Озерова М.И. Основы физико-химического анализа. М.: Наука, 1976, с. 277.

Ռ.Ա. ՍԱՐԳՍՅԱՆ, Է.Ե. ՂԱՓԱՆՅՅԱՆ, Մ.Գ. ՀԱՐՈՒԹՅՈՒՆՅԱՆ, Ս.Դ. ԲԱԳՂԱՍՏԱՐՅԱՆ

ԼՈՒԾԵԼԻՈՒԹՅԱՆ ՈՒՍՈՒՄՆԱՍԻՐՈՒԹՅՈՒՆԸ
 $Na_2WO_4 - Na_3C_6H_5O_7 - H_2O$ ՀԱՍՏԱԿԱՐԳՈՒՄ 20°C- ՈՒՄ

Ա մ փ ո փ ու մ

Լուծելիության մեթոդով իզոթերմ պայմաններում (20°C) ուսումնասիրված է $Na_2WO_4 - Na_3C_6H_5O_7 - H_2O$ համակարգը: Պարզված է, որ համակարգում բյուրեղանում են երկու բյուրեղաջրով նատրիումի վոլֆրամատ և հինգ ու կես բյուրեղաջրով նատրիումի ցիտրատ:

Պինդ ֆազերի բաղադրությունները հաստատված են քիմիական անալիզով, քերմոգրաֆիկ և ռենտգենաֆազային հետազոտություններով:

УДК 547.314.78

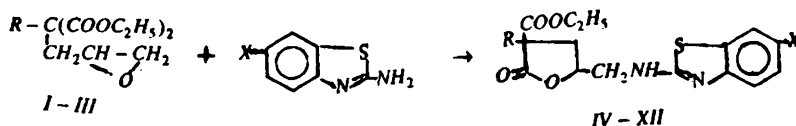
Մ.Ս. ԵՍՏՐՈՅԱՆ, Գ.Բ. ԱՄԲԱՐՇՅԱՆ, Ա.Ա. ԺՋԻԼԱՎՅԱՆ, Ա.Ա. ԱՎԵՏԻՅԱՆ

СИНТЕЗ НОВЫХ ПРОИЗВОДНЫХ 4-БУТАНОЛИДОВ

Конденсацией алкилглицидилмалоновых эфиров с 2-аминобензотиазолом и его 6 метил (хлор)-производными синтезирован ряд новых производных 4-бутанолидов.

В продолжение исследований [1] по изучению закономерностей раскрытия оксиранового кольца и с целью получения лактосодержащих конденсированных гетероциклов, являющихся объектами для изучения их биологической активности, нами изучено взаимодействие алкилглицидилмалоновых эфиров с 2-аминобензотиазолами.

Найдено, что конденсация соединений I-III с 2-аминобензотиазолами при 90-95°C в присутствии диметилформамида при эквимольном соотношении реагентов приводит к раскрытию оксидного кольца по правилу Красуского. В результате образуются 2-алкил-2-этоксикарбонил-4-(6'-X-2'-аминобензотиазоло)метил-4-бутанолиды (IV-XII) с выходами 38-42%. Сравнительно низкие выходы полученных продуктов, по-видимому, можно объяснить их частичным осмолением при перегонке в вакууме (см. табл.):



X = H(IV - VI), CH₃(VII - IX), Cl(X - XII); R = C₄H₉, C₅H₁₁, C₆H₁₃.

2-алкил-2-этоксикарбонил-4-(6'-X-2'-аминобензотиазоло) метил-4-бутанолиды (IV-XII)

№	X	R	Выход, %	Т. кип., °C/мм	Брутто-формула	R _f
IV		C ₄ H ₉	38,4	225—230	C ₁₉ H ₂₄ N ₂ O ₄ S	0,61
V	H	C ₅ H ₁₁	40,0	233—240	C ₂₀ H ₂₆ N ₂ O ₄ S	0,49
VI		C ₆ H ₁₃	39,2	245—250	C ₂₁ H ₂₈ N ₂ O ₄ S	0,52
VII	CH ₃	C ₄ H ₉	39,6	227—233	C ₂₀ H ₂₆ N ₂ O ₄ S	0,50
VIII		C ₅ H ₁₁	39,8	237—244	C ₂₁ H ₂₈ N ₂ O ₄ S	0,59
IX		C ₆ H ₁₃	40,2	250—260	C ₂₂ H ₃₀ N ₂ O ₄ S	0,52
X	Cl	C ₄ H ₉	40,3	258—265	C ₁₉ H ₂₃ N ₂ O ₄ SCI	0,53
XI		C ₅ H ₁₁	42,4	273—280	C ₂₀ H ₂₅ N ₂ O ₄ SCI	0,54
XII		C ₆ H ₁₃	42,5	280—288	C ₂₁ H ₂₇ N ₂ O ₄ SCI	0,52

Экспериментальная часть. ИК-спектры сняты на приборе "ИКС-22", спектры ПМР соединений IV-XII (CDCl_3) – на "Hitachi-Perkin-Elmer R-20B" (100 МГц, внутренний стандарт ГМДС). Индивидуальность и чистоту полученных соединений контролировали методом ТСХ на пластинках "Silufol UV-245" в системе гексан-хлороформ-диоксан (3:1, 5:2,5).

Алкилглицидилмалоновые эфиры получены по методу [2].

2-алкил-2-этоксикарбонил-4-(6'-X-2'-аминобензотиазоло) метил-4-бутанолиды (IV-XII). К раствору 0,01 моля 2-амино-6-X бензотиазола в 30 мл абс. диметилформамида добавляют 0,01 моля алкилглицидил-малонового эфира и нагревают на водяной бане при 90–95°C 18–20 ч. ($R = \text{C}_4\text{H}_9$), 20–22 ч. ($R = \text{C}_5\text{H}_{11}$), 24ч. ($R = \text{C}_6\text{H}_{13}$). После перегонки в вакууме получают вязкие вещества, хорошо растворимые в эфире, этаноле, ацетоне, хлороформе и не растворимые в воде, гексане. ИК-спектр, ν , см^{-1} : 3200 ($> \text{NH}$), 1775 ($\text{C}=\text{O}$ в лактоне), 1735 ($\text{C}=\text{O}$ в сл. эфирной группе), 1600 (Ar), 1470 ($\text{C}=\text{N}$). Спектр ПМР, δ , м, д.: 1,2 т (3H, CH_3), 2,15 м (2H, CH_2 в лактоне), 3,5 м (2H, $\text{N}-\text{CH}_2$), 4,1 к (2H, COOCH_2), 4,6 м (H, CH в лактоне), 6,8–8 Ом (Ar).

Кафедра органической химии

Поступило 16.12. 1998

ЛИТЕРАТУРА

1. Месропян Э.Г., Амбарцумян Г.Б., Аветисян А.А.—ЖОрХ, 1996, т. 31, в. 10, с.1557.
2. Месропян Э.Г., Карапетян З.Т., Давтян М.Т.—Арм. хим. ж., 1969, т. 22, № 10, с. 904.

Է.Գ. ՄԵՍՐՈՊՅԱՆ, Գ.Բ. ՀԱՄԲԱՐՑՈՒՄՅԱՆ, Ա.Ա. ՋԻԼԱՎՅԱՆ, Ա.Ա. ԱՎԵՏԻՍՅԱՆ

4-ԲՈՒԹԱՆՈԼԻԳՆԵՐԻ ՆՈՐ ԱԾԱՆՅՅԱԼՆԵՐԻ ՍԻՆԹԵԶ

Ա մ փ ո փ ո մ

2-ամինարենգոթիազոլի և նրա 6-մեթիլ(քլոր)-ածանցյալների կոնդենսացումը ալկիլզիցիդիլմալոնաթթվի դիէթիլէթերների հետ դիմեթիլֆորմամիդի միջավայրում էկվիմոլային հարաբերությամբ հանգեցնում է 4-բութանոլիդների նոր ածանցյալների շարքի:

УДК 551.24 (479.25)

А.В. АРУТЮНЯН

О ЭВОЛЮЦИИ ЗЕМНОЙ КОРЫ МАЛОГО КАВКАЗА И МЕХАНИЗМЕ ФОРМИРОВАНИЯ УГЛЕВОДОРОДНЫХ КОМПОНЕНТОВ

Вопрос о формировании углеводородов как органическим, так и минеральным путем является дискуссионным. Накопленные геолого-геофизические данные на Малом Кавказе, а также результаты экспериментальных исследований горных пород при высоких термобарических параметрах позволили определить состав, строение и эволюцию земной коры. Частичная дегидратация серпентинизированного слоя, входящего в состав земной коры Малого Кавказа, рассматривается как основной источник формирования углеводородных компонентов в глубоких горизонтах земной коры. Вследствие их дегазации, особенно при сейсмостектонических процессах, в благоприятных местах происходит образование доменных структур. Метаморфизация осадочных комплексов докембрия и нижнего палеозоя рассматривается как один из возможных источников формирования углеводородов органическим путем.

На современном этапе развития науки фигурируют берущая начало от М.В. Ломоносова концепция органического происхождения нефти и сформулированная Д.И. Менделеевым в 1877 г. как научная гипотеза концепция вероятной реакции – действия воды на углеродистые металлы в горячих недрах Земли.

Представляя новые результаты, выявленные в процессе исследования формирования углеводородов минеральным путем в глубоких горизонтах земной коры, автор настоящей работы не стремится доказывать преимущество той или иной концепции, наоборот, намерен показать, что углеводороды и их компоненты в разрезе земной коры образуются как органическим, так и минеральным путем.

Для обоснования наших последующих высказываний приведем некоторые результаты из мировой литературы, касающиеся формирования углеводородов в глубоких горизонтах земной коры неорганическим путем.

Геолого-геофизические исследования подтверждают, что нефтегазообразование и формирование нефтяных и газовых месторождений связаны с активными зонами коры, для которых характерны наличие глубинных разломов, высокая сейсмичность и вулканизм. Преобладающие компоненты в составе летучих в этих зонах – это пары, CO_2 , H_2S , H_2 , N_2 и углеводороды [1 и др.]. При определенных термобарических условиях в зонах разломов на больших глубинах возникают очаги нефтеобразования, массы синтезированных углеводородов и другие продукты химических реакций поднимаются по проницаемым зонам земной коры вверх, в область меньших давлений, образуя при благоприятных условиях, т.е. при наличии пористых и трещиноватых пород, экранов, коллекторских свойств, нефтяные и газовые залежи. Теоретическая база минеральной гипотезы – это каталитический синтез и конверсия углеводородов при высоких давлениях и температурах. Очаги нефтеобразования (по минеральной концепции) уже не представляют собой сугубо гипотетическое, неизвестное явление. Известны температуры синтеза ($400-800^\circ C$), которые имеются в зоне перехода между корой и мантией Земли на глубинах 30–60 км. Сейсмостектони-

ческий процесс обеспечивает при этом необходимую энергию и каналы для миграции флюидов [2 и др.]. Косвенно это подтверждается фактом выделения горючих газов при землетрясениях [3], а также приуроченностью месторождений нефти и газа к зонам крупных активизированных разломов [4]. Предварительные исследования в зоне Спитакского землетрясения швейцарского геофизика Бодмера также привели к мысли, что здесь произошел взрыв огромного количества газа и что на больших глубинах региона (до 10 км) могут быть накоплены большие запасы горючих газов.

В этой связи интересными являются публикации автора [5], где указывается, что формирование залежей углеводородов на территории Армении приурочено не к традиционным пластовым, а к разрывным нарушениям. Еще более существенным следует считать заключение о прямой связи между сейсмичностью и нефтегазосностью, о соответствии очагов землетрясений и прежде всего с небольшими (до 10–15 км) глубинами их залегания, которые в основном могут носить разрушительный и катастрофический характер для промышленных скоплений залежей или месторождений нефти и газа.

Исследования математическими методами генезиса углеводородов также доказывают, что основная масса известных скоплений нефти и газа на Земном шаре мигрировала из нижних слоев земной коры [6] в верхние горизонты.

Почти во всех работах по неорганическому происхождению углеводородов отмечается, что на современном уровне знаний остается проблематичным вопрос, какой именно слой коры является источником основной массы углеводородов.

Попытаемся коснуться этой проблемы, анализируя предложенные нами разрезы по составу, строению и эволюции земной коры Малого Кавказа [7–11], основанные на многочисленных геолого-геофизических [12–13] и экспериментальных данных, полученных при высоких термобарических условиях (см. рис.).

По данным автора [14], кора современных океанов состоит из 3-го серпентинизированного, 2-го габбродиоритового и маломощного осадочного слоев. Актуалистический метод допускает полагать, что кора океана Тетис имела такое же сложение. Рассматривая эволюцию серпентинизированного 3-го слоя океанической коры Тетис за последние 200 млн. лет, отметим, что слой мощностью 4–5 км "уничтожался", подвергаясь при этом пластическим деформациям, частично внедряясь по глубинным разломам, частично сохраняясь с погружением до глубин 35–50 км [7,9,11].

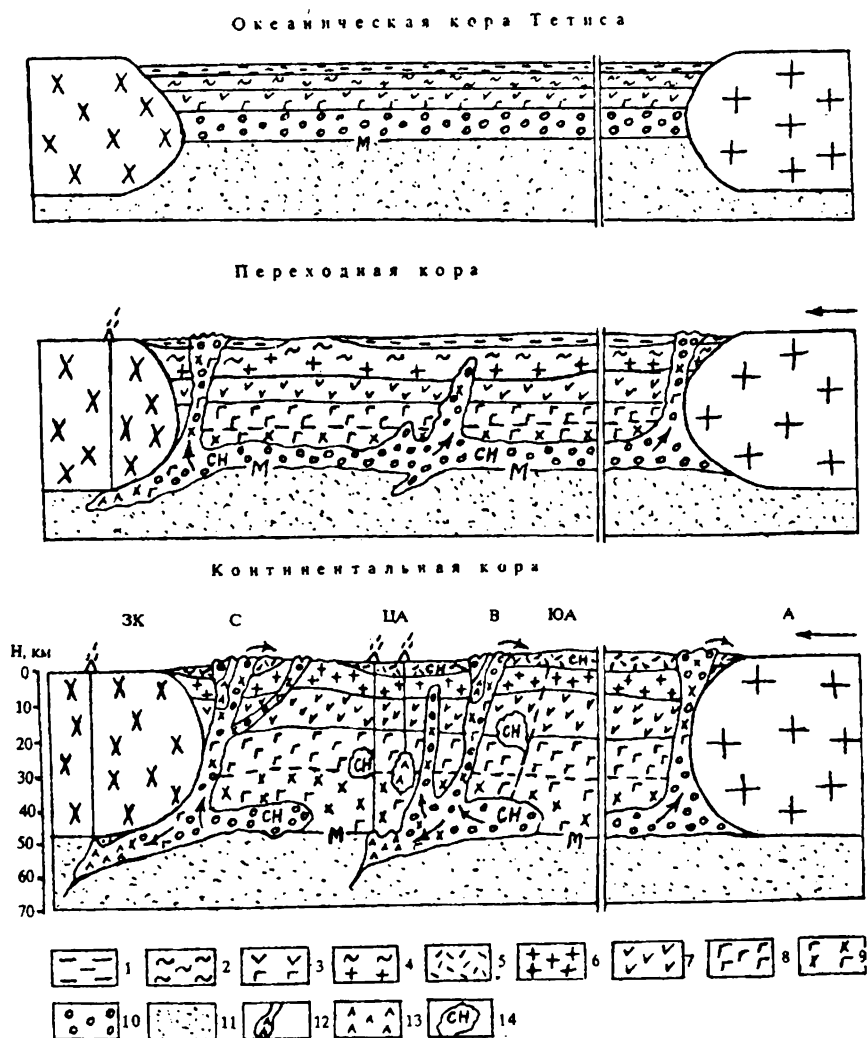
Естественно при этом полагать, что вследствие изменений термобарических условий, начиная с переходного этапа земной коры, происходила десерпентинизация, которая при высоких термобарических условиях сопровождалась плавлением горных пород, высвобождением флюидов и газов, образованием новых минералов, а также скачкообразным изменением их объема [8]. Физика происходящих процессов и химических реакций при высоких термобарических условиях пока что остается частично нераскрытой. С этой целью на установке высокого давления и температуры нами был смонтирован узел, при помощи которого были собраны выделяющиеся при дегидратации серпентинитов газы и флюиды.

В исследуемой ячейке температура создавалась электричеством через графитовую оболочку, т. е. в общей системе присутствовал углерод. Из 3,5 г исследуемого образца серпентинита выделялись 1–2 капли флюида, который был экстрагирован при комнатной температуре H -гексаном. Выделенную фракцию анализировали на французском хроматографе СС-121-2 в Институте океанологии Российской АН.

Исследования показали, что в первом образце-флюиде содержатся следы низкомолекулярных алканов $C_{16} - C_{21}$, причем максимум приходится на C_{20} . Во втором образце-флюиде доминируют высокомолекулярные алканы $C_{23} - C_{35}$ со следовым количеством их до C_{45} . Однако при этом следует учесть, что суммарная концентрация алканов фракции в пробе была на пределе чувствительности прибора (около 5 мкг), что требует дальнейших дополнительных исследований.

С учетом изложенных в литературе данных по формированию углеводородов неорганическим путем эволюции серпентинизированного слоя в Анатолийско-Кав-

казско-Иранском регионе с доюрских времен, полученных предварительно данных при высоких давлениях и температурах по формированию углеводородов и других факторов допустимо полагать, что именно серпентинизированный слой является источником неисчерпаемого количества водорода.



Состав, строение и эволюция земной коры Малого Кавказа. 1 – вода, 2 – осадочный слой, 3 – вулканогенный слой, 4 – слабо-метаморфизованный комплекс докембрия и палеозоя, 5 – вулканогенно-осадочный комплекс палеозоя-мезозоя-кайнезоя, 6 – метаморфизованный комплекс докембрия и нижнего палеозоя (гранитный слой), 7 – диоритовый слой, 8 – габброидный слой, 9 – габбро-амфиболитовый слой, 10 – серпентинизированный слой, 11 – ультрабазиты (верхняя мантия), 12 – коллизионные вулканы офиолитов, 13 – вулканические аппараты, 14 – доменные структуры углеводородов, связанные с вулканическими аппаратами и глубинными разломами, ЗК – Закавказская микроплита, С – Севанская офиолитовая зона, ЦА – Центрально-Армянская микроплита, В – Вединская офиолитовая зона, ЮА – Южно-Армянская микроплита, А – Аравийская плита.

Неисчерпаемое количество углерода в виде газов и карбидов в недрах Земли является бесспорным фактом [15 – 16]. Следовательно, формирование углеводородных компонентов при высоких термобарических условиях в недрах Земли неорганическим путем становится реальным процессом. На больших глубинах углеводороды или их компоненты скапливаются в виде доменных структур [17]. Их миграция и

скопление в верхних горизонтах коры, обладающей коллекторскими свойствами, происходит по глубинным разломам в основном при сейсмотектонических процессах.

Из главных аргументов происхождения углеводородов минеральным путем является сопровождение их азотом, водородом и гелием [4], а также соляными водами хлоридно-натриево-кальциевого состава. Такие растворы формируются на больших глубинах в высокотемпературных зонах земной коры, где имеются очаги неорганического синтеза углеводородов [18].

В этой связи интересно отметить, что из пробуренной на территории Армении скважины Шорахбюр-1 (на глубине 4500–4600 м) приток азотно-метанового газа имел следующий состав: азот – 58,51%, метан – 8,08%, этан + тяжелые углеводороды – 2,88%, CO_2 – 4,15%, водород – 26,12%, гелий – 0,18%. В скважине Октемберян-1 в состав газов на глубине 4300–4400 м выходят азот – 43%, гелий – 0,14%.

Соляные воды хлоридно-натриево-сульфатного состава обнаружены на Мхчанской площади территории Армении на глубинах от 800 до 3120 м.

Приведенные результаты также свидетельствуют о минеральном происхождении углеводородов на территории Армении.

Предложенная схема формирования углеводородов, по нашим представлениям, приемлема не только для территории Армении и Анатолийско-Кавказско-Иранского региона, но и для Арабского щита, который является частью Аравийской плиты, а также для некоторых платформенных областей Земли.

Арабский щит состоит из пяти микроплит, разделяемых четырьмя офиолитовыми поясами [19]. Однако пододвигание микроплит, формирование офиолитовых зон, следовательно, частичная дегидратация и выжимание серпентинизированных масс, а также легких компонентов и их накоплений в верхних горизонтах земной коры, в отличие от Анатолийско-Кавказско-Иранского региона, завершены. Микроплиты составляют единую целую плиту, осадочный комплекс которой богат углеводородами. В работе [17] отмечается, что 60% мировых запасов нефти накоплены на Ближнем и Среднем Востоке, площадь которого составляет 1% суши. Ясно, что должны быть выявлены какие-то общие черты строения, которые могли бы объяснить такую уникальную концентрацию. Пока не отмечено никаких общих черт в строении этих месторождений. Одни из них связаны со складчатыми отложениями горного пояса Ирана, другие – со спокойно залегающими породами Аравийской пустыни. Авторы работы [20], детально изучившие геологическое строение этой территории, отмечают, что самый богатый нефтегазоносный район характеризуется недостатком нефтематеринских пород в общепринятом смысле. Нефть распределена в отложениях от среднеюрского до миоценового возраста. Несмотря на такой диапазон возрастов и типов резервуаров, отмечается заметная однородность химического состава нефтей.

Три независимых геофизических метода – сейсмический, электрический и магнитный – свидетельствуют о трехслойном строении консолидированной коры платформ. Физические свойства различаются по всем трем методам. В последние годы появились данные о существовании в земной коре платформ (южная часть Сибирской платформы, Африканские и Северо-Американские платформы) слоев, характеризующихся повышенной электропроводностью и высокой намагниченностью. Серпентинизированные ультрабазиты как породы, слагающие средний слой коры платформ, удовлетворяют сейсмической, электрической и магнитной моделям [21]. Модель с серпентинитовым средним слоем предполагает постепенное снижение с глубиной степени серпентинизации вплоть до полного ее исчезновения на границе Мохо. В Тюменской области имеются 30 газогидратных месторождений. Исследование изотопного состава углерода, природного газа, нефти и газоконденсата более 100 месторождений Западной Сибири свидетельствует об их поступлении из одного общего источника нефтегазообразования в Западной Сибири. Наличие же залежей нефти и газа в породах фундамента указывает на то, что этот источник был глубинным, вероятнее всего, подкорovým [22].

Анализ приведенных результатов по составу и строению земной коры и распределение по возрасту и изотопному составу углеводородов, как на Ближнем и Среднем Востоке [17, 19, 20], так и в Западной Сибири [21, 22] позволяют считать предположенный нами механизм формирования углеводородов приемлемым и для указанных регионов.

Рассмотрим еще один возможный источник углеводородов органического происхождения в земной коре территории Армении.

Отсутствие нефтематеринских пород на территории Армении отмечают многие исследователи. Источником известных проявлений нефти и газа на территории Армении, как отмечается в отчете консорциума Симон Петролиум Технолож/Партекс (1995 г.), должны быть более глубоко залегающие и пока еще не выявленные материнские породы, возможно, пермского возраста.

Как вытекает из предложенной нами схемы (см.рис.) эволюции земной коры Малого Кавказа, гранитный слой формировался за счет метаморфизации осадочных комплексов морского происхождения, докембрия и нижнего палеозоя. Наиболее древние породы на территории Армении представлены комплексом кристаллических сланцев разнообразного состава, переслаивающихся на разных горизонтах вместе с остальными породами, пачками и линзами карбонатных, графитизированных и мраморизированных пород. Первичный состав линз и прослоев мрамора соответствовал нормально-осадочным известнякам, которые под действием регионального метаморфизма превратились в мрамор. Из тех же известняков происходила доломитизация. Графитизированные сланцы в основном представлены глинистым материалом, пропитанным пылью графита. Фауна в этих породах пока не найдена, но сравнение разрезов Арзакан-Апаранского, Дзирульского, Храмского и Локского массивов показывает, что эти образования сходны и разрезы их можно параллелизовать [23]. В мраморах филлитовой свиты Дзирульского массива найдены археоциаты, указывающие на их нижнекембрийский возраст. Метаморфизация всего осадочного комплекса вместе с органическим веществом и разными видами в породах вод (пленочная, кристаллизационная и т.д.) при определенных термобарических параметрах могла стать источником формирования углеводородов с дальнейшей их миграцией и накоплением в коллекторских породах.

Касаясь вопроса поисков нефти на Кавказе, Менделеев писал: "Если органическая гипотеза справедлива, то можно сказать, что те места неизвестны. Если же минеральная гипотеза справедлива, то от богатых источников надо рыть по тому направлению, по которому тянется хребет Кавказских гор". Это один из основных критериев выбора направления поисковых работ в современной нефтяной геологии.

Так как о строении, составе и эволюции земной коры Малого Кавказа уже известно многое, следовательно, меняются подходы и к нефтеразведочным работам на территории Армении. Эти работы не завершены не только вширь, но и вглубь земной коры, доступной для современной буровой техники.

При разрешении практических вопросов в процессе поиска и разведки нефтяных и газовых залежей как на территории Армении, так и во всем Анатолийско-Кавказско-Иранском регионе предлагается принять во внимание вышеприведенные результаты относительно формирования и распределения углеводородов по всему разрезу земной коры.

Работа выполнена в рамках темы 96—340, финансируемой из Госбюджета Республики Армения.

*Государственный инженерный
университет Армении*

Поступила 25.06. 1998

ЛИТЕРАТУРА

1. Крopotкин П.Н. Дегазация Земли и генезис углеводородов.—Ж. Всесоюз. хим. общества им. Д.И. Менделеева, 1986, т. 31, № 6, с. 60—66.
2. Лепецкий В.Ф. Миграция нефти и газа на больших глубинах. Киев: Наукова Думка, 1974.

3. Gold T.J.—Petrol Geol., 1979, v. 1, № 3, p.1.
4. Пяковский Ю.И. Две концепции происхождения нефти: нерешенные проблемы.—Ж. Всесоюз. хим. общества им. Д.И. Менделеева, 1986, т. 31, № 5, с. 9–18.
5. Григорянц Б.В. Возможности нефтегазоаккумуляции на территории Армении.—Геология нефти и газа, 1996, № 11, с. 16–21.
6. Раевский В.Ю. Математические решения трудно сформулируемых геологических задач. М.: Наука, 1987, 118 с.
7. Арутюнян А.В. О петрофизическом разрезе верхней литосферы территории Армении.—ДАН Армении, 1992, т. 92, с. 183–188.
8. Арутюнян А.В., Абовян С.Б., Бдолян А.А., Бабаян Г.Б. Исследование процессов дегидратации и минералообразования в ассоциациях горных пород Малого Кавказа при высоких термобарических параметрах.—Изв. НАН Армении, Науки о Земле, 1997, № 1, с. 50–54.
9. Арутюнян А.В. О составе и строении земной коры на Малом Кавказе и формировании глубинных офиолитовых поддвигов.—Изв. высших учебных заведений: Геология и разведка, 1998, № 2, с. 51–54.
10. Аславян А.Т., Воларович М.П., Арутюнян А.В., Левыкин А.И. О составе, строении и упругих характеристиках земной коры и верхней мантии на территории Армении.—ДАН Арм. ССР, 1975, т. 61, № 3, с. 152–159.
11. Аславян А.Т., Арутюнян А.В. К вопросу о глубинном строении офиолитовых зон Малого Кавказа.—Изв. АН Арм. ССР, Наука о Земле, 1988, № 5, с. 49–53.
12. Михальцев А.В. и др. Глубинные геофизические исследования в сейсмически опасных зонах.—Разведка и охрана недр, 1990, № 11, с. 6–13.
13. Осипова И.Б., Арменакян К.Х., Аракелян А.Р. О тектоническом строении Ширакского полигона в свете новых данных станций "Черепаша".—Изв. АН. Арм. ССР, Науки о Земле, 1989, № 4, с. 59–67.
14. Лобковский Л.И. Геодинамика зон спрединга, субдукции и двухъярусная тектоника плит. М.: Наука, 1988, 251 с.
15. Новгородова М.И. Карбиды в земной коре.—Ж. Всесоюз. хим. общества им. Д.И. Менделеева, 1986, т. 31, № 5, с. 96–97.
16. Штейнберг Д.С., Лагутина М.В. Углерод в ультрабазитах и базитах. М.: Наука, 1984, 107 с.
17. Голд Т.Ж. Происхождение природного газа и нефти.—Ж. Всесоюз. хим. общества им. Д.И. Менделеева, 1986, т. 31, № 5, с. 67–76.
18. Флоровская В.Н. и др. Роль гидротермальных факторов в эволюции углеродистых веществ и формировании скоплений нефти и газа.— Ж. Всесоюз. хим. общества им. Д.И. Менделеева, 1986, т. 31, № 5, с. 562–569.
19. Stoesser D., Camp V. Pan-African microplate accretion of the Arabian Shield—Geological society of America.—Bulletin, 1985, v. 96, p. 817–826.
20. Kent P.E., Warman H.R. In. 24 th International Geological congress, section 5, 1972, p. 142.
21. Резанов И.А. Эволюция земной коры. М.: Наука, 1985, 142 с.
22. Краюшкин В.А. Месторождения нефти и газа глубинного генезиса.— Ж. Всесоюз. хим. общества им. Д.И. Менделеева, 1986, т. 31, № 6, с. 581–586.
23. Геология СССР (под ред. А.Т. Аслаяна). М.: Недра, 1970, т.43.

Ա.Վ. ՀԱՐՈՒԹՅՈՒՆՅԱՆ

ՓՈԶՐ ԿՈՎԿԱՍԻ ԵՐԿՐԱԿԵՂԵՎԻ ԷՎՈԼՅՈՒՑԻԱՅԻ ԵՎ ԱԾԽԱՋՐԱԾԻՆՆԵՐԻ ԲԱՂԱԴՐԻԶՆԵՐԻ ՁԵՎԱՎՈՐՄԱՆ ՄԵՆԱՆԻՋՄԻ ՄԱՍԻՆ

Ա մ փ ո փ ու մ

Փոքր Կովկասի տարածքում կատարված երկրաբանա-երկրաֆիզիկական հետազոտությունների ավյակների, ինչպես նաև բարձր ջերմաճնշումային պայմաններում ապարների ուսումնասիրությունների արդյունքների հիման վրա ներկայացված են երկրակեղևի կազմությունը, կառուցվածքը և էվոլյուցիան:

Ածխաջրածինների ձևավորումը երկրակեղևում ինչպես օրգանական, այնպես էլ անօրգանական ճանապարհով վիճաբանելի հարց է: Երկրակեղևի կազմության մեջ մտնող սերպենտինացված շերտախմբի մասնակի դեհիդրատացիան տարբեր խորություններում դիտարկվում է որպես ածխաջրածինների բաղադրիչների հիմնական աղբյուրներից մեկը: Մեյսմոտեկտոնական պրոցեսների ժամանակ այդ բաղադրիչները վեր են բարձրանում, առաջացնելով դոմենային ստրուկտուրաներ, իսկ վերին հորիզոններում կուտակվելով ձևավորում են նախազագաբեր շերտախմբեր: Մինչքենթրոյան և ստորին պալեոզոյան հասակի նստվածքային շերտախմբերի մետամորֆացումը դիտարկվում է որպես ածխաջրածնային բաղադրիչների մեկ այլ հնարավոր աղբյուր:

СОДЕРЖАНИЕ

МАТЕМАТИКА

М.А. Закарян – Непрерывные операторы в весовых пространствах гармонических функций	3
Л.А. Матевосян – Почти вполне геодезические поверхности в римановых пространствах	11
А.З. Аракелян – О хвосте распределения размаха выборки	19
Р.Л. Маркосян – Некоторые подходы применения методов информатики в микробиологических исследованиях	27

МЕХАНИКА

М.С. Габриелян, С.Г. Шагинян – Об одной задаче о неустойчивости по действующей силе	31
А.С. Акопян – Контактная задача для клина, вдавливаемого на своих границах конечными балками	35

ФИЗИКА

А.К. Григорян – О минимальной массе странных кварковых звезд	46
--	----

ХИМИЯ

К.М. Ерицян, Г.П. Пирумян, С.К. Григорян – Реакционная способность некоторых аминокислот природного происхождения в отношении $\dot{O}H$ -радикалов	51
С.Л. Мхитарян, Ф.О. Карапетян, Э.Р. Саруханян, М.З. Асатуриян – Влияние природы среды на адгезионные свойства сополимера винилацетат - бутилакрилат	56
М.Г. Геворкян, Н.М. Бейлерян, М.З. Асатуриян – Изучение кинетики ингибирования каталазы горно-каштановой почвы Армении под влиянием H_2SO_4 и гидроксиламинсульфата	59
Д.С. Гайбабян, И. Малиновска, Я.К. Ружило – Тонкослойная хроматография редких элементов на хитине	65
Н.О. Геоцян, К.Х. Авакян, А.А. Егназарян, Дж.А. Микаелян, А.Г. Хачатрян – Изучение взаимодействия бромаурата с риванолом экстракционно-абсорбциометрическим методом в серно-кислой среде	71
Р.В. Калагова, Н.И. Калоев, Г.Г. Григорян, А.И. Мартирян, Л.Г. Арустамова – Исследование твердых растворов на основе молибдена и железа	75

БИОЛОГИЯ

М.Л. Геворкян, М.А. Давтян – Исследование продуктов триптического гидролиза аргиназы методом гель-фильтрации	79
В.Г. Григорян, А.Р. Агабабян, А.Н. Аракелян – Изменение внутрикорковой интегративной структуры при работе на компьютере в условиях монотонии	83
С.М. Минасян, О.Г. Баклаваджян, А.О. Оганисян, Н.О. Мовсисян, Н.Х. Алчуджян, К.Р. Оганесян – Влияние продолжительной вибрации на лактатдегидрогеназную активность в некоторых структурах мозга крыс	89
А.С. Давтян – Влияние микроэлементов при некорневой подкормке на ход физиологических процессов и качество саженцев винограда в условиях открытой гидропоники	95
С.Г. Нанагюлян, М.Г. Таслахчьян, Н.Дж. Кыракосян – Новые для микобиоты Армении виды базидиальных макромицетов	99

ГЕОЛОГИЯ

- Р.В. Акопян, О.П. Гуюмджян, А.А. Авакян** – Взаимодействие ионов Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Fe^{2+} , Fe^{3+} в некоторых силикатных расплавах 104

ГЕОГРАФИЯ

- А.Т. Григорян** – Зависимость температуры речных вод РА от высоты водосборного бассейна 108
- Р.Х. Гагинян** – Оценка экологического риска как способ прогноза критических экологических ситуаций 115

СООБЩЕНИЯ

- А.Г. Гайбакян** – Взаимодействие шестивалентного молибдена с кристаллическим фиолетовым.. 120
- Р.А. Саркисян, Э.Е. Капанцян, М.Г. Арутюнян, С.Д. Багдасарян** – Исследование растворимости в системе $\text{Na}_2\text{WO}_4 - \text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7 - \text{H}_2\text{O}$ при 20°C 123
- Э.Г. Месропян, Г.Б. Амбарцумян, А.А. Джилаван, А.А. Аветисян** – Синтез новых производных 4-бутанолидов 127

ДИСКУССИИ И ОБСУЖДЕНИЯ

- А.В. Арутюнян** – О эволюции земной коры Малого Кавказа и механизме формирования углеродородных компонентов 129

CONTENTS

MATHEMATICS

M.A. Zakharian - The continuous operators in weight spaces of harmonic functions	3
L.A. Matevosian - Nearly fully geodesic surfaces in Riman spaces	11
A.Z. Arakelian - On the tail of the sample-length distribution	19
R.L. Markosian - Some approaches to informatics methods application in microbiological research	27

MECHANICS

M.S. Gabrielian, S.G. Shahinian - On one problem of instability according to acting force	31
A.S. Hakobian - A contact problem for a wedge on the boundaries of which finite beams are pressed	35

PHYSICS

A.K. Grigorian - On the minimum mass of strange quark stars	46
---	----

CHEMISTRY

K.M. Eritsian, G.P. Piroumian, S. K. Grigorian - Reactivity of some natural origin aminoacids towards $\dot{O}H$ -radicals	51
S.L. Mkhitarian, F.H. Karapetian, N.R. Sarukhanian, M.Z. Assaturian - The influence of the medium nature on vinylacetate-butylacrylate copolymer adhesive properties	56
M.G. Guevorkian, N.M. Beylerian, M.Z. Assaturian - Kinetic study of mountain-chestnut coloured soil Armenian catalase activity inhibition by sulfuric acid and hydroxylaminesulfate	59
D. S. Gaibakian, J. Malinovska, J. K. Rozylo - Thin layer chromatography of rare elements on chytin...	65
N.O. Geokchian, K. Kh. Avakian, A.A. Eghiazarian, J.A. Mikaelian, H.G. Khachatryan - Study of interaction between bromaurate and rivanol in sulfuric acid medium by extraction-absorbimetric method	71
R.V. Calagova, N.J. Caloyev, G.G. Grigorian, A. J. Martyrian, L.G. Aroustamova - Study of solid solutions on the basis of molybdenum and iron	75

BIOLOGY

M.L. Guevorkian, M.A. Davtian - The study of triptic hydrolysis products of arginase by gel-filtration method	79
V.H. Grigorian, H.R. Aghababian, A.N. Arakelian - Changes of intracortical integrative structure in monotonous work conditions on VDT	83
S.M. Minaslian, H.G. Baklavadjian, H.H. Hovhannisian, N.H. Movsisian, N.Kh. Alchoodgian, K.R. Hovhannessian - Effect of prolonged vibration on the cellular energy metabolism in rat brain structures	89
A.S. Davtian - The effect of foliarly supplied micronutrients on the course of physiological processes and on the quality of grapevine seedlings in open-air hydroponic conditions.....	95
S.G. Nanagulian, M.G. Taslakhchian, N.J. Kirakossian - New species of macroscopic basidiomycetes of Armenian mycobiota.....	99

GEOLOGY

R.V. Hakobian, H.P. Gujumjyan, A.A. Avakian - Interactions of Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Fe^{2+} , Fe^{3+} in silicate melts.....	104
--	-----

GEOGRAPHY

A.T. Grigorian - The dependence of Armenians river-water temperature on drainage basin altitude	108
R.Kh. Gaguinian - Evaluation of ecological risk as a way ecological situations prognosis.....	115

COMMUNICATIONS

A.G.Gaibakian - The reaction of hexavalent molibdenum with crystal violet	120
R.A. Sarkissian, E.Ye. Kapantsian, H.G. Haroutyunian, S.D. Bagdasarian - Solubility study in Na_2WO_4 - $Na_3C_6H_5O_7$ - H_2O system at $20^\circ C$	123
E.G. Mesropian, G.B. Hambartsoumian, A.A. Jilavian, A.A. Avetissian - Synthesis of new derivatives of 4-butanolides	127

DISCUSSIONS

A.V. Haroutunian - On the evolution of Earth's crust of Lesser Caucasus and the mechanism of carbohydrate components formation.....	129
--	-----

ՄԱՆՈՆՆԵՐ ԼԵՂԻՆԱԿՆԵՐԻ ԼՄՄԱՐ

1. Հիտակամ տեղեկագիրք ամսագրում հրատարակվում են Երևանի պետական համալսարանում կատարված օրիգինալ հոդվածներ, հաղորդումներ ու Ձայնակներ տեսական ու էքսպերիմենտալ բնույթի՝ մաթեմատիկայի, մեխանիկայի, ֆիզիկայի, աստղաֆիզիկայի, քիմիայի, երկրաբանության, կենսաբանության և ֆիզ. աշխարհագրության բնագավառներից:

2. Ընդունվում են ման ԵՊՀ-ի մասնակցությամբ Հայաստանի Հանրապետությունում կայացած կոնֆերանսների, գիտաժողովների և գիտական դպրոցների մասին Արտքեր:

3. Բնագրերը ներկայացվում են երկու օրինակով, մեքենագրված երկու ինտերվալը ժել, հայերեն կամ ռուսերեն լեզվով, ռուսերեն կամ հայերեն ամփոփումներով: ՄԱԼ-ից (վերևի ձախ անկյունում), հեղինակի անվանատետրից ու ազգանունից և հոդվածի վերնագրից հետո բերվում է կարճ անոտագիտ: Հոդվածի ծավալը աղյուսակներով չպետք է գերազանցի 10 էջը, հաղորդմանը՝ 4, ամսակինը՝ 2:

4. Հոդվածի հետ առանձին էջով ներկայացվում է հեղինակի ազգանունը, հոդվածի վերնագիրը և ամփոփումը անգլերեն լեզվով, արձանագրությանը քաղվածքը այն ամբիոնից, որտեղ կատարվել է քննարկվել է աշխատանքը, և համընթացողովի ակտը:

5. Քույլատրվում է Ե-ից՝ այլ ավելի մկար երկու օրինակից (հստակ լուսանկար կամ զեագրեր՝ արված սև տուշով առանձին սպիտակ բղթի վրա): Յուրաքանչյուր նկարի հակառակ կողմի վրա գրվում է կարգային համարը, հոդվածի վերնագիրը և հեղինակների ազգանունները: Յեքստի լուսանկարներում նշվում են նկարների և աղյուսակների տեղերը: Նկարների քաջատրությունները անհրուժեշտ է ներկայացնել առանձին էջի վրա ըստ հերթականության:

6. Միևնույն Արտք աղյուսակի և նկարի ձևով ներկայացնել չի թույլատրվում:

7. Բանաձևերը գրվում են պարզ և ազատ սև տուշով կամ թանաքով: Անհրաժեշտ է մե մատիտով նշել իրար մնանվող մեծատառերը և փոքրատառերը (S , s , V , v) ինդեքսները և ցուցիչները (A^2 , B^2): Կարմիր մատիտով ընդգծել հունական տառերը:

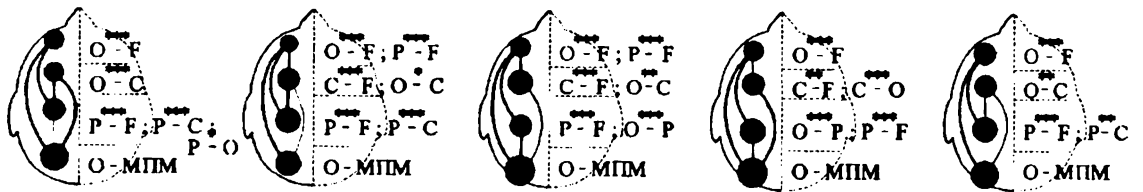
8. Քերվող գրականության մասին հոդվածում նշվում է միայն կարգային համարը քառալուսի փակագծերում ([1], [2—5]) ըստ հանդիպման հերթականության: Հոդվածի վերջում նույն հաջորդականությամբ բերվում է գրականության ցուցակը. կարգային համարը, հեղինակների ազգանուններն ու անվանատառերը, գրքի կամ հոդվածի վերնագիրը: Պարբերական հրատարակությունների համար այնուհետև հաջորդում է ամսագրի ընդունված կրճատ անվանումը անունը չակերտների, թվականը, հատորի ու թողարկման համարները, հերթական համարը և էջը: Գրքերի դեպքում՝ հրատարակման վայրը, հրատարակչությունը, թվականը և էջը: Չհրատարակված աշխատանքի վերաբերյալ (բացի դիներտաօրայից) գրականության մեջ նշել չի թույլատրվում: Արտասահմանյան գրականությունը տեքստում նշվում է հոդվածի լեզվով, իսկ գրականության մեջ՝ օրիգինալով (մեքենագրված կամ գրված սև թանաքով պարզ և ազատ):

9. Հոդվածի տեքստի վերջում ձախ կողմում նշվում է այն ամբիոնը կամ լարբարտորիան, որտեղ կատարվել է աշխատանքը:

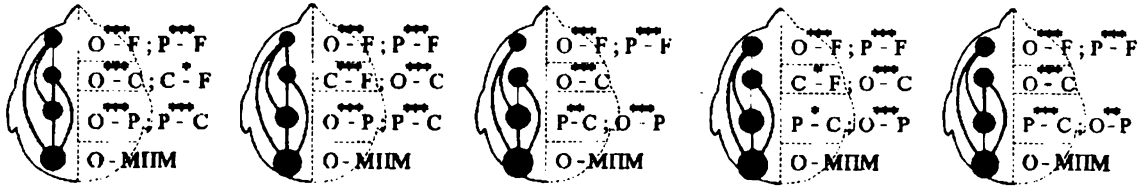
10. Հոդվածը ստորագրվում է բոլոր հեղինակների կողմից:

11. Խմբագրությունը հեղինակին տալիս է առաջին սրբագրությունը, որտեղ ուղղման ենթակա են միայն տարագրության սխալները:

HB

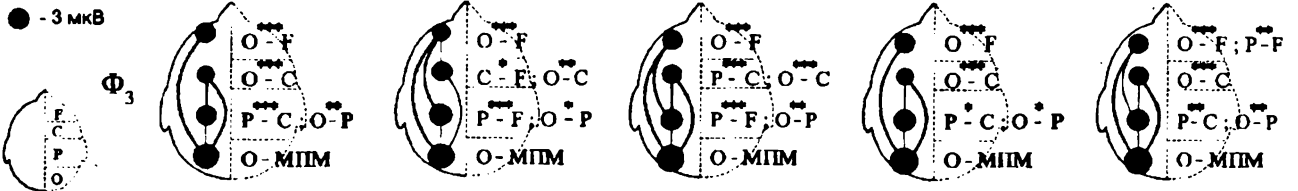


ПВ



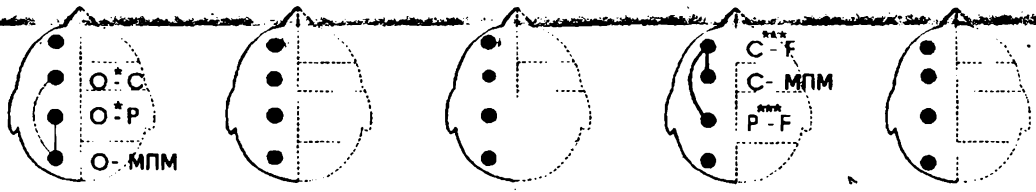
- - 1 мкВ
- - 2 мкВ
- - 3 мкВ

Φ₃

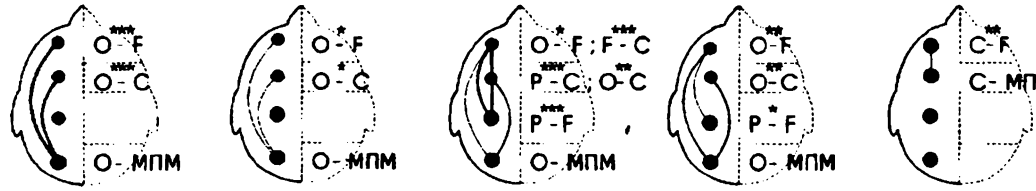


6

HB

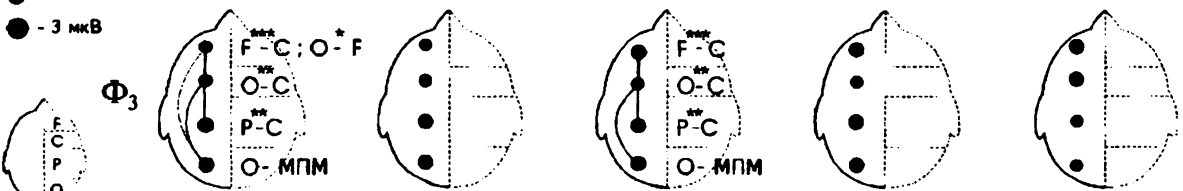


ПВ



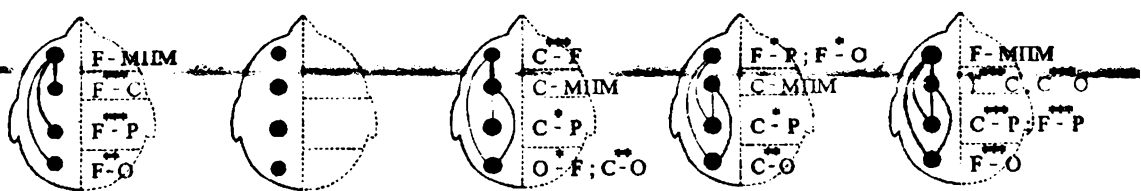
- - 1 мкВ
- - 2 мкВ
- - 3 мкВ

Φ₃

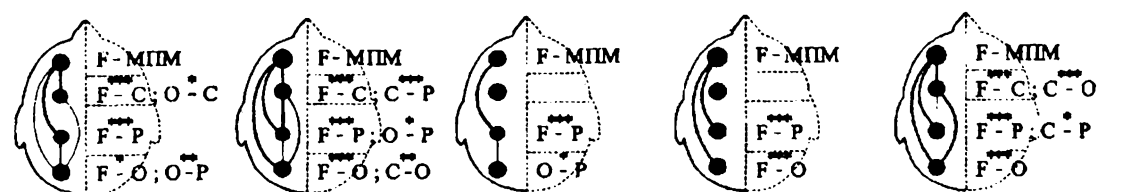


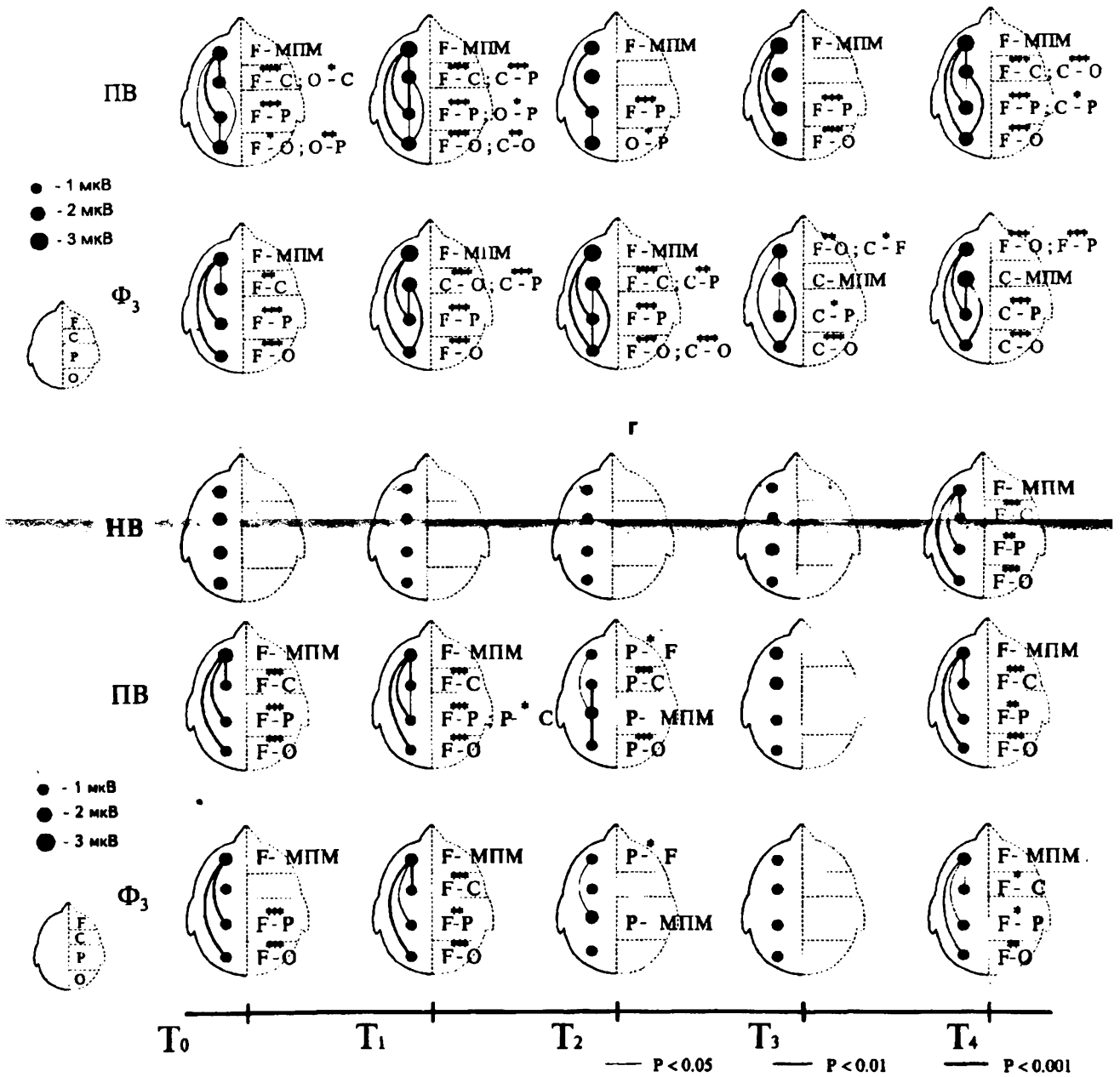
В

HB



ПВ





Распределение МПМ α- и θ-ритмов ЭЭГ во фронтальной, центральной, теменной и затылочной областях коры левого полушария в ситуациях НВ, ПВ и Φ, в динамике 4-часовой монотонной работы на дисплее у испытуемых групп: а) распределение МПМ α-ритма у испытуемых I группы; б) у испытуемых II группы; в) распределение МПМ θ-ритма у испытуемых I группы; г) у испытуемых II группы.