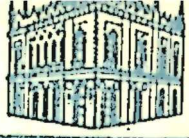


17108

ISSN 0002-3078



АЗЕРБАЙДЖАН ССР ЕЛМЛƏР АКАДЕМИЈАСЫ
АКАДЕМИЯ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ССР

МƏРУЗƏЛƏР ДОКЛАДЫ

ТОМ XXXV ЧИШД

1979 • 6

УНБ

17-168

АЗƏРБАЙЧАН ССР ЕЛМЛƏР АКАДЕМИЈАСЫ
АКАДЕМИЯ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ССР

УВАЖАЕМЫИ ЧИТАТЕЛЬ !

Просмотрев издание,
укажите номер
читательского билета
и код категории
читателя.

(Пример: 325/3E1)

МƏРУЗƏЛƏР
ДОКЛАДЫ

ТОМ XXXV ЧИЛД

№ 6

„ЕЛМ“ НƏШИЈЛАТЫ—ИЗДАТЕЛЬСТВО „ЭЛМ“
БАКЫ—1979—БАКУ



С. С. АХИЕВ

ОБ ОБЩЕМ ВИДЕ ЛИНЕЙНЫХ ОГРАНИЧЕННЫХ
 ФУНКЦИОНАЛОВ В ОДНОМ ФУНКЦИОНАЛЬНОМ
 ПРОСТРАНСТВЕ ТИПА С. Л. СОБОЛЕВА

(Представлено академиком АН Азербайджанской ССР А. И. Гусейновым)

Для некоторых гиперболических систем изучение вопросов построения функции Римана, оптимальности и других тесно связано с определением структуры пространства, сопряженного с пространством, в котором эта система рассматривается. В связи с этим ниже изучены вопросы представления функций и линейных ограниченных функционалов в одном анизотропном пространстве типа С. Л. Соболева [1, 2]. Полученные результаты использованы также для введения более общего понятия функции Римана в линейных гиперболических функционально-дифференциальных (ф.-д.) системах.

1. Пусть K^n — евклидово пространство векторов строк $x = (x_1, \dots, x_n)$ с нормой $|\cdot|_n$; $Q = [0, h_1] \times \dots \times [0, h_n]$ — n -мерный параллелепипед; L_p ($1 \leq p < \infty$) — пространство измеримых функций $u: Q \rightarrow R^m$, для которых $\|u\|_p = \left(\int_Q |u(x)|_m^p dx \right)^{1/p} < \infty$; L_∞ — пространство измеримых и ограниченных функций $u: Q \rightarrow R^m$, $\|u\|_\infty = \text{vrai sup}_Q |u(x)|_m$;

W_p^l ($1 \leq p \leq \infty$) — пространство всех $u \in L_p$, имеющих обобщенными производными $D^j u \in L_p$ для всех $j \in S$. Здесь $j = (j_1, \dots, j_n)$; $S = \{j | j_k = 0, \dots, l_k; k \in I\}$; $D_k = \partial / \partial x_k$, $D^j = D_1^{j_1} \dots D_n^{j_n}$; $I = \{1, \dots, n\}$; $l = (l_1, \dots, l_n)$ — некоторый набор положительных целых чисел.

Пространство W_p^l является банаховым, и норма в нем задается равенством

$$\|u\|_{W_p^l} = \sum_{j \in S} \|D^j u\|_p. \quad (1)$$

2. Пусть T_k — множество всех k -мерных векторов $\delta_{(k)} = (\delta_1, \dots, \delta_k)$ с целыми компонентами δ_j , удовлетворяющими условиям $1 \leq \delta_1 < \dots < \delta_k \leq n$. Примем обозначения

$$A(\delta_{(k)}) = \{\delta_\nu | \nu = 1, \dots, k\}, B(\delta_{(k)}) = I \setminus A(\delta_{(k)}),$$

$$\Omega(\delta_{(k)}) = \{j \in S | j_\nu = l_\nu, \nu \in A(\delta_{(k)}); 0 \leq j_\nu \leq l_\nu - 1, \nu \in B(\delta_{(k)})\};$$

$$x_{\delta_{(k)}} = (x_{\delta_1}, \dots, x_{\delta_k}), G(x_{\delta_{(k)}}) = [0, x_{\delta_1}] \times \dots \times [0, x_{\delta_k}],$$

$$Q(\delta_{(k)}) = G(h_{\delta_{(k)}}), S_0 = \{j \in S | 0 \leq j_\nu \leq l_\nu - 1, \nu \in I\}, S_1 = S \setminus S_0.$$

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Г. Б. Абдуллаев (главный редактор), М. Т. Аббасов,
 Ал. А. Ализаде, Г. А. Алиев, В. Р. Волобуев, Г. Г. Гасанов,
 Дж. Б. Гулиев, Н. А. Гулиев, А. И. Гусейнов, М. З. Джафаров,
 Ю. М. Сендов (зам. главного редактора), Г. Ф. Султанов,
 А. С. Сумбатзаде, М. А. Топчибашев, Т. Н. Шахтагинский,
 Г. Г. Зейналов (ответств. секретарь).

© Издательство „Элм“, 1979 г.

Адрес: г. Баку, Коммунистическая, 10. Редакция „Известий Академии наук
 Азербайджанской ССР“

Так как $S_1 = \{j \in S \mid j \in \mathcal{Q}(\delta_{(\kappa)}), \delta_{(\kappa)} \in T_{\kappa}, \kappa \in I\}$, то все суммирование по множеству S_1 , встречающиеся в дальнейшем, будем понимать в следующем смысле:

$$\sum = \sum_{j \in S_0} \sum_{\kappa \in I} \sum_{\delta_{(\kappa)} \in T_{\kappa}} \sum_{j \in \mathcal{Q}(\delta_{(\kappa)})}$$

Теорема 1. *Всякая функция $u \in W_p^l$ ($1 \leq p < \infty$) единственным образом представима в виде*

$$u(x) = \sum_{j \in S_0} \left(\prod_{v \in I} \frac{x_v^{j_v}}{j_v!} \right) a_j + \sum_{j \in S_1} \left(\prod_{v \in \mathcal{B}(\delta_{(\kappa)})} \frac{x_v^{j_v}}{j_v!} \right) \times \int_{G(\delta_{(\kappa)})} \left[\prod_{v \in \mathcal{A}(\delta_{(\kappa)})} \frac{(x_v - \tau_v)^{l_v-1}}{(l_v-1)!} \right] b_{j, \delta_{(\kappa)}}(\tau_{\delta_{(\kappa)}}) d\tau_{\delta_{(\kappa)}} \quad (2)$$

где $a_j \in R^m$ и $b_{j, \delta_{(\kappa)}} \in L_p(C(\delta_{(\kappa)}))$.

3. Из формулы (2) следует, что в W_p^l можно определить линейные операторы $A_j: W_p^l \rightarrow R^m$ и $B_{j, \delta_{(\kappa)}}: W_p^l \rightarrow L_p(Q(\delta_{(\kappa)}))$ следующим образом:

$$A_j u = D^j u|_{x_v=0, v \in I}, \quad j \in S_0;$$

$$B_{j, \delta_{(\kappa)}} u = D^j u|_{x_v=0, v \in \mathcal{B}(\delta_{(\kappa)})}, \quad j \in \mathcal{Q}(\delta_{(\kappa)}), \delta_{(\kappa)} \in T_{\kappa}, \kappa \in I.$$

С помощью этих операторов определим норму

$$\|u\|_{W_p^l} = \sum_{j \in S_0} |A_j u|_m + \sum_{j \in S_1} \|B_{j, \delta_{(\kappa)}} u\|_{L_p(Q(\delta_{(\kappa)}))}. \quad (3)$$

Следующая теорема показывает, что нормы (1) и (3) эквивалентны, а операторы A_j и $B_{j, \delta_{(\kappa)}}$ непрерывны на W_p^l .

Теорема 2. *Существуют положительные постоянные M_0 и M_1 такие, что*

$$M_0 \|u\|_{W_p^l} \leq \|u\|_{W_p^l} \leq M_1 \|u\|_{W_p^l}.$$

4. Введем пространства

$$F = \prod_{j \in S_0} R^m, \quad F_p = \prod_{j \in S_1} L_p(Q(\delta_{(\kappa)})),$$

где знак \prod означает декартово произведение соответствующих пространств, а

$$\prod = \prod_{j \in S} \prod_{\kappa \in I} \prod_{\delta_{(\kappa)} \in T_{\kappa}} \prod_{j \in \mathcal{Q}(\delta_{(\kappa)})}$$

Тогда можно рассмотреть банахово пространство $E_p = F \times F_p$. Элементы этого пространства обозначим через

$$z = \{v_j \in R^m, j \in S_0; \omega_{j, \delta_{(\kappa)}} \in L_p(Q(\delta_{(\kappa)})), j \in S_1\}.$$

Норму в E_p естественно определить равенством

$$\|z\|_{E_p} = \sum_{j \in S_0} |v_j|_m + \sum_{j \in S_1} \|\omega_{j, \delta_{(\kappa)}}\|_{L_p(Q(\delta_{(\kappa)}))}.$$

Введем также линейный оператор $V: W_p^l \rightarrow E_p$:

$$z = Vu = \{A_j u \in R^m, j \in S_0; B_{j, \delta_{(\kappa)}} u \in L_p(Q(\delta_{(\kappa)})), j \in S_1\}.$$

В силу теоремы 2 оператор V ограничен и обладает ограниченным обратным V^{-1} . Поэтому сопряженный оператор V^* ограничен вместе со своим обратным $(V^*)^{-1}$. Следовательно, для любого $f \in (W_p^l)^*$ существует $\varphi \in E_p^*$ такой, что $f(u) = \varphi(Vu)$. Очевидно, что всякий функционал $\varphi \in E_p^*$ единственным образом можно разложить по формуле

$$\varphi(z) = \sum_{j \in S_0} \varphi_j(v_j) + \sum_{j \in S_1} \varphi_{j, \delta_{(\kappa)}}(\omega_{j, \delta_{(\kappa)}}),$$

где $\varphi_j \in (R^m)^*$ и $\varphi_{j, \delta_{(\kappa)}} \in (L_p(Q(\delta_{(\kappa)})))^*$.

Учитывая это представление в равенстве $f(u) = \varphi(Vu)$, а также используя общий вид линейных ограниченных функционалов на R^m и $L_p(Q(\delta_{(\kappa)}))$ (см. напр., [3]), получим следующую теорему.

Теорема 3. *Пусть $f \in (W_p^l)^*$ ($1 \leq p < \infty$).*

а) *если $1 \leq p < \infty$, то f единственным образом представляется в виде*

$$f(u) = \sum_{j \in S_0} (A_j u) a_j' + \sum_{j \in S_1} \int_{Q(\delta_{(\kappa)})} [(B_{j, \delta_{(\kappa)}} u)(x_{\delta_{(\kappa)}})] b_{j, \delta_{(\kappa)}}'(x_{\delta_{(\kappa)}}) dx_{\delta_{(\kappa)}}, \quad (4)$$

где $a_j \in R^m$, $b_{j, \delta_{(\kappa)}} \in L_q(Q(\delta_{(\kappa)}))$, $p+q=pq$, а штрих означает транспонирование.

б) *если $p = \infty$, то в виде*

$$f(u) = \sum_{j \in S_0} (A_j u) a_j' +$$

$$+ \sum_{j \in S_1} \int_{Q(\delta_{(\kappa)})} [(B_{j, \delta_{(\kappa)}} u)(x_{\delta_{(\kappa)}})] db_{j, \delta_{(\kappa)}}' \quad (5)$$

где $a_j \in R^m$, $b_{j, \delta_{(\kappa)}} \in K(\delta_{(\kappa)})$, а $K(\delta_{(\kappa)})$ — пространство аддитивных и ограниченных m -мерных вектор-функций $b(e)$ на σ -алгебре $\Phi(\delta_{(\kappa)})$ всех измеримых по Лебегу подмножеств $e \subset Q(\delta_{(\kappa)})$, для которых $b(e) = 0$ при $\text{mes } e = 0$.

Эта теорема показывает, что пространства $(W_p^l)^*$ ($1 \leq p < \infty$) и $(W_{\infty}^l)^*$ изоморфны соответственно пространствам E_q и $F \times \prod_{j \in S_1} K(\delta_{(\kappa)})$.

5. В качестве примера приведем формулу (4) для пространства $W_p^{(1,1)}$ ($l = (1, 1)$, $n = 2$), используемого, например, при исследовании оптимальных гиперболических ф.-д. систем второго порядка (см. [4, 5]):

$$f(u) = u(0, 0) a' + \iint_Q [D_1 D_2 u(x_1, x_2)] b'(x_1, x_2) dx_1 dx_2 + \int_0^{h_1} [D_1 u(x_1, 0)] b_1'(x_1) dx_1 + \int_0^{h_2} [D_2 u(0, x_2)] b_2'(x_2) dx_2,$$

где $a \in R^m$, $b \in L_q(C)$, $b_j \in L_q([0, h_j])$.

6. Аналогично находится общий вид линейных ограниченных функционалов на пространстве $C^l(C)$ всех функций $u: Q \rightarrow R^m$, непрерывных на Q вместе с производными $D^j(u)$, $j \in S$.

7. Теперь покажем, что теорему 3 в сочетании с [6] можно использовать также для получения интегральных представлений решений в линейных гиперболических ф.-д. системах (системы с отклоняющимися аргументами, интегро-дифференциальные и нагруженные являются частным случаем таких систем). Для простоты ограничимся случаем

$$(Nu)(t, x) = u_{tx}(t, x) - u(t, x)a(t, x) - u_t(t, x)b(t, x) - \\ - u_x(t, x)c(t, x) - \kappa(g_1, g_2)u(g_1, g_2)A(t, x) = f(t, x), \\ g_j = g_j(t, x); u(t, 0) = u(0, x) = 0, (t, x) \in Q = [0, t_1] \times [0, x_1]. \quad (6)$$

Здесь a, b, c, A — $m \times m$ -матрицы, причем b и c имеют строки из L_∞ , a и A — из L_p ; g_j — измеримые функции; κ — характеристическая функция для Q . В силу теоремы 3 оператор N_0 , определяемый условиями (6), имеет сопряженную

$$[N_0^* v(\dots)](t, x) = v(t, x) - \int_0^t v(\tau, x) c'(\tau, x) d\tau - \\ - \int_x^{x_1} v(t, \zeta) b'(t, \zeta) d\zeta - \int_0^t \int_x^{x_1} v(\tau, \zeta) a'(\tau, \zeta) d\tau d\zeta - \\ - \iint_Q \kappa(g_1(\tau, \zeta), g_2(\tau, \zeta)) e(g_1(\tau, \zeta) - t) e(g_2(\tau, \zeta) - x) \times \\ \times v(\tau, \zeta) A'(\tau, \zeta) d\tau d\zeta,$$

где $e(y)$ — функция Хевисайда. Для случая $p = \infty$ оператор N_0^* следует рассматривать как сужение сопряженного оператора для N_0 .

Следуя [6], введем матричное уравнение

$$[N_0^* \lambda'(\dots, t, x)](\tau, \zeta) = e(t - \tau) e(x - \zeta) \cdot E, \quad (7)$$

где E — единичная $m \times m$ -матрица.

Можно доказать, что если матрица $\lambda(\tau, \zeta, t, x)$ является решением уравнения (7), то решение $u \in W_p^{(1,1)}$ задачи (6) имеет вид

$$u(t, x) = \iint_Q f(\tau, \zeta) \lambda(\tau, \zeta, t, x) d\tau d\zeta, \quad (f \in L_p).$$

Решение $\lambda(\tau, \zeta, t, x)$ уравнения (7) естественно называть „функцией Римана интегрального влияния“ (ФРИВ). Принципиальное преимущество этой функции по сравнению с классической „функцией Римана дифференциального влияния“ (ФРДВ) заключается в том, что первая из них, в отличие от второй, имеет смысл при более естественных ограничениях и позволяет распространить принцип суперпозиции (см. [7]) даже на сложные системы гиперболических ф.-д. уравнений высокого порядка, заданных в общем виде $N_1 u = f$ при помощи некоторого линейного оператора $N_1: W_p^1 \rightarrow L_p$. Заметим также, что переход от ФРИВ к ФРДВ возможен далеко не всегда. Например, для случая $A \equiv 0$ системы (6) это возможно, вообще говоря, в случае, когда b и c абсолютно непрерывно соответственно по t и по x (см. [8]).

Литература

1. Соболев С. Л. Некоторые применения функционального анализа в математической физике. Новосибирск, 1962.
2. Бесов О. В., Ильин В. П., Никольский С. М. Интегральные представления функций и теоремы вложения. М., Наука, 1975.
3. Данфорд Н. и Шварц Дж. Т. Линейные операторы. Общая теория. М., Изд-во иностр. лит., 1962.
4. Saryanagaуana M. B. J. Opt imiz. Theory and Appl., 15, 1975, № 4, 361—392.
5. Ахиев С. С. Уч. зап. АГУ им. С. М. Кирова. Вопросы прикладной математики и кибернетики, 1978, № 1, 16—23.
6. Ахиев С. С. ДАН Азерб. ССР, XXXIII, 1977, № 6, 3—7.
7. Владимиров В. С. Уравнения математической физики. М., Наука, 1971.
8. Ахиев С. С., Ахмедов К. Т. Изв. АН Азерб. ССР, серия физ.-техн. и матем. наук, 1973, № 2, 116—120.

ка, 1975. 3. Данфорд Н. и Шварц Дж. Т. Линейные операторы. Общая теория. М., Изд-во иностр. лит., 1962. 4. Saryanagaуana M. B. J. Opt imiz. Theory and Appl., 15, 1975, № 4, 361—392. 5. Ахиев С. С. Уч. зап. АГУ им. С. М. Кирова. Вопросы прикладной математики и кибернетики, 1978, № 1, 16—23. 6. Ахиев С. С. ДАН Азерб. ССР, XXXIII, 1977, № 6, 3—7. 7. Владимиров В. С. Уравнения математической физики. М., Наука, 1971. 8. Ахиев С. С., Ахмедов К. Т. Изв. АН Азерб. ССР, серия физ.-техн. и матем. наук, 1973, № 2, 116—120.

АГУ им. С. М. Кирова

[Поступило 8. II 1979]

С. С. Ахмедов |

С. Л. СОБОЛЕВ ТИПЛИ БЭ'ЗИ АНИЗОТРОП ФЭЗАЛАРДА ХЭТТИ МЭНДУД ФУНКЦИОНАЛЛАРЫН ҮМУМИ ШӘКЛИ ҲАГГЫНДА

Мағалә С. Л. Соболев типли бэ'зи анизотроп фазаларын дахил едилмәсинә вә онларын өдрәнилмәсинә һәср олунмушдур. Бу чүр фазаларын аҗрылышы алынмыш вә онун көмәји илә бэ'зи дахилетмә теоремләри исбат едилмишдир. Бу исә һәмин типли фазаларда хәтти кәсилмәз функционалларын үмуми шәклини тапмаға имкан вермишдир.

Алынмыш нәтиҗәләрин көмәјилә гиперболик типли хәтти функционал дифференциал системләр үчүн даһа тәбии Риман функцијасы аңлајышы дахил едилмишдир.

S. S. Akhiev.

ABOUT THE GENERAL VIEW OF LINEAR-BOUNDED FUNCTIONALS IN ONE ANISOTROPIC SPACE OF S. L. SOBOLEV TYPE

This paper deals with the study of some anisotropic spaces of S. L. Sobolev type.

For these spaces some embedding theorems are proved and the general view of linear-bounded functionals is also found. With the help of these results a new Riemann function for the systems of linear hyperbolic differential equations is introduced.

Н. Х. БАГИРОВА

ОБ АСИМПТОТИКЕ РЕШЕНИЯ ПРОСТЕЙШЕЙ ВАРИАЦИОННОЙ ЗАДАЧИ С МАЛЫМ ЗАПАЗДЫВАНИЕМ АРГУМЕНТА

(Представлено академиком АН Азербайджанской ССР А. И. Гусейновым)

Рассматривается задача на экстремум функционала

$$I[y(t, \mu)] = \int_{t_0}^{t_1 + \mu} F(t, y(t), y(t - \mu), \dot{y}(t), \dot{y}(t - \mu)) dt \quad (1)$$

при условиях

$$\begin{aligned} y(t) &= \varphi_1(t) \text{ на } t_0 - \mu \leq t \leq t_0, \\ y(t) &= \varphi_2(t) \text{ на } t_1 \leq t \leq t_1 + \mu, \end{aligned} \quad (2)$$

где $\mu > 0$ — малое постоянное запаздывание, $\varphi_1(t)$ и $\varphi_2(t)$ — начальные функции на начальных множествах.

Уравнение Эйлера для функционала (1) при $\mu \neq 0$ имеет вид

$$\left[F_{y(t)} - \frac{d}{dt} F_{\dot{y}(t)} \right] + \left[F_{y(t-\mu)} - \frac{d}{dt} F_{\dot{y}(t-\mu)} \right]_{t=t+\mu} = 0. \quad (3)$$

Записывается (3) для функционала (1) в случае, когда подынтегральная функция F представляет собой квадратичный функционал относительно всех своих аргументов, а именно:

$$\begin{aligned} F &= a_{11} y^2(t) + a_{22} y^2(t - \mu) + a_{33} \dot{y}^2(t) + a_{44} \dot{y}^2(t - \mu) + \\ &+ 2a_{12} y(t) y(t - \mu) + 2a_{13} y(t) \dot{y}(t) + 2a_{14} y(t) \dot{y}(t - \mu) + \\ &+ 2a_{23} y(t - \mu) \dot{y}(t) + 2a_{24} y(t - \mu) \dot{y}(t - \mu) + 2a_{31} \dot{y}(t) y(t - \mu) + \\ &+ 2b_1 y(t) + 2b_2 y(t - \mu) + 2b_3 \dot{y}(t) + 2b_4 \dot{y}(t - \mu) + 2C. \end{aligned} \quad (4)$$

Сделав необходимые выкладки и перейдя к векторной записи уравнений Эйлера запишем в виде

$$\begin{aligned} Z(t) &= AZ(t - \mu) + f(t, X(t), X(t - \mu), Y(t), Y(t - \mu), \mu), \\ \dot{Y}(t) &= Z(t), \\ \dot{X}(t) &= Y(t), \end{aligned} \quad (5)$$

где X, Y, Z — двумерные векторы:

$$X = \begin{pmatrix} p \\ y \end{pmatrix}, \quad Y = \begin{pmatrix} q \\ z \end{pmatrix}, \quad Z = \begin{pmatrix} r \\ u \end{pmatrix}, \quad (6)$$

и связь с $y(t, \mu)$ такова:

$$\begin{aligned} p(t) &= y(t + \mu), \\ \dot{y} = z, \quad \dot{z} = u, \quad \dot{p} = q, \quad \dot{q} = r. \end{aligned} \quad (7)$$

Начальные условия для системы (5) согласно (2) запишутся в виде

$$\begin{aligned} X^2(t) &= \varphi_1(t) \text{ на } t_0 - \mu \leq t \leq t_0, \\ Y^2(t) &= \dot{\varphi}_1(t) \text{ на } t_0 - \mu \leq t \leq t_0, \\ X^2(t) &= \varphi_2(t) \text{ на } t_1 \leq t \leq t_1 + \mu, \\ Y^2(t) &= \dot{\varphi}_2(t) \text{ на } t_1 \leq t \leq t_1 + \mu, \end{aligned} \quad (8)$$

где индекс 2 вверху справа обозначает номер компоненты вектора. Матрица A в (5) — второго порядка и такова, что корни λ_1 и λ_2 характеристического уравнения $|A - \lambda I| = 0$ имеют следующие знаки:

$$|\lambda_1| < 1, \quad |\lambda_2| > 1. \quad (9)$$

Условие (9) принимается за условие устойчивости вырожденного ($\mu = 0$) корня.

Вырожденной задачей, соответствующей (5), будет следующая задача

$$\begin{aligned} \bar{Z} &= A\bar{Z} + \bar{f}, \\ \bar{Y} &= \bar{Z}, \\ \bar{X} &= \bar{Y}, \end{aligned} \quad (10)$$

$$\begin{aligned} \bar{X}^2(t_0) &= \varphi_1(t_0), & \bar{X}^2(t_1) &= \varphi_2(t_1), \\ \bar{Y}^2(t_0) &= \dot{\varphi}_1(t_0), & \bar{Y}^2(t_1) &= \dot{\varphi}_2(t_1). \end{aligned}$$

Предполагается, что (10) имеет единственное решение.

Системы, подобные (5), рассматривались в работах [1—5].

Строится асимптотика по малому параметру μ решения задачи (5)—(8) аналогично [5], где рассмотрена краевая задача для уравнения нейтрального типа с малым запаздыванием аргумента.

Асимптотическое приближение n -го порядка для решения X, Y, Z системы (5) вычисляется по формуле

$$\chi_n = \sum_{k=0}^n \mu^k (\bar{X}_k + \Pi_k X(\tau_0) + Q_k X(\tau_1)) \quad (11)$$

(аналогично для Y и Z).

Здесь $\bar{X}_k(t)$ — члены разложения решения в ряд по степеням μ , определяемые I итерационным процессом, $\Pi_k X(\tau_0)$ и $Q_k X(\tau_1)$ — члены разложения решений присоединенных систем, получаемых из (5) при

замене соответственно переменной $\tau_0 = \frac{t - t_0}{\mu}$ и $\tau_1 = \frac{t - t_1}{\mu}$, которые определяются II итерационным процессом.

Надо отметить, что для определения членов $\bar{X}_k, \bar{Y}_k, \bar{Z}_k$ получается дифференциальная система уравнений, а для определения членов $\Pi_k X(\tau_0), \Pi_k Y(\tau_0), \Pi_k Z(\tau_0)$ и $Q_k X(\tau_1), Q_k Y(\tau_1), Q_k Z(\tau_1)$ — дифференциально-разностная.

Возвращаясь к переменной $y(t, \mu)$, находим, что для нее также верно асимптотическое разложение вида

$$Y_n = \sum_{k=0}^n \mu^k (\bar{y}_k + \Pi_k y(\tau_0) + Q_k y(\tau_1)), \quad (12)$$

которое приближенно удовлетворяет уравнению Эйлера (3) и краевым условиям (2),

Таким образом, построена асимптотика любого порядка для экстремали поставленной простейшей вариационной задачи с малым запаздыванием аргумента.

Литература

1. Васильева А. Б. и Бутузов А. Р. Асимптотические разложения решений сингулярно возмущенных уравнений. М., 1973. 2. Васильева А. Б. Тр. УДН, II. 1963. 3. Рожков В. И. Тр. УДН, т. III. 1965. 4. Цыганов Г. А. Тр. УДН, VII. 1969. 5. Багирова Н. Х. Изв. АН Азерб. ССР, серия физ.-техн. и матем. наук, 197, № .

Институт математики и механики АН Азерб. ССР

Поступило 22. III 1978

Н. Х. Багирова

КИЧИК КЕЧИКЭН АРГУМЕНТЛИ САДЭ ВАРИАСИЈА МЭСЭЛЭСИ ЭКСТРЕМАЛЬНЫН АСИМПТОТИК АЗРЫЛЫШЫ НАГГЫНДА

Мәгаләдә интегралалты функция өз аргументләринин квадратик функционалы олдугда кичик кечикән μ аргументли функционал үчүн экстремум мәсәләсинә бахылыр. Бу һал үчүн Ејлер тәңлији јазылыр. Нейтрал тип тәңлик үчүн сәрһәд мәсәләси алыныр. Бу мәсәләнин һәллинин μ кичик параметрә кәрә асимптотик азрылышы верилир.

N. Kh. Bagirova

ON ASYMPTOTICS OF SOLUTION OF THE SIMPLEST VARIATIONAL PROBLEM WITH SMALL LAG OF ARGUMENT

In this paper an asymptotics by small parameter of extremal of the simplest variational problem with small lag of argument μ is constructed, when subinterval function represents itself as a quadratic functional relatively of all its arguments.

УДК 517.984.54

МАТЕМАТИКА

М. Б. ВЕЛИЕВ, И. Т. ГАДЖИЕВ

S-МАТРИЦА СИСТЕМЫ УРАВНЕНИЙ ШТУРМА—ЛИУВИЛЛЯ НА ВСЕЙ ОСИ

(Представлено академиком АН Азербайджанской ССР И. И. Ибрагимовым)

Рассмотрим систему уравнений

$$-y'' + Q(x)y = \lambda^2 y, \quad -\infty < x < +\infty, \quad (1)$$

где $Q(x)$ — самосопряженная и непрерывная на $(-\infty, +\infty)$ матричная функция порядка $n \times n$, $y(x)$ — столбцовая вектор-функция. В дальнейшем везде будем считать, что

$$\int_{-\infty}^{\infty} (1 + |x|) \|Q(x)\| dx < \infty, \quad (2)$$

где $\|\cdot\|$ означает евклидову норму матрицы.

В работах [1], [2] Л. Д. Фаддеевым определена S-матрица скалярного уравнения (1) и найдены необходимые и достаточные условия для того, чтобы матрица $S(\lambda)$ была бы S-матрицей некоторого уравнения (1).

В настоящей статье дается определение S-матрицы системы уравнений (1) и изучаются некоторые ее свойства. Из монографии [3] известно, что при $\text{Im } \lambda \geq 0$ матричное уравнение

$$-Y'' + Q(x)Y = \lambda^2 Y, \quad -\infty < x < +\infty, \quad (3)$$

имеет решения $E_1(x, \lambda)$ и $E_2(x, \lambda)$ такие, что $\lim_{x \rightarrow \infty} e^{-i\lambda x} E_1(x, \lambda) = I_n$, $\lim_{x \rightarrow -\infty} e^{i\lambda x} E_2(x, \lambda) = I_n$, причем существуют матрицы $K_1(x, t)$ и $K_2(x, t)$ такие, что

$$E_1(x, \lambda) = e^{i\lambda x} I_n + \int_x^{\infty} K_1(x, t) e^{i\lambda t} dt,$$

$$E_2(x, \lambda) = e^{-i\lambda x} I_n + \int_{-\infty}^x K_2(x, t) e^{-i\lambda t} dt,$$

где I_n — единичная матрица порядка $n \times n$.

Если $\text{Im } \lambda = 0$, то $E_1(x, -\lambda) = \overline{E_1(x, \lambda)}$ и вронскианы

$$[E_1(x, \lambda), E_1(x, -\lambda)] = -2i\lambda I_n, \quad [E_2(x, \lambda), E_2(x, -\lambda)] = 2i\lambda I_n.$$

В дальнейшем будем считать $\text{Im } \lambda = 0$. Из последних равенств следует, что при $\lambda \neq 0$ пары $\{E_1(x, \lambda), E_1(x, -\lambda)\}$ и $\{E_2(x, \lambda), E_2(x, -\lambda)\}$ образуют фундаментальную систему решений уравнения (3). Следовательно, при $\lambda \neq 0$

$$\begin{aligned} E_2(x, \lambda) &= E_1(x, \lambda) A(\lambda) + E_1(x, -\lambda) B(\lambda), \\ E_1(x, \lambda) &= E_2(x, \lambda) C(\lambda) + E_2(x, -\lambda) D(\lambda), \end{aligned} \quad (4)$$

где матрицы $A(\lambda)$ и $B(\lambda)$ легко вычисляются:

$$A(\lambda) = \frac{1}{2i\lambda} [E_1(x, -\lambda), E_2(x, \lambda)], \quad B(\lambda) = -\frac{1}{2i\lambda} [E_1(x, \lambda), E_2(x, \lambda)],$$

$$C(\lambda) = -\frac{1}{2i\lambda} [E_2(x, -\lambda), E_1(x, \lambda)], \quad D(\lambda) = \frac{1}{2i\lambda} [E_2(x, \lambda), E_1(x, \lambda)].$$

Так как $[Y, Z]^T = -[Z, Y]^T$, имеем

$$C(\lambda) = -A^T(-\lambda) = -A^*(\lambda), \quad D(\lambda) = B^T(\lambda).$$

Из выражений (4) решений $E_1(x, \lambda)$ и $E_2(x, \lambda)$ легко получить следующие соотношения:

$$A(\lambda)C(\lambda) + B(-\lambda)D(\lambda) = C(\lambda)A(\lambda) + D(-\lambda)B(\lambda) = I_n,$$

$$B(\lambda)C(\lambda) + A(-\lambda)D(\lambda) = C(-\lambda)B(\lambda) + D(\lambda)A(-\lambda) = 0,$$

т. е.

$$B(-\lambda)B^*(-\lambda) - A(\lambda)A^*(\lambda) = B^*(\lambda)B(\lambda) - A^*(\lambda)A(\lambda) = I_n \quad (5)$$

$$A(-\lambda)B^T(\lambda) = B(\lambda)A^*(\lambda), \quad A^*(\lambda)B(-\lambda) = B^*(\lambda)A(-\lambda), \quad (6)$$

Теперь докажем, что существуют решения $G_1(x, \lambda)$ и $G_2(x, \lambda)$ уравнения (3), имеющие следующие асимптотики:

$$G_1(x, \lambda)|_{x \rightarrow +\infty} = S_{11}(\lambda) e^{i\lambda x} + O(1),$$

$$G_1(x, \lambda)|_{x \rightarrow -\infty} = e^{i\lambda x} I_n + S_{12}(\lambda) e^{-i\lambda x} + O(1),$$

$$G_2(x, \lambda)|_{x \rightarrow +\infty} = e^{-i\lambda x} I_n + S_{21}(\lambda) e^{i\lambda x} + O(1),$$

$$G_2(x, \lambda)|_{x \rightarrow -\infty} = S_{22}(\lambda) e^{-i\lambda x} + O(1).$$

При $\lambda \neq 0$ решения $E_k(x, \lambda)$ и $E_k(x, -\lambda) = \overline{E_k(x, \lambda)}$ линейно независимы. Следовательно, из асимптотических формул решения $G_1(x, \lambda)$ при $\lambda \neq 0$, $\text{Im } \lambda = 0$ имеем

$$G_1(x, \lambda) = E_1(x, \lambda) S_{11}(\lambda), \quad G_1(x, \lambda) = E_2(x, -\lambda) + E_2(x, \lambda) S_{12}(\lambda).$$

Приравняв правые части этих равенств и используя соотношения (4), получаем

$$E_2(x, -\lambda) + E_2(x, \lambda) S_{12}(\lambda) = E_2(x, \lambda) C(\lambda) S_{11}(\lambda) + E_2(x, -\lambda) D(\lambda) S_{11}(\lambda).$$

Так как при $x \rightarrow \infty$ $E_2(x, \pm\lambda) \sim e^{\pm i\lambda x} I_n$, то из последнего равенства следует, что

$$I_n = D(\lambda) S_{11}(\lambda), \quad S_{12}(\lambda) = C(\lambda) S_{11}(\lambda).$$

Отсюда находим

$$S_{11}(\lambda) = D^{-1}(\lambda) = [B^T(\lambda)]^{-1},$$

$$S_{12}(\lambda) = C(\lambda) D^{-1}(\lambda) = -A^*(\lambda) [B^T(\lambda)]^{-1}. \quad (7)$$

Заметим, что при $\lambda \neq 0$ существование обратной матрицы $B^{-1}(\lambda)$, значит и $[B^T(\lambda)]^{-1}$, следует из равенства (5).

Аналогично находим $S_{21}(\lambda)$ и $S_{22}(\lambda)$:

$$S_{21}(\lambda) = A(\lambda) B^{-1}(\lambda), \quad S_{22}(\lambda) = B^{-1}(\lambda). \quad (8)$$

При $\lambda = 0$ полагаем $G_1(x, 0) = G_2(x, 0) = 0$, т. е.

$$S_{11}(0) = S_{22}(0) = 0, \quad S_{12}(0) = S_{21}(0) = -I_n,$$

Матрицу

$$S(\lambda) = \begin{pmatrix} S_{11}(\lambda) & S_{21}(\lambda) \\ S_{12}(\lambda) & S_{22}(\lambda) \end{pmatrix}$$

порядка $2n \times 2n$ назовем S -матрицей или матрицей рассеяния системы уравнений (1).

С помощью равенств (7) и (8) матрица $S(\lambda)$ представляется в виде

$$S(\lambda) = \begin{pmatrix} I_n & A(\lambda) \\ -A^*(\lambda) & I_n \end{pmatrix} \begin{pmatrix} [B^{-1}(\lambda)]^T & 0 \\ 0 & B^{-1}(\lambda) \end{pmatrix} \quad (9)$$

Предположим, что решения $E_1(x, 0)$ и $E_2(x, 0)$ уравнения

$$-Y'' + Q(x)Y = 0$$

линейно независимы (что имеет место почти во всех случаях), т. е. матрица $W = [E_2(x, 0), E_1(x, 0)]$ неособенная. Матричная функция $S(\lambda)$ обладает следующими свойствами.

1. $S(\lambda)$ непрерывна на всей оси $(-\infty, \infty)$. Из непрерывности решения $E(x, \lambda)$ по $\lambda \in (-\infty, \infty)$ при каждом x следует непрерывность $S(\lambda)$ при $\lambda \neq 0$. Так как $W = [E_2(x, 0), E_1(x, 0)]$ неособенная, то в некоторой окрестности точки $\lambda = 0$ матрица $[E_2(x, \lambda), E_1(x, \lambda)]$ неособенная. В этой окрестности при $\lambda \rightarrow 0$

$$S_{11}(\lambda) = D^{-1}(\lambda) = 2i\lambda [E_2(x, \lambda), E_1(x, \lambda)]^{-1} \sim 2i\lambda W^{-1}$$

и, значит, $\lim_{\lambda \rightarrow 0} S_{11}(\lambda) = 0$. Аналогично имеем $\lim_{\lambda \rightarrow 0} S_{22}(\lambda) = 0$. Вышеуказанную окрестность точки $\lambda = 0$ можно выбрать так, что $\det [E_2(x, -\lambda), E_1(x, \lambda)] \neq 0$ в этой окрестности. В этой окрестности

$$S_{12}(\lambda) = -[E_2(x, -\lambda), E_1(x, \lambda)] [E_2(x, \lambda), E_1(x, \lambda)]^{-1}$$

и $\lim_{\lambda \rightarrow 0} S_{12}(\lambda) = -I_n$. Аналогично имеем $\lim_{\lambda \rightarrow 0} S_{21}(\lambda) = -I_n$. Таким образом, $S(\lambda) \rightarrow S(0)$ при $\lambda \rightarrow 0$, т. е. $S(\lambda)$ непрерывна также в точке $\lambda = 0$.

2. Матрица $S(\lambda)$ унитарна при каждом $\lambda \in (-\infty, +\infty)$, т. е.

$$S^*(\lambda) S(\lambda) = I_{2n}.$$

Действительно, используя соотношения (5) из вида (9) матрицы $S(\lambda)$, имеем

$$S^*(\lambda) S(\lambda) = \begin{pmatrix} B^{-1}(-\lambda) & 0 \\ 0 & [B^{-1}(\lambda)]^* \end{pmatrix} \begin{pmatrix} I_n & -A(\lambda) \\ A^*(\lambda) & I_n \end{pmatrix} \begin{pmatrix} I_n & A(\lambda) \\ -A^*(\lambda) & I_n \end{pmatrix} \times$$

$$\times \begin{pmatrix} [B^{-1}(\lambda)]^T & 0 \\ 0 & B^{-1}(\lambda) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} B^{-1}(-\lambda) & 0 \\ 0 & [B^{-1}(\lambda)]^* \end{pmatrix} \times$$

$$\times \begin{pmatrix} B(-\lambda)B^*(-\lambda) & 0 \\ 0 & B^*(\lambda)B(\lambda) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} [B^{-1}(-\lambda)]^* & 0 \\ 0 & B^{-1}(\lambda) \end{pmatrix} = I_{2n}.$$

3. При $|\lambda| \rightarrow \infty$ $S(\lambda)$ имеем асимптотику

$$S(\lambda) = I_{2n} + O\left(\frac{1}{\lambda}\right),$$

при $|\lambda| \rightarrow \infty$ (см. [1])—

$$A(\lambda) = O\left(\frac{1}{\lambda}\right), \quad B(\lambda) = I_n + \frac{1}{2i\lambda} P + O\left(\frac{1}{\lambda}\right),$$

где

$$P = \int_{-\infty}^{\infty} Q(t) dt.$$

Следовательно,

$$I_n = B^{-1}(\lambda) + \frac{1}{2i\lambda} PB^{-1}(\lambda) + O\left(\frac{1}{\lambda}\right),$$

$$B^{-1}(\lambda) = I - \frac{1}{2i\lambda} PB^{-1}(\lambda) + O\left(\frac{1}{\lambda}\right) = I + O\left(\frac{1}{\lambda}\right).$$

Отсюда получаем требуемую асимптотику.

Из представления матрицы $B(\lambda)$ видно, что она является аналитической функцией в полуплоскости $\text{Im } \lambda \geq 0$ и непрерывна вплоть до вещественной оси, за исключением точки $\lambda = 0$, причем $B(\lambda)$ непрерывна при $\lambda = 0$.

4. Скалярная функция $\Delta(\lambda) = \det B(\lambda)$ имеет только конечное число нулей. Эти нули простые и чисто мнимые.

Чисто мнимость нулей функции $\Delta(\lambda)$ и их конечность доказываются методом работ [1], [3]. Простоту этих нулей докажем с помощью следующей леммы (см. [3]):

Лемма. Пусть $A(\lambda)$ — квадратная матрица, регулярная в круге $|\lambda| < 1$ и $\det A(0) = 0$, $\det A(\lambda) \neq 0$ при $0 < |\lambda| < 1$. Обратная матрица $A^{-1}(\lambda)$ имеет в точке $\lambda = 0$ простой полюс в том, и только в том случае, если из равенств $A'(0)\vec{a} = 0$, $A(0)\vec{b} + A'(0)\vec{a} = 0$, где \vec{a} и \vec{b} — постоянные векторы, следует $\vec{a} = 0$. Пусть теперь $P(\lambda)\vec{a} = P(\lambda)\vec{b} + P'(\lambda)\vec{a} = 0$, $\vec{a} \neq 0$, где $P(\lambda) = i\lambda B(\lambda)$. Тогда нетрудно получить равенство ([1])

$$\dot{P}(\lambda)\vec{a} = \frac{dP}{d\lambda}\vec{a} = -\lambda\vec{a} \int_{-\infty}^{\infty} E_1^*(x, \lambda) E_1(x, \lambda) \vec{a} dx,$$

где $\alpha \neq 0$ — некоторое постоянное число такое, что

$$E_2(x, \lambda)\vec{a} = \alpha E_1(x, \lambda)\vec{a}.$$

Так как λ чисто мнимое, то элементы $E_1(x, \lambda)$ вещественны. Тогда из последнего равенства имеем

$$\vec{a}^* \dot{P}(\lambda)\vec{a} = -\lambda\alpha \int_{-\infty}^{\infty} [E_1(x, \lambda)\vec{a}]^* E_1(x, \lambda)\vec{a} dx$$

и, значит,

$$\vec{a}^* \dot{P}(\lambda)\vec{a} \neq 0.$$

Далее имеем

$$\begin{aligned} \vec{a}^* P = \vec{a}^* [E_1^*(x, \lambda) E_2(x, \lambda) - (E_1^*(x, \lambda))^T E_2(x, \lambda)] = \\ = \frac{1}{\alpha} [E_2(x, \lambda)\vec{a}]^* E_2(x, \lambda) - \frac{1}{\alpha} [E_2^*(x, \lambda)\vec{a}]^* E_2(x, \lambda), \end{aligned}$$

и, если здесь x стремится к $-\infty$, получим $\vec{a}^* P(\lambda) = 0$. Тогда из равенства $\vec{a}^* \dot{P}(\lambda)\vec{a} + \vec{a}^* P(\lambda)\vec{b} = 0$ следует, что $\vec{a}^* \dot{P}(\lambda)\vec{a} = 0$.

Получили противоречие. Следовательно, $\vec{a} = 0$. Тогда из леммы следует простота нулей функции $\Delta(\lambda)$.

Литература

1. Фаддеев Л. Д. УМН, 14, 1959, № 4 (88), 57—119.
2. Фаддеев Л. Д. Итоги науки и техники, серия совр. пробл. матем., 3, 1973, 93—180.
3. Агранович Э. С., Марченко В. А. Обратная задача теории рассеяния. Изд-во Харьков, ун-та, 1960.

Институт математики
и механики АН Азерб. ССР

Поступило 15. XI 1978

М. Б. Вәлијев, И. Т. Гаджіев

БҮТҮН ОХДА ШТУРМ—ЛИУВИЛЛ ТЭНЛИКЛЭР СИСТЕМИНИН МАТРИСИ

Мәғаләдә бүтүн охда Штурм—Лиувилл тәнликләр системинин сәпилмә матриси тәҗрин едилир вә онун әсас хәссәләри тәдиг олунур.

M. B. Veliev, I. T. Gadjiev

S-MATRIX OF STURM-LIOUVILLE EQUATION SYSTEM THROUGHOUT THE AXIS

In the paper a scattering matrix of Sturm-Liouville differential equation system throughout the axis is defined and its principal properties are studied.

Член-корр. АН Азерб. ССР Дж. Э. АЛЛАХВЕРДИЕВ, Р. М. ДЖАБАРЗАДЕ

О СХОДИМОСТИ КРАТНЫХ РАЗЛОЖЕНИЙ ПО СОБСТВЕННЫМ ЭЛЕМЕНТАМ НЕКОТОРОЙ ДВУПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ОПЕРАТОРОВ

В гильбертовом пространстве H задана двухпараметрическая система операторов

$$\begin{cases} A(\lambda, \mu) f = (A_0 + \lambda A_1 + \lambda^2 A_2 + \mu A_3) f, & (1) \\ B(\lambda, \mu) g = (B_0 + \lambda B_1 + \lambda^2 B_2 + \mu B_3) g. & (2) \end{cases}$$

Определение 1. $x \in H$ есть собственный элемент (1), если существуют числа λ, μ такие, что

$$A(\lambda, \mu) x = 0 \quad (3)$$

Определение 2. Пара (x, y) ($x \in H, y \in H$) является собственным элементом (1) и (2), если x и y есть, соответственно, собственные элементы (1) и (2), отвечающие общим собственным значениям.

Определение 3. Система собственных элементов (1) и (2) образует двукратный базис в H , если для любых двух элементов $\tilde{f} = (f_0, f_1) \in H_2, \tilde{g} = (g_0, g_1) \in H_2$ имеем, что

$$\begin{aligned} f_0 &= \sum_0^{\infty} c_k x_k, & g_0 &= \sum_0^{\infty} d_k y_k, \\ f_1 &= \sum_0^{\infty} \lambda_k c_k x_k, & g_1 &= \sum_0^{\infty} \lambda_k d_k y_k, \end{aligned} \quad (4)$$

где (x_k, y_k) — собственный элемент (1), (2) с собственным значением (λ_k, μ_k) , H_2 — прямая сумма двух гильбертовых пространств.

Обозначим через $\{\lambda_k\}_1^{\infty}$ и $\{\mu_k\}_1^{\infty}$ последовательности собственных значений операторов $A(\lambda, 0)$ и $B(\lambda, 0)$, а через $\lambda_k(A_2^{1/2})$ и $\lambda_k(B_2^{1/2})$ — модули собственных значений операторов $A_2^{1/2}$ и $B_2^{1/2}$.

Теорема. Пусть выполнены следующие условия:

1) A_i, B_i ($i = 0, 3$) — вполне непрерывные самосопряженные операторы, причем $A_2 > 0, B_2 > 0$;

2) существует число $M > 0$ такое, что для всех $x \in H$ имеем

$$\begin{aligned} |(A_1 x, x)| &\leq M (A_2 x, x), \\ |(B_1 x, x)| &\leq M (B_2 x, x); \end{aligned} \quad (5)$$

3) собственные значения операторов $A_2^{1/2}$ и $B_2^{1/2}$ простые и таковы, что

$$\sum_{k=1}^{\infty} \frac{|\lambda_k(A_2^{1/2})|^{2-2p}}{|\lambda_{k+1}(A_2^{1/2}) - \lambda_k(A_2^{1/2})|^2} < \infty,$$

$$\sum_{k=1}^{\infty} \frac{|\lambda_k(B_2^{1/2})|^{2-2p}}{|\lambda_{k+1}(B_2^{1/2}) - \lambda_k(B_2^{1/2})|^2} < \infty;$$

4) A_3 и B_3 положительные или отрицательные одновременно;

5) $\lambda_k(A_2^{1/2}) - \lambda_k(B_2^{1/2}) \rightarrow 0$ при $k \rightarrow \infty$, но $\lambda_k(A_2^{1/2}) \neq \lambda_k(B_2^{1/2})$;

6) операторы $A_1 A_2^{-1/(p+1)}$ ($i = 0, 1$), $B_1 B_2^{-1/(p+1)}$ ($i = 0, 1$), $A_3 A_2^{-1/(p+1)}$, $B_3 B_2^{-1/(p+1)}$ ограничены, ($2 > p > 0$). Тогда для любых четырех элементов f_0, f_1, g_0, g_1 из подпространства $H_1 \subset H$ с конечным дефектом, удовлетворяющих условиям $f_i \in R_{\lambda_k^{1/2}}$ и $g_i \in R_{\mu_k^{1/2}}$ имеют место разложения со скобками

$$\begin{aligned} f_0 &= \sum_{k=1}^{\infty} \sum_{N_{k-1}+1}^{N_k} c_k x_k, & g_0 &= \sum_{r=1}^{\infty} \sum_{N_{r-1}+1}^{N_r} d_r y_r, \\ f_1 &= \sum_{k=1}^{\infty} \sum_{N_{k-1}+1}^{N_k} \lambda_k c_k x_k, & g_1 &= \sum_{r=1}^{\infty} \sum_{N_{r-1}+1}^{N_r} \mu_r d_r y_r. \end{aligned} \quad (7)$$

Доказательство. При μ_0 вещественном и условии (5) все собственные значения оператора $A(\lambda, \mu_0)$, а соответственно и оператора $B(\lambda, \mu_0)$, начиная с некоторого номера, вещественны.

При выполнении условий теоремы спектры операторов $A(\lambda, \mu_0)$ и $B(\lambda, \mu_0)$ дискретны и асимптотически приближаются к вещественной оси.

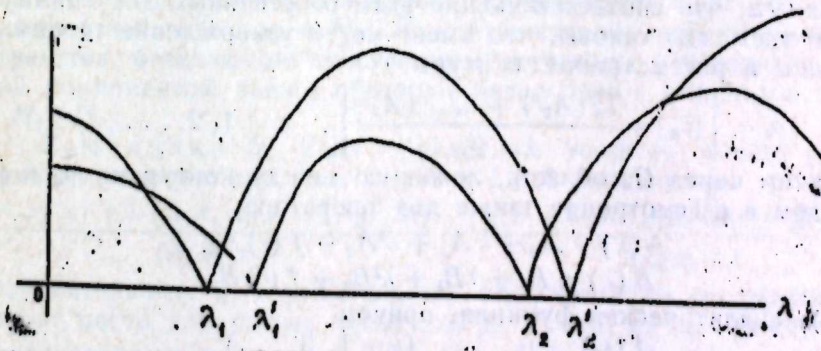
Пусть μ_0 — фиксированное вещественное число, x — собственный элемент, соответствующий собственному значению $\lambda_k = a_k + i b_k$. Тогда

$$\begin{aligned} (A_0 x, x) + a_k (A_1 x, x) + a_k^2 (A_2 x, x) - b_k^2 (A_2 x, x) - \\ - \mu_0 (A_3 x, x) - (x, x) = 0, \\ b_k (A_1 x, x) + 2a_k b_k (A_2 x, x) = 0. \end{aligned}$$

Так как при всех $x \in H$ имеет место (5), то из последнего равенства и из условия $|\operatorname{Re} \lambda_k| \rightarrow \infty$ имеем, что $b_k = 0$, начиная с некоторого номера k .

Следовательно, вне вещественной оси существует только конечное число собственных значений операторов $A(\lambda, \mu_0)$ и $B(\lambda, \mu_0)$.

Пусть (λ, μ) — собственное значение $A(\lambda, \mu)$. Точки (λ, μ) будем изображать точками на плоскости (λ, μ) (рисунок).



При $\mu = 0$ обозначим через λ_1^+ положительные собственные значения оператора $A(\lambda, 0)$, аналогично, через $\lambda_1^+, \lambda_2^+, \dots$ — положительные собственные значения оператора $B(\lambda, 0)$.

Отметим на плоскости (λ, μ) значения $(\lambda_k^+, 0)$ и $(\lambda_k^+, 0)$, являющиеся собственными значениями соответственно операторов $A(\lambda, \mu)$ и $B(\lambda, \mu)$.

При фиксированных $\lambda = \lambda_k^+$ и $\lambda = \lambda_k^+$ операторы $A(\lambda_k^+, \mu)$ и $B(\lambda_k^+, \mu)$ имеют в качестве 1-го собственного значения собственное значение $\mu = 0$.

Придавая λ_k^+ и λ_k^+ приращения $\Delta\lambda_k^+$ и $\Delta\lambda_k^+$, возмущаем и первые собственные значения $\mu = 0$ операторов $A(\lambda, \mu)$ и $B(\lambda, \mu)$.

Изменяя λ от 0 до λ_1^+ , от λ_1^+ до λ_2^+ , от λ_2^+ до λ_3^+ и т. д., получаем непрерывные кривые $\mu(\lambda)$, представляющие собой первые собственные значения оператора $A(\lambda, \mu)$ при каждом фиксированном $\lambda = \lambda_k^+$. Выбираем одну из этих кривых, а именно: $\mu_1(\lambda^+)$.

При этом следует учесть, что в случае, когда A_2 и B_2 — положительные операторы, а операторы A_3 и B_3 — положительные и отрицательные одновременно, имеем начиная с некоторого k все вторые компоненты собственных значений задачи (1) и (2) положительными либо отрицательными.

Для определенности полагаем, что операторы A_3 и B_3 положительные; тогда все μ_k , входящие в состав собственных значений, начиная с некоторого k положительные.

Аналогично рассуждая, получим кривую $\mu_1(\lambda^+)$ первых собственных значений $B(\lambda, \mu)$ при изменении λ от нуля до бесконечности.

Точки пересечения этих кривых обозначим через (λ_k^+, μ_k^+) .

Изменяя λ от 0 до λ_1^- , от λ_1^- до λ_2^- и т. д., получим непрерывную кривую $\mu_1(\lambda^-)$, представляющую собой первые собственные значения $A(\lambda, \mu)$ при каждом фиксированном λ^- .

Аналогично рассуждая, получим кривую $\mu_1(\lambda^-)$ первых собственных значений $B(\lambda, \mu)$ при изменении λ от нуля до бесконечности.

Для простоты обозначим через $\{(\lambda_k, \mu_k)\}_i^\infty$ последовательность всех точек пересечения, расположив ее по возрастанию модуля первой компоненты. Ясно, что точки этой последовательности являются собственными значениями сбих операторов $A(\lambda, \mu)$ и $B(\lambda, \mu)$.

Покажем, что соответствующие этим собственным значениям собственные элементы таковы, что имеет место утверждение теоремы 1.

Введем в рассмотрение контуры

$$\rho_k = \left\{ |\lambda_k| = \frac{\lambda_k (A_2^{\mu_k}) + \lambda_{k+1} (A_2^{\mu_{k+1}})}{2} \right\}, \quad k = 1, 2, \dots,$$

и обозначим через G_k область, лежащую между контурами ρ_k и ρ_{k+1} .

Введем в рассмотрение также два оператора

$$A(\lambda) = A_0 + \lambda A_1 + \lambda^2 A_2 + f(\lambda) A_3, \quad (8)$$

$$B(\lambda) = B_0 + \lambda B_1 + \lambda^2 B_2 + f(\lambda) B_3, \quad (9)$$

где $f(\lambda)$ — аналитическая функция, причем

$$f(\lambda_i) = \mu_i \quad (i = 1, 2, \dots)$$

и $|f(\lambda)| \leq c|\lambda|^p$ при $|\lambda| \rightarrow \infty$.

Рассмотрим интегралы

$$P_k f = \frac{1}{2\pi i} \int_{\rho_k} (E - \lambda^2 A_2)^{-1} f d\lambda, \quad (10)$$

$$P_k' f = \frac{1}{2\pi i} \int_{\rho_k} (E - A_0 - \lambda A_1 - \lambda^2 A_2 - f(\lambda) A_3)^{-1} f d\lambda, \quad (11)$$

$$Q_k f = \frac{1}{2\pi i} \int_{\rho_k} (E - \lambda^2 B_2)^{-1} f d\lambda, \quad (12)$$

$$Q_k' f = \frac{1}{2\pi i} \int_{\rho_k} (E - B_0 - \lambda B_1 - \lambda^2 B_2 - f(\lambda) B_3)^{-1} f d\lambda. \quad (13)$$

В силу условий 3) и 5) теоремы контуры ρ_k в определении интегралов (10), (11), (12), (13) могут быть выбраны одними и теми же, так как на этих контурах справедливы необходимые для доказательства оценки интегралов (10), (11), (12) и (13).

Учитывая известные результаты из [1], [2] и [3], имеем, что

$$\sum_{i=0}^{\infty} \|P_i - P_i'\|^2 < \infty, \quad \sum_{i=0}^{\infty} \|Q_i - Q_i'\|^2 < \infty. \quad (14)$$

При $\delta = 1$ пользуемся результатами работ [1] и [2], а при $\delta \neq 1$ — результатом работы [3].

В силу условия 3) теоремы имеем, что внутри каждой области G_k , ограниченной контурами ρ_k и ρ_{k+1} , начиная с некоторого номера k имеется два и только два собственных значения каждого из операторов

$$A_0 + \lambda A_1 + \lambda^2 A_2 + f(\lambda) A_3 \quad \text{и} \quad B_0 + \lambda B_1 + \lambda^2 B_2 + f(\lambda) B_3,$$

которые в силу выбора функции $f(\lambda)$ порождают два собственных значения $(\lambda_k, f(\lambda_k)) = (\lambda_k, \mu_k)$ и $(\lambda_{k+1}, f(\lambda_{k+1})) = (\lambda_{k+1}, \mu_{k+1})$ двухпараметрической задачи.

Следовательно, собственные подпространства, отвечающие вышеуказанным собственным значениям операторов $A(\lambda, \mu)$ и $B(\lambda, \mu)$, образуют базисы Бари из подпространств в подпространстве с конечным дефектом, что и требовалось доказать.

Замечание 1. Из доказательства теоремы видно, что собственные подпространства, отвечающие собственным значениям задачи (1) и (2) с положительной первой компонентой, образуют базис Бари с конечным дефектом в $H_1 \subset H$; соответственно, собственные подпространства, отвечающие собственным значениям с отрицательной первой компонентой, также образуют базис Бари с конечным дефектом в $H_1 \subset H$.

Замечание 2. Если в условиях теоремы вместо условия 2) принять условие: при всех $x \in H$ и $\lambda > 0$ выражения

$$\frac{(A_0 x, x) + \lambda (A_1 x, x) + \lambda^2 (A_2 x, x)}{(A_3 x, x)}, \quad \frac{(B_0 x, x) + \lambda (B_1 x, x) + \lambda^2 (B_2 x, x)}{(B_3 x, x)} \quad (15)$$

положительные и отрицательные одновременно, то разложения (7) имеют место для любых элементов f_0, f_1, g_0, g_1 из пространства H , удовлетворяющих условиям $f_1 \in R_{\lambda_2}^{1/2}, g_1 \in R_{\mu_2}^{1/2}$. Например, (15) выпол-

няется, если все операторы A_i ($i = \overline{0, 3}$), B_i ($i = \overline{0, 3}$) положительны, причем A_3 и B_3 строго положительные.
Замечание 3. Теорема может быть обобщена на случай операторов $A(\lambda, \mu)$ и $B(\lambda, \mu)$ с более сложной зависимостью от параметров.

Замечание 4. Данное определение кратной полноты дает возможность выявлять некоторые свойства операторов, но, однако, недостаточно служит тем целям, ради которых оно было введено. Этот недостаток устраняется в последующих работах авторов.

Литература

1. Визитей В. Н., Маркус А. С. Матем. сб., 65:2, 1935, 287—320. 2. Джабарзаде Р. М. Уч. зап. АГУ им. С. М. Кирова, серия физ.-матем. наук, 1964, № 3. 3. Радзиевский Г. В. Изв. АН СССР, серия матем., 39, 1975, № 5.
4. Roach G. F. and Heeman B. D. On the spectral theory of operator bundles. UDDM. Report DE. 76:3. 5. Като Т. Теория возмущений линейных операторов. М., Мир, 1972.

Поступило 27. X 1978

Ч. Е. Аллахвердиев, Р. М. Чаббарзаде

ИКИ ПАРАМЕТРИК СИСТЕМ ҮЧҮН МӘХСУСИ ЭЛЕМЕНТЛӘРИНӘ НЭЗЭРӘН ЧОХГАТ АҖРЫЛЫШЛАРЫН ЈЫҖЫЛМАСЫ ҺАҖҖЫНДА

Мәғаләдә

$$\begin{cases} A(\lambda, \mu) = A_0 + \lambda A_1 + \lambda^2 A_2 + \mu A_3 \\ B(\lambda, \mu) = B_0 + \lambda B_1 + \lambda^2 B_2 + \mu B_3 \end{cases}$$

систем операторлары мөхсуси элементләрини икигәт тамлығы аңлашышы вериләр. Һәмши аңлашыш операторларын бәзи хәссәләрини өҗрәнмәҗә имкан вериләр.

Мүәллифләрин сонрағы ишләриндә чохпараметрик оператор системләрини мөхсуси вә гошма элементләринә нәзәрән чохгат тамлығын јени бир аңлашышы вериләр. Бу аңлашыш чохпараметрик оператор системләри үчүн мөхсуси элементләринә нәзәрән икигәт тамлык хәссәләрини өҗрәнмәҗә даһа чох имканлар јарадыр.

A_1, B_1 тамам кәсилмәз өз-өзүнә гошма ($A_2 > 0, B_2 > 0, A_0, A_1, A_3$ операторларына A_2 операторуна, B_0, B_1, B_3 операторларына B_2 операторуна табе олмаг шәртләрини гәбул едәрәк һилберт фәзасынын верилмиш сонлу өлчүлү алт фәзадан олман ихтијари f_0, f_1, g_0, g_1 ($f_i \in R_{A_2}^{1/2}, g_i \in R_{B_2}^{1/2}$) дәрәд элементи үчүн мөҗәризәләрлә

чохпараметрик оператор системи мөхсуси элементләринә нәзәрән аҗрылышларын јыҖылмасы исбат олунур.

J. E. Allahverdiev, R. M. Djabbarzade

ON CONVERGENCE OF MULTIPLE EXPANSIONS ON EIGEN ELEMENTS OF TWO-PARAMETER OPERATOR SYSTEM

The definition of two-fold expansions on eigen elements of

$$\begin{cases} A(\lambda, \mu) = A_0 + \lambda A_1 + \lambda^2 A_2 + \mu A_3 \\ B(\lambda, \mu) = B_0 + \lambda B_1 + \lambda^2 B_2 + \mu B_3 \end{cases}$$

is introduced.

This definition makes it possible to study some properties of operators.

In the following works of the authors the new definition of multiple completeness on eigen and adjoint elements of multiple parameter system is introduced. The new definition makes it possible to study many other new properties of operators dealing with multiple completeness on eigen elements of multiparameter system of operators.

In this paper a theorem about two-fold expansions with brackets on eigen elements of Hilbert's subspace with finite defect is proved, when A_1, B_1 are compact self-adjoint operators and operators A_0, A_1, A_3 obey A_2 and operators B_0, B_1, B_3 obey B_2 .

С. К. АБДУЛЛАЕВ

ОГРАНИЧЕННОСТЬ МНОГОМЕРНОГО СИНГУЛЯРНОГО ОПЕРАТОРА В НЕКОТОРЫХ ПРОСТРАНСТВАХ НЕПРЕРЫВНЫХ ФУНКЦИЙ

(Представлено академиком АН Азербайджанской ССР А. И. Гусейновым)

Пусть G — конечная область в m -мерном ($m \geq 2$) евклидовом пространстве R_m , граница ∂G , которой является замкнутой поверхностью Ляпунова. S — единичная сфера в R_m с центром в начале координат, $f: S \rightarrow C$ и удовлетворяет условию

$$\int_S f(\theta) d\theta = 0. \quad (1)$$

Рассмотрим многомерный сингулярный интеграл

$$v(x) = (v. p.) \int_G \frac{f(\theta)}{|x-y|^m} u(y) dy \stackrel{\text{def}}{=} \lim_{\epsilon \rightarrow 0} \int_{\{y \in G: |x-y| > \epsilon\}} \frac{f(\theta)}{|x-y|^m} u(y) dy, \quad (2)$$

где $\theta = \frac{x-y}{|x-y|}$, $|x-y|$ — норма элемента $x \in R_m$ и $u \in C(G)$ — совокупность функций непрерывных на G .

Настоящая работа посвящена вопросу ограниченности многомерного сингулярного оператора $Au = v$ в пространствах $H_{\varphi\psi}$ и H_{ω}^p . Отметим, что ограниченность оператора A в случае степенной шкалы пространств H_{ω}^p и $H_{\varphi\psi}$ доказана в [1].

При изучении одномерного сингулярного оператора в пространствах типа $H_{\varphi\psi}$ и H_{ω}^p , исследование соответствующих сингулярных интегралов с помощью (\mathcal{Q}, ω) характеристик оказалось достаточно плодотворным [2, 36]. Поэтому эта же задача в данной работе решается для оператора

$$v = Au = \int_G f(\theta) |x-y|^{-m} u(y) dy.$$

Пусть $d(x, \partial G)$ — расстояние от точки $x \in R_m$ до множества ∂G и l — радиус сферы Ляпунова (опр. см., напр., [4])

Обозначим

$$G_{\epsilon} = \{x \in G: d(x, \partial G) > \epsilon\} \text{ при } 0 < \epsilon < l.$$

Для функции $u \in C(G)$ введем характеристики

$$\Omega_u(\epsilon) = \sup_{x \in G_{\epsilon}} |u(x)|,$$

$$\omega_u(\delta, \epsilon) = \sup_{x, y \in G_{\epsilon}, |x-y| < \delta} |u(x) - u(y)|, \quad 0 < \epsilon \leq l, \delta > 0,$$

По определению пара функций $\varphi(\xi)$ и $\psi(\delta, \xi)$ принадлежит множеству Φ , если выполняются условия:

- 1) $\varphi(\xi)$, $\psi(\delta, \xi)$ определены соответственно на множествах $(0, l]$, $\{\delta \in R: \delta > 0\} \times (0, l]$, непрерывны и неотрицательны;
- 2) $\varphi(\xi)$, $\psi(\delta, \xi)$ убывают по ξ , $\psi(\delta, \xi)$ возрастает по δ ;
- 3) $\psi(\delta_1 + \delta_2, \xi) = O(\psi(\delta_1, \xi) + \psi(\delta_2, \xi))$ при любых $\delta_1, \delta_2 > 0$;
- 4) $\lim_{\delta \rightarrow 0} \psi(\delta, \xi) = 0$;
- 5) $\psi(\delta, \xi) = O(\varphi(\xi))$.

Доказываются, что $(\Omega_u(\xi), \omega_u(\delta, \xi)) \in \Phi$.
Введем функцию

$$\omega_1(\delta) = \sup_{0, \theta_1 \in S, |\theta_1 - \theta_2| < \delta} |f(\theta_1) - f(\theta_2)|, \quad 0 < \delta < 2.$$

Всюду в дальнейшем будем считать, что f непрерывна на S и выполняется (1).

Теорема 1. Если $\int_0^1 \Omega_u(t) dt < +\infty$ и $\forall \xi < 0 \int_0^\xi \omega(t, \xi/2) t^{-1} dt < +\infty$, то для любого $x \in G$ существует предел (2) и $v \in C(G)$.
Обозначим

$$J = \left\{ (\varphi, \psi) \in \Phi: \int_0^1 \varphi(t) dt < +\infty; \forall \xi > 0 \int_0^\xi \psi(t, \xi/2) t^{-1} dt < +\infty \right\}.$$

Следующая теорема решает задачу о связи между упорядоченными парами (Ω_v, ω_v) и (Ω_u, ω_u) , которая является исходным пунктом при изучении сингулярного оператора $Au = \tau$ в пространствах непрерывных функций.

Теорема 2. Пусть $(\Omega_u, \omega_u) \in J$, тогда
а) при $0 < \xi \leq l$

$$\Omega_v(\xi) \leq c_1 \|f\|_{C(S)} (\xi^{-1} z(\tau \Omega_u(\tau), l)(\xi) + \int_0^\xi \omega_u(\tau, \xi/2) \tau^{-1} d\tau),$$

б) при $0 < \delta \leq \xi \leq l$

$$\omega_v(\delta, \xi) \leq c_2 (\|f\|_{C(S)} z(\omega_u(\tau, \xi/2), \xi)(\delta) + (\|f\|_{C(S)} \delta \xi^{-1} + \omega_1(\delta/\xi)) \xi^{-1} z(\tau \Omega_u(\tau), l)(\xi) + \int_0^\xi \omega_1(\delta/\tau) \omega_u(\tau, \xi/2) \tau^{-1} d\tau),$$

где $z(\varphi(\tau), x)(y) = \int_0^y \varphi(\tau) \tau^{-1} d\tau + y \int_y^x \varphi(\tau) \tau^{-2} d\tau$, постоянные C_1, C_2

зависят разве лишь от m и G .

Для $(\varphi, \psi) \in \Phi$ обозначим

$$N_{\varphi\psi} = \{u \in C(G): \exists C_1, C_2 > 0, \Omega_u(\xi) \leq C_1 \varphi(\xi), \omega_u(\delta, \xi) \leq C_2 \psi(\delta, \xi), \|u\|_{N_{\varphi\psi}} = \max\{\inf\{C_1: \Omega_u(\xi) \leq C_1 \varphi(\xi)\}, \inf\{C_2: \omega_u(\delta, \xi) \leq C_2 \psi(\delta, \xi)\}\}, < N_{\varphi\psi}, \|\cdot\|_{N_{\varphi\psi}} \} \text{— является банаховым пространством.}$$

Введем множество ΦH пар $(\varphi, \psi) \in J$ таких, что

- 1) $\xi^{-1} z(\tau \varphi(\tau), l)(\xi) = O(\varphi(\xi))$;
- 2) $z(\psi(\tau, \xi), \xi)(\delta) = O(\psi(\delta, \xi))$, $0 < \delta \leq \xi$;
- 3) $\delta \xi^{-1} \varphi(\xi) = O(\psi(\delta, \xi))$, $0 < \delta \leq \xi$.

Различные описания класса ΦH можно получить применением леммы Бари—Стечкина [5] о монотонных функциях.

Непосредственной проверкой можно показать, что пара

$$\varphi(\xi) = \xi^{-\alpha}, \quad \psi(\delta, \xi) = \delta^{\gamma} (\delta + \xi)^{-\alpha} \cdot \xi^{-1} + \delta^{\beta}$$

при $0 < \alpha < 1$, $0 < \gamma < 1$, $0 < \beta < 1$ принадлежит ΦH .

Теорема 3. Пусть $(\varphi, \psi) \in \Phi H$, $\omega_1(\delta, \xi) = O\left(\frac{\psi(\delta, \xi)}{\varphi(\xi)}\right)$,

$$\int_0^\xi \omega_1(\delta/\tau) \psi(\tau, \xi/2) \tau^{-1} d\tau = O(\psi(\delta, \xi)),$$

тогда оператор $Au = \int_0^1 f(\theta) |x - y|^{-m} u(y) dy$

действует из $N_{\varphi\psi}$ в $N_{\varphi\psi}$ и ограничен.

Отметим, что исследования по особому интегралу, когда область интегрирования является конечной разомкнутой дугой, показала, что каждое инвариантное гильбертово весовое пространство при естественных условиях на вес совпадает с некоторым инвариантным $N_{\varphi\psi}$. С этой точки зрения, естественно, для достаточно полного изучения оператора A в пространствах \dot{H}_m^p можно ограничиться нахождением необходимого и достаточного условия для того, чтобы \dot{H}_m^p совпадали с $N_{\varphi\psi}$ и соответствующие нормы были эквивалентны.

Пусть функции f и g определены и неотрицательны на множестве X , если

$$\exists C_1, C_2 > 0, \forall x \in X, C_1 f(x) < g(x) < C_2 f(x),$$

то говорят, что f и g эквивалентны ($f \sim g$).

Заметим, что если $(\varphi_1, \psi_1), (\varphi_2, \psi_2) \in \Phi$ и $\varphi_1 \sim \varphi_2, \psi_1 \sim \psi_2$, то $N_{\varphi_1, \psi_1} = N_{\varphi_2, \psi_2}$, и соответствующие нормы эквивалентны.

По определению $(\omega, \rho) \in M^1$, если $\omega \in MH$, $\rho \in P[1]$, $\omega(\xi)/P_0(\xi)$ убывает и

$$|\rho(x) - \rho(y)| \cdot |\rho(x)|^{-1} \omega(d(x, \partial G)) < \text{const } \omega(|x - y|),$$

при любых $x, y \in G$, для которых $|x - y| \leq d(x, \partial G) \leq d(y, \partial G)$, где $P_0(d(x, \partial G)) = |\rho(x)|$.

Обозначим через Ψ множество пар $(\varphi, \psi) \in \Phi$, для которых имеет место

$$\varphi(\xi_1) - \varphi(\xi_2) \leq \text{const } \psi(\xi_2 - \xi_1, \xi_1),$$

если только $0 < \xi_1 < \xi_2 \leq l$.

Доказывается, что если $(\omega, \rho) \in M^{-1}$, то

$$(\omega(\xi)/P_0(\xi), \omega(\delta)/P_0(\xi)) \in \Psi.$$

Имеет место

Теорема 4. Пусть $(\varphi, \psi) \in \Psi$, $(\omega, \rho) \in M^1$, тогда для того, чтобы $\dot{H}_m^p = N_{\varphi\psi}$ и нормы были эквивалентны, необходимо и достаточно

$$\begin{aligned} \varphi(\xi) &\sim \omega(\xi)/P_0(\xi), \quad 0 < \xi \leq l; \\ \psi(\delta, \xi) &\sim \omega(\delta)/P_0(\xi), \quad 0 < \delta \leq \xi. \end{aligned}$$

Автор приносит благодарность А. А. Бабаеву и В. В. Салаеву за постоянное внимание к работе.

Литература

1. Абдуллаев С. К. Об ограниченности сингулярного оператора в пространствах Гельдера с весом. ДАН Азерб. ССР, № 2, 1979. 2. Бабаев А. А. ДАН СССР, 1966, 170, 5, 1003—1005. 3. Салаев В. В. Уч. зап. АГУ, серия физ.-матем. наук, № 6, 1966. 4. Михлин С. Г. Линейные уравнения в частных производных. Высшая школа, М., 1977. 5. Салаев В. В. Теорема Н. И. Мусхелишвили. Уч. зап., Мин. ВУЗ и ССО Азерб. ССР, № 1, 1976. 6. Гусейнов А. И. Изв. АН СССР, серия матем., 1948, 12, № 2, 193—212.

АГУ им. С. М. Кирова

Поступило 22. III 1978

С. К. Абдуллаев

ЧӨХӨЛЧҮЛҮ СИНГУЛЛАР ОПЕРАТОРУН КЭСИЛМЭЗ ФУНКЦИЈАЛАРЫН БЭЗИ ФЭЗАЛАРЫНДА МЭҔДУДЛУҒУ

Мәғаләдә $v(x) = (V. P.) \int_G f(y) |x-y|^{-m} u(y) dy$ чөхөлчүлү мөхсуси интеграл үчүн Зигмунд гижәтләндирмәләри типли гижәтләндирмәләр алынмышдыр. Бу гижәтләндирмәләр; әсасында уҗун сингуллар оператор үчүн $H_{\varphi, \psi}$ вә \dot{H}_m^p в типли инвариант фәзаларын кафи гәдәр кенши сәријалары гурулмушдур. Еләчә дә, (ω, ρ) вә (φ, ψ) чүтләри үзәринә гојулмуш кенши шәртләр дахилиндә \dot{H}_m^p вә $H_{\varphi, \psi}$ фәзаларынын ејни элементләрдә тәшкил олунмасы вә уҗун нормаларын ејни күчлүлү үчүн зәрури вә кафи шәрт-тапылмышдыр.

S. K. Abdullayev

BOUNDEDNESS OF MANYDIMENSIONAL SINGULAR OPERATOR IN SOME SPACES OF CONTINUOUS FUNCTIONS

In this article in terms of introduced characteristic some estimates of type of Zygmund estimates for manydimensional singular integral

$v(x) = (V. P.) \int_G f(y) |x-y|^{-m} u(y) dy$ were obtained,

where G is a finite field in m -dimensional ($m > 2$) Euclidean space R_m , whose bound ∂G is a closed Liapunov surface, $u(y)$ is a continuous function in G .

On the base of received estimates boundedness of associated manydimensional singular operator in spaces of type $H_{\varphi, \psi}$, \dot{H}_m^p was proved.

З. Ф. СЕИДОВ, Дж. П. ШАРМА, Р. Х. КУЗАХМЕДОВ

РАВНОВЕСИЕ САМОГРАВИТИРУЮЩИХ ВЫРОЖДЕННЫХ КОНФИГУРАЦИЙ

(Представлено академиком АН Азербайджанской ССР Г. Ф. Султановым)

Дифференциальное уравнение второго порядка

$$\left. \begin{aligned} (x^N \varphi')' &= -x^N (\varphi^2 - \rho)^{3/2}, \\ x=0, \quad \varphi &= 1, \quad \varphi' = 0, \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

где $0 \leq \rho < 1$, ρ — постоянный параметр задачи, описывает равновесную структуру вырожденных самогравитирующих конфигураций: сферических, $N = 2$ [1], цилиндрических, $N = 1$ [2]—[4], и плоскопараллельных, $N = 0$.

Ввиду того что уравнение (1) не имеет известных аналитических решений ни при каких значениях N и ρ , представляет большой интерес решение этого уравнения приближенным способом. В настоящей статье нами доложено о приближенном аналитическом решении уравнения (1) методом аппроксимаций Паде. Ранее в [5] этот метод был применен для случая политропных конфигураций.

Найдем вначале разложение функции $\varphi(x)$ в окрестности точки $x=0$. Очевидно, что степенной ряд должен содержать только четные степени x :

$$\varphi_s(x) = \sum_{i=0}^{\infty} a_i x^{2i}, \quad (2)$$

Из (1) можно получить следующее рекуррентное соотношение для коэффициентов ряда:

$$\begin{aligned} a_{i+1} &= \frac{1}{q^2 i(i+1)(2i+1+N)} \sum_{\kappa=1}^i \left[\left(\frac{5}{2} \kappa - i \right) (i - \kappa + 1) \times \right. \\ &\quad \left. \times (2(i - \kappa) + 1 + N) a_{i-\kappa+1} \cdot \sum_{l=0}^{\kappa} a_l a_{\kappa-l} \right]; \quad i \geq 1; \\ a_0 &= 1, \quad a_1 = -\frac{q^3}{2(1+N)}, \quad q = (1-\rho)^{1/2}. \end{aligned} \quad (3)$$

Выпишем три коэффициента, которые понадобятся нам в дальнейшем

$$\left. \begin{aligned} a_2 &= \frac{3q^4}{2^3(3+N)(1+N)}, \quad a_3 = -\frac{q^5[(6+4N) + (3+N)q^2]}{2^4(1+N)^2(5+N)(3+N)}, \\ a_4 &= \frac{q^6[(48+76N+20N^2) + 3(33+30N+5N^2)q^2]}{2^7(1+N)^3(7+N)(5+N)(3+N)} \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

Найдем теперь приближение функции $\varphi(x)$ рациональной функцией в виде

$$\varphi_{22}(x) = \frac{1 + Ax^2 + Bx^4}{1 + Cx^2 + Dx^4} \quad (5)$$

Процедура нахождения коэффициентов A, B, C, D , использующая разложение функции $\varphi(x)$ в степенной ряд, описана, например, в [6]. В случае коэффициентов (3)–(4) получаются следующие выражения для A, B, C, D :

$$A = \frac{1}{4(1+N)(7+N)[(9+18N+N^2) - 2(3+N)^2 q^2]} \times \\ \times [4(N^3 + 13N^2 + 51N + 63)q^5 - (11N^3 + 119N^2 + 453N + \\ + 297)q^3 + 4(N^3 + 23N^2 + 45N + 27)q];$$

$$B = \frac{1}{2^4(1+N)^2(3+N)(5+N)(7+N)[(9+18N+N^2) - 2(3+N)^2 q^2]} \times \\ \times [2(5N^5 + 61N^4 + 278N^3 + 678N^2 + 1125N + 1053)q^6 - \\ - (15N^5 + 241N^4 + 1254N^3 + 2706N^2 + 4203N + 2781)q^4 + \\ + 4(N^5 + 32N^4 + 166N^3 + 360N^2 + 441N + 216)q^2];$$

$$C = \frac{-3(3+N)(19+14N+3N^2)q^3 + 4(N^3 + 23N^2 + 45N + 27)q}{4(1+N)(7+N)[(9+18N+N^2) - 2(3+N)^2 q^2]};$$

$$D = \frac{1}{2^2(1+N)(5+N)(7+N)[(9+18N+N^2) - 2(3+N)^2 q^2]} \times \\ \times [4(3+N)^2(7+N)q^6 - (13N^3 + 127N^2 + 495N + 477)q^4 + \\ + 4(N^3 + 28N^2 + 51N + 72)q^2]. \quad (6)$$

В случае сферической симметрии, $N=2$, эти формулы совпадают с формулами, полученными ранее в [7], а в случае параметра p , равного нулю, формулы (6) сводятся к выражениям (12)–(14) в [5], если в них положить $n=3$. В еще более частном случае, $p=0$ и $N=2$, формулы (6) совпадают с выражением (5) в [8], если в последнем положить $n=3$. Эти соотношения можно использовать для проверки формул в работах [5]–[8], что очень важно ввиду громоздкости выражений.

За недостатком места мы не приводим подробного сравнения формул (2)–(4) и (5)–(6) с точными значениями $\varphi(x)$. Отметим только, что формулы (5)–(6) намного точнее степенного ряда (2)–(4) приближают функцию $\varphi(x)$ — решение уравнения (1).

Остановимся подробнее на граничных значениях X , определяемых условием $\varphi(X) = p^{1/2}$. Для сферических и цилиндрических конфигураций обычный метод нахождения X связан с вычислением $\varphi(x)$ в большом количестве промежуточных точек при численном интегрировании дифференциального уравнения (1) методом Рунге—Кутты. Для случая $N=2$ это проделано в [1] и [7]. Полученные таким образом значения X для 5 значений параметра p показаны в третьем столбце таблицы. Для случая $N=1$ значения X вычислены с помощью метода Рунге—Кутты в работах [2], [3], [4], [9] и показаны во втором столбце таблицы.

Что касается случая $N=0$, то здесь уравнение (1) может быть решено в квадратурах. Мы приведем только конечный результат:

$$x = \int_{\varphi(x)}^1 \frac{dt}{[c - \psi(t)]^{1/2}}, \quad (7)$$

$$c = \frac{1}{2} q \left(1 - \frac{5}{2} p\right) + \frac{3}{4} p^2 \ln(1+q),$$

$$\psi(t) = (t^2 - p)^{1/2} \left(t^2 - \frac{5}{2} p\right) \frac{t}{2} + \frac{3}{4} p^2 \ln(t + (t^2 - p)^{1/2}).$$

Граничное значение X соответствует нижнему пределу в интеграле (7), равному $p^{1/2}$. Пользоваться даже этим выражением довольно затруднительно. Для 5 значений параметра p мы вычислили величину X с помощью шеститочечной формулы Гаусса. При этом, ввиду того что подынтегральная функция в (7) на верхнем пределе имеет особенность, пришлось интеграл разбить на два: от $p^{1/2}$ до $1-\beta$ и от $1-\beta$ до 1, $\beta \ll 1$. Последний вычисляется с помощью разложения $\varphi(x)$ в степенной ряд (2)–(4), а первый — по формуле Гаусса. Результат представлен в первом столбце таблицы.

Сравнение граничных значений X , вычисленных различными способами*

p	N		
	0	1	2
0,0	1,8541 (7) 1,8484 (8)	3,5739 [9] 3,5582 (8)	6,8968 [1], [7] 6,9211 (8)
0,1	1,5618 (7) 2 (8)	2,6994 [2] 2,6975 [3] 2,6897 [4] 2,6824 (8)	4,0690 [1], [7] 4,0797 (8)
0,2	1,5092 (7) 1,5090 (8)	2,5509 [2] 2,5573 (8)	3,7271 [1], [7] 3,7416 (8)
0,4	1,4998 (7) 1,4951 (8)	2,4793 [2] 2,4775 [3] 2,4747 [4] 2,4864 (8)	3,5245 [1], [7] 3,5447 (8)
0,8	1,7983 (7) 1,8013 (8)	2,9120 [2] 2,9100 [3] 2,9096 [4] 2,9224 (8)	4,0446 [1], [7] 4,0773 [1]

* Цифры в круглых скобках обозначают номер формулы в настоящей статье, квадратных — ссылку на литературу.

И, наконец, значения X (X_{22}) были вычислены на нашем приближенном формулам (5)–(6). При этом нахождение X_{22} сводится к решению простого биквадратного уравнения

$$(1 - p^{1/2}) + (A - Cp^{1/2}) X_{22}^2 + (B - Dp^{1/2}) X_{22}^4 = 0. \quad (8)$$

Значения X_{22} , вычисленные по формуле (8) для 5 значений параметра

ра p , также показаны в таблице—последняя строчка для каждой пары значений p и N .

Рассмотрение таблицы приводит к заключению, что точность вычислений X во всем интервале величин p и N лучше одного процента. Особенно велика точность для малых значений p и N .

Таким образом, приходим к выводу, что формулы (5)—(6) полностью решают проблему приближенного аналитического описания гидростатически-равновесных вырожденных самогравитирующих конфигураций в случаях сферической, цилиндрической и плоской симметрий с достаточной для астрофизических приложений точностью.

Литература

1. Chandrasekhar S. Introduction to the Study of Stellar Structure, N. Y. Dover, 1967. 2. Talwar S. P., Aggarwal M. P. Publ. Astron. Soc. Japan, 21, 1969, 337. 3. Talwar S. P., Gupta A. K. Appl. Sp. Sci., 23, 1973, 347. 4. Kar-nik A., Talwar S. P. Appl. Sp. Sci., 57, 1978, 141. 5. Сеидов З. Ф., Шарма Дж. П., Кузахмедов Р. Х. ДАН Азерб. ССР, XXXV, 1979, № 8, 15. 6. Мак-Кракен Д., Дори У. Численные методы. М., Мир, 1977. 7. Сеидов З. Ф. ДАН Азерб. ССР, XXXIV, 1978, № 8, 15. 8. Pascual P. Astron. Astrophys., 60, 1977, 161. 9. Ostriker J. P. Appl. J., 143, 1964, 1056.

ШАО

Поступило 30. I 1979

З. Ф. Сеидов, Ч. П. Шарма, Р. Х. Кузахмедов

ӨЗ-ӨЗҮНҮ ЧЭЗБ ЕДЭН ЧЫРЛАШМЫШ КОНФИГУРАСИЈАЛАРЫН ТАРАЗЛЫГЫ

Сферик, цилиндрик вэ мустэви-симметрик чырлашмыш конфигурацијаларын гидростатик таразлыг мәсэләсини һәлл этмәк үчүн Падде үсулу тәтбиг олунур. Таразлыг тәңлијинини һәлли $\varphi(x) = (1 + Ax^2 + Bx^4) / (1 + Cx^2 + Dx^4)$ рационал функција шәклиндә алынмышдыр. Конфигурацијанын һәндәси өлчүсүнүн гијмәти бу һалда садә биквадрат тәңликдән тәјин едилир. Кәстәрилмишдир ки, бу үсулла мүүһән едилмиш гијмәтләрини дәғиглији астрофизика мәсәләләри үчүн тамамилә кифајәтдир, һесаблинамалар исә мәлум үсуллара нисбәтән хејли аз вахт тәләб едилр.

Z. F. Seidov, J. P. Sharma, R. Kh. Kuzakhmedov

THE EQUILIBRIUM OF SELF-GRAVITATING DEGENERATE CONFIGURATIONS

The technique of Pade approximations has been used for the approximate solving of the hydrostatic equilibrium problem for the self-gravitating spherical, cylindrical and plane-symmetric degenerate configurations. The values of geometrical size of configuration have been calculated from our approximate formulae and compared with values obtained by other methods.

Т. Г. КЕРИМОВА

ДИНАМИКА РЕШЕТКИ СОЕДИНЕНИЙ, КРИСТАЛЛИЗУЮЩИХСЯ В СТРУКТУРЕ ТИОГАЛЛАТА

(Представлено академиком АН Азербайджанской ССР Г. Б. Абдуллаевым)

В последние годы внимание исследователей привлекают тройные полупроводниковые соединения типа $A^{IV}B^{III}C^{VI}$. Часть этих соединений (например, $CdGa_2S_4$, $CdGa_2Se_4$, $HgGa_2Se_4$ и др) кристаллизуются в структуре тиогаллата (пространственная группа S_4^2). К настоящему времени наиболее изученными из этих соединений являются $CdGa_2S_4$ и $CdGa_2Se_4$. Исследованы, в частности, фотоэлектрические и оптические свойства в видимой и ультрафиолетовой областях спектра [2—6]. Однако фоновые спектры указанных соединений почти не изучены. В [7] приводятся спектры многофононного поглощения $CdGa_2S_4$ и $CdGa_2Se_4$ в области 2—25 мкм и правила отбора для одно- и двухфононных процессов, в [8]—результаты измерения спектров инфракрасного поглощения и комбинационного рассеяния образцов $CdGa_2S_4$, запрессованных в горячий полиэтилен.

Поскольку процессы поглощения и излучения происходят при участии фононов, необходимо знание фононного спектра.

В настоящей статье приводятся результаты исследования свойств симметрии нормальных колебаний в различных точках зоны Бриллюэна соединений, кристаллизующихся к структуре тиогаллата. Полученные данные сопоставляются с данными, полученными для халькопирита и сфалерита.

§ 1. Свойства симметрии нормальных колебаний решетки тиогаллата

На рис. 1 представлена кристаллическая решетка (а) и зона Бриллюэна (б) тиогаллата. В [9] нами получены неприводимые представления групп симметрии волновых векторов. Свойства симметрии нормальных колебаний решетки халькопирита рассмотрены в [10].

В настоящей статье приводятся результаты теоретико-группового исследования свойств нормальных колебаний для соединений, кристаллизующихся в структуре тиогаллата. Обозначения те же, что и в [7].

В элементарной ячейке тиогаллата имеется 7 атомов. Поэтому фононный спектр должен состоять из 21 ветви.

С использованием методики [11] нами получены разложения колебательного представления в симметричных точках зоны Бриллюэна:

K	Колебательные представления
Γ	$3\Gamma_1 + 6\Gamma_2 + 6(\Gamma_3 + \Gamma_4)$
T	$4T_1 + 5T_2 + 6(T_3 + T_4)$
P	$5P_1 + 5P_2 + 6P_3 + 5\Gamma_1$
N	$10N_1 + 11N_2$
A	$9A_1 + 12A_2$
D	$10D_1 + 11D_2$

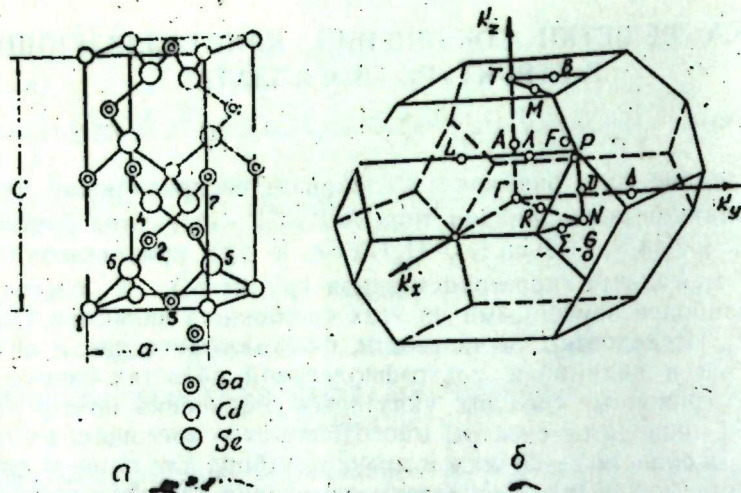


Рис. 1

В таблице приведены характеры неприводимых представлений точечной группы S_4^2 , симметрия базисных функций, распределение оптических и акустических колебаний по неприводимым представлениям, их активность в инфракрасном (ИК) спектре и спектре комбинационного рассеяния (КР). Одна мода симметрии Γ_2 и одна дважды вырожденная мода ($\Gamma_3 + \Gamma_4$) являются акустическими.

S_4^2	E	S_7^-	S_4^2	S_4^3	T_1	d_1	Полное число колебаний	Оптические	Акустические	Активность
Γ_1	1	1	1	1	T_1	$\alpha_{xx} + \alpha_{yy}, \alpha_{zz}$	3	3	0	КР
Γ_2	1	-1	1	-1	T_2	$\alpha_{xx} - \alpha_{yy}, \alpha_{xy}$	6	5	1	КР, ИК
$(\Gamma_3 + \Gamma_4)$	2	0	2	0	T_x, T_y	α_{yz}, α_{xz}	6	5	1	КР, ИК

Оператор дипольного момента \hat{A} преобразуется как Γ_2 и $\Gamma_3 + \Gamma_4$. Поэтому в инфракрасном поглощении активны колебания с симметрией Γ_2 при $\vec{E} \parallel C$ и $(\Gamma_3 + \Gamma_4)$ при $\vec{E} \perp C$. Тензор поляризуемости $\hat{\alpha}$ преобразуется как $\Gamma_1 + \Gamma_2 + (\Gamma_3 + \Gamma_4)$. Следовательно, в комбинационном рассеянии разрешены колебания всех симметрий.

Найдены базисные векторы, отвечающие длинноволновому пределу для центра зоны Бриллюэна $\Gamma(000)$ (рис. 2).

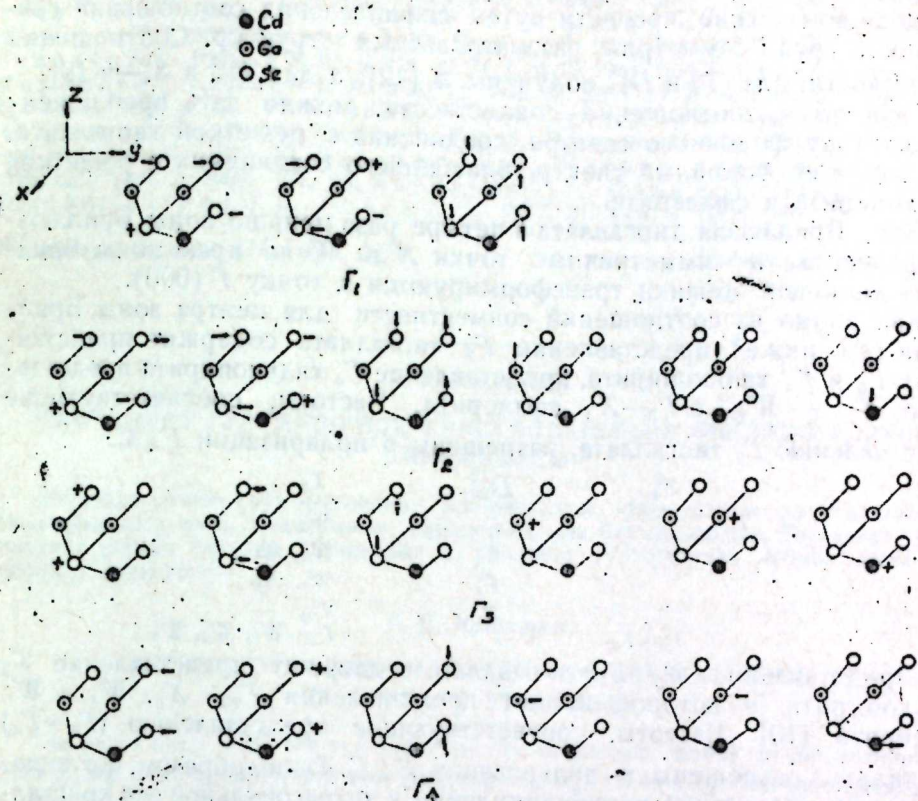


Рис. 2. Координаты симметрии

Вообще, сведения об интенсивности частот поглощения можно получить путем сопоставления нормальных колебаний титгаллата с нормальными колебаниями соединений с решеткой халькопирита и сфалерита.

§ 2. Сопоставление колебательных спектров титгаллата и халькопирита

Соединения $A^{II}B_2^{III}C_4^{VI}$, кристаллизующиеся в структуре титгаллата, являются ближайшими кристаллохимическими аналогами соединений $A^I B_2^{III} C_4^{VI}$ и $A^{II} B^{IV} C_2^V$. Поскольку природа химической связи в соединениях, кристаллизующихся в структуре титгаллата и халькопирита, одинакова, следует ожидать, что качественные особенности свойств фонов спектра соединений с решеткой титгаллата можно понять на основе их сопоставления с фоновыми спектрами соединений $A^I B^{III} C_2^{VI}$ и $A^{II} B^{IV} C_2^V$. Например, если атомные номера элементов, располагающихся в катионных и анионных подрешетках $A^{II} B^{IV} C_2^V$, $A^I B^{III} C_2^{VI}$ и $A^{II} B_2^{III} C_4^{VI}$ (например, $CdGeAs_2$, $CuGaSe_2$, $CdGa_2Se_4$), близки, то конс-

танты, определяющие динамическую матрицу, должны быть также близки.

Качественное сопоставление фононных спектров тиогаллата и халькопирита можно провести путем сопоставления соотношений совместности групп симметрии рассматриваемых структур. Соотношения совместности для T_d и D_{2d}^{12} получены в [12], а для D_{2d}^{12} и S_4^2 — в [9].

Используя соотношения совместности, можно дать приближенную картину фононного спектра соединений с решеткой тиогаллата, если известен фононный спектр ближайшего соединения с решеткой халькопирита и сфалерита.

Зона Бриллюэна тиогаллата в четыре раза меньше зоны Бриллюэна сфалерита, и симметричные точки X и W на краю зоны Бриллюэна цинковой обманки трансформируются в точку Γ (000).

Как видно из соотношений совместности для центра зоны Бриллюэна (см. ниже), представление Γ_2 тиогаллата содержит представления Γ_3 и Γ_4 халькопирита, представление Γ_4 халькопирита представлено Γ_{15} и W_2 , а $\Gamma_3 - X_3$ сфалерита. Частоты, соответствующие представлению Γ_2 тиогаллата, разрешены в поляризации $\vec{E} \parallel C$.

$\frac{S_4^2}{\Gamma_1}$	$\frac{D_{2d}^{12}}{\Gamma_2}$	$\frac{T_d}{W_1}$
Γ_1	Γ_2	W_1, X_1
	Γ_3	W_2, X_3
$\frac{\Gamma_2}{\Gamma_3 + \Gamma_4}$	$\frac{\Gamma_4}{\Gamma_5}$	$\frac{\Gamma_{15}}{\Gamma_{15}, W_3, W_4, W_5}$

Представление $\Gamma_3 + \Gamma_4$ тиогаллата содержит представление Γ_5 халькопирита, в которое входят представления Γ_{15} , X_5 , W_4 и W_5 сфалерита [10]. Частоты, соответствующие представлению $(\Gamma_3 + \Gamma_4)$

тиогаллата, разрешены в поляризации $\vec{E} \perp C$. Таким образом, поглощение света параллельно и перпендикулярно к тетрагональной оси кристалла в структуре тиогаллата должно происходить на пяти частотах, близких к частотам Γ_{15} , X и W сфалерита. Интенсивность поглощения в структуре тиогаллата на частотах, близких к частотам ω (W) и ω (X) сфалерита, должна быть меньше, чем на частотах ω (Γ_{15}) сфалерита. Частоты, близкие к частотам Γ_{15} сфалерита, должны наблюдаться при обеих поляризациях. Эти частоты описывают движение катионной подрешетки относительно анионной. Действительно, в спектрах отражения всех соединений $A^I B^{III} C_2^{VI}$, $A^{II} B^{IV} C_2^V$ наиболее высокочастотная полоса отражения является практически изотропной для обеих поляризаций. В спектрах отражения $CdGa_2Se_4$ [13] нами наблюдается также высокочастотная полоса, положение которой почти не зависит от поляризации падающего излучения.

В заключение автор выражает благодарность Ф. М. Гашимадзе за помощь при проведении теоретико-группового анализа.

Литература

1. Hahn H., Frank G., Klinger W., Stöerger A., Stöerger S. J. Zs. anorg. allgemeine Chem., 279, 1955, 241.
2. Радауцан С. И., Житарь В. Ф., Райлян В. Я., Изв. АН Молд. ССР, серия физ.-техн. и матем. наук, 1973, № 3, 41.
3. Радауцан С. И., Сырбу Н. Н., Тезлева П. Е., Баран Н. П., Влас В. Д., Титов В. А. В сб.: "Свойства некоторых новых полупроводниковых материалов и приборов". Кишинев, 1974.
4. Абдуллаев Г. Б., Гусейнова Д. А., Керимова Т. Г., Нани Р. Х. ФТП, 7, вып. 4, 1973, 840.
5. Abdullaev G. B., Guseynova D. A., Kerimova T. G., Nani R. Kh. Phys. Stat. Sol., (a) 54, 1972, № 2, K115.
6. Гусейнова Д. А., Керимова Т. Г., Нани Р. Х. В сб.: "Некоторые вопросы теоретической и экспериментальной физики". Баку, "Эль", 1977.
7. Радауцан С. И., Сырбу Н. Н., Небола Н. П., Тырзиу В. Г., Берча Д. Т. ФТП, 11, вып. 1, 1977, 69.
8. Сливка В. Ю., Пераш Е. Ю., Сусликов Л. М., Герасименко В. С., Ригач М. Ю. УФЖ, 22, 1977, № 12, 1951.
9. Гусейнова Д. А., Керимова Т. Г., Нани Р. Х. ФТП, 11, вып. 6, 1977, 1135.
10. Караваев Г. Ф., Поплавной А. С., Тютерев В. Г. Изв. вузов. Физика, вып. 10, 1970, 42.
11. Петрашень М. И., Трифионов Е. Д. Применение теории групп в квантовой механике М., 1967.
12. Чалдышев В. А., Покровский В. Н. Изв. вузов. Физика, вып. 2, 1960, 174.
13. Керимова Т. Г., Нани Р. Х., Садаев Э. Ю., Штейншрайбер В. Я., Алиев А. А. ФТТ, 21, вып. 6, 1979, 1907.

Иститут физики АН Азерб. ССР

Поступило 30. III 1979

Т. Г. Керимова

ТИОГАЛЛАТ ГУРУЛУШУНДА КРИСТАЛЛАШЫМЫШ БИРЛЭШМЭЛЭРИН ДИНАМИКАСЫ

Мәгәләдә нәзәри групп методлары ilə тиогаллат гурулушунда кристаллашымыш бирлешмәләрдә рәгс модларынын симметриясына бахылмышдыр. Тиогаллат гурулушунда нормал рәгсләр халькопирит вә сфалерит гурулушунда нормал рәгсләрдә мугајисә олуmuşду.

T. G. Kerimova

LATTICE DYNAMICS OF COMPOUNDS CRYSTALLIZING IN TIOGALLATE STRUCTURE

The paper deals with the symmetry of the oscillation modes in the compounds crystallizing in thiogallate structure (space group S_4^2) studied by the theoretical-group methods.

The expansions of the oscillation representation in the symmetry of the Brillouin band and the basis vectors conforming to the long-wave limit have been obtained. The normal oscillations in the thiogallate structure are correlated with those in chalcopyrite and spalerite structures.

С. Г. АБДУЛЛАЕВА, И. Г. АКСЯНОВ

ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ СПЕКТРЫ ПОГЛОЩЕНИЯ СВЕТА
В СМЕШАННЫХ КРИСТАЛЛАХ $\text{GaSe}_x\text{S}_{1-x}$

(Представлено академиком АН Азербайджанской ССР Г. Б. Абдуллаевым)

Методом модуляции частоты света исследованы спектры поглощения твердых растворов $\text{GaSe}_x\text{S}_{1-x}$ ($0 < x < 1$) при падении света на поверхность, содержащую ось C . Обнаружена перестройка спектров непрямого экситонного поглощения при плавном изменении состава в области $0,3 < x < 0,5$. Перестройка связывается с фазовым переходом в кристаллической решетке.

В последнее время особый интерес приобретают оптические исследования, направленные на выявление не прямых экситонов в слоистых соединениях. Как известно, монокристаллы $\text{GaSe}_x\text{S}_{1-x}$ являются слоистыми анизотропными соединениями группы $A^{III}B^{VI}$. Вопрос существования не прямых экситонов даже в селениде галлия, широко исследуемом в настоящее время бинарном соединении данной системы, является еще недостаточно решенным. Исходя из этого целесообразным казалось исследование спектров поглощения соединений $\text{GaSe}_x\text{S}_{1-x}$ методом λ -модуляции именно в экситонной области.

GaSe , как известно, может кристаллизоваться в трех различных модификациях: ϵ , γ и β , сульфид галлия — исключительно в β -модификации. О твердых растворах пока нельзя сказать ничего определеннее того, что где-то в области от 20 до 50 % происходит переход от одного типа стыковки к другому [1–3]. В работах [4,5] исследованы дифференциальные спектры поглощения GaS и получены прямые доказательства существования в сульфиде галлия не прямых экситонов.

Спектры поглощения монокристаллических твердых растворов $\text{GaSe}_x\text{S}_{1-x}$ исследовались методом модуляции длины волны света [6]. Этот метод обладает преимуществами при изучении структуры, связанной с непрямыми экситонными переходами. Модуляция света производилась с помощью колеблющейся ($f = 41$ Гц) кварцевой стеклянной пластинки толщиной 6 мм, помещенной перед выходной щелью спектрометра. Амплитуда глубины модуляции не превышала $\sim 3\text{\AA}$. Монокристаллы GaSe , GaS и твердых растворов $\text{GaSe}_x\text{S}_{1-x}$ с $x = 0,9; 0,8; 0,7; 0,6; 0,5; 0,4; 0,3; 0,2$ были выращены методом Бриджмена. Образцы для измерения получались путем скалывания вдоль плоскости слоев перпендикулярной оптической оси кристалла C , а поверхности кристаллов, содержащих ось C , готовились путем шлифовки и полировки двусторонних плоскостей. Прозрачность кристаллов позволяла проводить исследования при щелях спектрометра $\sim 0,05$ мм. Толщина исследуемых образцов была 0,15–0,2 см. Исследования

проводились при комнатной температуре. В отличие от работы [5], поляризационные исследования велись при падающем свете, строго перпендикулярном к поверхности кристалла, содержащей ось C .

На рис. 1 представлены спектры дифференциального поглощения света кристаллами $\text{GaSe}_x\text{S}_{1-x}$ ($0 < x < 1$) при поляризации света $E \parallel C$ (а) и $E \perp C$ (б). Для составов $\text{GaSe}_x\text{S}_{1-x}$ до 40%-ного содержания серы в спектрах четко наблюдаются пики поглощения S_1 и S_2 для $E \parallel C$ и S_3, S_4 для $E \perp C$.

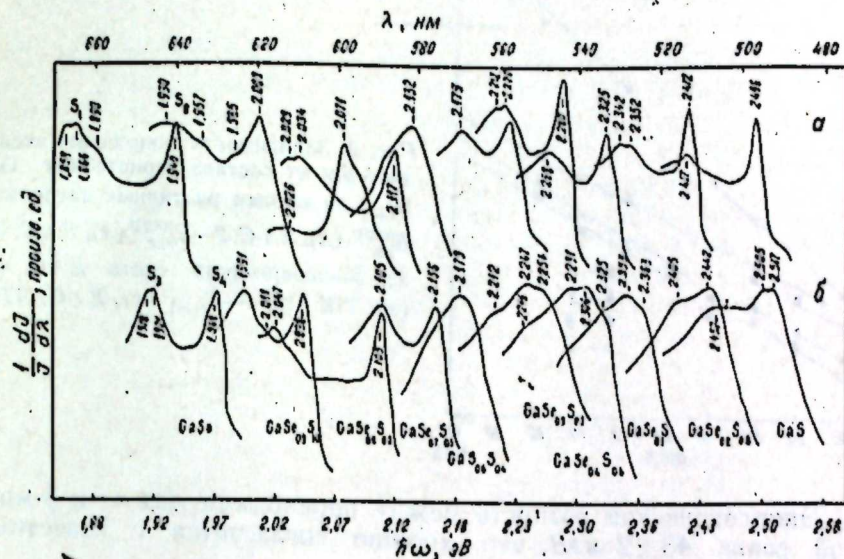


Рис. 1.

С увеличением содержания серы форма и ширина пиков поглощения несколько увеличиваются. Интересно, что при составе $\text{GaSe}_{0,6}\text{S}_{0,4}$ в обеих поляризациях наблюдается лишь один широкий пик поглощения. В поляризации $E \parallel C$ при дальнейшем увеличении содержания серы и уменьшении селена вновь наблюдается острый пик поглощения. В поляризации $E \perp C$ уширение пиков наблюдается вплоть до GaS . Форма максимумов поглощения S_2 и S_4 , а также их энергетические положения дают возможность предполагать, что зарегистрированные пики имеют экситонную природу. Как известно из расчетов зонной структуры GaSe [7], который является структурным аналогом GaS , при $E \parallel C$ и прямые и не прямые переходы разрешены, в отличие от поляризации $E \perp C$, где они разрешаются лишь при учете спин-орбитального взаимодействия. Интенсивность поглощения в геометрии $E \parallel C$, естественно, должна быть больше, что и наблюдается в данном случае. На рис. 2 даны зависимости энергетических положений наблюдаемых пиков S_2 и S_4 от состава, а также зависимости энергетического положения прямой [2] и не прямой экситонных зон [1] в соединениях $\text{GaSe}_x\text{S}_{1-x}$ при температуре 77К. Как видно, ход зависимости пиков S_2 и S_4 от состава соответствует ходу зависимости не прямой экситонной зоны в $\text{GaSe}_x\text{S}_{1-x}$. Поскольку в исследуемых соединениях нет пересечения зон, то наблюдаемые пики S_2 и S_4 мо-

гут быть обусловлены экситонным поглощением, связанным с прямыми переходами $\Gamma_4^- \rightarrow M_3^+$.

Наблюдаемый в зависимостях $E(x)$ скачок на 48 мэВ при $x=0,6$ возможно, связан с изменением типа стыковки при переходе от GaSe

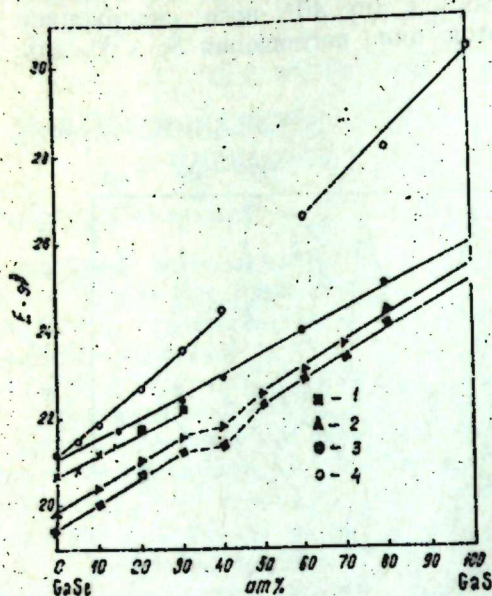


Рис. 2. Зависимость положения экситонных зон от состава кристаллов $\text{GaSe}_x\text{S}_{1-x}$ по данным различных авторов: 1— $E_{\text{жс}}^{\text{непр}}(x)$, $E \parallel C$; 2— $E_{\text{жс}}^{\text{непр}}(x)$, $E \perp C$; 300K; x ; 3—поляризация света $E \parallel C$, $E_{\text{жс}}^{\text{непр}}(x)$, 77K [1]; 4— $E_{n=1}(x)$, $E \perp C$, 77K [2]

к GaS. Энергетическая разность между переходами для α - и β -модификаций равна 48 ± 2 мэВ, что хорошо согласуется с известными литературными данными [1].

В заключение авторы благодарят Г. Д. Гусейнова за внимание и интерес к работе, а Г. И. Абуталыбова за ценные советы при проведении эксперимента.

Литература

1. Aulich E., Brebner J. L. a. Movser E. Phys. Stat. Sol., 31, 1979, 129. 2. Abdullaeva S. G., Gadjiyev V. A., Kerimova T. G., Salayev E. Yu Nuovo Cimento, 386, 1977, 2. 3. Разбирин Б. С., Мушинский В. П., Карман М. И., Старухин А. М., Гамарц Е. М. ФТП, 12, 1978, № 1, 39. 4. Belepkin G. L. a. Godzhaev M. O. Phys. Stat. Sol., (b) 85, 1978, 453. 5. Разбирин Б. С., Мушинский В. П. и др. ФТП, 12, 1978, № 1, 38. 6. Кардона М. Модуляционная спектроскопия. М., Мир, 1972. 7. Schlüter M., Camassel J., Kohn S., Volchevsky J. P., Shen Y. R. a. Morvin L. Cohen. Phys. Rev., B13, 1976, № 8.

Институт физики АН Азерб. ССР

Поступило 22. II 1979

С. б. Абдуллаева, И. б. Аксиянов

$\text{GaSe}_x\text{S}_{1-x}$ ГАРЫШЫГ КРИСТАЛЛАРЫНДА ИШЫҒЫН УДУЛМАСЫНЫН ДИФЕРЕНЦИАЛ СПЕКТРИ

$\text{GaSe}_x\text{S}_{1-x}$ бәрк мәһлулуиун „С“юхуна малик олан сәтһинә ишыг дүшдүклә, һәмһи бирләшмәһини удма спектри модулясија үсулу илә тәдгиг едилмишидр. $0.3 < x \leq 0.5$ областында тәркибин мүнтәзәм дәјишмәси заманы гејри-бирбаша экситон удудма спектриһини дүзүмүшү мүнәјјән едилмишидр. Бу дүзүмүш кристаллик гәфәсдә баш верән фаза кечиди илә әләгәдардыр.

S. G. Abdullaeva, I. G. Akslanov

DIFFERENTIAL LIGHT ABSORPTION SPECTRUMS IN MIXED CRYSTALS $\text{GaSe}_x\text{S}_{1-x}$

Absorption spectra of the $\text{GaSe}_x\text{S}_{1-x}$ ($0 < x < 1$) solid solutions are investigated by the method of frequency modulation when light is normal to the surface containing C-axis. Reconstruction of the indirect exciton absorption spectrum is found by the compound variation in the range $0.3 < x < 0.5$. That reconstruction is related with phase transition in crystalline lattice.

Член-корр. АН СССР Г. Б. АБДУЛЛАЕВ, Т. М. КЕРИМОВ,
Э. Ю. ЮСИФОВ, Ш. В. МАМЕДОВ

ИССЛЕДОВАНИЕ ПИГМЕНТНОГО ЭПИТЕЛИЯ И ЕГО МЕЛАНОПРОТЕИНОВЫХ ГРАНУЛ МЕТОДОМ СПИНОВОГО ЗОНДА

Несмотря на широкое обсуждение функции пигментного эпителия (ПЭ) глаза животных, роль ПЭ и его меланопротениновых гранул (МПГ) в процессах, происходящих под действием света, до сих пор остается малоизученной. Показано, что при освещении в МПГ и ПЭ наблюдается изменение проводимости [1,2], возникновение дополнительных парамагнитных центров [3, 4, 5], быстрый фотоответ [6] и неспецифическое взаимодействие со спиновой меткой ТЕМРО [7]. Эти данные позволяют предположить определенную фотореактивность ПЭ. К настоящему времени можно считать доказанным, что конформационные состояния белковых макромолекул и липидных систем в биологических структурах играют важную роль при их функционировании (см., напр., [8]). Однако в перечисленных работах нет однозначного ответа по поводу конформационных изменений в ПЭ и МПГ под действием света.

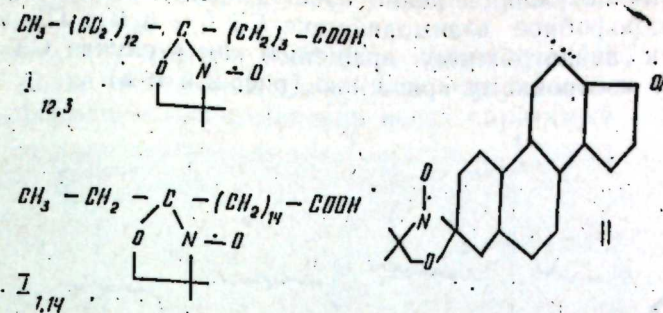
В настоящей статье представлены результаты выявления и исследования возможных конформационных превращений в структуре ПЭ глаза животных с помощью наиболее адекватного метода—метода спинового зонда (СЗ).

Гидрофобные СЗ слабо растворимы в полярной среде (10^{-6} — 10^{-5} моль/л воды), но хорошо солюбилизируются в липидных системах и входят во взаимодействие с гидрофобными областями белковых макромолекул. Другие родственные с СЗ искусственные парамагнитные соединения—спиновые метки ковалентно взаимодействуют с определенными группами аминокислотных остатков белков. Поэтому для решения поставленной задачи в таких многокомпонентных системах, как МПГ и ПЭ, мы использовали СЗ, а не спиновые метки.

Методика

ПЭ выделяли из глаза лягушек и морских свинок сразу после их декапитации. МПГ получали из ПЭ быка по методу [4]. Спин-меченые препараты получали добавлением 1—2 мкл концентрированного раствора (10^{-2} М) СЗ в водную суспензию исследуемых объектов (конечная концентрация СЗ в препаратах $\sim 10^{-4}$ М).

Нами использованы следующие гидрофобные СЗ, синтезированные фирмой „Syva“ (США):



Для разделения спектров применяли внешний парамагнитный „тушитель“ $K_3Fe(CN)_6$ с конечной концентрацией в препаратах 5×10^{-2} М. Спектры ЭПР СЗ регистрировали на спектрометрах усовершенствованном РЭ-1301 и Е-4 фирмы Varian (США). Условия записи спектров следующие: СВЧ-мощность 10 мВт, амплитуды ВЧ (200кГц) модуляции 1,5 Гс, развертка магнитного поля 2,5 Гс/мин, постоянная времени 1 с, температура 20°C. Освещение объектов производили лампой ДКСШ-1000 с тепловым фильтром.

Результаты и их обсуждение

Спектры ЭПР СЗ I_{1,4}, I_{12,3} и II в воде при концентрациях меньше 10^{-5} М и в спирте представляют собой узкокомпонентный триплет (рис. 1), т. е. в спирте и в полярной среде СЗ подвергаются быстрому изотропному вращению (о характере вращения СЗ см., напр., [9, 10]).

При избытке радикалов в растворе часть зонда, который сам по себе почти не растворим в воде, собирается микрокапельками. Из-за сильного магнитного диполь-дипольного взаимодействия спектр ЭПР этих капелек имеет вид уширенного синглета (рис. 1б).

На рис. 2а, б, в представлены характерные спектры ЭПР использованных СЗ в препаратах МПГ и ПЭ глаза животных. Сложный вид спектров ЭПР СЗ I_{12,3} (по сравнению с рис. 1) свидетельствует о наличии распределения этих парамагнитных зондов между двумя областями препаратов, а именно: некоторые молекулы добавленного зонда гидрофобно взаимодействуют с ПЭ и его МПГ и, следовательно, совершают анизотропные вращательные движения, что обуславливает пики 1, 3, 4, 6 на рис. 2а. В то же время парамагнитные фрагменты остальных молекул СЗ находятся в полярной среде, что приводит к быстрому изотропному вращению этих зондов и появлению так называемого „полярного“ триплета—пигов 2, 3, 5 на рис. 2а. При добавлении в спин-меченые препараты парамагнитного тушителя $K_3Fe(CN)_6$ вследствие обмена спинами и, следовательно, сильного уширения пигов 2, 3, 5 происходит резкое уменьшение интенсивности этих пигов вплоть до исчезновения. Однако анизотропные спектры (пики 1, 3, 4, 6) при этом не изменяются, т. е. соответствующие СЗ недоступны парамагнитным ионам $Fe(CN)_6^{3-}$. Это свидетельствует о том, что молекулы СЗ I_{12,3} действительно распределяются между гидрофобными и полярными областями препаратов ПЭ и МПГ.

Аналогичное распределение наблюдалось и в случае СЗ I_{1,14} и II. Однако гидрофобное взаимодействие СЗ I_{1,14} и II с ПЭ и МПГ приводило не к анизотропному вращению как в случае СЗ I_{1,2,3}, а к их медленному изотропному вращению (рис. 2 б и в).

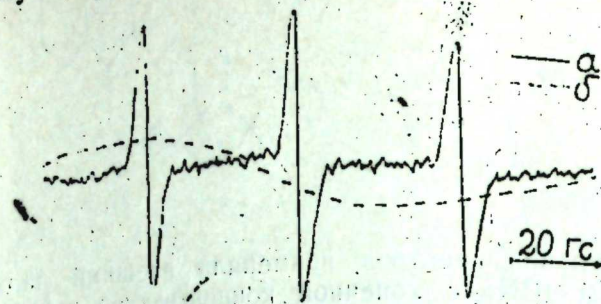


Рис 1: а—спектр ЭПР СЗ I_{1,14}; I_{1,2,3} и II в воде при концентрациях меньше 10⁻⁵ М и в спирте; б—появление в спектрах ЭПР дополнительного широкого синглетного сигнала при более высоких концентрациях СЗ в воде

Надо заметить, что сигнал ЭПР от самого МПГ и ПЭ [3] накладывается на центральный пик спектра ЭПР СЗ (пик. 3 на рис. 2) и создает некоторую трудность в исследовании каждого из этих пара-

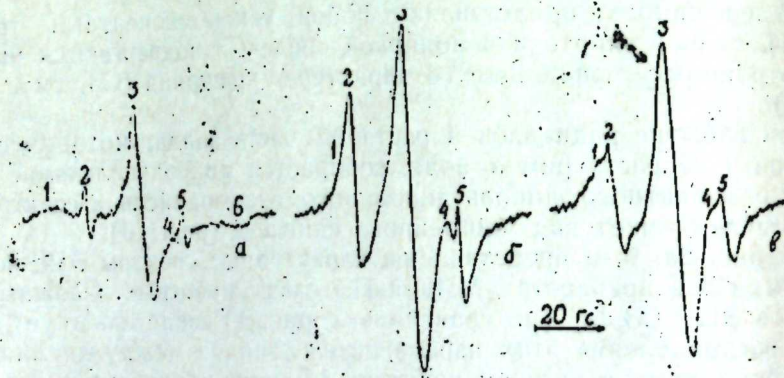


Рис 2: а—спектры ЭПР СЗ I_{1,2,3}; б—I_{1,14}; в—II в пределах МПГ и ПЭ глаза животных в темноте. Экстремумы 1, 3, 4, 6 соответствуют зонду в гидрофобной области, 2, 3, 5—зонду в полярной среде с малой вязкостью

магнитных центров в отдельности. Освещение спин-меченых препаратов ПЭ и его МПГ белым светом приводит к изменениям в спектрах ЭПР СЗ (рис. 3), т. е. к увеличению интенсивности так называемых „полярных“ сигналов. Типичная кинетическая кривая этих изменений представлена на рис. 3г. При этом изменения составляют 20—50%. Полученные данные свидетельствуют о том, что в препаратах ПЭ и МПГ под действием света происходит обратное перераспределение СЗ, т. е. часть СЗ из гидрофобной области переходит в среду, где их парамагнитные фрагменты находятся в полярном окружении. По-ви-

димому, поглощение света ПЭ и его МПГ приводит к их конформационным изменениям.

Интересно, что спектры ЭПР СЗ в препаратах МПГ и ПЭ в темноте до и после освещения идентичны. Это означает, что вышеуказанные конформационные изменения носят обратимый характер.

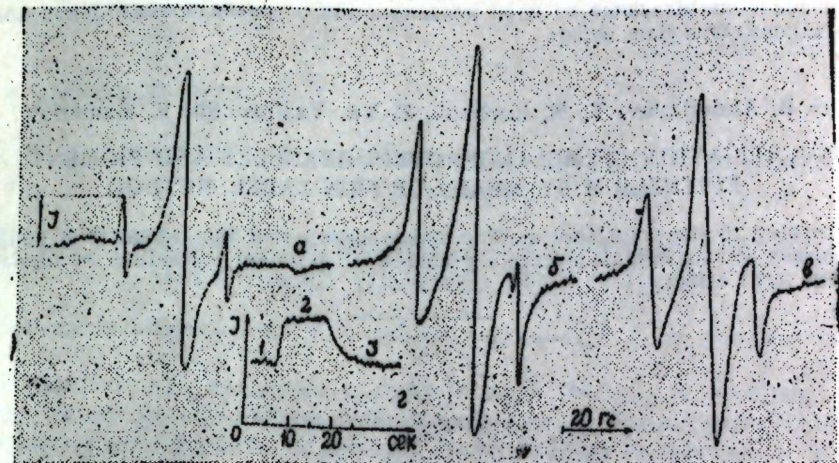


Рис 3: а—спектр ЭПР СЗ I_{1,2,3}; б—I_{1,14}; в—II в препаратах ПЭ и МПГ глаза животных под действием белого света; г—изменение интенсивности компонентов „полярного“ сигнала ЭПР во времени, когда МПГ и ПЭ находятся в темноте до (1) и после (2) освещения и под действием света (3)

Изменение интенсивности компонентов „полярных“ сигналов в случае ПЭ (~50%) больше, чем в МПГ (~20%). За конформационные изменения, в ПЭ, по-видимому, отвечают их МПГ. Вероятно, при конформационных превращениях МПГ изменения происходят также в тесно связанных с МПГ липидных фракциях ПЭ (например, упаковка липидов), а это может обуславливать неодинаковое изменение интенсивности компонентов „полярных“ сигналов в МПГ и ПЭ.

Таким образом, можно утверждать, что под действием света в ПЭ и МПГ глаза животных происходят обратимые конформационные изменения.

В заключение выражаем благодарность Э. К. Рууге за любезное предоставление СЗ и возможности проведения некоторых экспериментов на спектрометре Е-4 и Р. Б. Асланову за участие в некоторых экспериментах.

Литература

1. Трухан Э. М., Дерябкин В. Н., Островский М. А. „Биофизика“, 18, 1973, № 2, 292.
2. Абдуллаев Г. Б., Магомедов Н. М., Юсифов Э. Ю., Мамедов Ш. В., Джафаров А. И. „ДАН Азерб. ССР“, XXXI, 1975, № 9, 11.
3. Островский М. А., Каюшкин Л. П. „ДАН СССР“, 151, 1963, 1986.
4. Core W. F., Sever R. I., Pollis B. D. Arch. Biochem. Biophys., 100, 1963, 171.
5. Абдуллаев Г. Б., Мамедов Ш. В., Джафаров А. И., Магомедов Н. М. „ДАН Азерб. ССР“, XXXI, 1975, № 2, 31.
6. Brawn K. T. Nature, 1249, 1965, 207.
7. Sarna T., Subczynski W., Lukiewicz S. IV Междунар. биофиз. конгресс. М., 1972, 91.
8. Блюменфельд Л. А. Проблемы биологической физики. М., „Наука“, 1977.
9. Spin Labeling. Theory and application, ed. L. I. Berliner. Acad. press. N. Y., 1976.
10. Кузнецов А. Н. Метод спиновой зонды. М., „Наука“, 1976.

Институт физики и
НЦ БИ АН Азерб. ССР

Поступило 12. 11 1979

И. Б. Абдуллаев, Т. М. Керимов, Е. Ю. Юсифов, Ш. В. Маммадов

**ПИГМЕНТ ЭПИТЕЛИСИННИ ВЭ ОНУН МЕЛАНИН-ЗУЛАЛ
ЗЭРРЭЧИКЛЭРИНИИ СПИН ЗОНДУ МЕТОДУ ИЛЭ ТЭДГИГИ.**

Спин зонду методу илэ кестерилмишдир ки, ишыгын тэсир илэ һејван кезлә-
ринин пигмент эпителисинде вэ онун меланин-зулал зэррэчиклэринде дөһән конфор-
масија дәјишмэлери баш верир.

G. B. Abdullayev, T. M. Kerimov, E. Yu. Yusifov, Sh. V. Mamedov

**INVESTIGATION OF MELANOPROTEIN GRANULES AND PIGMENT
EPITHELIUM BY MEANS OF SRIN LABEL METHOD**

According to the spin label method it was shown that the reversible conforma-
tion changes appear in melanoprotein granules and pigment epithelium of animal eyes
under the light effect.

АЗЭРБАЈЧАН ССР ЕЛМЛЭР АҚАДЕМИЈАСЫНЫН МЭ'РУЗЭЛЭРИ

ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ССР

ТОМ XXXV ЧИЛД

№ 6

1979

ФИЗИКА ПОЛИМЕРОВ

УДК 6 8.742.2/004.69/678.01:33

Р. М. АЛИГУЛИЕВ, Г. М. АЛИЕВ, Д. М. ХИТЕЕВА, Ф. К. ИСАЕВ,
Ю. В. ЗЕЛЕНЕВ

**ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ В α - И γ -РЕЛАКСАЦИОННЫХ
ПРОЦЕССАХ НАПОЛНЕННОГО ПЭВП**

Представлено академиком АН Азербайджанской ССР Т. Н. Шахтахтинским

Известно, что введение в полимерную систему наполнителей является одним из методов формирования нового комплекса физических и механических свойств полимера, что является следствием, в простейшем случае при отсутствии химического взаимодействия, влияния поверхности наполнителя на молекулярную подвижность, в наполненном полимере, на дефектность полимерной сетки и т. д. [2—4]. При введении наполнителей, кроме всего прочего, существенно меняется спектр времен релаксации. В более сложных вариантах наполнения, когда возможным является взаимодействие между наполнителем и полимерной матрицей, изменения в полимере могут быть еще разнообразнее. В настоящее время нет строго определенных критериев для выбора наполнителей, дающих гарантированное улучшение комплекса свойств без проведения экспериментальных исследований в достаточном объеме.

Значительный интерес при изучении полимерных композиций, предполагаемых к использованию в качестве диэлектриков, представляют процессы диэлектрической релаксации и закономерности их изменения при введении наполнителей в полимер. Кроме того, диэлектрическая спектроскопия позволяет исследовать различные формы молекулярных движений для широких диапазонов частот и температур, а также установить влияние структуры на их характер и тем самым понять механизм происходящих в полимере явлений при осуществлении наполнения.

Ниже приводятся результаты исследования диэлектрической релаксации ПЭВП, получаемого в режиме среднего давления на окисно-металлических катализаторах и наполненного белой сажей и асбестовой мукой.

Содержание наполнителей в системах изменялось от 0 до 25 вес.%. Измерение диэлектрических потерь проведено в температурном интервале $(-130) - (+150^\circ \text{C})$ в диапазоне частот $10^2 - 10^9$ Гц на образцах полимеров толщиной 2 и диаметром 38 мм. При определении диэлектрических потерь использовался мост TR-9701, генератор ГЗ-33 и индикатор Ф510. Погрешность при определении $\text{tg}\delta$ не превышала 7 отн.%. [1].

На рис. 1 представлена зависимость $\lg \delta$ при частоте 1 кГц, полученная как для исходного ПЭВП, так и для исследованных модификатов.

Как видно, характерные для полиэтилена области α - и γ -релаксационных процессов отчетливо проявляются как в случае исходного полиэтилена высокой плотности, так и в случае его модификатов.

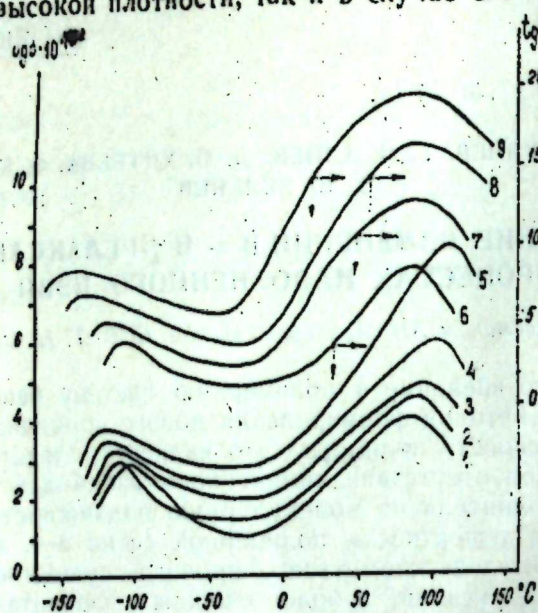


Рис. 1. Температурная зависимость тангенса угла диэлектрических потерь ПЭВП исходного (1) и его модификатов с белой сажой (2—5) и асбестовой мукой (4—9), содержащих соответственно 5, 10, 15 и 20 вес. % наполнителя

Наличие области максимума $\lg \delta$ на правой части кривых, в области высоких температур, обусловлено дипольно-эластической (дипольно-сегментальной) релаксацией, т. е. протеканием так называемого α -процесса. Наблюдаемые потери в левой части следует приписать дипольно-радикальной (дипольно-групповой) релаксации, другими словами, — максимум в этой области отражает γ -процесс. Процесс β -релаксации не обнаруживается не только у исходного ПЭВП; характеризующегося высокой степенью кристалличности, но и у наполненных образцов, кристалличность которых несколько ниже, чем у исходного образца. Область проявления дипольно-эластических потерь отчетливо прослеживается при температурах 90—110 и 85—100° С для модификатов с белой сажой и асбестовой мукой, а дипольно-радикальная релаксация — в областях температур соответственно 110—127 и 110—135° С.

Исследованные зависимости тангенса угла диэлектрических потерь при разных частотах (10^2 , $5 \cdot 10^2$, 10^3 , 10^4 Гц) для всех изученных нами образцов модификатов позволили представить в графическом виде функцию $\lg f_{\max}$ от обратной температуры. Следует отметить, что с ростом степени наполнения происходит сужение кривой распределения $\lg \delta$ по частотам, что свидетельствует о расширении спектра вре-

мен-релаксации вследствие существования между этими величинами обратно пропорциональной зависимости.

Из представленной на рис. 2 зависимости $\lg f_{\max}$ от обратной температуры для дипольно-радикального процесса в модификатах

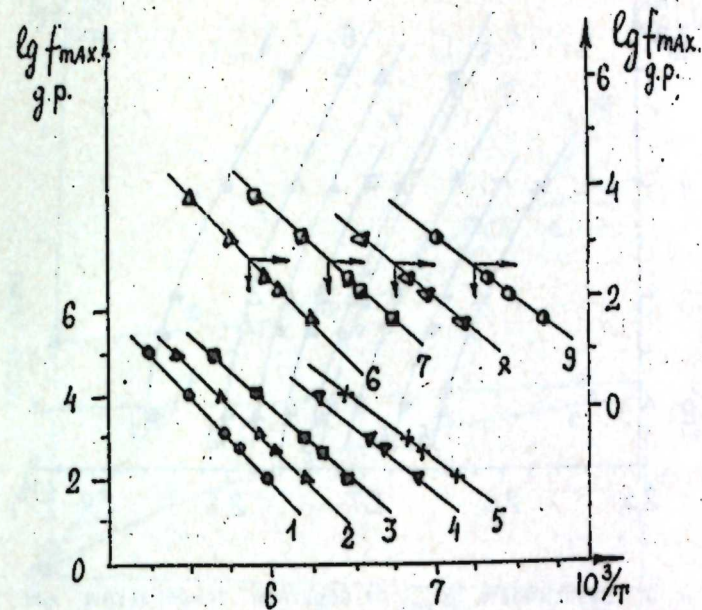


Рис. 2. Зависимость $\lg f_{\max}$ от обратной температуры для процесса дипольно-радикальной релаксации в ПЭВП (1) и его модификатов с белой сажой (2—5) и асбестовой мукой (4—9), содержащих соответственно 5, 10, 15, 20 % вес. наполнителя

обойх типов видно, что эта зависимость сохраняется линейной. На рис. 3 представлена аналогичная зависимость для дипольно-эластической релаксации. Эти зависимости в большом диапазоне температур не являются прямолинейными и представляют собой веер кривых, которые, возможно, при экстраполяции к максимальной частоте при $T \rightarrow \infty$ сойдутся в одной точке релаксации, близкой к величине 10^{13} Гц. Однако в узком интервале температур кривизной, вероятно, можно пренебречь.

С помощью общеизвестного уравнения

$$\partial H = -R \partial \ln f_{\max}(\partial(T^{-1}))$$

нами рассчитаны энергии активации дипольно-эластических и дипольно-радикальных потерь для использованных модификатов и выделенных интервалов температур (табл. 1).

Как видно из представленных данных, введение наполнителя вызывает уменьшение энергии активации как α -, так и γ -процесса, причем в случае использования белой сажи в несколько большей степени, хотя порядок этого уменьшения можно считать близким.

Следует при этом отметить большое сходство изменений параметров диэлектрической релаксации при введении белой сажи и асбестовой муки. В обоих случаях при увеличении степени наполнения

наблюдается сдвиг максимума ($\lg \delta$ дипольно-эластических потерь вправо, т. е. в область более высоких температур, и сдвиг влево макси-

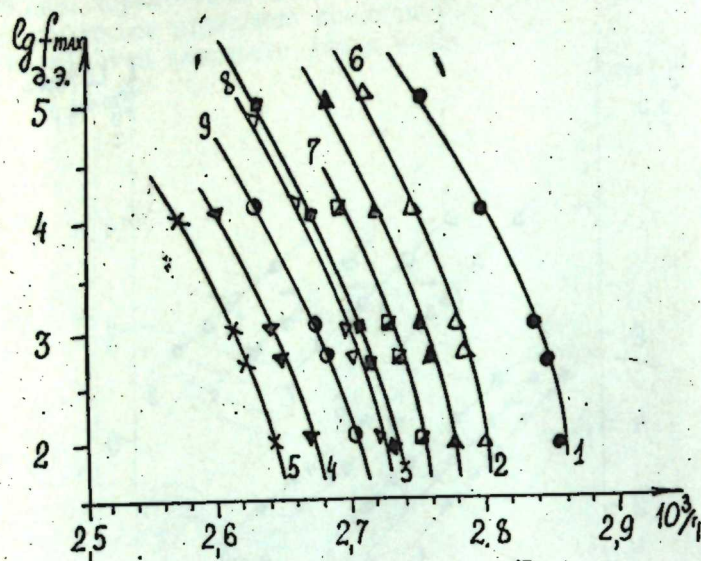


Рис. 3. Зависимость $\lg f_{\max}$ от обратной температуры для процесса дипольно-эластической релаксации в ПЭВП (1) и его модификатах с белой сажей (2—5) и асбестовой мукой (6—9), содержащих соответственно 5, 10, 15 и 20 % вес. наполнителя

Таблица 1
Значения энергии активации α - и γ -релаксационных процессов в модификатах ПЭВП с белой сажей (1) и асбестовой мукой (2)

	Содержание наполнителя, вес. %	Энергия активации, ккал/моль	
		дипольно-эластических потерь	дипольно-радикальных потерь
1	—	73	11,9
	5	67	10,5
	10	62	9,0
	15	58	7,9
	20	55	7,2
2	5	69	11,0
	10	65	10,0
	15	62	9,2
	20	58	8,1

муму ($\lg \delta$ дипольно-радикальных потерь (рис. 4). При этом изменяется спектр распределения наиболее вероятных значений времен релаксации и интенсивность проявления максимумов. Все вместе взятое ха-

рактеризует близость явлений, происходящих в полимере при наполнении его как белой сажой, так и асбестовой мукой, что приводит к изменению структуры, уменьшению степени кристалличности и ряда других свойств модификатов.

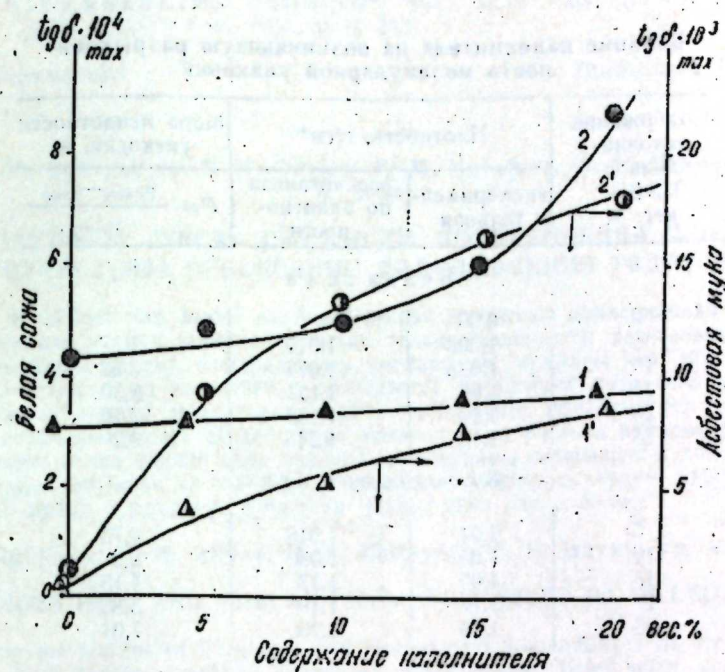


Рис. 4. Изменение максимумов тангенса угла диэлектрических потерь с увеличением содержания наполнителя в модификатах ПЭВП:

- 1, 1'—дипольно-радикальные потери;
2, 2'—дипольно-эластические потери

Можно предполагать, что смещение максимума дипольно-радикальных потерь влево и максимума дипольно-эластических потерь вправо по шкале температур и уменьшение энергии активации в обоих процессах свидетельствует об изменении, в частности, надмолекулярной структуры, толщины полимерного слоя между частицами наполнителя, уменьшении подвижности полимерных молекул и даже отдельных сегментов, переориентации и росте числа дефектов в соответствии с повышением содержания наполнителя. В этой связи представляло интерес оценить изменение плотности полимерной системы с ростом концентрации вводимого наполнителя (табл. 2).

Полученные данные дают основание считать, что возникновение неплотноупакованных структур наблюдается в результате возможного взаимодействия полимерной матрицы с поверхностью наполнителя. При этом происходит ограничение подвижности цепей и элементов надмолекулярных структур. Большую степень разрыхленности в случае наполнения белой сажой можно объяснить меньшей степенью взаимодействия полимера с асбестовой мукой.

На сегодняшний день трудно оценить, насколько глубока степень взаимодействия между введенным наполнителем и исходным полимером, однако некоторые данные предположительно свидетельствуют, что взаимодействие все-таки имеет место. Так, при сравнении полос

Таблица 2

Влияние наполнителя на возникающую разрыхленность молекулярной упаковки

Содержание наполнителя в ПЭВП, вес. %	Плотность, г/см ³		Мера неплотности упаковки, % $P = \frac{P_{расч} - P_{экв}}{P_{расч}}$
	экспериментальная	рассчитанная по аддитивности	
Белая сажа			
0	0,96	1,017	1,37
5	1,003	1,074	3,62
10	1,035	1,131	5,30
15	1,07	1,188	7,40
20	1,10	1,245	9,2
25	1,13		
Асбестовая мука			
5	1,01	1,018	0,73
10	1,05	1,080	2,3
15	1,09	1,13	4,15
20	1,12	1,19	5,83
25	1,16	1,25	7,01

поглощения в ИК-спектрах ПЭВП и его модификатов с белой сажей и асбестовой мукой обнаружено наличие в последних новых полос, не относящихся ни к ПЭВП, ни к наполнителям. Поскольку эти полосы находятся в интервале полос, проявляемых силикатными связями (например, Si—H, Si—CH₃, Si—R, Si—O—CH₂—R и т. д.), в частности 860—760, 1300—900, 1660—1550 см⁻¹, и интенсивность их в случае заполнения белой сажей выше, чем в случае заполнения асбестовой мукой, то эти полосы, скорее всего, можно было бы отнести к продукту взаимодействия SiO₂ обоих наполнителей с углеродной цепью ПЭВП.

Изучение релаксационных характеристик модификатов и зафиксированное при этом расширение спектра времен релаксации при увеличении степени заполнения указывают на рост неоднородности кинетических групп в модификате, что может быть вызвано увеличением числа сильных связей между полимерными цепями, быть может, даже через соединение —Si—. Косвенным отражением этого явления может служить и падение кристалличности у модификатов.

Таким образом, зафиксированное смещение максимумов α - и γ -дипольных потерь довольно хорошо коррелируется с предполагаемыми нами изменениями в ПЭВП при введении кремнийсодержащих наполнителей и, несомненно, представляет интерес для дальнейшего изучения.

Литература

1. Алигулиев Р. М., Бахши-заде А. М., Джафаров А. С., Топчева З. Г. Изв. АН Азерб. ССР, серия физ.-техн. и матем. наук, 1975, № 6, 2. Кабанов В. А. ДАН СССР, 195, 1970, № 2, 402—405. 3. Липатов Ю. С., Росовицкий В. Ф., Бабич В. Ф. Мех. полимеров, 1975, № 6, 1091—1094. 4. Слонимский Г. Л. ДАН СССР, 140, 1961, № 2, 343.

АМИ им. Нариманова

Поступило 11. X 1978

Р. М. Алигулиев, Г. М. Алиев, Д. М. Хитеева, Ф. К. Исаяев, J. В. Зеленеv

ДУДА ОЛУНМУШ ЛУКСЭК СУХЛЫГЛЫ ПОЛИЭТИЛЕНДЭ (Jcne) α ВЭ γ РЕЛАКСАСИЈА ПРОСЕССИНИН ДЭЈИШМЭСИНИН ТЭДГИГИ

Аг нис вэ асбест уну дахил едилмиш лүксэк сүхлыглы полиэтилендэ (орта тээ-жигдэ) диелектрик иткиси танкенс бучагын тээлик-температур асылылыгыны өрэн-мэклэ, нэмин дахил едилэн минералларын миндэрын артмасы илэ дипол-эластики (α) вэ дипол-радикал (γ) релаксасија областында дэјишмэни гижмэтлэндирмэк мүмкүн олур. Тэдгиг олунан маддэлэрдэ α вэ γ релаксасија просеси үчүн активлэшмэ энержиси несабланмышдыр. Дуда дахил етмэклэ α вэ γ дипол иткисини максимумун сүрүшмэси дахил едилэн дуда илэ SiO₂ арасындагы гаршылыгы тэсир сәјэсиндэ молекуллар сәвијэнин вэ полимер матрисанын макромолекулуун дэјишмэси сәјэсиндэ бизим ирэди сүрдүјүмүз фикирлэр јакшы изаһ олуна билир.

R. M. Aliguliyev, G. M. Aliyev, D. M. Khitayeva, F. K. Isayev, Yu. V. Zelenev

CHANGES IN α- AND γ-RELAXATION PROCESSES OF FILLED HDPE

Based on the studies of frequency and temperature dependences of dielectric loss tangent for high density (medium pressure) polyethylene filled with carbon white and asbestos flour, it was possible to evaluate the changes in both dipole-elastic (α) and dipole-radical (γ) relaxation due to increased rate of filling the polyethylene with these mineral fillers. Energies of activation have been calculated for the α- and γ-relaxation processes in the modified polymers under study.

A shift of α- and γ-dipole loss maximums was found to correlate fairly well with suggested changes in polyethylene under the influence of the fillers introduced including those on an above-molecular level due to possible interactions between SiO₂ of the fillers and the macromolecules of a polymer matrix.

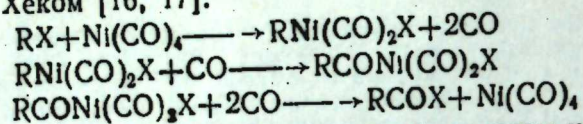
А. Г. ГАШИМОВ, Ф. З. АБДУЛЛАЕВ, Д. С. МЕХТИЕВ, Н. М. ИНДЮКОВ

КАРБОНИЛИРОВАНИЕ ХЛОРОКТИЛБЕНЗОЛОВ

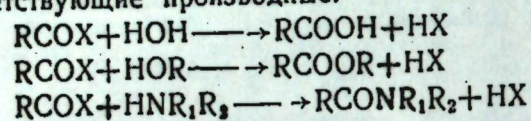
(Представлено академиком АН Азербайджанской ССР И. М. Оруджевой)

Значение реакции взаимодействия галоидпроизводных углеводородов с окисью углерода обусловлено важностью целевых продуктов—органических кислот и их производных, которые являются промежуточными соединениями в производстве поверхностно-активных веществ, эмульгаторов, флотореагентов, лакокрасочных материалов и многих других практически ценных продуктов.

Каталитическому карбонилированию галоидбензола и галоидтолуолов посвящен обширный литературный материал [1—17]. Показано, что продуктами реакции карбонилирования галоид-производных углеводородов в присутствии карбонила никеля являются кислоты и их производные, образование которых протекает по механизму, предложенному Хеком [16, 17]:



При взаимодействии хлорангидрида с водой, спиртом или амином получают соответствующие производные:



В настоящей статье приводятся результаты синтеза октилбензойных кислот реакцией жидкофазного каталитического взаимодействия монохлороктилбензолов с окисью углерода.

Контакт хлороктилбензолов с окисью углерода осуществляли во вращающемся автоклаве при нагреве под давлением окиси углерода в присутствии водного раствора каталитической системы, которая состояла из равных количеств ацетатов никеля и калия.

Анализ исходных хлороктилбензолов и кислот в виде их метиловых эфиров проводили методом ГЖХ.

Для выявления оптимальных условий реакции карбонилирования хлороктилбензолов изучали влияние на реакцию температуры, давления, времени контакта и количества катализатора. Результаты исследования представлены на рис. 1 и 2.

Как видно, повышение температуры от 200 до 290°C ведет к резкому увеличению выхода октилбензойных кислот, который составляет 20 вес. % на взятые хлороктилбензолы. При 500°C конверсия хлороктилбензолов не изменяется, а выход октилбензойных кислот

резко снижается до 2 вес. % за счет реакции декарбосилирования с образованием октилбензолов.

С увеличением времени контакта хлороктилбензолов с окисью углерода от 1 до 3 ч накопление октилбензойных кислот также уве-

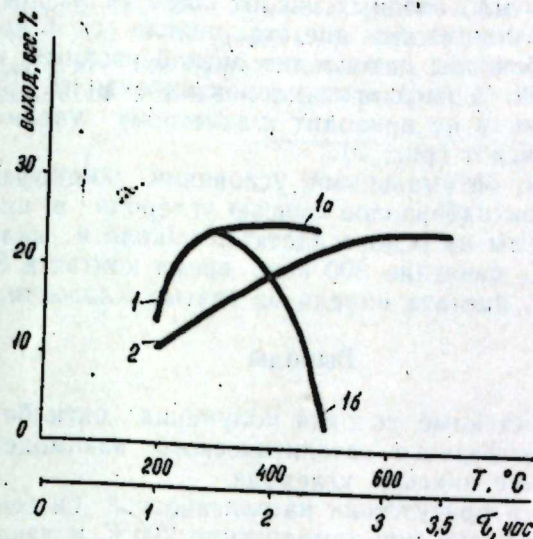


Рис. 1. Зависимость выхода октилбензойных кислот от: 1—температуры реакции (а—конверсия октилхлорбензолов; б—селективность образования октилбензойных кислот); 2—времени реакции

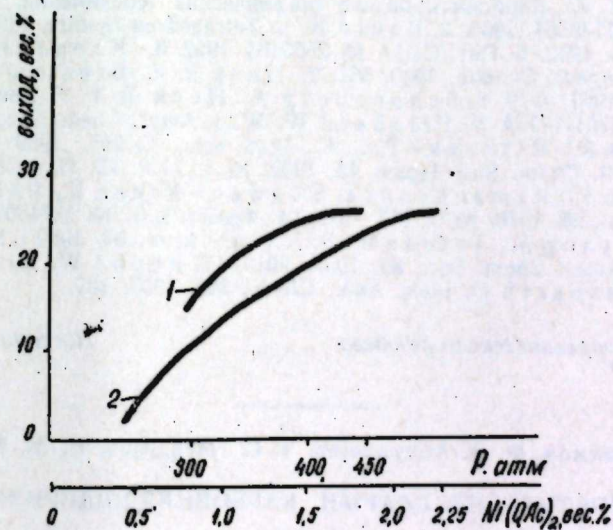


Рис. 2. Зависимость выхода октилбензойных кислот от: 1—давления окиси углерода; 2—количества ацетата никеля

личивается и доходит до 25 вес. % на взятые хлороктилбензолы при 100%-ной селективности. При времени контакта более 3 ч увеличение выхода октилбензойных кислот не наблюдается (рис. 1).

С повышением давления в реакции взаимодействия хлороктилбензолов с окисью углерода от 300 до 400 атм выход октилбензойных кислот увеличивается от 13,4 вес. % на взятые хлороктилбензолы при 300 атм до 25 вес. % при 400 атм. При дальнейшем повышении давления выход октилбензойных кислот остается на прежнем уровне.

С изменением количества ацетата никеля от 1 до 4 вес. % на взятые хлороктилбензолы накопление октилбензойных кислот увеличивается до 25 вес. % на взятые хлороктилбензолы. Больше количество ацетата никеля не приводит к заметному увеличению выхода октилбензойных кислот (рис. 2).

Таким образом, оптимальными условиями жидкофазного карбонилирования хлороктилбензолов окисью углерода в присутствии каталитической системы на основе ацетатов никеля и калия являются: температура 290°C, давление 300 атм, время контакта 3 ч с использованием 4 вес. % ацетата никеля на взятые хлороктилбензолы.

Выводы

Найдены оптимальные условия получения октилбензойных кислот реакцией жидкофазного каталитического взаимодействия монохлороктилбензолов с окисью углерода.

Показано, что в присутствии каталитической системы на основе ацетатов никеля и калия при температуре 290°C и давлении 300 атм, времени контакта 3ч выход октилбензойных кислот составляет 25 вес. % на взятые хлороктилбензолы.

Литература

1. Алнев Я. Ю. Карбонилирование органических соединений. Ташкент, 1964.
2. Пат. ФРГ № 1138654, 1960. 3. Bauld N. L. Tetrahedron Letters, 1963, 1841. 4. Пат. США № 2565461, 1952. 5. Пат. США № 2565463, 1952. 6. Kroper H., Wirth F., Hyghler O. Angew. Chem., 1960, 867. 7. Heck R. F., Breslow D. S. J. Amer. Chem. Soc., 85, 1963, 2779. 8. Schoenberg A., Heck R. F. J. Amer. Chem. Soc., 96, 1974, № 25, 7761—7764. 9. Pritchard W. W. J. Amer. Chem. Soc., 78, 1974, 6137. 10. Nakayama M., Mizoroki T. C. K. Acad. Sci., C, 263, 1969, № 19. 11. Nakayama M. Bull. Chem. Soc. Japan, 42, 1969, № 4, 1124. 12. Пат США № 3636082, 1953. 13. Murtu K., Ramachandra, Goswani Acesh K., Palit Sunanda K. J. Appl. Chem., 26, 1976, № 3, 135—139. 14. Франц. пат. № 2274595, 1975. 15. E. Yoshisato, Kyang M., Tstusumi S. J. Org. Chem., 34, 1939, № 5, 1500. 16. Heck R. F. J. Amer. Chem. Soc., 85, 1963, 2013. 17. Reppe W., Kroper H., Pistro H. J., Weissbarth O. Lieb. Ann. Chem., 582, 1953, 105.

Институт хлороорганического синтеза
АН Азерб. ССР

Поступило 22. IX 1978

А. Г. Гашимов, Ф. З. Абдуллаев, Ч. С. Мехдиев, Н. М. Индюков

ХЛОРОКТИЛБЕНЗОЛЛАРЫН КАРБОНИЛЛӘШДИРИЛМӘСИ

Мәје фазада хлороктилбензолларын карбон 2-оксид илә каталитик карбонилләшдирилмәси тәдиг олунмуш вә бу реаксиядан октилбензој туршуларынын алынмасынын оптималь шәраити тапылмышдыр.

Мүәјјән едилмишдир ки, никел вә калиум асетатлардан ибарәт каталитик системдә, 290°C температурда, 300 атм. тәзјигдә вә 3 саат контакт мүддәтиндә октилбензој туршуларынын чыхымы көтүрүлмүш хлороктилбензоллара нисбәтән 25 чәки фази тәшкил едир.

A. G. Gashimov, F. Z. Abdullaev, D. S. Mekhtiev, N. M. Indukov

CARBONYLATION OF CHLOROCTYLBENZENES

The reaction was studied and optimum conditions for catalytic carbonylation in liquid phase of chlorooctylbenzenes by carbon oxide were found.

It was established that in the presence of nickel and potassium acetates under optimum conditions (i. e. temperature 290°C, pressure 300 atm, contact time 3 hrs) yield of octylbenzoic acids is 25 wt. % based upon starting chlorooctylbenzene.

Э. Г. МЕХТИЕВ, Т. А. ГАДЖИЕВ, Э. М. МКРТЫЧЕВА

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕАКЦИИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ
ФЕНИЛГЛИЦИДИЛОВОГО ЭФИРА С ЦИКЛОГЕКСИЛАМИНОМ

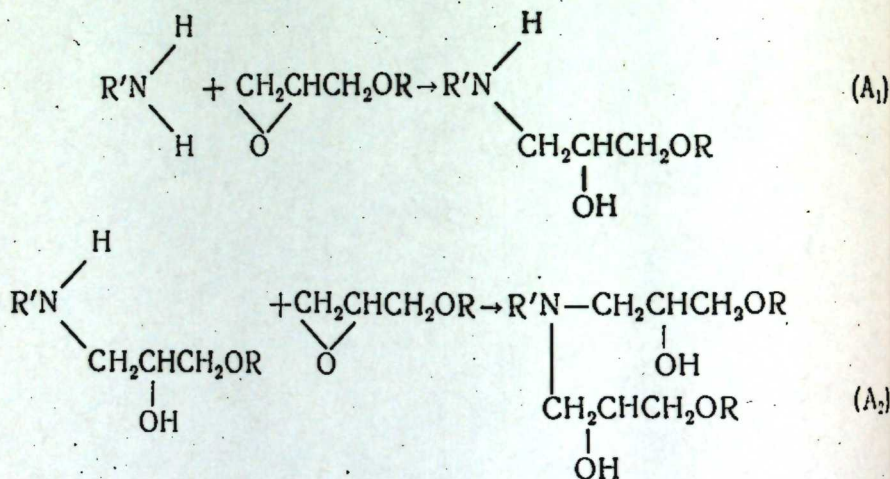
(Представлено академиком АН Азербайджанской ССР Т. Н. Шахтахтинским)

Реакция между первичными аминами и эпоксидными соединениями является основной при получении эпоксидных олигомеров. Кроме того, она достаточно широко применяется для их отверждения.

Исследованию механизма и кинетики таких реакций посвящен ряд работ [1—4]. Изучены реакции ароматических и алифатических аминов с фенилглицидилловым эфиром (ФГЭ). Данные относительно исследования реакций циклоалифатических аминов с эпоксидами в литературе отсутствуют.

Настоящая статья посвящена изучению взаимодействия циклогексиламина (ЦГА) с фенилглицидилловым эфиром (ФГЭ). Рассмотрены кинетические закономерности и описан механизм реакции.

Реакция взаимодействия аминов с эпоксидами заключается в последовательном нуклеофильном присоединении первичного амина (А) к эпоксидному циклу (Э) и образовавшегося продукта первого присоединения—вторичного амина (А₁) к эпоксиду:

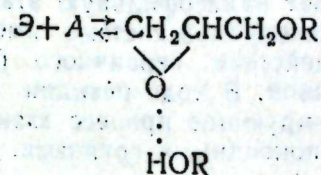


R—фенил; R'—циклогексил.

Известно, что при взаимодействии ароматических аминов с эпоксидами характерно наличие автокатализа, которое объясняют активацией эпоксидного цикла за счет образования водородных связей с группами OH.

В литературе указывается, что добавки протонодонорных веществ, а именно: продуктов первого и второго присоединения значительно ускоряют ход реакции [5].

Согласно механизму, предложенному Смитом [6], основной вклад в скорость каталитической реакции вносит реакция amino-группы с комплексами между эпоксидами и гидроксилсодержащими соединениями:



Кинетические кривые тепловыделения для исследуемой системы ФГЭ—ЦГА в координатах скорость тепловыделения—время приведены на рис. 1.

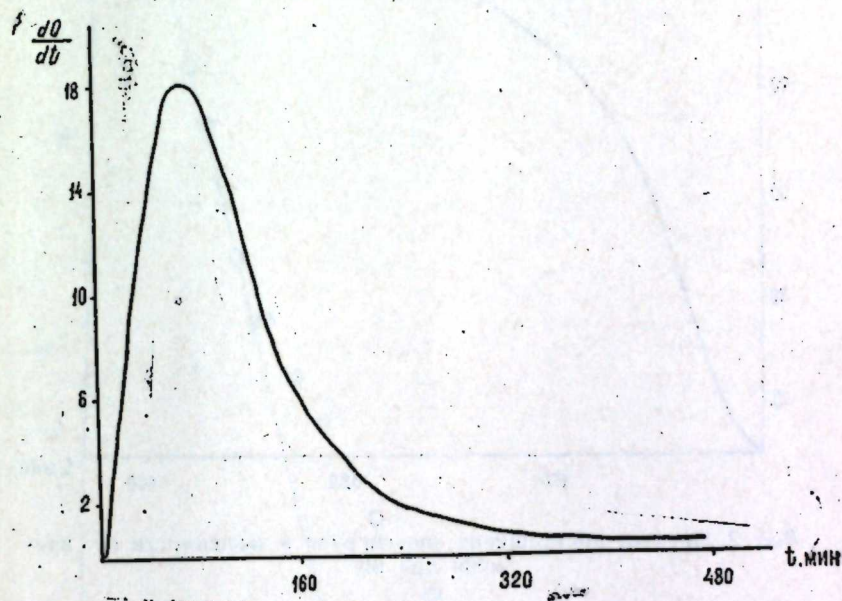
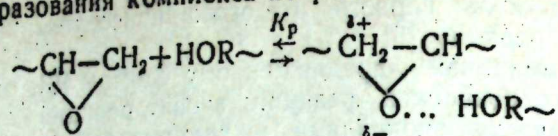


Рис. 1. Кинетические кривые тепловыделения в зависимости от времени при 60°

Принимая, что при $t \rightarrow \infty$ все эпоксидные группы расходуются, по данным рис. 1 построена зависимость процента прореагировавших эпоксидных групп от времени реакции (рис. 2).

Как видно, для исследуемой реакции характерно наличие автоускорения. Наблюдаемый автокаталитический характер реакции согласуется с принятым в литературе механизмом реакции, согласно которому образующиеся в ходе реакции гидроксильные группы, участвуя в образовании комплексов с эпоксидным кольцом, реагируют с амином. Каталитический эффект от образующихся гидроксильных групп связан со значительной поляризацией связи C—O в эпоксидном цикле

вследствие образования комплекса по реакции:



что существенно облегчает нуклеофильную атаку амина.

Таким образом, в исследуемой системе имеют место некаталитические реакции взаимодействия первичного (A) и вторичного (A₁) амина с эпоксидной группой. В ходе реакции накапливаются гидроксильные группы, катализирующие процесс взаимодействия первичных и вторичных аминов с эпоксидными группами.

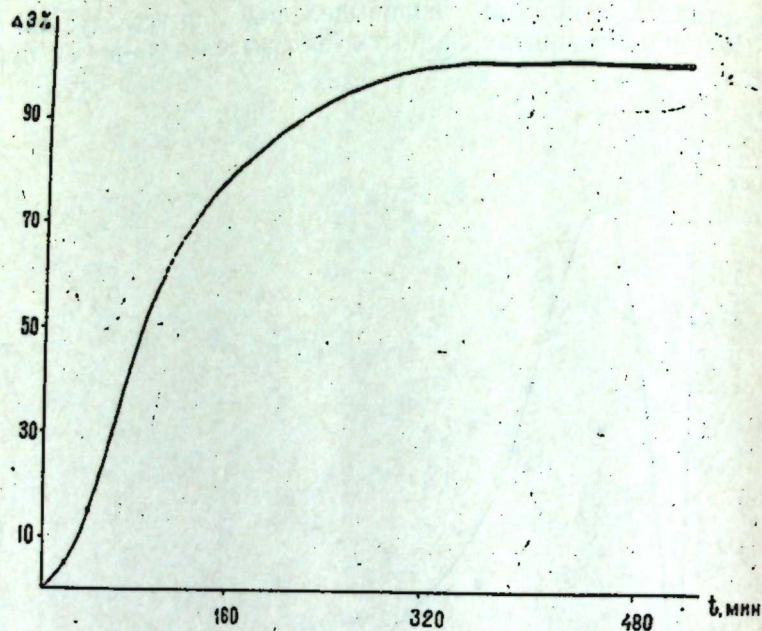
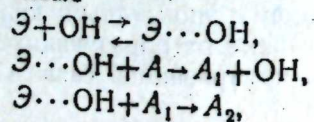


Рис. 2. Процент превращения эпокси групп в зависимости от времени при 60°

Кинетические зависимости, соответствующие данному автокаталитическому механизму, обрабатывают обычно в терминах уравнения третьего порядка, что является некоторым упрощением, так как кроме указанных комплексов, в системе существуют также другие комплексы с водородными связями.

Однако подобное кинетическое описание пригодно для определения величины константы скорости реакции и приближенного анализа различных кинетических эффектов. Примем, что константы скорости присоединения ФГЭ к ЦГА и ФГЭ к продукту присоединения одной молекулы ФГЭ к ЦГА равны друг другу. Тогда кинетическое уравнение, соответствующее схеме



имеет вид

$$-\frac{d\mathcal{E}}{dt} = k\mathcal{E}(\mathcal{E}_0 - \mathcal{E})(A_0 - \mathcal{E}_0 + \mathcal{E}),$$

где \mathcal{E} , \mathcal{E}_0 — текущая и исходная концентрация ФГЭ, A_0 — исходная концентрация связей N—H в системе (-2/ЦГА/). Величина $(\mathcal{E}_0 - \mathcal{E})$

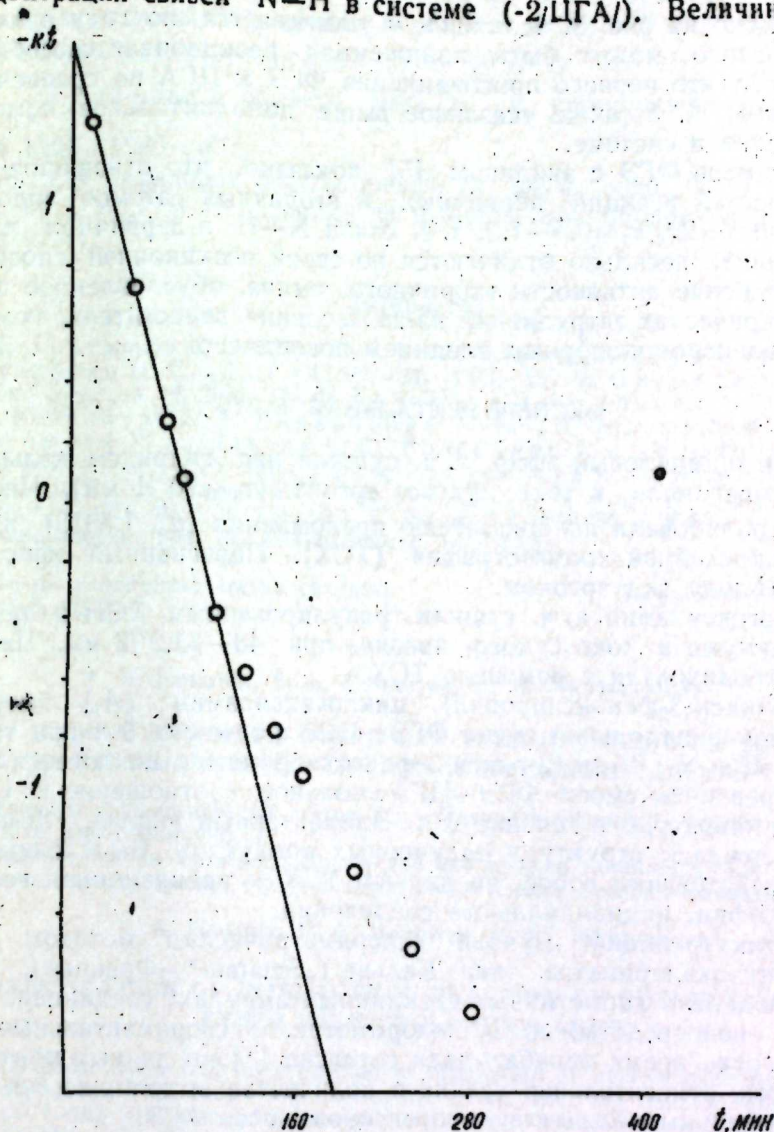


Рис. 3. Кинетика взаимодействия ФГЭ и ЦГА в блоке при 60°

равна количеству гидроксильных групп в системе, а $(A_0 - \mathcal{E}_0 + \mathcal{E})$ представляет собой количество непрореагировавших связей N—H. Решение этого уравнения имеет вид

$$\lg \left[\frac{\frac{\mathcal{E}}{\mathcal{E}_0} \left(\frac{\mathcal{E}}{\mathcal{E}_0} + \frac{A_0 - \mathcal{E}_0}{\mathcal{E}_0} \right)}{1 - \frac{\mathcal{E}}{\mathcal{E}_0}} \right] + \text{const} = -kt.$$

Обработка данных рис. 2 с учетом $A_0=5,9$ моль/л и $\Delta_0=5,2$ моль/л приводит к зависимости, показанной на рис. 3. Из этой зависимости найдено, что константа скорости

$$k = 4,2 \cdot 10^{-2} \frac{\text{л}^2}{\text{моль}^2 \cdot \text{мин}}$$

Как видно из рис. 3, величина k уменьшается по ходу реакции. Причиной этого может быть пониженная реакционная способность N—H в продукте первого присоединения ФГЭ к ЦГА по сравнению с исходными ЦГА, а также указанное выше дополнительное комплексобразование в системе.

На примере ФГЭ с анилином [5] показано, что отношение констант скоростей реакций первичных и вторичных атомов водорода аминогрупп $\beta=2k_2/k_1=0,5-1,3$, т. е. связи N—H в первичном и вторичном аминах несильно отличаются по своей реакционной способности. Уменьшение активности вторичного амина, обусловленное появлением стерических затруднений из-за введения заместителя, компенсируется электронодонорным влиянием последнего.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ


Фенилглицидоловый эфир х. ч. сушили над гидридом кальция и дважды перегоняли в токе сухого аргона ($t_{\text{кип.}} 90^\circ/1$ мм). Чистоту ФЭГ контролировали по показателю преломления ($n_D^{20} 1,5310$) и методом тонкослойной хроматографии (ТСХ). Перегонный эфир хранили на холоде под аргоном.

Циклогексиламин х. ч. сушили гранулированным КОН и перегоняли в вакууме в токе сухого аргона при $43-43,2^\circ/2$ мм. Чистоту ЦГА контролировали с помощью ТСХ.

N-(2-окиси-3-феноксипропил) циклогексиламин (A_1) получали нагреванием эквимольной смеси ФГЭ—ЦГА в течение 3 ч при температуре 60° , N, N-ди-(2-окиси-3-феноксипропил) циклогексиламин (A_2)—нагреванием смеси ФГЭ—ЦГА (мольное соотношение 2:1) при той же температуре в течение 8 ч. Элементарный анализ, ИК-спектры подтверждают структуру полученных продуктов. Выделенные вещества представляют собой, по данным ТСХ и прецизионной гелевой хроматографии, индивидуальные соединения.

Кинетику реакций изучали калориметрическим методом с помощью микрокалориметра типа Кальве („Setaram“—Франция). Реакцию проводили в герметичных стеклянных ампулах, соединение компонентов—непосредственно в калориметре. Экспериментальные кривые разогрев—время обрабатывали согласно [7] по данным контрольных опытов; относительная усадка и количество выделившегося тепла пропорциональны количеству прореагировавшего ФГЭ.

Содержание эпоксидных групп в образцах устанавливали химическим методом путем хлоргидрирования в ацетоне или диоксане. Избыток оттитровывали потенциометрически водным раствором 0,1 н. NaOH. ТСХ на Al_2O_3 проводили со следующими подвижными фазами: $CHCl_3$ —ацетон; $CHCl_3$ —ацетон-метанол; $CHCl_3$ —гексан. Проявители—0,4%-ный $KMnO_4$, арилдиазониевые соли и др. ИК-спектры продуктов реакции снимали в таблетках с KBr и растворах в $CHCl_3$ на спектрометре UR-20.

В ИК-спектре N,N-ди-(2-окиси-3-феноксипропил)циклогексиламина характерные сигналы OH-групп предстают в виде уширенной полосы с центром в 3400 см^{-1} . Валентные колебания CH-групп ароматического кольца проявляются в области 3020 и 3040 см^{-1} , а циклогексанового кольца—в области 2060 см^{-1} ; деформационные и валентные колебания CH_2 -групп—в области 1460 , 150 и 3120 см^{-1} . Для C—N-связей характерен узкий пик в области 1180 см^{-1} , для групп  C—O—пик в области 1040 см^{-1} и уширенный сигнал в области $1220-1260 \text{ см}^{-1}$.

Авторы выражают благодарность ст. науч. сотр. ИХФ АН СССР канд. хим. наук В. В. Иванову за помощь при обработке кинетических данных.

Литература

1. Арутюнян Х. А., Топоян А. О., Давтян С. Т., Розенберг Б. А., Ениколоян Н. С., „ДАН СССР“, 124, 1974, 832. 2. Пирожидя Л. Н. „Высокомолекуляр. соед.“, А 14, 1972, 112. 3. Арутюнян Х. А., Топоян А. О., Давтян С. П., Розенберг Б. А., Ениколоян Н. С. „Ж. физ. хим.“, 48, 1974, 2896. 4. Арутюнян Х. А., Давтян С. П., Розенберг Б. А., Ениколоян Н. С. „Высокомолекуляр. соед.“, А 15, 1974, 2115. 5. Веденяпина Н. С., Кузнецова В. П., Иванов В. В., Зеленецкий А. Н., Ракова Г. В. и др. „Изв. АН СССР, серия хим.“, 9, 1976, 1956. 6. Smith J. T. „Polymer“, 2, 1961, 95. 7. Кальве Э., Прат А. „Микрокалориметрия“. М., Изд-во иностр. лит., 1963.

Институт хлороорганического синтеза
АН Азерб. ССР

Поступило 11. VII 1978

Т. Э. Гачыев, Е. Г. Мехдиев, Е. М. Мкртычева

ФЕНИЛГЛИЦИДИЛ ЭФИРИ ИЛЭ ТСИКЛОГЕКСИЛАМИНИН ГАРШЫЛЫГЛЫ ТЭ'СИР РЕАКЦИЈАСЫНЫН ТЭДГИГИ

Мәгаләдә фенилглицидил эфири илэ тсиклогексиламинин гаршылыгы тэ'сир реаксиясы өрәнилмишдир.

Назик тәбәгәли хроматография үсүлү илэ мүүжән едилмишдир ки, тсиклогексиламинин фенилглицидил эфиринә бирләшмәси аралыг реаксия олмадан кедир.

T. A. Gadjev, E. G. Mekhtiev, E. M. Mkrtycheva

INVESTIGATION OF INTERACTION REACTION OF PHENYLGLYCIDYL ETHER WITH CYCLOHEXYLAMINE

This paper deals with investigation of interaction of cyclohexylamine with phenylglycidyl ether. The kinetic regularities are given and the reaction mechanism is discussed. Using TLC method it is established that addition of cyclohexylamine to phenylglycidyl ether goes without side reaction.

Р. И. КУЛИЕВ

К ОБОСНОВАНИЮ ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ ПРОГРАММЫ ПРИ БУРЕНИИ СКВАЖИН

(Представлено академиком АН Азербайджанской ССР А. Х. Мирзаджанзаде)

В статье рассматривается возможность обоснования гидравлической программы при бурении скважин путем использования теории организационного управления гидродинамическими характеристиками буровых растворов в практике бурения. Указанное позволит принимать решение в ситуациях, когда по имеющейся промышленной информации трудно судить о ее последствиях.

Задача принятия решения ставится в условиях, когда необходимы: минимальная промышленная информация для построения гидравлической программы при бурении скважин; оценка шансов каждого конкретного события (факта) и последствий, влияющих на их исход действиями, предпринятыми как в условиях объективного, так и субъективного решений (небрежности в логических действиях).

Исходной информацией для этой программы могут служить промышленные данные, которые включают в себя параметры бурового раствора, производительность буровых насосов и затраты на бурение каждой конкретной скважины.

В этой связи проанализируем данные по ряду скважин, которые пробурены на месторождении Дуванный-море.

В табл. 1 приведены некоторые данные по проводке скважин на площади Дуванный-море Сангачальским МУБР (III блок) при бурении интервалов под спуск эксплуатационной колонны. Интервалы и глубины этих скважин практически одинаковы. Отметим, что средняя стоимость 1 м бурения этих интервалов для 11 анализируемых скважин составляет 484 руб. В таблице скважины разделены на θ_1 — «хорошие» и θ_2 — «осложненные». К «хорошим» относятся те, у которых стоимость 1 м бурения меньше 484 руб., к «осложненным» — те, у которых больше. Скважины, анализируемые нами, невыборочны, что достаточно хорошо подтверждает таблица.

Судя по полученным результатам, в условиях детерминированного подхода трудно определить, какую гидравлическую тактику лучше использовать для принятия более эффективных решений.

Рассмотрим возможность принятия оптимального решения, проведя обдуманный, объективный и логический анализ по [1]. Для этого выберем несколько возможных действий, которые приведены в табл. 2.

Диаграмма решений для действий; критерием которых является плотность бурового раствора анализируемых скважин, представлена на рис. 1.

Таблица 1

№ скв. и состояние	Интервал бурения, м	Стоимость 1 м бурения, руб.	Параметры бурового раствора		Производительность буровых насосов, л/сек
			плотность, г/см ³	вязкость по СПВ-5, с	
400	3706—4055	411	1,62—1,65	45—60	22
324	3650—4024	401	1,83—1,85	60—80	28
328	3739—4117	238	1,76—1,80	50—55	25—28
322 θ_1	3653—4054	151	1,66—1,70	60—70	28
323	3650—3900	391	1,67—1,70	40—45	28
304	3700—3951	215	1,73—1,75	55—70	22
292	3585—3970	214	1,70—1,73	45—50	22
329	3654—4002	509	1,84—1,86	60—70	25—28
325 θ_2	3591—3908	569	1,70—1,75	60—70	24
300	3667—4059	1314	1,80—1,86	40—50	28
378	3624—4100	515	1,65—1,70	35—50	28

Как видно, каждому из действий, выбранных в табл. 2, соответствуют три решения (ρ_1, ρ_2, ρ_3); знак e_0 означает, что остальные данные табл. 1 в анализе не участвуют. Денежные суммы проставлены справа от диаграммы и соответствуют средним затратам на бурение 1 м интервала под спуск эксплуатационной колонны для скважин типа θ_1 и скважин типа θ_2 , полученных для ρ_1, ρ_2, ρ_3 . Вероятность состояний θ_1 и θ_2 , представленных на рис. 1, легко подсчитать из табл. 2.

Таблица 2

Состояние скважин	Плотность бурового раствора ρ , г/см ³		$\rho_3 > 1,75$
	$\rho_1 < 1,70$	$1,70 > \rho_2 > 1,75$	
θ_1	3	2	2
θ_2	1	1	2

Из данной диаграммы, где квадратом обозначена вершина-решение, а кружком вершина-вероятность, видно, что наиболее эффективной стратегией является действие ($e_0 \rho_2$), когда стоимость бурения оказывается минимальной, т. е. ожидаемая денежная оценка (ОДО) ($e_0 \rho_2$), равна 332 руб.

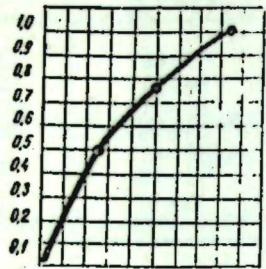
В табл. 3 приведено распределение скважин в зависимости от условной вязкости бурового раствора.

Составим диаграмму решений (рис. 1) при вероятностях T_1 и T_2 . ОДО указанной диаграммы для ветви ($e_1 T_1 \rho_2$) равна 328 руб., для ветви ($e_1 T_2 \rho_2$) — 349 руб. Здесь T_1 и T_2 выступают как вероятности, однако для получения лучшей ОДО в практических условиях необходимо использовать ветвь ($e_1 T_1 \rho_2$).

В табл. 4 приведено распределение анализируемых скважин в зависимости от производительности буровых насосов.

Диаграмма решений для различных вероятностей T_1, T_2 и Q_1, Q_2 приведена на рис. 1. Лучшая ОДО получена при ($e_2 T_1 Q_1 \rho_2$), она

П. элбо



Запутанты на 1 м бурения руб

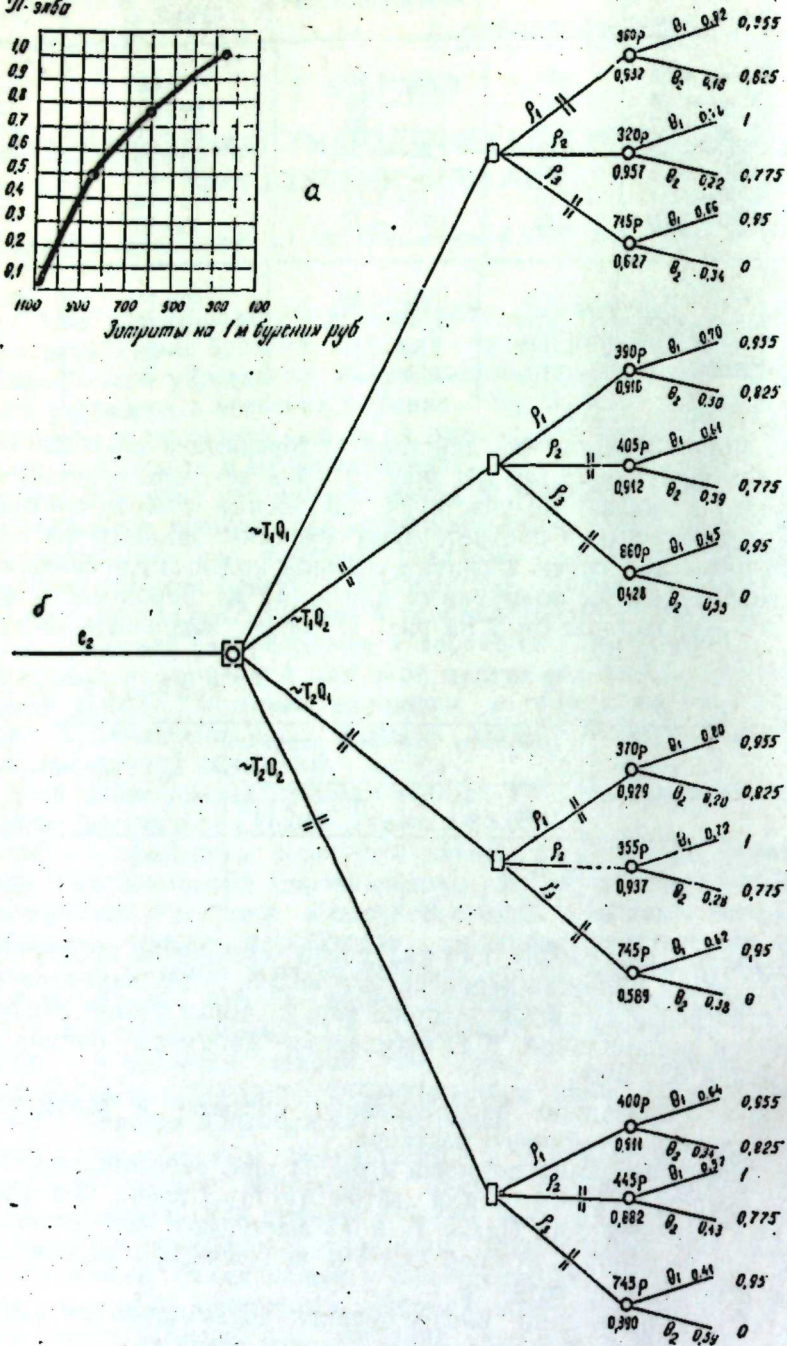


Рис. 1. Диаграмма объективных решений P_1, P_2, P_3 при вероятностях $T_1Q_1, T_1Q_2, T_2Q_1, T_2Q_2$

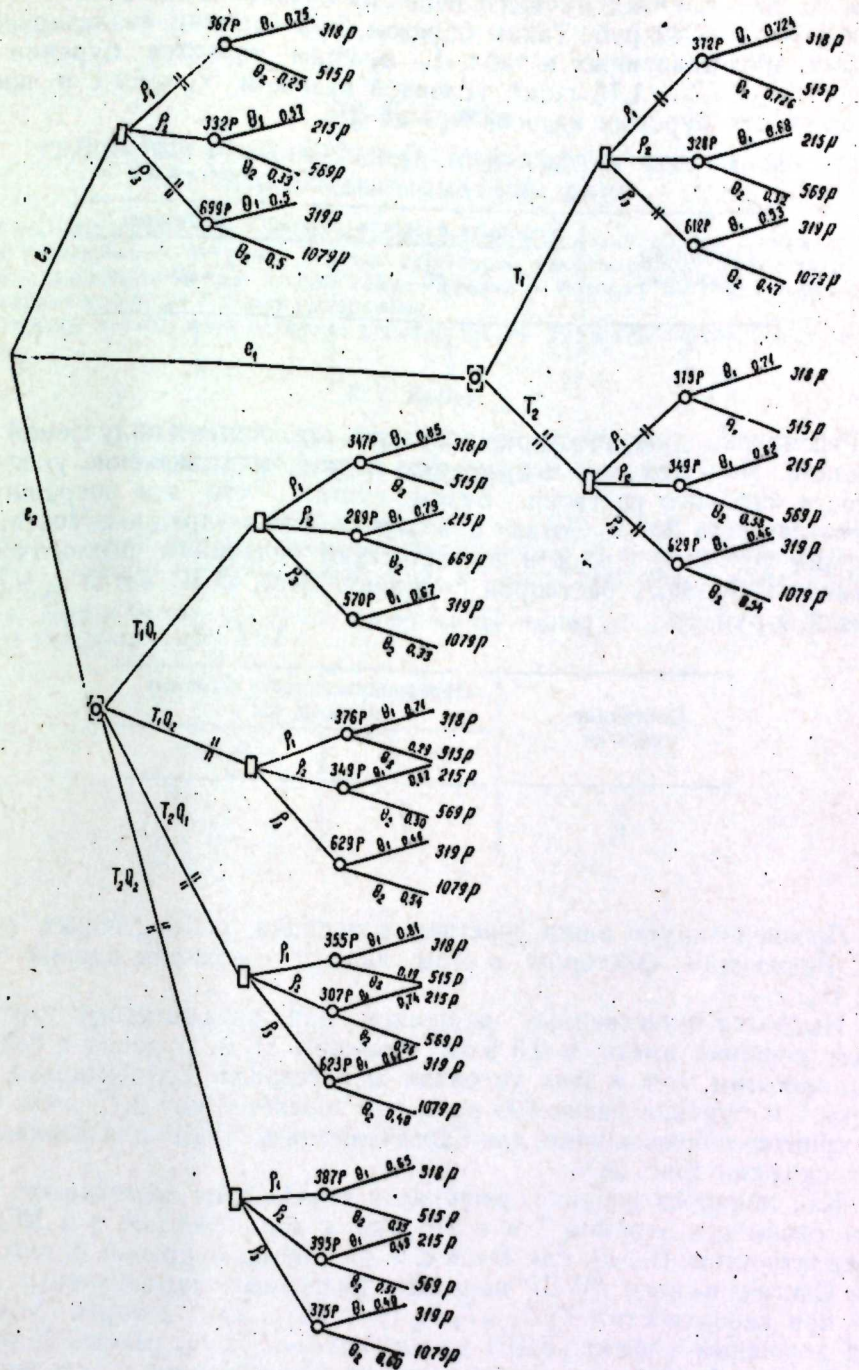


Рис. 2. а—кривая п. б сразличия для Сангачальского МУВР; б—диаграмма субъективных решений при вероятностях $\sim T_1Q_1, \sim T_1Q_2, \sim T_2Q_1, \sim T_2Q_2$

равна 289 руб. На основании изложенного можно сделать вывод, что дополнительная информация о значениях T и Q_1 позволяет при принятии во всех случаях лучшего решения снизить стоимость 1 м бурения с 332 до 239 руб. Таким образом, при бурении анализируемых скважин, представленных в табл. 1, лучшим является бурение при плотности $\rho_2 = 1,70-1,75 \text{ г/см}^3$, условной вязкости $T_1 \leq 60$ с и производительности буровых насосов $Q_1 = 24 \text{ л/с}$.

Таблица 3

Состояние скважин	Условная вязкость бурового раствора, °С	
	$T_1 < 60$	$T_2 > 60$
θ_1	4	3
θ_2	2	2

Рассмотрим диаграмму решений при искажениях получаемой информации. Искаженным, к примеру, может быть значение условной вязкости бурового раствора. Будем считать, что эти погрешности могут достигать 20%. Тогда для случая, когда предполагается, что значения условной вязкости соответствуют величинам реологических параметров буровых растворов с ошибкой 20%, ОДО ветви $e_2 \sim T_1 Q_2$ равна 293 руб.

Таблица 4

Состояние скважин	Производительность буровых насосов, л/с	
	$Q_1 < 24$	$Q_2 > 25$
θ_1	3	4
θ_2	1	3

Проанализируем наши действия с позиции субъективных решений. Решающим фактором в этом анализе являются оценки в элбах [1].

Наиболее естественным решением для субъективной стратегии будет решение иметь в 0,5 элба стоимость 1 м бурения в 818 руб. Предположим, что в этих условиях желательная субъективная стоимость 1 м бурения равна 600 руб., что соответствует 0,75 элба. Строим кривую π -безразличия для Сангачальского МУБР для анализируемых скважин (рис. 2а).

Как видно из рисунка, решение в π -элба дает возможность получить стоимость бурения 1 м в 215 руб. с вероятностью π и 1079 руб. с вероятностью $(1-\pi)$, где $0 \leq \pi \leq 1$. С помощью кривой безразличия для Сангачальского МУБР получаем диаграмму субъективных решений при вероятностях $T_1 Q_1 \sim T_1 Q_2$ (рис. 2б), для которой безусловный денежный эффект (ВДЕ) для ветви $e_2 \sim T_1 Q_1 \rho_2$ равен 320 руб.

Таким образом, имея минимальную промысловую гидравлическую информацию, можно построить гидравлическую программу как при объективных оценках в случае достоверной информации, так и при неопределенных информациях и принятии субъективных решений.

Литература

1. Райфа Г. Анализ решений. М., «Наука», 1977.

АзНИПИнефть

Поступило 16. IX 1968

Р. И. Гулиjev

ГУЖУЛАРЫН ГАЗЫЛМАСЫНДА ГИДРАВЛИКИ ПРОГРАМЫН ЭСАСЛАНДЫРЫЛМАСЫНА ДАИР

Мэгалэдэ, мэ дэн гидравлики мэ луматларын тэглиликэ эсасэн тэшкилат рэһ-бэрлик үсулларындан истифадэ етмэклэ гужуларын газылмасында гидравлики програм эсасландырылмышдыр. Хэллин гэбул едилмэси битэрэф вэ гелри-мүэжжэн мэ-луматлардан истифадэ етмэклэ хазырланыр. Фајдалы нэзэријјэдэн истифадэ етмэклэ шэхси хэллинин гэбулу үсулу тэклиф олунур.

R. I. Kuliev

TO THE SUBSTANTIATION OF HYDRAULIC PROGRAM DURING DRILLING OF WELLS

On the basis of analysis of field hydraulic information and using methods of organization control, hydraulic program during drilling of wells is substantiated in the paper. Taking of decisions is made with the use of both objective and indefinite information.

The method of the use favour theory for the taking of subjective decisions is given in the paper.

Ф. Г. ДАДАШЕВ, А. А. ФЕЙЗУЛЛАЕВ, А. Г. АМРАХОВ

О РЕЗУЛЬТАТАХ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ СЕЙСМИЧНОСТИ ТЕРРИТОРИИ АЗЕРБАЙДЖАНА НА ПОКАЗАНИЯ ГАЗОВОЙ СЪЕМКИ

(Представлено академиком АН Азербайджанской ССР Ш. Ф. Мехтиевым)

Образование и распределение природных газов в земной коре происходят в течение длительного промежутка геологического времени, что в условиях затрудненного газового обмена приводит к установлению динамического равновесия. Нарушение этого равновесия способствует интенсификации процессов миграции природных газов. Подобные нарушения чаще всего связаны с различными тектоническими процессами, в частности с землетрясениями.

Впервые эти явления обратили на себя внимание во время Ташкентского землетрясения 1966 г. [2]. Именно с этого времени и началось изучение влияния тектонических процессов, происходящих в земной коре, на ее газовый режим. Установлено, что землетрясения влияют не только на газовую фазу подземных вод [2], но и на химический состав поверхностной атмосферы [1] и газов грязевых вулканов [7].

Однако такой важный вопрос, как влияние сейсмической активности территории на состав почвенной и подпочвенной атмосферы, а следовательно, и на результаты газовой съемки, проводимой с целью поисков полезных ископаемых, до сих пор почти не затрагивался. Известен лишь единственный случай наблюдения вариаций CO_2 в подпочвенном воздухе (Анапское землетрясение 1966 г.) [5].

Для того чтобы изучить зависимость состава газовой фазы почвы от сейсмической активности территории, нами проведена сравнительная газовая съемка. Исследования велись на четырех полигонах характеризующихся различной сейсмической активностью. Выбор площадей был осуществлен на основании карты сейсмической активности Азербайджана (рис. 1) [4].

Прежде всего, нами с помощью ручного мотобура М-1 были пробурены скважины глубиной 1,5 м. Пробы подпочвенного газа отбирались трубчатым пробоотборником с расположенным над фильтром резиновым уплотнителем. Этот уплотнитель препятствовал проникновению в забойную часть скважины атмосферного воздуха. Содержание CO_2 в подпочве устанавливалось шахтным интерферометром ШИ- непосредственно в точке наблюдения. Часть проб предназначалась для определения в них на хроматографе „Цвет“ содержания углеводородов.

Перед началом газовой съемки с целью исключения влияния на результаты исследований различных искажающих факторов нами проведены некоторые методические работы.

Вначале вся система для отбора подпочвенного воздуха подвергалась испытанию на герметичность. После проверки на герметичность шприца, служащего для отбора проб, трубчатый пробоотборник спускался в скважину, которая затем до устья заливалась водой.

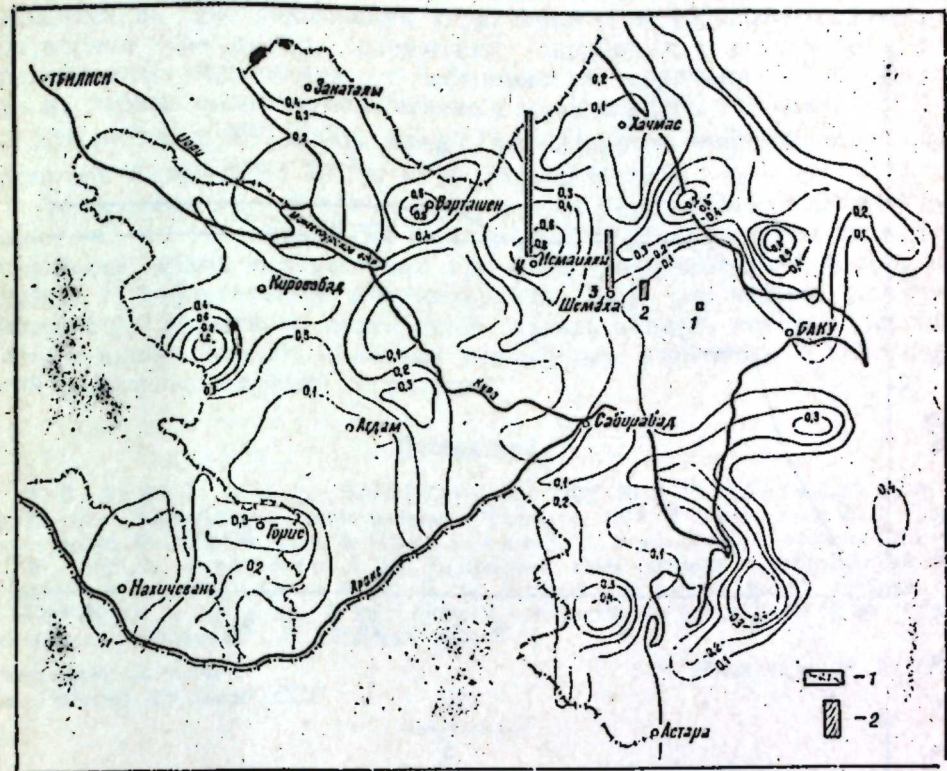


Рис. 1. 1—изолинии сейсмической активности; 2—средняя концентрация CO_2 в подпочве

Таким образом, над резиновым уплотнителем образовывался столб воды высотой около метра. Если после производившейся на поверхности непрерывной откачки подпочвенного воздуха уровень воды оставался неизменным, система считалась герметичной.

Для определения влияния на показания газовой съемки объема отбираемого подпочвенного газа нами проведена серия опытов в скважинах различной глубины. Полученные результаты приведены на рис. 2. На верхнем графике показана зависимость содержания CO_2 (об. %) от величины отбора подпочвенного воздуха (т. е. от количества откачек шприцем емкостью 200 мл) из скважин различной глубины (1—60 см; 2—115 см; 3—190 см), пробуренных в одном и том же месте (а) и в разных местах (б).

Как видно, в обоих случаях с увеличением отбора подпочвенного газа наблюдается одна и та же тенденция повышения (до определенного предела) содержания CO_2 с дальнейшей его стабилизацией. Стабильность концентрации CO_2 в подпочве наблюдается в среднем

после 10 откачек, что составляет около 2 л газа. В одной из скважин количество откачек было доведено до 200, и тем не менее стабильность в газопоказаниях не нарушилась.

Судя по рисунку, четкой зависимости CO_2 в подпочвенном воздухе от глубины отбора проб и времени не наблюдается.

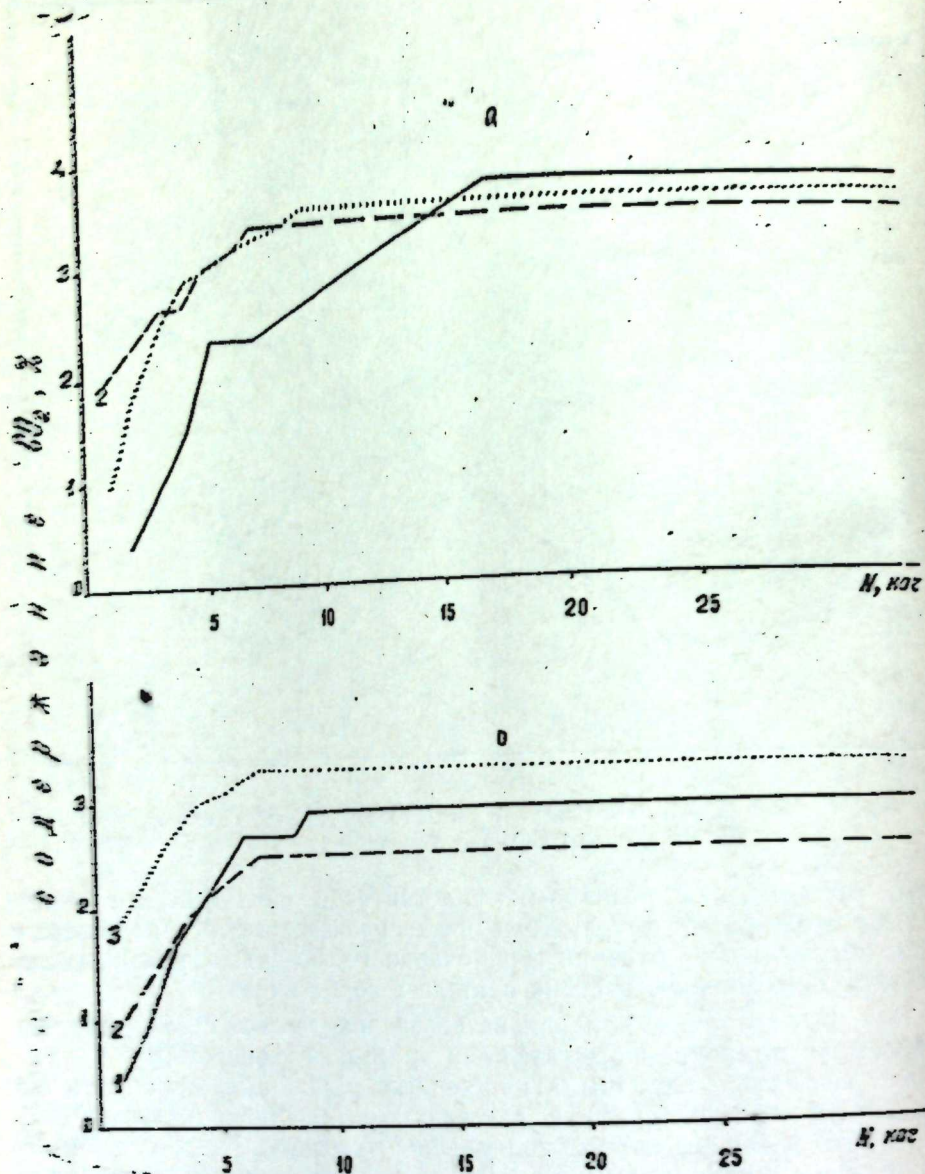


Рис. 2

Как показали наши исследования, для того чтобы правильно оценить содержание того или иного газового компонента в подпочве, необходимо предварительно откачать не менее двух литров подпочвенного воздуха.

Газовая съемка производилась нами более чем в трехстах точках (рис. 1). При этом обнаружено, что там, где сейсмичность территории увеличивается, возрастает и средняя фоновая величина содержания в подпочве углекислого газа.

Углеродородный анализ подпочвенного газа с двух резко отличающихся по сейсмоактивности территорий (1 и 4-й полигоны) также подтвердил зависимость содержания газообразных углеводородов в подпочвенных отложениях от сейсмичности территории. В то время как на первом полигоне содержание в подпочве CH_4 составляет $(7,2-7,85) \cdot 10^{-4}\%$ и TU — лишь следы, на четвертом концентрация CH_4 достигает $(1,97-2,51) \cdot 10^{-2}\%$ и TU $(0,8-2,1) \cdot 10^{-4}$.

Таким образом, исходя из полученных результатов, а также учитывая то, что углекислый газ и газообразные углеводороды являются основными газами-индикаторами при геохимическом методе поисков рудных и нефтегазовых месторождений [3,6], необходимо для правильной интерпретации результатов газовой съемки, которые проводятся с целью поисков полезных ископаемых, учитывать и сейсмический режим исследуемой территории.

Литература

1. Войтов Г. И. и др. ДАН СССР, 202, 1972, № 3.
2. Мавлянов Г. А. и др. В сб.: «Ташкентское землетрясение». Ташкент, 1971.
3. Соколов В. А. Газовая съемка. М., ОНГИ, 1936.
4. Султанова З. З. и др. В кн.: «Геология СССР», 47. М., 1972.
5. Фридман А. И. Природные газы рудных месторождений. М., Недра, 1970.
6. Фридман А. И. В сб.: «Разведка и охрана недр», 1974, № 11.
7. Хитаров Н. И. и др. В кн.: «Поиски предвестников землетрясений на прогностических полигонах». М., «Наука», 1974.

Институт геологии
и.м. Губкина АН Азерб. ССР

Поступило 29. XI 1978

Ф. Г. Дадашев, Э. Э. Феизуллаев, А. Г. Амрахов

АЗЕРБАЙДЖАН ЭРАЗИСИ СЕЙСМИКЛИГИНИН ГАЗ ПЛАНААЛМАСЫ КӨСТЭРИЧИЛЭРИНЭ ТӘСИРИНИН ТӘДГИГАТЛАРЫ ВӘ НӘТИЧЭЛЭРИ НАГГЫНДА

Мәғаләдә торпаг газы тәркибинин эразинин сейсмик фәалиятиндән асылылығы на бахылыр вә тәчрүби-методик тәдгигатларын нәтичәләри кәстәрилир.

F. G. Dadashev, A. A. Feizullaev, A. G. Amrakhov

ON THE INVESTIGATION RESULTS OF THE SEISMIC ACTIVITY INFLUENCE OF THE AZERBAIJAN TERRITORY ON THE READINGS OF GAS SURVEY

The dependence of gas composition of subsoil on the seismic activity of the Azerbaijan territory and the results of experimental-methodical investigations are presented in this paper.

Н. С. КАСТРЮЛИН

ГРЯЗЕВОЙ ВУЛКАНИЗМ КАК ПОКАЗАТЕЛЬ ПРОГНОЗА ПРИ ОЦЕНКЕ НЕФТЕГАЗОВЫХ РЕСУРСОВ

(Представлено академиком АН Азербайджанской ССР А. А. Ализаде)

Комплексное изучение грязевого вулканизма Советского Союза, осуществляемое Сектором грязевого вулканизма Института геологии АН Азербайджанской ССР, направлено на решение теоретических и практических вопросов нефтяной геологии и разведки газонефтяных месторождений.

На территории Советского Союза грязевой вулканизм проявляется в областях альпийской складчатости, характеризующихся длительным депрессионным развитием и мощным компенсированным осадконакоплением. На Юге СССР он связан с Керченско-Таманским и Апшероно-Прибалханским межпериклинальными прогибами, Кусаро-Дивичинской и Шемахино-Кобыстанской наложенными депрессиями, Среднекуриным, Нижнекуриным и Западно-Туркменским межгорными прогибами, а также с Южно-Каспийской впадиной. (рис. 1). На Дальнем Востоке приурочен к южной части Западно-Сахалинской депрессии, соответствующей в современном структурном плане Западно-Сахалинскому верхнемеловому моноклинорию и Сусунайскому неогеновому прогибу.

Основоположниками изучения грязевых вулканов—И. М. Губкиным, А. А. Якубовым, А. А. Али-Заде и др. [1—3, 5, 6 и др.]—установлена непосредственная связь грязевого вулканизма с нефтегазоносностью недр.

Веским подтверждением непосредственной связи грязевого вулканизма с нефтегазоносностью являются результаты поисково-разведочного бурения в районах грязевулканической деятельности. Впервые убедительные доказательства этой связи были получены при бурении скважин в районе активно действующего грязевого вулкана Локбатан [7] на Апшеронском полуострове. При бурении в 1932 г. первых же скважин, заложенных на склоне вулкана, были получены мощные фонтаны нефти и газа, а в 1933 г. в скв. 45, заложенной на грязевулканическом покрове к востоку от кратера—уникальный приток нефти, составивший около 20 тыс. т/сутки (причем с таким дебитом скважина фонтанировала почти целый месяц). Кстати, она до сих пор находится в фонде действующих и продолжает давать нефть.

Положительные результаты поисково-разведочных работ, полученные в районе вулкана Локбатан, послужили основанием для широкого разворота бурения разведочных скважин на других площадях осложненных грязевыми вулканами. В результате проведенных работ

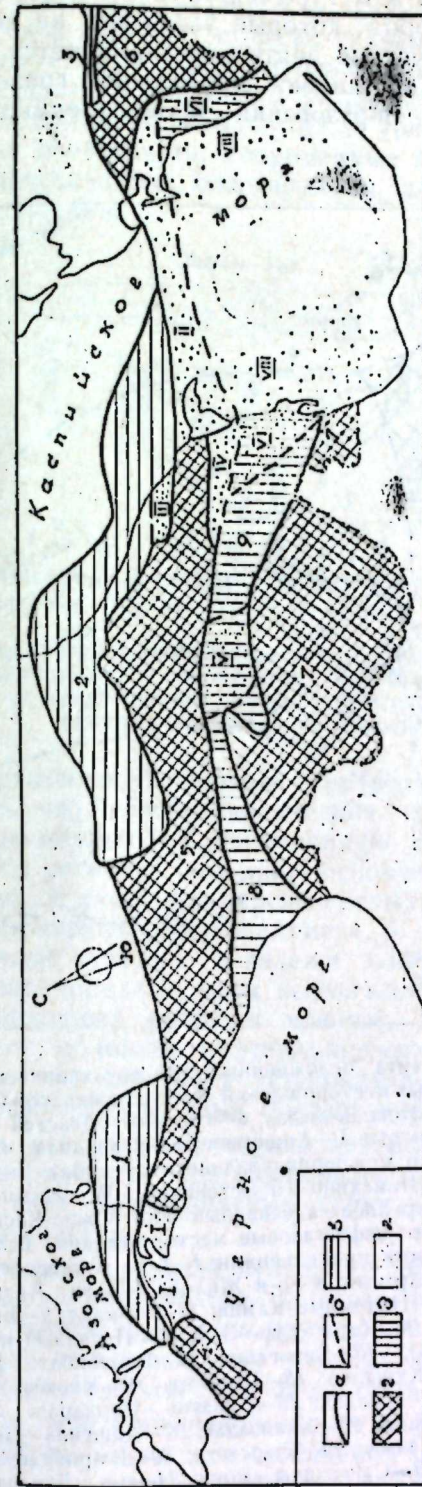


Рис. 1. Схема геотектонического положения областей грязевулканической деятельности альпийского геосинклинального пояса Юга СССР (составлена на основе тектонической карты Юга СССР, 1975 г.): а—границы геотектонических элементов альпийской складчатости; б—границы областей грязевулканической деятельности; в—краевые прогибы; 1—Индоло-Кубанский; 2—Терско-Каспийский; 3—Предкопетдагский; 4—Горного Крыма; 5—Большого Кавказа; 6—Балхано-Копетдагская; 7—Малого Кавказа и Талыша; 8—межгорные прогибы; 9—Куриинский; 10—область грязевулканической деятельности; 11—Керченско-Таманский; 12—Апшероно-Прибалханский межпериклинальные прогибы; 13—Кусаро-Дивичинская; 14—Шемахино-Кобыстанская; 15—наложенные депрессии; 16—Нижнекурильская; 17—Западно-Туркменская депрессия; 18—Южно-Каспийская (морская) впадина

был открыт целый ряд новых месторождений нефти и газа как в Азербайджане (рис. 2), так и в Туркмении.

Положительным фактором, который указывает на нефтегазоносность района грязевулканической деятельности, является характерная структурно-тектоническая обстановка проявления грязевого вулканизма, благоприятная для образования промышленных скоплений нефти и газа.

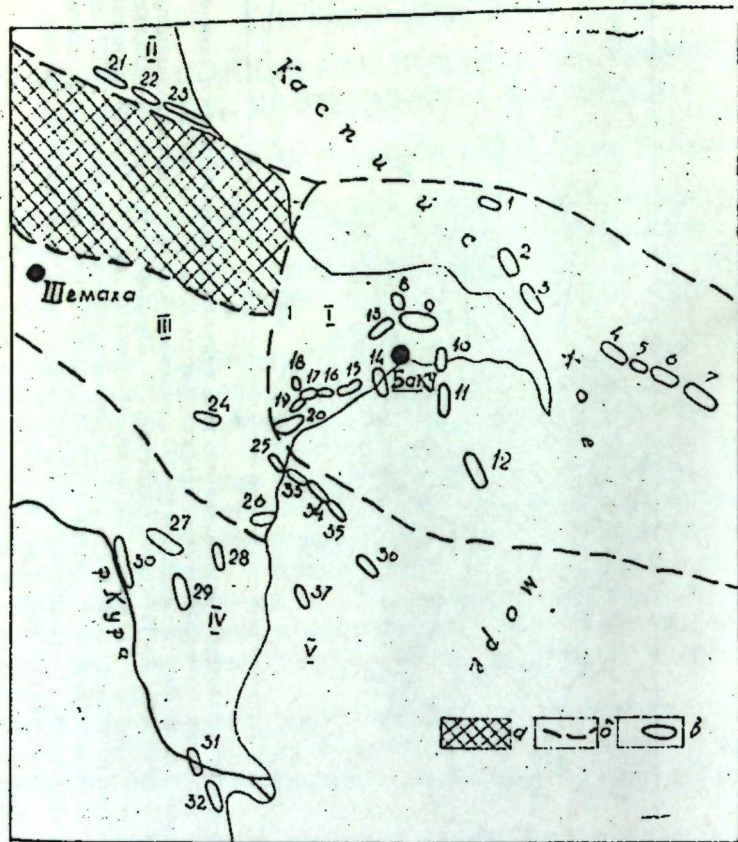


Рис. 2. Схематическая карта осложненных грязевулканическими проявлениями нефтегазовых месторождений Азербайджанской ССР: а—мегаантиклинорий Большого Кавказа; б—границы областей грязевулканической деятельности: I—Апшеронской (западная часть Апшероно-Прибалханского межпериклиналичного прогиба), II—Кусаро-Дивичинской, III—Шемахинско-Кобыстанской, IV—Нижекуринской, V—Бакинского архипелага (западный борт Южно-Каспийской морской впадины); в—нефтегазовые месторождения, осложненные грязевулканическими проявлениями: 1—6—ка Апшеронская; 2—6—ка Дарвина; 3—о-в Артема; 4—о-в Жилой; 5—Ази Асланова; 6—Грязевая сопка; 7—Нефтяные Камни; 8—Кирмаку; 9—Балаханы—Сабунчи—Раманы; 10—Карачухур—Зых; 11—Песчаный-море; 12—Бахар (6-ка Макарова); 13—Бинагади; 14—Бибиэйбат; 15—Локбатан; 16—Пути; 17—Кушхана; 18—Шонгар; 19—Кергез—Кызылтепе; 20—Карадаг; 21—Саадан; 22—Сиазань—Нардаран; 23—Чандагар—Зорат; 24—Умбаки; 25—Кянизадаг; 26—Дашгиль—Деляниз; 27—Мишовдаг; 28—Калмас; 29—Кюрсангя; 30—Кюровдаг; 31—Хиллы; 32—Нефтечала; 33—Сангачалы—море; 34—о-в Дуваный; 35—о-в Булла; 36—Булла-море; 37—Карасу (о-в Лось)

Как показали исследования грязевых вулканов Советского Союза, проведенные Сектором грязевого вулканизма Института геологии АН Азербайджанской ССР [8], области грязевулканической деятельности характеризуются длительным прогибанием, мощным осадконакоплением, интенсивным проявлением разрывной тектоники и ярко выраженной дисгармоничной складчатостью (рис. 3). Все эти структурно-тектонические особенности, неизменные во всех областях грязевулканической деятельности, благоприятны для нефтегазообразования и нефтегазоаккумуляции.

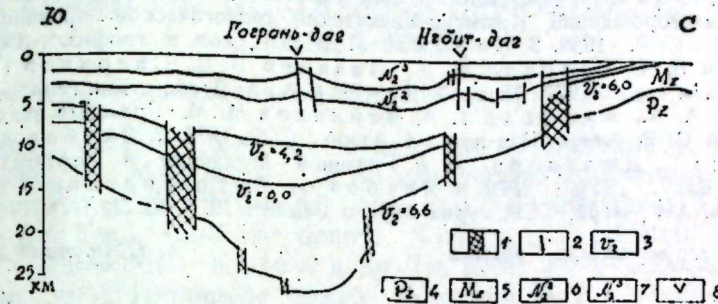


Рис. 3. Геолого-геофизический профильный разрез Западно-Туркменской впадины (верхняя часть по данным бурения, нижняя—по ГСЗ): 1—зоны тектонического дробления; 2—разрывные нарушения; 3—границы скоростей сейсмических волн (км/с); 4—палеозой; 5—мезозой; 6—красноцветная толща (средний плиоцен); 7—верхний плиоцен; 8—грязевулканические проявления

Связь грязевого вулканизма с нефтегазоносностью недр позволяет отметить, что грязевулканические проявления на поверхности указывают: во-первых, на несомненную нефтегазоносность данного геологического региона, что дает основание отнести его при прогнозной оценке к категории перспективных; во-вторых, на наличие благоприятных структурных элементов, к которым обычно приурочиваются грязевые вулканы и залежи нефти и газа, что позволяет выделить первоочередные зоны нефтегазоаккумуляции для постановки поисково-разведочных работ; и наконец, в-третьих, на стратиграфический возраст обломков нефтегазоносных пород в выбросах грязевых вулканов, что облегчает установление диапазона нефтегазоносных свит в разрезе осадочных образований.

С учетом всех этих критериев при оценке прогнозных ресурсов могут быть определены три важнейших параметра—нефтегазоносная территория, зоны благоприятных структурных элементов и нефтегазоносные комплексы.

Иными словами, грязевой вулканизм отвечает всем требованиям, предъявляемым к показателям прогноза [4], т. е. он устанавливает перспективно нефтегазоносную территорию, выявляет нефтегазоносные комплексы и в некоторых случаях определяет коллекторские свойства нефтегазоносных свит—пористость и проницаемость.

Разумеется, при прогнозной оценке нефтегазовых ресурсов и особенно при выборе места для заложения поисковых скважин наряду с материалами грязевого вулканизма должны быть учтены все имеющиеся геолого-геофизические данные.

Таким образом, грязевой вулканизм, свидетельствуя о нефтегазоносности недр, как справедливо указывал И. М. Губкин, имеет важное значение для оценки нефтегазовых ресурсов и определения направления поисково-разведочных работ во всех районах, где он проявляется.

Литература

1. Абрамович М. В. В сб.: "Геол. нефти и газа", 1959, № 11.
2. Губкин И. М., Федоров С. Ф. Грязевые вулканы Советского Союза и их связь с генезисом нефтяных месторождений Крымско-Кавказской геологической провинции. М.—Л. Изд-во АН СССР, 1938.
3. Сирьк И. М. В сб.: "Геол. и геофиз.", 1962, № 7.
4. Наливкин В. Д., Белонин М. Д., Лазарев В. С., Сверчков Г. П. В сб.: "Геол. нефти и газа", 1977, № 12.
5. Якубов А. А., Зейналов М. М. Грязевые вулканы Азербайджанской ССР. Атлас. Изд-во АН Азерб. ССР, 1971.
6. Якубов А. А., Али-Заде А. А., Зейналов М. М. Грязевые вулканизм и нефтегазоносность трюлли Н. С., Джавадов А. А. Грязевой вулканизм и нефтегазоносность Локбатана. Баку, "Элм", 1976.
7. Якубов А. А., Григорьянц Б. В., Алиев Ад. А. Изв. АН Азерб. ССР, серия наук о Земле, 1977, № 5.

Институт геологии им. Губкина
АН Азерб. ССР

Поступило 26. IX 1978

Н. С. Каструлин

ПАЛЧЫГ ВУЛКАНИЗМИ НЕФТГАЗ РЕСУРСУНУН ГИЈМЭТЛЭНДИРИЛМЭСИНДЭ ПРОГНОЗ КӨСТЭРИЧИСИ КИМИ

Ахтарыш-кэшфијат газымасынын мүсбэт нәтичэләри вә палчыг вулканизми тәзә һүрүнүн структур-тектоник шәранти палчыг вулканы нитишар етмиш вилајәтләриң жүксәк нефтгазлыгы перспективчинини олмасыны көстәрир. Прогноз көстәричисиң тәгдим олунан бүтүн тәләбләрә чаваб верән палчыг вулканизми нефтгаз ресурсунуң гијмәтләндирилмәсиндә вә ахтарыш-кэшфијат газымасынын истигамәтинини тә јинни дә бөјүк әһәмијјәт кәсб едир.

N. S. Kastrulin

MUD VOLCANISM AS FORECAST INDEX IN EVALUATION OF OIL-GAS RESOURCES

Positive results of searching exploration drilling and structural tectonic conditions of mud volcanic manifestation are indexes of oil-gas perspectives in the region of mud volcanic activity. Satisfying all the forecast demands, mud volcanism has great importance in evaluation of oil-gas resources and in defining of the direction of searching exploration drilling.

Л. Д. МАМЕДОВА

О САРМАТСКИХ ОТЛОЖЕНИЯХ ОКРЕСТНОСТЕЙ СЕЛ. КАЗМА-КРЫЗ

(Представлено академиком АН Азербайджанской ССР К. А. Ализаде)

Наличие среднесарматских отложений в бассейне р. Кудиалчай установлено Ш. Мамедзаде [1] по следующей собранной им фауне: *Tapes naviculatus* (H. Hoern.) Andrus., *T. vitalianus* Orbig., *T. tricuspis* Eichw., *Cardium danovi* Koles., *C. plicatofittoni* Sinz., *Hydrobia ujratanensis* Koles. и др. На этом же участке сарматские отложения констатированы также работами В. Е. Хаина [4], К. М. Султанова [3] и Д. М. Халилова [5].

Нами в период экспедиционных работ описываемый разрез полностью снят и описан по оврагам в 5 км юго-восточнее с. Казма-Крыз. Здесь на палеогеновых породах трансгрессивно с базальным конгломератом в основании залегают отложения нижнего, а затем и среднего сармата; далее поверхность сильно задернована и более молодые слои сармата, вероятно, размыты. Таким образом, выполненные нами микрофаунистические исследования сарматских отложений у с. Казма-Крыз ее только подтверждают распространение здесь сарматских отложений, но и дополняют их фаунистическую характеристику. При этом дается более подробное расчленение их на два подъяруса—нижний и средний, а в среднем сармате выделяются две микрофаунистические зоны. Описание разреза приводится в направлении снизу вверх.

Олигоцен. Майкопские отложения олигоцена представлены чередованием серых, темно-серых сланцеватых слабокарбонатных глин с *Globorotalia spinulosa* Cushman., *Globigerina* ex *gl. bulloides* Orbig., *Glomospira* ex *gr. charoides* (Parker et Jones). Мощность 10 м. Эти слои, по-видимому, представляют собой верхнюю часть отложений нижнего олигоцена. Отложения верхнего и среднего олигоцена, а также нижнего и среднего миоцена отсутствуют.

Миоцен. Нижний сармат. Породы нижнего сармата с угловым несогласием трансгрессивно залегают непосредственно на майкопских слоях, имея в основании базальный конгломерат мощностью до 1 м с крупными гальками и валунами. Выше конгломерата разрез представлен в следующей последовательности:

1. Серые, темно-серые слоистые карбонатные глины с прослоем среднезернистого песчаника. Мощность 30 м.

2. Чередование серых, темно-серых сильнокарбонатных глин с редкими, чаще маломощными прослоями песчаников с бедной фауной, в комплексе которой имеется характерная для нижнего сармата *Eprhidium echinum* Serov. Кроме того, присутствуют *Porosponion martkobi* (Bogd.), *P. umboelataformis* Mamed., *Nonion bogdanowiczii*

Volosh., *Elphidium crispum* (Linne) *granifera* L. Mamed. Мощность 40 м.

Средний сармат. По фауне фораминифер средний сармат подразделяется нами на две зоны — нижнюю и верхнюю.

Нижняя зона палеогеноид. 1. Чередование серых, оливково-серых, темно-серых сильнокарбонатных глин с маломощными и редкими прослоями серого песчаника с фауной фораминифер: *Nontion bogdanowiczi* Volosh., *Porosononion subgranosus* (Egger) *hyalinus* Bogd., *P. cymosus* Mamed., *Elphidium crispum* (Linne), *E. fichtellianum* (Orb.), *E. azerbaijanicum* Mamed., *E. tuberosum* Mamed., *E. anulatum* Mamed., *E. crispum* (Linne) *granifera* Mamed., *E. aculeatum* (Orb.) *tumida* Mamed., *Quinqueloculina angustioris* (Bogd.), *Q. sarmatica* Karger. Мощность 32 м.

2. Серые, темно-серые, почти черные песчаные глины с редкими прослоями желто-бурого песка с фауной *Nontion bogdanowiczi* Volosh., *Streblus beccarii* (Linne). Мощность 38 м.

3. Глины серые, темно-серые сильнокарбонатные, в верхах пачки переходящие в песчаные, с прослоями маломощного песка и редкого серого мелкозернистого песчаника. В глинах найдены *Porosononion subgranosus subgranosus* (Egger), *P. subgranosus* (Egger) *umboelata* Gerke, *P. subgranosus* (Egger) *hyalinus* Bogd., *P. cymosus* Mamed., *Elphidium regina* (Orb.), *E. aculeatum* (Orb.), *E. crispum* (Linne), *Parrelina cymosa* Mamed., *Quinqueloculina voloshinovae* (Bogd.), а также *Ovulites sarmatica* Chalil.; встречены и *Radiolaria*. Мощность 43 м.

4. Пачка, в подошве которой залегает пласт плотного серого мелко-среднезернистого песчаника мощностью до 5 м, который выше переходит в серые, темно-серые сильнокарбонатные глины. В этих слоях оказались *Porosononion subgranosus* (Egger) *aragviensis* Djan., *P. subgranosus* (Egger) *umboelata* Gerke, *P. tengiensis* Mamed., *Elphidium regina* (Orb.), *E. aculeatum* (Orb.), *E. crispum* (Linne), *Meandroloculina* aff. *bogatschovi* Bogd., *Articulina* aff. *sarmatica* (Karger), *Quinqueloculina voloshinovae* (Bogd.) *ukrainica* Didk., *Q. angustioris* (Bogd.), *Triloculina rotunda* Didk. и другие, а также *Otolithus minusculus* Schubert. Мощность 30 м.

5. Серые, оливково-серые, темно-серые, сильнокарбонатные песчаные глины с *Nontion bogdanowiczi* Volosh. Мощность 35 м.

Верхняя зона эльфидаид. 6. Чередование плотных серых чаще крупно- и среднезернистых, реже мелкозернистых песчаников (до 5 м) и светлых песчаных известняков, переполненных фауной. Из этих слоев нами собрана макрофауна, в списке которой, по любезному определению В. В. Богачева, оказались *Mastra vitaliana fabreana* Orb., *Calliostoma armavirensis* (Koles.), *Gibbula subprosilens* (Sinz.), *Kischinea elonga* issima Orb., *Tapes vitalianus mediosarmaticus* Koles., *T. gregarius* (Goldf.), *Sinzowia intermedia* Sinz., *Cardium fittoni fittoni* Orb., *C. ingratum* Koles., *Donax lucidus* Eich. и др. Мощность 20 м.

7. Чередование слоистых серых, зеленовато-серых сильнокарбонатных глин с плотными песчаными известняками с обильной моллюсковой фауной, как в предыдущей пачке. Глины содержат богатую фауну фораминифер; *Elphidium fichtellianum* (Orb.), *E. tengiensis* Mamed., *E. aculeatum* (Orb.), *L. crispum* (Linne), *E. macellum*

(Fich. et Moll.); *E. kazmakrisense* Mamed., *E. azerbaijanicum* Mamed., *E. crispum* (Linne) *granifera* Mamed., *Porosononion subgranosus* (Egger) *umboelata* Gerke, *P. tengiensis* Mamed., *Biporosononion mirus* Mamed. Мощность 18 м.

8. Серые плотные мощные известняки с обильной фауной макрид и других форм, расслоенные пластами песка и плотного песчаника. В основании пачки залегает пласт темно-серой глины мощностью 1 м. В отобранных из этого пласта образцах оказался следующий комплекс фораминифер; *Elphidium crispum* (Linne), *E. macellum* (Fich. et Moll.), *E. crispum* (Linne) *granifera* Mamed., *Biporosononion mirus* Mamed., *B. tumidus* Mamed., *Porosononion subgranosus* (Egger) *umboelata* Gerke, *Nontion bogdanowiczi* Volosh. Мощность 30 м.

9. Чередование серых, зеленовато-серых, зеленых, местами черных сильнокарбонатных глин с прослоями плотных разнозернистых песчаников. В отдельных пакетах данной пачки эти песчаники играют основную роль. В глинистых слоях встречаются *Elphidium aculeatum* (Orb.), *E. crispum* (Linne), *E. anulatum* Mamed., *E. crispum* (Linne) *granifera* Mamed., *Biporosononion mirus* Mamed., *Porosononion subgranosus* (Egger) *hyalinus* Bogd., *P. subgranosus* (Egger) *umboelata* Gerke, *Nontion bogdanowiczi* Volosh. Мощность 60 м.

10. Серые, светло-серые, темно-серые карбонатные глины, окрашенные с поверхности в желто-бурый цвет и переслоенные плотными среднезернистыми песчаниками (до 2—2,5 м) с фауной фораминифер; *Elphidium aculeatum* (Orb.), *E. aculeatum* (Orb.) *tumida* Mamed., *E. kazmakrisense* Mamed., *E. subfichtellianum* Mamed., *Biporosononion mirus* Mamed., *B. tumidus* Mamed., *Porosononion subgranosus* (Egger) *umboelata* Gerke, *P. subgranosus subgranosus* (Egger), *Streblus beccarii* (Linne). Мощность 33 м.

11. Чередование серых, темно-серых карбонатных глин с прослоями желто-бурого карбонатного песчаника (до 2,5 м) и песка. В глинистых слоях обнаружены *Elphidium regina* (Orb.), *E. crispum* (Linne), *E. fichtellianum* (Orb.), *E. azerbaijanicum* Mamed., *E. crispum* (Linne) *granifera* Mamed., *E. anulatum* Mamed., *E. kazmakrisense* Mamed., *Melonis zaglensis* Mamed., *Porosononion subgranosus* (Egger) *umboelata* Gerke, *P. cymosus* Mamed., *P. tengiensis* Mamed., *Streblus beccarii* (Linne), а также остатки известковистой водоросли *Ovulites sarmatica* Chalil. Мощность 21 м. Общая мощность отложенных среднего сармата 360 м.

Литература

1. Мамедзаде Ш. Тр. АКИИ (геол. сб.), 1/18, 1939.
2. Мамедова Л. Д. ДАН Азерб. ССР, XX, 1964, № 7.
3. Султанов К. М. Стратиграфия и фауна верхнего миоцена Восточного Азербайджана. Изд-во АН Азерб. ССР, 1953.
4. Хаин В. Е. Геологическое развитие Юго-восточного Кавказа. Азнефтеиздат, 1950.
5. Халилов Д. М. Изв. АН Азерб. ССР, 1954 № 1.

Институт геологии им. Губкина
АН Азерб. ССР

Поступило 30. V 1978

Л. Ч. Мәмәдова

ГАЗМА—КРЫЗ КЭНДИ ЭТРАФЫНДАКЫ САРМАТ ЧӨКҮНТҮЛЭРИ
БАГГЫНДА

Мәгаләда Газма—Крыз кәнди этрафындакы сармат чөкүнтүләринин микрофаунистик тәдгигаты верилір. Бу тәдгигатлар нәтижәсиндә һәмин чөкүнтүләри алт вә орта сармат жарыммәртәбәләринә, орта сарматда исә ики микрофаунистик зона аҗырмаг мүмкүн олмушдур.

L. D. Mamedova

ON SARMAT DEPOSITS OF KAZMA-KRYZ DISTRICT ENVIRONS

Data on microfaunistic investigations of Sarmat deposits in Kazma-Kryz district are given in the article on the base of which it was possible to distinguish the lower and middle sarmat, and in middle sarmat—two microfaunistic zones.

АЗЕРБАЙҖАН ССР ЕЛМЛӘР АКАДЕМИЈАСЫНЫН МӘРҮЗЭЛӘРИ

ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ССР

ТОМ XXXV ЧИЛД

№ 6

1979

УДК 581. 133. 1

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

Ч. М. АБУТАЛЫБОВ

ОБМЕН АМИНОКИСЛОТ В КОРНЯХ НУТА И КУКУРУЗЫ
ПРИ РАЗЛИЧНЫХ УСЛОВИЯХ ПИТАНИЯ КАЛЬЦИЕМ

(Представлено академиком АН Азербайджанской ССР И. К. Абдуллаевым)

Имеющиеся литературные данные свидетельствуют о большом значении кальция в формировании клеточной оболочки, цитоплазматических мембран, структуры органелл клетки и функционировании корневой системы. Указанные изменения, происходящие под влиянием кальция, в свою очередь оказывают большое влияние на метаболические процессы, которые протекают в растительном организме и определяют нормальный ход его роста и развития.

По некоторым данным, кальций активизирует деятельность рибонуклеазы из рибосом и аденилаткиназы из митохондрий [11], стабилизирует активность амилазы [2, 5, 7]. Для регулирования цитратного цикла и определения уровня цитрата и оксалата большое значение имеет соотношение между калием и кальцием [10]. В ряде исследований [1, 9, 12] установлено, что повышение активности АТФазы и фосфатазы корней ячменя более значительно под влиянием кальция, нежели магния. Дефицит кальция в питательной среде вызывает значительное подавление активности изопероксидазы тыквы и синтеза белка в растениях пшеницы [4], а также ингибирование синтеза азотистых веществ в вегетативных органах тыквы и гороха [8].

По некоторым данным, при недостатке кальция и калия в питательной среде изменяется уровень белков и аминокислот. Однако эти данные недостаточны для характеристики действия кальция на азотистый обмен растений. Кроме того, в отдельных случаях они носят даже противоречивый характер.

Исходя из этого, мы задались целью исследовать аминокислотный обмен в корнях растений при дефиците кальция в питательной среде. Известно, что аминокислоты являются не только строительным материалом при синтезе белков. Они используются также для синтеза ряда биомолекулярных соединений—нуклеиновых кислот, фосфолипидов, витаминов и других биополимеров, которые играют важную роль в жизнедеятельности организма. Поэтому исследование обмена аминокислот, кроме азотистого, может характеризовать общее состояние метаболизма организма в целом. Для более четкого выявления действия кальция на обмен аминокислот в корнях растений мы придерживались принципа сравнительного исследования аминокислотного состава корней кальциефильных растений нута и кальциефобных растений кукурузы, выращенных в течение семи дней на 0,2 нормы

питательной смеси Кнопа с кальцием и без него. В опытных вариантах кальций заменялся стронцием.

Как видно из данных, приведенных в табл. 1, содержание свободных аминокислот в корнях нута в пересчете на 1 г вещества значительно превышает содержание их в корнях кукурузы, что следует

Таблица 1

Содержание свободных аминокислот в корнях 7-дневных растений нута и кукурузы, выращенных в различных условиях питания кальцием

Аминокислоты	Корни нута					Корни кукурузы				
	С кальцием		Без кальция		% от контр-роля	С кальцием		Без кальция		% от контроля
	мкг/г	% от общей суммы	мкг/г	% от общей суммы		мкг/г	% от общей суммы	мкг/г	% от общей суммы	
Лизин	360	2,78	380	3,03	105,5	290	2,68	290	2,70	100
Гистидин	700	5,41	610	4,89	87,1	670	6,24	660	6,11	98,5
Аргинин	260	2,01	240	1,90	92,2	370	3,13	310	2,90	83,9
Аспарагиновая к-та	1960	15,26	2310	18,52	117,8	1300	12,14	1330	12,23	103,3
Треонин+серин	2660	20,60	2660	21,20	100,0	1890	17,61	1950	18,00	103,0
Глутаминовая к-та	1920	14,95	2140	17,10	111,0	1400	13,63	1740	16,01	124,0
Пролин	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Глицин	330	2,55	297	2,38	90,0	380	3,52	380	3,50	100
Аланин	990	7,73	590	4,71	59,0	860	8,02	600	5,54	69,7
Цистин	1260	9,18	1230	9,81	97,0	1150	10,70	1080	10,00	93,9
Валин	730	5,72	650	5,20	89,0	440	4,08	410	3,8	93,2
Метионин	500	3,91	390	3,10	78,0	970	8,12	860	7,91	88,6
Изолейцин	360	2,80	350	2,80	97,2	320	3,01	280	2,61	88,6
Лейцин	350	2,70	310	2,50	88,5	300	2,69	250	2,40	88,6
Тирозин	310	2,37	250	2,01	80,6	300	2,74	270	2,52	90,0
Фенилаланин	190	1,40	110	0,89	57,8	220	2,08	180	1,63	81,8
Сумма	12880	100	12517	100	97,1	10660	100	10590	100	99,3

объяснить родовым различием растений. При этом наиболее заметно в корнях кукурузы уменьшение содержания аспарагиновой и глутаминовой кислот, треонин+серина, аланина, валина и в меньшей степени других аминокислот. Значительное снижение концентрации аспарагиновой и глутаминовой кислот, а также аланина следует отнести за счет более слабой интенсивности в них первичного аминирования. Повышенное содержание в корнях кукурузы трех аминокислот, особенно метионина, связано, по-видимому с видовой особенностью кукурузы.

Исключение кальция из питательного раствора ведет к незначительному уменьшению содержания общей суммы аминокислот в массе корней (в нуте на 2,9%, в кукурузе на 0,7%). В то же время колебания содержания каждой кислоты в отдельности в процентах как от общей суммы этих кислот, так и от контроля довольно значительны.

Так, заметное увеличение содержания аспарагиновой и глутаминовой кислот в корнях нута по сравнению с корнями контрольных растений способствует увеличению доли этих аминокислот в общей

их сумме. Аналогичное явление наблюдается и в корнях кукурузы. Но в этом случае наибольшим бывает увеличение содержания глутаминовой кислоты.

Повышенная концентрация аспарагиновой и глутаминовой кислот в корнях голодающих без кальция растений, по-видимому, объясняется подавлением процесса переаминирования. Подтверждением этого предположения может служить пониженное содержание других аминокислот.

Таблица 2

Содержание свободных аминокислот в корнях 7-дневных растений нута и кукурузы, выращенных при различных условиях питания кальцием

Аминокислоты	Корни нута			Корни кукурузы		
	С кальцием	Без кальция	% от контроля	С кальцием	Без кальция	% от контроля
	мкг на 1 корень	мкг на 1 корень		мкг на 1 корень	мкг на 1 корень	
Лизин	13,3	4,1	30,8	4,0	3,1	77,5
Гистидин	25,7	6,7	38,9	9,2	7,2	78,3
Аргинин	9,5	2,6	27,4	4,6	3,4	73,9
Аспарагиновая к-та	72,5	25,6	35,3	18,0	14,4	80,0
Треонин+серин	98,7	29,5	28,9	26,2	10,3	39,0
Глутаминовая к-та	71,0	25,7	36,2	19,5	18,9	96,9
Пролин	+	+	+	+	+	+
Глицин	12,3	3,2	16,2	5,2	4,1	78,8
Аланин	36,7	6,5	17,7	11,9	6,5	54,6
Цистин	46,7	13,6	29,1	15,9	11,8	74,2
Валин	27,1	7,2	26,6	6,1	4,4	72,1
Метионин	18,5	4,2	22,7	12,0	9,3	77,5
Изолейцин	13,3	3,8	28,5	4,4	3,0	68,2
Лейцин	12,8	3,4	26,5	4,1	2,80	68,3
Тирозин	11,4	2,7	23,7	4,1	2,90	70,7
Фенилаланин	7,0	1,2	17,1	3,0	1,90	63,7
Сумма	476,0	138,0	28,9	148,2	104,0	70,1

Интересно отметить, что дефицит кальция в питательной среде заметно подавляет накопление аланина, который является продуктом первичного аминирования, и фенилаланина. Наиболее заметно на нехватку этих аминокислот реагируют растения нута. Падение содержания аланина в корнях растений может быть объяснено повышением активности ферментной системы пируватдегидрогеназы, катализирующей окисление пирувата до ацетил-К₀А. Данные табл. 1 наглядно демонстрируют изменение азотистого обмена нута в отсутствие кальция в питательной среде.

Для того чтобы иметь более четкое представление об азотистом обмене нута и кукурузы, мы пересчитали количество аминокислот на один корень. Как видно из табл. 2, содержание аминокислот в корнях контрольных растений нута значительно больше, чем в корнях кукурузы. Среди отдельных аминокислот особое место занимают аспарагиновая и глутаминовая кислоты, а также треонин+серин и аланин. Исключение кальция из питательного раствора вызвало уменьшение суммы аминокислот в корнях нута до 28,9%, а у кукурузы до 70,1%.

Наименьшим было накопление глицина, аланина и фенилаланина. Со-
 держание этих аминокислот в корнях опытных растений нута упало
 по сравнению с контролем соответственно до 16,2; 17,7; 17,1 %, а в
 корнях опытных растений кукурузы — всего лишь до 78,8; 54,6 и 63,7 %.

Накопленные нами данные свидетельствуют о том, что чувст-
 вительность кальциефильного растения нута к дефициту кальция в
 значительной степени обусловлена изменением аминокислотного обмена
 при исключении кальция из питательной среды. Дефицит кальция за-
 метно подавляет азотистый обмен нута, в том числе и аминокислотный,
 вызывает замедление синтеза аланина, процесса переаминирования и
 в связи с этим других аминокислот и впоследствии подавление роста
 корней и надземных частей. У растений кукурузы это подавление не-
 столь значительно.

Литература

1. Вахмистров Д. Б., Мазель Ю. Я. В кн.: "Физиология растений", т. 1.
 М., 1972, 164.
2. Кретович В. Л. Изв. АН СССР, серия биол. наук, 1961, № 3.
3. Лапшина А. Н. В кн.: "Физиология растений", т. II, М., 1964, 1, 71.
4. Плешков
 Б. П., Кондратьева М. Н. Изв. ТСХА, 1971, № 6, 86.
5. Chrispeels M. J.,
 Varner J. E. Pl. Physiol., 42, 1967, № 1, 398.
6. Dvořack M., Cernohorska J.
 Biol. Plant., 14, 1972, № 1, 28.
7. Fiedler H. J. Zs. Pflanzen., 65, 1965, № 1, 234.
8. Fialova S., Pichl J. Biol. Plant., 15, 1973, № 3, 194.
9. Hall J. L., Butt V. S.
 J. Exp. Bot., 20, 1968, № 65, 715.
10. Hewitt E. Y. In: "Pl. Physiology". Ed. by F. C.
 Steward. Acad. Press. N. Y., 3, 1963, 155.
11. Kessler G., Engelberg I. Biochem.
 Biophys. acta, 55, 1963, № 1—2, 170.
12. Sexton R., Sutcliffe I. F. Alaska Ann
 Bot., 33, 1960, 132, 683.

Институт ботаники
 им. Комарова АН Азерб. ССР

Поступило 3. XI 1978.

Ч. М. Абуталыбов

КАЛСИУМЛА МҮХТЭЛИФ ГИДАЛАНМА ШЭРАИТИНДЭ НОХУД ВЭ ГАРҒЫДАЛЫ БИТКИЛЭРИНИН КӨКЛЭРИНДЭ АМИН ТУРШУЛАРЫН МУБАДИЛЭСИ

Мөгаләдә 7 күн мүддәтиндә калсиумун гида мөһлулуидан чыхарылмасы, нохуд
 вә гарғыдалы чүчәртиләринин көкләриндә амин туршулары арасында олан нисбәтин
 тамамилә дәјишилмәсиндән бәһс олунур. Калсиум дефисити шәраитиндә һәр ики
 биткинин көкләриндә глутамин вә аспаракин туршуларынын артмасы вә башга амин
 туршуларынын вә хусусилә аланин вә фенилаланинни азалмасы мүшаһидә олунмушдур.
 Калсиум дефисити шәраитиндә нохуд вә гарғыдалы чүчәртиләринин көкләриндә амин
 туршулары арасында олан нисбәтин дәјишилмәси переаминиләшмә процесинин эәиф-
 ләмәси илә изаһ олунур. Бу шәраитдә тәчрүбә биткиләринин көкләриндә аланин вә
 фенилаланин амин туршуларынын азалмасы, һабелә, пируватдеһидрогеназа фермент
 системинин вә пируваткарбоксилаза ферментинин фәаллығынын артмасы илә изаһ
 олунур.

Амин туршуларынын мубадиләсинин калсиум дефисити шәраитиндә дәјишилмәси
 нохуд биткисинин бу шәраитдә даһа һәссас олмасы ајдын олур.

Ch. M. Abutalybov

THE AMINO ACID EXCHANGE IN THE MAIZE AND PEA ROOTS UNDER VARIOUS CONDITIONS OF CALCIUM NUTRITION

Calcium elimination from the nutrient solution during 7 days promoted the signi-
 ficant changes of the amino acid ratio, namely the increase of the contents of glu-
 tamic and aspartic acids and the decrease of the contents of the others, especially
 alanine and phenylalanine in the roots of pea and maize seedlings. The alteration of
 the amino acid ratio in the roots of plant seedlings upon calcium deficiency is acco-
 unted for by depressing the transamination process. The depression of the alanine
 and phenylalanine contents in the plant roots upon calcium deficiency may be expla-
 ined by the increase of enzyme system of pyruvate carboxylase and pyruvate dehyd-
 rogenase as well. According to the alteration of the amino acid exchange upon calci-
 um deficiency the pea appeared more sensitive than the maize.

С. Г. МУСАЕВ

**TRACHYNIA PENTASTACHYA (TEN.) TZVEL.—
НОВЫЙ ВИД ДЛЯ ФЛОРЫ СССР**

(Представлено академиком АН Азербайджанской ССР В. И. Ульянищевым)

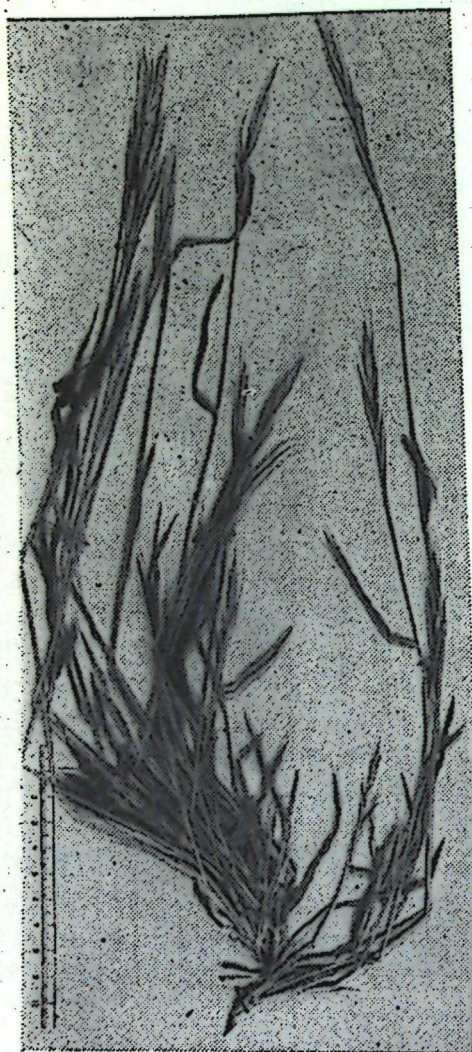


Рис. 1 Общий вид двуколоски пятиколосковой

Род двуколоска—*Trachynia* Link включает в себя 3 вида, которые распространены в странах древнего Средиземноморья начиная с Канарских островов и кончая северной Индией, а также в Эфиопии и Южной Африке [3,4]. В СССР встречается *T. distachya* (L.) Link.

При обработке гербарного материала, собранного на Апшероне и в северо-восточной части Большого Кавказа (в пределах Азербайджана) выявлен новый для флоры СССР вид *Trachynia pentastachya* (Ten.) Tzvel.

Trachynia pentastachya (Ten.) Tzvel., 1975. „Новости систематики высших растений“, 12:81.

Двуколоска пятиколосковая—однолетнее растение, до 20—45 см выс., у основания разветвленное, нижняя часть стебля коленчато приподнимается; листовые пластинки плоские, 3—6 мм шир., с обеих сторон с рассеянными волосками; соцветие—колосковидная метелка, состоящая из 4—6 колосков; колоски многоцветковые, нижние цветковые чешуи с остью до 10—16 (18) мм длины (рис. 1).

Следует отметить, что А. А. Гроссгейм [1] для флоры Кавказа приводит *Brachypodium distachya* (L.) Beauv. var. *pentastachya* (Ten.) Aschers. et Graebn., а Н. Н. Цвелев [3,4] считает, что var. *pentastachya* (Ten.) Aschers. et Graebn. ошибочно приводился как отсутствующий в СССР вид *T.*

pentastachya (Ten.) Tzvel. comb.nov.(= *Bromus pentastachyus* Ten., 1817, Pl. Rag. Sic. 1:4).

Однако этот вид собран автором на Апшероне в 1973 и 1974 гг. и в Кубинском районе в 1976 г. из следующих месторождений: Апшерон, Ясамальская долина, на южных травянистых склонах, 25. V 1973; там же 23. IV 1974; Кубинский р-н, окр. с. Ерфи, на сухих каменистых склонах, 26. VI 1976, С. Г. Мусаев (рис. 2).

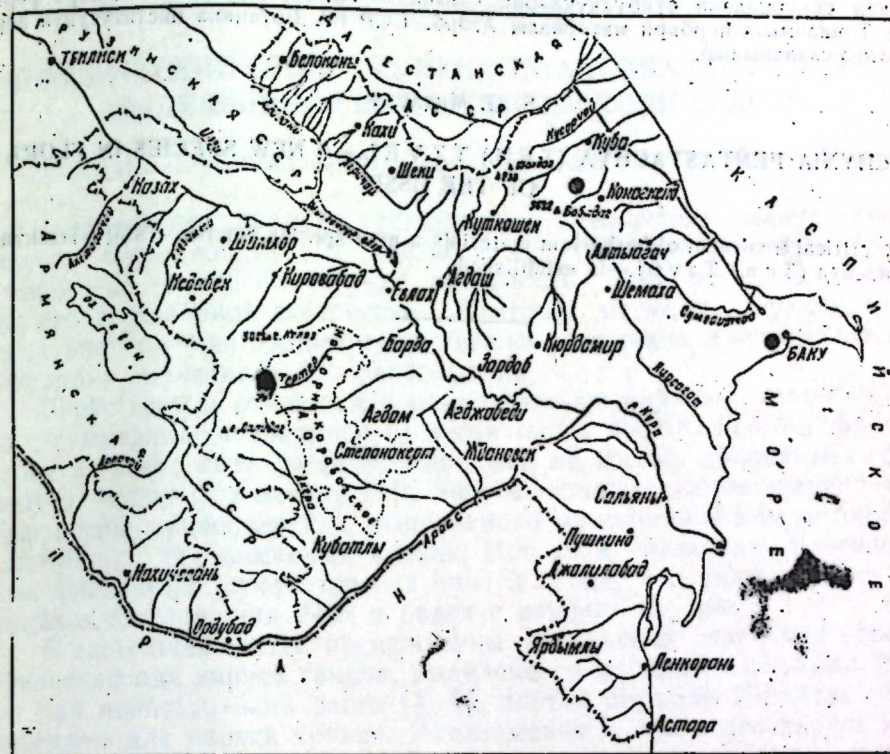


Рис. 2. Местонахождение двуколоски пятиколосковой в Азербайджане

За пределами СССР *Trachynia pentastachya* встречается на крайнем юге Европы (Пиренейский полуостров, Италия). Таким образом, новое местонахождение этого вида на Апшеронском полуострове намного оторвано от основного ареала, что не является чем-то исключительным, так как на Апшероне известен целый ряд злаков со сходным распространением, а именно: *Sipa pellita* Trin., *Ammochloa palestina* Boiss., *Trisetaria linearis* Forsk., *Avena ventricosa* Bal., *Lagurus ovatus* L., *Lamarckia aurea* (L.) Moench, *Cuandia dichotoma* (Forsk.) Trab. и др. [2].

Собранные нами экземпляры *Trachynia pentastachya* (Ten.) Tzvel. хранятся в гербарии Института ботаники АН Азербайджанской ССР.

Литература

1. Гроссгейм А. А. Флора Кавказа, 1. Изд-во АзФАН, 1939.
2. Мусаев С. Г. „ДАН Азерб. ССР“, 1969, № 10.
3. Цвелев Н. Н. „Новости систематики высших растений“, 12, 1975.
4. Цвелев Н. Н. Злаки СССР. Л., „Наука“, 1976.

Институт ботаники АН Азерб ССР

Поступила 20. X 1978

С. Н. Мусажев

**TRACHYNIA PENTASTACHYA (TEN.) TZVEL.—ССРИ ФЛОРАСЫНЫН ЖЕНА
НӨВҮДҮР**

Мәгаләдә Бөйүк Гафгазын шимал-шәрг һиссәсиндән Азәрбајчан даһилиндә вә Абшерондан *Trachynia pentastachya* (Ten.) Tzvel. нөвү топланмыш вә ССРИ флорасы үчүн илк дәфә оларак көстәрилир. Бу нөв она јахын олан *T. distachya* (L.) Link нөвүндән сүпүркәдәки сүнбүлчүкләрин сажына вә гылчыгын узунлугуна көрә фәргләнир. Топланмыш һербари материалы Азәрб. ССР ЕА Ботаника институтунун һербарисиндә сахланлыр.

S. G. Musayev

**TRACHYNIA PENTASTACHYA (TEN.) TZVEL.—A NEW SPECIES IN FLORA
OF THE USSR**

By critical treatment of herbarium materials a new species for the USSR—*Trachynia pentastachya* (Ten.) Tzvel.—is established.

УДК 576.858.75.093.35.06

МЕДИЦИНА

Т. А. АСАДУЛЛАЕВ, А. Г. БУКРИНСКАЯ, А. К. ГИТЕЛЬМАН,
В. Б. МАРТЫНЕНКО

**БИОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НУКЛЕОКАПСИДА ВИРУСА ГРИППА,
ВЫДЕЛЕННОГО ИЗ КЛЕТОК ОПУХОЛИ ЭРЛИХА**

(Представлено академиком АН Азербайджанской ССР В. Ю. Ахундовым)

К настоящему времени установлено, что геном минус-нитевых вирусов функционирует в клетке в составе нуклеокапсида, белки которого не только блокируют активность РНК, но и необходимы для его достоверной экспрессии. Поэтому изучение нуклеокапсида таких вирусов приобретает существенное значение для выяснения и регуляции механизма их репродукции.

Вирус гриппа относится к минус-нитевым вирусам, геном которого с суммарным молекулярным весом около 4×10^6 дальтон фрагментарен и может быть расфракционирован на восемь дискретных фрагментов. Число фрагментов РНК вируса гриппа соответствует числу фрагментов нуклеокапсида, выделяемого из вирионов и из цитоплазмы зараженных, перmissive клеток. При этом плавучая плотность у всех фрагментов нуклеокапсида одна и та же, что указывает на одинаковые соотношения РНК и белка в каждом из них.

В настоящей статье представлены результаты изучения свойств нуклеокапсида вируса гриппа, выделенного из клеток опухоли Эрлиха. Как показано нами ранее [1, 2], клетки опухоли Эрлиха неперmissive для вируса гриппа. Размножение в них этого вируса завершается формированием неинфекционных вирусных частиц, которые чрезвычайно хрупки, что, по-видимому, связано с уменьшенным количеством М-белка—основного структурного белка частицы вируса гриппа, находящегося под липидным бислоем и стабилизирующего его. В то же время куриные фибробласты, зараженные гриппозным вирусом, репродуцируют высокоинфекционный стандартный вирус.

Свойства внутриклеточного вирусного нуклеокапсида, синтезирующегося в клетках опухоли Эрлиха, изучались при заражении клеток вирусом гриппа *in vivo* и *in vitro*.

Заражение клеток опухоли Эрлиха вирусом гриппа *in vivo* осуществлялось введением белым мышам-самцам весом 18–20 г интраперитонеально на седьмые сутки после инокуляции опухоли аллантоисной культуры вируса гриппа (FPV) с инфекционным титром 10^9 БОЕ/мл и 1280 ГА/мл. Зараженные клетки опухоли Эрлиха обрабатывали актиномицином Д и метили H^3 -уридином и S^{35} -метионином путем введения их на 2 ч внутрибрюшинно через 72 ч после заражения. Затем мышей забивали и из брюшной полости отбирали асцитическую жидкость. Асцитные клетки, отделенные от жидкости, трижды отмывали в холодном гипотоническом буфере (Трис HCl—0,01M; pH 7,4; NaCl—

0,01M; $MgCl_2$ —0,0015M) и использовали для получения цитоплазматического экстракта.

Для заражения *in vitro* асцитные клетки брали из опухоли брюшной полости через неделю после ее инокуляции. Заражение вирусом гриппа с множественностью инфекций 50 БОЕ на клетку осуществляли при комнатной температуре в течение 30 мин. Зараженные клетки в продолжение опять-таки 30 мин обрабатывали актиномицином Д (5мкг/мл) и ресуспендировали в растворе Хенкса без глюкозы с концентрацией $2 \cdot 10^7$ клеток в 1 мл. H^3 -уридин, C^{14} -уридин или C^{14} -с гидролизат белка добавляли через определенные промежутки времени на протяжении получаса. Затем клетки отмывали в гипотоническом буфере.

Для получения цитоплазматического экстракта отмывые клетки опухоли Эрлиха разрушали под контролем микроскопа в гомогенизаторе Даунса. Клеточный дебрис и ядра отделяли от цитоплазматической фракции путем центрифугирования при 3000 об/мин в течение 10 мин. Цитоплазматическую фракцию центрифугировали при 10 тыс. g 20 мин. Надосадок (цитоплазматический экстракт), обработанный ЭДТА в конечной концентрации 0,02M, использовали для дальнейшего анализа.

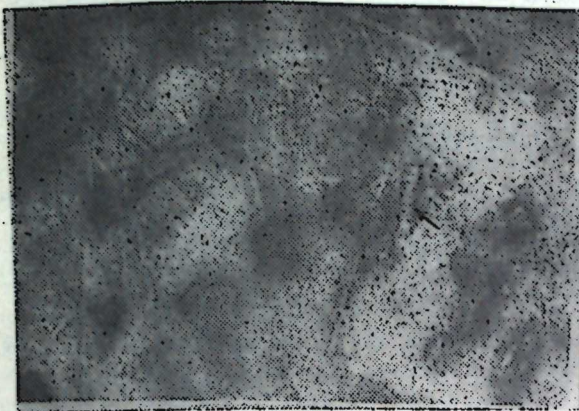
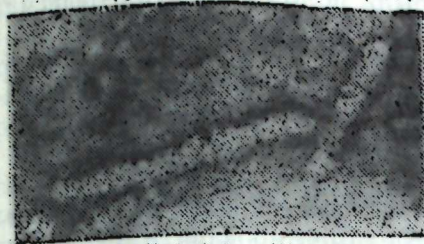
Для седиментационного анализа цитоплазматические экстракты в течение 14—17 ч центрифугировали в бакет-ротаторе SW-27,1 ультрацентрифуги „Спинко“ Л2-65Б при 20 тыс. об/мин и температуре 4° в 15—30%-ном линейном сахарозном градиенте. Последний приготавливался на 0,01M Трис HCl буфере (pH 7,4), содержащем 0,025M KCl и 0,001M ЭДТА. Фракции раскапывали по 16 капель и определяли их радиоактивность.

Результаты исследований показали, что через 4 ч после заражения в цитоплазме клеток Эрлиха четких пиков радиоактивности не обнаружено. По прошествии 5 ч найден лишь единственный компонент, седиментирующий в зоне 25—30 S. Через 6 ч и позже гетерогенная структура выявлена в области 26—30 S. В этой области разрешалось по крайней мере три фрагмента. Для доказательства связи радиоактивности этой области с нуклеокапсидами вируса гриппа во фракциях сахарозного градиента определяли РНП-антигенную активность путем постановки реакции связывания комплемента с иммунной сывороткой морской свинки. При этом активность совпадала с пиками радиоактивности 25—30 S через 5 ч после заражения и 25—50 S на поздних стадиях, что позволяло характеризовать эти структуры как нуклеокапсиды вируса гриппа.

Для определения плавучей плотности вирусспецифических структур фракции сахарозного градиента, соответствующие пикам радиоактивности, разводили 0,01M фосфатным буфером (pH 7,4) с содержанием 0,001M ЭДТА (ФБЕ), фиксировали 4%-ным формальдегидом и рецентрифугировали в течение 16 ч в преформированном градиенте хлористого цезия, который приготавливался на ФБЭ, содержащем 4 %-ный формальдегид, в бакет-ротаторе SW-50,1 при 35 тыс. об/мин и температуре 4° .

При этом нуклеокапсиды имели гетерогенный состав. Лишь у незначительной части их плотность составляла 1,34 г/мл. Такая плотность характерна для нуклеокапсидов, выделенных из вирионов и перmissивных клеток [3, 4]. Большинство нуклеокапсидов обнару-

живалось в зоне с большей плотностью (1,38—1,39 г/мл). Специфичность структуры с плотностью 1,38 г/мл показана нами в реакции связывания комплемента. Наличие нуклеокапсидных структур с различными плотностями позволило предположить, что некоторые из них отличаются меньшим содержанием связанного белка. Чтобы проверить



Электронная микрофотография нуклеокапсидов, негативно окрашенных уранилацетатом: нуклеокапсиды с плавучей плотностью 1,34 г/мл, выделенные из цитоплазмы куриных фибробластов (а) и клеток Эрлиха (б) через 24 ч после заражения (увел. 380 тыс.); нуклеокапсиды с плавучей плотностью 1,38 г/мл, выделенные из цитоплазмы клеток Эрлиха (в) через 24 ч после заражения. Стрелка указывает на спиральный нуклеокапсид, найденный в материале с плотностью 1,38 г/мл

это, нуклеокапсиды метили H^3 -уридином и S^{35} -метионином и рецентрифугировали в градиенте хлористого цезия. При этом оказалось, что отношение $H^3:S^{35}$ ниже в пике с более высокой плотностью. Таким образом, этот пик содержал гораздо меньшее количество белка, связанного с РНК, чем пик с низкой плотностью. Следовательно, в асцитных клетках находятся два типа нуклеокапсидных структур, которые различаются по количеству связанного белка и по плавучей плотности.

Анализ белков нуклеокапсидов проведен нами методом электрофореза в ДСН-полиакриламидном геле (ПАГЕ). Для этого клетки опухоли Эрлиха *in vitro* метили C^{14} -гидролизатом (10 мкКи/мл) через 5—6 ч после заражения. Затем цитоплазматические экстракты центрифугировали в 15—30 %-ном сахарозном градиенте. Нуклеокапсиды осаждали из фракций градиента с помощью трихлоруксусной кислоты и подвергали электрофорезу в трубках и пластинках. Меченые полипептиды обнаруживали автордиографически.

Анализ полипептидов в ДСН-ПАГЕ показал, что в составе нуклеокапсидов, выделенных из клеток Эрлиха, обнаруживаются мажорный полипептид в положении NP (мол. вес. 53 тыс. дальтон) и два три минорных полипептида в положениях P_1 , P_2 и P_3 (мол. веса соответственно 91 тыс., 84 тыс. и 81 тыс. дальтон).

Нуклеокапсиды, выделенные из цитоплазмы зараженных вирусом гриппа клеток опухоли Эрлиха, анализировались также в электрон-

ном микроскопе. При этом материал, содержащий нуклеокапсиды, осаждали из фракций градиента хлористого цезия, негативно окрашивали уранилацетатом и исследовали в электронном микроскопе JEM 100 В (Япония).

Нуклеокапсиды с плотностью 1,34 г/мл, выделенные из цитоплазмы клеток Эрлиха, морфологически были похожи на нуклеокапсиды, выделенные из цитоплазмы зараженных куриных фибробластов (рисунки а, б), представляя собой типичные спиральные структуры диаметром 13—15 нм, в то время как нуклеокапсиды с плотностью 1,38 г/мл выглядели тонкими деспирализованными нитями диаметром 3—4 нм (рисунок в).

Таким образом, полученные нами данные позволяют сделать вывод, что нуклеокапсиды вируса гриппа, выделенные из цитоплазмы зараженных клеток опухоли Эрлиха, седиментировали в скоростном сахарозном градиенте в области 25—50 S и большинство из них имело большую плавучую плотность в градиенте хлористого цезия (1,38 г/мл вместо 1,34 г/мл). Под электронным микроскопом они выглядели как деспирализованные нити.

Литература

1. Асадуллаев Т. А., Гительман А. К., Букринская А. Г. *Вопр. вирусологии*, 1974, № 6, 662. 2. Гительман А. К., Мартыненко В. Б., Молибог Е. В., Воркунова Н. К., Букринская А. Г. *Вопр. вирусологии*, 1976, № 6, 713. 3. Gitelman A. K., Bukrinskaya A. G. *Arch. ges. Virusforsch.*, 34, 1971, 89. 4. Krug R. M. *Virology*, 44, 1971, 125.

Институт вирусологии
им. Мусабегова

Поступило 21. IX 1978

Т. А. Эсәдуллаев, А. Г. Букринскаја, А. Г. Кителман, В. Б. Мартыненко ЕРЛИХ НҮЧЕЈРЭЛЭРИНДЭН АЛЫНМЫШ ГРИПП ВИРУСУНУН НУКЛЕОКАПСИДИНИ БИОФИЗИКИ ХАССЭЛЭРИ

Мәгаләдә грип вирусуну илә јолухдурулмуш Ерлих нүчәјрәләринин ситоплазма-сында алынмыш нуклеокапсидләрин чөкмә хассәси вә үзмә сыхлығы өјрәнилир. Көстәрилик ки, нуклеокапсидләр сүр'әт сахароза градијентиндә 25—50 S обла-стында чөкүр вә онлардан чохунун үзмә сыхлығы сезнум хлорид градијентиндә 1,38 г/мл-ә бәрәбәрдир. Електрон микроскопу алтында онлар диаметри 3—4 нм олан деспирализә едилмиш саплар шәклиндә көрүнүр.

T. A. Asadullayev, A. G. Bukrinskaya, A. K. Gitelman, V. B. MARTINENKO

BIOPHYSICAL PROPERTIES OF INFLUENZA VIRUS NUCLEOCAPSID ISOLATED FROM ERLICH TUMOR CELLS

The sedimentation properties and buoyant densities of nucleocapsid isolated from cytoplasm of Erlich tumor cells infected by influenza virus were investigated. It was shown that the nucleocapsids sediment in velocity sucrose gradient in area from 25S to 50S and most of them had buoyant density 1,38 g/ml in cesium chloride.

They represented themselves as uncoiled threads in electron microscope with the diameter about 3—4 nm.

Г. А. ГАВИЛОВ

НЕКОТОРЫЕ ДАННЫЕ О СОЦИАЛЬНОЙ СТРУКТУРЕ СКОТОВОДОВ АЗЕРБАЙДЖАНА КОНЦА XIX—НАЧАЛА XX ВЕКА

(Предоставлено академиком АН Азербайджанской ССР А. С. Сумбатзаде)

Всевозрастающее развитие экономики Азербайджана второй половины XIX в. затронуло также и такую важную после земледелия отрасль сельского хозяйства, как животноводство. Значительный рост поголовья скота разного рода отразился и на социальном благополучии крестьянства.

Как известно, во второй половине XIX в. население Азербайджана вело в основном оседлый образ жизни. Выращивая земледельческие культуры, оно в то же время занималось и отгонно-скотоводческим хозяйством, где преимущество было отдано мелкому рогатому скоту, как «менее прихотливому и легче передвигающемуся»¹. Кроме того, как отмечает акад. А. С. Сумбатзаде, «каждая крестьянская семья Азербайджана, чтобы продержаться, как самостоятельная хозяйственная единица, должна была иметь крупный рогатый скот»².

Но крупный рогатый скот держали главным образом для сельскохозяйственных работ и для получения молочных продуктов. Поэтому в отчете бакинского губернатора за 1868 г. указывалось: «значительных стад рогатого скота не существует; самый состоятельный хозяин имеет крупного скота не более 20 голов»³.

В отчетном 1868 г. во вновь образованной Елизаветпольской губернии, 1/5 населения которой занималась в основном скотоводством, численность крупного рогатого скота составляла 345 585 голов, мелкого рогатого скота 1 178 044, а лошадей 93 850 голов⁴. На каждые 100 душ населения приходилось 18,6 головы лошадей, 68,6 головы крупного рогатого скота и 234 головы мелкого рогатого скота.

В Бакинской губернии с населением 486 228 чел. в том же году насчитывалось всего 98 157 голов лошадей и 418 783 головы крупного рогатого скота. На каждые 100 душ населения здесь приходилось 20,2 го-

¹ Б. П. Пиотровский, СА, вып. XXII, стр. 6 и 19. (Увеличение поголовья мелкого скота, по определению Б. П. Пиотровского, было вызвано развитием производственных сил общества, которые изменили систему скотоводства. Когда пастбища в непосредственной близости от поселений уже не могли удовлетворить кормовую потребность скота, перегоняли на более отдаленные местности).

² А. С. Сумбатзаде. Сельское хозяйство Азербайджана в XIX веке. Баку, 1958, стр. 194.

³ ЦГИАЛ, ф. 1268, оп. 14, д. 153, л. 353.

⁴ Там же, лл. 181 и 244.

ловы лошадей, 81,1 головы крупного рогатого скота и 175,6 головы мелкого скота⁵.

Через 30 лет—в 1897 г.—в Елизаветпольской губернии паслось: лошадей—91 487, крупного рогатого скота—433 514 и мелкого скота—1 325 948 голов. На каждые 100 душ населения приходилось 10,5 головы лошадей, 49,6 головы крупного и 140,6 головы мелкого рогатого скота⁶.

Таблица 1

Группы по обеспеченности крупным рогатым скотом	Кол-во хозяйств в группе		Кол-во скота в группе	
	абс.	% к общему кол-ву	абс.	% к общему кол-ву
Не имевшие скота	28	18,7	—	—
Имевшие скот:				
1 голову	3	2	3	0,30
2—3 головы	17	11,3	41	3,65
4—9 голов	53	35,3	329	28,7
10—19 голов	41	27,4	539	46,7
20—39 голов	7	4,6	187	16,1
40—50 голов и более	1	0,7	54	4,6
	150	100	1153	100

Для Бакинской же губернии эти цифры следующие 99 645; 272 335; 705 947; 10,2; 30,7 и 89,9 головы⁷.

Все приведенные данные, разумеется, представляют собой средние цифры. А «средними цифрами буржуазные исследователи в XIX веке хотели замаскировать тяжелое экономическое положение основной массы государственных крестьян»⁸. Такой метод исследования, конечно, чужд для изыскателя, который вооружен марксистско-ленинской идеологией и исходит из ленинского положения о том, что, «средние цифры, соединяющие вместе различнейшие типы хозяев, прикрывают совершенно их разложение»⁹.

Таблица 2

Группы по обеспеченности лошадьми	Кол-во хозяйств в группе		Кол-во лошадей в группе	
	абс.	% к общему кол-ву	абс.	% к общему кол-ву
Безлошадные	59	39,3		
Имевшие лошадей:				
1—2 головы	81	54	119	76,3
3—6 голов	10	6,7	37	23,7
	150	100	156	100

Обратимся к статистическим данным за 1886 г. относительно обеспеченности рабочим скотом как основным вспомогательным средством крестьянства семейств Нухинского района. Здесь из 3320 крестьянских семей на долю семей, не имеющих рабочего скота, приходилось 28,4%¹⁰. В северной части Кубинского уезда не имели вовсе рабочего скота 1043 дыма, или 14% от их общего числа¹¹.

Таблица 3

Группы по обеспеченности мелким скотом	Кол-во хозяйств в группе		Кол-во скота в группе	
	абс.	% к общему кол-ву	абс.	% к общему кол-ву
Не имевшие скота	121	80,7	—	—
Имевшие скот:				
10—25 голов	12	8	265	20
26—50 "	12	8	545	41,1
51—100 "	4	2,7	365	27,6
101—150 и более	1	0,6	150	11,3
	150	100	1325	100

Представление о степени обеспеченности крестьянских хозяйств различными видами скота можно получить из табл. 1, составленной на основе списка наличных хозяйств сел. Сафикиюрд Азарахмедлинского сельского общества Елизаветпольского уезда¹².

Таблица 4

Группы по обеспеченности мелким скотом	Кол-во хозяйств в группе		Кол-во скота в группе	
	абс.	% к общему кол-ву	абс.	% к общему кол-ву
Не имевшие скота	103	62	—	—
Имевшие скот:				
10—25 голов	19	11,4	370	4,3
26—50 "	13	7,8	605	7,1
51—100 "	14	8,4	1310	15,4
200—300 "	2	1,3	525	6,1
301—550 "	9	5,4	4560	53,6
	166	100	8520	100

Как видно из таблицы, 18,7% хозяйств совершенно не имели крупного рогатого скота, 2% имели лишь по одной голове, т. е. их тоже можно считать необеспеченными, и, наконец, малообеспеченные составляли 11,3%. На долю среднеобеспеченных хозяйств приходилось 35,3%.

¹⁰ А. Н. Арасханянц. Экономический быт государственных крестьян Нухинского уезда, Елизаветпольской губернии. «Материалы...», т. VI, ч. I. Тифлис, 1886, стр. 78.

¹¹ П. В. Котляревский. Экономический быт государственных крестьян северной части Кубинского уезда, Бакинской губернии. «Материалы...», т. II, ч. I. Тифлис, стр. 361.

¹² ЦГИА Азерб. ССР, ф. 23, оп. 3, д. 749, лл. 35—37 с об.

⁵ ЦГИАЛ, ф. 1268, оп. 14, д. 153, лл. 345 и 381.

⁶ Там же, д. 5383, лл. 632, 679.

⁷ Там же, оп. 14, д. 5383, л. 2, 614—615.

⁸ М. А. Исмаилов. Тр. Ин-та истории АН Азерб. ССР, т. XI. Баку, 1957.

⁹ В. И. Ленин. Полное собрание сочинений, т. I, стр. 225.

Обеспеченных, т. е. имеющих скота от 10 до 19 голов, было 41 хозяйство, или же 27%, кулацких хозяйств, в которых скот исчислялся несколькими десятками голов,—5,3%, причем в их руках было сосредоточено около 21% всего крупного рогатого скота, имеющегося в селении. Ту же самую картину мы имеем и при рассмотрении обеспеченности населения данного селения другим видом скота—лошадьми (табл. 2).

Не имели лошадей около 40% хозяйств, а у более половины (54%) была одна или две лошади. Лишь 6,7% хозяйств, т. е. хозяйств зажиточных крестьян, сосредоточили в своих руках 23,7% всех лошадей.

В полукочевом и отгонно-скотоводческом хозяйстве лошадь, наряду с крупным рабочим скотом, имела важное значение как транспортное средство. Большой процент безлошадных хозяйств означает, что пользовались ею в земледелии очень редко.

Еще большая разница выявляется в обеспеченности хозяйств рогатым скотом.

Судя по табл. 3, особенно велик был процент хозяйств, которые не имели скота. Разведением мелкого скота занимались в основном зажиточные и богатые скотоводы. Причем чуть ли не у 60% из них было не менее 25 баранов и коз.

В табл. 4, составленной по статистическим данным другого селения показано неравномерное распределение скота между дворами¹³.

Как следует из таблицы, не имевшие скота хозяйства составляли 62%. Большая часть населения держала мелкий скот для удовлетворения своих хозяйственно-бытовых потребностей. По существу, более половины всего мелкого скота, т. е. 53,5%, находилось в руках лишь одной группы, составляющей всего—навсего 5,4% от всех обследованных хозяйств.

Приведенный нами материал по распределению крупного и мелкого рогатого скота, а также лошадей на примере двух селений, безусловно имеет большое значение в деле исследования социальной жизни Азербайджана.

АГУ им. С. М. Кирова

Поступило 27. VI 1978

Г. А. Гавилов

ХІХ ЭСРИН АХЫРЫ—ХХ ЭСРИН ЭВВЭЛЛЭРИНДЭ АЗЭРБАЙҶАН МАЛДАРЛАРЫНЫН СОСИАЛ ТЭРКИБИ ҲАГГЫНДА БЭ'ЗИ МЭЛУМАТЛАР

ХІХ эсрин ахыры—ХХ эсрин эввэллэриндэ АзербайҶанда капиталист мүнәсибәтлэринин иңкишафы, кәнд тәсәррүфатынын башлыча сәһәлэриндән бири олан малдарлыгыда да өзүнү көстәрирди.

Статистик мәлумат вә чәдвәлләр эсасында апарылан һесабламар көстәрикки, АзербайҶан кәндиндә ХХ эсрин эввэллэриндә доғру сүр'әтлә тәбәғәләшмә кедир, аз таваналы вә таванасыз кәндиләр кетдикчә даһа чох өз мал-ғарасындан мәһрум олар, хырда вә ирибујнузлу һејванлар, башлыча оларағ, бир груп адамын—кәнд буржуазиясынын элиндә топланырды.

¹³ Таблица составлена на основании списка хозяйств, имевшихся в с. Большой Гарабулаг Мискинского сельского общества Елизаветпольского уезда. См: ЦГИА Азерб. ССР, ф. 23, оп. 3, д. 749, лл. 165—167 с об.

G. A. Gavilov

SOME INFORMATION ABOUT THE SOCIAL STRUCTURE OF AZERBAIJAN CATTLE BREEDERS AT THE END OF XIXth AND THE BEGINNING OF XXth CENTURY

At the end of the XIXth and the beginning of the XXth century the development of capitalist attitudes in Azerbaijan agriculture had also passed in cattle breeding as the main field of agriculture. According to the statistic information and tables we come to conclusion that the differentiation grew highly towards the beginning of the XXth century, and the impoverished peasants with their little property from time to time lost their cattles and then they got in the hands of village bourgeois.

К. О. КОШКАРЛЫ

ДВЕ СЕРЕБРЯНЫЕ ФИАЛЫ ИЗ АРХЕОЛОГИЧЕСКИХ
РАСКОПОК АЗЕРБАЙДЖАНА

(Представлено академиком АН Азербайджанской ССР А. С. Сумбатзаде)

В 1974 г. во время археологических раскопок древнего могильника возле с. Рустов Кубинского района в составе инвентаря одного из грунтовых погребений I—II вв. н. э. обнаружена раздавленная серебряная фиала¹. После очистки и последующей реставрации обломков удалось почти полностью восстановить первоначальную форму предмета² (рисунок—в, г). Высота фиалы 4,2 см, диаметр—20 см. Дно снабжено

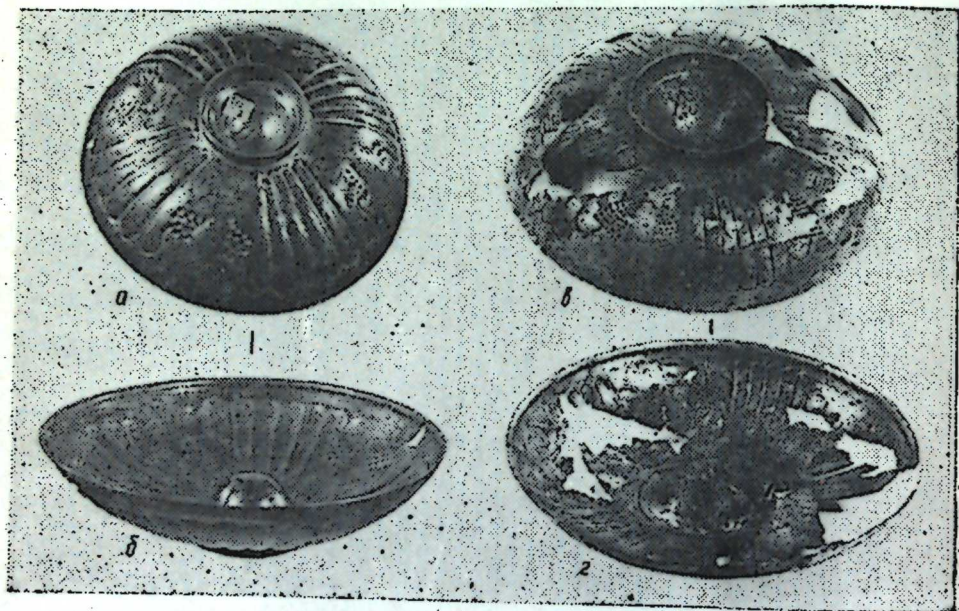


Рис.

невысоким кольцевым поддоном и вдавлено, в результате чего с внутренней стороны образовался омфал диаметром 7,4 и высотой 3 см. Фиала изготовлена путем чеканки с последующей шлифовкой на вращающемся станке. Сферические стенки ее украшены чеканным орнаментом, состоящим из пяти групп вертикальных бороздок. В каждой группе—пять бороздок, соединенных друг с другом дужками и образующих так называемый «ложчатый» орнамент. С двух сторон каждой группы свисает виноградная гроздь, состоящая из пятидесяти и более вдавленных снару-

жи зерен и соединенная с ближайшей бороздой. Таким образом, декоративное убранство фиалы представляет собой последовательное чередование «ложчатого» орнамента с парными гроздьями винограда.

Серебряная фиала таких же размеров и форм и с аналогичным чеканным сюжетом в свое время была обнаружена в срубке катакомбного погребения в Мингечауре². Мингечаурская фиала выполнена на более высоком техническом и художественном уровне. В отличие от рустовской, она имеет четыре группы «ложчатого» орнамента и соответственно—четыре группы парных гроздьев винограда (рисунок а, б). Неоднократно упоминаемая в ряде исследований, которые посвящены материальной культуре, истории и искусству Кавказской Албании⁴, мингечаурская фиала вместе с тем не являлась предметом специального изучения.

В настоящее время сопоставление этих фиал с аналогичными изделиями из других стран позволяет ответить на вопрос о месте их изготовления и путях проникновения в Кавказскую Албанию.

Уже первое знакомство с указанными предметами показывает, что мы имеем дело с торевтикой эллинистическо-римского типа, получившей широкое распространение во всем древнем мире. Следовательно, предположение Н. И. Рзаева, что мингечаурская фиала является предметом местного производства, необоснованно⁵.

Художественная металлообработка древнего Азербайджана имеет многовековую историю. По установившейся традиции,—это чеканка и гравировка на плоской пластине⁶. Техника же изготовления и стиль декоративного оформления исследуемых фиал не связаны с местными традициями. Для художественной металлообработки Кавказской Албании изображение виноградных гроздьев нехарактерно. Имитация виноградных зерен встречается лишь на некоторых керамических сосудах⁷. В то же время предметы торевтики с аналогичным орнаментом встречаются за пределами Кавказской Албании.

В блестящей коллекции позднеантичного серебра Грузии⁸, составленной главным образом на основе материалов из погребений иберийских правителей Питнахшей, имеются две серебряные фиалы, форма, размеры и декоративное убранство которых удивительно схожи с мингечаурской и рустовской фиалами⁹. На это сходство в свое время обратила внимание К. В. Тревер¹⁰. К. Мачибели считает, что мингечаурская фиала вплотную примыкает к грузинским образцам и так же, как и они, относится к числу ритуальных сосудов¹¹. Учитывая наличие аналогичного орнамента на рельефе арки Веспасиана в ornamentации жертвенной палаты, автор не без основания относит фиалы этого типа к числу предметов римского импорта¹². Изображение виноградных гроздьев часто встречается на изделиях римской торевтики. Этот орнамент мы видим на предметах Гельдейгемского клада¹³ и среди римского импорта в Польше¹⁴. Традиция изображать виноградную гроздь на изделиях торевтики перешла в римское искусство из Греции, где многозернистые плоды символизировали плодородие и плодовитость¹⁵. Впервые сообщение об изображении виноградных гроздьев на металле мы встречаем у Гомера в его «Илиаде» при описании процесса художественного оформления Гекфестом щита для Ахилла¹⁶. Видимо, уже в то время этот орнамент был распространенным в художественной металлообработке Греции. В настоящее время нам известны греческие металлические чаши, кувшины¹⁷ и монеты, украшенные виноградными гроздьями¹⁸.

В римском искусстве эта традиция получила дальнейшее развитие. В результате в торевтике возник греко-римский стиль, заключающийся

в том, чтобы решать новые задачи с помощью самого лучшего из того, что знало прошлое. В Рим со всех концов империи устремились лучшие ремесленники—торевты¹⁹. В торевтических мастерских применялось широкое разделение труда и существовала узкая специализация, в результате чего над каждым изделием работало сразу несколько торевтов, создавалась превосходная серебряная утварь, ставшая предметом поклонения у римской знати²⁰.

В начале нашей эры в результате широкой римской экспансии элементы греко-римской культуры стали достоянием многих стран, в том числе стран Закавказья и в частности Кавказской Албании²¹. Не случайно в археологических памятниках Албании I—III вв. предметы римского импорта встречаются довольно часто²². К этому времени изделия римско-италийских торевтических мастерских стали вывозиться за пределы империи. Великолепное серебро путешествовало вместе с римскими военачальниками, которые, по словам Плиния, даже в походах не желали расставаться с роскошью²³. Художественное серебро, по сообщению древних авторов, играло значительную роль в римской дипломатии²⁴ и попадало в руки местных правителей в виде даров. Вывозилось оно и просто в торговых целях.

Широкое распространение предметов римско-италийской торевтики за пределами империи послужило, в свою очередь, толчком для дальнейшего развития этой отрасли художественного ремесла. Стремление удовлетворить возросший спрос на эти изделия нередко приводило к упрощению их форм и художественного оформления. По всей вероятности, одни и те же мастерские уже в то время работали сразу в двух направлениях: изготавливали посуду на заказ (которая, как правило, отличалась высокими техническими и художественными качествами) и посуду, которая предназначалась для обычной рыночной торговли. В последнем случае качество исполнения и художественная ценность были заметно ниже. Не исключено, что существующая разница в технике изготовления и художественного оформления мингечаурской и рустовской фиал связана с тем, что одна из них является предметом подарочного происхождения, а другая—обычной рыночной продукцией.

Разумеется, столь ценившееся в древности художественное серебро было доступно сравнительно узкому кругу. При этом чем выше была материальная и художественная ценность изделия, тем более высокопоставленным членам господствующего класса оно предназначалось. Подтверждением могут служить уникальные изделия торевтики из погребений местных правителей Грузии.

Обратим внимание на условия, в которых найдены исследуемые фиалы. Мингечаурская фиала происходит из сруба и сопровождается богатым материалом, который представлен керамическими и стеклянными изделиями, железным оружием и другими предметами. Несомненно, это захоронение представителя местной знати²⁵. Столь же богат и разнообразен инвентарь грунтового погребения с рустовской фиалой, которое, как предполагают исследователи, является погребением видного военачальника²⁶.

Интересен и тот факт, что фиалы найдены на месте оживленных торговых путей древности. Мингечаур расположен на так называемом Рионо-Куринском торговом пути²⁷, а Кубинский район примыкает непосредственно в Дербентскому проходу, откуда в Албанию поступала значительная часть античного импорта.

Все изложенное свидетельствует о том, что мингечаурская и рустовская фиалы являются предметами античного импорта, попавшими в Кавказскую Албанию в результате ее торгово-экономических, политических и культурных связей с эллинистическо-римским миром.

Литература

- 1 Дж. А. Халилов. Могильник у с. Рустов Кубинского района и его место в культурных связях Азербайджана и Дагестана. В сб.: «Пятое крупновские чтения по археологии Кавказа». Махачкала, 1975, стр. 58—59.
- 2 Фиала реставрирована сотрудником Института истории АН Азербайджанской ССР Т. Ахундовым. Пользуясь случаем, приношу ему свою искреннюю признательность.
- 3 С. М. Казиев. Археологические раскопки в Мингечауре. МКА, т. 1. Баку, 1949, стр. 45, рис. 43.
- 4 Г. М. Асланов. К изучению раннесредневековых памятников Мингечаура. КСИИМК, вып. 60, 166, стр. 66, рис. 29, 9; К. В. Тревер. Очерки по истории и культуре Кавказской Албании. М.—Л., 1959, стр. 170, рис. 23, табл. 33; Н. И. Рзаев. Искусство Кавказской Албании в IV в. до н. э. — VII в. н. э. Баку, 1976, стр. 124—125.
- 5 Н. И. Рзаев. Указ. раб., стр. 125.
- 6 Дж. А. Халилов. Бронзовые пояса, обнаруженные в Азербайджане. МКА, т. 6. Баку, 1962, стр. 68—97.
- 7 Ф. Л. Османов, А. Ш. Ахвердиев. Разведки в Агдабалинском районе. В сб.: «Арх. открытия 1974 г.», М., 1975, стр. 474.
- 8 К. Мачибели. Позднеантичная торевтика Грузии. Тбилиси, 1976.
- 9 А. М. Апакидзе, Г. Ф. Гобелжишвили, А. Н. Колондадзе, Г. А. Ломгатидзе. Михета, т. 1. Тбилиси, 1958, стр. 108—109, табл. XXXII, XXXIII.
- 10 К. В. Тревер. Указ. раб., стр. 170, рис. 23.
- 11 К. Мачибели. Указ. раб., стр. 38.
- 12 Там же, стр. 38.
- 13 F. Pernice u. F. Winter. Der Hildeshelmer Silberfund. Berlin, 1901, tof. XIII, XVI.
- 14 K. Majewski. Importy Zrymskie w Polsce. Warszawa, 1960, tabl. I, II a. XIII v., XVII v.
- 15 Н. И. Рзаев. Указ. раб., стр. 125.
- 16 Гомер. Илиада, пер. В. М. Вересаева. М., 1949, стр. 410.
- 17 Е. О. Прушевская. Художественная обработка металла (торевтика). В сб.: «Античные города Северного Причерноморья». М., 1955, стр. 347, рис. 31.
- 18 Е. М. Придик. Анадолийский клад золотых статов 1895 года. СПб., 1902, стр. 5, № 71, стр. 10, № 86, 87.
- 19 М. Е. Сергеев. Ремесленники древнего Рима. М., 1968, стр. 36—37.
- 20 Там же, стр. 37.
- 21 Дж. А. Халилов, И. А. Бабаев. Античные традиции в материальной культуре Кавказской Албании. В сб.: «Античность и античные традиции в искусстве народов Советского Востока». М., 1978, стр. 177.
- 22 М. М. Расулова. Археологические наблюдения к изучению торговли Кавказской Албании в I—III вв. «Уч. зап. АГУ им. С. М. Кирова, серия истории и философии», 1973, № 5, стр. 68—72.
- 23 Plinius Natural History, XXXIII, 143.
- 24 Тацит. Сочинения в двух томах, т. I. Л., 1961, стр. 355.
- 25 Г. М. Асланов. Указ. раб., стр. 66.
- 26 А. Алиев. Пашир древних албанцев. «Методика преподавания истории, обществоведения, географии» (на азерб. яз.). Баку, 1976, № 3, стр. 62.
- 27 З. И. Ямольский. К изучению торгового пути из Каспийского моря по реке Куре через Грузию к Черному морю. Тр. Ин-та истории им. Джавахишвили АН Груз. ССР, т. II, 1956; О. Д. Лордкипанидзе. О торгово-транспортном пути из Индии к Черному морю в античную эпоху. «Сообщ. АН Груз. ССР», т. 19, 1957, № 3.

Сектор археологии и этнографии
АН Азерб. ССР

Поступило 20. XII 1978

Г. О. Гошгарлы

АЗЭРБАЈЧАНДАН ТАПЫЛМЫШ ИКИ КҮМҮШ ПИЈАЛӘ НАГГЫНДА

Мәгәлә Азәрбајжан ССР Минкәчевир вә Губа рајону Рустов кәнди Јахынлы-
ғындагы Гафгаз Албанијасынын I—II әсрләрә анд гәбир абидәләриндән ашкар едил-
миш ики күмүш пијаләнин бәдн-металишләмә тәсвиринә һәср олунашур.

Формасына, hazırлама техникасына, семантик хусусијәтләринә әсасән күмүш нијаләләрин антик дәврүн идхал мәмулаты олмасы вә Гафгаз Албанијасынын башга өлкәләрлә иғтисадн-мәдәни әләгәләри нәтичәсиндә бу әразијә дүшмәси күман едилир. Аналожн мәлуматлара әсасән нијаләләр I-II әсрләрә—Рома торевтика мәктәбинә анд едилир.

K. O. Koshkarly

TWO SILVER VIALS FROM ARCHAEOLOGICAL EXCAVATIONS OF AZERBAIJAN

The article deals with the investigation of two silver vials discovered under archaeological excavations carried out in Azerbaijan on the territory of ancient Caucasian Albany. Both bowls have the identical forms, sizes and ornaments and they date back to the II cent. of our era.

After the comparison of these vials with the analogous articles widely spread outside Albany, the author came to the conclusion that these vials refer to the handicraft article of Roman school of toureutic which came to Albany owing to the trade-economic relations of Transcaucasian countries with Roman empire in the I cent. of our era.

МҮНДӘРИЧАТ

Ријазиијат

- С. С. Нахыјев, С. Л. Соболев тишли бәзи анизотроп фәзаларда хәтти мөһдуд функционалларын үмуми шәкли һагғында 3
- Н. Х. Бағырова. Кичик кечикән аргументли садә вариасија мәсәләси екстремалынын асимптотик ајрылышы һагғында 11
- М. Б. Вәлијев, И. Т. һачыјев. Бүтүн охда штурмлиувилл тәһликләр системинин матриси 16
- Ч. Е. Алаһвердијев, Р. М. Чаббарзәдә. Ики параметрик систем үчүн мөхсуси элементләринә нәзәрән чоғгат ајрылышларын йығылмасы һагғында 21
- С. К. Абдуллајев. Чохөлчүлү сингулар операторун кәсилмәз функцијаларын бәзи фәзаларында мөһдудлуғу 25

Астрофизика

- З. Ф. Сејидов, Ч. П. Шарма, Р. Х. Күзәһмәдов. Өә-өзүнү чәзб едән чырлашмыш конфигурасијаларын таразлығы 29

Јарымкечирчиләр физикасы

- Т. һ. Кәримова. Тиоғаллат гурулушунда кристаллашмыш бирләшмәләрни динамикасы 34
- С. һ. Абдуллајев, И. һ. Аксијанов. $GaSe_x S_{1-x}$ гарышығ кристалларында ишығын удулмасынын диференциал спектри 38

Биофизика

- Һ. Б. Абдуллајев, Т. М. Кәримов, Е. Ј. Јусифов, Ш. В. Мәмәдов. Пигмент епителисинин вә онун меланин-зүләл зәррәчкәләринин спин зонду методу илә тәдгиги 43

Полимерләр кимјасы

- Р. М. Әлигулијев, Г. М. Әлијев, Д. М. Хитејева, Ф. К. Исајев, Ј. В. Зеленева. Дуда олунмуш жүксәк сыхлығлы полнетилендә (Jcne) α вә γ релаксасија просесинин дәјишмәсинин тәдгиги 50

Үзвн кимја

- А. һ. һәшимов, Ф. З. Абдуллајев, Ч. С. Мейдијев, М. Н. Индјуков. Хлороктилбензолларын карбонилләшдирилмәси 54
- Т. Ә. һачыјев, Е. һ. Мейдијев, Е. М. Мкртычјева. Фениллитсидил ефири илә тсиклоһексилламинин гаршылығлы тәсир реаксијасынын тәдгиги 60

Нефт-мәдән механикасы

- Р. И. Гулијев. Гујуларын газылмасында һидравлики програмын асасландырылмасына даир 66

Кеокимја

- Ф. һ. Дадашов, Ә. Ә. Фејзуллајев, А. һ. Әмраһов. Азербайжан әразиси сејсмиклијинин газ планаалмасы көстәричиләринә тәсиринин тәдгигатлары вә нәтичәләри һагғында 70

Палчығ вулканизми

- Н. С. Кастрјули. Палчығ вулканизми нефтгаз ресурсунун гијмәтләндирилмәсиндә прогноз көстәричиси кими 101

Стратиграфија	
Л. Ч. Мәммәдова. Газма—Крыз кәнди этрафындакы сармаг чөкүнтүлэри һаггында	75
Биткиләрин физиолокијасы	
Ч. М. Абуталыбов. Қалсумда мүхтәлиф гидаланма шәраитиндә нохуд вә гарғыдалы биткиләринни көкләриндә амин туршуларын мүбадиләси	79
Ботаника	
С. Һ. Мусајев. TRACHUNIA PENTASTACHUA (TEN.) TZVEL —ССРИ флорасынын јешү нөвүдүр	84
Тибб	
Т. А. Әсәдуллајев, А. Г. Букринскаја, А. Г. Кителман, В. Б. Мартыненко. Ерлих һүчәрәләриндән алынмыш грип্প вирусунун нуклеокапсидинни биофизики хәссәләри	87
Етнографија	
Һ. А. Һәвиллов. XIX әсрин ахыры—XX әсрин әввәлләриндә Азәрбајҗан малдарларынын соснал тәркиби һаггында бәзи мәлүматлар	91
Археолокија	
Г. О. Гошгарлы. Азәрбајҗандан танылмыш ики күмүш пијалә һаггында	96

СОДЕРЖАНИЕ

Математика	
С. С. Ахнев. Об общем виде линейных ограниченных функционалов в одном функциональном пространстве типа С. Л. Соболева	3
Н. Х. Багирова. Об асимптотике решения простейшей вариационной задачи с малым запаздыванием аргумента	8
М. Б. Велиев, И. Т. Гаджиев. S-матрица системы уравнений Штурма—Лиувилля на всей оси	11
Дж. Э. Аллахвердиев, Р. М. Джабарзаде. О сходимости кратных разложений по собственным элементам некоторой дупараметрической системы операторов	16
С. К. Абдуллаев. Ограниченность многомерного сингулярного оператора в некоторых пространствах непрерывных функций	21
Астрофизика	
З. Ф. Сейдов, Дж. П. Шарма, Р. Х. Кузахмедов. Равновесие самогравитирующих вырожденных конфигураций	25
Физика полупроводников	
Т. Г. Керимова. Динамика решетки соединений, кристаллизующихся в структуре титгаллата	29
С. Г. Абдуллаева, И. Г. Аксянов. Дифференциальные спектры поглощения света в смешанных кристаллах $GeSe_xS_{1-x}$	34
Биофизика	
Г. Б. Абдуллаев, Т. М. Керимов, Э. Ю. Юсифов, Ш. В. Мамедов. Исследование пигментного эпителия и его меланопротениновых гранул методом спинового зонда	38
Физика полимеров	
Р. М. Алигулиев, Г. М. Алиев, Д. М. Хитеева, Ф. К. Исаев, Ю. В. Зеленов. Исследование изменений в α - и γ -релаксационных процессах наполненного ПЭВП	43
Органическая химия	
А. Г. Гашимов, Ф. З. Абдуллаев, Д. С. Мехтиеv, Н. М. Индюков. Карбонилирование хлороктилбензолов	50
Э. Г. Мехтиеv, Т. А. Гаджиев, Э. М. Мкртычева. Исследование реакции взаимодействия фенилглицидилового эфира с циклогексиламином	54
Нефтепромысловая механика	
Р. И. Кулиев. К обоснованию гидравлической программы при бурении скважин	60
Геохимия	
Ф. Г. Дадашев, А. А. Фейзуллаев, А. Г. Амрахов. О результатах исследования влияния сейсмичности территории Азербайджана на показания газовой съемки	66
Грязевой вулканизм	
Н. С. Кастрюлини. Грязевой вулканизм как показатель прогноза при оценке нефтегазовых ресурсов	70
Стратиграфия	
Л. М. Мамедова. О сарматских отложениях окрестностей сел. Қазма-Крыз	75

Физиология растений	
Ч. М. Абуталыбов. Обмен аминокислот в корнях пшута и кукурузы при различных условиях питания кальцием	79
Ботаника	
С. Г. Мусаев. <i>Trachynla pentastachya</i> (Тен.) Tzvel.—новый вид для флоры СССР	84
Медицина	
Т. А. Асадуллаев, А. Г. Букринская, А. К. Гительман, В. Б. Мартыненко. Биофизические свойства нуклеокапсида вируса гриппа, выделенного из клеток опухоли Эрлиха	87
Этнография	
Г. А. Гавилов. Некоторые данные о социальной структуре скотоводов Азербайджана конца XIX—начала XX века	91
Археология	
К. О. Кошкарлы. Две серебряные фиалы из археологических раскопок Азербайджана	96

Сдано в набор 4/VII 1979 г. Подписано к печати 22/X 1979 г. Формат бумаги 70×100^{1/16}. Бум. лист. 3,25. Печ. лист. 9,10. Уч.-изд. лист. 7,43. ФГ 21309.
Заказ 286. Тираж 680. Цена 40 коп.

Издательство „Элм“, 370143 Баку-143, проспект Нариманова, 31,
Академгородок, Главное здание.
Типография „Красный Восток“ Государственного комитета Азербайджанской ССР
по делам издательств, полиграфии и книжной торговли.
Баку, ул. Ази Асланова, 80.

40 гэл.
коп.

Индекс
76355