

ISSN 0132-0173

ԵՐԵՎԱՆԻ ՊԵՏԱԿԱՆ ՀԱՍՏԱՏՈՒՄ
ЕРЕВАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ԳԻՏԱԿԱՆ ՏԵՂԵԿԱԳԻՐ
УЧЕНЫЕ ЗАПИСКИ

2
1996



ԵՐԵՎԱՆ
ЕРЕВАН

ԽՈՒԱԳՐԱԿԱՆ ԿՈԼԵԳԻ

ՏԵՐ-ԱՆՏՈՆՅԱՆ Վ.Մ. (գլ. խմբագիր), ՀԱՐՈՒԹՅՈՒՆՅԱՆ Ռ.Մ. (գլ. խմբագրի
տեղակալ), ԸԱՐԱՄԵՅՅԱՆ Լ.Թ. (պատ. քարտողար)
ՄԱԶՄԱՆՅԱՆ Ն.Հ., ԱՎԵՏԻԿՅԱՆ Ա.Ա., ԲԱԼՅԱՆ Ս.Պ., ԲԵՅԼԵՐՅԱՆ Ն.Մ.
ԴԱՎԻԴՅԱՆ Ե.Ա., ԽԱՉԱՏՐՅԱՆ Ի.Գ., ՀԱՐՈՒԹՅՈՒՆՅԱՆ Վ.Մ., ՀՈՎՈՒՔՅԱՆ
Լ.Լ., ԸԱՐԱՄԵՅՅԱՆ Ռ.Լ., ՉՈՒԲԱՐՅԱՆ Ե.Վ., ՍԱՀԱԿՅԱՆ Գ.Ա., ՍԱՐԳՍՅԱՆ Հ.Հ.,
ՍՄՐԳՈՅԱՆ Վ.Ա., ՏՈՆՈՅԱՆ Ռ.Ն., ՓՈՓԱԶՅԱՆ Թ.Ա.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

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

ԱՎԵՏԻՍՅԱՆ Ա.Ա., ԱՐԱԿԵԼՅԱՆ Ի.Ս., ԱՐՈՒՅՆՅԱՆ Վ.Մ., ԲԱԼՅԱՆ Ծ.Պ., ԵՐԵՎԱՆՅԱՆ Ի.Մ.,
ԴԱՆԻԵԼՅԱՆ Է.Ա., ՕԾՈՒՅԱՆ Լ.Լ., ՊԱՊԱՅՅԱՆ Տ.Ա., ՍԱԱԿՅԱՆ Հ.Ը., ՍԱՐԿԻՍՅԱՆ Վ.Ը.,
ՍԱՐԿԻՍՅԱՆ Օ.Ա., ՏՈՆՈՅԱՆ Բ.Ի., ԽԱՅՏՐՅԱՆ Ի.Ի., ՉՈՒԲԱՐՅԱՆ Է.Վ., ՇԱԽԲԱԳՅԱՆ Բ.Լ.

Издательство Ереванского университета
© "Ученые записки" ЕГУ, естественные науки, 1996

Сдано в производство 27.01.1997 г. Подписано к печати 23.09.1997 г. Формат 70x108
1:16. Офсетная печать. 6,5 печ. л = 9,1 усл. п. л. 11,05 уч. изд. л. Заказ 129. Тираж 300.
Регистрационный номер 258.

Издательство Ереванского государственного университета, Ереван, Ал. Манукяна 1.
Цех "Ротапринт" Ереванского государственного университета, Ереван, Ал. Манукяна 1.

ԲՈՂԱՆԴԱԿՈՒԹՅՈՒՆ

ՄԱԹԵՄԱՏԻԿԱ

Փ. Ա. Սիմոնյան - ռապտակային բազմություններից էտապ առ էտապ փոփոխվող ստոխաստիկ գծային համակարգի շեղման մասին 3
Մ. Գ. Նարապետյան - M,G,I ∞ մոդելով նըրային հոսքերի մոմենտների մասին 11
Թու. Մ. Մովսիսյան, Ա. Գ. Բարխուժարյան - QB-համրահաշիվների գերբազմանության մասին 16

ՄԵԽԱՆԻԿԱ

Վ. Ե. Ավետիքյան - Երկու սեպաձև տիրույթներից բաղկացած, վերջավոր և կիսաանվերջ ճաքերով թուլացված առաձգական բաղադրյալ տարածության մի հակաբարթ խնդրի մասին 25
Ս. Գ. Շահինյան, Ս. Ռ. Համբարձումյան - Ըստ ազդող ուժի անկայունության մասին 30

ՖԻԶԻԿԱ

Կ. Ա. Մինոյան, Հ. Ա. Սարգսյան - Զակայանուն քվանտացված կիսահաղործային թաղանթի լիիկատորիկ թափանցելիության ֆունկցիան 37
Գ. Ա. Վարդամյան, Ա. Հ. Գևորգյան - Խոլեստերինային նեղուկ բյուրեղներում շերտի հաստության մեծացումից կախված ճառագայթման կլամման կվազման երևույթի մասին 42

ՔԻՄԻԱ

Ա. Ս. Սաղյան, Ա. Է. Ավետիքյան, Ս. Մ. Ժամանակայան, Լ. Ռ. Ջիլավյան, Լ. Բ. Դանիելյան, Ս. Գ. Գրիգորյան, Թու. Ն. Բեկոնյան - Բ-ինադաղողիլ (-D) -ալամինի ասիմետրիկ սիմետր ռեթիդրուտիվի ինիմին ինիրալ Ni(II) կոմպլեքսմարի միջոցով 48
Փ. Գ. Միմայյան, Մ. Լ. Հակոբյան, Ա. Գ. Գրիգորյան, Լ. Ա. Հակոբյան - Վիմիլացետատի կրոտոնաթթվի համապոլիմերների լուծույթներով կազմի մոդիֆիկացիայի ուսումնասիրությունը 53
Ա. Ռ. Մկրտչյան, Օ. Ա. Քամայյան, Գ. Գ. Գրիգորյան, [Ա. Վ. Ալուշենով] - Լուծույթից W(CO) ₄ -ի քիմիական այլափոխված սիլիկատների մակրոների աղսորբցիայի ուսումնասիրությունը հիպեկտրաչափական եղանակով 56

ԿԵՆՍԱԲԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

Ն. Գ. Բեգլարյան, Ա. Հ. Սահակյան - Գիրեկելաթթվի և իմուլիցացախայթվի առանձին և համատեղ ազդեցությունը ցորենի և զարու արմատածայրերի մերիստմատիկ բժիշների միթոտիկ ակտիվության վրա 59
Ս. Ս. Գրիգորյան, Է. Ս. Գևորգյան - Ենթատեսաթթային նեյրոնների ոնակցիան անդաստակային կորիզի, անդաստակային նյարդի և զինուղեղի կեղևի տարրեր շրջանների գրգռմանը 63
Զ. Ս. Մատոյան, Ս. Ա. Գոնյան - Գլխուղեղի ասիմետրիայի նեյրոդիմամիկ դրսնորումը 69

Ռ. Ա. Մայիսյան, Է. Մ. Եղիազարյան, Կ. Ս. Տեր-Օհանյան, Դ. Է. Յավորյան - Միածնային ֆորե-լի աճեցումը էքստրեմալ պայմաններում 74

ԵՐԿՐԱԲԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

Ռ. Վ. Հակոբյան, Հ. Պ. Գույումջյան - Միներալառաջացումը $\text{SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-Fe}_2\text{O}_3\text{-MgO-CaO-Na}_2\text{O}$ համակարգում պրոցեսի տարրեր աստիճանի անդավասարակշռության պայմաններում 80

ԱԾԽԱՀԱԳՐՈՒԹՅՈՒՆ

Ռ. Խ. Գագիմյան - Հայաստանի ռելիեֆը և Բողմաէներգետիկայի համար դրա օգտագործման հմա-րավորությունները 84

Հ. Յա. Սայադյան - Սևանա լճի ավազանի լամոչափությունների դաշտային հետազոտման ներողիկա 90

ՀԱՂՈՐԴՈՒՄՆԵՐ

Ռ. Ժ. Մնացականյան - Մածուցիկ հեղուկի ոչ ստացիոնար հոսքը շարժվող պատով հարթ խողովակում 94

Հ. Ս. Երիցյան, Հ. Մ. Առաքելյան, Ա. Ա. Զուբարյան - Փոշնման հյութերի խառնուրդի ոիէլեկտրիկ բափանցելիության չափումը ծավալային կոմենտրացիաների դեպքում 97

Է. Գ. Յավորյան, Ա. Կ. Սահաբելյան, Մ. Կ. Հարությունյան - Փոփոխություններ գիշերաշոշիկի (*Myotis oxygnatus* (Blythii) Mont. 1885) գրամցող կառուցվածքներում 99

Т. А. СИМОНЯН

ОБ УКЛОНЕНИИ ПОЭТАПНО МЕНЯЮЩЕЙСЯ СТОХАСТИЧЕСКОЙ ЛИНЕЙНОЙ СИСТЕМЫ ПРИ m ЦЕЛЕВЫХ МНОЖЕСТВАХ

Рассматривается поэтапно меняющаяся стохастическая линейная дифференциальная игра уклонения от m целевых множеств в классе стохастических частично-программных стратегий. Второй игрок строит свою стратегию с учетом движения поводыря, построенной при помощи λ -функций. Получена оценка, позволяющая определить величину расстояния фазового состояния системы от поводыря в любой момент времени.

I. Постановка задачи. Пусть движение конфликтно - управляемой поэтапно меняющейся системы описывается векторными дифференциальными уравнениями

$$\dot{x}_k = A_k(t)x_k + B_k(t)u_k + C_k(t)v_k \quad (k = 1, \dots, m), \quad (1.1)$$

где $A_k(t) - (n \times n)$, $B_k(t) - (n \times p_k)$, $C_k(t) - (n \times q_k)$ - непрерывные матрицы функции при $t_o \leq t \leq \theta$ (t_o и θ - заданные моменты времени). Управления u_k и v_k выбираются соответственно из компактных множеств P_k и Q_k :

$$u_k \in P_k \subset R^{p_k}; v_k \in Q_k \subset R^{q_k} \quad (k = 1, \dots, m). \quad (1.2)$$

Пусть заданы моменты времени $t_o = \vartheta_o < \vartheta_1 < \dots < \vartheta_m = \theta$. В R^n заданы выпуклые, замкнутые и ограниченные множества M_k ($k = 1, \dots, m$).

Пусть (t_o, x_o) - исходная позиция системы (1.1), где $x_o = x_1(t_o)$ и Δr есть разбиение полуоси $t_o \leq t < \infty$, $\tau_1^{(r)}, \tau_2^{(r)}, \dots$ - узлы разбиения, диаметр разбиения будет $\delta_r = \sup_i (\tau_{i+1}^{(r)} - \tau_i^{(r)})$.

Предполагается, что при любом r (т. е. разбиений Δr) моменты времени ϑ_k ($k = 1, \dots, m$) являются узлами разбиения, т. е.

$$\tau_{i_o}^{(r)} = \vartheta_o; \tau_{i_1}^{(r)} = \vartheta_1; \dots; \tau_{i_m}^{(r)} = \vartheta_m = \theta.$$

Рассмотрим дифференциальную игру уклонения от множеств M_k ($k = 1, \dots, m$) при условиях (1.1) - (1.2), в которой управления u_k и v_k в любой момент времени являются случайными функциями от элементарных событий $\omega_j = \{\xi_1, \dots, \xi_j\}$ из вероятностного пространства $\{\Omega_j, B_j, P_j\}$, которое строится по схеме, описанной в [1] (стр. 291).

Рассмотрим полуинтервал

$$[\tau_{i_{k-1}+j-1}^{(r)}, \tau_{i_{k-1}+j}^{(r)}] \subset [\vartheta_{k-1}, \vartheta_k) \quad (k=1, \dots, m, j=1, \dots, i_k - i_{k-1} + 1).$$

В [2] определены стохастические частично - программные управлений u_k и v_k . Определим случайное движение на k -ом этапе

$$\begin{aligned} x_k \left[\vartheta_{k-1} [\cdot] \vartheta_k; \cdot; x_k^{(i_{k-1})} \left[\tau_{i_{k-1}}^{(r)} \right] \right] &= x_k \left[\cdot; \vartheta_{k-1}, x_k^{(i_{k-1})} \left[\tau_{i_{k-1}}^{(r)} \right], u_k(\cdot), v_k(\cdot) \right] = \\ &= \left\{ x_k(t, \varpi_{i_k}) = x_k[\cdot; \vartheta_{k-1}, x_k^{(i_{k-1})} \left[\tau_{i_{k-1}}^{(r)} \right], u_k(\cdot), v_k(\cdot), \vartheta_{k-1} \leq \tau_{i_{k-1}+j-1}^{(r)} \leq \right. \\ &\quad \left. \leq t < \tau_{i_{k-1}+j}^{(r)} < \vartheta_k, \quad j=1, \dots, i_k - i_{k-1} + 1, \varpi_{i_k} \in \Omega_{i_k} \right\} \end{aligned} \quad (1.3)$$

как случайное решение стохастического уравнения

$$\dot{x}_k = A_k(t)x_k + B_k(t)u_k(t, \varpi_{i_k}) + C_k(t)v_k(t, \varpi_{i_k}) \quad (1.4)$$

при частично - программных управлениях $u_k(\cdot), v_k(\cdot)$ и начальной позиции $(\vartheta_{k-1}, x_k^{(i_{k-1}+j-1)} \left[\tau_{i_{k-1}+j-1}^{(r)} \right])$.

При всяком выборе $u_k(\cdot)$ и $v_k(\cdot)$ случайное движение $x_k \left[\vartheta_{k-1} [\cdot] \vartheta_k; \cdot; x_k^{(i_{k-1})} \left[\tau_{i_{k-1}}^{(r)} \right] \right]$ оказывается неупреждающей функцией ([1], стр. 294).

Наряду с движением исходной системы (1.1) рассмотрим движение точки (поводыря) $w_k(t)$, которое формируется так, чтобы в процессе игры учитывалось их поведение. Динамика поводыря определяется следующим уравнением:

$$\dot{w}_k = A_k(t)\dot{w}_k + B_k(t)u_k + C_k(t)v_k. \quad (1.5)$$

Построим функцию Ляпунова и определим управляющее воздействие второго игрока, обеспечивающее соответствующие уклонения.

Пусть выполнены следующие условия..

Условие 1.1. При всех $t, t_k, \dots, t_{j-1}, \tau$ и $l_j (t_o \leq t \leq t_k \leq \dots \leq t_{j-1} \leq \tau \leq \vartheta_m)$ функции

$$\begin{aligned} \chi_{k,j}(t, t_k, \dots, t_{j-1}, \tau, l_j) &= \\ &= - \left[\sum_{i=k}^j \int_{u_i \in P_i} l_i \bar{X}_j(\tau, t_{j-1}) \dots \bar{X}_{i+1}(t_{i+1}, t_i) \bar{X}_i(t_i, \xi) B_i(\xi) u_i d\xi + \right. \\ &\quad \left. + \sum_{i=k}^j \int_{v_i \in Q_i} \max_{\nu_i \in Q_i} l_i \bar{X}_j(\tau, t_{j-1}) \dots \bar{X}_{i+1}(t_{i+1}, t_i) \bar{X}_i(t_i, \xi) C_i(\xi) d\xi + \min_{-\mu_j \in M_j(\tau)} l_j P_j \right], \end{aligned} \quad (1.6)$$

$$1 \leq k \leq j \leq m,$$

выпуклы по l_j . Здесь матрицы $\bar{X}_i(t_{i+1}, t_i)$ и $\bar{\bar{X}}_i(t_{i+1}, t_i)$ определяются следующим образом [3]:

$$\bar{X}_j(\vartheta_j, t) = \begin{cases} X_j(\vartheta_j, \vartheta_{j-1}) & \text{при } t \leq \vartheta_{j-1}, \\ X_j(\vartheta_j, t) & \text{при } \vartheta_{j-1} \leq t \leq \vartheta_j, \\ E & \text{при } t \geq \vartheta_j; \end{cases}$$

$$\overline{\overline{X}}_j(\vartheta_j, t) = \begin{cases} 0 & \text{при } t < \vartheta_{j-1}, \\ X_j(\vartheta_j, t) & \text{при } \vartheta_{j-1} \leq t \leq \vartheta_j, \\ 0 & \text{при } t > \vartheta_j, \end{cases}$$

где $X_j(t, t_*)$ - фундаментальная матрица системы $\dot{w}_j = A_j(t)w_j$.

Условие 1.2. Для всякого вектора $u_j \in \tilde{P}_j = \text{co}\{P_j\}$ найдется вектор $v_j \in \tilde{Q}_j = \text{co}\{Q_j\}$ такой, что для всех $l \in R^n, t \in [t_n, \vartheta_m]$ будет справедливо неравенство

$$l' \left[B_j(t)u_j + C_j(t)v_j(u_j) \right] \geq \min_{u_j \in P_j} l'B_j(t)u_j + \max_{v_j \in Q_j} l'C_j(t)v_j, \quad (j = 1, \dots, m), \quad (1.7)$$

Построим следующие функции Ляпунова:

$$\lambda_k(t, w, t_k, \dots, t_{m-1}) = \int_t^{\vartheta_k - \mu} \frac{d\tau_k}{\varepsilon_{k,k}^{(o)}(t, w, \tau_k)} + \sum_{j=k+1}^m \int_{t_j}^{\vartheta_j} \frac{d\tau_j}{\varepsilon_{k,j}^{(o)}(t, w, t_k, \dots, t_{j-1}, \tau_j)},$$

если $t \in [t_{k-1}, \vartheta_k - \mu]$,

и (1.8)

$$\lambda'_k(t, w, t_k, \dots, t_{m-1}) = \sum_{j=k+1}^m \int_{t_j}^{\vartheta_j} \frac{d\tau_j}{\varepsilon_{k,j}^{(o)}(t, w, t_k, \dots, t_{j-1}, \tau_j)},$$

если $\vartheta_k - \mu \leq t \leq t_k, k = 1, \dots, m; \vartheta_m = t_m$.

Здесь функции $\varepsilon_{k,j}^{(o)}(t, w, t_k, \dots, t_{j-1}, \tau_j)$ определяются выражением

$$\begin{aligned} \varepsilon_{k,j}^{(o)}(t, w, t_k, \dots, t_{j-1}, \tau_j) = \max_{|l_j| \leq 1} & \left[l'_j \overline{\overline{X}}_j(\tau_j, t_{j-1}) \cdots \overline{\overline{X}}_{k+1}(t_{k+1}, t_k) \overline{\overline{X}}_k(t_k, t) w - \right. \\ & \left. - \chi_{k,j}(t, t_k, \dots, t_{j-1}, \tau_j, l_j) \right]. \end{aligned} \quad (1.9)$$

Следует отметить, что единственность вектора $l_j^{(o)}$, максимизирующего (1.9), следует из условия 1.1; $\mu > 0$ - сколь угодно малое число.

Области G_k и G'_k определения функций $\lambda_k(t, w, t_k, \dots, t_{m-1})$ и $\lambda'_k(t, w, t_k, \dots, t_{m-1})$ следующие:

$$\min_{\tau_j} \varepsilon_{k,j}^{(o)}(t, w, t_k, \dots, t_{j-1}, \tau_j) > 0, \quad t_{k-1} \leq t \leq \vartheta_k - \mu \quad (1.10)$$

для всех $j = k, \dots, m$

и

$$\min_{\tau_j} \varepsilon_{k,j}^{(o)}(t, w, t_k, \dots, t_{j-1}, \tau_j) > 0, \quad \vartheta_k - \mu \leq t \leq t_k \quad (1.11)$$

для всех $j = k+1, \dots, m$.

Области G_k и G'_k открыты, и при стремлении точки $\{t, w\}$ к границам этих областей функции $\lambda_k(\cdot)$ и $\lambda'_k(\cdot)$ (1.8) неограниченно возрастают.

Таким образом, если нам удастся выбором стратегии второго игрока не допустить возрастания функций $\lambda_k(\cdot)$ и $\lambda'_k(\cdot)$ на движениях рассматриваемой системы, то тем самым будет обеспечено уклонение позиции $(t, w[\cdot])$ от соответствующих множеств до моментов $\vartheta_k - \mu$ включительно.

Определим стратегию второго игрока из следующего условия:

$$\begin{aligned} & \left\{ \int_{\tau_k}^{\vartheta_k - \mu} \left[\varepsilon_{k,k}^{(o)}(t, w, \tau_k) \right]^{-2} l_k^{(o)'} \bar{X}_k(\tau_k; t) d\tau_k + \sum_{j=k+1}^m \int_{\tau_j}^{\tau_j} \left[\varepsilon_{k,j}^{(o)}(t, w, t_k, \dots, t_{j-1}, \tau_j) \right]^{-2} \times \right. \\ & \quad \left. \times \left(l_j^{(o)'} \bar{X}_j(\tau_j, t_{j-1}) \dots \bar{X}_{k+1}(t_{k+1}, t_k) \bar{X}_k(t_k, t) \right) d\tau_j \right\} C_k(t) V_{ke}[t, x] = \\ & = \max_{v_k \in Q_k} \left\{ \int_{\tau_k}^{\vartheta_k - \mu} \left[\varepsilon_{k,k}^{(o)}(t, w, \tau_k) \right]^{-2} l_k^{(o)'} \bar{X}_k(\tau_k, t) d\tau_k + \sum_{j=k+1}^m \int_{\tau_j}^{\tau_j} \left[\varepsilon_{k,j}^{(o)}(t, w, t_k, \dots, \right. \right. \\ & \quad \left. \left. t_{j-1}, \tau_j) \right]^{-2} \left(l_j^{(o)'} \bar{X}_j(\tau_j, t_{j-1}) \dots \bar{X}_{k+1}(t_{k+1}, t_k) \bar{X}_k(t_k, t) \right) d\tau_j \right\} C_k(t) v_k \end{aligned}$$

при $t_{k-1} \leq t \leq \vartheta_k - \mu$ и (1.12)

$$\begin{aligned} & \left\{ \sum_{j=k+1}^m \int_{\tau_j}^{\tau_j} \left[\varepsilon_{k,j}^{(o)}(t, w, t_k, \dots, t_{j-1}, \tau_j) \right]^{-2} \left(l_j^{(o)'} \bar{X}_j(\tau_j, t_{j-1}) \dots \bar{X}_{k+1}(t_{k+1}, t_k) \times \right. \right. \\ & \quad \left. \left. \times \bar{X}_k(t_k, t) \right) d\tau_j \right\} C_k(t) V_{kl}[t, w] = \max_{v_k \in Q_k} \left\{ \left[\sum_{j=k+1}^m \int_{\tau_j}^{\tau_j} \left[\varepsilon_{k,j}^{(o)}(t, w, t_k, \dots, t_{j-1}, \tau_j) \right]^{-2} \times \right. \right. \\ & \quad \left. \left. \times \left(l_j^{(o)'} \bar{X}_j(\tau_j, t_{j-1}) \dots \bar{X}_{k+1}(t_{k+1}, t_k) \bar{X}_k(t_k, t) \right) d\tau_j \right] C_k(t) v_k \right\} \end{aligned}$$

при $\vartheta_k < t \leq t_k$, а при $\{t, w\} \in G_k \cup G'_k$ полагаем $\{V_{ke}[t, w]\} = Q_k$ ($k = 1, \dots, m$). Доказано в [3], что при выполнении условий 1.1 и 1.2 кусочно - позиционные стратегии $V_c : \{V_{ke}(t, w)\}$ второго игрока, определяемые из (1.12) с соответствующими переключениями, обеспечат уклонения всех движений $w[t, t_o, t_1^*, \dots, t_{m-1}^*, w_o, V_l]$ от попадания их на множества M_k до моментов $\vartheta_k^* - \mu$ ($k = 1, \dots, m$), если только $(t_o, w_o) \in G_1$.

Так как целью второго игрока является получение гарантированного результата, обеспечивающего соответствующие уклонения от целевых множеств M_1, \dots, M_m при самом упорном сопротивлении первого игрока, то он же прицеливает движение на построенный поводырь. Таким образом, пучок абсолютно-непрерывных функций, который является поводырем, будет решением

$$\dot{w}_k(t) = A_k(t)w_k + B_k(t)u_k[t] + C_k(t)\tilde{v}_k, \quad (w_k^o = w_k(t_o)),$$

где $u_k[t]$ - любое допустимое управление, а $\tilde{v}_k \in Q_k$ определяется из (1.12).

2. *Оценка.* Пусть $t_o \in [t_o, \theta]$, $x_k(t_o) = x_k^*$ есть позиция, которую занимает система при $t = t_o$. (назовем истинным положением системы).

Предполагается также, что второй игрок не может точно определить положение системы x_k^* ; измеренное с ошибкой положение обозначим через x_k^* . Условия приведения второго игрока на поводырь при самом упорном сопротивлении первого игрока будут

$$(w_k^* - x_k^*)' B_k(t_o) u_k^* = \min_{u_k \in P_k} (w_k^* - x_k^*)' B_k(t_o) u_k, \quad (2.1)$$

$$(w_k^* - x_k^*)' C_k(t_o) v_k^* = \max_{v_k \in Q_k} (w_k^* - x_k^*)' C_k(t_o) v_k, \quad (2.2)$$

где w_k^* есть самое близкое положение точки x_k^* . При этой постановке конкретное движение поводыря определяется из уравнения

$$\dot{w}_k(t) = A_k(t)w_k(t) + B_k(t)u_k^* + C_k(t)\tilde{v}_k \quad (w_k^* = w_k(t_o)), \quad (2.3)$$

а движение точки определяется уравнением

$$\dot{x}_k[t] = A_k(t)x_k[t] + B_k(t)u_k(t) + C_k(t)v_k^*, \quad (2.4)$$

где $u_k(t)$ - любое допустимое управление.

Построенное движение в виде ломаных Эйлера $(t, x_k[t])$ даже при $x_k^* = w_k^*$ может выйти из пучка, построенного поводырем, следовательно, целесообразно иметь мажорирующую оценку движения $(t, x_k[t])$ от пучка поводыря в любой момент времени $t \in [t_o, \theta]$.

Рассмотрим полуинтервал $[t_o, \vartheta_1]$.

Обозначим через

$$\rho(t) = \|w_1(t) - x_1[t]\| \quad t \in [t_o, \vartheta_1], \quad (2.5)$$

евклидову норму вектора $w_1(t) - x_1[t]$. В момент времени $t = t_o$

$$\rho(t_o) = \|w_1(t_o) - x_1[t_o]\| = \|w_1^o - x_1^o\|. \text{ Тогда имеем}$$

$$\begin{aligned} \frac{d\rho^2(t)}{dt} &= 2[w_1(t) - x_1[t]]' [\dot{w}_1(t) - \dot{x}_1[t] = 2[w_1(t) - x_1[t]]'] \times \\ &[A_1(t)w_1(t) + B_1(t)u_1^* + C_1(t)\tilde{v}_1 - A_1(t)x_1[t] - B_1(t)u_1 - C_1(t)v_1^*] \leq \\ &\leq 2\|A_1(t)\|\rho^2(t) + 2[(w_1^o - x_1^o + \psi(t - t_o))] \{B_1(t_o)u_1^* + C_1(t_o)\tilde{v}_1 - \\ &- B_1(t_o)u_1 - C_1(t_o)v_1^* + \psi_1(t - t_o)\} \end{aligned} \quad (2.6)$$

предполагается, что $t - t_o$ - малая величина, причем $\psi \rightarrow 0, \psi_1 \rightarrow 0$ при $t \rightarrow t_o$ [4].

Оценим величину $(w_1'' - x_1'') \left[B_1(t_o) u_1^* + C_1(t_o) \tilde{v}_1 - B_1(t_o) u_1 - C_1(t_o) v_1^* \right]$. Из условия (2.1) следует, что $(w_1'' - x_1'') \left[B_1(t_o) (u_1^* - u_1) \right] \leq 0$. Следовательно, необходимо оценить величину

$$\begin{aligned} (w_1'' - x_1'') \left[C_1(t_o) (\tilde{v}_1 - v_1^*) \right] &= (w_1'' - \hat{x}_1'') \left[C_1(t_o) (\tilde{v}_1 - v_1^*) \right] + \\ (\hat{x}_1'' - x_1'') \left[C_1(t_o) (\tilde{v}_1 - v_1^*) \right] &\leq (\hat{x}_1'' - x_1'') C_1(t_o) (\tilde{v}_1 - v_1^*) \leq \\ &\leq \|\hat{x}_1'' - x_1''\| C_1 d_1, \end{aligned} \quad (2.7)$$

где d_1 зависит от множества Q_1 ; $d_1 = \max_{v_1^{(1)}, v_1^{(2)} \in Q_1} \rho(v_1^{(1)}, v_1^{(2)})$.

Таким образом, из (2.6) и (2.7) получим

$$\frac{d\rho^2(t)}{dt} \leq 2\nu_1 \rho^2(t) + \bar{\varphi}_1(t - t_o) + \|\hat{x}_1'' - x_1''\| C_1 d_1, \quad (2.8)$$

где $\bar{\varphi}_1(t - t_o) \rightarrow 0$ при $t \rightarrow t_o$, $\|C_1(t)\| \leq C_1$, $\|A_1(t)\| \leq \nu_1$, $\|\tilde{v}_1 - v_1^*\| \leq d_1$. Интегрируя неравенство (2.8), получим

$$\begin{aligned} \rho^2(t) &\leq \rho^2(t_o) e^{2\nu_1(t-t_o)} + e^{2\nu_1 t} \int_{t_o}^t e^{-2\nu_1 \tau} \varphi_1(\tau - t_o) d\tau + \\ &+ C_1 d_1 e^{2\nu_1 t} \int_{t_o}^t e^{-2\nu_1 \tau} \|\hat{x}_1'' - x_1''\| d\tau. \end{aligned} \quad (2.9)$$

Обозначим $\varphi_1(t - t_o) = \max_{\tau \in [t_o, t]} \bar{\varphi}(\tau - t_o)$, тогда из (2.9) имеем

$$\begin{aligned} \rho^2(t) &\leq \rho^2(t_o) e^{2\nu_1(t-t_o)} + \frac{\varphi_1(t - t_o)}{2\nu_1} \left(e^{2\nu_1(t-t_o)} - 1 \right) + \\ &\frac{\|\hat{x}_1'' - x_1''\|}{2\nu_1} C_1 d_1 \left(e^{2\nu_1(t-t_o)} - 1 \right). \end{aligned} \quad (2.10)$$

Следовательно, для полуинтервала $[t_o, \vartheta_1]$ получим

$$\begin{aligned} \rho^2(\vartheta_1) &\leq \rho^2(t_o) e^{2\nu_1 \sum_{i=1}^{k+1} \delta_i^{(1)}} + \frac{1}{2\nu_1} \left[\varphi \left(\delta_1^{(1)} \right) + C_1 d_1 \epsilon_1 \left(e^{2\nu_1 \sum_{i=1}^{k+1} \delta_i^{(1)}} - e^{2\nu_1 \sum_{i=2}^{k+1} \delta_i^{(1)}} \right) \right] + \\ &+ \frac{1}{2\nu_1} \sum_{i=2}^{k+1} \left[\varphi \left(\delta_j^{(1)} \right) + C_1 d_1 \epsilon_j^{(1)} \left(e^{2\nu_1 \sum_{i=j}^{k+1} \delta_i^{(1)}} - 1 \right) \right], \end{aligned} \quad (2.11)$$

$$\text{где } \delta_i^{(1)} = \tau_i^{(1)} - \tau_{i-1}^{(1)}, \left\| \hat{x}\left(t_o + \sum_{i=1}^{i-1} \delta_i^{(1)}\right) - x\left(t_o + \sum_{i=1}^{i-1} \delta_i^{(1)}\right) \right\| \leq \varepsilon_j^{(1)}.$$

Рассмотрим полуинтервал $[\vartheta_1, \vartheta_2]$. Проведя те же рассуждения, что и для полуинтервала $[t_o, \vartheta_1]$, получим

$$\begin{aligned}
\rho^2(\vartheta_2) &\leq \rho^2(\vartheta_1) e^{2\nu_2 \sum_{i=i_1+1}^{i_2} \delta_i^{(2)}} + \frac{1}{2\nu_2} \left[\varphi(\delta_2^{(2)}) + C_2 d_2 \varepsilon_2 \right] \left(e^{2\nu_2 \sum_{i=i_1+1}^{i_2} \delta_i^{(2)}} - \right. \\
&\quad \left. - e^{2\nu_2 \sum_{i=i_1+2}^{i_2} \delta_i^{(2)}} \right) + \frac{1}{2\nu_2} \sum_{j=i_1+2}^{i_2} \left[\varphi(\delta_j^{(2)}) + C_2 d_2 \varepsilon_j^{(2)} \right] \left(e^{2\nu_2 \sum_{i=j}^{i_2} \delta_i^{(2)}} - 1 \right) \leq \\
&\leq \rho^2(t_o) e^{2\nu_1 \sum_{i=1}^{i_1} \delta_i^{(1)} + 2\nu_2 \sum_{i=i_1+1}^{i_2} \delta_i^{(2)}} + \frac{1}{2\nu_1} \left[\varphi(\delta_1^{(1)}) + C_1 d_1 \varepsilon_1 \right] \left(e^{2\nu_1 \sum_{i=1}^{i_1} \delta_i^{(1)} + 2\nu_2 \sum_{i=i_1+1}^{i_2} \delta_i^{(2)}} - \right. \\
&\quad \left. - e^{2\nu_1 \sum_{i=2}^{i_1} \delta_i^{(1)} + 2\nu_2 \sum_{i=i_1+1}^{i_2} \delta_i^{(2)}} \right) + \frac{1}{2\nu_1} \sum_{j=2}^{i_1} \left[\varphi(\delta_j^{(1)}) + C_1 d_1 \varepsilon_j^{(1)} \right] \left(e^{2\nu_1 \sum_{i=j}^{i_1} \delta_i^{(1)} + 2\nu_2 \sum_{i=i_1+1}^{i_2} \delta_i^{(2)}} - \right. \\
&\quad \left. - e^{2\nu_2 \sum_{i=i_1+1}^{i_2} \delta_i^{(2)}} \right) + \frac{1}{2\nu_2} \left[\varphi(\delta_2^{(2)}) + C_2 d_2 \varepsilon_2^{(2)} \right] \left(e^{2\nu_2 \sum_{i=i_1+1}^{i_2} \delta_i^{(2)}} - e^{2\nu_2 \sum_{i=i_1+2}^{i_2} \delta_i^{(2)}} \right) + \\
&\quad + \frac{1}{2\nu_2} \sum_{j=i_1+2}^{i_2} \left[\varphi(\delta_j^{(2)}) + C_2 d_2 \varepsilon_j^{(2)} \right] \left(e^{2\nu_2 \sum_{i=j}^{i_2} \delta_i^{(2)}} - 1 \right), \tag{2.12}
\end{aligned}$$

$$\text{где } \delta_i^{(2)} = \tau_i^{(2)} - \tau_{i-1}^{(2)}, \left\| \hat{x}\left(t_o + \sum_{i=i_1+1}^{i_2} \delta_i^{(2)}\right) - x\left(t_o + \sum_{i=i_1+1}^{i_2} \delta_i^{(2)}\right) \right\| \leq \varepsilon_j^{(2)}.$$

Продолжая эту итерацию, в итоге получим следующую оценку:

$$\begin{aligned}
\rho^2(\vartheta_k) &\leq \rho^2(t_o) e^{2 \sum_{k=1}^m \sum_{i=i_{k-1}+1}^{i_k} \nu_k \delta_i^{(k)}} + \sum_{k=1}^m \sum_{i=i_{k-1}+1}^{i_k} \frac{1}{2\nu_k} \left[\varphi(\delta_k^{(k)}) + C_k d_k \varepsilon_k^{(k)} \right] \times \\
&\times \left(e^{\sum_{k=1}^m \sum_{i=i_{k-1}+1}^{i_k} 2\nu_k \delta_i^{(k)}} - e^{\sum_{k=1}^m \sum_{i=i_{k-1}+2}^{i_k} 2\nu_k \delta_i^{(k)}} \right) + \sum_{k=1}^m \sum_{j=i_{k-1}+2}^{i_k} \frac{1}{2\nu_k} \left[\varphi(\delta_j^{(k)}) + \right. \\
&\quad \left. + C_k d_k \varepsilon_j^{(k)} \right] \left(e^{2\nu_k \sum_{i=j}^{i_k} \delta_i^{(k)}} - 1 \right). \tag{2.13}
\end{aligned}$$

Полученное неравенство (2.13) позволяет оценить математическое ожидание, дисперсию и другие отклонения системы от поводыря, следовательно, и от соответствующих целевых множеств.

Кафедра теоретической механики

Поступила 28.11.1995

ЛИТЕРАТУРА

1. Красовский Н. Н. Управление динамической системой. М.: Наука, 1985.
2. Габриелян М. С., Барсегян В. Р. Стохастический программный синтез для постепенно меняющихся линейных систем. - Уч. записки ЕГУ, 1994, №2.
3. Габриелян М. С. Дифференциальные игры при * целевых множествах. - Автореферат дис. на соискание уч. степени доктора физ.-мат. наук, Ер., изд-во ЕГУ, 1986.
4. Габриелян М. С., Барсегян В. Р., Симонян Т.А. Об уклонении стохастической линейной системы при целевых множествах. - Уч. записки ЕГУ (в печати).

Թ. Ա. ՍԻՄՈՆՅԱՆ

ԽՊԱՏԱԿԱՑԻՆ ԲԱԶՄՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻՑ ԷՏԱՊ
ԱՌ ԷՏԱՊ ՓՈՓՈԽՎՈՂ ՍՏՈԽԱՍԻԿ ԳԾԱՑԻՆ
ՀԱՄԱԿԱՐԳԻ ԸԵՂՄԱՆ ՄԱՍԻՆ

Ա. Մ Վ Ի Վ Ի Մ

Դիտարկված է մասնակի-ծրագրային ստրատեգիաների դասում շատ նպատակային բազմություններից շեղման էտապ առ էտապ փոփոխվող ստոխաստիկ գծային դիֆերենցիալ խաղ: Խաղի ընթացքում երկրորդ խաղացողը կառուցում է իր ստրատեգիան λ -ֆունկցիայի օգնությամբ: Ստացված է ժամանակի ցանկացած պահի համար ուղղորդիչ համակարգի ֆազային վիճակի հեռավորության գնահատականը:

М. Г. НАГАПЕТЯН

О МОМЕНТАХ ВЫХОДЯЩИХ ПОТОКОВ В МОДЕЛИ $M_r |G_r| \parallel_\infty$

Рассматривается модель $M_r |G_r| \parallel_\infty$ с абсолютным приоритетом. Найдены одномерные распределения выходящих потоков в терминах преобразований Лапласа - Стильеса и первые два момента.

1°. Рассматривается модель $M_r |G_r| \parallel_\infty$ с параметрами $a_1 > 0, \dots, a_r > 0$ пуассоновских потоков 1-вызовов, ..., r -вызовов, которые имеют функции распределения (ФР) $B_1(x), \dots, B_r(x)$ времен обслуживания соответственно, где $B_i(+0) = 0$,

$\beta_i(s) = \int_0^\infty e^{-sx} dB_i(x), \beta_{ij} = \int_0^\infty x^j dB_i(x), i = \overline{1, r}$. Принято три варианта дисциплин абсолютного приоритета - дообслуживание, обслуживание заново и потеря прерванного вызова [1]. Внутри потоков действует дисциплина FIFO. Стационарный режим существует при $\rho_{k1} < 1$ для характеристик k -вызовов, где $\rho_{k1} = a_1 \beta_{11} + \dots + a_k \beta_{k1}$

(дообслуживание); $\rho_{k1} = a_1 \beta_{11} + \frac{a_2}{\alpha_1} [1 - \beta_2(\alpha_1)] + \dots + \frac{a_k}{\alpha_{k-1}} [1 - \beta_k(\alpha_{k-1})]$ (потеря); $\rho_{k1} = a_1 \beta_{11} + \frac{a_2}{\alpha_1} [\beta_2^{-1}(\alpha_1) - 1] + \dots + \frac{a_k}{\alpha_{k-1}} [\beta_k^{-1}(\alpha_{k-1}) - 1]$ (обслуживание заново);

$$\alpha_k = a_1 + \dots + a_k, k = \overline{1, r}, \alpha = \alpha_r.$$

В [2] найдены преобразования Лапласа - Стильеса (ПЛС) $f_i(S)$ от одномерных стационарных ФР выходящего потока i -вызовов. Они выражены через ПЛС от ФР i -периода $\pi_i(S)$ и i -цикла $h_i(S)$. Обозначим

$$\mu_{i+1}(s) = s + \alpha_i - \alpha_i \pi_i(s), \quad \mu_i(s) \equiv s, \quad \tau_i(s) = (1 - \rho_{i1}) \frac{\mu_i(a_i) \mu_i(s)}{a_i \mu_i(s + a_i)},$$

$$m_i(s_1, s_2) = \beta_i(s_1 + \alpha_{i-1}) + \frac{\alpha_{i-1}}{s_1 + \alpha_{i-1}} (1 - \beta_i(s_1 + \alpha_{i-1})) \pi_{i-1}(s_2).$$

Тогда $f_i(s) = h_i(s)(1 - \tau_i(s))$ (дообслуживание, обслуживание заново), (1)

$f_i(s) = m_i(s, 0)[m_i(0, s) - m_i(a_i, s + a_i)m_i^{-1}(a_i, a_i)\tau_i(s)]$ (потеря). (2)

В настоящей заметке вычисляются моменты $f_{i1} = -f'_i(0)$ и $f_{i2} = f''_i(0)$ вы-

ходящего потока i- вызовов. Мы используем уравнения (см. [1])

$$\alpha_k \pi_k(s) = \alpha_{k-1} \pi_{k-1}(s + a_k - a_k \pi_{kk}(s)) + a_k \pi_{kk}(s) \quad (3)$$

для подсчета первых двух моментов π_{k1} и π_{k2} k-периода, где

$$a_k \pi_{kk}(s) = a_k h_k(s + a_k - a_k \pi_{kk}(s)) \quad (4)$$

для всех разновидностей,

$$h_k(s) = \beta_k(\mu_k(s)) \text{ (дообслуживание),} \quad (5)$$

$$h_k(s) = \beta_k(s + \alpha_{k-1}) + [1 - \beta_k(s + \alpha_{k-1})] \frac{\alpha_{k-1}}{s + \alpha_{k-1}} \pi_{k-1}(s) h_k(s) \quad (6)$$

(обслуживание заново),

$$h_k(s) = m_k(s, s) \text{ (потеря)} \quad (7)$$

и для подсчета первых двух моментов h_{k1} и h_{k2} k-цикла. Здесь $\pi_{kk}(s)$ - ПЛС от ФР kk-периода, первые два момента которого обозначим через π_{kk1} и π_{kk2} .

2°. Известно [1,2], что

$$\alpha_k \pi_{k1} = \frac{\rho_{k1}}{1 - \rho_{k1}}, a_k h_{k1} = \frac{\rho_{k1} - \rho_{k-11}}{1 - \rho_{k-11}}, a_k \pi_{kk1} = \frac{\rho_{k1} - \rho_{k-11}}{1 - \rho_{k1}}. \quad (8)$$

Продифференцируем два раза (4) по s и подставим s=0. Используя (8), получаем $\alpha_k \pi_{kk2} = a_k h_{k2} \left(\frac{1 - \rho_{k-11}}{1 - \rho_{k1}} \right)^3$. Продифференцируем два раза (3) по s, подставим s=0 и используем последнее равенство:

$$\alpha_k \pi_{k2} = \alpha_{k-1} \pi_{k-12} \left(\frac{1 - \rho_{k-11}}{1 - \rho_{k1}} \right)^2 + a_k h_{k2} \frac{(1 - \rho_{k-11})^2}{(1 - \rho_{k1})^3}. \quad (9)$$

Обратимся к уравнениям (5) - (7). При дообслуживании продифференцируем два раза (5) по s и подставим s=0. Это приводит к уравнению

$$a_k h_{k2} = \frac{a_k \beta_{k2}}{(1 - \rho_{k-11})^2} + \alpha_{k-1} \pi_{k-12} (\rho_{k1} - \rho_{k-11}), \quad (10)$$

которое при подстановке в (9) исключает величину $a_k h_{k2}$. Обозначив $x_k = (1 - \rho_{k1})^3 \alpha_k \pi_{k2}$ (для всех разновидностей), находим $x_k = x_{k-1} + a_k \beta_{k2}$. Следовательно, $x_k = \rho_{k2}$, где $\rho_{k2} = a_1 \beta_{12} + \dots + a_k \beta_{k2}$. Отсюда

$$\alpha_k \pi_{k2} = \frac{\rho_{k2}}{(1 - \rho_{k1})^3}. \quad (11)$$

Теперь с помощью (10) и (11) подсчитывается $a_k h_{k2}$:

$$a_k h_{k2} = \frac{\rho_{k2} - \rho_{k-12}}{(1 - \rho_{k-11})^2} + \frac{\rho_{k-12} (\rho_{k1} - \rho_{k-11})}{(1 - \rho_{k-11})^3}. \quad (12)$$

В случае обслуживания заново из (6) выводим

$$a_k h_{k2} = 2 \frac{a_k \beta'_k(\alpha_{k-1})}{\alpha_{k-1} [\beta_k(\alpha_{k-1})]^2} \frac{1}{1 - \rho_{k-11}} + 2 \left(\frac{\rho_{k1} - \rho_{k-11}}{1 - \rho_{k-11}} \right)^2 a_k^{-1} + \\ + 2 \frac{\rho_{k1} - \rho_{k-11}}{1 - \rho_{k-11}} \alpha_{k-1}^{-1} + \alpha_{k-1} \pi_{k-12} (\rho_{k1} - \rho_{k-11}). \quad (13)$$

Подставляя (13) в (9) и обозначая

$$\rho_{k2} = a_1 \beta_{12} + 2 \sum_{i=2}^k \frac{a_i \beta'_i(\alpha_{i-1})}{\alpha_{i-1} [\beta_i(\alpha_{i-1})]^2} (1 - \rho_{i-11}) + 2 \sum_{i=2}^k \frac{\rho_{i1} - \rho_{i-11}}{a_i \alpha_{i-1}} [\alpha_{i-1} \rho_{i1} - \alpha_i \rho_{i-1}],$$

в терминах x_k получаем то же рекуррентное уравнение. Следовательно, величины $a_k \pi_{k2}$ и $a_k h_{k2}$ находятся по формулам (11) и (12). В случае потери из (7) выводим

$$a_k h_{k2} = 2 \frac{a_k \beta'_k(\alpha_{k-1})}{\alpha_{k-1} (1 - \rho_{k-11})} + 2 \frac{\rho_{k1} - \rho_{k-11}}{1 - \rho_{k-11}} \alpha_{k-1}^{-1} + \alpha_{k-1} \pi_{k-12} (\rho_{k1} - \rho_{k-11}). \quad (14)$$

Подставляя (14) в (9) и вводя обозначение

$$\rho_{k2} = a_1 \beta_{12} + 2 \sum_{i=2}^k \frac{a_i \beta'_i(\alpha_{i-1})}{\alpha_{i-1}} (1 - \rho_{i-11}) + 2 \sum_{i=2}^k \frac{\rho_{i1} - \rho_{i-11}}{\alpha_{i-1}} (1 - \rho_{i-11}),$$

тем же путем приходим к формулам (11), (12). Таким образом доказана.

Лемма 1. Для разновидностей абсолютного приоритета имеют место формулы (11) и (12), где константы ρ_{k2} для каждой разновидности свои.

Замечание 1. Связь между $a_k \pi_{k2}$ и $a_k h_{k2}$ дает

$$a_k \pi_{k2} = \frac{\rho_{k2} - \rho_{k-12}}{(1 - \rho_{k1})^3} (1 - \rho_{k-11}) + \frac{\rho_{k-12} (\rho_{k1} - \rho_{k-11})}{(1 - \rho_{k1})^3}.$$

Теорема 1. При дообслуживании и обслуживании заново

$$a_i f_{i2} = \frac{\rho_{i2}}{(1 - \rho_{i-11})^2} + 2 \frac{1 - \rho_{i1}}{a_i (1 - \rho_{i-11})} - 2 \left(\frac{1 - \rho_{i1}}{1 - \rho_{i-11}} \right)^2 + \frac{2 \mu'_i(a_i)}{\mu_i(a_i)} \frac{1 - \rho_{i1}}{1 - \rho_{i-11}}. \quad (15)$$

Замечание 2. $a_i f_{i1} = 1$, поскольку интенсивности входящего и выходящего потоков i-вызовов совпадают.

Доказательство. Продифференцируем уравнение

$$a_i \mu_i(s + a_i) \tau_i(s) = (1 - \rho_{i1}) \mu_i(a_i) \mu_i(s)$$

дважды по s и подставим s=0. Имеем

$$\tau'_i(0) = \frac{1 - \rho_{i1}}{a_i (1 - \rho_{i-11})}, \quad (16)$$

$$2(1 - \alpha_{i-1} \pi'_{i-1}(a_i)) \tau'_i(0) + \mu_i(a_i) \tau'_i(0) = -a_i^{-1} \mu_i(a_i) \alpha_{i-1} \pi_{i-12},$$

где использовали формулы (8). С учетом (16) и (11) выводим

$$\tau'_i(0) = \frac{1 - \rho_{i1}}{a_i(1 - \rho_{i-11})} \left\{ \frac{\rho_{i-12}}{(1 - \rho_{i-11})^2} + \frac{2\mu'_i(a_i)}{\mu_i(a_i)} \right\}. \quad (17)$$

Продифференцируем два раза равенство (1) по s в точке $s=0$. Имеем

$$a_i f_{i1} = a_i h_{i1} + a_i \tau'_i(0), \quad a_i f_{i2} = a_i h_{i2} + 2a_i h_{i1} \tau'_i(0) - \tau''_i(0). \quad (18)$$

В силу (8) и первой формулы (16) $f_{i1} = a_i^{-1}$. Формулы (12), (8), (17) и первое равенство (16) с помощью второй формулы (18) дают (15).

Теорема 2. При потере прерванного вызова

$$a_i f_{i2} = \frac{\rho_{i2} - \rho_{i-12}}{1 - \rho_{i-11}} + \frac{\rho_{i-12}}{(1 - \rho_{i-11})^2} + \frac{2}{a_i} (\rho_{i1} - \rho_{i-11}) - \frac{2}{a_i} (\rho_{i1} - \rho_{i-11})^2 + \left(\frac{\mu'_i(a_i)}{\mu_i(a_i)} - \frac{1 - \beta_i(\alpha_i)}{\alpha_i} \right) \frac{2}{h_i(a_i)} \frac{1 - \rho_{i1}}{(1 - \rho_{i-11})}.$$

Доказательство. Продифференцируем равенство (2) два раза по s и подставим $s=0$. Принимая во внимание соотношения

$$\begin{aligned} m_i(0,0) &= 1, \quad \left. \frac{\partial m_i(s,0)}{\partial s} \right|_{s=0} = -\alpha_{i-1}^{-1}(1 - \beta_i(\alpha_{i-1})), \\ \left. \frac{\partial^2 m_i(s,0)}{\partial^2 s} \right|_{s=0} &= 2 \frac{\beta'_i(\alpha_{i-1})}{\alpha_{i-1}} + 2\alpha_{i-1}^{-2}(1 - \beta_i(\alpha_{i-1})), \\ -\left. \frac{\partial m_i(0,s)}{\partial s} \right|_{s=0} &= \frac{1 - \beta_i(\alpha_{i-1})}{\alpha_{i-1}} \frac{\rho_{i-11}}{1 - \rho_{i-11}}, \\ \left. \frac{\partial^2 m_i(0,s)}{\partial^2 s} \right|_{s=0} &= \frac{1 - \beta_i(\alpha_{i-1})}{\alpha_{i-1}} \frac{\rho_{i-12}}{(1 - \rho_{i-11})^3}, \\ \left. \frac{\partial m_i(a_i, s+a_i)}{\partial s} \right|_{s=0} &= \alpha_{i-1}^{-1} \alpha_i (1 - \beta_i(\alpha_i)) \pi'_{i-1}(a_i), \end{aligned}$$

после преобразований с учетом вида ρ_{i2} получаем

$$a_i f_{i2} = \frac{\rho_{i2} - \rho_{i-12}}{1 - \rho_{i-11}} + \frac{\rho_{i-12}}{(1 - \rho_{i-11})^2} + \frac{2}{a_i} (\rho_{i1} - \rho_{i-11}) - \frac{2}{a_i} (\rho_{i1} - \rho_{i-11})^2 + f_i,$$

где

$$-f_i = 2\alpha_i^{-1} \alpha_{i-1} (1 - \beta_i(a_i)) \pi'_{i-1}(a_i) h_i^{-1}(a_i) \frac{1 - \rho_{i1}}{1 - \rho_{i-1}} - \frac{2\mu'_i(a_i)(1 - \rho_{i1})}{\mu_i(a_i)(1 - \rho_{i-11})}. \quad (19)$$

Для упрощения (19) используем равенства

$$1 - h_i(a_i) = \frac{1 - \beta_i(\alpha_i)}{\alpha_i}, \quad \mu'_i(a_i) = 1 - \alpha_{i-1} \pi'_{i-1}(a_i).$$

Тогда после преобразований получаем

$$f_i = \left(\frac{\mu'_i(a_i)}{\mu_i(a_i)} - \frac{1 - \beta_i(a_i)}{\alpha_i} \right) \frac{2}{h_i(a_i)} \frac{1 - \rho_{ii}}{(1 - \rho_{i-1i})}.$$

*Кафедра теории вероятностей
и математической статистики*

Поступила 6.05.1996

ЛИТЕРАТУРА

- Гнеденко Б. В., Даниелян Э. А., Димитров Б. Н., Клямов Г. П., Матвеев В. Ф. Приоритетные системы обслуживания. М.: Изд-во МГУ, 1973, 448 с.
- Матвеев В.Ф., Ушаков В. Г. Системы массового обслуживания. М.: Изд-во МГУ, 1984, 240 с.

Մ. Գ. ՆԱՀԱՊԵՏՅԱՆ

ՄՐՁ|ԳՐ| ∞ ՄՈԴԵԼՈՒՄ ԵԼՔԱՅԻՆ ՀՈՍՔԵՐԻ ՄՈՄԵՆՏՆԵՐԻ ՄԱՍԻՆ

Ա մ փ ո փ ո ւ ն

Դիտարկում է $M_r|G_r| $\infty$$ համակարգը բացարձակ գերադասելիությամբ հերթակարգով: Տարրերում ենք բացարձակ գերադասելիությամբ հերթակարգի երեք տարրերակներ՝ ընդհատված պահանջի կորուստ, վերասպասարկում, սպասարկում ընդհատված կետից: Գտնված են տարրեր տիպի զբաղվածության պարբերությունների առաջին երկու մոմենտները, որոնց օգնությամբ արտահայտված են կ-գերադասելիությամբ ($k = \overline{1, r}$) ելքային հոսքի միաշափ բաշխման առաջին երկու մոմենտները:

Ю. М. МОВСИСЯН, А. Г. БАРХУДАРЯН

О СВЕРХМНОГООБРАЗИИ QB -АЛГЕБР

В настоящей работе продолжается (начатое в [6]) исследование алгебр, удовлетворяющих сверхтождествам булевых алгебр. Характеризуются решетки конгруэнций и сверхмногообразий таких алгебр.

§0. Понятия гомоморфизм, подалгебра, прямые и подпрямые произведения и т. п. в настоящей работе имеют несколько иной смысл, чем это принято в универсальной алгебре “первой ступени” или “язык первой ступени” [1]. Об этих понятиях, составляющих суть универсальной алгебры “второй ступени”, а также о сверхтождествах и сверхмногообразиях можно прочитать в [2]. Здесь же приведем несколько обозначений и дополнительных определений, которые пригодятся при чтении работы.

Через $n(f)$ обозначим арность операции f . T_A будет обозначать арифметический тип алгебры A , т. е. множество арностей операций алгебры A . Подалгебры вида $\langle Q, \Sigma' \rangle$ алгебры $A = \langle Q, \Sigma \rangle$ назовем полуподалгебрами или редуктами этой алгебры. Гомоморфизм $(\varphi, \psi): A_1 \rightarrow A_2$ назовем полуэпиморфизмом или полуизоморфизмом, если φ соответственно сюръективно или биективно. Заметим, что определенное аналогичным способом понятие полумономорфизма не отличалось бы от мономорфизма. Если алгебры A_1 и A_2 изоморфны, то пишем $A_1 \cong A_2$.

Если дано семейство алгебр $\{A_i\}_{i \in I}$, где $A_i = \langle Q_i, \Sigma_i \rangle$, то для каждого $i \in I$ через ε_i обозначим проекцию прямого произведения $\prod_{i \in I} A_i$ на i -ю координату. Обыкновенно для $a \in \prod_{i \in I} Q_i$ вместо $\varepsilon_i(a)$ пишем a_i . Полупрямым произведением алгебр $\{A_i\}_{i \in I}$ назовем любую полуподалгебру прямого произведения $\prod_{i \in I} A_i$.

Несколько слов о конгруэнциях. Нетрудно проверить, что понятия подпрямой неразложимости в смыслах теорий алгебр 1-ой и 2-ой ступеней совпадают. А так как конгруэнции в нашей работе используются в основном в связи с подпрямой неразложимостью, то их мы будем понимать в смысле теории алгебр 1-ой ступени (заметим, что эти конгруэнции будут те же, что и главные конгруэнции в смысле теории алгебр 2-ой ступени; поэтому решетку всех конгруэнций алгебры A обозначим через $Con^{\circ}(A)$). Если $\Phi \in Con^{\circ}(A)$, то через ε_{Φ} обозначим естественный гомоморфизм из алгебры A на факторалгебру A/Φ .

Пусть \mathcal{M} - класс алгебр с одним и тем же арифметическим типом. Через $Th \mathcal{M}$ обозначим множество всех сверхтождеств, истинных во всех \mathcal{M} -алгебрах. Если $\mathcal{M} =$

$= \{A\}$, то вместо $\text{Th } M$ будем писать $\text{Th } A$. Условимся под теорией понимать замкнутое (т. е. содержащее все свои следствия) множество сверхтождеств. В этом смысле $\text{Th } M$ всегда является теорией.

Напомним, что класс алгебр M называется сверхмногообразием, если существует множество сверхтождеств Γ такое, что в M входят те и только те алгебры, в которых верны все сверхтождества из Γ ; в этом случае говорим, что сверхмногообразие M определено сверхтождествами из Γ .

Идентичную функцию на множестве X будем обозначать через I , или id_X | X | означает мощность множества X , а через \blacksquare будем обозначать конец доказательства или его отсутствие.

Будем рассматривать алгебры с арифметическим типом $\{1, 2\}$. Такими являются булевы алгебры. Условимся обозначать предметные переменные через x, y, z, \dots , переменные бинарных операций - через F, G, \dots , а унарных - через X, Y, \dots

Определение 0.1. Сверхтождество, верное во всех булевых алгебрах, будем называть QB -тождеством. Алгебру, в которой верны все QB -тождества, назовем булевой квазирешеткой, а сверхмногообразие всех булевых квазирешеток обозначим через QB . В связи с этим вместо булевой квазирешетки будем чаще писать QB -алгебра.

Примеры QB -тождеств:

(i) $X(x) = Y(x)$ является QB -тождеством, поэтому в QB -алгебрах имеется только одна унарная операция, обозначаемая через $-$.

(ii) В силу QB -тождеств

$$F(x, XF(y, Xy)) = x \quad (\text{"закон нуля"}) \quad (1)$$

$$F(x, y) = F(y, x) \quad (\text{коммутативность}), \quad (2)$$

для каждой QB -алгебры $A = \langle Q, \Sigma \rangle$ и $f, \bar{} \in \Sigma, n(f) = 2, n(\bar{}) = 1, a \in Q$ элемент

$\overline{f(a, \bar{a})}$ является двусторонним нулевым элементом для f . Поэтому он единственен:

$\overline{f(a, \bar{a})} = \overline{f(b, \bar{b})}$ для любых $a, b \in Q$ и $\bar{} \in \Sigma, n(\bar{}) = 1$. Обозначим этот элемент через Λ_f .

§1. В этом параграфе устанавливается связь между решетками конгруэнций и идеалами булевых квазирешеток.

Определение 1.1. Пусть $A = \langle Q, \Sigma \rangle \in QB$ и $f \in \Sigma, n(f) = 2$. Непустое подмножество $I \subseteq Q$ назовем f -идеалом, если $f(x, y) \in I$ тогда и только тогда, когда $x, y \in I$.

Обозначим через $I_f(A)$ множество всех f -идеалов алгебры A .

Если I - f -идеал, то в силу (1) $\Lambda_f \in I$.

Лемма 1.2. Пусть $A = \langle Q, \Sigma \rangle \in QB$ и Φ - конгруэнция на A . Тогда $\mathfrak{I}_f(\Phi) = \Lambda_f^\Phi$ является f -идеалом для любой бинарной операции $f \in \Sigma$.

Доказательство. Во - первых, $\Lambda_f \in \Lambda_f^\Phi$, поэтому $\Lambda_f^\Phi \neq \emptyset$.

Пусть $x, y \in \Lambda_f^\Phi$. Это означает, что $x\Phi\Lambda_f$ и $y\Phi\Lambda_f$, поэтому $f(x, y)\Phi f(\Lambda_f, \Lambda_f) = \Lambda_f$ (с использованием (1)) или $f(x, y) \in \Lambda_f^\Phi$.

Пусть теперь $f(x, y) \in \Lambda_f^\Phi$, т. е. $f(x, y)\Phi\Lambda_f$. Используя (1), а также

$$\text{ассоциативность } F(x, F(y, z)) = F(F(x, y), z) \text{ и .} \quad (3)$$

$$\text{идемпотентность } F(x, x) = x, \quad (4)$$

получаем $x = f(x, \Lambda_f) \Phi f(x, f(x, y)) = f(f(x, x), y) = f(x, y) \Phi \Lambda_f$, следовательно $x \in \Lambda_f^\Phi$. Аналогично, используя также коммутативность (2), получаем $y \in \Lambda_f^\Phi$. ■

Лемма 1.3. Пусть $A = \langle Q, \Sigma \rangle \in QB$, $f \in \Sigma$, $n(f) = 2$ и пусть $I \subseteq Q$ является f -идеалом. Определим отношение $\Phi_f(I)$ на Q следующим способом:

$$a \Phi_f(I)b \text{ тогда и только тогда, когда } f(a, I) \cap f(b, I) \neq \emptyset.$$

Отношение $\Phi_f(I)$ является конгруэнцией на A .

Замечание. Под $f(a, I)$ подразумевается $\{f(a, x); x \in I\}$.

Доказательство. Сначала проверим, что $\Phi_f(I)$ (которое в доказательстве леммы будет для краткости обозначаться через \sim) является отношением эквивалентности. Рефлексивность и симметричность очевидны. Пусть $a \sim b$ и $b \sim c$, т. е. существуют $x, y, u, v \in I$ такие, что $f(a, x) = f(b, y)$ и $f(b, u) = f(c, v)$. Так как $f(x, u), f(v, y) \in I$, и в силу (2) и (3)

$$\begin{aligned} f(a, f(x, u)) &= f(f(a, x), u) = f(f(b, y), u) = f(b, f(y, u)) = \\ &= f(b, f(u, y)) = f(f(b, u), y) = f(f(c, v), y) = f(c, f(v, y)), \end{aligned}$$

получаем $a \sim c$.

Пусть $g \in \Sigma$ и $n(g) = 2$. Пусть $a_1 \sim a_2$ и $b_1 \sim b_2$, докажем, что $g(a_1, b_1) \sim g(a_2, b_2)$. По определению \sim , существуют $x, y, u, v \in I$ такие, что $f(a_1, x) = f(a_2, y)$ и $f(b_1, u) = f(b_2, v)$. Заметим, что x, y, u, v можем выбрать равными. Действительно, положим $w = f(x, f(y, f(u, v)))$, тогда $w \in I$, а с использованием ассоциативности, коммутативности и идемпотентности получаем

$$w = f(x, w) = f(y, w) = f(u, w) = f(v, w),$$

следовательно,

$$f(a_1, w) = f(a_1, f(x, w)) = f(f(a_1, x), w) = f(f(a_2, y), w) = f(a_2, f(y, w)) = f(a_2, w),$$

аналогично:

$$f(b_1, w) = f(b_2, w).$$

В силу же дистрибутивности

$$F(G(x, y), z) = G(F(x, z), F(y, z)) \quad (5)$$

имеем $f(g(a_1, b_1), w) = g(f(a_1, w), f(b_1, w)) = g(f(a_2, w), f(b_2, w)) = f(g(a_2, b_2), w)$, значит действительно $g(a_1, b_1) \sim g(a_2, b_2)$.

Возьмем теперь унарную операцию $\bar{} \in \Sigma$, и пусть $a_1 \sim a_2$. Как и выше, можно взять $x \in I$ такое, что $f(a_1, x) = f(a_2, x)$. Пользуясь QB -тождеством

$$F(Xy, x) = F(XF(y, x), x), \quad (6)$$

получаем

$$f(\bar{a_1}, x) = f(\bar{f(a_1, x)}, x) = f(\bar{f(a_2, x)}, x) = f(\bar{a_2}, x),$$

так что $\overline{a_1} \sim \overline{a_2}$.

Лемма доказана. ■

Таким образом, леммы 1.2 и 1.3 определяют отображения \mathfrak{I}_f и Φ_f между алгебраическими решетками $I_f(A)$ и $Con^o(A)$. Их взаимосвязь указывает следующая

Теорема 1.4. Пусть $A = \langle Q, \Sigma \rangle \in QB$, $f \in \Sigma$ и $n(f) = 2$. Тогда

$\mathfrak{I}_f : Con^o(A) \rightarrow I_f(A)$ и $\Phi_f : I_f(A) \rightarrow Con^o(A)$ являются взаимно обратными изоморфизмами между этими решетками.

Доказательство. Докажем, что $\mathfrak{I}_f \Phi_f = 1_{I_f(A)}$ и $\Phi_f \mathfrak{I}_f = 1_{Con^o(A)}$. (*)

Пусть $I \in I_f(A)$, $\sim = \Phi_f(I)$. Согласно (1) и (2) $f(\Lambda_f, I) = I$,
следовательно,

$$\mathfrak{I}_f(\sim) = \Lambda_f = \{a \in Q; \exists x \in I : f(a, x) \in I\} = I.$$

Этим первое равенство в (*) доказано.

Пусть теперь $\sim \in Con^o(A)$, $I = \mathfrak{I}_f(\sim)$ и $\approx = \Phi_f(I)$. Надо доказать, что $\sim = \approx$.

Пусть $a \approx b$, это значит, что существуют $x \sim \Lambda_f$ и $y \sim \Lambda_f$ такие, что

$$f(a, x) = f(b, y).$$

Тогда $a = f(a, \Lambda_f) \sim f(a, x) = f(b, y) \sim f(b, \Lambda_f) = b$ и из транзитивности \sim получаем $a \sim b$.

Предположим, что $a \sim b$. Тогда для $\bar{\sim} \in \Sigma, n(\bar{\sim}) = 1$ имеем

$$\overline{f(a, b)} \sim \overline{f(a, \bar{a})} = \Lambda_f,$$

$$\overline{f(\bar{a}, b)} \sim \overline{f(\bar{a}, a)} = \overline{f(a, \bar{a})} = \Lambda_f,$$

так что $\overline{f(a, b)}, \overline{f(a, \bar{a})} \in I$. Теперь, пользуясь QB - тождеством

$$X(X(x)) = x, \quad (7)$$

а также (2) и (6), получаем

$$f\left(b, \overline{f(a, b)}\right) = f\left(\overline{f(a, b)}b\right) = f(\bar{a}, b) = f(a, b) = f(\bar{b}, a) = f\left(\overline{f(b, a)}, a\right) = f\left(a, \overline{f(b, a)}\right),$$

следовательно, $a \approx b$.

Этим (*) доказана и для завершения доказательства теоремы остается заметить, что для $I, J \in I_f(A)$, $I \subseteq J$ равносильно $\Phi_f(I) \subseteq \Phi_f(J)$. ■

§2. Сначала рассмотрим главные f -идеалы QB -алгебры $A = \langle Q, \Sigma \rangle$ (как всегда, $f \in \Sigma$ и $n(f) = 2$), т. е. f -идеалы, порожденные одной точкой. Нетрудно видеть, что $(a)_f = \{x \in Q; f(a, x) = a\}$ будет f -идеалом для любого $a \in Q$. Действительно, если $f(a, x) = a$ и $f(a, y) = a$, то в силу (3)

$$f(a, f(x, y)) = f(f(a, x), y) = f(a, y) = a.$$

Если же $f(a, f(x, y)) = a$, то, используя (2), (3) и (4), получаем

$$\begin{aligned} f(a, x) &= f(f(a, f(x, y)), x) = f(a, f(f(y, x), x)) = f(a, f(y, f(x, x))) = \\ &= f(a, f(y, x)) = f(a, f(x, y)) = a, \end{aligned}$$

аналогично получается $f(a, y) = a$.

В силу (4) $a \in (a)_f$. С другой стороны, если $a \in I \in I_f(A)$, то $(a)_f \subseteq I$. Получилось, что $(a)_f$ и есть главный f -идеал, порожденный точкой a . Чтобы избежать громоздких обозначений, будем вместо $\Phi_f((a)_f)$ писать $\overset{a}{\sim}_f$.

Замечание. Для дальнейших целей заметим, что $x \overset{a}{\sim}_f y$ тогда и только тогда, когда $f(a, x) = f(a, y)$, т. е. классы эквивалентности $\overset{a}{\sim}_f$ определяются их наибольшими членами относительно порядка $u \leq_f v \Leftrightarrow f(u, v) = v$. Заметим еще, что если $b \in Q$ определяет класс эквивалентности $\overset{a}{\sim}_f$ (это просто значит, что существует $x \in Q$ такой, что $b = f(a, x)$), то $a \leq_f b$ и обратно. Таким образом, факторалгебра $A / \overset{a}{\sim}_f$ изоморфна главному фильтру, порожденному элементом a (с унарной операцией $b' = f(\bar{b}, a)$).

Обозначим через $B_2 = \langle \{0,1\}; +, \cdot, \bar{} \rangle$ двухэлементную булеву алгебру, а через B_2^+ - ее полуподалгебру $\langle \{0,1\}; +, \bar{} \rangle$. Пусть QB^+ - класс всех функционально три-вальных QB -алгебр.

Лемма 2.1. Единственными нетривиальными подпрямо неразложимыми QB -алгебрами являются B_2 и B_2^+ , а единственной нетривиальной подпрямо неразложимой QB^+ -алгеброй является B_2^+ .

Доказательство. Очевидно, что B_2 и B_2^+ являются подпрямо неразложимыми.

Пусть $A = \langle Q, \Sigma \rangle \in QB$ и $|Q| \geq 3$. Выберем $f, \bar{} \in \Sigma$ с $n(f) = 2$ и $n(\bar{}) = 1$. Существует $a \in Q$, отличный от Λ_f и $\bar{\Lambda}_f$. Согласно (7), $\bar{a} \neq \Lambda_f$, поэтому $(a)_f$ и $(\bar{a})_f$ ненулевые f -идеалы. Предположим, что $x \in (a)_f \cap (\bar{a})_f$. Согласно QB -тождеству

$$x = XF(XF(x, y), XF(x, Xy)) \tag{8}$$

имеем $x = \overline{f(f(x, a), f(x, \bar{a}))} = \overline{f(\bar{a}, \bar{a})} = \Lambda_f$. Следовательно, $(a)_f \cap (\bar{a})_f = \{\Lambda_f\}$ и A не является подпрямо неразложимой.

Предположим теперь, что $|Q| = 2$, скажем, $Q = \{a, b\}$. На Q существуют две

коммутативные и идемпотентные бинарные операции:

\vee	a	b	\wedge	a	b
a	a	b	a	a	a
b	b	b	b	a	b

Унарных операций, удовлетворяющих (7), тоже две: id_Q и $\bar{}$: $a \leftrightarrow b$. Однако, если $id_Q \in \Sigma$, то для любой $f \in \Sigma, n(f) = 2$ имеем

$$x = f(x, x) = f(x, id_Q(x)) = id_Q(f(x, id_Q(x))) = \Lambda_f$$

для каждого элемента $x \in Q$, а это противоречит тому, что Q двухточечно. Следовательно, единственной унарной операцией A является $\bar{}$. Остается заметить, что если $\vee, \wedge \in \Sigma$, то $A \cong B_2$, если же $\vee \in \Sigma, \wedge \notin \Sigma$ или $\wedge \in \Sigma, \vee \notin \Sigma$, то $A \cong B_2^+$.

Лемма доказана. ■

Согласно теореме о представлении алгебры в качестве подпрямого произведения подпримо неразложимых алгебр и с использованием того факта, что сверхмногообразия замкнуты по гомоморфным образам, получаем, что каждая QB -алгебра является подпрямым произведением изоморфных копий B_2 и B_2^+ . Отсюда ясно, что QB -алгебрами являются в точности подалгебры прямых степеней B_2 .

Заметим, что любое сверхмногообразие однозначно определяется своими подпримо неразложимыми алгебрами как класс всех подпрямых произведений этих алгебр.

Теперь приведем два следствия из леммы 2.1.

Следствие 2.2. Сверхмногообразие QB определяется QB -тождествами (1)-(8). Иначе говоря, сверхтождества (1)-(8) являются базой всех QB -тождеств.

Замечание. В [3] характеризуются QB -тождества и получена несколько иная база.

Следствие 2.3. $Th\ QB = Th\ A$ для любой функционально нетривиальной $A \in QB$. В частности, сверхтождество является QB -тождеством тогда и только тогда, когда оно истинно в B_2 .

Ясно, что сверхмногообразие QB^+ в QB характеризуется сверхтождеством

$$F(x, y) = G(x, y). \quad (9)$$

Теорема 2.4. Единственным нетривиальным собственным подсверхмногообразием QB есть QB^+ , и $Th\ QB^+ = Th\ A$, где A - любая нетривиальная QB^+ -алгебра. В частности, $Th\ QB^+ = Th\ B_2^+$.

Доказательство. Пусть M - какое-то сверхмногообразие, в котором верны сверхтождества (1)-(8). Заметим, что до сих пор в доказательствах мы пользовались только этими сверхтождествами и, следовательно, леммы 1.2, 1.3, 2.1 и теорема 1.4 верны и в M . Значит, подпримо неразложимыми M -алгебрами могут являться, кроме тривиальной алгебры, B_2 и B_2^+ . Если $B_2^+ \notin M$ и, следовательно, $B_2 \notin M$, то $M \neq QB^+$. Если же $B_2^+, B_2 \in M$, то $M \neq QB$.

Возьмем теперь нетривиальную QB -алгебру A . Так как $Th\ QB \subseteq Th\ A$, то сверхмногообразие M , определенное $Th\ A$, является нетривиальным подсверхмно-

гообразием QB . Поэтому или $\mathcal{M} \neq QB$, и это значит, что $\text{Th } A = \text{Th } QB$ и A функционально нетривиальна, или $\mathcal{M} \neq QB^+$, в этом случае $\text{Th } A = \text{Th } QB'$ и A функционально нетривиальна. ■ .

Первую часть теоремы 2.4 можно сформулировать следующим образом: QB является минимальным строго нетривиальным, а QB^+ - минимальным нетривиальным сверхмногообразием.

§3. Вспомним, что в QB -алгебрах унарная операция единственна, и будем ее обозначать, как и раньше через $\bar{\cdot}$.

3.1. Если $A = \langle Q, \Sigma \rangle \in QB, |Q| \geq 3$ и $a \in Q$ отлично от Λ_f и $\bar{\Lambda}_f$ для фиксированной бинарной операции $f \in \Sigma$, то $A_1 = A/(a)_f$ и $A_2 = A/(\bar{a})_f$ есть нетривиальные QB -алгебры. Рассмотрим произведение естественных гомоморфизмов

$$\varepsilon = \varepsilon_{(a)_f} \times \varepsilon_{(\bar{a})_f} : A \rightarrow A_1 \times A_2 : x \mapsto \left(x \xrightarrow{f} , x \xrightarrow{\bar{f}} \right).$$

Пусть $(B, C) \in A_1 \times A_2$ и пусть наибольшие члены B и C суть соответственно b и c , т.е. $x \in B \Leftrightarrow f(x, a) = b$ и $y \in C \Leftrightarrow f(y, \bar{a}) = c$. В силу QB -тождеств

$$F(x, X(\Lambda_f)) = X(\Lambda_f) \text{ и} \\ F(XF(Xx, Xy), z) = XF(XF(x, z), XF(y, z))$$

получаем

$$f\left(\overline{f(b, \bar{c})}\mu\right) = \overline{f\left(\overline{f(b, a)}, \overline{f(c, a)}\right)} = \overline{f\left(\bar{b}, f\left(f(c, \bar{a}), a\right)\right)} = \overline{f\left(\bar{b}, f\left(c, \bar{\Lambda}_f\right)\right)} = \overline{f(\bar{b}, \Lambda_f)} = b;$$

аналогично получаем $f\left(\overline{f(\bar{b}, \bar{c})}, \bar{a}\right) = c$. Выходит, что $\overline{f(\bar{b}, \bar{c})} \in B \cap C$, поэтому $\varepsilon\left(\overline{f(\bar{b}, \bar{c})}\right) = (B, C)$ и ε -полуэпиморфизм. Если же $x \in B \cap C$, то (8) сразу дает

$$x = \overline{f\left(\overline{f(x, a)}, \overline{f(x, \bar{a})}\right)} = \overline{f(\bar{b}, \bar{c})},$$

так что ε - мономорфизм и, следовательно, полуизоморфизм.

Получилось, что каждая QB -алгебра с более чем двумя элементами является полупрямым произведением двух нетривиальных QB -алгебр. В частности, любая конечная QB -алгебра является полупрямой степенью B_2 .

3.2. Из предыдущего замечания следует, что для любой конечной QB -алгебры $\langle Q, \Sigma \rangle$ имеет место $|\Sigma| \leq |Q| + 1$.

Пусть QB -алгебра $A = \langle Q, \Sigma \rangle$ является подпрямым произведением QB -алгебр $\{A_i\}_{i \in I} = \{\langle Q_i, \Sigma_i \rangle\}_{i \in I}$. Тогда для любых $f_i \in \Sigma_i, n(f_i) = 2$ имеем $\Lambda_{\{f_i\}} = \{\Lambda_{f_i}\}$ (если, конечно, $\{f_i\} \in \Sigma$). Действительно, для любого $i_o \in I$ существует $\{a_i\} \in Q$ такое, что $a_{i_o} = \Lambda_{f_{i_o}}$. Следовательно,

$$\Lambda_{f_{i_o}} = \left(\{a_i\} \right)_{i_o} = \left(\{f_i\} \{a_i\}, \Lambda_{\{f_i\}} \right)_{i_o} = f_{i_o} \left(a_{i_o}, \left(\Lambda_{\{f_i\}} \right)_{i_o} \right) = \left(\Lambda_{\{f_i\}} \right)_{i_o}.$$

Равенство $\Lambda_{\{f_i\}} = \left\{ \Lambda_{f_i} \right\}$ доказано.

Теперь заметим, что в B_2 и B_2^+ каждая бинарная операция однозначно определяется своим нулем. Поэтому, если все A_i суть B_2 или B_2^+ , то любая бинарная операция алгебры A однозначно определяется своим нулем (т. е. разные операции имеют разные нули) в силу вышеприведенного равенства. Этим же доказано, что для бесконечных Q имеет место неравенство $|\Sigma| \leq |Q|$.

3.3. Из замечания 3.1. следует, что каждая конечная QB -алгебра состоит из 2^k элементов ($k \in N$). Это можно получить из аналогичного факта для булевых алгебр с помощью более простых соображений.

Пусть $A = \langle Q, \Sigma \rangle \in QB$. Для любой бинарной операции $f \in \Sigma$ определим сопряженную операцию f^* следующим образом:

$$f^*(x, y) = \overline{f(\bar{x}, \bar{y})} \text{ для любых } x, y \in Q.$$

Алгебра $A' = \langle Q, \Sigma \cup \{f^*; f \in \Sigma, n(f) = 2\} \rangle$ снова будет QB -алгеброй, потому что каждое QB -тождество остается QB -тождеством, если заменить несколько бинарных операций их сопряженными (достаточно проверить это для (1)-(8)). А для любой $f \in \Sigma, n(f) = 2$ алгебра $A'' = \langle Q; f, f^*, \top \rangle$ является булевой алгеброй.

В частности, любая функционально тривиальная QB -алгебра (т.е. любая QB^+ -алгебра) является полуподалгеброй булевой алгебры.

3.4. Булевы алгебры можно рассматривать и как алгебры с арифметическим типом $\{0, 1, 2\}$, с 0-арными операциями 0 и 1. Однако 0-арные операции не влияют на конгруэнции и, следовательно, в нашей работе не играют никакой роли. Точнее, этих операций может быть сколько угодно, и они могут принимать любые значения; сверхтождество с 0-арными операциями верно во всех булевых алгебрах тогда и только тогда, когда оно является QB -тождеством, если рассмотреть переменные таких операций как предметные переменные.

3.5. Теорию T (сверхмногообразие M) назовем однооснованной, если T (соответственно $Th M$) имеет базу, состоящую из одного сверхтождества.

Интересно, что оба сверхмногообразия QB и QB^+ являются однооснованными. Чтобы показать это, нам понадобится следующий факт.

Теорема 3.1. (ср. [4], Theorem 1.2). Пусть Θ - теория. Предположим, что для какого-то терма $\tau(x_1, \dots, x_k)$ ($k \geq 2$) Θ содержит все следующие сверхтождества:

$$x = \tau(y, x, \dots, x), x = \tau(x, y, x, \dots, x), x = \tau(x, \dots, x, y).$$

Предположим еще, что Θ имеет конечную базу, состоящую из сверхтождеств вида $x = \sigma$. В этом случае Θ однооснованно.■

Проверим условия теоремы для теорий $QB = Th QB$ и $QB^+ = Th QB^+$ (теория булевых квазирешеток и теория функционально тривиальных булевых квазирешеток). Заметим, что имея QB -тождества (1), (7), (8),

$$x = F(XF(y, Xy), x) \text{ и} \tag{1'}$$

$$x = XF(XF(y, x), XF(Xy, x)), \quad (8')$$

любое сверхтождество $w_1=w_2$ можно эквивалентно представить с помощью сверхтождеств

$$x = F(XF(w_1, Xw_2), x) \quad \text{и}$$

$$x = F(x, XF(Xw_1, w_2)),$$

с условием, что x не входит в w_1 и w_2 . Поэтому QB и QB^+ имеют базы, состоящие соответственно из 14 и 16 сверхтождеств вида $x = \sigma$. Вместо τ же можем взять терм $F(XF(Xx, Xy), F(XF(Xy, Xz), XF(Xz, Xx)))$. Вышеприведенная теорема теперь дает желаемый результат.

Кафедра алгебры и геометрии ЕГУ

Поступила 20.09.1996

ЛИТЕРАТУРА

1. Мальцев А.И. Алгебраические системы. М.: Наука, 1970.
2. Мовсисян Ю.М. Введение в теорию алгебр со сверхтождествами. Изд-во ЕГУ, 1986.
3. Мовсисян Ю.М. Сверхтождества булевых алгебр. Изд-во РАН, сер. математическая, 1992, т. 56, № 3, с. 654-672.
4. McKenzie R.N. Equational bases for lattice theories. Math. Scand., 1970, v. 27, p. 24-38.
5. Kalman J.A. Subdirect decomposition of distributive quasilattices. Fund. Math., 1971, t. LXXI, p. 161-163.
6. Мовсисян Ю.М. Алгебры со сверхтождествами многообразия булевых алгебр. - Изв. РАН, серия математическая, 1996, № 6, с. 127-168.

ՑՈՒ. Մ.ՄՈՎՍԻՍՅԱՆ, Ա.Գ.ԲԱՐԵՆՈՒՐԱԳՅԱՆ

QB-ՀԱՆՐԱՀԱԾԻՎՆԵՐԻ ԳԵՐԲԱԶՄԱՋԵՎՈՒԹՅԱՆ ՄԱՍԻՆ

Ա. Մ Փ Ո Փ Ո Ւ

Ներկա աշխատանքում շարունակվում են ([6]-ում սկսված) հետազոտությունները այն հանրահաշիվների, որոնք բավարարում են բոլյան հանրահաշիվների գերհույնություններին:

Նկարագրվում են այդպիսի հանրահաշիվների կոնգրուէնցիաների, ինչպես նաև գերբազմաձևությունների կավարները:

B.E. АВЕТИКАН

ОБ ОДНОЙ АНТИПЛОСКОЙ ЗАДАЧЕ ДЛЯ УПРУГОГО СОСТАВНОГО ПРОСТРАНСТВА, СОСТОЯЩЕГО ИЗ ДВУХ КЛИНОВИДНЫХ ОБЛАСТЕЙ, ОСЛАБЛЕННЫХ КОНЕЧНОЙ И ПОЛУБЕСКОНЕЧНОЙ ТРЕЩИНАМИ

Рассматривается антиплоская задача для упругого пространства, составленного из двух различных клиновидных полупространств, жестко сцепленных вдоль одной из границ; на другой границе имеется полу бесконечная трещина, выходящая к вершине клиньев. Из вершин клиньев выходит также конечная трещина, к берегам которой приложена заданная постоянная касательная нагрузка.

Решение задачи сведено к решению задачи Римана в теории аналитических функций, получено ее замкнутое решение. Определено значение коэффициента особенности касательных напряжений.

Решается антиплоская задача для упругой области, составленной из двух клиновидных полупространств, соединенных вдоль границы $\vartheta = \alpha$ ($0 < \alpha < 2\pi$). Вдоль границы $\vartheta = 0$, ($0 < r < \infty$) имеется полу бесконечная трещина, к берегам которой приложена заданная постоянная касательная нагрузка τ_0 ($0 < r < a$). По направлению $\vartheta = \beta$ ($0 < \beta < 2\pi$) имеется конечная трещина ($0 < r < a$), к ее берегам приложена постоянная касательная нагрузка q_0 . На бесконечности напряжения исчезают. Модули сдвига материалов при $0 < \vartheta < \alpha$ и $\alpha < \vartheta < 2\pi$ соответственно равны G_1 и G_2 .

Границные условия сформулированной задачи можно записать так:

$$\vartheta = \alpha, [\tau_{\partial z}] = 0, [u_z] = 0, \quad (1)$$

$$\vartheta = 0, r < a, \tau_{\partial z} = \tau_0, a < r < \infty, \tau_{\partial z} = 0,$$

$$\vartheta = 2\pi, r < a, \tau_{\partial z} = \tau_0, a < r < \infty, \tau_{\partial z} = 0, \quad (2)$$

$$\vartheta = \beta, r < a, \tau_{\partial z} = -q_0, a < r < \infty, [u_z] = 0, [\tau_{\partial z}] = 0,$$

$$\vartheta = 0, [u_z] = 0 \text{ при } r \rightarrow \infty. \quad (3)$$

$\tau_{\partial z}$ - касательные напряжения, u_z - смещение, $[N]$ - скачок величины N .

Далее с использованием интегрального преобразования Меллина, реализуя граничные условия (1) и (2), в случае $\alpha \neq \beta$ получим следующее функциональное уравнение:

$$\begin{aligned} \bar{\tau}_{\partial z}^+(p+1, \beta) + c \operatorname{tg}(\beta - \alpha) p D_1(p) \bar{W}_1^-(p+1) = \\ = \frac{\Delta_2}{\Delta} \frac{\tau_0}{p+1} - \frac{q_0}{p+1}, \quad (\operatorname{Re} p = 0), \end{aligned} \quad (4)$$

$$D_1(p) = -\frac{\Delta_1}{\Delta} \frac{\sin(2\pi - \beta)p}{ctg(\beta - \alpha)p}, \quad (5)$$

$$\Delta_1 = \sin p\alpha \cos(\beta - \alpha)p + \frac{G_2}{G_1} \cos p\alpha \sin(\beta - \alpha)p,$$

$$\Delta_2 = \Delta_1 + \frac{G_2}{G_1} \sin(2\pi - \beta)p,$$

$$\Delta = \sin p\alpha \cos(2\pi - \alpha)p + \frac{G_2}{G_1} \cos \alpha p \sin(2\pi - \alpha)p,$$

$$\bar{\tau}_{\vartheta z}^+(p+1, \beta) = \int_1^\infty \tau_{\vartheta z}(ar, \beta)r^\nu dr,$$

$$\bar{W}_1^-(p+1) = -pG_2 \bar{W}^-(p), \bar{W}^-(p) = \int_0^1 [u_r(ar, \beta)] r^{\nu-1} dr. \quad (6)$$

В случае $\alpha > \beta$ в (4) и (5) вместо $ctg(\beta - \alpha)p$ надо положить $ctg(\alpha - \beta)p$. Решение функционального уравнения (4) ищется в классе функции

$$\bar{\tau}_{\vartheta z}^+(p+1, \beta) \sim |p|^{-\frac{1}{2}}, \bar{W}_1^-(p+1) \sim |p|^{-\frac{1}{2}} \text{ при } |p| \rightarrow \infty \quad (7)$$

в своих областях регулярностей, так как $\tau_{\vartheta z}(ar, \beta)$ и $\frac{d[u_z(ar, \beta)]}{dr}$ при $r \rightarrow 1$ имеют корневую особенность.

При помощи факторизации [1, 2]

$$pctg(\beta - \alpha)p = \bar{M}_1^+(p)\bar{M}_1^-(p),$$

$$\bar{M}_1^+(p) = \sqrt{\frac{\pi}{|\beta - \alpha|}} \frac{\Gamma\left(1 - \frac{|\beta - \alpha|}{\pi}p\right)}{\Gamma\left(\frac{1}{2} - \frac{|\beta - \alpha|}{\pi}p\right)}, \bar{M}_1^-(p) = \bar{M}_1^+(-p), \quad (8)$$

где $\bar{M}_1^+(p)$ регулярна при $\operatorname{Re} p < \frac{\pi}{2|\beta - \alpha|}$, $\bar{M}_1^-(p)$ - при $\operatorname{Re} p > -\frac{\pi}{2|\beta - \alpha|}$,

$\bar{M}^\pm(p) \sim |p|^{\frac{1}{2}}$ при $|p| \rightarrow \infty$ в своих областях регулярности,

$$D_1(p) = D_1^+(p)/D_1^-(p), -\varepsilon_1 < \operatorname{Re} p < \varepsilon_2, (0 < \varepsilon_1, \varepsilon_2 < 1),$$

$$D_1^\pm(p) = \exp[\pm R_1^\pm(p)],$$

$$R_1(r) = \frac{1}{2\pi i} \int_{c-i\infty}^{c+i\infty} \ln D_1(p) r^{-(p+1)} dp, \quad -\varepsilon_1 < c < \varepsilon_2,$$

уравнение (4) представим в следующем виде:

$$\begin{aligned}
& \frac{\overline{M}_1^-(p)}{D_1^-(p)} \overline{W}_1^-(p+1) - \frac{q_0}{p+1} \frac{1}{\overline{M}_1^+(-1)D_1^+(-1)} - \tau_o \overline{\varphi}_1^-(p+1) = \\
& = - \frac{p \bar{\tau}_{\alpha}^+(p+1, \beta)}{\overline{M}_1^+(p)D_1^+(p)} - \frac{q_0}{p+1} \left[\frac{p}{\overline{M}_1^+(p)D_1^+(p)} + \frac{1}{\overline{M}_1^+(-1)D_1^+(-1)} \right] + \\
& + \tau_0 \overline{\varphi}_1^+(p+1), \quad (\text{Re } p = 0).
\end{aligned} \tag{9}$$

Здесь использованы представления [1-3]

$$\begin{aligned}
\overline{\varphi}_1(p+1) &= \frac{p}{p+1} \frac{\Delta_2}{\Delta} \frac{1}{\overline{M}_1^+(p)D_1^+(p)}, \quad \varphi_1(r) = \frac{1}{2\pi i} \int_{c-i\infty}^{c+i\infty} \overline{\varphi}_1(p+1) r^{-(p+1)} dp, \\
\overline{\varphi}_1^-(p+1) &= \int_0^1 \varphi_1(r) r^p dr, \quad \overline{\varphi}_1^+(p+1) = \int_1^\infty \varphi_1(r) r^p dr, \\
\frac{p}{p+1} \frac{1}{\overline{M}_1^+(p)D_1^+(p)} &= - \frac{1}{p+1} \frac{1}{\overline{M}_1^+(-1)D_1^+(-1)} + \\
& + \frac{1}{p+1} \left[\frac{p}{\overline{M}_1^+(p)D_1^+(p)} + \frac{1}{\overline{M}_1^+(-1)D_1^+(-1)} \right].
\end{aligned}$$

Функция в левой части (9) аналитична при $\text{Re } p > 0$, а в правой части - при $\text{Re } p < 0$. В силу теоремы об аналитическом продолжении и теоремы Лиувилля следует, что функции в правой и левой частях уравнения (9) равны одной и той же постоянной. Определяя эту постоянную из условия (3), окончательно получим следующее решение задачи при $\alpha \neq \beta$:

$$\begin{aligned}
\overline{W}_1^-(p+1) &= - \frac{q_0 p D_1^-(p)}{(p+1) \overline{M}_1^-(p) \overline{M}_1^+(-1) D_1^+(-1)} + \\
& + \tau_0 \frac{D_1^-(p)}{\overline{M}_1^-(p)} \left[\overline{\varphi}_1^-(p+1) - \overline{\varphi}_1^-(1) \right], \quad (\text{Re } p > 0),
\end{aligned} \tag{10}$$

$$\begin{aligned}
\bar{\tau}_{\alpha}^+(p+1, \beta) &= - \frac{q_0}{p+1} + \frac{q_0 \overline{M}_1^+(p) D_1^+(p)}{(p+1) \overline{M}_1^+(-1) D_1^+(-1)} + \\
& + \tau_0 p^{-1} \overline{M}_1^+(p) D_1^+(p) \left[\overline{\varphi}_1^+(p+1) + \overline{\varphi}_1^+(1) \right], \quad (\text{Re } p < 0).
\end{aligned} \tag{11}$$

В случае $\alpha = \beta$ вместо уравнения (4) будем иметь

$$\bar{\tau}_{\alpha}^+(p+1, \alpha) + \operatorname{ctg} \alpha D_2(p) \overline{W}_2^-(p+1) = \frac{\tilde{\Delta}_2}{\Delta} \frac{\tau_0}{p+1} - \frac{q_0}{p+1}, \quad (\text{Re } p = 0),$$

$$\begin{aligned}\tilde{\Delta}_2 &= \sin p\alpha + \frac{G_2}{G_1} \sin(2\pi - \alpha)p, \\ D_2(p) &= \frac{G_1 + G_2}{G_2 + G_1 \operatorname{tg} p\alpha \operatorname{ctg}(2\pi - \alpha)p}, \\ \bar{W}_2(p+1) &= -pG_1G_2[G_1 + G_2]^{-1}\bar{W}^-(p).\end{aligned}\tag{12}$$

Решение функционального уравнения (12) строится аналогичным образом, где [2,4]

$$\bar{M}_2^+(p) = \sqrt{\frac{\pi}{\alpha}} \frac{\Gamma\left(1 - \frac{\alpha}{\pi}p\right)}{\Gamma\left(\frac{1}{2} - \frac{\alpha}{\pi}p\right)}, \quad \bar{M}_2^-(p) = \bar{M}_2^+(-p).$$

Далее, заменяя индекс 1 индексом 2, решение задачи в случае $\alpha = \beta$ получим в виде (10) и (11).

Применяя обратное преобразование Меллина к (10) и (11), для $w_1(r)$ и $\tau_{\alpha}(r)$ окончательно получим следующие формулы:

$$\begin{aligned}w_1(r) &= \frac{1}{2\pi i} \int_{-\infty}^{i\infty} \left\{ -\frac{q_0 p D_1^-(p)}{(p+1)\bar{M}_1^-(p)\bar{M}_1^+(-1)D_1^+(-1)} + \right. \\ &\quad \left. + \tau_0 \frac{D_1^-(p)}{\bar{M}_1^-(p)} \left[\bar{\varphi}_1^-(p+1) - \bar{\varphi}_1^-(1) \right] \right\} \left(\frac{r}{a} \right)^{-(p+1)} dp, \quad 0 < r < a, \\ \tau_{\alpha}(r, \beta) &= \frac{1}{2\pi i} \int_{-\infty}^{i\infty} \left\{ -\frac{q_0}{p+1} + \frac{q_0 \bar{M}_1^+(p) D_1^+(p)}{(p+1)\bar{M}_1^+(-1)D_1^+(-1)} \right\} + \tau_0 p^{-1} \bar{M}_1^+(p) D_1^+(p) \times \\ &\quad \times \left[\bar{\varphi}_1^+(p+1) + \bar{\varphi}_1^+(1) \right] \left(\frac{r}{a} \right)^{-(p+1)} dp, \quad a < r < \infty.\end{aligned}$$

Используя (11), для $\tau_{\alpha}(r, \beta)$ и $\tau_{\alpha}(r, \alpha)$ при $r \rightarrow a$ получим следующие асимптотические формулы:

$$\begin{aligned}\tau_{\alpha}(r, \alpha) &\sim \frac{q_0 \pi \sqrt{\pi}}{\alpha^2} \frac{\Gamma\left(\frac{1}{2} + \frac{\alpha}{\pi}\right)}{\Gamma\left(\frac{\alpha}{\pi}\right) D_1^+(-1)} \frac{a^{\frac{\pi}{2\alpha}}}{\sqrt{a^{\frac{\pi}{\alpha}} - r^{\frac{\pi}{\alpha}}}}, \\ \tau_{\alpha}(r, \beta) &\sim \frac{q_0 \pi \sqrt{\pi}}{(\beta - \alpha)^2} \frac{\Gamma\left(\frac{1}{2} + \frac{|\beta - \alpha|}{\pi}\right)}{\Gamma\left(\frac{|\beta - \alpha|}{\pi}\right) D_1^+(-1)} \frac{a^{\frac{\pi}{2|\beta - \alpha|}}}{\sqrt{a^{\frac{\pi}{|\beta - \alpha|}} - r^{\frac{\pi}{|\beta - \alpha|}}}.\end{aligned}$$

Из этих асимптотических формул следует, что касательные напряжения в конце конечной трещины имеют корневую особенность.

ЛИТЕРАТУРА

1. Григорян Э. Х. Об одной задаче для упругой полуплоскости, содержащей упругое конечное включение. - Уч. записки ЕГУ, 1982, № 2, с. 38 - 43 .
2. Аветисян В. Е., Григорян Э. Х., Саркисян В. С. Решение задачи для упругого клина, усиленного на своей границе конечной накладкой, выходящей на вершину клина. - Матер. 2-ой Всесоюз. научно-технической конф.: Прочность, жесткость и технологичность изделий из КМ. Ереван, 1984, т.1, с. 22-26.
3. Кипнес Л. А. Кусочно-однородная плоскость с границей раздела в форме сторон угла и симметричным разрезом, исходящим из вершины. - ПММ, 1986, т. 50, вып. 2, с. 334-336.
4. Нобл Б. Метод Винера-Хопфа. М., 1962, 279 с.

Վ. Ե. ԱՎԵՏԻՔՅԱՆ

ԵՐԿՈՒ ՍԵՊԱԶԵՎ ՏԻՐՈՒԹԹՆԵՐԻՑ ԲԱՂԿԱՑԱՄ,
ՎԵՐՋԱՎՈՐ ԵՎ ԿԻՍԱԱՆՎԵՐՋ ԾԱՔԵՐՈՎ ԹՈՒԼԱՑՎԱՄ
ԱՌԱՋԳԱԿԱՆ ԲԱՂԱԴՐՅԱԼ ՏԱՐԱԾՈՒԹՅԱՆ
ՄԻ ՀԱԿԱՀԱՐԹ ԽՆԴՐԻ ՄԱՍԻՆ

Ա Մ Փ Ո Փ Ո Ւ Մ

Դիտարկված է Բակարարթ խնդիր առաձգական տարածության համար, որը կազմված է երկու տարբեր սեպամն կիսատարածություններից, որոնց մի եզրը կոչու ամրակցված է, իսկ մյուսը թուլացված է տիրույթների գագաթը դուրս եկող կիսաանվերջ ճաքով: Սեպերի գագաթից դուրս է գալիս նաև վերջավոր ճաք, որի ափերին կիրառված են տրված հաստատուն շոշափող լարումներ: Խնդրի լուծումը բերվել է ՈՒմանի խնդրի լուծմանը, որի փակ լուծումը ստացվել է: Որոշվել է շոշափող լարումների ինտենսիվության գործակիցը:

С. Г. ШАГИНЯН, С. Р. АМБАРЦУМЯН

О НЕУСТОЙЧИВОСТИ ПО ДЕЙСТВУЮЩЕЙ СИЛЕ

Рассматривается задача неустойчивости по действующей силе динамических систем, асимптотически устойчивых по Ляпунову.

Для нелинейных систем получены достаточные условия, при которых асимптотически устойчивые по Ляпунову системы будут неустойчивыми по действующей силе.

Рассмотрим систему дифференциальных уравнений

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

где $x \in R^n$, $F(x): R^n \rightarrow R^n$ - непрерывная вектор-функция, допускающая непрерывные частные производные первого порядка по x в каждой ограниченной области $G \subset R^n$ и удовлетворяющая условию $F(0) = 0$.

Вместе с системой (1) рассмотрим также систему

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

где вектор-функция $\varphi(t)$ удовлетворяет всем условиям, указанным в [1].

Пусть в области $\|x\| \leq h$ ($h > 0$) тривиальное решение $x = 0$ системы (1) асимптотически устойчиво. Известно ([2], стр. 25; [3], стр. 307), что в этом случае для системы (1) существует определенно-положительная функция $v(x)$, которая имеет непрерывные частные производные по x , и в области $\|x\| \leq h$ ее полная производная по времени в силу системы (1) определено-отрицательна.

Если $h = \infty$ и функция $v(x)$ удовлетворяет также условию

$$\lim_{\|x\| \rightarrow \infty} v(x) = \infty,$$

то для системы (1) выполняются все условия теоремы Барбашина-Красовского об асимптотической устойчивости в целом [4], следовательно, система (1) будет асимптотически устойчива по действующей силе [1]. Предположим теперь, что $h < \infty$ и

$$\left. \frac{dv(x)}{dt} \right|_{(1)} > 0 \quad \text{при } \|x\| > h. \quad (3)$$

Теорема 1. Если решение $x = 0$ системы (1) асимптотически устойчиво по Ляпунову только в области $\|x\| \leq h$ ($h < \infty$), а при $\|x\| > h$ выполнено условие (3), то решение $x = 0$ системы (1) неустойчиво по действующей силе.

Доказательство. Для того чтобы показать неустойчивость по действующей си-
ле тривиального решения $x = 0$ системы (1), достаточно показать, что существуют
хотя бы одно решение $x(t)$ системы (2) и момент времени $t_* \geq T$ такие, что
 $\|x(t_0)\| < \delta \leq h$, $\left\| \int_{t_0}^T \varphi(t) dt \right\| < \delta$, но $\|x(t_*)\| > h > \varepsilon$ для некоторой функции $\varphi(t)$,
удовлетворяющей условиям, отмеченным в [1].

Для доказательства теоремы достаточно предположить, что

$$\varphi(t) = \lambda \text{gradv}(x(t_1 - 0)) [\delta(t - t_1) - \delta(t - t_2)], \quad (4)$$

где λ - произвольная постоянная, $\delta(t)$ - функция Дирака, $t_1, t_2 \in (t_0, T)$, $(t_1 \neq t_2)$ -
некоторые моменты времени.

Очевидно, что

$$\left\| \int_{t_0}^T \varphi(t) dt \right\| = 0.$$

Подставляя значение функции $\varphi(t)$ из выражения (4) в систему (2), получим

$$\dot{x} = F(x) + \lambda \text{gradv}(x(t_1 - 0)) [\delta(t - t_1) - \delta(t - t_2)]. \quad (5)$$

Согласно условию теоремы тривиальное решение $x = 0$ системы (1) асимпто-
тически устойчиво по Ляпунову только в области $\|x\| \leq h$, а функция $F(x)$ в этой
области непрерывна. В этом случае для системы (1) существует определенно-по-
ложительная функция $v(x)$ ([2], стр. 25; [3], стр. 307), которая в области $\|x\| \leq h$
имеет определенно-отрицательное производное, т.е.

$$\frac{dv(x)}{dt} \Big|_{(1)} < 0 \quad \text{при } \|x\| \leq h, \quad (6)$$

а в области $\|x\| > h$ выполняется неравенство (3). Точка $x(t_0) = x_0 \neq 0$, удовлет-
воряющая условию $\|x(t_0)\| < \delta$, выбирается так, чтобы $\text{gradv}(x_0) \neq 0$. Это всегда
возможно, так как в противном случае из непрерывности функции $v(x)$ и условия
 $v(0) = 0$ будет следовать $v(x) \equiv 0$ при $\|x\| < \delta$, что противоречит условию
определенности функции $v(x)$ в области $\|x\| \leq h$.

Исходя из непрерывности вектор-функции $\text{gradv}(x(t))$ ($x(t)$ есть решение
системы (1) с начальным условием $x(t_0) = x_0$), можно выбрать t_1 настолько близ-
ким к t_0 , чтобы выполнялось условие $\text{gradv}(x(t_1)) \neq 0$. Составим $\dot{v}(x)$ в силу
системы (5):

$$\begin{aligned} \frac{dv(x)}{dt} \Big|_{(5)} &= \text{gradv}(x) \{ F(x) + \lambda \text{gradv}(x(t_1 - 0)) [\delta(t - t_1) - \delta(t - t_2)] \} = \\ &= \text{gradv}(x) F(x) + \lambda \text{gradv}(x(t_1 - 0)) \text{gradv}(x) [\delta(t - t_1) - \delta(t - t_2)]. \end{aligned} \quad (7)$$

Интегрируя выражение (7) по t вдоль решения $x = x(t)$ системы (5) в промежутке $[t_0, T]$, получим

$$\begin{aligned}
 v(x(T)) - v(x(t_0)) &= \int_{t_0}^T \text{gradv}(x(t)) F(x(t)) dt + \lambda \text{gradv}(x(t_1 - 0)) \times \\
 &\times \int_{t_0}^T \text{gradv}(x(t)) [\delta(t - t_1) - \delta(t - t_2)] dt = \int_{t_0}^{t_1 - 0} \text{gradv}(x(t)) F(x(t)) dt + \\
 &+ \int_{t_1 - 0}^{t_1 + 0} \text{gradv}(x(t)) F(x(t)) dt + \int_{t_1 + 0}^{t_2 - 0} \text{gradv}(x(t)) F(x(t)) dt + \\
 &+ \int_{t_2 - 0}^{t_2 + 0} \text{gradv}(x(t)) F(x(t)) dt + \int_{t_2 + 0}^T \text{gradv}(x(t)) F(x(t)) dt + \\
 &+ \lambda \text{gradv}(x(t_1 - 0)) \left\{ \int_{t_0}^{t_1 - 0} \text{gradv}(x(t)) [\delta(t - t_1) - \delta(t - t_2)] dt + \right. \\
 &+ \int_{t_1 - 0}^{t_1 + 0} \text{gradv}(x(t)) [\delta(t - t_1) - \delta(t - t_2)] dt + \int_{t_1 + 0}^{t_2 - 0} \text{gradv}(x(t)) \times \\
 &\times [\delta(t - t_1) - \delta(t - t_2)] dt + \int_{t_2 - 0}^{t_2 + 0} \text{gradv}(x(t)) [\delta(t - t_1) - \delta(t - t_2)] dt + \\
 &+ \left. \int_{t_2 + 0}^T \text{gradv}(x(t)) [\delta(t - t_1) - \delta(t - t_2)] dt \right\} = \int_{t_0}^{t_1 - 0} \text{gradv}(x(t)) F(x(t)) dt + \\
 &+ \int_{t_1 + 0}^{t_2 - 0} \text{gradv}(x(t)) F(x(t)) dt + \int_{t_2 + 0}^T \text{gradv}(x(t)) F(x(t)) dt + \\
 &+ \lambda \text{gradv}(x(t_1 - 0)) \left\{ \int_{t_1 - 0}^{t_1 + 0} \text{gradv}(x(t)) [\delta(t - t_1) - \delta(t - t_2)] dt + \right. \\
 &+ \left. \int_{t_2 - 0}^{t_2 + 0} \text{gradv}(x(t)) [\delta(t - t_1) - \delta(t - t_2)] dt \right\}, \tag{8} \\
 \int_{t_1 - 0}^{t_1 + 0} \text{gradv}(x(t)) F(x(t)) dt &= 0; \quad \int_{t_2 - 0}^{t_2 + 0} \text{gradv}(x(t)) F(x(t)) dt = 0,
 \end{aligned}$$

поскольку функции $\text{gradv}(x)$ и $F(x)$ непрерывные, а решение $x(t)$ имеет разрывы только первого рода в точках t_1 и t_2 .

$$\begin{aligned}
 \int_{t_1 - 0}^{t_1 + 0} \text{gradv}(x(t)) [\delta(t - t_1) - \delta(t - t_2)] dt &= 0, \\
 \int_{t_1 + 0}^{t_2 - 0} \text{gradv}(x(t)) [\delta(t - t_1) - \delta(t - t_2)] dt &= 0,
 \end{aligned}$$

$$\int_{t_0}^{t_1-0} \text{gradv}(x(t)) [\delta(t-t_1) - \delta(t-t_2)] dt = 0,$$

$$\int_{t_1+0}^{t_2-0} \text{gradv}(x(t)) [\delta(t-t_1) - \delta(t-t_2)] dt = 0,$$

$$\int_{t_2+0}^T \text{gradv}(x(t)) [\delta(t-t_1) - \delta(t-t_2)] dt = 0,$$

так как функции $\delta(t-t_1)$ и $\delta(t-t_2)$ на промежутках $[t_0, t_1), (t_1, t_2), (t_2, T]$ тождественно равны нулю. Функция $\text{gradv}(x(t))F(x(t))$ в промежутках $[t_0, t_1), (t_1, t_2), (t_2, T]$ непрерывна, поскольку решение $x(t)$ системы (5) в этих промежутках непрерывно, следовательно,

$$\begin{aligned} \int_{t_0}^T \text{gradv}(x(t))F(x(t)) dt &= \int_{t_0}^{t_1-0} \text{gradv}(x(t))F(x(t)) dt + \\ &\quad \int_{t_1+0}^{t_2-0} \text{gradv}(x(t))F(x(t)) dt + \int_{t_2+0}^T \text{gradv}(x(t))F(x(t)) dt = M < \infty. \end{aligned}$$

Функция $v(x)$ гладкая, следовательно, $\text{gradv}(x)$ является непрерывной функцией от x , а решение $x(t)$ системы (5) имеет разрывы первого рода в точках t_1 и t_2 . Следовательно, интеграл (8) неоднозначен (подинтегральная функция является произведением функций Хевисайда и Дирака) и его можно представить в виде

$$\int_{t_1-0}^{t_1+0} \text{gradv}(x(t))\delta(t-t_1) dt = k\text{gradv}(x(t_1-0)) + (1-k)\text{gradv}(x(t_1+0))$$

для любого числа $k \in [0;1]$.

Тогда

$$\begin{aligned} v(x(T)) - v(x(t_0)) &= M + \lambda \text{gradv}(x(t_1-0)) [k\text{gradv}(x(t_1-0)) + \\ &\quad + (1-k)\text{gradv}(x(t_1+0)) - p\text{gradv}(x(t_2-0)) - (1-p)\text{gradv}(x(t_2+0))] \end{aligned} \quad (9)$$

для любых чисел $k, p \in [0;1]$.

Второе слагаемое правой части выражения (9) представляет собой скалярное произведение двух векторов, причем $\text{gradv}(x(t_1-0)) \neq 0$, а вектор

$$k\text{gradv}(x(t_1-0)) + (1-k)\text{gradv}(x(t_1+0)) - p\text{gradv}(x(t_2-0)) - (1-p)\text{gradv}(x(t_2+0))$$

при любых $k, p \in [0;1]$ может обращаться в нуль тогда и только тогда, когда

$$\text{gradv}(x(t_1-0)) = \text{gradv}(x(t_1+0)) = \text{gradv}(x(t_2-0)) = \text{gradv}(x(t_2+0)). \quad (10)$$

Равенство (10) может выполняться, когда

значение, так как λ - произвольное число, а функция $v(x)$ удовлетворяет неравенству (3) в области $\|x\| > h$, тогда все решения системы (1), для которых $\|x(t)\| > h$ при $t \geq T$, будут удовлетворять условию

$$\|x(t)\| > h. \quad (11)$$

Из определенно-положительности функции $v(x)$ следует также, что $x = 0$ является точкой локального минимума и существует число $\Delta > 0$ такое, что если

$$\|x\| \leq h, \text{ то } v(x) < \Delta. \quad (12)$$

Зафиксируем некоторое число $\Delta > 0$. Рассмотрим то решение $x = x(t)$ системы (5), для которого $\|x(t_0)\| = \|x_0\| < \delta \leq h$; $\text{grad}v(x(t_1 - 0)) \neq 0$. Из вышесказанного следует, что при подходящем выборе λ выполняется условие

$$\begin{aligned} v(x(T)) - v(x(t_0)) &> \Delta, \\ \text{т.е. } v(x(T)) &> \Delta + v(x(t_0)) > \Delta. \end{aligned} \quad (13)$$

Покажем, что в этом случае существует момент времени $t_* \geq T$ такой, что $\|x(t_*)\| > h$. Предположим противное: $\|x(t)\| \leq h$ при $t \in [T; +\infty)$; из условия (12) следует, что $v(x(T)) < \Delta$, которое противоречит условию (13).

Теорема 1 доказана.

Теорема 2. Если в области $\|x\| \leq h$ для системы (1) существует определенно-положительная функция $v(x)$, полная производная которой в силу системы (1) определенно-отрицательна, и в области $\|x\| > h$ система допускает вдоль некоторой координаты только строго монотонно возрастающее неограниченное решение, то тривиальное решение $x = 0$ системы (1) неустойчиво по действующей силе.

Доказательство. Так как в области $\|x\| \leq h$ для системы (1) выполняются все условия теоремы Ляпунова об асимптотической устойчивости, то тривиальное решение системы (1) асимптотически устойчиво по Ляпунову.

Покажем, что оно будет неустойчиво по действующей силе. Для этого достаточно показать, что существуют хотя бы одно решение системы (2), функция $\varphi = \varphi(t)$, удовлетворяющая условиям, приведенным в [1], и момент времени $t_* \geq T$ такие, что $\|x(t_0)\| \leq h$, $\|x(t_*)\| > h$. Не нарушая общности, можем предположить, что в области $\|x(t)\| > h$ система (1) допускает строго монотонно-возрастающее решение по координате x_1 .

В этом случае целесообразно выбрать вектор-функцию $\varphi(t)$ следующим образом:

$$\varphi(t) = \begin{pmatrix} \varphi_1(t) \\ 0 \\ \vdots \\ 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} p(\delta(t-t_1) - \delta(t-t_2)) \\ 0 \\ \vdots \\ 0 \end{pmatrix}, \quad (14)$$

$$t_0 = t_1 < t_2 = T; p > 0.$$

При таком выборе функции $\varphi(t)$ система (2) будет

$$\begin{cases} \dot{x}_1 = F_1(x_1, \dots, x_n) + p(\delta(t - t_1) - \delta(t - t_2)) \\ \dot{x}_2 = F_2(x_1, \dots, x_n) \\ \vdots \\ \dot{x}_n = F_n(x_1, \dots, x_n). \end{cases} \quad (15)$$

Рассмотрим то решение

$$x = x(t) = \begin{pmatrix} x_1(t) \\ x_2(t) \\ \vdots \\ x_n(t) \end{pmatrix}$$

системы (15), для которой $0 < x_1(t_0) = x_1^0 \leq \|x(t_n)\| < h$. Тогда

$$x_1(t) = \int_{t_0}^t F_1(x_1(\tau), x_2(\tau), \dots, x_n(\tau)) d\tau + p \int_{t_0}^t (\delta(\tau - t_1) - \delta(\tau - t_2)) d\tau + x_1(t_0);$$

следовательно, $x_1(t_0 + 0) = x_1(t_1 + 0) = x_1^0 + p$.

Постоянную p можно выбрать так, чтобы

$$x_1(t_1 + 0) > h.$$

Рассмотрим тот координат $\tilde{x}_1(t)$ решения $x = \tilde{x}(t)$ системы (1), для которого

$$\tilde{x}_1(t_0) = x_1^0 + p.$$

Поскольку по выбору p

$$x_1^0 + p > h$$

и

$$\|x(t)\| = \left(\sum_{i=1}^n x_i^2(t) \right)^{\frac{1}{2}} \geq |x_1(t)|,$$

то

$$\|\tilde{x}(t_0)\| > \tilde{x}_1^0(t_0) = x_1^0 + p > h. \quad (16)$$

Согласно условию теоремы, в области $\|x\| > h$ система (1) вдоль x_1 допускает только строго монотонно возрастающее неограниченное решение, следовательно, функция $\tilde{x}_1(t)$ будет строго монотонно возрастающей, т.е.

$$\tilde{x}_1(t') < \tilde{x}_1(t''),$$

если $t' < t''$, и так как в промежутке (t_1, t_2) системы (1) и (2) совпадают, то для решения $x(t)$ системы (2) также

$$x_1(t) = \tilde{x}_1(t).$$

Выбираем момент $t_2 = T$ такой, что

$$\tilde{x}_1(t_2) - \tilde{x}_1(t_1) > p. \quad (17)$$

Это всегда возможно, поскольку в противном случае функция $\tilde{x}_1(t)$ не была бы строго монотонно-возрастающей, а была бы неубывающей или ограниченной. Из неравенств (16) и (17) будем иметь

$$\tilde{x}_1(t_2) > \tilde{x}_1(t_1) + p = p + x_1^0 + p = 2p + x_1^0.$$

Следовательно,

$$x_1(t_2 + 0) = \tilde{x}_1(t_2) - p > 2p + x_1^0 - p = p + x_1^0 > h,$$

т.е. для рассматриваемого решения $x = x(t)$ системы (2) будем иметь

$$\|x(t_*)\| > x_1(t_*) > h,$$

где $t_* = T + \varepsilon$ ($\varepsilon > 0$ - положительное число).

Теорема 2 доказана.

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

Кафедра теоретической механики

Поступила 30.10.1996

ЛИТЕРАТУРА

- Габриелян М. С., Шагинян С. Г. О построении функции Ляпунова. - Уч. записки ЕГУ, 1987, № 1, с.39 - 45.
- Красовский Н. Н. Некоторые задачи теории устойчивости движения. М.: Физматгиз, 1959.
- Малкин И. Г. Теория устойчивости движений. М.: Наука, 1966.
- Барбашин Е. А., Красовский Н. Н. О существовании функции Ляпунова в случае асимптотической устойчивости в целом. - ПММ, 1954, в. 3, т. 18, с. 345-350.

Ս. Գ. ԸԱՀԻՆՅԱՆ. Ս. Ռ. ՀԱՄԲԱՐՁՈՒՄՅԱՆ

ՀԱՅ ԱԶԴՈՂ ՈՒԺԻ ԱՆԿԱՑՈՒՆՈՒԹՅԱՆ ՄԱՍԻՆ

Ա. Մ Փ Ո Վ Ո Ւ Մ

Դիտարկում է ըստ Լյապունովի ասիմպտոտիկ կայուն դիմամիկական համակարգերի անկայունության խնդիրը ըստ ազդող ուժի:

Ոչ գծային համակարգերի համար ստացված են բավարար պայմաններ, որոնց դեպքում ըստ Լյապունովի ասիմպտոտիկ կայուն համակարգերը անկայուն են ըստ ազդող ուժի:

К. А. МХОЯН, А. А. САРКИСЯН

ФУНКЦИЯ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПРОНИЦАЕМОСТИ РАЗМЕРНО КВАНТОВАННОЙ ПОЛУПРОВОДНИКОВОЙ ПЛЕНКИ

Получено выражение для функции диэлектрической проницаемости размерно квантованной полупроводниковой пленки. Рассмотрено ее поведение при малых значениях волнового вектора внешнего стационарного возмущения.

Введение. Исследование физических свойств низкоразмерных систем продолжает оставаться одним из актуальных направлений развития физики твердого тела и полупроводников (см., напр., [1]). Для таких систем решен большой комплекс задач, одной из которых является задача о нахождении функции диэлектрической проницаемости (ФДП) таких объектов.

Как известно, основной характеристикой, дающей информацию об отклике системы на внешнее электромагнитное воздействие, является ФДП этой системы. Простейшим приближением, в рамках которого вычисляется отклик системы электронов на изменяющееся во времени и в пространстве внешнее поле, является приближение хаотических фаз, или приближение самосогласованного поля. Это приближение приводит к известному выражению Линдхарда [2] для зависящей от времени и волнового вектора ФДП трехмерного электронного газа. В дальнейшем в том же приближении аналогичная задача была решена для массивного полупроводника [3] и двумерного электронного газа [4].

Следует отметить, что рассмотрение чисто двумерной системы является идеализацией: реальные системы (пленки, инверсионные слои и т.д.) являются не двумерными, а квазидвумерными. Учет квазидвумерности осуществляется размерным квантованием в третьем направлении и может сыграть существенную роль в объяснении явлений, происходящих в них (см., напр., [5]). Поэтому вызывает интерес вычисление ФДП квазидвумерных объектов.

В предлагаемой работе вычисляется ФДП размерно квантованной полупроводниковой пленки.

Вычисление ФДП. Рассмотрим квазидвумерный полупроводник, находящийся под воздействием некоторого нестационарного возмущения. Направление квантования (ось z) перпендикулярно плоскости пленки. Пусть на электрон в точке \vec{r} пленки в момент времени t действует потенциал

$$\Phi'''(\vec{r}, t) = U_0 e^{i\omega t} e^{\alpha} e^{i\vec{q}\cdot\vec{r}} U(z), \quad (1)$$

где $|\vec{r}| = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2} = \sqrt{\rho^2 + z^2}$, ω - частота, \vec{q} - двумерный волновой вектор приложенного возмущения в плоскости пленки, $U_0 = \text{const}$, $U(z)$ - потенциал, действующий в направлении оси z . Возмущение медленно возрастает с постоянной времени α (адиабатическое включение возмущения).

Под действием внешнего поля к невозмущенному состоянию электрона

$\psi_{\vec{k},n}^{oi}(\vec{r},t)$ подмешиваются другие, так что в первом приближении теории возмущений волновая функция электрона принимает вид

$$\psi_{\vec{k},n}^i(\vec{r},t) = \psi_{\vec{k},n}^{oi}(\vec{r},t) + \sum_{j,m,\vec{q}} b_{\vec{k}+\vec{q},m,n}^{ij}(t) \psi_{\vec{k}+\vec{q},m}^{oj}(\vec{r},t), \quad (2)$$

где квантовые числа m и n характеризуют состояния электрона в одномерной квантовой яме, i, j - зонные индексы, \vec{k} - двумерный волновой вектор электрона.

Волновую функцию $\psi_{\vec{k},n}^{oi}(\vec{r},t)$ электрона в размерно квантованной пленке можно представить в виде

$$\begin{aligned} \psi_{\vec{k},n}^{oi}(\vec{r},t) &= \varphi_{\vec{k}}^{oi}(\vec{\rho}) e^{-\frac{iE_n^i(\vec{k})t}{\hbar}} \chi_n(z) = \frac{1}{\sqrt{S}} U_k^i(\vec{\rho}) \times \\ &\times e^{i\vec{k}\vec{\rho}} e^{-\frac{iE_n^i(\vec{k})t}{\hbar}} \chi_n(z), \end{aligned} \quad (3)$$

где S - площадь пленки, $U_k^i(\vec{\rho})$ - блоховская амплитуда, $E_n^i(\vec{k})$ - невозмущенная энергия электрона в зоне i , а функция $\chi_n(z)$ описывает состояние частицы в квантовой яме.

Для коэффициентов $b_{\vec{k}+\vec{q},m,n}^{ij}(t)$ в первом приближении теории возмущений получаем следующее выражение:

$$\begin{aligned} b_{\vec{k}+\vec{q},m,n}^{ij}(t) &= \frac{eU_0 e^{i\alpha\omega+i\alpha}}{E_n^i(\vec{k}) - E_m^j(\vec{k}+\vec{q}) - \hbar\omega + i\hbar\alpha} \langle j, \vec{k} + \vec{q}, m | e^{i\vec{q}\vec{\rho}} | i, \vec{k}, n \rangle \times \\ &\times e^{-\frac{i[E_n^i(\vec{k}) - E_m^j(\vec{k}+\vec{q})]}{\hbar}}. \end{aligned} \quad (4)$$

Под действием возмущения меняется локальная плотность электронов в системе. В предположении, что электроны находятся в однородной среде размазанного положительного заряда, это изменение плотности имеет вид

$$\begin{aligned} \delta p \equiv p^{ind}(\vec{r},t) &= e \sum_{\vec{k},i,n} \left\{ \left| \psi_{\vec{k},n}^i(\vec{r},t) \right|^2 - \left| \psi_{\vec{k},n}^{oi}(\vec{r},t) \right|^2 \right\} f_n^{oi}(\vec{k}) = \\ &2e^2 U_0 e^{i\alpha\omega+i\alpha} \sum_{\substack{\vec{k},i,j,n \\ \vec{q},j,m}} \varphi_{\vec{k}}^{oi} \dot{\varphi}_{\vec{k}+\vec{q}}^{oj} \chi_m \chi_n A_{mn}^{ij}(\vec{k}, \vec{q}) B_{mn}^{ij}(\vec{k}, \vec{q}, \omega), \end{aligned} \quad (5)$$

где

$$A_{mn}^{ij}(\vec{k}, \vec{q}) = \langle j, \vec{k} + \vec{q} | e^{i\vec{q}\vec{\rho}} | i, \vec{k} \rangle \langle m | U(z) | n \rangle, \quad (6a)$$

$$\begin{aligned} B_{mn}^{ij}(\vec{k}, \vec{q}, \omega) &= \frac{f_n^{oi}(\vec{k})}{E_n^i(\vec{k}) - E_m^j(\vec{k} + \vec{q}) - \hbar\omega + i\hbar\alpha} - \\ &- \frac{f_m^{oj}(\vec{k} + \vec{q})}{E_m^j(\vec{k}) - E_n^i(\vec{k} + \vec{q}) - \hbar\omega + i\hbar\alpha}, \end{aligned} \quad (6b)$$

$f_n^{oi}(\vec{k})$ - функция распределения электронов в i-ой зоне невозмущенной системы.

Индукционный заряд δp , в свою очередь, создает поле, потенциал которого находится из уравнения Пуассона. Записав решение Пуассона в виде

$$\Phi^{ind}(\vec{r}, t) = \int \frac{p^{ind}(\vec{r}', t)}{|\vec{r} - \vec{r}'|} d\vec{r}', \quad (7)$$

для $\Phi^{ind}(\vec{q}, z, t)$ получим

$$\begin{aligned} \Phi^{ind}(\vec{q}, z, t) &= 2e^2 U_0 e^{i\omega t + \alpha z} \sum_{\substack{k, i, n \\ j, m}} A_{mn}^{ij} B_{mn}^{ij} \int \chi_m(z') \chi_n(z') dz' \times \\ &\quad \frac{1}{S} \int \frac{e^{i\vec{q}\vec{\rho}}}{\sqrt{\rho^2 + (z - z')^2}} U_k^i(\vec{\rho}) U_{k+q}^j(\vec{\rho}) d\vec{\rho}. \end{aligned} \quad (8)$$

В выражении (8) интегрирование по всей площади пленки S заменено интегрированием в области одной ячейки с площадью S_0 и суммированием по всем ячейкам. В пределах одной ячейки изменение подкоренного выражения можно считать малым и поэтому вывести его из-под знака интеграла.

В конце переходя снова к интегрированию по всей площади пленки при предельно малых значениях q ($q \rightarrow 0, q\sqrt{\frac{S}{\pi}} \rightarrow 1$) $\Phi^{ind}(\vec{q}, z, t)$ можем записать в виде:

$$\begin{aligned} \Phi^{ind}(\vec{q}, z, t) &= e^2 U_0 e^{i\omega t + \alpha z} \frac{4\pi}{S} \sum_{\substack{k, i, n, j \\ j, m}} A_{mn}^{ij} B_{mn}^{ij} L^{ij} \times \\ &\quad \times \int \chi_m(z') \chi_n(z') dz', \end{aligned} \quad (9)$$

где

$$L^{ij} = \frac{1}{S_0} \int_{S_0} U_k^i \left(\frac{\partial U_{k+q}^j}{\partial k} \right)_{\vec{q}=0} d\vec{\rho}. \quad (10)$$

Усредняя (9) по z, получим:

$$\Phi_{pl}^{ind}(\vec{q}, t) = e^2 U_0 e^{i\omega t + \alpha z} \frac{4\pi}{S} \sum_{\substack{k, i, n \\ j, m}} A_{mn}^{ij} B_{mn}^{ij} L^{ij} C_{mn}^{pl}, \quad (11)$$

где

$$C_{mn}^{pl}(q) = \int dz \int dz' \chi_p(z) \chi_i(z) \chi_m(z') \chi_n(z').$$

Для усредненного по z фурье-образа Φ^{tot} получим

$$\Phi_{pl}^{tot}(\vec{q}, t) = U_0 e^{i\omega t + \alpha z} \int \chi_p(z) \chi_i(z) U(z) dz. \quad (12)$$

Из (11) и (12) можно установить связь между Φ_{pl}^{ind} и Φ_{pl}^{tot} :

$$\Phi_{pl}^{ind}(\vec{q}, t) = e^2 \frac{4\pi}{S} \sum_{\vec{k}, i, n} \Phi_{nnn}^{tot}(\vec{q}, t) < j, \vec{k} + \vec{q} | e^{i\vec{q}\cdot\vec{p}} | i, \vec{k} > B_{nnn}^{ij} C_{nnn}^{pl} L^{ij}. \quad (13)$$

В приближении $U(z) = U_{n_z} = const$ с учетом того, что $C_{nnn}^{pl} = \delta_{pl} \delta_{nnn}$, для $\epsilon(\vec{q}, \omega)$ можем записать:

$$\epsilon(\vec{q}, \omega) = 1 + \frac{4\pi e^2}{S} \sum_{\vec{k}, i, n, j} \frac{\langle j, \vec{k} + \vec{q} | e^{i\vec{q}\cdot\vec{p}} | i, \vec{k} \rangle \{ f_n^{oi}(\vec{k}) - f_n^{oj}(\vec{k} + \vec{q}) \}}{E_n^j(\vec{k} + \vec{q}) - E_n^i(\vec{k}) + \hbar\omega - i\hbar\alpha} L^{ij}. \quad (14)$$

Матричный элемент под знаком суммы в выражении (14) равен qL^{ij*} , поэтому для $\epsilon(\vec{q}, \omega)$ окончательно получим:

$$\epsilon(\vec{q}, \omega) = 1 + \frac{4\pi e^2}{S} q \sum_{\vec{k}, i, n, j} |L^{ij}|^2 \frac{f_n^{oi}(\vec{k}) - f_n^{oj}(\vec{k} + \vec{q})}{E_n^j(\vec{k} + \vec{q}) - E_n^i(\vec{k}) + \hbar\omega - i\hbar\alpha}. \quad (15)$$

В условиях, когда зона проводимости пуста, а валентная - целиком заполнена, с учетом внутристоронних переходов в первой подзоне размерно квантованных состояний ($n = 1$), для $i \neq j (i = c, j = v)$, $E_n^c - E_n^v \approx E_{gap}^n$ статическая ФДП принимает вид:

$$\epsilon(\vec{q}, 0) = 1 + \frac{4\pi e^2}{S} q |L^{cv}|^2 \frac{1}{E_{gap}^1} \sum_{\vec{k}} f_1^{ov}(\vec{k}). \quad (16)$$

Переходя от суммирования по \vec{k} к интегрированию и учитывая известное выражение для плазменной частоты $\omega_{1_p}^2 = \frac{2e^2}{\hbar^2} (E_F - E_1)q [1]$, имеем:

$$\epsilon(\vec{q}, 0) = 1 + \frac{\omega_{1_p}^2}{E_{gap}^1} |L^{cv}|^2 m_1, \quad (17)$$

где m_1 - эффективная масса электрона в первой подзоне.

Обсуждение результатов. В настоящей работе получено выражение для ФДП размерно квантованной полупроводниковой пленки (квазидвумерного полупроводника), а также частный вид этой характеристики в случае стационарного длинноволнового ($q \rightarrow 0$) возмущения.

В случае массивного полупроводника $\epsilon(\vec{q}, 0)$, вычисленная в том же приближении, не является функцией от q [2] и представляет собой постоянную величину. Эта величина не что иное, как макроскопическая диэлектрическая проницаемость массивного полупроводника. Постоянство $\epsilon(\vec{q}, 0)$ можно объяснить тем, что плазменная частота, а следовательно и процессы поляризации при малых q не зависят от волнового вектора прилагаемого воздействия.

Поведение $\epsilon(\vec{q}, 0)$ при ($q \rightarrow 0$) для квазидвумерного полупроводника существенно отличается от трехмерного. Из (17) видно, что при $q \rightarrow 0$ $\epsilon(\vec{q}, 0) \rightarrow 1$. Такое поведение ФДП является следствием того, что в этом случае плазменные колебания, характеризующие перераспределение электронов, создают несущественное из-

менение их локальной плотности. Из-за этого результирующее поле мало отличается от приложенного.

Авторы выражают благодарность академику НАН Армении Э. М. Казаряну и проф. А. А. Киракосяну за предложенную тему и обсуждение результатов.

Кафедра ФТП

Поступила 19.11.1996

ЛИТЕРАТУРА

1. Аудо Т., Фаулер А., Стерн Ф. Электронные свойства двумерных систем. М.: Мир, 1985.
2. Lindhard J., Dan K. - Vidensk. Selsk. Mat-Fys. Medd., 1954, v. 28, N 8, p. 1.
3. Займан Дж. Принципы теории твердого тела. М: Мир, 1966.
4. Stern F. - Phys. Rev. Lett., 1967, v. 18, p. 546.
- 5 Арутюнян С. Л., Казарян Э. М. - ФТП, 1975, т. 9, с. 2214.

Կ.Ա. ՄԽՈՅԱՆ, Հ.Ա. ՍԱՐԳՍՅԱՆ

**ԶԱՓԱՑՆՈՐԾՆ ՔՎԱՆՏԱՑՎԱԾ ԿԻՍԱՀԱՂՈՐԴՅԱՅԻՆ
ԹԱՂԱՆԹԻ ԴԻԷԼԵԿՏՐԻԿ ԹԱՓԱՆՑԵԼԻՈՒԹՅԱՆ
ՖՈՒՆԿՑԻԱՆ**

Ա. Վ Փ Ո Վ Ո Ւ

Ստացված է չափայնորեն քվանտացված կիսահաղորդչային թաղանթի դիէլեկտրիկ թափանցելիության ֆունկցիայի արտահայտությունը: Դիտարկված է այդ ֆունկցիայի վարքը արտաքին ստացիոնար գոգոման ալիքային վեկտորի փոքր արժեքների դեպքում:

Физика

УДК 548.0:532.783

Г.А. ВАРДАНЯН, А. А. ГЕВОРГЯН

ЭФФЕКТ УМЕНЬШЕНИЯ ПОГЛОЩЕНИЯ ИЗЛУЧЕНИЯ В ХОЛЕСТЕРИЧЕСКИХ ЖИДКИХ КРИСТАЛЛАХ ПРИ УВЕЛИЧЕНИИ ТОЛЩИНЫ СЛОЯ

Рассматривается прохождение и отражение света при нормальном его падении на планарный слой холестерического жидкого кристалла. Приведены точные аналитические формулы для амплитуд полей и для коэффициентов отражения и прохождения. Изучены особенности оптических свойств таких сред при наличии сильного поглощения. Выявлен эффект уменьшения доли энергии света, поглощенной в образце при увеличении толщины образца.

1. Введение. При взаимодействии электромагнитной волны с поглощающими периодическими средами существенную роль играют в основном два механизма: поглощение излучения и дифракция. Возможны самые разнообразные проявления конкуренции этих двух механизмов во влиянии на отражение и пропускание. Известен эффект Бормана [1-3], а также эффект аномально сильного поглощения излучения в периодических средах вблизи границ, запрещенных для распространения зон [4].

В данной работе обращается внимание на то, что при взаимодействии излучения с поглощающими периодическими средами различной толщины возможны самые различные проявления конкуренции этих двух механизмов. В частности, в данной работе обращено внимание на то, что толщины слоев, соответствующие насыщению (т. е. когда характеристики среды не изменяются при дальнейшем увеличении толщины) поглощения и дифракции, вообще говоря, не равны друг другу. Это естественно, так как поглощение и дифракция - разные явления. Если при увеличении толщины слоя поглощение излучения идет на насыщение быстрее, чем дифракционное отражение, то возможно наблюдение эффекта уменьшения поглощения излучения с увеличением толщины слоя. Наши расчеты показывают, что при определенных условиях возможно наблюдение указанного эффекта. Для определенности описание этого эффекта приведено ниже на примере оптических свойств холестерического жидкого кристалла (ХЖК), хотя совершенно аналогичные проявления эффекта характерны также и в отношении других пространственно периодических сред. Приведены также результаты точного аналитического решения задачи прохождения света через слой среды со спиральной структурой при нормальном его падении.

2 Поглощение вблизи границ области дифракционного отражения в среде со спиральной структурой. Рассмотрим прохождение и отражение света при нормальном его падении на слой среды со спиральной структурой, ось которой перпендикулярна граничным поверхностям (напр., на планарный слой холестерика). Известно точное аналитическое решение уравнений Максвелла для таких сред (см., напр., [3,4]). С учетом граничных условий задача приводится к системе из восьми линейных уравнений с восьмью неизвестными. Эта система решена численно или аналитически, но приближенно [3,4]. Считая, что на образец падает свет круговой поляризации, дифрагирующий в холестерике (взаимодействие со средой света противоположной круговой поляризации особенностей поглощения не проявляет), для компонентов амплитуд отраженного и прошедшего полей, получаем следующие аналитичес-

кие выражения, полученные посредством решения указанной системы:

$$\begin{aligned}
 E_{rx} &= uh \left\{ 2ugs_1s_2(2f - h) + i[(q_1 - h)s_2c_1 + (q_2 + h)s_1c_2] \right\} / \Delta, \\
 E_{ry} &= uh \left\{ 2iugs_1s_2(2f + h) - [(q_1 + h)s_2c_1 + (q_2 - h)s_1c_2] \right\} / \Delta, \\
 E_{tx} &= A \cos(ad) + B \sin(ad), \quad E_{ty} = -B \cos(ad) + A \sin(ad), \\
 A &= [(q_1 - h)(c_1 - iul_1s_1) + (q_2 + h)(c_2 + iul_2s_2)] / \Delta, \\
 B &= [(q_1 + h)(c_1 - iul_1s_1) + (q_2 - h)(c_2 + iul_2s_2)] / \Delta,
 \end{aligned} \tag{1}$$

где

$$\begin{aligned}
 \Delta &= 2g[c_1c_2 + u^2l_1l_2s_1s_2 - iu(l_1s_1c_2 - l_2s_2c_1)], \\
 g &= (h^2 + 4b^2)^{0.5}, \quad u = \pi d \sqrt{\epsilon_m} / \lambda, \quad b = \lambda / (p\epsilon_m), \quad q_{1,2} = g \pm 2b, \\
 f &= 1 + b, \quad s_{1,2} = \sin(k_{1,2}d) / (k_{1,2}d), \quad c_{1,2} = \cos(k_{1,2}d), \\
 k_{1,2} &= 2u(1 + b^2 \pm g)^{0.5} / d, \quad a = 2\pi / p, \quad l_{1,2} = g \pm 2, \quad h = \epsilon_a / \epsilon_m,
 \end{aligned}$$

$\epsilon_m = (\epsilon_{||} + \epsilon_{\perp}) / 2$ - средняя диэлектрическая проницаемость; $\epsilon_a = (\epsilon_{||} - \epsilon_{\perp}) / 2$ - диэлектрическая анизотропия; $\epsilon_{||}, \epsilon_{\perp}$ - главные значения тензора диэлектрической проницаемости в плоскости, перпендикулярной оси среды, причем $\epsilon_{||}$ - диэлектрическая проницаемость вдоль направления директора, $a = 2\pi / p$, p - шаг спирали холестерика, λ - длина волны в вакууме, d - толщина слоя. Ось x совпадает с направлением директора на входной поверхности среды. При выводе формул (1) предполагалось, что диэлектрическая проницаемость среды, граничащей с обеих сторон со слоем холестерика, равна средней диэлектрической проницаемости холестерика ϵ_m , т. е. рассматривается случай минимального влияния диэлектрических границ, когда основную роль играют дифракция и поглощение в объеме.

При условии $ad = 2\pi n, n = 0, 1, 2 \dots$ (это условие, как видно из (1), значительно упрощает формулы для компонентов поля волны, прошедшей через слой, при этом в случае рассмотрения зависимостей оптических характеристик от толщины слоя предполагается, что толщина слоя меняется целыми витками) из (1) для коэффициентов прохождения и отражения получаем

$$\begin{aligned}
 T &= \left\{ |c_1 - iul_1s_1|^2 (|q_1|^2 + |h|^2) + |c_2 - iul_2s_2|^2 (|q_2|^2 + |h|^2) + \right. \\
 &\quad \left. + 2 \operatorname{Re} \left\{ (c_1 - iul_1s_1)(c_2 - iul_2s_2)^* (2q_1q_2^* - |h|^2) \right\} \right\} / |\Delta|^2, \\
 R &= |uh|^2 \left\{ |4ugs_1s_2|^2 (|f|^2 + |h|^2) + |s_2c_1|^2 (|q_1|^2 + |h|^2) + \right. \\
 &\quad \left. + |s_1c_2|^2 (|q_2|^2 + |h|^2) + 2 \operatorname{Re} \left[s_2 \left[-2igs_1 \left[s_2^* c_1^* (-|h|^2 + \right. \right. \right. \right. \\
 &\quad \left. \left. \left. \left. + 2fq_1^* \right) + s_1^* c_2^* (-|h|^2 + 2fq_2^*) + c_1 s_1^* c_2^* (-|h|^2 + q_1 q_2^*) \right] \right] \right\} / |\Delta|^2,
 \end{aligned} \tag{2}$$

где

$$\begin{aligned} |\Delta|^2 = 2|g|^2 & \left\{ |c_1 c_2|^2 + \left| u^2 l_1 l_2 s_1 s_2 \right|^2 + \left| u(l_1 s_1 c_2 - l_2 s_2 c_1) \right|^2 + \right. \\ & + 2 \operatorname{Re} \left[\left[\left(u^2 l_1 l_2 s_1 s_2 \right)^* c_1 c_2 \right] + i \left[u(l_1 s_1 c_2 - l_2 s_2 c_1) \right]^* \times \right. \\ & \left. \left. \times \left(c_1 c_2 + u^2 l_1 l_2 s_1 s_2 \right) \right] \right\}. \end{aligned}$$

Звездочками обозначены комплексно-сопряженные соответствующих величин. Несмотря на наличие аналитических формул (1), (2) из-за их громоздкости, анализ отражения и пропускания света целесообразно проводить, используя численные расчеты.

3. Результаты численных расчетов. На рис. 1 представлена зависимость величины $Q = 1 - (R + T)$, характеризующей долю энергии света, поглощенную в образце, от толщины слоя (числа витков спирали $j = d/p$) холестерика для различных длин волн падающего света. Расчеты были выполнены для холестерика с параметрами $\epsilon_{||} = 2,29 + i10^{-1}$, $\epsilon_{\perp} = 2,143$, $p = 0,42 \text{ мкм}$. Для лучшего понимания графиков укажем, что при отсутствии поглощения границы ОСО находятся на длинах волн $\lambda_1 = 0,6148 \text{ мкм}$, $\lambda_2 = 0,6356 \text{ мкм}$.

Рис.1 демонстрирует резкую зависимость величины поглощения Q в слое от числа витков спирали холестерика (особенно в интервале 0+20). Из рисунка видно также, что на различных длинах волн эта зависимость имеет разный характер.

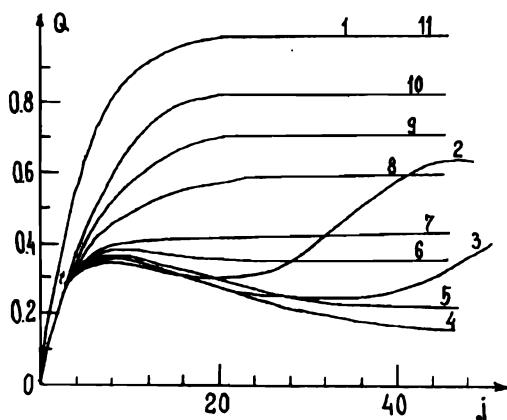


Рис.1. Зависимость интегрального поглощения Q от j для различных длин волн падающего света: 1. - 0.4 мкм, 2. - 0.6130 мкм, 3. - 0.6139 мкм, 4. - 0.6148 мкм, 5. - 0.6160 мкм, 6. - 0.6180 мкм, 7. - 0.6200 мкм, 8. - 0.6250 мкм, 9. - 0.6300 мкм, 10. - 0.6365 мкм, 11. - 0.9 мкм.

Интересна зависимость Q от j вблизи коротковолновой границы ОСО. На длинах волн 0,6148 мкм, 0,6160 мкм и 0,6180 мкм (внутри ОСО, коротковолновая область) с увеличением j величина Q сначала, как обычно, быстро увеличивается, однако потом, проходя через пик, начинает уменьшаться, и только после этого происходит насыщение. Таким образом, тут наблюдается интересный эффект.

На длинах же волн 0,6130 мкм и 0,6139 мкм (вне ОСО, вблизи ее коротковолновой границы) сначала происходит быстрое увеличение Q, а потом эта величина, осциллируя, идет на насыщение, причем, как показывают расчеты, амплитуды первых двух осцилляций намного превышают амплитуду остальных. Такой характер имеет также зависимость Q от j на других частотах вблизи коротковолновой границы ОСО.

Рис.1 показывает, что эффект уменьшения поглощения излучения при увеличении толщины слоя носит остро избирательный характер по частоте излучения. Этот эффект наблюдается вблизи коротковолновой границы ОСО, если $\epsilon''_\alpha > 0$, и вблизи длинноволновой границы, если $\epsilon''_\alpha < 0$.

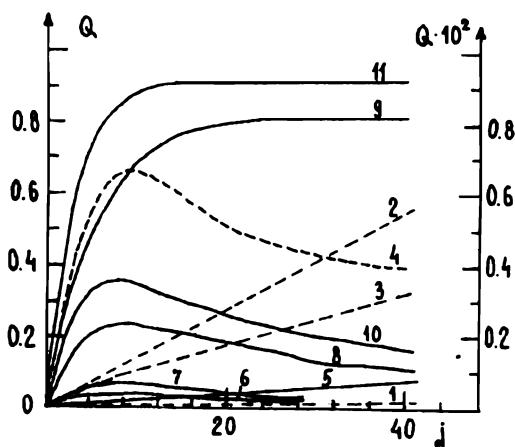


Рис.2. Зависимость величины Q от j при длине волны $\lambda = 0,6148 \text{ мкм}$ при различных значениях ϵ''_m и ϵ''_α . Сплошные кривые соответствуют левой шкале, штриховые - правой.

- 1. - $\epsilon''_m = 0,000005$, $\epsilon''_\alpha = 0$; $\epsilon''_m = 0,000005$, $\epsilon''_\alpha = 0,000005$.
- 2. - $\epsilon''_m = 0,00005$, $\epsilon''_\alpha = 0$.
- 3. - $\epsilon''_m = 0,00005$, $\epsilon''_\alpha = 0,00005$.
- 4. - $\epsilon''_m = 0,0005$, $\epsilon''_\alpha = 0,0005$.
- 5. - $\epsilon''_m = 0,001$, $\epsilon''_\alpha = 0$.
- 6. - $\epsilon''_m = 0,0025$, $\epsilon''_\alpha = 0,0025$.
- 7. - $\epsilon''_m = 0,005$, $\epsilon''_\alpha = 0,005$.
- 8. - $\epsilon''_m = 0,025$, $\epsilon''_\alpha = 0,025$.
- 9. - $\epsilon''_m = 0,05$, $\epsilon''_\alpha = 0,1$.
- 10. - $\epsilon''_m = 0,05$, $\epsilon''_\alpha = 0,05$.
- 11. - $\epsilon''_m = 0,1$, $\epsilon''_\alpha = 0$.

На рис.2 представлена зависимость Q от j при различных значениях ϵ''_m и ϵ''_α на длине волны $\lambda = 0,6148 \text{ мкм}$. Как видно из рисунка, выявленный эффект имеет место только при анизотропном поглощении. Кроме того, рисунок демонстрирует сильную зависимость эффекта от значения величины ϵ''_α . Величина выявленного эффекта быстро уменьшается с уменьшением ϵ''_α , при этом пик сильного поглощения смещается в сторону больших значений j.

4. Обсуждение. Выводы. Анализ приведенных результатов численных расчетов выявляет условия наблюдения уменьшения поглощения света при увеличении j. Для заданного значения ϵ''_α существует оптимальное значение толщины d, для которого реализуется наибольшее значение поглощения Q в слое; при дальнейшем увеличении толщины d величина Q уменьшается, а затем происходит насыщение.

Как показывают представленные результаты, а также детальный численный анализ, выявленный эффект обусловлен существованием второго механизма дифракции, возникающего из-за анизотропии поглощения, т. е. отличием от нуля величины ϵ''_α . Действительно, как показывают численные расчеты, в предельном случае $\epsilon'_\alpha \rightarrow 0$ при условии $\epsilon''_\alpha \neq 0$ тоже имеет место дифракционное взаимодействие света со средой, причем в этом случае также наблюдается эффект уменьшения поглощения излучения с увеличением толщины слоя. Детальный анализ в этом предельном случае позволяет понять физику явления. Как уже отмечено во введении, нужно также иметь в виду, что толщины, соответствующие насыщению поглощения и дифракции, вообще говоря, не равны друг другу. Увеличение толщины означает, с

одной стороны, увеличение поглощения Q в слое, а с другой - увеличение параметра $L \cdot \epsilon_a''/p$, характеризующего в данном случае "силу дифракции". Естественно, если толщина слоя уже такая, что проникающее в глубь образца излучение полностью поглощается ($T=0$), то при дальнейшем увеличении толщины d величина Q не может увеличиваться. С другой стороны, если при дальнейшем увеличении толщины увеличивается дифракционное отражение, то это приводит к уменьшению поглощения Q в слое, так как при этом $Q = 1 - (R + T) = 1 - R$. Именно такая ситуация и реализуется, т. е. в данном случае толщина насыщения дифракции больше толщины насыщения поглощения.

Что же касается вопроса о том, почему при дальнейшем увеличении толщины слоя (после прохождения величины Q через пик) дифракционное отражение увеличивается, а поглощение излучения практически не меняется, то, как нам кажется, это является одним из проявлений когерентности падающего на слой среды света.

В случае обычных сред со спиральной структурой появляются дополнительные особенности и закономерности, обусловленные наличием двух механизмов дифракции (первый механизм дифракции обусловлен анизотропией преломления, т. е. отличием от нуля величины ϵ_a'). Естественно, при изотропном поглощении эффект не наблюдается (отсутствует второй механизм дифракции).

При $\epsilon_a'' > 0$ вблизи длинноволновой границы ОСО эффект тоже не наблюдается - из-за аномально сильного поглощения излучения (эффект Бормана), перекрывающего данный эффект.

Эффект наблюдается только вблизи коротковолновой границы ОСО, причем тут уже эффект Бормана (имеем в виду механизм подавления поглощения) способствует проявлению выявленного эффекта: чем сильнее подавляется поглощение, тем более ярко проявляется выявленный эффект.

Вдали от ОСО эффект не наблюдается из-за слабости дифракционного характера взаимодействия света со средой.

И наконец, обсудим зависимость величины Q от j на длинах волн вблизи коротковолновой границы ОСО. Из-за слишком большой амплитуды осцилляции величины R в зависимости от j вблизи этой границы они проявляются также в зависимости величины Q от j . В этой области длин волн зависимость величины Q от j тоже приобретает осцилляционный характер, но если механизм первого пика в зависимости от j один и тот же, что и на длине волны 0,6148 мкм, то остальные пики есть проявления больших осцилляций в зависимости величины R от j . Сравнение зависимостей величин R и Q от j показывает, что пики величины Q получаются на минимумах коэффициента отражения. То, что максимальное поглощение проявляется при толщине, соответствующей минимуму дифракционного отражения, также находит естественное объяснение. Действительно, при этой толщине излучение проникает в образец максимально глубоко (в отсутствие поглощения излучение распространяется в нем, вообще не поглощаясь), и поэтому поглощение в слое Q (возрастающее с увеличением глубины проникновения излучения) именно при этой толщине оказывается максимальным.

Отметим также, что если при отсутствии поглощения величины R и T связаны соотношением $R+T=1$ (среда имеет только одну энергетическую характеристику), то при наличии поглощения часть энергии поглощается в среде и $R+T<1$. При этом величины R и T становятся независимыми характеристиками среды и содержат в себе независимую информацию о среде, и законы их изменения тоже становятся независимыми. Это естественно, так как если природа увеличивает число параметров среды, то должно увеличиваться также число независимых измерений (число независимых уравнений) для возможного определения этих новых параметров среды.

В заключение отметим еще раз, что проанализированный на примере ХЖК эффект уменьшения поглощения излучения на границе ОСО при увеличении толщины образца носит весьма общий характер и может проявляться во взаимодействии излучения с различными периодическими средами. Физическая причина его существования

вания связана с различными характерами влияния поглощения и дифракции на отражение и пропускание при изменении толщины образца.

Отметим также, что учет этого эффекта может оказаться существенным в оптических и рентгеновских системах, функционирующих в условиях брэгговской дифракции излучения.

Кафедра общей физики

Поступила 23.03.1995

ЛИТЕРАТУРА

1. Vogtmann J.Z.Phyz., 1941, v.42, p.157.
2. Афанасьев А.М., Каған Ю.М. ЖЭТФ, 1965, т. 48, с. 327; ЖЭТФ, 1965, т. 49, с. 1504.
3. Беляков В.А., Сорин А.С. Оптика холестерических жидкокристаллов, 1982, М.: Наука.
4. Беляков В.А., Геворгян А.А., Ерицян О.С., Шапов Н.В. ЖТФ, 1987, т. 57, с. 1418; Кристаллография, 1988, т. 33, с. 574.

Գ.Ա. ՎԱՐԴԱՆՅԱՆ Ա.Հ. ԳԵՎՈՐԳՅԱՆ

ԽՈԼԵՍՏԵՐԻՆԱՑԻՆ ՀԵՂՈՒԿ ԲՑՈՒՐԵՂՆԵՐՈՒՄ ԸԵՐՖԻ
ՀԱՍՏՈՒԹՅԱՆ ՄԵԽԱՑՈՒՄԻՑ ԿԱԽՎԱՇ ԺԱՌԱԳԱՅԹՄԱՆ
ԿԼԱՆՄԱՆ ՆՎԱԶՄԱՆ ԵՐԵՎՈՒԹՅԻ ՄԱՍԻՆ

Ա մ փ ո փ ո ւ մ

Դիտարկված է լուսի անցումը և անդրադարձումը. երբ այն նորմալով ընկնում է խոլեստերինային հեղուկ բյուրեղի պլանար շերտի վրա: Բերված են ճշգրիտ անալիտիկ բանաձևեր՝ դաշտերի լայնութեների և անցման ու անդրադարձման գործակիցների համար: Ուսումնասիրված են այդպիսի միջավայրերի օպտիկական հատկությունների առանձնահատկությունները ուժեղ կլանման առկայության դեպքում: Ի հայտ է բերված նմուշի հաստության մեծացման դեպքում նրանում կլանված լուսի էներգիայի նվազման երևույթը:

УДК 541.63:541.49:546.742:547.466.43:547.466.5.

А.С. САГИЯН, А.Э. АВЕТИСЯН, С.М. ДЖАМГАРЯН, Л.Р. ДЖИЛАВЯН,
Л.Б. ДАНИЕЛЯН, С.К. ГРИГОРЯН, Ю.Н. БЕЛОКОНЬ

**АСИММЕТРИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ β -ИМИДАЗОЛИЛ-Д-АЛАНИНА
ЧЕРЕЗ ХИРАЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС ДЕГИДРОАЛАНИНА
С ИОНОМ Ni(II)**

Разработан метод асимметрического синтеза β -имидазолил-Д-аланина присоединением имидазола к двойной связи C=C дегидроаланина в никелевом комплексе оснований Шиффа дегидроаланина с хиальным реагентом D-2-N-(N'-бензилпролил) аминобензофеноном. Асимметрический выход на стадии присоединения составляет 86%. Метод позволяет получить целевую аминокислоту с 75%-ным общим выходом и с высокой оптической чистотой (>99%).

В последние годы большой интерес вызывают небелковые оптически активные аминокислоты, которые достаточно широко распространены в природе [1]. Особое место занимают функционально замещенные в β -положении α -аминокислоты; многие из них входят в состав пептидных антибиотиков и других лекарственных препаратов [2-5]. Важно подчеркнуть, что в состав антибиотиков аминокислоты входят в оптически чистой D- или L-форме. С учетом вышеизложенного, а также большого интереса к физиологически активным пептидам, в которых обычные белковые аминокислоты заменены на оптически активные небелковые аналоги [6], не удивительно, что в последние годы резко увеличилось число работ, посвященных асимметрическим методам синтеза аминокислот. Следует отметить, что оптически чистые β -функционально замещенные аминокислоты (за исключением β -окси- α -аминокислоты) синтезируются в основном через стереохимически однозначное β -замещение в оптически чистом производном серина [7] или треонина [8], т. е. в условиях, когда не происходит рацемизация по α -углеродному атому аминокислоты.

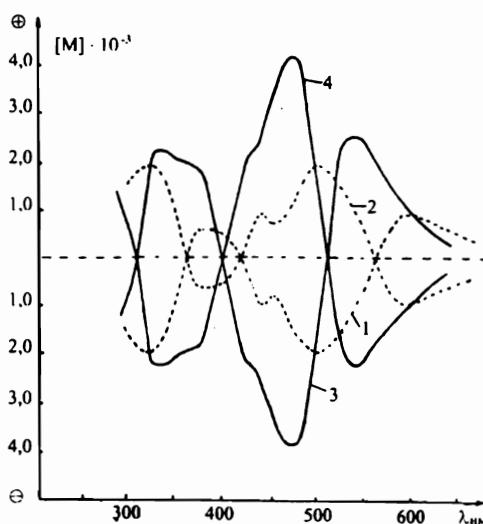
Ранее сообщалось об асимметрическом синтезе β -замещенных α -аминокислот с использованием реакции присоединения нуклеофилов к двойной связи дегидроаланина в комплексах оснований Шиффа дегидроаланина с хиальным реагентом L-2-N-(N'-бензилпролил)аминобензофеноном (L-БПБФ) и ионом Ni(II)[9].

Можно было предположить, что использование хиального реагента на основе D-пролина взамен L-БПБФ позволит осуществить асимметрический синтез β -замещенных α -аминокислот D-абсолютной конфигурации.

В настоящей работе сообщается об асимметрическом синтезе β -имидазолил-Д-аланина присоединением имидазола к фрагменту дегидроаланина в Ni(II) комплексе оснований Шиффа с хиальным реагентом D-2-N-(N'-бензилпролил) аминобензофеноном (D-БПБФ).

Обсуждение результатов. Исходный никелевый комплекс основания Шиффа дегидроаланина с хиальным реагентом D-2-N-(N'-бензилпролил) аминобензофеноном (1) был синтезирован из глицина по аналогичным методикам синтеза комплекса

[L-БПБФ- Δ -Ала]Ni(II) [9,10] с использованием D-БПБФ взамен L-БПБФ. Строение и абсолютная конфигурация полученного комплекса I установлены физико-химическими методами анализа (см. экспериментальную часть). Данные элементного анализа, спектров ^{1}H -ЯМР и электронных спектров однозначно совпадают с соответствующими данными комплекса [L-БПБФ- Δ -Ала] Ni(II) (см.[9,10]). Данные поляриметрических измерений (см. экспериментальную часть) и кривые ДОВ (см. рис.) комплекса I в абсолютном значении совпадают с данными комплекса [L-БПБФ- Δ -Ала]Ni(II), однако имеют обратный знак вращения. Из вышеуказанного следует, что полученный комплекс I является зеркальным изображением ранее полученного комплекса [L-БПБФ- Δ -Ала]Ni(II), что и предполагалось, исходя из теоретических соображений.



Кривые ДОВ комплексов в метаноле при $T=25^\circ\text{C}$:

1. комплекса [L-БПБФ- Δ -Ала] Ni (II); 2. комплекса I; 3. комплекса L- β -имидализолилаланина с L-БПБФ, (L, L-диастереоизомер); 4. комплекса III, (D, D-диастереоизомер).

мера с меньшим значением R_f составляет примерно 20%, а затем по мере установления термодинамического равновесия (в течение 5 часов) его содержание увеличивается до 93%. Соотношение диастереомеров установлено спектрофотометрическим методом после их разделения на SiO_2 .

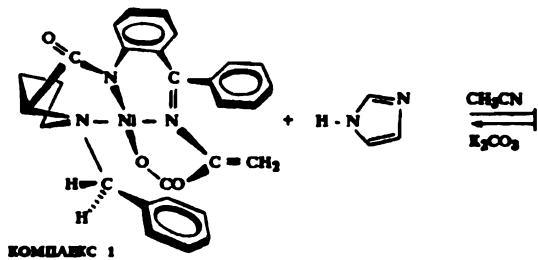
Для определения абсолютной конфигурации диастереомеров после разделения на SiO_2 их кривые DOB сравнивали с кривой DOB аналогично построенного комплекса L- β -имидализолилаланина с хиральным реагентом L-БПБФ (см. рис.). Как видно из рисунка, кривая DOB диастереомерного комплекса с меньшим значением R_f (основная фракция) имеет D,D абсолютную конфигурацию.

Образование D,D-диастереомера в избытке обусловлено наличием высоких энантиоселективных эффектов в этих комплексах, что связано с экранированием аминокислотного фрагмента только с одной стороны (Si) прохирального карбаниона. Это приводит к затруднению присоединения протона к карбаниону именно с этой стороны. При этом в начале реакции за счет кинетических факторов (стрическое экранирование с одной стороны) D,D-диастереомер образуется примерно с 20%-ным избытком по отношению к D,L-диастереомеру, а затем постепенно устанавливается термодинамическое равновесие, в котором содержание термодинамически стабильного D,D-диастереомера составляет 99% (термодинамические факторы).

Присоединение имидазола к двойной связи фрагмента дегидроаланина комплекса I в среде CH_3CN и присутствии K_2CO_3 приводит к образованию смеси диастереомерных комплексов, содержащих D- β -имидализолилаланин (D,D-диастереомер) и L- β -имидализолилаланин (D,L-диастереомер) (см. схему 1).

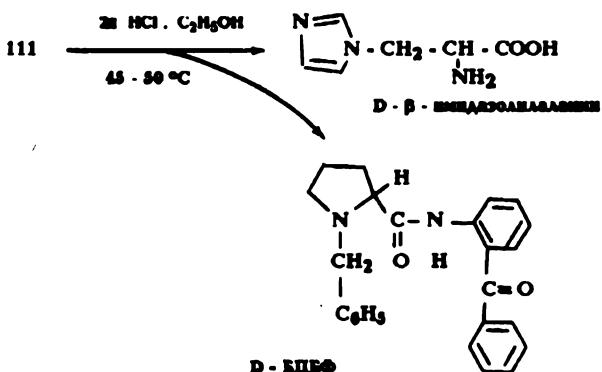
Диастереомеры легко разделяются на SiO_2 в системе растворителей $\text{CHCl}_3-(\text{CH}_3)_2\text{CO}$ (2:1) и отличаются по значению R_f от исходного комплекса I, что и было использовано для контроля процесса присоединения методом ТСХ. Показано, что в результате присоединения диастереомер с меньшим значением R_f получается в избытке. При этом в начале реакции (через 20 минут) в смеси избыток изо-

СХЕМА 1



Разложение диастереомерного комплекса III проводили в среде $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ под действием 2н HCl (см. схему 2). Из реакционной среды выделяют исходный хиральный реагент D-БПБФ экстракцией хлороформом: он регенерируется с 95%-ным химическим выходом и полным сохранением исходной хиральности. Из водной фракции

СХЕМА 2



выделяют аминокислоту β -имидаэзолил-Д-аланин (IV) ионообменными методами и кристаллизуют из водно-спиртовых растворов.

Выход β -имидаэзолил-Д-аланина составляет 75% из расчета на исходное количество комплекса I, а оптическая чистота превышает 99%. Строение и абсолютную конфигурацию полученной аминокислоты IV устанавливали физико-химическими методами анализа (см. эксперимент. часть).

Экспериментальная часть. В работе использовались следующие реагенты: аминокислоты -"Reanal" (Будапешт); силикагель L-40/100-"Chemapol Praha" (Прага); имидазол - "Reanal" (Будапешт); $Ni(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$, Na_2CO_3 , K_2CO_3 , CH_3CN , $(CH_3CO)_2$, HCl , CH_3COOH , ионообменная смола Ку-2-8, метанол, хлороформ, ацетон, этиanol - "Реахим" (СССР).

Ацетонитрил перед использованием очищали согласно [11], а уксусный ангидрид перегоняли.

Спектры 1H -ЯМР снимали на спектрометре "Bruker WP" (200 MHz), кривые ДОВ - на приборе "Jasco ORD/UV - 5". Удельное вращение ($[\alpha]_D$) определяли на поляриметре "Perkin - Elmer 241". Хиральный реагент D-БПБФ синтезировали согласно методике [12], используя D-пролин взамен L-пролина.

Синтез комплекса I. Комплекс I был синтезирован по методике синтеза комплекса [L-БПБФ- Δ -Ал α]Ni(II) [9,10] с использованием D-БПБФ взамен L-БПБФ. Строение и абсолютную конфигурацию полученного комплекса I устанавливали физико-химическими методами.

Комплекс I. Элементный анализ для $C_{28}H_{25}O_3N_3Ni$ (%): найдено C 65,8; H 4,78; N 8,02, вычислено C 65,92; H 4,90; N 8,24. 1H -ЯМР в CDCL₃ (HMDS, b, м.д.): 1,85 - 3,40 (м., β -, χ - и σ -Н Про, 6Н); 3,30 и 4,25 (2д., AB, J=12Hz, -CH₂ бензил про, 2Н); 4,1 и 5,75 (2с., H_2C =, 2Н); 3,5(м., α -Н Про, 1Н); 6,5-8,2(м., ароматика, 14Н). УФ-спектры в CH_3OH , $\lambda_{\text{max}}^{\text{nm}}, (\lg \epsilon)$ 235(4,40); 278(4,30); 440(3,55); 546(2,97). [M]²⁵ в CH_3OH 578(-15000); 546(+15490); 436(-7600); 365(+13050).

Синтез комплексов II и III и аминокислоты IV. 5г (0,98 10⁻³ моля) комплекса I растворяли в 12мл CH_3CN , добавляли 4,05г (2,9 10⁻² моля) K_2CO_3 и 2,0г (2,9 10⁻² моля) имидазола и перемешивали при температуре 50-55°C в течение 5 часов. Затем реакционную смесь фильтровали, фильтрат упаривали досуха, сухой остаток растворяли в хлороформе, промывали водой, органическую фазу концентрировали под вакуумом и хроматографировали на силикагеле в системе $CHCl_3:(CH_3)_2CO$ (2:1). Получали две фракции. Фракции упаривали досуха. Получено 0,38г (0,65 10⁻⁴ моля) комплекса II и 5,05г (0,87 10⁻³ моля) комплекса III, что соответствует 90%-ному выходу на стадии. Кривые DOB комплекса III представлены на рисунке . Полученное количество комплекса III растворили в 20мл C_2H_5OH и при перемешивании добавляли к нагретому до 45-50°C 2н раствору HCl. После исчезновения характерной окраски комплекса смесь упаривали досуха, добавляли 50мл дистиллированной воды и отделяли кристаллы исходного хирального реагента D-БПБФ фильтрованием. Получали 3,25г (0,84 10⁻³ моля) D-БПБФ.

Из водного фильтрата аминокислоту выделяли пропусканием раствора через колонку с 30мл смолы Ку-2-8 в H⁺ форме. Аминокислоту элюировали с поверхности смолы пропусканием 5%-ного водного раствора аммиака, элюат упаривали досуха и кристаллизовали аминокислоту из водно-спиртового (1:1) раствора.

Получено 1,15г (0,74 10⁻³ моля) β -имидаолил-D-аланина (IV), что соответствует 75%-ному общему выходу из расчета на исходное количество комплекса I.

Строение и абсолютная конфигурация полученной аминокислоты были установлены физико-химическими методами анализа.

Аминокислота IV. Элементный анализ для $C_6H_9N_3O_2$ (%): найдено C 46,80; H 6,05; N 26,8, вычислено C 46,45; H 5,8; N 217,09. Спектр 1H -ЯМР в DCI (б, м.д.); 5,73 (т., α -Н, J=5,2 Hz, 1Н); 6,09(д., β -Н, J=5,2 Hz, 2Н); 8,23 (с., имидазол - Н, 1Н); 8,4 (с.

имидазол-Н, 1Н); 8,98 (с., имидазол-Н, 1Н). Удельное вращение - $[\alpha]_D^{25} = +2,2^\circ$ (с=10, 6н HCl).

ЛИТЕРАТУРА

1. Fowden L., Lea P., Adv. Enzymol., 1979, v.50, p.117; Wagner I., Musso H., Angew. chem. Int. Ed. Engl., 1983, v.22, p.816.
2. Yoshioka H., Aoki T., Goko H., Wakatsu K., Noda T., Sakakibara H., Take T., Nagata A., Abe S., Wakamiya T., Shiba T. and Koneko T., Tetrahedron Lett., 1971, p.2043.
3. Takita T., Muraoka Y., Yoshioka T., Fuji A., Mueda K. and Umezawa H., J. Antibiot., 1972, v.25, p.755.
4. Hettinger T. and Graig L. J. Biochemistry, 1970, v.9, p.1224.
5. Van Der Baan I., Barnik L. and Bichelhaupt F., J. Antibiot., 1983, v.36, p.784.
6. Spatola A., Chemistry and Biochemistry of Amino Acids, Peptides and Proteins, Ed. b. Weinstein, Marcel Dekker, Inc. New York and Basel, 1983, v.7, p.267.
7. Baldwin I., Adlington K. and Birch D., Chem. Commun., 1985, p.256.
8. Morell I., Fleckenstein P., Gross E., J. Org. Chem., 1977, v.42, p.355.
9. Belokon' Yu., Sagyan A., Djambaryan S., Bakhtmutov V. and Belikov V., Tetrahedron, 1988, v.44, p.5507.
10. Белоконь Ю. Н., Сагян А.С. Джамгарян С.М., Иванов А.С., Изв. АН ССР, сер. хим., 1988, №7, с.1618.
11. Гордон Ф., Фогд Р. Спутник химика, М.: Мир, 1976, с.172-173.
12. Belokon' Yu. N., Bulychev A. G., Vitt S. V. et al., J. Amer. Chem. Soc., 1985, v.107, p.4552.

Ա.Ս. ՍԱՂՅԱՆ, Ա.Է.ԱՎԵՏԻՍՅԱՆ, Ս.Մ. ԺԱՄՀԱՐԹԱՆ, Լ.Ռ. ԶԻԼԱՎԵԱՆ,
Լ.Բ. ԳԱՆԻԵԼՅԱՆ, Ս.Կ ԳՐԻԳՈՐՅԱՆ, ՅՈՒ. Ն. ԲԵԼՈԿՈՆ

β -ԻՄԻԴԱԶՈԼԻ-D-ԱԼԱՆԻՆԻ ԱՍԻՄԵՏՐԻԿ ՍԻՆԹԵԶԸ ԴԵՀԻԴՐՈԱԼԱՆԻՆԻ ԽԻՐԱԼ Ni(II) ԿՈՄՊԼԵՔՍՆԵՐԻ ՄԻՋՈՑՈՎ

Ա մ փ ո փ ո ւ մ

Իրականացվել է β -իմիդազոլի-D-ալանինի ասիմետրիկ սինթեզը դեհիդրոալա-
զինի և D-2-N-(N'-քենզիլպրոլիլ) ամինաթենզոֆենոն խիրալյին ռեագենտի Ծիփֆի
հիմքի հետ Ni^{+2} իոնի առաջացրած կոմպլեքսի կրկնակի $C=C$ կապին իմիդազոլ
միացնելու հետևանքով: Աղաթքվի թույլ լուծույթով սինթեզված կոմպլեքսը քայլալ-
լու արդյունքում ստացվում են նպատակյին ամինաթթու բարձր քիմիական ելքով
(75%) և օպտիկական մաքրությամբ (>98%) ամինաթթու՝ β -միդազոլի-D-ալանինը:

П.Г. МИНАСЯН, М.Л. АКОПЯН, А.Г. ГЗЫРЯН, Л.А. АКОПЯН

МОДИФИКАЦИЯ МЕЛА РАСТВОРАМИ СОПОЛИМЕРОВ ВИНИЛАЦЕТАТА С КРОТОНОВОЙ КИСЛОТОЙ

Исследован процесс модификации мела карбоксилсодержащими латексами поливинилацетата в виде сополимеров с кротоновой кислотой. Изучена адсорбция из растворов сополимеров винилацетата с кротоновой кислотой на меле в различных растворителях.

Усиление адгезионного взаимодействия на границе раздела фаз полимер-наполнитель может приводить к упрочнению композитов [1,2]. Одним из способов усиления такого взаимодействия является химическая прививка полимера к наполнителю [3-5]. Этой цели можно достичь, используя в качестве полимерного модификатора латексы карбоксилсодержащих полимеров, которые могут образовывать химические связи с наполнителями оксидного или карбонатного типа, в частности с мелом [6].

Однако исследования закономерностей латексной модификации мела, а также спектральные данные не позволили дать однозначный ответ о наличии химической прививки. Так, изучение процесса модификации мела карбоксилсодержащими латексами поливинилацетата и полиметилметакрилата в виде сополимеров с кротоновой и метакриловой кислотами соответственно показало, что количество неэкстрагируемого с поверхности наполнителя полимера α не зависит от степени модификации и содержания кислоты в сополимерах и составляет 1-2% от массы мела [7,8]. Однако ошибочно предполагать, что неэкстрагируемая часть полимера полностью привита к поверхности наполнителя, так как при модификации мела латексами гомополимеров винилацетата (ВА) и метилметакрилата α характеризуется теми же значениями. Поэтому следует учитывать не только взаимодействие полимер - растворитель, но и поверхность - полимер и поверхность - растворитель, которые играют важную роль и могут исказить реальную картину [9,10].

Решить эти вопросы позволяет сравнение результатов адсорбции одинаковых карбоксилатных сополимеров при модификации мела как латексами, так и растворами. С этой целью была изучена адсорбция из растворов сополимеров ВА с кротоновой кислотой на меле. Представлялось также интересным изучение адсорбции одного и того же сополимера из растворов в различных растворителях.

Результаты экспериментов приведены в таблице.

Как видно из полученных данных, адсорбция сополимеров ВА в рассматриваемом аспекте практически не отличается от известных в литературе примеров по адсорбции полимеров (в том числе и карбоксилсодержащих) из растворов [9,11]. Максимальная величина адсорбции не превышает 1,2% полимера от массы мела и не зависит от наличия и концентрации карбоксильных групп вплоть до 2 моль-%. Изменение концентрации растворов полимеров в указанных пределах также существенно не меняет картину.

Наблюдается определенная зависимость величины адсорбции от характера растворителя. Так, добавление воды к ацетону способствует адсорбции, по-видимо-

Таблица
Данные по адсорбции сополимеров винилацетат- кротоновая кислоты на меле

Растворитель	Содержание кр кислоты в сополимерах моль%	Концентрация раствора до и после адсорбции, г/100 мл		Количество адсорбированного полимера, % от мела
		до	после	
ацетон	2,0	0,4	0,29	0,55
ацетон	1,0	0,4	0,33	0,35
ацетон	0,5	0,4	0,32	0,40
ацетон	0	0,4	0,29	0,55
ацетон	2,0	2,0	1,88	0,60
ацетон+вода (10%)	2,0	2,0	1,76	1,20
ацетон+вода (25%)	2,0	2,0	1,80	1,00
бензол	2,0	2,0	1,97	0,15
хлороформ	2,0	2,0	1,98	0,10

му, по двум причинам: за счет ухудшения термодинамического средства растворителя к полимерам ВА и вследствие образования водородных связей между полимером и водой, прочно связанной с поверхностью мела. Кроме того, в присутствии воды увеличивается степень диссоциации COOH групп, причем H^+ может играть связующую роль. Уменьшение адсорбции при модификации мела полимерами из растворов в бензоле и хлороформе, вероятно, обусловлено более сложными причинами, так как в термодинамическом отношении они, наряду с ацетоном, являются "хорошими" растворителями для полимеров ВА. Возможно, это связано с гидрофобностью данных растворителей, приносящей к ухудшению смачиваемости поверхности мела, который, будучи гидрофильным, имеет влажность примерно 1,5%.

Следует отметить, что предельная адсорбция сополимеров ВА на меле из смесей ацетона с водой практически совпадает с неэкстрагируемой ацетоном частью полимера при латексной модификации. По-видимому, несмотря на сушку модифицированного латексом мела, не удается полностью удалить влагу из гидрофильного наполнителя.

На основании вышеизложенного, можно предположить, что неэкстрагируемая часть полимера гетероаддагулированного на поверхности мела из латексов формируется при экстракции, т.е. и в данном случае фактически имеет место модификация наполнителя из раствора полимера.

Экспериментальная часть

Латексы гомо- и сополимеров ВА синтезировали по методике, описанной в [7]. Полимеры выделяли из латексов коагуляцией (коагулянт - водный раствор сульфата натрия) тщательно промывая водой и сушили в вакууме. Затем готовили соответствующие растворы.

Модификацию осуществляли добавлением раствора полимера на мел при перемешивании (50 мл раствора на 2 г мела). Адсорбцию количественно определяли по изменению концентрации растворов полимеров. С этой целью по завершении процесса адсорбции раствор полимера отделяли от мела декантацией с последующим центрифугированием и фильтрацией фугата. Концентрацию растворов определяли високоизиметрически, предварительно построив градуировочные кривые (концентрация раствора - время истечения).

Заранее было установлено время, необходимое для завершения процесса адсорбции без перемешивания, что соответствует примерно суточной выдержке раствора полимера над мелом при комнатной температуре. Дальнейшая выдержка не приводит к существенным изменениям их концентрации. Ошибка эксперимента составляет $\pm 20\%$.

Работа выполнена в рамках научной темы под шифром 92-176, финансируемой из государственных централизованных источников РА.

ЛИТЕРАТУРА

1. Нильсен Л. Механические свойства полимеров и полимерных композиций. М.: Химия, 1978, с.310.
2. Мэнсон Дж., Сперлинг Л. Полимерные смеси и композиты. М.: Химия, 1979, с.440.
3. Иванчев С.С., Дмитриенко А.В. Успехи химии, 1982, т.51, N7, с.1178.
4. Вышневская И.Н., Батуева Л.И., Борт Д.Н., Жильцов В.В., Попов В.А., Маринин В.Г., Гришин А.Н., Зверева Ю.А., Заводчикова Н.Н., Потепалова С.Н., Гузеев В.В., Зубов В.П., Кабанов В.А. ВМС, 1986, т.28A, N12, с.2509.
5. Заремский М.Ю., Степанян А.О., Олешин А.В., Ярышева Л.М., Зубов В.П., Кабанов В.А. ВМС, 1987, т.29A, N6, с.1242.
6. Айвазян Г.Б., Айрапетян С.М., Акопян Л.А. Арм. хим. ж., 1990, т. 43, N3, с.186.
7. Айрапетян С.М., Покрикян Г.В., Исраелян В.Р., Бадалян А.К., Исабекян С.Е., Акопян Л.А. Арм. хим. ж., 1989, т.42, N6, с.392.
8. Даниелян А.В., Айрапетян С.М., Исабекян С.Е., Исраелян В.Р., Акопян Л.А., Мацоян С.Г. Пласт. массы, 1989, N6, с.60.
9. Баран А.А. Полимерсодержащие дисперсные системы. Киев: Наукова думка, 1986, с.203.
10. Иванчев С.С. Радикальная полимеризация. Л.: Химия, 1985, с.232.
11. Липатов Ю.С., Сергеева Л.М. Адсорбция полимеров. Киев: Наукова думка, 1972, с.195.

Փ.Գ. ՄԻՆԱՍՅԱՆ, Մ.Լ. ՀԱԿՈԲՅԱՆ, Ա.Գ. ԳԶԻՐՑԱՆ, Լ.Ա. ՀԱԿՈԲՅԱՆ

ՎԻՆԻԿԱՑԵՏԱՏԻ ԵՎ ԿՐՈՑՈՆԱԹԹՎԻ ՀԱՄԱՊՈԼԻՄԵՐՆԵՐԻ
ԼՈՒՍՈՒԹԹՆԵՐՈՎ ԿԱՎՃԻ ՄՈԴԻՖԻԿԱՑԻԱՑԻ
ՈՒՍՈՒՄՆԱՍԻՐՈՒԹՅՈՒՆԸ

Ա. Վ Փ Ո Վ Ո Ւ Մ

Ուսումնասիրվել է վիճիլացետատի և կրոտոնաթթվի համապոլիմերների լուծույթների աղսորբցիան կավճի վրա տարրեր լուծիչներում:

Արդյունքները վկայում են, որ վիճիլացետատի համապոլիմերների աղսորբցիայի մեծությունները չեն տարբերվում գրականության մեջ հայտնի տվյալներից: Պոլիմերային լուծույթների խսությունների փոփոխությունը էապես չի փոխում պատկերը: Նկատվում է որոշակի կախվածություն լուծիչի բնույթից:

А.Р. МКРТЧЯН, О.А. КАМАЛЯН, Г.Г. ГРИГОРЯН, А.В.МУШЕГЯН

ИССЛЕДОВАНИЕ АДСОРБЦИИ W(CO)₆ ИЗ РАСТВОРА НА ПОВЕРХНОСТИ ХИМИЧЕСКИ МОДИФИЦИРОВАННОГО СИЛИКАГЕЛЯ МЕТОДОМ ИК-СПЕКТРОСКОПИИ

Методом ИК-спектроскопии исследована реакция карбонила вольфрама с поверхностными нитрильными группами химически модифицированного акрилонитрилом особычного силикагеля. Показано, что при адсорбции карбонила вольфрама из раствора в н-гексане с последующим УФ-облучением происходит замещение CO групп карбонила вольфрама на нитрильные группы, с образованием поверхностью связанных комплекса вольфрама со смешанными карбонил-нитрильными лигандами.

Для синтеза гетерогенных катализаторов в последнее время все чаще прибегают к модификации поверхности неорганических носителей (SiO_2 , Al_2O_3 и др.) металлокомплексными, в частности металлорганическими соединениями [1]. Реакции кремнезема с комплексными соединениями переходных металлов осуществляются в результате взаимодействия силанольных групп поверхности с лигандами, подверженными легкому гидролизу. В конечном счете это приводит к образованию поверхностью связанных комплексов металлов.

При синтезе гетерогенных металлокомплексных катализаторов, наряду с описанным выше, используется также метод поверхностной сборки, при котором один из лигандов закрепляется на кремнеземе с помощью кремний органического якоря, закрепленного на поверхности кремнезема.

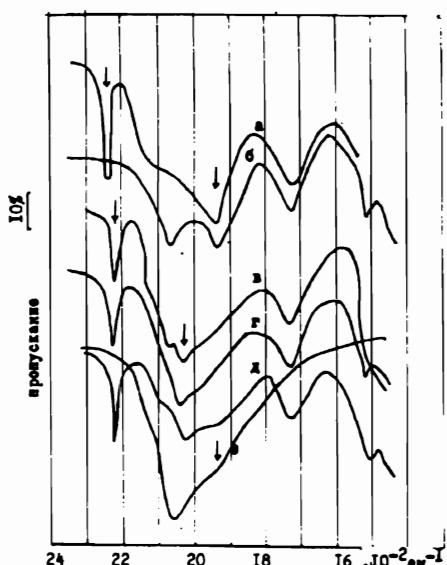
Указанные методы безусловно имеют широкие возможности получения различных функциональных групп, закрепленных на поверхности твердого носителя. Однако эти методы имеют также некоторые существенные недостатки. Это, во-первых, труднодоступность кремнийорганических соединений, во-вторых, гидрофобизация поверхности, особенно при высоких степенях сшивки, т.к. реакция осуществляется за счет поверхностных гидроксильных групп носителя. С этой точки зрения вопрос поиска новых путей синтеза гетерогенизированных катализаторов является актуальным. Ранее нами показано [2], что при адсорбции на поверхности некоторых частично дегидроксилированных особо чистых силикагелей ряда виниловых мономеров (стирол, акрилонитрил, бутилен и др.) происходит химическое связывание последних с поверхностью кремнезема, за счет реакции силоксановых групп поверхности с двойной связью адсорбата.

В предлагаемой работе приведены результаты ИК-спектроскопических исследований возможности гетерогенизации карбонила вольфрама на поверхности SiO_2 , химически модифицированного акрилонитрилом.

Известно [3,4], что замещение лигандов в карбонильных комплексах металлов на фенильные и нитрильные группы легко происходит в растворах под влиянием УФ-облучения. В качестве растворителя часто применяется н-гексан или тетрагидрофуран. Нами сделана попытка приложения этого метода замещения CO на $-\text{C}\equiv\text{N}$ группы, закрепленные на поверхности твердого носителя.

Карбонил вольфрама ($\text{W}(\text{CO})_6$) растворили в абсолютном н-гексане, раствор поместили в кварцевом ИК-кувете-реакторе, который позволяет снять ИК-спектр

полученного комплекса без его контакта с воздухом. В кювету поместили также предварительно модифицированный акрилонитрилом особо чистый силикагель в виде таблетки без связующего, пригодной для снятия ИК-спектра. Контакт таблетки SiO_2 с раствором осуществился после обезгаживания раствора замораживанием, откачкой и размораживанием для предотвращения окисления частично разложенного карбонила вольфрама. Таблетку после переноса в раствор подвергли УФ-облучению в течение 3 минут. Затем раствор отделили от образца, раствор удалили и после откачки образца при различных температурах сняли ИК-спектры.



ИК-спектры химически модифицированного акрилонитрилом SiO_2 (а), карбонила вольфрама (е), его смеси с модифицированным SiO_2 (б), после адсорбции $\text{W}(\text{CO})_6$ из раствора (в), в последующей откачкой при комнатной температуре (г) и при 100°C (д) в течение 1 часа.

учетом данных [3] можно заключить, что при УФ-облучении химически модифицированного акрилонитрилом силикагеля с адсорбированным $\text{W}(\text{CO})_6$ происходит замещение карбонильных групп на нитрильные с образованием поверхностью связанных нитрил-карбонильных лигандами. Полученный комплекс ярко-желтого цвета устойчив в вакууме при 100°C , а на воздухе в течение 3-4 дней, после чего комплекс полностью разлагается.

Таким образом, можно сделать вывод, что реакция замещения CO групп в карбонильных комплексах металлов на нитрильные протекает не только при участии свободных нитрильных групп, но и в случае этих групп, привитых к поверхности носителя.

Кафедра катализа

Поступила 12.11.1996

ЛИТЕРАТУРА

- Модифицированные кремнеземы в сорбции, катализе и хроматографии (под ред. Г.В. Лисичкина). М.: Химия, 1986, с.248.
- Камалян О.А., Мушегян А.В. -Арм.х.ж., 1989, т.42, №4, с.245-250.
- Херберхольд М. π -комpleksы металлов. М.: Мир, 1975, с.449.
- I.F. Cuttenberger und W. Shrohmeier -Chem. Ber., 1967, v.100, p.2807-2811.

**ՀՈԽԾՈՒՅԹԻՑ W(CO)₆-ի ՔԻՄԻԱՊԵՍ ԱՅԼԱՓՈԽՎԱԾ
ՍԻԼԻԿԱԳԵԼԻ ՄԱԿԵՐԵՍԻՆ ԱԴՍՈՐԲՑԻԱՑԻ
ՈՒՍՈՒՄՆԱՍԻՐՈՒԹՅՈՒՆԸ ԻԿ-ՍՊԵԿՏՐԱՀԱՓԱԿԱՆ
ԵՂԱՆԱԿՈՎ**

Ա. Մ Վ Ի Վ Ո Ւ Մ

ԻԿ-սպեկտրաչափական եղանակով ցույց է տրվել, որ երբ W(CO)₆ -ը լուծույթից աղսորբվում է քիմիապես այլափոխված սիլիկաօքի մակերեսին, ապա այդ կոմպլեքսի լիգանդների մի մասը տեղակալվում է աղսորբենտի մակերեսին քիմիապես կապված նիտրիլային խմբերով: Արդյունքում ստացվում է խառը լիգանդներով կոմպլեքս միացություն, որը քիմիապես կապված է աղսորբենտի մակերեսին: Ստացված նոր կոմպլեքսն ունի մուգ դեղին գույն:

Ն.Դ. ԲԵԳԼԱՐՅԱՆ, Ա.Հ. ՍԱՀԱԿՅԱՆ

ԳԻԲԵՐԵԼԱԹԹՎՈՒ ԵՎ ԻՆԴՈԼԻԼՔԱՑԱԽԱԹԹՎՈՒ ԱՌԱՆՁԻՆ
ԵՎ ՀԱՄԱՏԵՂ ԱԶԴԵՑՈՒԹՅՈՒՆԸ ՑՈՐԵՆԻ ԵՎ ԳԱՐՈՒ ԱՐՄԱՏԱՄԱՅՐԵՐԻ
ՄԵՐԻՄՍԵՄԱՏԻԿ ԲՁԻՉՆԵՐԻ ՄԻԹՈՏԻԿ ԱԿՏԻՎՈՒԹՅԱՆ ՎՐԱ

Ներկայում բույսերի կենսական պրոցեսների դեկավարյան, հետևապես զյուղա-
տնտեսական կոլտուրաների բերքատվության բարձրացման արդյունավետ ճանա-
պարհներից մեկը ֆիզիոլոգիական ակտիվ նյութերի՝ հատկապես բուսական հորմոն-
ների օգտագործումն է: Նրանք բուսերին հարազատ են, գենետիկորեն անվտանգ և
ապահովում են օրգանիզմների աճման և զարգացման միջև օպտիմալ փոխհարա-
բերություններ, որոնց վիճակությունը դրսից այդպիսի նյութերի լրացուցիչ քանակի
ազդեցության տակ կարող է փոխել զարգացման ընթացքը, արագացնել կամ դանդա-
ղեցնել այն:

Բուսական հորմոնների բուսաբուծության և զյուղատնտեսության պրակտիկայում
կիրառման հեռանկարների մասին վկայում են բազմաթիվ փաստեր:

Այսպես օրինակ՝ սերմերի ճախացանքային մշակման մեթոդով ֆիտոհորմոններից
գիբերելաթթվի (ԳԹ) օգտագործումը ապահովում է զյուղատնտեսական կոլտու-
րաների աճի, զարգացման և պտղաբերման զգալի խթանում, բերքի քանակի և որա-
կի բարձրացում, հիվանդությունների և մակարույնների հանդեպ դիմացելունության
դրսնորում [1,2]:

Հասնաւութած է, որ ԳԹ-ն խթանում է ցորենի աճն ու զարգացումը օնտոգենեզի
վաղ փուլերից սկսած [3-5]:

Կան մեծ թվով փաստեր, որոնք վկայում են բժիշների վրա բուսական հորմոնների
դրական ազդեցության մասին: Նրանք բարձրացնում են բժիշների բաժանման ակ-
տիվությունը, մոդիֆիկացնում են ճառապայթահարման գենետիկական էֆեկտները:
Նրանց օգտագործման օպտիմալ դոզաները այլ նյութերի համեմատությամբ տոքսիկ
և մուտագեն հատկություններով օժտված չեն [6-11]:

Այս աշխատանքը նվիրված է զյուղատնտեսական առաջատար կուտուրաներից
ցորենի և գարու սերմերի արմատածայրերի մերսության բժիշների միթոսիկ ակ-
տիվության (ՄԱ) վրա ԳԹ-ի և ինդոլիքտացախաթթվի (Ի.ԳԹ) առանձին և համատեղ
ազդեցության ուսումնասիրությանը այդ կուտուրաների մշակման գործում նշված
հորմոնների կիրառման արդյունավետ խտություններ և տարբերակներ առանձնաց-
նելու նպատակով:

Նյութը և մեթոդիկան: Ուսումնասիրության օբյեկտ ծառայել են ցորենի Բնագու-
տայի 1 և գարու Արարատի 7 սուրտերը: Փորձարկվել են ԳԹ-ի և Ի.ԳԹ-ի ցածր
(0,02%) և բարձր (0,05%) լուծույթները սերմերի 4 ծ. տևողությամբ նախացանքային
մշակման մեթոդով: Սերմերը ենթարկվել են նշված ֆիտոհորմոնների ազդեցությանը
ինչպես առանձին-առանձին, աճնպես էլ համատեղ: Մի դեպքում ԳԹ-ով մշակված
սերմերն են ենթարկվել ի ԳԹ-ի ազդեցությանը, մյուս դեպքում հակառակը:

ՄԱ-ի որոշման համար արմատածայրերը ֆիքսվել են ապիրտ - քացախաթթու
խառնուրդում (3:1) և ներկվել են ացետոկարմինով: Հաշվարկվել են բաժանվող բժիշ-
ներում միտոզի առանձին փուլերը:

Ուսումնասիրության արդյունքների քննարկումը: ԳԹ-ի և Ի.ԳԹ-ի ցածր
թյան լուծույթը զգալի բարձրացրել է ցորենի բժիշների բաժանման ակտիվությունը՝
3,68-6,62%-ով: Աչքի են ընկեր ԳԹ-ով մշակված սերմերը (աղ. 1):

Փորձարկված ֆիտոհորմոնների ցածր դոզաների համատեղ ազդեցության տակ
հակառակում է ՄԱ-ի զգալի աճկում, նույնիսկ ճնշում ինչպես ստուգիչի, այնպես էլ ԳԹ-
ով և Ի.ԳԹ-ով առանձին-առանձին մշակված սերմերի համեմատությամբ: ԳԹ-ով

Գթ-ի և հՔթ-ի առանձին և համատեղ ազդեցությունը ցորենի
Բնգոստայա 1 սորտի սերմերի արմատածայրերի մերժանելունի
քիչքննի բաժանման ակտիվության վրա

Փորձի տարր- քակները	Օգտագործ- ված պուրե- րի խտությու- նը, %	1000 քշի միջինը				Մ Ա. %
		պրոֆազա	մետափա- զա	աճափազա	տնլոփազա	
Ստուգիչ	-	3,83	1,52	0,88	0,91	7,15 ± 0,84
Գթ	0,02	8,36	2,39	1,76	1,26	13,77 ± 1,16
հՔթ	0,02	9,61	0,49	0,22	0,51	10,83 ± 0,03
Գթ	0,05	5,57	1,04	1,09	0,56	8,26 ± 0,90
հՔթ	0,05	4,96	0,26	0,25	0,94	6,41 ± 0,79
Գթ + հՔթ	0,02	3,73	0,80	0,86	0,75	6,14 ± 0,78
հՔթ + Գթ	0,02	5,52	0,52	0,22	0,23	6,49 ± 0,80
Գթ + հՔթ	0,05	5,69	0,54	0,28	0,59	7,10 ± 0,83
հՔթ + Գթ	0,05	8,01	0,96	0,64	0,96	10,57 ± 1,02

առանձին մշակված սերմերի համեմատությամբ դա կազմում է 7,28-7,63%, իսկ հՔթ-ի առանձին մշակված սերմերի համեմատությամբ՝ 4,24-4,65%: Ստուգիչի համեմատությամբ տարբերությունը չնշից է:

Այլ է ՄԱ-ի պատկերը բարձր խտության լուծույթով մշակված սերմերի արմատածայրերի մերժանեմայում: Գթ-ով առանձին մշակված սերմերում ՄԱ-ն ստուգիչի համեմատությամբ չնշին չափով բարձրացել է, իսկ 0,02% լուծույթով մշակված տարբերակի համեմատությամբ զգալի իջել է (5,51%-ով):

ԻՔթ-ի բարձր խտության լուծույթը հնչան ստուգիչի, այնպես էլ ԻՔթ-ի ցածր խտությամբ մշակված բույսերի համեմատությամբ իջեցրել է ՄԱ-ն:

Բոլորովին այլ է պատկերը փորձարկված նյութերի բարձր խտության լուծույթներով համատեղ մշակված սերմերում: Այս նյառում նկատվում է ՄԱ-ի բարձրացում հՔթ + Գթ տարբերակում, որը դրսնորպելի է հնչան ստուգիչի համեմատությամբ (3,42%), այնպես էլ ԻՔթ-ի առանձին-առանձին մշակված տարբերակների համեմատությամբ (2,31-4,16%):

Հնչան վկայում են բերված փաստերը, փորձարկված ֆիտոհիրոմնների ցածր խտության լուծույթը ցորենի Բնգոստայա 1 սորտի արմատածայրերի մերժանեմայի բջիջներում ՄԱ-ի վրա թողել է դրական ազդեցություն, իսկ բարձր խտության լուծույթներից միայն Գթ-ի լուծույթն է չնշին չափով բարձրացրել ՄԱ-ն: ԻՔթ-ն ընդհակառակը ճնշել է այն:

Օգտագործմած ֆիտոհիրոմնների ցածր խտությամբ լուծույթով համատեղ մշակված սերմերում ի տարբերություն առանձին-առանձին մշակված տարբերակների դրսնորպելի է ճնշող ազդեցություն:

Բարձր խտության լուծույթով համատեղ մշակված սերմերում նկատվում է հակառակ երևույթը՝ ՄԱ-ի բարձրացում, հատկապես ԻՔթ+Գթ տարբերակում:

Հնչան տեսնում ենք, փորձարկված բուսական հորմոնների համատեղ ազդեցությունը փոխում է պատկերը այդ նյութերով առանձին-առանձին մշակված տարբերակների համեմատությամբ: Դա, հավանաբար, պետք է բացատրել էնդոքան աճման հորմոնների փոխարարելություններում առաջացած տեղաշարժերով:

Այլ է պատկերը գարու դեպքում: Փորձարկված ֆիտոհիրոմնների հնչան ցածր, այնպես էլ բարձր դոզավերը դրական ազդեցություն են թողել ՄԱ-ի վրա: Դ տարբերությունը ցորենի, գարու դեպքում ավելի արդյունավետ է եղել բարձր խտությունը, իսկ դրական ազդեցությունը ավելի զգալի է ԻՔթ-ի ներգործությամբ (աղ. 2):

Հնչան ցույց են տալիս տվյալները, Գթ-ի ազդեցության տակ դիտվում է ՄԱ-ի 2,47% բարձրացում, իսկ ԻՔթ-ի ազդեցության տակ՝ մինչև 5,81%:

ՄԱ-ի վրա դրական է եղել ազդեցությունը նաև համատեղ մշակման պայմաններում: Ստուգիչի համեմատությամբ այդ տարբերությունը ցածր խտության լուծույթով ազդելիս հասնում է մինչև 7,43%:

Այս կոլտուրայի դեպքում նույնական արդյունավետը ԻՔթ + Գթ տարբերակն է: ԻՔթ-ով վերջում ազդելիս տարբերությունը չնշին է: ՄԱ-ի բարձրացումը նկատվելի է նաև Գթ-ով և ԻՔթ-ով առանձին-առանձին մշակված տարբերակների համեմատությամբ: Գթ-ի համեմատությամբ հասնում է մինչև 7,15%-ի, իսկ ԻՔթ-ի համեմատությամբ մի դեպքում Գթ+ԻՔթ-ի տարբերակում ՄԱ-ի որոշ չափով իջնում է, իսկ ԻՔթ+Գթ տարբերակում ընդհակառակը զգալի բարձրանալու (5,79%):

Աղյուսակ 2

Փորձի տարրե- րակները	Օգտագործ- ված նյութերի խտությունը, %	1000 բջիջի միջինը				Մ Ա. %
		պրոֆազա	մետաֆա- զա	անաֆա- զա	տելոֆա- զա	
Սուուգիչ	-	2,11	0,40	0,76	0,28	$3,55 \pm 0,59$
ԳԹ	0,02	2,65	0,41	0,38	0,39	$3,83 \pm 0,61$
ԻՔԹ	0,02	3,51	0,56	0,69	0,43	$5,19 \pm 0,69$
ԳԹ	0,05	4,30	1,31	0,27	0,14	$6,02 \pm 0,77$
ԻՔԹ	0,05	7,91	0,73	0,33	0,39	$9,36 \pm 0,96$
ԳԹ+ԻՔԹ	0,02	3,04	0,58	0,35	0,29	$4,26 \pm 0,65$
ԻՔԹ+ԳԹ	0,02	9,87	0,77	0,17	0,17	$10,98 \pm 1,09$
ԳԹ+ԻՔԹ	0,05	7,76	1,50	0,85	0,25	$10,36 \pm 1,01$
ԻՔԹ+ԳԹ	0,05	3,24	0,39	0,31	0,39	$4,33 \pm 0,65$

Այլ է պատկերը փորձարկված ֆիտոհիրմուների բարձր խտության լուծույթներով համատեղ մշակված տարրերակներում: Այստեղ ստուգիչի համեմատությամբ արդյունավետ է ԳԹ+ԻՔԹ տարրերակը (6,81%): Փորձարկված ֆիտոհիրմուներով առանձին-առանձին մշակված տարրերակների համեմատությամբ այս տարրերակում նկատվում է ՄԱ-ի բարձրացում, իսկ հակառակ տարրերակում (ԻՔԹ+ԳԹ) իջեցում: Նման պատկեր նկատվում է նաև ԻՔԹ-ի առանձին մշակված տարրերակի համեմատությամբ: Այս դեպքում նույնականացնելու համարվել է ԳԹ+ԻՔԹ տարրերակը, իսկ ԻՔԹ+ԳԹ տարրերակում տեսնում ենք ՄԱ-ի զգալի անկում (5,03%):

Ինչպես վկայում են բերված փաստերը, գարու դեպքում ցորենի համեմատությամբ ԻՔԹ-ի դրական ազդեցությունը ավելի զգալի է և ավելի արդյունավետ բարձր խտության լուծույթով մշակելու դեպքում: Երկու փորձարկված կուլտուրաների բոլոր տարրերակներում էլ ՄԱ-ի բարձրացումը հիմնականում տեղի է ունեցել պրոֆազայի հաշվին, բացառությամբ ԳԹ-ով առանձին մշակված տարրերակի, որում ՄԱ-ի բարձրացումը տեղի է ունեցել բոլոր ֆազերի, և հատկապես պրո-և մետաֆազերի հաշվին:

Եղրակացություն: Փորձարկված ֆիտոհիրմուների որոշ տարրերակներ դրական ազդեցություն են գործել գարու և ցորենի արմատածայրերի բջիջների ՄԱ-ի վրա:

Ցորենի համար արդյունավետ է եղել ցածր խտության լուծույթը առանձին-առանձին մշակման պայմաններում, իսկ երկու ֆիտոհիրմուներով համատեղ մշակման դեպքում բարձր խտության լուծույթը՝ հատկապես ԻՔԹ+ԳԹ տարրերակում:

Գարու համար ընդհակառակը՝ փորձարկված նույներից առանձին-առանձին մշակման պայմաններում ավելի արդյունավետ է եղել բարձր խտության լուծույթը, իսկ համատեղ մշակման պայմաններում ԳԹ-ի ցածր խտության լուծույթը ԻՔԹ+ԳԹ-տարրերակում, բարձրը՝ ԳԹ+ԻՔԹ տարրերակում:

Նշված տարրերությունները բացատրվում են ինչպես փորձարկված կուլտուրաների գենոտիպային առանձնահատկություններով, այնպես էլ էնոդոցեն հորմոնների փոխիարարերություններում առաջացած շեղումներով, որոնք այս հորմոնների դրսից տված լրացուցիչ քանակի ազդեցության հետևանք են և դրսնորվում են մշակված սերմերի առանձնահատկություններում:

Բերված բոլոր փաստերը վկայում են զյուղատնտեսության պրակտիկայում ֆիտոհիրմուների նախօրոր առանձնացված խտությունների և զուգակցությունների օգտագործման նպատակահարմարության մասին:

Գենետիկայի և բջջաբանության ամրիոն

Ստացվել է 29.06.1995

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

1. Бегляров Н.П. Перспективы использования гиббереллина в сельском хозяйстве.- Биол. ж. Армении, т. XXXIX, №10, 1986.
2. Бегляров Н.П. Перспективы применения гибберелловой кислоты в улучшении сортовых качеств сельскохозяйственных культур. Сб.: Генофонд культурных растений и их диких сородичей в Закавказье. Ер.: Госагропромышленный комитет СССР, Арм. сельхоз. институт, 1987.
3. Бегляров Н.П., Таджикян О.Х. Результаты положительного действия гиббереллина (GA_3) на рост, развитие и продуктивность пшеницы Безостая I.- Биол. ж. Армении, 1988, № 2.
4. Бегляров Н.П., Таджикян О.Х. Результаты предпосевной обработки семян пшеницы гиббереллином.- Биол. ж. Армении, 1988, т. X, N4.
5. Бегляров Н.П., Таджикян О.Х. Результаты действия гиббереллина (GA_3) на продуктивность пшеницы сорта Безостая I в промышленных условиях в M_1 и M_2 .- Уч. записки ЕГУ, 1988, № 3(169).
6. Бегляров Н.П., Аветисян А.В. Изучение цитогенетического действия гиббереллина у *Cr. capillaris*. Биол. ж. Армении, 1974, т. XXVII, № 6.
7. Аветисян А.В., Бегляров Н.П. Изучение действия ГК на хромосомные перестройки у старых семян *Cr. capillaris*.- Биол. ж. Армении, 1975, т. XXVIII, № 9.
8. Бегляров Н.П., Аветисян А.В. Цитогенетический анализ действия ГК на семена томата.- Биол. ж. Армении, 1979, т. XXXII, № 10.
9. Еркавян С.Г., Бегляров Н.П. Цитогенетический эффект действия гибберелловой кислоты при изучении мейоза у растений томата (M_4).- Биол. ж. Армении, 1986, т. XXXIX, № 5.
10. Арапян Л.А. Цитогенетические эффекты фитогормонов. Ер., 1989.
11. Мартиросян С.Н., Мвакелян Н.Г., Бегляров Н.П., Беглярова А.М. Сравнительный цитогенетический анализ действия гиббереллина и зеленого прочного на табак в M_1 и M_2 . - Цитология и генетика, 1990, т.24, № 4.

Н.П. БЕГЛАРЯН, А.А. СААКЯН

РАЗДЕЛЬНОЕ И СОВМЕСТНОЕ ДЕЙСТВИЕ ГИББЕРЕЛЛОВОЙ КИСЛОТЫ (ГК) И ИНДОЛИЛУКСУСНОЙ КИСЛОТЫ (ИУК) НА МИТОТИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ (МА) МЕРИСТЕМАТИЧЕСКИХ КЛЕТОК КОРЕШКОВ ПШЕНИЦЫ И ЯЧМЕНЯ

Резюме

Работа посвящена результатам раздельного и совместного действия двух фитогормонов (ГК, ИУК) на МА меристематических клеток корешков.

Установлено, что некоторые дозы испытуемых гормонов и варианты опыта оказались эффективными. Наблюдалось значительное повышение МА клеток.

У пшеницы при раздельной обработке семян эффективной оказалась низкая (0,02%), а при совместной - высокая (0,05%) концентрация испытуемых фитогормонов. Особенно выделялся ИУК+ГК вариант.

У ячменя наоборот - при раздельной обработке семян эффективной была высокая, при совместной - низкая концентрация в варианте ИУК+ГК, а высокая - в варианте ГК+ИУК.

Полученные результаты можно объяснить как генетическими особенностями подопытных культур, так и сдвигами во взаимоотношениях эндогенных гормонов, являющихся следствием действия дополнительного количества этих гормонов извне.

Констатированные факты свидетельствуют о целесообразности использования в сельском хозяйстве заранее выделенных оптимальных концентраций и сочетаний используемых гормонов.

С.С. ГРИГОРЯН, Э.С. ГЕВОРКЯН

**РЕАКЦИЯ ГИПОТАЛАМИЧЕСКИХ НЕЙРОНОВ НА
РАЗДРАЖЕНИЕ ВЕСТИБУЛЯРНОГО ЯДРА,
ВЕСТИБУЛЯРНОГО НЕРВА И РАЗЛИЧНЫХ
ЗОН КОРЫ ГОЛОВНОГО МОЗГА**

Методом экстраклеточной регистрации на кроликах исследована реакция гипоталамических нейронов на разночастотное раздражение вестибулярного ядра Дейтерса, вестибулярного нерва и различных зон коры головного мозга.

Полученные результаты свидетельствуют о сложности и неоднородности путей, по которым осуществляется взаимодействие между отдельными подкорковыми структурами и их руководящим центром - корой головного мозга.

В многочисленных экспериментальных и клинических исследованиях установлено, что важная роль гипоталамуса в регуляции висцеральных, обменных, эндокринных, соматических, эмоционально-мотивационных реакций организма.

Гипоталамус рассматривается как руководящий центр, играющий решающую роль в формировании основных биологических мотиваций [1], как один из основных регуляторов возбудимости коры мозга [2]. Сложная ядерная структура его является связующим звеном между центрэнцефалической и лимбической системами мозга.

До последних лет вопрос о существовании прямых связей между гипоталамусом и корой был спорным. Одни авторы отрицали существование таких связей [3], другие - указывали на проекцию гипоталамических нейронов лишь в лобной доле коры [4]. Позднее было установлено облегчающее влияние гипоталамической стимуляции на корковые вызванные потенциалы [5], а также повышение порога для вызова рекрутирующих ответов в коре при стимуляции заднего гипоталамуса [6-8]. Методом ретроградного транспорта пероксидазы хрина установлено, что афференты к коре исходят из заднего гипоталамуса, выявлена также связь сенсомоторной и орбито-фронтальной зон коры с гипоталамусом [9-11]. Применением той же методики показана прямая проекция вестибулярного ядра в супрамамиллярную и заднелатеральную области гипоталамуса [12].

По мнению ряда авторов [13-15], в ответ на стимуляцию вестибулярных ядер возникают висцеро-соматические реакции различных функциональных систем (сердечно-сосудистой, дыхательной, соматической и др.), реализация которых возможна благодаря тесным связям вестибулярных ядер с вегетативными центрами продолговатого мозга.

До настоящего времени мало изучены гипоталамические механизмы формирования вегетативных проявлений вестибулярных рефлексов. В литературе имеются лишь единичные экспериментальные работы, посвященные вестибуло-гипоталамическим связям [16-17]. Однако для выяснения многочисленных вопросов, связанных с поведенческими реакциями организма, необходимо изучение корково-подкорковых взаимоотношений, а также механизмов, лежащих в их основе. В связи с этим был исследован характер ответов нейронов отдельных областей гипоталамуса на

раздражение вестибулярного ядра, вестибулярного нерва, а также различных зон коры головного мозга.

Методика. Исследования проводились на кроликах весом 2,5-3,5 кг в условиях острого опыта. Животные обездвиживались внутривенным введением хлоралозы и нембутала (30 и 10 мг/кг соответственно). С целью раздражения вестибулярного нерва производилось вживление стальных микроЭлектродов в круглое и овальное отверстия среднего уха. С этой целью внутрь от нижней челюсти делался кожный надрез длиной 5-7 см. Рассекалась поверхностная фасция, выделялась наружная яремная вена и перевязывались все три ее ветви. Распатором очищался корень склерового отростка височной кости и барабанный пузырь. Скусывались тонкие пластинки барабанного пузыря и на внутренней стороне буллы открывались два отверстия - круглое (корешок кохлеарного нерва) и овальное (корешок вестибулярного нерва), в которые вводились стальные раздражающие электроды, фиксируемые зубоврачебным цементом. Для предотвращения побочных эффектов раздражения из наружного отверстия лицевого канала выдергивался расположенный рядом лицевой нерв. Для раздражения височной и сенсорной зон коры и вестибулярного ядра Дейтерса использовались биполярные константновые электроды (диаметром 100 мкм, межэлектродным расстоянием 0,2 мм, сопротивлением 7-10 кОм).

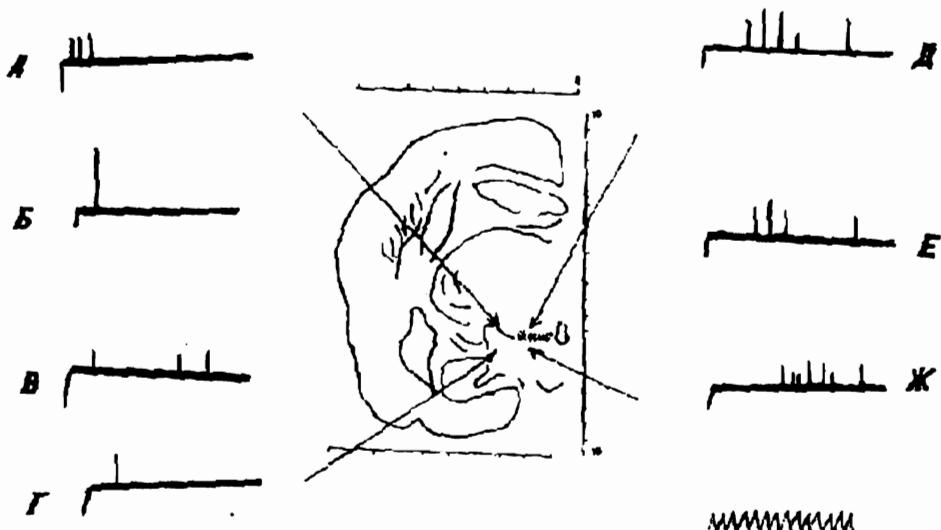


Рис. 1. Реакции нейронов заднего гипоталамуса на раздражение латерального вестибулярного ядра Дейтерса. А-Ж - ответы нейронов с различными латентными периодами.

Стереотаксическая ориентация электродов в ядро Дейтерса осуществлялась по Крейдичу [18], в сенсорную и височную зоны коры - по координатам Фифковой и Маршала [19]. Указанные структуры раздражались прямоугольными импульсами длительностью 0,3-0,5 мс, силой 1 мА, напряжением 0,3-10 В в течение 5-10 с.

Активность гипоталамических нейронов отводилась стеклянными микроЭлектродами, заполненными 4М р-ром KCl (диаметр кончика 2 мкм, сопротивление 2-4 мОм). С целью гистологического контроля после каждого эксперимента мозг животного фиксировался в 10% р-ре формалина. Для регистрации нейрональной активности указанных структур использовался двухлучевой осциллограф "С-18" и "Амплиор". На последнем укреплялось фотографическое устройство "ФОР-2", с помощью которого фотографировались ответы нейронов.

Собственные исследования. При изучении реакции гипоталамических нейронов на раздражение латерального вестибулярного ядра (ЛВЯ) было зарегистрировано 180 фоновоактивных нейронов из различных зон гипоталамуса. 155 из них отвечали на раздражение ЛВЯ Дейтерса. 25 нейронов были ареактивными. Анализ полученных результатов показал, что вызванные ответы (ВО), регистрируемые из различ-

ных ядер гипоталамуса, отличаются друг от друга длительностью латентных периодов (ЛП) и постоянством повторения.

По длительности ЛП реакции ВО были разделены на три группы (рис. 1): 1) ЛП 2,5-4 мс - 35 нейронов; 2) ЛП 6,0-8,0 мс - 82 нейрона; 3) ЛП 11,0-18,5 мс - 38 нейронов. Причем была замечена следующая закономерность. Коротколатентные нейроны регистрировались в основном из заднего гипоталамуса, средне- и длиннолатентные ответы - из среднего и переднего гипоталамуса. Коротколатентным ответам было свойственно воспроизведение высоких частот раздражения (50-100 Гц), что, по-видимому, свидетельствует о существовании моносинаптической связи ЛВЯ с нейронами заднего гипоталамуса. Нейронам второй и третьей групп было характерно воспроизведение частоты раздражения до 50 Гц, что указывает на существование полисинаптического проведения между ядром Дайтерса и средним и передним участками гипоталамуса, которое, возможно, осуществляется через ретикулярную формацию ствола мозга.

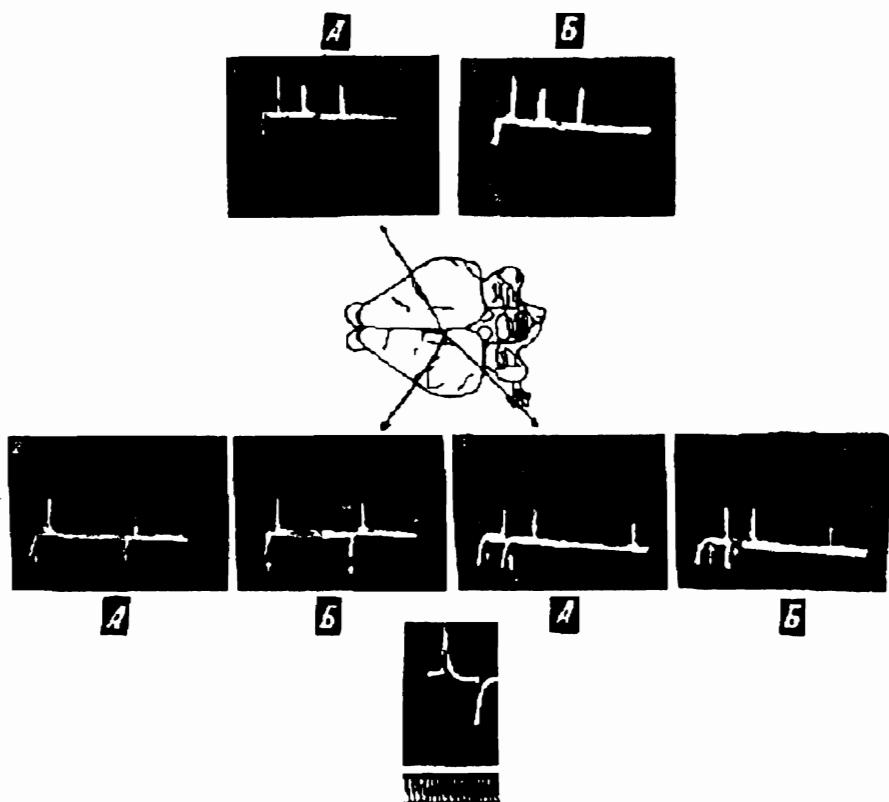


Рис.2. Реакция нейронов заднего гипоталамического ядра на раздражение вестибулярного нерва. А.1 - ответы нейрона на одиночное раздражение, Б - суперпозиция того же нейрона, А.2, А.3 - ответы нейрона на парное раздражение с различными интервалами стимулов, Б.2, Б.3 - суперпозиция того же нейрона.

При изучении проекции вестибулярного нерва в гипоталамус было зарегистрировано 275 фоновоактивных нейронов: 240 из них отвечали на раздражение вестибулярного нерва. 85% нейронов были зарегистрированы из области заднего гипоталамуса, а 15% - переднего и среднего. Фокус максимальной активности (ФМА) был локализован в области заднего гипоталамуса. Около 25% всех зарегистрированных нейронов были коротколатентными - 4,0-6,0 мс, 45% нейронов имели ЛП 6,0-8,0 мс, а 30% - 10,0-12,0 мс. Незначительное количество нейронов имело ЛП 14,0-20,0 мс (рис. 2, А,Б). Коротколатентным ответам (4,0-6,0 мс), зарегистрированным из задне-

го гипоталамического ядра, была свойственна стабильность ЛП, что является выражением существования прямой моносинаптической связи.

При парном раздражении (интервал между стимулами 12 и 18 мс) на тестирующее и кондиционирующее раздражения регистрировались ответы одинаковой амплитуды (рис. 2, 2, А, Б, 3, А, Б). При смещении отводящего электрода от координат фокуса максимальной активности заднего гипоталамуса на 0,5-1,5 мм наблюдалось увеличение ЛП ВО в пределах 10,0-12,4 мс, и ответы становились нестабильными, что свидетельствует о том, что данные нейрональные реакции регистрируются вне ФМА заднего гипоталамического ядра (рис. 3).

Ранее методом ретроградного транспорта пероксидазы хрина была показана прямая проекция вестибулярного ядра в супрамамillaryную и заднелатеральную области гипоталамуса [13]. Вестибулярный аппарат дает эфферентные волокна и к другим структурам ЦНС. Помимо трех основных структур - волокон к спинному мозгу, мозжечку и стволу мозга - имеются короткие волокна, идущие к ретикулярной формации [20]. Регистрируемые нами короткоталентные реакции, повторяющие частоту раздражения вестибулярного ядра до 100 Гц, являются электрофизиологическим выражением моносинаптической организации вестибулярного входа в гипоталамус, а реакции с ЛП 4-6 мс, вызванные раздражением вестибулярного нерва, свидетельствуют о моносинаптической организации вестибулярного афферентного входа в гипоталамус. Реакция нейронов, повторяющих частоту раздражения выше 100 Гц, очевидно, является антидromным ответом нейронов гипоталамуса, посылающих свои аксоны в область вестибулярного ядра и таким образом обеспечивающих двустороннюю связь гипоталамуса и вестибулярного ядра Дейтерса. Это согласуется с гистоморфологическими данными о претерминальной дегенерации, выявленной в области ядра Дейтерса при повреждении гипоталамуса, и является электрофизиологическим выражением наличия прямых гипоталамо-вестибулярных путей [7].

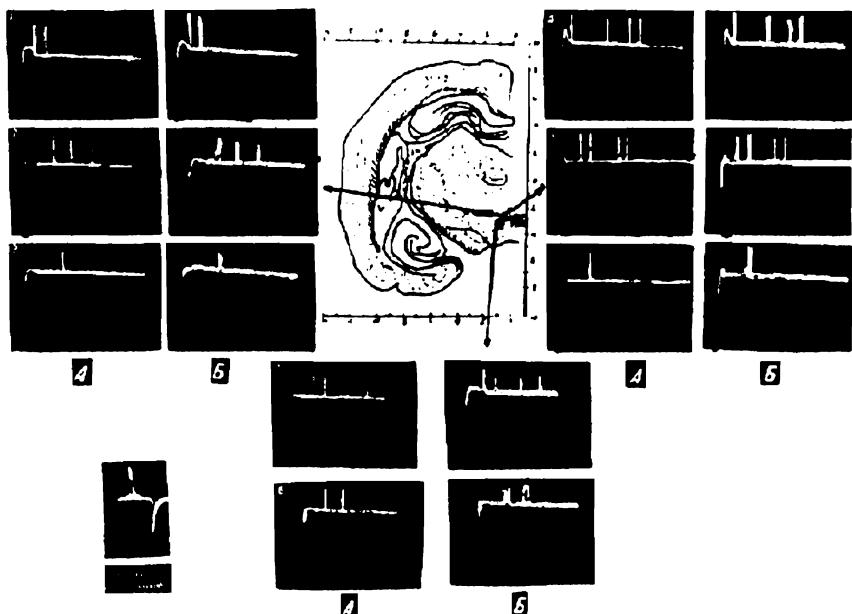


Рис.3. Реакция нейронов заднего гипоталамического ядра при смещении электрода от фокуса максимальной активности на 0,5-1,5 мм. А,Б 1,2,3 - отведение нейрональной активности при смещении электрода по латерали; А,Б 4-8 - отведение нейрональной активности при смещении электрода по вертикали.

В следующей серии экспериментов исследовалась активность нейронов гипоталамуса при электростимуляции вестибулярного нерва, а также сенсорной и височной зон коры. Было зарегистрировано 124 нейрона. Около 80% из них приходилось на

долю заднего гипоталамического ядра, остальные 20% были зарегистрированы из среднего и переднего гипоталамуса.

Исследования показали, что наибольший процент (80%) единиц, чувствительных к раздражению вестибулярного нерва, отвечают на раздражение как височной, так и сенсорной зон коры и лишь 20% - на раздражение либо одной, либо другой зоны. Нейроны, чувствительные к раздражению вестибулярного нерва, были среднелатентными (5-10 мс). Те же нейроны, ЛП которых при раздражении височной коры равнялся 3-10 мс, при раздражении сенсорной зоны имели ЛП 4-6 мс. Эксперименты показали, что подавляющее большинство зарегистрированных нейронов (80%) было расположено в заднем гипоталамусе и являлось самым коротколатентным.

Учитывая тот факт, что ЛП ответов гипоталамических нейронов при корковой стимуляции колебались в пределах 3-4 мс, мы предполагаем, что не исключается возможность антидромной активации. Для установления этого использовался ряд тестов: устойчивость ЛП по отношению к одиночным и групповым (суперпозиция) раздражениям и воспроизведение высоких (100-150 Гц) частот раздражения. При раздражении височной и сенсорной зон коры регистрировались ВО с ЛП выше 8 мс. Активация здесь, по-видимому, осуществлялась ортодромным путем, т.к. ответы гипоталамических нейронов отличались большим разбросом. Что же касается нейронов, зарегистрированных при раздражении вестибулярного ядра, то они были либо средне-, либо длиннолатентными и воспроизводили лишь низкочастотные раздражения (16 Гц), что является свидетельством полисинаптического пути между гипоталамусом и вестибулярным нервом, импульсы от которого передаются вначале на вестибулярное ядро, а затем только в гипоталамус.

Полученные в результате наших исследований данные свидетельствуют о сложности и неоднородности путей, по которым осуществляется взаимодействие между отдельными подкорковыми структурами и их руководящим центром - корой головного мозга.

Кафедра физиологии человека и животных

Поступила 10.07.1995

ЛИТЕРАТУРА

- Судаков К.В. Пейсмекерная роль гипоталамуса в формировании нормальных и патологических пищевых мотиваций.- Физиол. журн. УССР, Киев, 1978, т.24, №5, с.589-601.
- Макарченко А.Ф., Златкин Р.С., Ройтруб Б.А., Великая Р.Р. Гипоталамо-кортикальные влияния. Киев: Наукова думка, 1980, 247с.
- Сентаготтай Я., Флереко Б., Меш Б., Халас Б. Гипоталамическая регуляция передней доли гипофиза. Изд-во АН ВНР, 1965, с. 352.
- Наут В. Обзор анатомических связей прифронтальной коры.- В кн.: Проблемы динамической локализации функций мозга. М.: Медицина, 1968, с. 64-68.
- Demetrescu M. et al., The tonic control of cortical responsiveness by inhibitory and facilitatory diffuse influence.- EEG and Clin. Neurophysiol., 1965, 18, 1, p.1-24.
- Баклаваджия О.Г. О влиянии гипоталамуса, шейного симпатического и блуждающего нервов и некоторых вегетроптических фармакологических веществ на реакцию вовлечения. Центр. и перифер. механизмы нервной деятельности. Ер., Изд-во АН Арм. ССР, 1966, с.39-71.
- Баклаваджия О.Г. Вегетативная регуляция электрической активности мозга, Л.: Наука, 1967, 237с.
- Gellhorn E. Serebral interaction simultaneous activation of specific and unspecific systems. Electrical simulation of the brain (Ed. D.E. Sheer, Austin), 1961, p.321-330.
- Klevit, Kuypers H. Basal forebrain and hypothalamic connections to frontal and parietal cortex in the rhesus monkey.- Science, 1975, v.187, t.4177, p.660-662.
- Казаков В.Н. Функциональная организация и связи орбито-фронтальной коры.- Автореф. докт.дисс., Одесса, 1971, 24с.
- Вебрицкая Л.Б., Майский В.А. Связи сенсомоторной и орбитофронтальной коры с гипоталамусом, исследование методом ретроградного аксонного транспорта пероксидазы хрина.- Аксонный транспорт веществ в системах мозга. Киев, 1981, с. 91-94.
- Григорян С.С., Баклаваджия О.Г. Микроэлектрофизиологическое изучение представительства вестибулярной афферентной системы в гипоталамусе.- Биол. ж. Армении, 1990, № 6(43), с.459-465.
- Березовский В.К., Кебкало Т.Г., Савосынина Л.А. Нейрофизиология, 1984, № 3, с.353-362.
- Курашвили А.Е., Бабилж В.И. Физиологические функции вестибулярной системы, М., 1975.
- Райцес В.С., Шляховенко А.А. Физиол.ж. СССР, 1972, с.58, № 3, с.377-384.

16. Григорян С.С. Сравнительный анализ проекций вестибулярного и седалищного нервов в различные области гипоталамуса.- XIY съезд Всесоюз.физиол. об-ва им.И.П. Павлова, Баку, 1983.
17. Katafuchi P., Yoshimatsu H., Puthuraya K.P., Oomura Y. Neuronal input from the lateral vestibular nucleus to the lateral hypothalamic area in rats.- Kyushu University, Furuoka, Japan, 1987.
18. Крейдич Ю.В. К изучению корковой проекции вестибулярного аппарата у кроликов.- Журн. ВНД., 1974, в.4, т.24.
19. Буреш Я., Петравль М., Захар И. Электрофизиологические методы исследования. М.: Изд-во ИЛ, 1962, 456с.
20. Вальберг Ф., Бродал А., Помпеано О. Вестибулярные ядра, связи, анатомия, функциональные корреляции. М.-Л., 1966, с.163.

Ա.Ս. ԳՐԻԳՈՐՅԱՆ, Է.Ս. ԳԵՎՈՐԳՅԱՆ

**ԵՆԹԱՏԵՍԱԹՄԲԱՑԻՆ ՆԵՑՐՈՆՆԵՐԻ ՌԵԱԿՑԻԱՆ
ԱՆԴԱՍՏԱԿԱՑԻՆ ԿՈՐԻԶԻ, ԱՆԴԱՍՏԱԿԱՑԻՆ
ՆՑԱՐԴԻ ԵՎ ԳԼԽՈՒՂԵՂԻ ԿԵՂԵՎԻ ՏԱՐԲԵՐ
ԾՐՁԱՆՆԵՐԻ ԳՐԳՈՐՅԱՆԸ**

Ամփոփում

Ծագարների վրա արտաքքային միկրոէլեկտրոֆիզիոգիական հետազոտության եղանակով ուսումնասիրվել են ենթատեսաթմբի և նեյտերսի անդաստակային կորիզի, անդաստակային նյարդի և կեղևի սենսոր ու քունքային գոտիների միջև գոյություն ունեցող կապերը:

Ստացված տվյալները վկայում են, որ նեյտերսի կորիզի և հետին ենթատեսաթմբի միջև գոյություն ունի մոնոսինապտիկ կապ: Անդաստակային նյարդի գրգռումները պատասխան են առաջացնում ենթատեսաթմբի հետին և միջին հատվածներում: Կեղևի գրգռման ժամանակ գրանցվել են 8 մ/ գաղտնի շրջանով հրահրված պատասխաններ: Դա, ըստ երևութին, վկայում է օրթոդրոմ ակտիվացման մասին:

Д.С. МАТОЯН, С.Л. ГОНЯН

НЕИРОДИНАМИЧЕСКИЙ АСПЕКТ АСИММЕТРИИ ГОЛОВНОГО МОЗГА

Работа посвящена изучению различий между нервными механизмами процессов возбуждения в левом и правом полушариях мозга путем использования способа определения закономерностей временной суммации, отличающегося тем, что исследование проводится с помощью двух подпороговых стимулов, одинаковых по силе и длительности, разделенных варьируемым времененным интервалом на симметричных участках кожи обеих рук.

Исследование выявило одинаковую для правшей и левшей закономерность: на левой руке время полной суммации короче, чем на правой. На этом основании делается вывод, что существует различие между скоростями процессов возбуждения в разных полушариях: спад возбуждения в правом полушарии совершается быстрее, чем в левом.

Исследование выявило также экспоненциальный характер кривых временной суммации и возможность использования теории силовой интеграции для интерпретации полученных закономерностей. Обнаруженную в работе различную скорость обработки тактильной информации в центральных отделах кожного анализатора обеих рук легко объяснить, если предположить, что левое и правое полушария работают по принципу двух интегрирующих схем с разными постоянными времени.

Несмотря на многочисленность исследований, определивших успешность развития учения о функциональной асимметрии мозга за последние десятилетия, многие фундаментальные вопросы, касающиеся природы, механизмов и происхождения этого сложнейшего феномена все еще остаются открытыми. Трудности в решении этих вопросов, на наш взгляд, обусловлены тем, что в основном изучается один из аспектов асимметрии мозга, связанный с межполушарным различием мозговой организации различных психических функций. Вместе с тем отмечается почти полное отсутствие работ, касающихся важнейшего, с точки зрения определения природы и происхождения межполушарной асимметрии, аспекта асимметрии межполушарных взаимодействий. Кроме того, исследования проводятся главным образом на зрительном и слуховом анализаторах, в то время как для развития учения об асимметрии мозга было бы целесообразно изучение неравенства функций как можно большего числа парных органов человека, или всех профилей асимметрии мозга на одном и том же анализаторе.

Для решения этой проблемы мы использовали в качестве объекта исследования кожно-тактильный анализатор, учитывая его специфические особенности - огромную чувствительную поверхность и доступность, а главное, контралатеральность (чистый перекрест) нервных путей, связывающих тактильные рецепторы с нервными центрами соответственно левого и правого полушарий [1,2]. Учитывая особенности рук как парных органов, с целью изучения различных сторон асимметрии мозга мы разработали два новых способа исследования: 1) способ определения асимметрии тактильного восприятия [3] с использованием явления обратной маскировки, детально изученной нами ранее на кожном анализаторе [4], и 2) способ определения асимметрии межполушарных взаимодействий [5] с использованием метода бимануальной маскировки [6,7]. Закономерности тактильного восприятия, полученные нами, свидетельствуют об определяющей роли межполушарных взаимодействий в формировании функциональной асимметрии полушарий и, в какой-то мере, объяс-

няет природу левшества-правшества.

При всей важности полученных закономерностей есть еще много вопросов, которые следует тщательно исследовать, прежде чем пытаться строить теории о природе и происхождении асимметрии мозга.

В этом плане, на наш взгляд, значительный интерес представляет вопрос о влиянии врожденных свойств ЦНС на формирование в процессе раннего онтогенеза функциональной асимметрии полушарий.

С этой целью в настоящем исследовании проводились изучение закономерностей возбудимости кожно-тактильного анализатора рук как парных рецепторов на левшах и правшах и определение различий между способами обработки сенсорной информации в разных полушариях.

Методика. Для проведения исследования использовалось явление временной суммации, детально изученное на слуховом [8] и кожном анализаторе [9]. Методика эксперимента заключается в следующем.

Предварительно на коже тыльной стороны кистей обеих рук испытуемого фиксируются точки предъявления тактильных стимулов, симметричные друг другу, и на этих участках кожи определяются пороги чувствительности - величина минимального давления тактильного стимула определенной длительности, вызывающего в 70% случаев чувство легкого прикосновения. После этого начинается основная процедура измерений сначала на одной руке, потом на другой. На фиксированную точку кожи руки предъявляется пара одинаковых по интенсивности и длительности подпороговых стимулов (пара воздушных импульсов), следующих друг за другом с определенным временным интервалом. Первые измерения проводятся при достаточно больших временных интервалах между стимулами (0,5 - 1 с). В этих условиях из-за того, что стимулы подпороговые и значительно удалены друг от друга во времени, суммация их действий не происходит, и, естественно, испытуемый ничего не чувствует. Следующие измерения проводятся при меньших временных интервалах между стимулами: постепенно при уменьшении с каждым новым измерением межстимульного временного интервала, находится тот минимальный интервал между стимулами, при котором впервые пара подпороговых стимулов вызывает пороговое возбуждение и таким образом определяется критический интервал временной суммации.

С каждой новой пробой меняется интенсивность подпороговых стимулов (от 0,5 порога до порога) и вновь проводится измерение критического интервала временной суммации.

Затем, по полученным данным, строится зависимость порога кожной рецепции от интервала временной суммации.

Измерения проводят сначала на одной руке, затем на симметричном участке кожи другой руки.

В качестве тактильных стимулов использовались воздушные импульсы с длительностью 50 мс подпороговой интенсивности. Временной интервал между стимулами изменялся в пределах 1-1000 мс с помощью сконструированного нами электромеханического кожного адекватометра [6].

Исследования проводились на шести испытуемых (трех левшах и трех правшах) в возрасте 18-40 лет.

Результаты исследования и их обсуждение. Исследование выявило совершенно одинаковую картину возбудимости кожно-тактильного анализатора рук у всех испытуемых: как у левшей, так и у правшей при раздражении кожи левой руки время полной суммации короче, чем при раздражении кожи правой руки.

В экспериментах использовались пары воздушных импульсов определенной длительности (50 мс) с варьируемым временным интервалом. При разных величинах межстимульного интервала интенсивность стимулов изменялась (от величины порога до 0,5 порога). Порог рецепции - величина порогового давления короткого (50 мс) воздушного стимула, при которой у испытуемого возникало чувство легкого прикосновения, - определялся на каждом испытуемом на фиксированных симметричных точках обеих рук.

Исследование выявило, что на симметричных точках кожи рук пороги рецепции одинаковы у всех испытуемых [10]. Пороги рецепции колебались у разных испытуемых в пределах 20-45 мкм спиртового столба (сп. ст.).

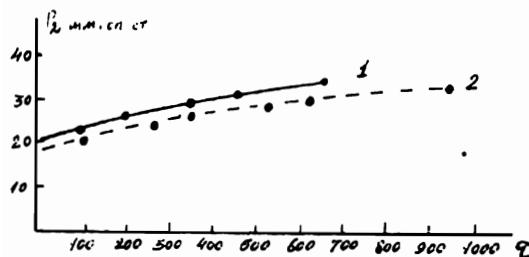
Опыты с парными подпороговыми стимулами, действующими на кожу кисти руки последовательно друг за другом с определенным временным интервалом, позволили построить кривые зависимости порога возбудимости от интервала между стимулами. Пороговый эффект достигался в результате суммации действия второго стимула с остаточным возбуждением, вызванным действием первого стимула. Ввиду сходства закономерностей, полученных на всех шестерых испытуемых, в работе представляются результаты исследований, проведенных на одном испытуемом (А.Г.), с правосторонней асимметрией рук (порог рецепции равен 35 мкм сп.ст. при длительности стимула 50 мс).

Правосторонне-левшество рук определялось по разработанному нами способу [5], по показателям межполушарных взаимодействий с использованием метода бинарной обратной маскировки [6,7].

На рисунке представлены кривые, построенные по средним данным из 10 опытов, поставленных отдельно на левой руке (лр)- кривая 1 и на правой руке (пр) - кривая 2. Анализ показал, что кривые эти описываются выражением типа

$$P_1 = P_2 \left(1 + e^{-\alpha(\tau+t)} \right), \quad (1)$$

где P_1 - пороговая интенсивность короткого (50 мс) воздушного стимула, P_2 - интенсивность подпороговых стимулов, τ - длительность межстимульного интервала, P_1/P_2 - сдвиг порога при вариации длительности интервала, t - длительность действия второго в паре стимула (50 мс), α - постоянная величина, характеризующая скорость спада возбуждения, вызванного действием первого стимула. Величина P_1 для испытуемого (А.Г.) на обеих руках одинакова и равна 35 мкм сп.ст.



Кривые зависимости порогов кожно-тактильной рецепции от интервала между двумя подпороговыми стимулами одинаковой интенсивности и длительности (50 мс). Абсцисса - интервал времени между стимулами, в мс; ордината - давление подпороговых стимулов в мкм спиртового столба (1 мкм сп.ст. = 8 Н/м²); кривая 1 - результат исследований, проведенных на левой руке; кривая 2 - на правой руке. Точки на кривых - средние данные (порог рецепции на симметричных точках кожи рук равен 35 мкм сп.ст.).

при которой подпоровое давление становится равным пороговому, $P_2 = P_1$.

По кривым 1 и 2, представленным на рисунке 1, видно, что время полной суммации, при предъявлении стимулов на кожу левой руки равно 700 мс (кр.1), на правой руке - 1000 мс (кр. 2). Большая величина времени полной суммации позволяет говорить о центральном характере полученных кривых, т.е. о процессе суммации и накопления возбуждения в кожной сенсорной системе. Различие между величинами времени полной суммации на левой и правой руках, на наш взгляд, свидетельствует о различии между скоростями спада (нарастания) возбуждения в соответствующих центральных отделах тактильного анализатора рук.

Из полученного выражения 1 следует, что процесс суммации и накопления возбуждения в кожной сенсорной системе происходит по экспоненте.

Выражение 1 характеризует связь между давлением подпороговых стимулов P_2 и длительностью интервала между ними. Из выражения 1, увеличение межстимульного интервала должно приводить к необходимости увеличения P_2 до величины P_1 для возникновения порогового ощущения.

Время полной суммации определяется величиной интервала между двумя подпороговыми стимулами,

В выражении 1 спад возбуждения характеризуется постоянной α ; ее значение можно легко получить прологарифмировав выражение 1 и представив его в виде выражения 2:

$$(\tau + t) = -\ln(P_1/P_2 - 1). \quad (2)$$

Легко заметить, что выражение 2 представляет собой уравнение прямой, где α - постоянная, характеризующая ее наклон.

Нетрудно убедиться в том, что использовав выражение 2 и экспериментальные данные, можно кривые 1 и 2 (см. рис.) представить в виде двух прямых (пересекающихся на оси абсцисс) с разными наклонами. Построив такой график, мы по наклону полученных прямых определили значение постоянной α для обеих рук. Расчеты показали, что на левой руке значение α больше, чем на правой: $\alpha_{лр} = 4,65 \text{ c}^{-1}$, $\alpha_{пр} = 3,32 \text{ c}^{-1}$ (различие статистически достоверно, $P < 0,001$ по Стьюденту).

С учетом контрлатеральности нервных путей, связывающих тактильные рецепторы левой руки с правым полушарием, правой руки - с левым, полученные результаты позволяют думать, что в правом полушарии (в соответствующих отделах кожного анализатора) процессы возбуждения (спад и нарастание) осуществляются в полтора (в два) раза быстрее, чем в левом полушарии.

Для объяснения явления временной суммации в слуховой системе Цвислоцкий [8] развел теорию силовой интеграции (подтвержденную в наших исследованиях [9]), согласно которой слуховая система работает как интегрирующая схема с постоянной времени 200 мс ($\alpha = 5 \text{ c}^{-1}$). Учитывая сходство закономерностей явления временной суммации в слуховой [8] и кожной системах [9], в рамках теории силовой интеграции, можно, на наш взгляд, считать, что кожно-тактильная система работает по принципу интегрирующей схемы с разными постоянными временем в зависимости от места раздражения.

На основании вышеизложенного и с учетом экспериментальных данных правое полушарие работает как интегрирующая схема с постоянной времени 215 мс ($\alpha_{пр} = 4,65 \text{ c}^{-1}$); левое полушарие - как интегрирующая схема с постоянной времени 300 мс ($\alpha_{лр} = 3,32 \text{ c}^{-1}$).

Это означает, что в левом полушарии, в соответствующих отделах тактильного анализатора, процессы возбуждения происходят медленнее, чем в правом.

Аналогичная закономерность получена у всех наших испытуемых - как правшей, так и левшей.

Обнаруженное в настоящей работе сходство закономерностей асимметрии процессов возбудимости в левом и правом полушариях головного мозга у левшей и правшей является еще одним подтверждением того, что левши не во всех функциональных сферах противоположны правшам [11]. В частности, полученные нами данные свидетельствуют о том, что в выполнении тактильных функций в левом типе функциональной организации человека существуют признаки правого типа. Вероятно, это наличие некоторых признаков правого типа у левых определяет разнообразие, слабость и неустойчивость проявлений функциональной асимметрии мозга у леворуких [11,12].

При изучении асимметрии тактильного восприятия нами было доказано, что только у правшей отмечается более быстрое восприятие стимулов на левой руке и лучшее восприятие пространственно-временных отношений в правом полушарии; у левшей, наоборот, - на правой руке и соответственно в левом полушарии [13].

Результаты, полученные в настоящем исследовании, позволяют предполагать, что нейродинамический аспект асимметрии мозга как врожденное свойство его работы может выступать только в качестве биологической предпосылки по отношению к функциональной асимметрии полушарий.

Хорошее согласие данных, полученных в настоящем исследовании, с данными, характеризующими асимметрию тактильного восприятия у правшей [13], свиде-

тельствует о существовании предрасположенности в природе к праворукости. Этой предрасположенностью, очевидно, можно в какой-то степени объяснить факт, что большинство людей правши, меньшинство - левши.

Различная скорость спада возбуждения, обнаруженная в настоящем исследовании, свидетельствует о различных принципах обработки тактильной, сенсорной информации в разных полушариях.

Армпединститут им. Х. Абовяна, ЕГУ

Поступила 13.10.1995

ЛИТЕРАТУРА

1. Сомьеен Дж. Кодирование сенсорной информации в нервной системе млекопитающих. М.: Мир, 1975.
2. Geldard F.A. Human senses. 1953, p.172-177.
3. Матоян Д.С. Способ определения асимметрии тактильного восприятия. - Психологический журнал, 1990, т.11, №1, с.62-66.
4. Матоян Д.С. Изучение закономерностей обратной маскировки в кожной системе человека.- Биофизика, 1975, т.20, № 4, с.750.
5. Матоян Д.С. Способ определения функциональной асимметрии головного мозга.- Авт. свидетельство N1708301, 1991. Бюлл. 1992, № 4.
6. Матоян Д.С. Электронно-механический кожный адекватометр и некоторые результаты его эксплуатации.- Уч. записки ЕГУ, 1978, № 2, с.100.
7. Матоян Д.С. Обратная маскировка в симметричных точках кожи рук человека.- Физиология человека, 1977, № 4, с.708-712.
8. Zwilloski J. Theory of temporal auditory summation.- J. Acoust. Soc. Am., 1960, 32, N8, p.1046-1060.
9. Матоян Д.С. Явление временной суммации и накопления в кожной сенсорной системе человека.- Биофизика, 1967, т.12, 6, с.1115-1119.
10. Carmon A., Billstrom D., Benton A.L. Cortex. USA, 1969, v.5, № 1, p.27-35.
11. Доброхотова Т.А., Брагина Н.Н. Загадки неправорукого меньшинства человека.- Вопросы философии. - 1980, № 1, с.124-134.
12. Симерницкая Э.Г. Доминантность полушарий. М.: Изд-во МГУ, 1978.
13. Матоян Д.С. Способ определения функциональной асимметрии полушарий головного мозга.- Авт. свидетельство N1333392. 1987. Бюлл. 1987, № 32.

Զ.Ս. ՄԱՏՈՅԱՆ, Ս.Ա. ԳՈՆԹԱՆ

ԳԼԽՈՒՂԵՂԻ ԱՍԻՄԵՏՐԻԱԾԻ ՆԵՑՐՈՂԻՆԱՄԻԿ ԴՐՍԵՎՈՐՈՒՄԸ

Ա. Մ Փ Ո Վ Ո Ւ

Աշխատանքը նվիրված է ուղեղի աջ և ձախ կիսագնդերում գրգռման պրոցեսների հյարդարակության մեջ և նեղացման մեջ տարրերությունների ուսումնասիրմանը: Օգտագործվել է տևողության գումարման օրինաչափությունների որոշման ձևը, որը առանձնանում է նրանով, որ ժետազոտությունը անց է կացվում երկու ենթաշենային գրգռիչների օգնությամբ (նույն ուժով և նեղությամբ, բաժանված իրարից ժամանակային ինտերվալով) նախ ձախ, հետո՝ աջ ճնուքների մաշկի փմներիկ հատվածներում (կետերում):

Ուսումնասիրությունը բացահայտել է աջիկների և ձախիկների համար նույն օրինաչափությունը՝ լրիվ գումարման ժամանակը ձախ ճնուքի վրա ավելի կարճ է, քան աջի: Այստեղից ենթադրվում է, որ տարբեր կիսագնդերում գրգռման պրոցեսների արագությունը տարբեր է, գրգռման անկումը աջ կիսագնդում ավելի արագ է կատարվում, քան ձախում: Հետազոտությունը վեր է հանել նաև տևողության գումարման կորերի էքսպոնենցիալ բնույթը և ուժային ինտերգրացիայի տեսության օգտագործման հնարավորությունը ստացած օրինաչափությունները մեկնաբանելու համար: Աշխատանքում բացահայտված հպման (տակտիլ) ինֆորմացիայի անալիզի տարբեր արագությունները երկու ճնուքների մաշկային գգայարանների կենտրոնական բաժիններում հեշտ է բացատրել, եթե նեթադրենք, որ աջ և ձախ կիսագնդերը աշխատում են ժամանակի տարբեր հաստատումներով, երկու ինտերգրացիոն սխեմանների սկզբունքով:

УДК 597:553

Биология

Р.А. МАИЛЯН, Э.М. ЕГИЛЗАРЯН, К.С. ТЕР-ОГАНЯН, Д.Э. ЯВРУЯН

ВЫРАЩИВАНИЕ РАДУЖНОЙ ФОРЕЛИ В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ

В статье обсуждаются результаты выращивания радужной форели (*Salmo irideus Gibbons*) в экстремальных условиях. Полученные результаты позволяют рекомендовать форелевым хозяйствам использовать местные ресурсы для повышения выживаемости и качества товарной продукции.

Форелеводство во многих странах стало высокодоходной ветвью товарного рыбоводства. В Китае, Японии, Норвегии и других странах уже с каждого кубического метра водного пространства получают по 100-150 кг товарной форели. С применением специальных сбалансированных форелевых кормов кормовой коэффициент доведен до 1 и даже 0,8 единиц. Это очень важно, поскольку заготовка, транспортировка и хранение большого количества комбикормов стали проблематичными.

Долгие годы наши форелевые хозяйства, по аналогии с бывшим социалистическим хозяйством, были убыточными и субсидировались ради "престижа". Причина убыточности наших форелевых хозяйств крылась, прежде всего, в отсутствии научно обоснованной биотехники применительно к конкретным условиям.

Более или менее рентабельные форелевые хозяйства были созданы и в Армении - Акналичское, Ангехакотское, Джермукское и др.

Освоив азы биотехники, эти хозяйства начали создавать дочерние хозяйства во многих районах республики. Спонтанно возникли и многочисленные частные хозяйства. Начался настоящий бум форелеводства, благо розничные цены товарной форели под видом ишхан подскочили до небывалых величин. По всему видно, что после этого бума неизбежно последует резкий спад производства товарной форели, поскольку владельцы этих хозяйств не имели никакого представления о биотехнике и игнорировали всякие технические, гидрологические и гидробиологические требования к хозяйствам подобного рода.

С другой стороны, расширение географии форелеводства и рост общих масштабов выращивания создали предпосылки для усовершенствования биотехники применительно к конкретным почвенно-климатическим условиям, развертывания целенаправленных селекционных работ, повышения качества продукции.

Именно с такими намерениями мы с 1991 г. приступили к усовершенствованию биотехники товарного выращивания радужной форели в Республике Армения.

Материал и методика. Опыты ставились в разных климатических условиях и на разных источниках питания, в том числе:

- в двух земельных прудах площадью в 100 и 300 м² с родниковым питанием в каньоне р. Раздан, у с. Птгни;
- в двух земельных прудах на р. Азат, ниже с. Гарни, с комбинированным источником питания за счет родниковых вод и р. Азат (Гарни);
- в двух 0,5 гектарных прудах в Разданском районе с питанием за счет р. Мармрак;
- в двух форелевых бетонных канавах Акналичского хозяйства с питанием за счет стока оз. Айгер-лич;

- в двух цементных бассейнах в Масисском районе за счет питания артезианскими водами.

Таким образом, опыты были поставлены как на государственных, так и на частных хозяйствах. В каждом хозяйстве имелось по одному экспериментальному и контрольному водоему, с одинаковым режимом кормления.

В одном из прудов или бассейнов применялись обычные форелевые комбикорма заводского производства, а в другом подопытных рыб кормили теми же кормами с микродобавками. В качестве микродобавок использовались премикс, комплекс обычных витаминов (поливитамины), ряска и фарш из малоценной свежей рыбы (карась) и боевых отходов (печень, селезенка) и т.д.

Все земляные пруды в частных хозяйствах были построены со значительными отклонениями от требований гидротехники, в частности без сооружения "Монах", то есть сток осуществлялся не с глубинных слоев пруда, а с поверхности.

Следует, однако, отметить, что нам не удалось до конца осуществить замысел эксперимента, поскольку блокада железных дорог не позволила хозяйствам, как государственным, так и частным, организовать завоз свежих комбикормов. В результате многие хозяйства были вынуждены использовать комбикорма с просроченными сроками хранения (до года и более). Кроме того, резкое подорожание горюче-смазочных материалов парализовало работу автотранспорта, и многие хозяйства вообще перестали кормить рыб, точнее кормление осуществлялось спорадически, с перерывами на двое-трое суток, при этом не соблюдался режим кормления.

В таких условиях в более выгодном положении оказались те хозяйства, водоснабжение которых осуществлялось за счет речных вод, в которых более или менее развита естественная кормовая база.

В остальном, все опыты проводились в одинаковых экстремальных условиях.

При анализе результатов экспериментов для сравнения использовались такие показатели, как темпы линейного и весового роста, некоторые морфометрические данные, главным образом, пластические, морфоэкологические индексы сердца, печени, селезенки и гонад. Кроме того, исследовалась гистоструктура печени.

Кусочки печени величиной 0,5-1,0 см фиксировались в Буене и ФСУ. После соответствующей обработки изготавливались срезы толщиной 5 мкм. Срезы окрашивались гематоксилином-эозином.

Взвешивания сердца и селезенки осуществлялись на торсионных весах, а печень и гонады - на технических лабораторных весах.

До взвешивания из сердца выдавливалась сгустившаяся кровь, а печень отделялась от желчного пузыря. Количество материала показано в таблицах.

Результаты и обсуждение. Как известно, комплексы морфологических особенностей рыб связаны с движением и обитанием их в разных гидрологических условиях. Изменение комплекса морфологических особенностей обычно сопровождается изменением их показателей в процессе онтогенеза [1-5]. Поэтому представляет интерес выявление динамики некоторых морфометрических признаков у радужной форели, выращенной в разных условиях.

* Одной из особенностей строения рыб является различие в положении спинного, анального и брюшных плавников. Поэтому рассмотрим, каково положение этих плавников у радужной форели, находящейся на разных стадиях онтогенеза (табл. 1).

Как видно из данных табл. 1, в процессе онтогенеза происходит некоторая перегруппировка в плавниках. Спинной и брюшные плавники несколько продвигаются вперед - к голове. В то же время грудные и брюшные плавники расходятся в противоположных направлениях.

Существуют функциональные связи между расположением плавников и особенностями биологии [5]. Это, видимо, обусловлено тем, что в естественных водоемах рыба в поисках пищи совершает дальние и продолжительные передвижки, а в условиях неволи, то есть в прудах она практически находится в состоянии выживания и в момент кормления совершает кратковременные и частые броски, где на первый план выступает способность к стремительному движению.

Таблица 1

Динамика расположения плавников радужной форели у разных размерных групп (n=45)

Признаки	158-199 мм	235-272 мм
антедорсальное расстояние	45,72 ± 0,20	42,51 ± 0,22
постдорсальное расстояние	50,56 ± 0,26	50,51 ± 0,25
антинальное расстояние	68,52 ± 0,18	-
антивентральное расстояние	49,22 ± 0,38	48,18 ± 0,40
расстояние между Р-У	27,12 ± 0,21	30,37 ± 0,14
длина головы	22,76 ± 0,42	21,03 ± 0,15
длина рыла	6,01 ± 0,12	5,28 ± 0,15
высота головы	15,47 ± 0,13	15,14 ± 0,12

С возрастом происходит уменьшение относительной длины головы и укорочение рыла, что также связано с характером питания. Видимо, микроэволюционные процессы у разных полов протекают неодинаково (табл. 2).

Таблица 2

Прожаление полового диморфизма у радужной форели

Признаки	самки (n=20)	самцы (n=23)
антедорсальное расстояние	44,43 ± 0,21	43,27 ± 0,26
антивентральное расстояние	48,09 ± 0,30	48,69 ± 0,20
антинальное расстояние	68,61 ± 0,41	
постдорсальное расстояние	50,37 ± 0,27	50,51 ± 0,29
расстояние Р-У	27,94 ± 0,26	29,85 ± 0,27
длина головы	21,78 ± 0,30	21,99 ± 0,19
длина рыла	5,80 ± 0,13	5,27 ± 0,12
высота головы	15,72 ± 0,17	14,76 ± 0,14
наибольшая высота тела	21,16 ± 0,15	21,31 ± 0,15

Однако в нашей выборке, как это видно из табл. 2, половой диморфизм у радужной форели выражен слабо. Важное значение при выращивании рыб имеет физиологическое состояние рыбы, о чем можно судить по таким морфофизиологическим индексам, как индекс сердца, печени, селезенки и гонад (табл. 3).

Таблица 3

Изменение индексов сердца, печени, селезенки, I/H и гонад радужной форели при разном режиме кормления

Режим кормления	Индекс сердца	Индекс печени	Индекс селезенки	Индекс высоты тела (I/H)	n
без микродобавок	2,24	10,37	3,37	7,95±1,27	20
с микродобавками	1,85	15,64	6,93	12,72±0,54	20
независимо от кормления	самки 2,06	12,25	5,09	10,02±0,13	20
	самцы 2,05	15,25	7,40	10,82±0,14	23

Форма тела рыб наилучшим образом отражается в индексе высоты тела (I/H). Различия в форме тела достоверны даже в случае незначительного отклонения гидродинамических условий обитания рыб [6].

Как видно из табл. 3, индекс высоты тела у разных групп колеблется более чем в 1,5 раза. По этому показателю имеется достоверное различие между самками и самцами. У самцов этот показатель выше, следовательно, они более прогонисты.

Индекс сердца у разных полов имеет одинаковую величину. Он менее зависит также от условий содержания. Однако в индексах печени наблюдаются существенные различия, как по условиям кормления, так и по полам.

Печень является важной железой пищеварительной системы, которая чутко реагирует на рацион кормления и на состав кормов. Индекс печени самцов значительно

выше индекса печени самок. Точно такая же закономерность существует в индексах селезенки. Он выше, с одной стороны, у рыб с более полноценным кормлением и у самцов независимо от характера кормления. Видимо, прав Шмальгаузен, отмечавший, что если по какому-либо признаку существует половой диморфизм, то филогенетически этот признак в целом, как правило, эволюционирует в самцах, требующих приспособления [7].

Но увеличение печени в некоторых случаях связано с патологической гипертрофией. У такой печени паренхима как бы бледнеет и приобретает мраморный цвет. У таких рыб гипертрофирован также желчный пузырь, при этом желчь также обесцвечена, как бы разбавлена водой, а у отдельных особей она приобретает цвет и консистенцию мочи.

Соединительная ткань печени радужной форели слабо развита. Она образует капсулу органа, от которой внутрь печени отходят тонкие прослойки. Междольковые прослойки соединительной ткани плохо выражены, в связи с чем границы долек предопределются печеночными триадами, состоящими из веточек печеночной артерии, воротной вены и желточного протока.

У 11 исследованных особей содержание соединительной ткани более 50% наблюдалось у 2-х особей, а содержание паренхимы также более 50% - у 9-ти особей. Эти показатели соответственно колебались от 19,5 до 91,7 и от 8,3 до 80,5%.

Желчные протоки выстиланы однослойным кубическим эпителием. В более крупных протоках они приобретают призматическую форму. В триадах междольковых артерий и вен четко выражены мышечные, эндотелиальные и соединительнотканые оболочки. От внутридольковых артерий и вен внутри долек проходят капилляры, которые затем, сливаясь, переходят в центральную вену, расположенную в центре печеночной дольки. В просвете центральной вены и кровеносных сосудов видны ядерные эритроциты, эозинофильные нейтрофилы и другие ядерные элементы крови.

Эндотелиальная выстилка внутридольковых капилляров состоит из кезидяровских клеток. У некоторых рыб наблюдается гиперемия сосудов, во внутридольковых капиллярах наблюдается кровенаполнение.

Паренхима органа представлена печеночными трубочками, состоящими из печеночных клеток. На поперечных срезах печеночных трубок имеются от 4-х до 7 клеток, что свидетельствует о наличии соответствующего количества параллельно идущих печеночных клеток, составляющих печеночную трубку, в просвете которой они образуют желчный капилляр. Печеночные трубы переплетаются. Они могут ветвиться и анастомозировать. В паренхиме печени встречаются митозы, а также пигментные клетки. Иногда наблюдаются вакуолизированные гепатоциты, что свидетельствует о наличии жировых включений. По данным Н.И. Григорьева, вес печени радужной форели претерпевает сезонные изменения. Они выражаются как в изменении цитоплазмы клеток и ее органоидов, так и ядра и ядышек [2].

Селезенка рыб, как известно, является и кроветворным органом и органом-депо. В обоих случаях масса этого органа имеет важное приспособительное значение. Здесь, видимо, имеет место не патологическая гипертрофия, поскольку при крупных и незначительных размерах селезенки ее паренхиматозная ткань имеет одинаковую консистенцию и цвет, то есть внешне различимы только ее размеры.

Наш материал не позволяет охарактеризовать закономерности формирования половых продуктов, поскольку не были осуществлены серийные наблюдения по месяцам и сезонам года. Кроме того, в нашей выборке превалировали незрелые особи.

Качество товарной рыбы во многом зависит от упитанности рыб. По характеру упитанности рыбы резко отличаются от наземных позвоночных. При ухудшении условий питания у рыб функционирует механизм сохранения постоянства упитанности путем изменения темпа линейного роста [3]. Нами определены коэффициенты упитанности (по Фультону и Кларк) у рыб разного размера, разного пола, с различным режимом кормления (табл. 4).

Обычно принято считать, что если коэффициент упитанности по Кларк больше единицы, значит кормовая база находилась в удовлетворительном состоянии, а ме-

нее единицы - в неудовлетворительном [4]. Как видно из данных табл. 4, у молодых возрастных групп как по Фультону, так и по Кларк коэффициенты упитанности выше единицы.

Таблица 4

Коэффициенты упитанности радужной форели

Размерные группы, пол	по Фультону	по Кларк	n
I=150-200.мм	1,37	1,17	24
I=230-280.мм	1,36	0,84	20
самки	1,13	0,98	20
самцы	1,38	1,04	23

Это, видимо, объясняется тем, что младшие возрастные группы, такие, как планктонофаги, помимо искусственных кормов, употребляли также естественный корм в виде зоопланктона, который поступал как извне, так и формировался в самом пруде.

Упитанность самцов несколько выше, чем у самок, это объясняется тем, что энергозатраты на развитие гонад у самок больше, чем у самцов.

Помимо упитанности, на качество товарной рыбы влияет и жирность, прежде всего тот жир, который накапливается в межмышцах.

Жирность рыбами определена визуально и органолептически. По этим показателям она оказалась ниже нормы.

Не соответствовал норме также цветной показатель мяса. Этот показатель зависит от корма. Обычно мясо форели высокой упитанности и жирности бывает белого цвета, если рыба выращена на комбикормах. Опытные рыболовы в конце выращивания кормят форель естественными кормами, обычно гаммарусами, что придает мясу розовую окраску и специфический аромат.

Обобщение результатов проведенного опыта в экстремальных условиях позволяет судить о патологических изменениях в организме форели и разработать мероприятия по их предотвращению. Эти опыты показывают, что в условиях полного отсутствия полноценных комбикормов за счет местных доступных ресурсов можно "облагораживать" утратившие ценность корма путем микродобавок.

Самыми универсальными, легкодоступными и дешевыми компонентами микродобавок являются ряска и фарш из карася, которые содержат много витаминов, микроэлементов и биологически активные вещества. Просроченные и лишенные витаминов комбикорма играют роль наполнителя и служат источником протеинов. Говоря о низком качестве комбикормов, мы имеем в виду только просроченные комбикорма, которые, однако, складировались в нормальных условиях. Поскольку при хранении кормов в условиях избыточной влажности в них развиваются грибки, и такие комбикорма содержат микотоксины, а следовательно, непригодны для употребления.

Помимо корректировки кормов, немаловажное значение имеет соблюдение требований гидротехники. Пруды должны иметь донный водоспуск и регулятор уровня. Каждый пруд должен иметь самостоятельное водоснабжение по мере возможности из головного водоема. При соблюдении этих требований и в аналогичных экстремальных условиях можно выращивать товарную форель.

ЛИТЕРАТУРА

1. Емельянов С.В. Изменчивость в раннем онтогенезе животных, ее связь с условиями развития и отношение к изменчивости взрослых. - В кн.: Экологоморфологические исследования раннего онтогенеза позвоночных. М.: Наука, 1984, с.5-39.
2. Максимович А.А., Коротаев Г.К. Связанное с иерархом изменение тонкой структуры...лосося. - Цитология, 1969, №11, с.1393.
3. Никольский Г.В. Экология рыб. М.: Высшая школа, 1963.
4. Правдин И.К. Руководство по изучению рыб. Л., 1966.
5. Световидов А.Н. Сельдевые (Clupeidae). -Фауна СССР, М.-Л., 1951.
6. Шварц С.С. Экологические закономерности эволюции. М., 1980.
7. Шмальгаузен И.И. Факторы эволюции. М.: Наука, 1968.

Դ.Ա. ՄԱԹԵՒԼՅԱՆ, Է.Մ. ԵՂԻԱԶԱՐՅԱՆ, Կ.Ս. ՏԵՐ-ՕՀԱՆՅԱՆ, Դ.Է. ՑԱՎՐՈՒԹՅԱՆ

ՄԻԱԾԱՆԱՅԻՆ ՖՈՐԵԼԻ ԱՃԵՑՈՒՄԸ ԷՔՍՏՐԵՄԱԼ ՊԱՑՄԱՆՆԵՐՈՒՄ

Ա. մ փ ո փ ու մ

Հողվածում քննարկվում են ծիածանային ֆորելի (*Salmo irideus Gibbons*) էքստրեմալ պայմաններում աճեցման արդյունքները: Ստացված տվյալները թույլ են տալիս երաշխավորելու տեղային ռեսուրսների օգտագործումը ֆորելային տնտեսություններում ձկների ապրելունակության և արտադրանքի ապրանքային որակի բարձրացման համար:

Р.В. АКОПЯН, О.П. ГУЮМДЖЯН

МИНЕРАЛООБРАЗОВАНИЕ В СИСТЕМЕ
 $SiO_2 - Al_2O_3 - Fe_2O_3 - MgO - CaO - Na_2O$ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ
СТЕПЕНИ НЕРАВНОВЕСНОСТИ ПРОЦЕССА

Исследовано минералообразование в ряде составов в многокомпонентной силикатной системе, имеющей важное значение для получения технических камней, а также для теории кристаллизации габбро-базальтовых магм. Установлены варианты минерального состава в зависимости от степени неравновесности процесса минералообразования. Выявлена связь мономинеральной пироксеновой кристаллизации с степенью переохлаждения расплава. Выявлены отклонения в составах минералов, обусловленные отклонением системы от процесса равновесного минералообразования.

В исследуемой системе, где, наряду с "мелкими" катионами $Mg^{2+}, Fe^{3+}, Al^{3+}$, значительную роль играют "крупные" катионы Na^+ и Ca^{2+} , взаимоотношение между силикатообразующими катионами довольно осложнено. Специфическое свойство Na^+ и Ca^{2+} "натягивать" на себя сложные кремнекислородные комплексы $(Si_2O_7)^{6-}$ вызывает разнообразие кремнекислородных радикалов и в какой-то мере способствует равновесному ходу процесса кристаллизации расплава. В то же время образование сложных кремнекислородных комплексов, вызывающих кристаллизацию фаз со сложной структурой, способствует увеличению полимеризации, а равно и вязкости, т.е. увеличиваются факторы, обеспечивающие неравновесный процесс кристаллизации расплава. Для таких расплавов имеется больше возможностей для установления физико-химических причин возникновения определенных отклонений от равновесного процесса минералообразования.

Многокомпонентный характер изучаемой системы, где имеется сложное взаимное влияние основных силикатообразующих катионов друг на друга, зависимость между строением расплава и его составом, а также между условиями кристаллизации и степенью равновесности процесса минералообразования, проявляются сравнительно более резко.

Для исследования процессов минералообразования в системе $SiO_2 - Al_2O_3 - Fe_2O_3 - MgO - CaO - Na_2O$ выбраны следующие составы (табл. 1), отвечающие ряду технических камней: базальтовому литью, петроситаллам, стекловолокнистым и другим материалам.

Гомогенизированные при 1400 °C расплавы охлаждались с выдержками через каждые 50 °C в течение 0, 5, 1, 3, 6 и 12 часов. Петрографическими и рентгенографическими исследованиями выявлено, что во всех составах при выдержках менее трех часов кристаллизуются камни магнетит-пироксенового или мономинерального пироксенового составов, а при длительной кристаллизации, т.е. с приближением системы к условиям равновесия, создаются возможности для образования минералов с более сложными структурами. Таким образом имеет место вариативность минералообразования, когда при относительно равновесных условиях нормативные каль-

ций-алюминат и нефелин идут на построение полевых шпатов с образованием пла-глиоклаз-пироксенового состава. Сравнительно быстрое охлаждение расплава спо-собствует интенсивному образованию магнетита, а часть или все количество каль-ций-алюмината и жадентового компонента участвует в построении кальций-магне-тических пироксенов с образованием камней магнетит-пироксенового состава. Тре-тий вариант минералообразования характеризуется практически мономинеральным пироксеновым составом, образуя сложные железосодержащие пироксены с значи-тельным количеством изоморфных составляющих, о чем свидетельствуют также высокие показатели преломления пироксенов (Ng - 1,728 - 1,730, Np - 1,703 - 1,705). Иначе говоря, отклонение системы от условий равновесного кристаллохимического упорядочения способствует возникновению метастабильных фазовых сочетаний. Этот процесс должен быть настолько неравновесным, чтобы препятствовать прояв-лению алюминия в плауниоклазах, железа в магнетите, магния в оливине, кальция в минералах "второй главы кристаллохимии силикатов".

Химический состав исследуемых расплавов

Таблица 1

Составы	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MgO	CaO	Na ₂ O	Сумма
I	49,20	1,56	18,06	2,99	5,32	7,20	11,24	3,40	99,97
II	50,04	1,50	17,53	3,47	6,95	6,53	9,73	4,30	100,34
III	45,00	0,45	16,70	2,65	5,30	11,16	16,00	3,02	100,05
IV	45,86	1,20	16,07	5,39	4,55	12,16	11,45	3,20	100,00
V	42,95	1,20	14,25	4,94	4,23	15,32	14,30	3,02	99,92
VI	45,47	1,20	14,70	5,33	4,62	14,80	10,80	3,00	99,88
VII	45,20	1,10	13,27	5,26	4,66	17,40	10,11	3,00	100,21

В технических камнях процессы минералообразования происходят при более ко-ротком временном этапе и являются более неравновесными, поэтому явления ва-риативности выражены в них сравнительно резко. Вариативность минералообразова-ния в искусственных материалах является основой разработки технологических приемов управляемой кристаллизации для получения вариантов фазового состава и структуры с разнообразными рабочими свойствами. Так, магнетит-пироксеновый состав обеспечивает износстойкость, появление плауниоклаза в пироксен-плауниок-лазовом составе понижает кислотостойкость, но повышает износстойкость и осо-бенно термостойкость. Мономинеральный пироксеновый вариант обусловливает вы-сокую кислотостойкость и износстойкость материала. В таблице 2 приводятся ми-неральный состав и температурные интервалы выделения минералов из расплавов, выдержаных в течение 6 часов. Наибольшим интервалом кристаллизации во всех расплавах обладает пироксен (26-280 °C). Оливин отмечается не во всех составах и имеет очень узкий интервал кристаллизации (50-90 °C). Первой кристаллической фазой во всех составах является магнетит. В составах, где кристаллизуется оливин, он является второй кристаллической фазой. Плауниоклаз наблюдается во всех рас-плавах, однако порядок выделения его меняется. В составах III, IV, VI и VII плауниок-лаз и пироксен кристаллизуются одновременно. В пятом составе пироксен выде-ляется одновременно с оливином и раньше плауниоклаза. В первом и втором соста-вах плауниоклаз кристаллизуется раньше пироксена. Температура образования пи-роксена в этих расплавах на 20 °C ниже температуры выделения плауниоклаза. Более раннее образование плауниоклаза связано, очевидно, с высоким содержанием в этих составах полевошпатовых анионных мотивов.

Ниже определенной температуры камни характеризуются мономинеральным пироксеновым составом. Сопоставление температур мономинеральной пироксеновой кристаллизации с температурами ликвидусов расплавов (табл. 3) показывает, что мономинеральный вариант кристаллизации связан с определенной степенью переох-лаждения расплава. При этом склонность расплава к мономинеральной кристалли-зации различна и зависит от их нормативного состава и в первую очередь от коли-чества сложных полевошпатовых анионных группировок $AlSi_3O_8 + Al_2Si_2O_8$.

Минеральный состав и интервалы кристаллизации минералов

Составы	Интервалы кристаллизации минералов, °C				
	магнетит	оливин	пироксен	плагиоклаз	мономинеральный пироксенновый
I	1210	—	1170-900	1190-1000	1000-900
II	1195	—	1160-900	1180-1000	1000-900
III	1200	—	1180-900	1180-1020	1020-900
IV	1175	1170-1100	1160-1010	1160-1010	1010-900
V	1175	1165-1100	1165-900	1150-1040	1040-900
VI	1230	1210-1160	1185-900	1185-1080	1080-900
VII	1180	1175-1160	1160-900	1160-1060	1060-900

Таблица 3

Склонность расплавов к мономинеральной кристаллизации в зависимости от их нормативного состава

Составы	Температура начальной кристаллизации, °C	Температура мономинеральной пироксеновой кристаллизации, °C	Степень переохлаждения, °C	$AlSi_4O_8 + Al_2Si_2O_5$	Si_2O_5	SiO_4
I	1220	1000	220	62,800	31,4	5,80
II	1215	1000	215	61,00	30,8	9,2
III	1210	1020	190	53,9	23,3	22,8
IV	1180	1010	170	52,8	19,1	28,1
V	1200	1040	160	48,0	19,0	33,0
VI	1240	1080	160	47,9	18,8	33,3
VII	1180	1060	120	44,1	18,7	38,2

Наибольшая степень переохлаждения расплава для формирования пироксенового состава наблюдается в расплавах I и II, отличающихся высокими значениями алюмокремнекислородных мотивов; с уменьшением их доли интервал от температуры начальной кристаллизации до температуры мономинерального состава сокращается. Несмотря на это, большая величина этого интервала для всех исследуемых составов свидетельствует о значительной полимеризации в строении расплавов, т.е. о сильно неравновесных условиях минералообразования.

Результатом неравновесной кристаллизации является также отклонение наблюдаемых составов минералов от расчетных. Сопоставление фактических и нормативно-расчетных качественных характеристик плагиоклазов из исследуемых расплавов (табл. 4) указывает на отклонение их составов от расчетных в сторону обогащения их аортитовой составляющей. Такие отклонения описывались и другими исследователями. Так, Рашин Г.А. [1] наблюдал кристаллизацию битовнит-аортита N85-95 вместо расчетного андезина N42-45. Леонтьева А.А. [2] из четырех базальтовых расплавов различного состава наблюдала образование битовнита вместо лабрадора. В кристаллизации более основного плагиоклаза особую роль, на наш взгляд, играет наименее электроотрицательный катион натрия, где отражается влияние, оказываемое катионом натрия на полимеризацию в строении расплава и особенно на их вязкость при температуре ликвидуса. Этим обусловливается незавершенность реакционных процессов в системе аортит-альбит, чем и вызывается относительное за-ышение номера плагиоклаза.

Отклонение в фактических и расчетных составах наблюдается также и для оливинов. Показатели преломления наблюдавших нами оливинов согласно диаграмме Винчелла [3] состав-свойства в ряду $Mg_2SiO_4 - Fe_2SiO_4$ свидетельствуют о содержании в них соответственно 3,5; 2,5; 6,0, и 3,0 моль % Fe_2SiO_4 , в то время как нормативно-расчетные содержания составляли соответственно 7,0; 6,5; 9,1 и 7,1 моль %. Таким образом обнаруживается заметное обогащение состава оливина форстеритовой составляющей. Подобное обогащение состава форстеритовой молекулой можно

объяснить, очевидно, проявлением закисного железа преимущественно в магнетите и пироксенах. Одновременно оптические характеристики оливинов показывают, что содержание в них фаялитовой молекулы меньше ожидаемого при учете кристаллизации магнетита с максимальным возможным проявлением в нем железа.

Таблица 4
Фактические и нормативно-расчетные качественные характеристики минералов

Составы	Характеристика минералов					
	Плагиоклазы		Оливины			
	Наблюдаемый	Расчетный	Оптические данные		Fe ₂ SiO ₄ , моль %	
			Наблю-даемый	Расчет-ный		
I	битовнит N80	лабрадор N60	-	-	-	-
II	лабрадор N70	лабрадор N58	-	-	-	-
III	битовнит N72	лабрадор N57	1,678	1,642	3,5	7,0
IV	битовнит N72	лабрадор N58	1,675	1,641	2,5	6,5
V	лабрадор N70	лабрадор N55	1,685	1,650	6,0	9,1
VI	битовнит N78	лабрадор N52	1,676	1,640	3,0	7,1

В данном случае обогащение оливина форстеритовой составляющей можно объяснить более резким проявлением в неравновесных условиях охлаждения расплавов энергетической выгодности образования ортосиликатов магния по сравнению с ортосиликатами железа, на которую указывал Лебедев В.И. [4].

НПФ "Камень и силикаты", ЕГУ

Поступила 10.09.1996

ЛИТЕРАТУРА

1. Рашин Г.А. О колебаниях плагиоклазов в андезит-базальтовых породах. - ЗВМО, 1962, вып. 3.
2. Леонтьева А.А. Плавленые базальты, их свойство и применение. - Тр. ИГН АН СССР, 1950, вып. 86.
3. Винчелл Р.И. Оптическая минералогия. М.-Л., 1953.
4. Лебедев В.И. Основы энергетического анализа геохимических процессов. М., 1957.

Դ.Վ. ՀԱԿՈԲՅԱՆ, Հ.Պ. ԳՈՒՑՈՒՄՃՅԱՆ

ՄԻՆԵՐԱԼԱԿԱՌԱՋՈՒՄԸ $SiO_2 - Al_2O_3 - Fe_2O_3 - MgO - CaO - Na_2O$
ՀԱՄԱԿԱՐԳՈՒՄ ՊՐՈՑԵՍԻ ՏԱՐԵՐԵՐ ԱՍՏԻԺԱՆԻ
ԱՆՀԱՎԱՍԱՐԱԿԾՈՒԹՅԱՆ ՊԱՅՄԱՆՆԵՐՈՒՄ

Ա. Մ Փ Ո Ւ Մ

Ուսումնասիրված է միներալառաջացումը տեխնիկական քարերի՝ բազալտային քարեճովվածքների, պետրոսիտալների և այլ արհեստական նյութերի կազմին համապատասխանող հալոցքներում: Համակարգի հավասարակշուրջածության աստիճանից կախված ստացվել են տարրեր միներալային խմբեր: Որոշված են տարրեր կազմության հալոցքներից մոնոմիներալային պիրոքսենային քարերի ստացման գերսանեցյան պայմանները: Հայտնաբերված է, որ հալոցքի ստացման խիստ անհավասարակշուրջածության պայմաններում առաջացած միներալների կազմը չի համապատասխանում նորմատիվ-հաշվարկայինին:

Р.Х. ГАГИНЯН

РЕЛЬЕФ АРМЕНИИ И ВОЗМОЖНОСТИ ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДЛЯ ВЕТРОЭНЕРГЕТИКИ

На основе фондовых и опубликованных данных 52 метеостанций отобраны те из них, для которых среднемноголетняя скорость ветра больше 3 м/с. Проведен совместный анализ топографических особенностей рельефа и динамики ветрового режима 23 наиболее перспективных метеостанций. Проводится оценка перспективности развития сельской ветроэнергетики, а также отмечаются области возможного локального ускорения ветра и указываются зоны, где рекомендуется проводить инструментальные измерения (мониторинг).

Выделены районы по перспективности использования ветра с энергетической точки зрения.

Ограниченностю топливных и гидроэнергетических ресурсов Армении, давшая о себе знать особенно в тяжелых для республики условиях современной геополитической и экологической ситуации, принуждает нас возвратиться к поднятым ранее проблемам использования ветровой энергетики с учетом морфологии рельефа, что по отношению к вторгающимся в Армению воздушным массам создает благоприятные условия для образования значительных по силе и продолжительности приземных потоков [1,2]. Глобальному распределению энергии в атмосферных потоках присущ весьма неравномерный и нестабильный характер. Ситуация осложняется в горных регионах, где существенными оказываются местные факторы, приводящие к деформации ветропотоков. К этим факторам относится влияние рельефа, а также местная динамика термических и барических градиентов. С другой стороны, ситуация еще более осложняется тем, что самым доступным источником информации о динамике ветропотоков являются национальные гидрометеорологические службы, информация которых в большинстве случаев ни по расположению, ни по техническому оснащению изначально не предполагала решения вопроса об оценке ветроэнергетического потенциала республики в интересах развития современной ветроэнергетики.

Армения расположена в зоне западно-воздушного переноса ветра. С точки зрения полезного использования энергии ветра наибольший интерес представляют те области, где энергетически наиболее значительный процесс западно-воздушного переноса достигает приземного слоя атмосферы. Вторую по величине энергетически значимую зону в спектральной кривой распределения энергии ветропотока составляют области с характерным потокообразующим рельефом. Известно, что энергия ветропотока зависит от кубической скорости ветра и даже при незначительном постоянном ускорении потока ветра выигрыш в энергии ощутим. Следовательно, в условиях сложной орографии рельефа Армении для адекватной оценки ветроэнергетического потенциала необходимо учитывать морфологические черты рельефа. Гипсометрия и формы рельефа имеют большое значение для правильного размещения ветроэнергетических установок (ВЭУ). Высота гор, а также угол наклона склонов влияют на скорость ветра. На изолированных пиках и поднятых высоко в атмосферу хребтах наблюдаются большие, средние и экстремальные скорости в результате малого влияния трения на движение воздуха в свободной атмосфере. Было доказано, что скорость ветра над горными вершинами, как правило, возрастает до

уровня, соответствующего 30% их абсолютной высоты [3]. Таким образом воздушный поток в горах изменяется под воздействием динамических факторов, обусловленных орографией, и термических факторов, в результате чего создается местная циркуляция. Не только меняется направление, но и возникает вертикальное перемещение воздушного потока, с чем и связаны также изменения его скорости. Все это вместе взятое делает наблюдаемое в Армении поле ветра в высшей степени сложным и изменчивым.

Мировой опыт развития ветроэнергетики показывает, что определение характеристик ветропотока базируется в основном на информации о скоростях, направлении и частоте ветра, полученной национальными метеослужбами. Далее, на основе выбранной методики полученные результаты суммируются в единый ветроэнергетический кадастр страны, специально предназначенный для прикладных нужд ветроэнергетики [4]. Однако применение известных методов для оценки ветроэнергетического потенциала Армении оказалось неполным, так как они в основном предназначены для равнинных стран, где не учитывалось влияние рельефа.

Нами была предложена двухэтапная методика определения ветроэнергетического потенциала республики, учитывающая особенности рельефа [5]. На первом этапе проводятся соответствующая обработка многолетней фоновой метеоинформации и предварительная оценка ветроэнергетического потенциала, затем морфологический анализ рельефа отдельных регионов с учетом среднемноголетних направлений роз ветров для выявления зон локального ускорения ветропотока. На втором этапе в перспективных зонах проводятся специальные инструментальные наблюдения (ветроэнергетический мориторинг) с целью выявления конкретных площадок строительства ветроэнергетических станций (ВЭС) и определения структуры размещения ВЭУ.

Ввиду большой пересеченности рельефа Армении общее направление воздушных потоков над ним заметно изменяется, что особенно ярко проявляется в пестроте направления ветра в различных частях республики. Различная орографическая защищенность районов вызывает большое разнообразие в направлении и скорости ветров. О направлении ветра представление дают карты роз ветров атласах Армении [2,6]. Как видно из этих карт, для направления ветра в Армении определяющим является орография. Наличие сложного рельефа республики приводит к большим термическим градиентам между склонами и долинами, сушей и водными поверхностями. В связи с этим возникает местная циркуляция, т.е. горно-долинные ветры, фены и бризы на побережье озера Севан. В районах горно-долинной циркуляции направление ветра не имеет четко выраженного годового хода и определяется направлением долины. В котловинах, окруженных с трех сторон горами и открытых в одну сторону (Талинское плато, Масрикская равнина и т.д.), направление ветра в течение года не меняется. Хорошо выраженный годовой ход ветра отмечается по долинам рек Раздан-Касах-Агстев, Памбак-Дзорагет, Воротан-Арпа-Нахичевань, на побережье Малого Севана. Эти ветры рассматриваются как результат циркуляции атмосферы между долинами Аракс и Кура. На перевалах, где ветропоток заметно сужается, направление и скорость ветра выражены наиболее ярко.

В холодное полугодие, несмотря на влияние рельефа, наблюдается усиление западных и северных ветров. В теплую половину года наоборот, повторяемость западных ветров заметно сокращается, увеличивается повторяемость восточных и южных ветров. Причем зимой, начиная с декабря по март включительно, суточный ход направления ветра в Армении почти не выражен. Летом вследствие усиления местной горнодолинной циркуляции суточный ход направления ветра ярко выражен, особенно в Арагатской равнине, Севанском бассейне и т.д.

В высокогорной зоне республики направление общего потока искажается сравнительно мало. С высоты 3000м (3,4% территории республики) западные ветры в течение года составляют значительный процент.

Для энергетических целей необходимо знание числа штилей. Анализ данных показывает, что максимум штилей бывает в низменном и среднегорном поясах, а также в замкнутых котловинах, а минимум - в высокогорном поясе и на перевалах. В метеорологических характеристиках наиболее важным для ветроэнергетики яв-

ляется скорость ветра. Данные, полученные с помощью флюгерных наблюдений, представляют собой весьма общую характеристику, так как они дают приблизительное представление об изменениях структуры ветра как в пространстве, так и во времени. С помощью среднегодовых и среднемесячных величин, а также повторяемости различных скоростей и т.д. нельзя характеризовать изменения воздушного потока. С точки зрения использования энергии ветра практическую значимость имеет мощность ветропотока, заключенная в 100 метровом приземном слое атмосферы. На метеостанциях высота флюгеров установлена до 10 метрового рубежа. Следовательно, в инженерных расчетах ветроэнергетического потенциала необходимо производить коррекцию значения скорости ветра для диапазона высот 10-100 м от поверхности.

Информационную основу проведенных работ составили фондовые и опубликованные данные метеоинформации из 52 станций [7,8]. Из этого количества были отобраны те метеостанции, для которых среднемноголетняя скорость ветра больше

3 м/с . На основе информации, полученной за 5 лет (1980-1985 гг.), выделены наиболее перспективные участки с точки зрения ветроэнергетики. Для выработки электроэнергии в промышленно значимых масштабах наиболее перспективными областями являются районы с развитой горнодолинной циркуляцией. Особенно перспективны седловины перевальных хребтов, разделяющие обширные районы с различными климатическими особенностями. Здесь многолетняя среднегодовая скорость ветра колеблется $6-12 \text{ м/с}$, среднее число дней с сильным ветром превышает 300 дней в году.

Нами проведен совместный анализ топографических особенностей рельефа и динамики ветрового режима 23 наиболее перспективных метеостанций как областей непосредственно примыкающих к рассматриваемым метеостанциям, так и более обширных регионов, не охваченных сетью метеостанций. Результаты анализа послужили основанием к составлению комментариев относительно перспективности развития сетевой ветроэнергетики в том или ином районе республики. Составлены картосхемы рассматриваемых метеостанций, охватываю-

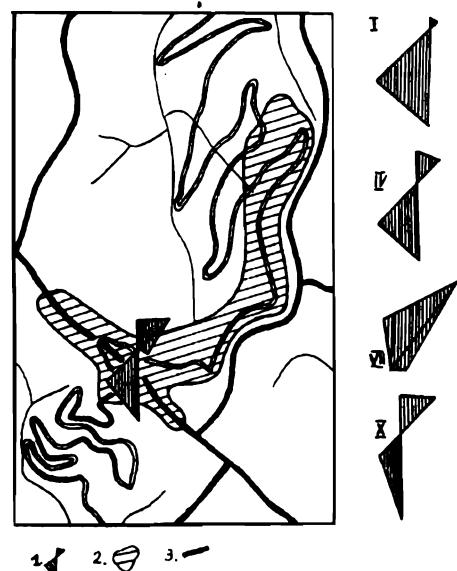


Рис. 1. Роза ветров метеостанции "Пушкинский перевал":

- 1- среднемноголетняя повторяемость направления ветров, справа от карты - среднесезонная;
- 2- зона репрезентативности метеостанции;
- 3- основные водоразделы.

щие непосредственно прилегающие к данной метеостанции территорию, основой для которых послужили топокартиги масштаба 1:25000. На картосхемах указаны водоразделы хребтов, дороги, линии электропередач, зоны репрезентативности и т.д. На точках расположения метеостанций наложены направления роз ветров, построенных по многолетним данным наблюдений. Вне картосхем приведены среднесезонные направления роз ветров. Проводится оценка перспективности развития сетевой ветроэнергетики в районе непосредственного расположения данной метеостанции, вблизи пределов зоны репрезентативности последней. Оценивается также репрезентативность расположения самой метеостанции в пределах более обширного района с точки зрения оценки технического ветроэнергетического потенциала. Отмечаются области возможного локального ускорения ветра благодаря топографическим особенностям рельефа и указываются зоны, где рекомендуется проводить инструментальные измерения (мориторинг). Наконец, анализируя геоклиматические и топографические особенности района в целом, выделяются перспективные области развития сетевой ветроэнергетики, выпавшие из поля зрения сети метеостанций.

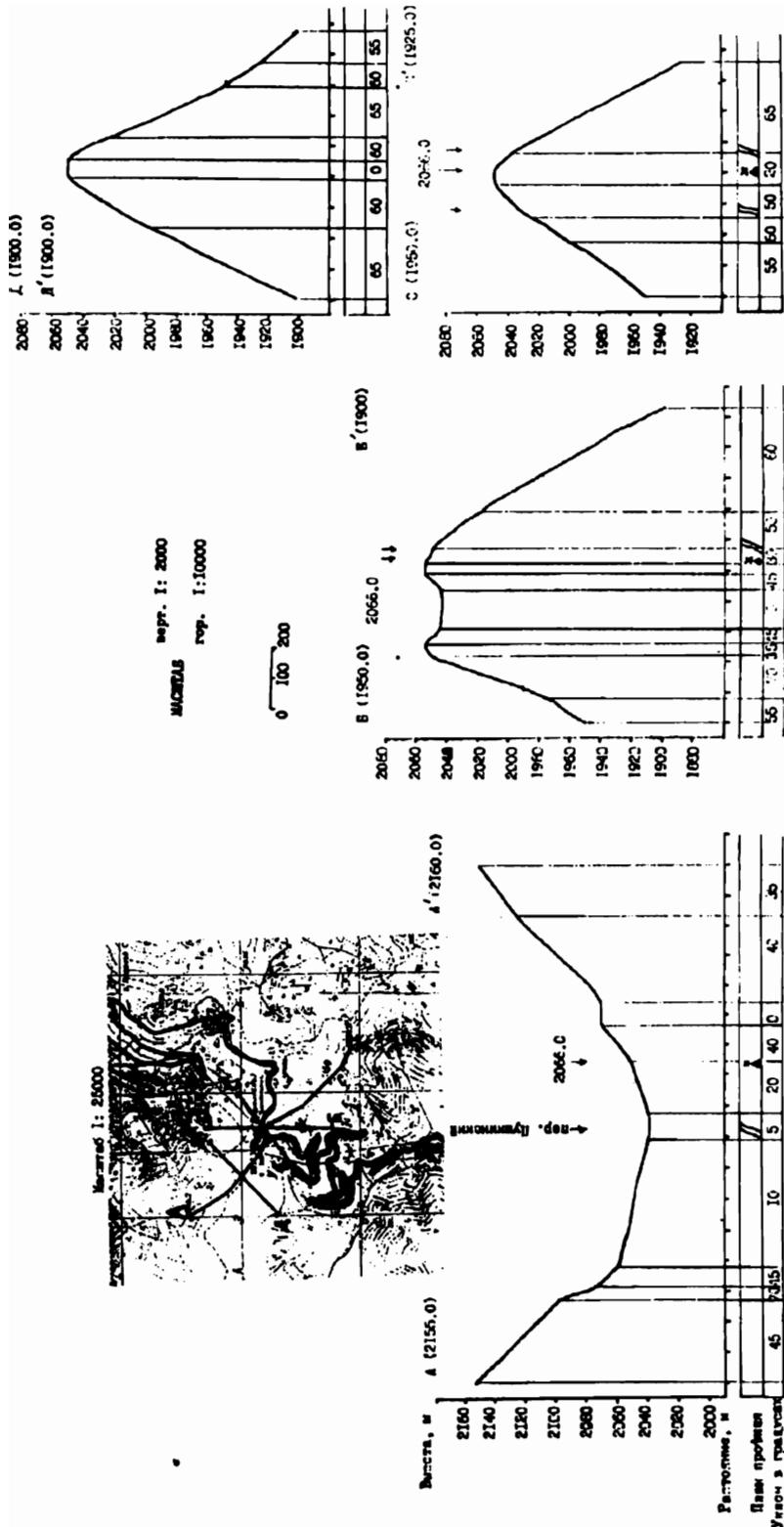


Рис. 2. Продольные профили по метеостанции "Пушкинский перевал".
Продольный профиль вдоль Базумского хребта (А-А'); профили Базумского хребта вдоль преобладающих направлений ветров (Б-Б', С-С'), попеченный профиль Базумского хребта 250 м северо-западнее Пушкинского перевала (Д-Д').

Для примера приведены данные, полученные для метеостанции "Пушкинский перевал" (рис. 1). Метеостанция расположена на седловине перевала Базумского хребта, на высоте 2066м. Преобладающим направлением в осенне-зимний период являются южные и юго-западные ветры, а в весенне-летний - северо- и северо-восточные. Среднемноголетняя скорость ветра составляет 6,46 м/с. Зона репрезентативности вытянута в близширотном направлении главного водораздела Базумского хребта и частично в близмеридиональном направлении на площади 1,1 км². Само расположение метеостанции репрезентативно для выбора перспективных площадок установки сетевых ВЭУ, поскольку станция расположена на седловине перевала и открыта со всех румбов. Орографические и климатические особенности Пушкинского перевала и более широко - зона водораздела Базумского хребта до Карагачского перевала перспективны для развития сетевой ветроэнергетики.

На рис. 2 показаны продольные профили водораздельного хребта по метеостанции "Пушкинский перевал", а также профили преобладающих направлений ветров и поперечный профиль Базумского хребта в 250 м СЗ от метеостанции. По оси абсцисс указаны местоположения метеостанций и дорог, а также углы наклона профилей. Во врезке дана картосхема района. Участок седловины перевала с небольшими уклонами (до 10°), имеющий длину 600м и ширину 50-100м, благоприятен для строительства ВЭС. Анализируя характер преобладающих направлений ветропотока и учитывая ширину пологого участка седловины Пушкинского перевала, можно заключить, что предполагаемая ВЭС должна состоять из 10-14 ВЭУ, расположенных преимущественно в одну линию, но фронтально к преобладающему направлению ветропотока. На протяжении участка седловины шириной около 100м возможно расположение ВЭУ в два ряда в шахматном порядке.

Результаты проведенных работ привели нас к выводу, что, несмотря на многообразие рельефа, суточного и сезонного хода скорости ветра, в республике по перспективности использования ветра с энергетической точки зрения можно выделить следующие районы.

1. Районы расположения метеостанций, перспективные для использования сетевых ВЭУ. К ним относятся станции "Сисианский перевал", "Пушкинский перевал", "Ератумбер", "Кочбек", "Севан-озерная", "Арагац-высокогорная".

2. Районы республики, не охваченные существующей сетью станций, которые перспективны для размещения сетевых ВЭУ. К ним относятся Базумский хребет, между перевалами Пушкинский и Карагач, отдельные районы бассейна оз. Севан и Арагацского массива, Джавахетский, Гегамский, Вайкский, Зангезурский хребты, участки Варденисского хребта в районе Сулемского перевала и Ширакского хребта в районе Джаджурского перевала.

3. Районы республики, о перспективности которых можно судить лишь после проведения специальных инструментальных измерений (мориторинг).

4. Районы республики, неперспективные с точки зрения развития сетевой ветроэнергетики. К ним относятся большая часть Арагацской котловины, Ширакского и Лорийского плато, СВ районы Армении.

Кафедра геоморфологии и картографии

Поступила 9.04.1996

ЛИТЕРАТУРА

- Багдасарян А.Б. Ветры Армении и возможности их энергетического использования. - Изв. АН Арм. ССР, сер. геогр. и геол. наук, 1958, №4, с. 51-55.
- Атлас Армянской ССР. Изд-во Еր. М., 1961.
- Роджер Г. Барри. Погода и климат в горах. Л.: Гидрометеоиздат, 1984, 245с.
- Хачатрян В.С., Марджанян А.А. Современное состояние развития ветроэнергетики. Ветроэнергетический потенциал Армении. Ер., 1984, 95с.

5. Григорян А.А., Гагинян Р.Х., Марджанян А.А. Оценка рельефа Армении с точки зрения использования ветра. - В кн.: Инженерная география, инженерно-геоморфологические аспекты. Вологда, 1993, т.1, с. 96-98.
6. Атлас природных условий и естественных ресурсов Арм. ССР. Климат. Ер., 1975. .
7. Справочник по климату. Ветер. Арм. ССР. Л.: Гидрометеоиздат, 1967, в.16, 182с.
8. Научно-прикладной справочник по климату СССР. Серия 3. Многолетние данные. Части 1-7. Арм. ССР. Л.: Гидрометеоиздат, 1989, в.16, 365с.

Ո.Խ. ԳԱԳԻՆՅԱՆ

ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՌԵԼԻԵՖԸ ԵՎ ՀՈՂՄԱԷՆԵՐԳԵՏԻԿԱՅԻ ՀԱՄԱՐ ԴՐԱ ՕԳՏԱԳՈՐԾՄԱՆ ՀՆԱՐԱՎՈՐՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ

Ա. Մ Վ Ո Վ Ո Ւ

Տպագրված և ֆոնդային աշխատանքների հիման վրա Հայաստանի տարածքի 52 օդերևութաբանական կայաններից առանձնացվել են այնպիսիք, որոնցում քամու միջին տարեկան արագությունը գերազանցում է 3 մ/վ: Կատարվել է 23 առավել հեռանկարային կայանների ողիծեփի տոպոգրաֆիական առանձնահատկությունների և քամու ոճմիմի ընթացքի համատեղ վերլուծություն և գնահատվել է հողմաէներգետիկայի զարգացման հեռանկարայնությունը: Առանձնացվում են քամու տեղային արագացման հնարավոր շրջանները և նշվում են զոնաներ, որտեղ առաջարկվում է կատարել գործիքային չափումներ (մոնիթորինգ):

Նախնական վերլուծությունը ցուց է տալիս, որ Հայաստանում հողմային հոսքի առավել բավարար ցուցանիշներ ունեն լեռնանցքները:

Հողմաէներգետիկայի տեսանկյունից քամու հեռանկարային օգտագործման նպատակով առանձնացվում են մի շաբթ շրջաններ:

**ՍԵՎԱՆԱ. ԼՇԻ ՀԱՆԴՍԱՖՏԱՆԵՐԻ ԴԱԾԱՅԻՆ
ՀԵՏԱԶՈՏՄԱՆ ՄԵԹՈԴԻԿԱ**

Լանդշաֆտների դաշտային հետազոտությունը կարևոր օղակ է բնական համալիրների ամբողջականությունն ընդունելու և հասկանալու համար: Լանդշաֆտները կամ նրանց առանձին տարրերը կուսական վիճակում շատ քիչ են հանդիպում: Մարդու փոփոխել է լանդշաֆտի որոշ բաղադրիչներ (հողային ծածկ, բուսածածկ): Մյուս բաղադրիչները (երկրակեղն, ջրոլորտ) համեմատաբար քիչ են փոփոխվել:

Բնական համալիրների փոփոխությունները տեղի են ունենում բնական և մարդածին երևույթների ազդեցությամբ: Բնական երևույթների որոշ մասը (երկրակեղների դարավոր տատանումները, ալերախությունը, կիմայական փոփոխությունները) դանդաղորեն է փոփոխում բնական համալիրները, մինչդեռ մյուսները (մակերևութային լվացումը էրոզիան, սողանքը, փլամքը, դեֆլյացիան, անտառային հրդեհները) փոփոխում են շատ արագ: Մարդածին ազդակներից են հանգավայրերի օգտագործումը, շուպազանների և օդային ավազանի աղտոտումը, բուսածածկի ոչնչացումը, որսագործունը և այլն:

Ստորև բերվում է մի ցուցակ, որտեղ թվարկվում են այն բնական և մարդածին երևույթները, որոնք բացասաբար են ազդում բնական համալիրի հավասարակշռության, նրա բնական վերարտադրողական հատկությունների վրա:

1. Մակերևութային հոսք;
2. Մակերևութային լվացում (ըստ էրոզիոն ակոսների ցանցի խտության և ըստ հողերի հումուսային հորիզոնի նվազման);
3. Ջորականութային ցանցի ձևավորում;
4. Սողանքային, փլամքային, թափվածքային երևույթներ;
5. Ջրհոսքերի էրոզիոն-աբրազիոն-կուտակումային գործունեություն;
6. Շահճացում, աղակալում, գրունտային ջրերի մակարդակի բարձրացում, իդիգացիոն էրոզիա;
7. Դեֆլյացիա;
8. Գետերի, ջրավազանների աղտոտում սանիտարական վիճակի խախտումով;
9. Բուսածածկի ոչնչացում, որսագործություն;
10. Օդի աղտոտում արդյունաբերական թափոններով, բուսածածկի վնասում գագափոշային թափոններով:

Բնական համալիրների բարձրավանական վերաբերյալ հետաքրքիր աշխատանք է կատարվել Պ.Պ. Գումինի և ուրիշների կողմից [1]: Նորանք իրենց հետազոտությունները կատարել են Մոնղոլիայի ժողովրդական հանրապետությունում, որտեղ բնական համալիրների փոփոխության, քայլքայման գործում մեծ դեր են խաղացել գերարձեցումը, անտառային հրդեհները: Ուսումնասիրությունների արդյունքում կատարվել է քայլքայիշ երևույթների դասակարգում ըստ տիպերի և տեսակների:

Հենվելով այս ուսումնասիրությունների վրա և հաշվի առնելով Սևանի ավազանի ֆիզիկաշխարհագրական առանձնահատկությունները՝ ստացել ենք Սևանի ավազանի լանդշաֆտների քայլքայման տիպերի (1, 2, 3, 4) և տեսակների խմբավորումը ըստ ձևաբանական կանխանչանների:

Տեսակը

Կանխանշանը

1. Երկրահամալիրի քայլքայում՝ կապված նյութի տեղափոխման հետ մակերևութային լվացում՝ առանց մակերևույթի ձևափոխման շրային էրոզիա և մակերևութի ձևափոխությունը՝ հողի պրոֆիլի, մեխանիկական կազմի փոփոխություն ակոսների, ձորերի, սողանքների առաջացում

Էրողին պրոցեսների հետևանքով մաս-
րակողի կուտակում մակերևույթին
մանրանողի էլոյային արտաքրում ա-
ռանց մակերևույթի ձևափոխման
(նաև վարելահողում)

ցրությունը, թմբիկների և նուրբ շերտերի
ձևով թարմ բերվածքներ
հողերի մեխանիկական կազմի փոփո-
խում

2. Երկրահամալիրի քայլայումը՝ կապված հողի ֆիզիկական հատկությունների վատացման հետ

մակերևույթային և վարելատակ հողային
հորիզոնների խտացում
հողի կառուցվածքի քայլայում
մակերևույթի կեղևակալում
ճեղքերի առաջացում
գերխոնավացում
մակերևույթի փոփոխություն արոտային և
ճանապարհային էրոզիայի շնորհիվ
վար

հողի և հողային հորիզոնների ֆիզիկա-
մեխանիկական հատկությունների
փոփոխում

3. Երկրահամալիրի քայլայումը՝ կապված հողի քիմիական հատկությունների վատացման հետ

հումուսի և սննդարար տարրերի կորուստ
աղիացման և աղոտացման երևակում-
ներ
գիպսակրություն և կարբոնատության
փոփոխում
տեխնածին աղտոտում

պրոֆիլում բաց գույների գերակշռու-
թյուն, աղային նորագոյացությունների,
կոնկրեցիաների առաջացում

4. Երկրահամալիրի քայլայումը՝ կապված բուսածածկի փոփոխության հետ

արմատական բուսականության ոչնչա-
ցում հրդեհներով, անտօնահատու-
թյամբ
քանակական և կենսական փոփոխու-
թյուններ գերարածացման հետևանքով

պրոյեկցիոն ծածկույթի դիմամիկան,
առատությունը, տեսակների կենսու-
նակությունը, ինդիկատորները

Քայլայման տիպերը, տեսակները և նրանց կանխանշաները իմանալուց հետո
այժմ նշենք բուսածածկի, հողածածկի և մակերևույթային լվացման այն ցուցանիշները,
որոնք դաշտային պայմաններում կարելի է ուսումնասիրել և ստանալ որոշակի օրի-
նաչափություններ:

Բուսածածկը կարելի է բնութագրել մի շաբթ ցուցանիշներով:

1. Կ է ն ս ա զ ա ն գ վ ա ծ : Կենսազանգվածը (*լ/հա, ց/հա*) կամ միավոր մակերե-
վորթին ընկննությունը բուսածածկի զանգվածը ունիվերսալ ցուցանիշ է:

2. Բ ո ւ ս ա ծ ա ծ կ ի ա ռ ա տ ո ւ թ յ ո ւ ն : Սա թեև որակական գնահատական է,
բայց թույլ է տալիս գաղափար կազմել տվյալ վայրի բուսածածկի մասին: Առատու-
թյունը աշքաշափով կարող է որոշվել խոնարին սանդղակով. 5 միավոր՝ շատ առատ,
90%-ից մեծ; 4 միավոր՝ առատ, 90-70%; 3 միավոր՝ ոչ առատ, 70-50%; 2 միավոր՝ թիւ,
50-30%; 1 միավոր՝ շատ թիւ, 30%-ից փոքր:

3. Բ ո ւ ս ա ծ ա ծ կ ի պ ր ո յ ն կ ց ի հ ի ն ծ ա ծ կ ո ւ յ թ : Սա որոշվում է բուսածերի
վերգետնյա մասի և փորձարկվող տարածքի մակերեսների հարաբերությամբ արտա-
հայտված %-ով:

4. Բ ո ւ ս ա ծ ա ծ կ ի տ ե ղ ա բ ա շ խ ո ւ մ : Այն կարող է լինել հավասարաչափ և
ոչ հավասարաչափ: Անհավասարաչափ տեղաբաշխման պատճառ կարող են լինել
աղիացմանը, աղոտային համալիրները, գերարածացումը, միկրոգոգավորություննե-
րը, լվացումը և այլն:

Հողերի դաշտային հետազոտությունների համար հայտնարելի են հետևյալ ցու-
ցանիշները:

1. Հ ո դ ի մ ե խ ա ն ի կ ա կ ա ն կ ա զ մ ը : Այն որոշում են թաց մեթոդով: Ավիի մեջ
լցնում են հողը և այն մանրացնում, մինչև որ բոլոր կառուցվածքային առանձնահատ-
կությունները քայլային: Հողը խոնավացնում են մինչև լուծույթի այնպիսի աստի-
ճան, որ այն սեղմելիս ջուրը չթափվի, բայց հողի մակերևույթը փայլի ջրից: Դրանից
հետո խոնավացած հողը ափի մեջ գլորում են և պատրաստում կավալար՝ տրամագի-
ծը 3մ, երկարությունը՝ 30սմ:

Հողի մեխանիկական կազմի որոշման չափանիշները

- ա) պտտման ընթացքում կավալար չի առաջանում, փշրվում է՝ հողը ավագային է,
 բ) պտտման ընթացքում անկայուն թել է առաջանում, որը մասամբ բաժանվում է առանձին կտորների՝ հողը ավագակավ է,
 գ) պտտման ընթացքում առաջանում է կավալար, բայց օդակի պատրաստման ժամանակ հեշտությամբ մասնատվում է՝ թեթև կավավազ,
 դ) կավալար առաջանում է, բայց օդակ պատրաստելիս կտորների է բաժանվում՝ միշտն կավավազ,
 ե) կավալար հեշտությամբ է առաջանում, բայց օդակ պատրաստելիս ճեղքեր է տալիս՝ ծանր կավավազ,
 զ) պտտման ընթացքում առաջանում են և՛ կավալար, և՛ օդակ առանց ճեղքերի՝ կավային հող:

2. Հողի կառուցվածքը: Սրա տակ հասկացվում է խտության (կապվածության) արտաքին արտահայտումը և ծակոտենությունը:

Դաշտային շրջադիտական հետազոտությունների ժամանակ օգտվում են հետևյալ չափանիշներից.

- 1) ուժեղ խիտ, հոծ կազմվածք՝ դանակի սուր ծայրը դժվարությամբ է մտնում հողի մեջ կամ չի մտնում,
- 2) ուժեղ կազմվածք՝ դանակի սուր ծայրը դժվարությամբ է մտնում հողի մեջ (1-2սմ),
- 3) թույլ կազմվածք՝ դանակը հեշտությամբ մի քանի սմ մտնում է հողի մեջ,
- 4) փխրուն կազմվածք՝ թույլ սեղման դեպքում դանակը հեշտությամբ մտնում է հողի մեջ.

5) փոշիանման կազմվածք՝ հողը կազմված է փոշուց և ավագից:

3. Նորագոյացությունները: Սրանք հողի հիմնական հորիզոններից էականորեն տարբերվող նյութերի կուտակում են հողի ծակոտենությունը, ճեղքերում:

4. Արմատացին համակարգի զարգացումը: Սրա տակ հասկացվում են արմատների, ինչպես նաև ջրի և օդի առանձին հորիզոնների թափանցելու հնարավորությունները:

5. Հողահանդակի կուլտուրա - տեխնիկական վիճակը: Նկարագրությունները նեղգրկում է հողահանդակների գնահատումը գյուղատնտեսական օգտագործման նպատակներով:

Հողի լվացման և տեղատարման որոշումը

Միևնույն բնական պայմաններն ունեցող լանջում (լանջի թեքությունը և ձևը, հողաբուծական ծածկությունը) ընտրում են հաշվարկային մակերևույթները: Դրանք պետք է ունենան ուղամական տեսք, որի երկար կողմը ձգվում է լանջի երկայնքով: Մակերեսվությի չափերն են՝ 1մ լայնություն, 100մ երկարություն:

Ստորև բերվում է լվացման արդյունքները գրանցելու համար կազմված աղյուսակների ձևը [2]:

Հաշվարկման մակերևույթի հողի լվացման դիտարկումների մատյան

Հաշվարկային մակերևույթի №-ը	Հեռակորդությունը ձորի առնկից մ-ով	Մակերևույթի թեքությունը աստիճաններով	Լանջի ձևը	Բուսականությունը	Հողերը	Ակոսների ձևը	Ակոսի չափերը երկ., լայն., խոր.
--------------------------------	---	--------------------------------------	-----------	------------------	--------	--------------	--------------------------------------

Պրոֆիլի երկայնքով հողի լվացման հաշվարկը

Հաշվարկային մակերևույթի №-ը	Ակոսների միջին լայն. սմ-ով	Ակոսների միջին խոր. սմ-ով	Ակոսների միջին երկ. սմ-ով.	Հաշվարկային մակերևույթը ընկածող ակոսների քանակը	100մ մակերեսից լվացված հողի ծավալը (V, մ ³)	Ինա-ից լվացված հաշվալը (R=V×100մ ⁻¹)
--------------------------------	-------------------------------	------------------------------	-------------------------------	---	---	--

100մ⁻² մակերեսից լվացված հողի ծավալը որոշում են միջին լայնության, երկարության, խորության և ակոսների քանակի արտադրյալով (V): Ինս մակերեսից լվացված հողի ծավալը (R) որոշվում է $R=V \cdot 100$ արտահայտությամբ:

Այսահատով, սրանք են այն հիմնական ցուցանիշները, որոնք կարելի են հաշտային պայմաններում ուսումնասիրել և դրանց հիման վրա գաղափար կազմել բնական լանջագտների և գրանց մարդածին փոփոխման աստիճանի մասին:

ЛИТЕРАТУРА

1. Гунин П.Д. и др. Антропогенная нарушенность геосистем. Изв. АН СССР, сер. География, 1991, № 2.
2. Волошин И.Н., Полевые крупномасштабные ландшафтные исследования. Одесса, 1977.

О.Я. САЯДЯН

МЕТОДИКА ПОЛЕВЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ЛАНДШАФТОВ БАССЕЙНА ОЗ. СЕВАН

Резюме

В основу статьи легли материалы полевых ландшафтных исследований, проходивших в МНР (Гунин П.Д. и др.), в Одесской области (Волошин Н.И.), а также полевые наблюдения автора. Делается попытка выработать единый комплексный метод изучения ландшафтов бассейна оз. Севан.

УДК 532.516

Р.Ж. МНАЦАКАНЯН

НЕСТАЦИОНАРНОЕ ТЕЧЕНИЕ ВЯЗКОЙ ЖИДКОСТИ В КНАЛЕ С ДВИЖУЩЕЙСЯ СТЕНКОЙ

Рассматривается нестационарное течение вязкой жидкости в канале с движущейся стенкой под действием постоянной массовой силы. Задача решается с помощью интегрального преобразования Лапласа. Получены законы изменения продольной скорости в начальном и стабилизированном участках канала.

1. Такие течения относятся к мало изученному классу задач в теории движения вязкой жидкости [1-3] и имеют многочисленные практические приложения в современной технологии.

Задача состоит в следующем: под действием постоянной массовой силы X , приложенной в момент $t = 0$, начинает двигаться жидкость в канале с движущейся стенкой. Движение стенки происходит в своей плоскости с постоянной скоростью U_1 .

За исходное уравнение движения жидкости принимается приближенное линеаризованное уравнение Навье-Стокса в виде [2]

$$\frac{\partial v_x}{\partial t} + U \frac{\partial v_x}{\partial x} = X + v \frac{\partial^2 v_x}{\partial y^2}. \quad (1.1)$$

Здесь U - средняя расходная скорость основного потока по сечению в начале канала, где распределение скорости принимается равномерным, v_x - компонент скорости жидкости по оси OX , v - кинематический коэффициент вязкости жидкости, X - массовая сила, параллельная скорости v_x .

Границные условия для поставленной задачи будут иметь вид

$$\begin{aligned} &\text{при } t=0 \quad x=0, \quad v_x=0, \\ &\text{при } t>0 \quad y=h, \quad v_x=U_1, \\ &\text{при } t>0 \quad y=-h, \quad v_x=0, \end{aligned} \quad (1.2)$$

где $2h$ - ширина канала.

Приступая к решению задачи, введем новые переменные, полагая

$$z = \frac{x}{h}, \xi = \frac{y}{h}, u = \frac{v_x}{U}, T = \frac{U t}{h}, X_1 = \frac{X h}{U^2}.$$

Тогда уравнение (1.1) и граничные условия (1.2) примут следующий вид:

$$\frac{\partial u}{\partial T} + \frac{\partial U}{\partial z} = X_1 + \frac{1}{Re} \frac{\partial^2 u}{\partial \xi^2}, \quad (1.3)$$

$$\begin{aligned}
& \text{при } T = 0 \quad z = 0, \quad u = 0, \\
& \text{при } T > 0 \quad \xi = 1, \quad u = \frac{U_1}{U}, \\
& \text{при } T > 0 \quad \xi = -1, \quad u = 0, \\
& \text{где } \operatorname{Re} = \frac{Uh}{v} - \text{число Рейнольдса.}
\end{aligned} \tag{1.4}$$

2. Уравнение (1.3) при граничных условиях (1.4) решаем с помощью интегрального преобразования Лапласа [4]. Применяя к уравнению (1.3) и к граничным условиям (1.4) преобразования Лапласа относительно переменной T , получим

$$\lambda w + \frac{\partial w}{\partial z} = \frac{X_1}{\lambda} + \frac{1}{\operatorname{Re}} \frac{\partial^2 w}{\partial \xi^2}, \tag{2.1}$$

$$\text{при } T = 0 \quad z = 0, \quad w = 0,$$

$$\text{при } T > 0 \quad \xi = 1, \quad w = \frac{U_1}{U}, \tag{2.2}$$

$$\text{при } T > 0 \quad \xi = -1, \quad w = 0,$$

$$\text{где } w(z, \xi, \lambda) = \int_0^\infty u(T, z, \xi) e^{-\lambda T} dT.$$

Для решения уравнения (2.1) вновь применим метод Лапласа, получим

$$\frac{d^2 \bar{w}}{d\xi^2} - \operatorname{Re}(\lambda + s) \bar{w} = -\frac{\operatorname{Re} X_1}{\lambda s}, \tag{2.3}$$

$$\text{при } T > 0 \quad \xi = 1, \quad \bar{w} = \frac{1}{\lambda s} \frac{U_1}{U},$$

$$\text{при } T > 0 \quad \xi = -1, \quad \bar{w} = 0, \tag{2.4}$$

где s - параметр преобразования относительно переменной z .

Решение уравнения (2.3) с учетом граничных условий (2.4) будет

$$\bar{w} = \frac{1}{\lambda s} \frac{U_1}{U} \frac{\operatorname{sh} \beta (\xi + 1)}{\operatorname{sh} 2\beta} + \frac{X_1}{\lambda s(\lambda + s)} \frac{\operatorname{ch} \beta - \operatorname{ch} \beta \xi}{\operatorname{ch} \beta}, \tag{2.5}$$

$$\text{где } \beta = \sqrt{\operatorname{Re}(\lambda + s)}.$$

Для перехода от изображения \bar{w} к оригиналу w воспользуемся теоремой разложения [4]. Получим

$$\begin{aligned}
w = & \frac{U_1}{\lambda U} \left[\frac{\operatorname{sh} \sqrt{\lambda \operatorname{Re}} (\xi + 1)}{\operatorname{sh} 2\sqrt{\lambda \operatorname{Re}}} + \frac{1}{2 \operatorname{Re}} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-1)^n \pi n \sin \pi n (\xi + 1) / 2}{s_n} e^{s_n z} \right] + \\
& + \frac{X_1}{\lambda} \left[\frac{\operatorname{ch} \sqrt{\lambda \operatorname{Re}} - \operatorname{ch} \sqrt{\lambda \operatorname{Re}} \xi}{\lambda \operatorname{ch} \sqrt{\lambda \operatorname{Re}}} + 2 \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-1)^n \cos \mu_n \xi}{\mu_n s_n} e^{s_n z} \right],
\end{aligned} \tag{2.6}$$

УДК 537.33

О. С. ЕРИЦЯН, О. М. АРАКЕЛЯН, Л. А. ДЖУГАРЯН

ИЗМЕРЕНИЕ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПРОНИЦАЕМОСТИ СМЕСИ ПОРОШКООБРАЗНЫХ ВЕЩЕСТВ ПРИ БОЛЬШИХ ОБЪЕМНЫХ КОНЦЕНТРАЦИЯХ

Проведены измерения диэлектрической проницаемости смеси двух порошкообразных компонент при больших объемных концентрациях с целью справедливости формулы для диэлектрической проницаемости смеси, обобщенной на случай больших концентраций.

В работе [1] рассмотрена возможность создания анизотропных право-лево асимметричных сред из изотропного вещества. В связи с этим возникает вопрос о получении искусственных сред с заданными значениями диэлектрической и магнитной проницаемостей. Одна из возможностей этому - создание смеси из двух компонент с разными диэлектрическими (и магнитными) проницаемостями. Отсюда возникает вопрос - иметь хотя бы оценочную формулу зависимости между диэлектрической проницаемостью смеси и концентрацией, которой определяется состав смеси.

В случае малых концентраций, как известно [2], имеет место следующая зависимость диэлектрической проницаемости ϵ смеси (диэлектрические проницаемости компонент - ϵ_1 и ϵ_2) и объемной концентрации c компоненты с диэлектрической проницаемостью ϵ_2 :

$$\epsilon = \epsilon_1 + c \frac{3(\epsilon_2 - \epsilon_1)\epsilon_1}{\epsilon_2 + 2\epsilon_1}. \quad (1)$$

В работе [3] проведено обобщение этой формулы на случай любой концентрации. Связь между ϵ и c имеет вид

$$\frac{\Delta v}{v_0 + \Delta v} = \ln \left\{ \left(\frac{\epsilon}{\epsilon_1} \right)^{1/3} \frac{\epsilon_2 - \epsilon_1}{\epsilon_2 - \epsilon} \right\}. \quad (2)$$

Здесь Δv - объем компоненты с диэлектрической проницаемостью ϵ_2 , v_0 - объем компоненты с диэлектрической проницаемостью ϵ_1 .

При $\epsilon = \epsilon_1$ получаем, как и следовало ожидать, $\Delta v = 0$, а при $\epsilon = \epsilon_2$ - $\Delta v = \infty$. Нами были проведены измерения диэлектрической проницаемости двух порошков с диэлектрическими проницаемостями $\epsilon_1 = 1,43$ и $\epsilon_2 = 1,70$. Диэлектрическая проницаемость определялась по электроемкости. Измерения проводились на высокочастотном измерителе индуктивностей и емкостей Е7-5А. Плоский конденсатор, пространство между обкладками которого заполнялось исследуемой смесью, имел следующие параметры: площадь обкладки $30,25 \text{ см}^2$, расстояние между обкладками 1 мм . На рисунке представлена зависимость между ϵ и c . Кривая 1- расчетная,

где

$$s_n = -\lambda - \frac{\pi^2 n^2}{4 \operatorname{Re}}$$

$$s_n^* = -\lambda - \frac{\mu_n^2}{\operatorname{Re}}, \quad \mu_n = \frac{\pi}{2}(2n+1).$$

Снова применяя обратное преобразование Лапласа к выражению (2.6) и переходя к старым переменным для продольной скорости, окончательно получим

$$\begin{aligned} v_x = & \frac{X(h^2 - y^2)}{2v} - \frac{16h^2 X}{v \pi^3} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-1)^n}{(2n+1)^3} \cos \frac{\pi(2n+1)y}{2h} \exp \left[-\frac{v\pi^2}{h^2} \left(n + \frac{1}{2} \right)^2 t \right] + \\ & + U_1 \left[\frac{y+h}{2h} - 2 \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-1)^n}{\pi n} \sin \frac{\pi n}{2h} (y+h) \exp \left(-\frac{\pi^2 n^2}{4 \operatorname{Re} h} x \right) \right]. \end{aligned} \quad (2.7)$$

Если в решении (2.7) $t \rightarrow \infty$, то нестационарное течение переходит в стационарное, т.е. получается решение стационарной задачи:

$$v_x = \frac{X(h^2 - y^2)}{2v} + \frac{U_1(y+h)}{2h} - 2U_1 \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-1)^n}{\pi n} \sin \frac{\pi n}{2h} (y+h) \exp \left(-\frac{\pi^2 n^2}{4 \operatorname{Re} h} x \right). \quad (2.8)$$

При $x \rightarrow \infty$ из решений (2.7) и (2.8) соответственно получим нестационарное и стационарное решение задачи в стабилизированном участке канала. На стабилизированном участке при U_1 решение (2.7) совпадает с решением, приведенным в [5].

Кафедра теоретической механики

Поступило 22.04.1996

ЛИТЕРАТУРА

1. Шлихтинг Г. Теория пограничного слоя. М.: Изд-во Наука, 1974, 711с.
2. Тарг С.М. Основные задачи теории ламинарных течений. М.: Гос. изд-во технико-теорет. литературы, 1951, 420 с.
3. Сlezkin N.A. Динамика вязкой несжимаемой жидкости. М.: Гостехиздат, 1955, 519с.
4. Лыков А.В. Теория теплопроводности. М.: Изд-во Высшая школа, 1967, 599с.
5. Карслуу Х.С., Егер Д.К. Операционные методы в прикладной математике. М.: Изд-во ИЛ, 1948, 290с.

Р.Ф. ՄՆԱՑԱԿԱՆՑԱՆ

ՄԱԾՈՒՑԻԿ ՀԵՂՈՒԿԻ ՈՉ ՄՏԱՑԻՈՆԱՐ ՀՈՍՔԸ ԸԱՐԺՎՈՂ
ՊԱՏՈՎ ՀԱՐԹ ԽՈՂՈՎԱԿՈՒՄ

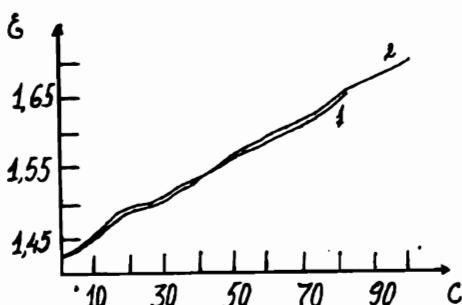
Ա. Վ Փ Ո Վ Ի Մ

Աշխատանքում ուսումնակիրվում է հաստատուն զանգվածային ուժի ներգործությամբ մածուցիկ Բեղուկի ոչ ստացիոնար շարժումը շարժվող պատերով հարթ խողովակում:

Խնդիրը լուծվում է նավե-Ստոքսի գծայնացված հավասարման օգնությամբ Լապլասի իմունիգուալ ձևափոխության կիրառումով: Որոշված են Բուքի արագության փոփոխման օրենքները խողովակի ակզբական և հաստատված հատվածներում:

кривая 2 - экспериментальная.

В ходах расчетной и экспериментальной зависимостей нет качественных различий.



Зависимость диэлектрической проницаемости смеси от объемной концентрации компоненты с диэлектрической проницаемостью ϵ_2 : $\epsilon_1=1,43$, $\epsilon_2=1,70$; 1- расчетная кривая, 2- экспериментальная кривая.

Наши измерения могут быть проверкой (2) именно в качественном отношении, хотя имеется также неплохое количественное совпадение. Существенным фактором, ограничивающим утверждения в количественном отношении, является то, что нам не известны формы частичек компонент. Формула (2) соответствует шарообразной форме. Если считать их удлиненными цилиндриками с коэффициентами деполяризации $n_x = 0$, $n_y = n_z = 1/2$ (ось x направлена вдоль оси цилиндра) вместо $n_x = n_y = n_z = 1/3$ (для ша-

рообразных частиц), то при приведенных значениях ϵ_1 и ϵ_2 это должно привести к изменению измеряемой проницаемости на 1-2 процента. По-видимому, такая малая чувствительность ϵ к изменениям формы частичек обуславливает малое отклонение результатов наших измерений от расчетных.

Кафедра общей физики

Поступило 21.06.1996

ЛИТЕРАТУРА

1. Ерицян О.С. Изв. НАН Армении, физика (в печати).
2. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Электродинамика сплошных сред. М.: Наука, 1982.
3. Аракелян О.М., Геворгян А.А., Ерицян О.С. Изв. НАН Армении, физика, 1996, №3.

Հ.Ս. ԵՐԻՑՅԱՆ, Հ.Մ. ԱՌԱՔԵԼՅԱՆ, Ա.Ա. ԶՈՒՀԱՐՅԱՆ

**ՓՈԾԵՆՄԱՆ ՆՅՈՒԹԵՐԻ ԽԱՐԱՊԻՐԴԻ ԴԻԷԼԵԿՏՐԻԿ
ԹԱՓԱՆՑԵԼԻՈՒԹՅԱՆ ԶԱՓՈԽՄԸ ԾԱՎԱԼԱՑԻՆ
ՄԵԾ ԿՈՆՑԵՆՏՐԱՑԻԱՆԵՐԻ ԴԵՊՈՒՄԵՆՏ**

Ա. Մ Փ Ո Վ Ո Ւ Մ

Փորձականորեն ստուգվել է խառնուրդի դիէլեկտիկ թափանցելիության մեծ կոնցենտրացիաների համար ընդհանրացրած (2) բանաձևի [3] արտահայտությունը:

УДК 599.423.426.591.611.018.2+591.82

Э.Г. ЯВРУЯН, А.К. САГАТЕЛЯН, М.К. АРУТЮНЯН

ИЗМЕНЕНИЯ В РЕГИСТРИРУЮЩИХ СТРУКТУРАХ ОСТРОУХОЙ НОЧНИЦЫ (*Myotis oxygnatus (blythii)* Mont. 1885)

Установлено, что в регистрирующих структурах остроухих ночниц выявляются изменения ростовых слоев, время их проявления - 3-4-ый год жизни особи. Показано, что эти изменения наблюдались у особей, пойманных в 70-е годы.

Принимая во внимание обострение экологической ситуации во всем мире, в том числе и в Армении и непрогнозируемые последствия, к которым она может привести, необходимо изучать и выявлять изменения в органическом мире, являющиеся последствиями разных экологических факторов. Причем изучение нужно проводить на самых различных уровнях: от молекулярного до биосферного. На организменном уровне исследования проводят на видах-индикаторах, как на наиболее чувствительных к экологическим катаклизмам. Поэтому выбор остроухой ночницы (*Myotis oxygnatus (blythii)* Mont.) как объекта исследования и костной ткани как исследуемой структуры не случаен, т.к. известно, что летучие мыши принадлежат к видам-индикаторам, а костная ткань является одной из лабильных структур в организме и способна накапливать радиоактивные элементы.

Изучение изменений в костной ткани у остроухой ночницы имеет то преимущество, что по ним можно определять не только экологические нарушения настоящего, но и давно прошедших времен по окаменелым остаткам.

Регистрирующие структуры [1], такие, как раковины моллюсков, отолиты и кости рыб, кости земноводных, пресмыкающихся и млекопитающих, дентин и цемент млекопитающих обладают общим свойством - "в процессе своего роста реагировать на изменения физиологического состояния организма изменением морфологических характеристик формирующихся частей, причем однажды возникшие особенности их строения сохраняются длительное время" [2]. По регистрирующим структурам можно проследить всю жизнь особи - с момента рождения и до гибели - с приблизительной констатацией времени наступления каждой жизненной фазы.

Материал и методика. Исследования проводились на зубах и костях предплечья остроухих ночниц, пойманных в разные сезоны и годы: 9 ♂♂ и 4 ♀♀, пойманных 05.10.1994г., 5 ♀♀ - 23.04.1995г. и 2 ♀♀ - 17.05.1970г. Приготовление срезов осуществлялось на санном микротоме с термоохлаждающим столиком ТОС-II после декальцинации зубов и костей предплечья в 5% растворе азотной кислоты. Срезы окрашивались при помощи раствора Эрлиха, после чего они промывались проточной водой и проводились через глицерин возрастающей концентрации: 30%, 50%, 75%. Заключение срезов осуществлялось в капле 100% глицерина.

Результаты и обсуждение. Микроскопическое исследование более 4000 срезов костей предплечья и дентина зубов показало, что выборка остроухих ночниц делится на 2 неравные по-своему количеству особей группы:

1. Ростовые слои не претерпевают изменений (1 особь) [1-4].
2. Изменяется не только структура ростовых слоев в дентине клыков и коренных зубов, но и уменьшается количество вторичных остеонов в кости, нарушаются радиальная отхождения дентиновых канальцев от предентина и имеется тенденция

к исчезновению самих границ дентина' и эмали и предентина в дентине клыков и коренных зубов (19 особей).

Однако исследование срезов резцов и предкоренных зубов, которые рано приостанавливают свой рост и вследствие этого имеют небольшое число ростовых слоев, показало, что изменения в структуре регистрирующих структур проявляются после формирования основного элемента 3-его ростового слоя, т.к. лишь последние по времени образования ростовые слои резцов имеют тенденцию к изменениям, тогда как ростовые слои клыков и коренных зубов постепенно элиминируются как до, так и после "линии изменения", которая отличается повышенной контрастностью и соответствует ростовому слою 3-4-ого года жизни особи.

Кроме того, было установлено, что эти изменения в регистрирующих структурах остроухих ночниц присутствуют, по крайней мере, 25 лет, что позволяет предполагать:

- изменения обусловлены экзогенной причиной и проявляются на 3-4-ый год жизни особи после "фазы накопления" несущих эти изменения элементов в первые годы жизни;

- нарушения в регистрирующих структурах имеют эндогенный механизм.

Кафедра зоологии

Поступило 7.11.1995

ЛИТЕРАТУРА

1. Мини М.В., Клевезаль Г.А. Принципы исследования регистрирующих структур - Успехи совр. биологии, 1970, т.70, в. 3(6).
2. Клевезаль Г.А. Регистрирующие структуры млекопитающих в зоологических исследованиях. М., 1988.
3. Крочко Ю.И. Определение возраста по слоистым структурам дентина у рукокрылых; Регистрирующие структуры и определение возраста млекопитающих. - Тез. докл. Всесоюз. конференции. М., 1984.
4. Попов Б.П., Садыков О.Ф. Техногенные элементы и животный организм. - Сб. научных трудов, М., 1977.

Է.Գ. ՑԱՎՐՈՒԹՅԱՆ, Ա.Կ. ՍԱՂԱՔԵԼՑԱՆ, Մ.Կ. ՀԱՐՈՒԹՅՈՒՆՅԱՆ

ՓՈՓՈԽՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ ԳԻԾԵՐԱՉՂՋԻԿԻ (Myotis oxygnatus (blythii) Mont. 1885). ԳՐԱՆՑՈՂ ԿԱՌՈՒՑՎԱԾՔՆԵՐՈՒՄ

Ա. Ա Վ Ի Վ Ո Ւ Մ

Բացահայտվել է, որ սրականց գիշերաչղջիկների գրանցող կառուցվածքներում ի հայտ են գալիս աճի շերտերի փոփոխություններ, որոնք հայտնվում են կյանքի 3-րդ 4-րդ տարում: Նշվում է, որ այդ փոփոխությունները նկատվել են 70-ական թվականներին բռնված անհատների մոտ:

СОДЕРЖАНИЕ

МАТЕМАТИКА

Т. А. Симонян - Об уклонении поэтапно меняющейся стохастической линейной системы при π целевых множествах	3
М. Г. Нагапетян - О моментах выходящих потоков в модели $M_i G_i I ^\infty$	11
Ю. М. Мовсисян, А. Г. Бархударян - О сверхмногообразии QB-алгебр	16

МЕХАНИКА

В. Е. Аветикян - Об одной антиплоской задаче для упругого составного пространства, состоящего из двух клиновидных областей, ослабленных конечной и полубесконечной трещинами	25
С. Г. Шагинян, С. Р. Амбарцумян - О неустойчивости по действующей силе	30

ФИЗИКА

К. А. Мхоян, А. А. Саркисян - Функция диэлектрической проницаемости размерно квантованной полупроводниковой пленки	37
Г. А. Варданян, А. А. Геворгян - Эффект уменьшения поглощения излучения в холестерических жидких кристаллах при увеличении толщины слоя	42

ХИМИЯ

А. С. Сагинян, А. Э. Аветисян, С. М. Джамгарян, Л. Р. Джигалянц, Л. Б. Даниелян, С. К. Григорян, Ю. Н. Белокопъ - Асимметрический синтез β -имидазолил-D-аланина через хиральный комплекс дегидроаланина с ионом Ni(II)	48
П. Г. Миасаян, М. Л. Акопян, А. Г. Гзырян, Л. А. Акопян - Модификация мела растворами сополимеров винилацетата с кротоновой кислотой	53
А. Р. Мкртычян, О. А. Камалиян, Г. Г. Григорян, А. В. Мушегян - Исследование адсорбции $W(CO)_6$ из раствора на поверхности химически модифицированного силикагеля методом ИК-спектроскопии	56

БИОЛОГИЯ

Н. П. Бегларян, А. А. Саакян - Раздельное и совместное действие гибберелловой кислоты (ГК) и индолилуксусной кислоты (ИУК) на митотическую активность (МА) меристематических клеток корешков пшеницы и ячменя	59
С. С. Григорян, Э. С. Геворкян - Реакция гипоталамических нейронов на раздражение вестибулярного ядра, вестибулярного нерва и различных зон коры головного мозга	63
Д. С. Матоян, С. А. Гониш - Нейродинамический аспект асимметрии головного мозга	69
Р. А. Манляян, Э. М. Егиазарян, К. С. Тер-Оганян, Д. Э. Япруян - Выращивание радужной фолии в экстремальных условиях	74

ГЕОЛОГИЯ

Р. В. Акопян, О. П. Гюмджян - Минералообразование в системе $SiO_2-Al_2O_3-Fe_2O_3-MgO-CaO-Na_2O$ в зависимости от степени неравновесности процесса	80
---	----

ГЕОГРАФИЯ

Р. Х. Гагинян - Рельеф Армении и возможности его использования для ветроэнергетики	84
О. Я. Саядяп - Методика полевых исследований ландшафтов бассейна оз. Севан	90

СООБЩЕНИЯ

Р. Ж. Мнацаканян - Нестационарное течение вязкой жидкости в канале с движущейся стенкой.	94
О. С. Ерицян, О. М. Аракелян, А. А. Джугарян - Измерение диэлектрической проницаемости смеси порошкообразных веществ при больших объемных концентрациях	97
Э. Г. Явруяп, А. К. Сагателян, М. К. Арутюнян - Изменения в регистрирующих структурах остроухой ночницы (<i>Myotis oxygnatus (blythii)</i> Mont. 1885)	99

CONTENTS

MATHEMATICS

T. A. Simonian - On the deviation of stepwise changing stochastic linear systems in the case of m aim sets	3
M. G. Nahapetian - On the exit moments stremes of the $M_r G_r 1 \infty$ model	11
Yu. M. Movsisyan, A. G. Barchoudarian - About hypervariety of QB-algebras	16

MECHANICS

V. E. Avetikian - On an antiplane problem for elastic half-plane, consisting of two wedgeshape ragion weakened with finite and semi-infinite cracks	25
S. G. Shahinian, S. K. Hambartsoumian - On the non-stability according to acting force	30

PHYSICS

K. A. Mchoyan, H. A. Sarkissian - Dielectric permeability function of size-quantified semiconductor film	37
G. A. Vardanian, A. A. Gevorkian - The effect of light absorption decrease with the cholesteric liquid crystal layer thickness increase	42

CHEMISTRY

A. S. Sagian, A. E. Avetissian, S. M. Djamharian, L. R. Djilavian, R. B. Danielian, S. K. Grigorian, Y. N. Belokon' - Asymmetric synthesis of β -imidazolyl-D-alanine via chiral Ni(II) complex of dehydroalanine	48
P. G. Minassian, M. L. Hakopian, A. G. Gzirian, L. A. Hagopian - Modification of chalk by solutions of vinyl-acetate copolymers with crotonic acid	53
A. R. Mkrtchyan, O.A. Kamalian, G. G. Grigorian, A. V. Mushegian - The adsorption of W(CO) ₆ from solution on chemically modified silicagel surface according to JR-spectras data	56

BIOLOGY

N. P. Beglarian, A. A. Sahakian - The separate and simultanous influence of gibberellic and indoly-lactic acids on mitotical activity of the meristematic cells of rootlets wheat and barley	59
S. S. Grigorian, E. S. Gevorkian - The hypothalamus neurons at the stimulation of vestibular nucleus, vestibular nerve and different areas of brain cortex	63
J. S. Matoyan, S. A. Gonian - Neirodynamical aspects of the head brain asymmetry	69
R. A. Maillian, E. M. Yeglasarian, K. S. Ter-Ohanian, D. E. Javrouyan - The growing up of iridescent trout in extremal conditions	74

GEOLOGY

R. V. Hakopian, H. P. Gouyoumdjian - Mineral formation in the SiO ₂ -Al ₂ O ₃ -Fe ₂ O ₃ -MgO-CaO-Na ₂ O ₃ system, depending on the degree of non-equilibriumity of the process	80
---	----

GEOGRAPHY

R. Kh. Gagulinian - Relief of Armenia and the possibility of its utilization in wind energetics	84
---	----

COMMUNICATIONS

R. Zh. Mnatsakanian - Unsteady flow of viscous liquid in plane canal with moving wall	94
H. S. Eritsian, H. M. Arakelian, A. A. Djouharian - Measurement of dielectric permeability of pow-	
dershape substances' mixture in high volume concentrations	97
E. G. Yavrouyan, A. K. Saghatelian, M. K. Harutjounian - Changes in registering structures of	
<i>myotis blythii</i>	99

1. «Գիտական տեղեկագիր» ամսագրում նրատարակվում են Երևանի պետական համալսարանում կատարված օրիգինալ հոդվածներ, նադրոդումներ ու նամակներ տևականությունունակ բառույթի՝ մաթեմատիկայի, մեխանիկայի, ֆիզիկայի, ուսուցչության գիտական բառույթի մասին:

2. Ընդունվում են նաև ԵՊՀ-ի մասնակցույթամբ Հայաստանի Հանրապետությունում կայացած կոնֆերանսների, գիտաժողովների և գիտական դաշտուների մասին նյութեր:

3. Բնագրերը ներկայացվում են երկու օրինակով, մեքենագրված երկու ինտերվալը մեկ, հայերեն կամ ռուսերեն լեզվով, ուստեղեն կամ հայերեն ամփոփումներով: ՍԴԼ-ից (վերևի ձախ անկյունում), հեղինակի անվանաւությունը ու ազգանունից և հոդվածի վերնագրից հետո բերվում է կարճ անուսաջնական բառարկությունը:

4. Հոդվածի հետ առանձին էով ներկայացվում է հեղինակի ազգանունը, հոդվածի վերնագրից և ամփոփումը անցներեն լեզվով, արձանագրության բաղվածքը այն ամբիոնից, որտեղ կատարվել և բնարկվել է աշխատանքը, և հանձնաժողովի ակտը:

5. Թովածարքում է 5-ից աշ ավելի ընկար երկու օրինակություն (հատակ լուսանկար և ամ գծագրեր՝ արված և տուշով առանձին սահմանակ բորբոք վրա): Ցուրաքանչյոր ընկարի հակառակ կողմից վրա գրվում՝ է կարգային համարը, հոդվածի վերնագրից և հեղինակների ազգանունները: Տեքստի լուսանցքներում նշվում են նկարների և աղյուսակների տեսքերը: Նկարների բացատրությունները անբաւածելու համար նկարների և ներկայացնելու առանձին էջի վրա ըստ հերթականության:

6. Միևնուն նյութը աղյուսակի և նկարի ձևով ներկայացնել չի թույլատրվում:

7. Բանաձները գրվում են պարզ և ազան և տուշով կամ թանաքրվելու անհրաժեշտ և մատիտով նշել իրար նմանվող մնանատերը և փոքրատաները, (Տ, Տ, Վ, Վ) ինդեքսները և ցուցիչները (ԱՀ, ԲՀ): Կարմիր մատիտով ընդգծել հունական տառերը:

8. Բերվող գրականության մասին նոդվածում նշվում է միայն կարգային համարը քառակուսի փակագծներում ([1], [2-5]) ըստ հանդիպման հերթականության: Հոդվածի վերջում նոյն հաջորդականությամբ բերվում է գրականության ցուցակը. կարգային համարը, հեղինակների ազգանուններն ու անվանատերերը, գրքի կամ նոդվածի վարձագիրը: Տարբերական հրատարակությունների համար այնուհետև նաշորդում է ամսագրի ընդունված կրնառ անվանումը առանց չակերտների, թվականը, հատորի ու թողարկման համարները, հերթական համարը և էջը: Գրքերի դեպքում հրատարակման վայրը, երատարակչությունը, թվականը և էջը: Զերտարակված աշխատանքի վերաբերյալ (բացի դիսերտացիայից) գրականության մեջ նշել չի թույլատրվում: Արտօսաթմանան գրականությունը տերսում նշվում է հոդվածի լեզվով, իսկ գրականության մեջ՝ օրիգինալով (մեքենագրված կամ գրված և թանաքրված պարզ և ազան):

9. Հոդվածի տեքստի վերջում ձախ կողմում նշվում է այն ամբիոնը՝ կամ լաբորատորիան, որտեղ կատարվել է աշխատանքը:

10. Հոդվածը ստորագրվում է բոլոր նեղինակների կողմից:

41. Խմբագրությունը նեղինակն սահման է առաջին սրբագրությունը, որտեղ ուղղված ենքնական տպագրության սխալները: