

11-168

АЗƏРБАЙҶАН ССР ЕЛМЛƏРАКАДЕМИЈАСЫ
АКАДЕМИЯ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ССР

МƏ'РУЗƏЛƏР ДОКЛАДЫ

ТОМ ХХХІІІ

1977.10

УВАЖАЕМЫЙ ЧИТАТЕЛЬ !

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

(Пример: 325/3EI)

РЛЕР УЧУН ГАЈДАЛАР

академијасынын Мә'рузэләри»ндә нәзәри вә тәчрүби
ин тамамланмыш вә һәлә дәрч едилмәмиш нәтичә-
и олунур.

дә бир нечә ајры-ајры мә'луматлар шәклинә салын-
ктки мә'луматлардан мәһрум мүбәһисә характерли
иләшдирмәләрсиз көмәкчи тәчрүбәләрин тәсвири-
инал, тәсвири вә ичмал характерли ишләр, төвсијә
јан сырф методик мәгаләләр, һабелә битки вә һеј-
м үчүн хусуси әһәмијјәтә малик тапынтыларын тәс-
әрч едилмир.

әгаләләр һәммин мә'луматларын даһа кениш шәкилдә
и мүәллифин һүгугуну әлиндән алмыр.

на дахил олан мәгаләләр јалһыз ихтисас үзрә бир
онра редаксия һеј'әти тәрәфиндән нәзәрдән кечирн-
и чох олмамағ шәртилә мәгаләләр тәгдим едә биләр.
емијасынын мүхбир үзләринин мәгаләләри тәгди-

иш едир ки, мәгаләләри тәгдим едәркән онларын
һабелә мәгаләнин јерләшдирилчәји бөлмәнин ады-

р илдә 3 мәгалә дәрч етдирә биләр.

ә дахил олмагла, мүәлиф вәрәгәнин дөрддә бири-
инда јазылмыш 6—7 сәһифә һәчминдә (10000 чап

диллиндә хүләсәси олмалыдыр; бундан башга, Азәр-
ә рус дилиндә хүләсә әлавә едилмәлидир. Рус ди-
әбајчан дилиндә хүләсәси олмалыдыр.

т ишинин јеринә јетирилдији елми идарәнин ады вә
онлмәлидир.

тәдгигат ишләринин нәтичәләринин дәрч олунмасы
и ичәзәси олмалыдыр.

хил олмагла) вәрәгин бир үзүндә ики хәтт ара бу-
дилмәли вә ики нүсхә тәгдим едилмәлидир. Дүстур-

ишләринин едилмәлидир. кишикләрин исә үс-

Писать разборчиво

Шифр

М-168

АЗӘРБАЈЧАН ССР ЕЛМЛӘР АКАДЕМИЈАСЫ
АКАДЕМИЯ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ССР

МӘ'РУЗӘЛӘР ДОКЛАДЫ

ТОМ XXXIII ЧИЛД

№ 10

ришир.

13. Ики вә ја даһа чох м
ғыны да көстәрмәк лазымдыр.

14. Мәгаләләрин коррект
ректурә көндәрилдији тәгдирдә

15. Редаксия мүәллифә

«ЕЛМ» НӘШРИЈАТЫ—ИЗДАТЕЛЬСТВО «ЭЛМ»
БАКЫ—1977—БАКУ



РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Г. Б. Абдуллаев (главный редактор), 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. Сеидов
(зам. главного редактора), Г. Ф. Султанов, А. С. Сумбатзаде,
М. А. Топчибашев, Т. Н. Шахтахтинский, Г. Г. Зейналов
(ответств. секретарь).

МАТЕМАТИКА

УДК 517.91

Чл-корр. Ф. Г. МАКСУДОВ, Э. Э. ПАШАЕВА

ЧЕТЫРЕХКРАТНОЕ РАЗЛОЖЕНИЕ ПО СОБСТВЕННЫМ
ФУНКЦИЯМ! НЕСАМОСOPЯЖЕННОГО ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО
ОПЕРАТОРА 4-го ПОРЯДКА НА ПОЛУОСИ $[0, \infty)$

Данная статья посвящена нахождению вида четырехкратного разложения по собственным функциям ниже определенного оператора в предположении, что у него спектральные свойства отсутствуют.

1. Рассмотрим дифференциальное выражение

$$l_{\lambda}(y) = y^{IV} + P_2(x, \lambda) y'' + P_3(x, \lambda) y' + [P_4(x, \lambda) + \lambda^4] y, \quad (1)$$

где $P_k(x, \lambda)$, $k = \overline{2, 4}$ комплекснозначные функции, суммируемые по x на полуоси $[0, \infty)$ и полиномы по λ степени $k-1$:

$$P_k(x, \lambda) = \lambda^{k-1} p_{k1}(x) + \lambda^{k-2} p_{k2}(x) + \dots + p_{kk}(x)$$

Разобьем комплексную λ -плоскость на 4 равных сектора S_k определенных неравенствами

$$\frac{\kappa \pi}{2} \leq \arg \lambda \leq \frac{(\kappa + 1) \pi}{2}; \quad \kappa = \overline{0, 3}$$

Каждый из секторов снова разделим на 2 равных сектора S'_k и S''_k . Границу между секторами S'_k и S''_k обозначим через T_k .

Исследование будем вести для конкретного сектора S'_k или S''_k .

Обозначим через $\mathcal{D}$ совокупность всех функций $y(x, \lambda) \in L_2(0, \infty)$ для всех $\lambda \in S'_k, (S''_k)$ и таких, что:

1) $y^{(\nu)}(x, \lambda)$, $\nu = \overline{0, 3}$ существуют и абсолютно непрерывны по x на каждом конечном $[0, b]$, $b > 0$ для всех $\lambda \in S'_k, (S''_k)$

2) $l_{\lambda}(y) \in L_2(0, \infty)$

Далее, через $\mathcal{D}_\alpha$ обозначим

$$\left\{ y(x, \lambda) \in \mathcal{D}, \quad u_{\nu}(y) = \alpha_{00} y(0, \lambda) + \alpha_{01} y'(0, \lambda) + \alpha_{02} y''(0, \lambda) + \dots + \alpha_{03} y'''(0, \lambda) = 0 \right\} \quad (2)$$

Для каждого $\lambda \in S'_k, (S''_k)$ определим оператор $L(\lambda)$: область определения есть $\mathcal{D}_\alpha$ и для $y \in \mathcal{D}_\alpha$

$$L(\lambda) y = l_{\lambda} y$$

Обозначим через

$$m(y) = -P_2(x, \lambda) y'' - P_3(x, \lambda) y' - P_4(x, \lambda) y$$

Рассмотрим уравнение

$$y^{IV} + \lambda^4 y = m(y) \quad (3)$$

Тогда методом работы [2] нетрудно доказываемся

Теорема 1. Уравнение (3) имеет решения $y_k(x, \lambda)$, $\lambda \in S'_k, (S''_k)$ $k = \overline{1, 4}$, такие что при $x \geq a$ (a — некоторое положительное число

$$y_k^{(v)}(x, \lambda) = \lambda^v e^{\lambda \omega_k x} z_{kv}(x, \lambda) \quad (4)$$

$v = \overline{0, 3}$, ω_k — корни из $\sqrt[4]{-1}$, где $z_{kv}(x, \lambda)$ ограничены в области $|a \leq x < \infty$, $\lambda \in S'_k, (S''_k)$, $|\lambda| \geq r > 0$. Функции $y_k^{(v)}(x, \lambda)$ — непрерывны по совокупности (x, λ) при $x \in (0, \infty)$, $\lambda \in S'_k, (S''_k)$, $|\lambda| \geq r > 0$ при каждом фиксированном $x \in [0, \infty)$, $y_k^{(v)}(x, \lambda)$ — голоморфные функции λ в области $|\lambda \in S'_k, (S''_k)$, $|\lambda| \geq r$.

Предположим теперь, что при некотором $\varepsilon > 0$ функции $p_{ik}(x)$ удовлетворяют условию

$$\int_0^\infty e^{\varepsilon x} |p_{ik}(x)| dx < +\infty; k = \overline{1, 4}; i = \overline{2, 4} \quad (5)$$

Тогда имеет место

Теорема 2. При $\lambda \in S'_k, (S''_k)$, $|\lambda| \geq r$, $|\lambda| \rightarrow \infty$

$$y_k^{(v)}(x, \lambda) = \lambda^v e^{\lambda \omega_k x} \left[\omega_k^v + O\left(\frac{1}{|\lambda|}\right) \right] \quad (6)$$

равномерно относительно $x \in [0, \infty)$. А при условии (5) и при $x \rightarrow \infty$

$$y_k^{(v)}(x, \lambda) = \lambda^v e^{\lambda \omega_k x} [\omega_k^v + o(1)] \quad (7)$$

равномерно относительно $\lambda \in S'_k, (S''_k)$, $|\lambda| \geq r > 0$

Непосредственный подсчет вронскиана функций $y_k(x, \lambda)$ при $x \rightarrow \infty$ при условии (5) доказывает их линейную независимость.

Из наших рассуждений и теоремы (1,6) (см. [3]) относительно случая $\lambda = 0$ вытекает

Теорема 3. При выполнении условий (5) уравнение (3) имеет линейно-независимые решения $y_k(x, \lambda)$, $k = \overline{1, 4}$ в области $|x| \in [0, \infty)$, $0 \leq |\lambda| \leq r$ голоморфные по λ при $0 \leq |\lambda| \leq r$. Асимптотические формулы (7) имеют место равномерно относительно λ , $0 < |\lambda| < r$.

2. Спектр оператора $L(\lambda)$

Если обозначим через

$$A(\lambda) = \begin{vmatrix} U_1(y_1) & U_1(y_2) \\ U_2(y_1) & U_2(y_2) \end{vmatrix}$$

то собственные значения найдутся из уравнения

$$A(\lambda) = 0, \quad (8)$$

а собственная функция, соответствующая собственному значению λ_n будет иметь вид

$$y_n(x) = y(x, \lambda_n) = -\frac{U_1(y_2)}{U_1(y_1)} y_1(x, \lambda_n) + y_2(x, \lambda_n)$$

Будем считать, что при

$$\lambda \in T_k, A(\lambda) \neq 0 \quad (9)$$

Тогда легко доказываемся

Теорема 4. При выполнении условий (5) и (9) множество собственных значений оператора $L(\lambda)$ в $S'_k, (S''_k)$ конечно.

И, опираясь на изложенное, имеет место

Теорема 5. Все точки $\lambda \in T_k$ являются точками непрерывного спектра оператора $L(\lambda)$.

3. Отмечено, что при выполнении условий (5), оператор $L(\lambda)$ имеет лишь конечное число собственных значений.

Обозначим через Γ_N окружность радиуса N с центром в начале координат. Пусть $\lambda_1, \dots, \lambda_n$ — простые собственные значения оператора $L(\lambda)$, $y_1(x), \dots, y_n(x)$ — соответствующие им собственные функции. Ясно, что выбрав достаточно большое N , мы можем добиться, чтобы все числа $\lambda_1, \dots, \lambda_n$ попали внутрь окружности Γ_N .

Рассмотрим интеграл

$$J_N = \frac{1}{2\pi i} \int_{\Gamma_N} R_\lambda \left(\sum_{i=1}^4 \lambda^{i-1} f_i \right) d\lambda \quad (11)$$

Ясно, что ядро резольвенты R_λ удовлетворяет уравнению

$$\frac{\partial^4 K}{\partial \xi^4} + \frac{\partial^2}{\partial \xi^2} [P_2(\xi, \lambda) K] - \frac{\partial}{\partial \xi} [P_3(\xi, \lambda) K] + P_4(\xi, \lambda) K = -\lambda^4 K + \delta(x - \xi) \quad (12)$$

Пусть $y(x, \lambda)$ является решением уравнения

$$L_1(y) = y^{IV} + P_2 y'' - P_3 y' + P_4 y = -\lambda^4 y + \sum_{i=1}^4 \lambda^{i-1} f_i, \quad (13)$$

принадлежащим $L_2(0, \infty)$ при $\lambda \in S'_k, (S''_k)$ и удовлетворяющим граничному условию (2), тогда

$$y(x, \lambda) = R_\lambda \left(\sum_{i=1}^4 \lambda^{i-1} f_i \right) \quad (14)$$

В силу финитности $f_i, i = \overline{1, 4}$ и (10) имеем следующие эквивалентные соотношения

$$y = R_\lambda \left(\sum_{i=1}^4 \lambda^{i-1} f_i \right) = \int_0^\infty K(x, \xi, \lambda) \left(\sum_{i=1}^4 \lambda^{i-1} f_i \right) d\xi = -\frac{1}{\lambda^4} \left(\sum_{i=1}^4 \lambda^{i-1} f_i \right) - \frac{1}{\lambda^4} \int_0^\infty K(x, \xi, \lambda) \left\{ \sum_{i=1}^4 \lambda^{i-1} l_i(f_i) \right\} d\xi \quad (14')$$

$$y = -\frac{1}{\lambda^4} \left(\sum_{i=1}^4 \lambda^{i-1} f_i \right) - \frac{1}{\lambda^8} \left(\sum_{i=1}^4 \lambda^{i-1} l_1(f_i) \right) - \frac{1}{\lambda^8} \int_0^\infty K(x, \xi, \lambda) \left\{ \sum_{i=1}^4 \lambda^{i-1} l_1^2(f_i) \right\} d\xi \quad (14'')$$

$$y = -\frac{1}{\lambda^4} \left(\sum_{i=1}^4 \lambda^{i-1} f_i \right) - \sum_{j=2}^3 \frac{1}{\lambda^{4j}} \left(\sum_{i=1}^4 \lambda^{i-1} l_1^{j-1}(f_i) \right) - \frac{1}{\lambda^{12}} \int_0^\infty K(x, \xi, \lambda) \left\{ \sum_{i=1}^4 \lambda^{i-1} l_1^3(f_i) \right\} d\xi \quad (14''')$$

$$y = -\frac{1}{\lambda^4} \left(\sum_{i=1}^4 \lambda^{i-1} f_i \right) - \sum_{j=2}^4 \frac{1}{\lambda^{4j}} \left(\sum_{i=1}^4 \lambda^{i-1} l_1^{j-1}(f_i) \right) - \frac{1}{\lambda^{16}} \int_0^\infty K(x, \xi, \lambda) \left\{ \sum_{i=1}^4 \lambda^{i-1} l_1^4(f_i) \right\} d\xi \quad (14'')$$

Из этих соотношений в силу оценки $|K(x, \xi, \lambda)| \leq \frac{c}{|\lambda|^3}$; $c = \text{const}$

$$\frac{1}{2\pi i} \int_{\Gamma_N} R_\lambda \left(\sum_{i=1}^4 \lambda^{i-1} f_i \right) d\lambda = -f_4 + o(1) \quad (15)$$

$$\frac{1}{2\pi i} \int_{\Gamma_N} \lambda R_\lambda \left(\sum_{l=1}^4 \lambda^{l-1} f_l \right) d\lambda = -f_3 - a_{11} f_4 + o(1) \quad (16)$$

$$\frac{1}{2\pi i} \int_{\Gamma_N} \lambda^2 R_\lambda \left(\sum_{l=1}^4 \lambda^{l-1} f_l \right) d\lambda = -f_2 - a_{21} f_3 - a_{22} f_4 - \beta_{22} f_4 + o(1) \quad (17)$$

$$\frac{1}{2\pi i} \int_{\Gamma_N} \lambda^3 R_\lambda \left(\sum_{l=1}^4 \lambda^{l-1} f_l \right) d\lambda = -f_1 - \sigma_{31} f_2 - \sigma_{32} f_3 - \beta_{32} f_3 - \\ - \sigma_{33} f_4 - \beta_{33} f_4 - \gamma_{33} f_4 + o(1), \quad (18)$$

где $a_{ik}, \beta_{3i}, \gamma_{33}, i = \overline{2,3}, k = \overline{1,3}$ составлены из некоторых коэффициентов дифференциального выражения (1).

Если $p_j^*, (p_j^*)$ — число собственных значений в секторе $S_j^*, (S_j^*)$, то пользуясь теоремой Коши, имеем:

$$\lim_{\substack{N \rightarrow \infty \\ \epsilon \rightarrow 0}} \frac{1}{2\pi i} \oint_{\Gamma_N} y(x, \lambda) d\lambda = \lim_{\substack{N \rightarrow \infty \\ \epsilon \rightarrow 0}} \oint_{\Gamma_N} R_\lambda \left(\sum_{l=1}^4 \lambda^{l-1} f_l \right) d\lambda = \\ = \lim_{\substack{N \rightarrow \infty \\ \epsilon \rightarrow 0}} \sum_{j=1}^4 \oint_{\Gamma_{(N_j)}} R_\lambda \left(\sum_{l=1}^4 \lambda^{l-1} f_l \right) d\lambda = \sum_{k=1}^n \text{res } R_\lambda / \lambda = \lambda_k + \\ + \frac{1}{2\pi} \sum_{j=1}^4 \int_{\Gamma_j} (K_{\lambda-10}^{(j)} - K_{\lambda+10}^{(j)}) \left(\sum_{l=1}^4 \lambda^{l-1} f_l \right) d\lambda$$

Вычислив скачок резольвенты R_λ , найдя вычеты ее в окрестности простых полюсов и учитывая (15), имеем:

$$f_4 = \sum_{k=1}^n a_k y_k(x) + \frac{1}{2\pi i} \sum_{j=1}^4 \sum_{k=1}^3 \int_{\Gamma_j} F_k(\lambda) y_k(x, \lambda) d\lambda, \quad (19)$$

где

$$a_k = - \frac{\int_0^\infty y_k(\xi) f_4(\xi) d\xi}{\int_0^\infty |y_k(\xi)|^2 d\xi}; \quad k = \overline{1, n} \quad (20)$$

$$F_k(\lambda) = \sum_{l=1}^4 \lambda^{l-1} \varphi_{kl}(\lambda) \quad (21)$$

$$\varphi_{kl}(\lambda) = \int_0^\infty z_k(\xi, \lambda) f_l(\xi) d\xi, \quad (22)$$

где $z_j(\xi, \lambda), j = \overline{1,3}$ функции, которые строятся с помощью тех же функций, что и ядро резольвенты $K(x, \xi, \lambda)$.

Таким образом доказана следующая

Теорема 6. Пусть имеет место (5) и собственные значения оператора $L(\lambda)$ простые, тогда для произвольных финитных функций $f_l, l = \overline{1,4}$ из D_λ имеет место четырехкратное разложение

$$f_4 = \sum_{k=1}^n a_k y_k(x) + \frac{1}{2\pi i} \sum_{j=1}^4 \sum_{k=1}^3 \int_{\Gamma_j} F_k(\lambda) y_k(x, \lambda) d\lambda \quad (23)$$

$$\psi_1 = \sum_{k=1}^n \lambda a_k y_k(x) + \frac{1}{2\pi i} \sum_{j=1}^4 \sum_{k=1}^3 \int_{\Gamma_j} \lambda F_k(\lambda) y_k(x, \lambda) d\lambda \quad (24)$$

$$\psi_2 = \sum_{k=1}^n \lambda^2 a_k y_k(x) + \frac{1}{2\pi i} \sum_{j=1}^4 \sum_{k=1}^3 \int_{\Gamma_j} \lambda^2 F_k(\lambda) y_k(x, \lambda) d\lambda \quad (25)$$

$$\psi_3 = \sum_{k=1}^n \lambda^3 a_k y_k(x) + \frac{1}{2\pi i} \sum_{j=1}^4 \sum_{k=1}^3 \int_{\Gamma_j} \lambda^3 F_k(\lambda) y_k(x, \lambda) d\lambda, \quad (26)$$

где через $\psi_i, i = \overline{1,3}$ обозначены левые части (16), (17), (18), а коэффициенты a_k и функции $F_k(\lambda)$ определяются по формулам (20), (21), (22).

Замечание. Нами получены формулы разложения для $\psi_1, \psi_2, \psi_3, f_4$. Это связано с тем, что мы исходили из выражения $R_\lambda \left(\sum_{l=1}^4 \lambda^{l-1} f_l \right)$,

что значительно облегчает выкладки. Если бы вместо $R_\lambda \left(\sum_{l=1}^4 \lambda^{l-1} f_l \right)$

взяли бы значительно более сложное выражение, то сразу бы получили формулы разложения для f_1, f_2, f_3, f_4 .

Данная работа была обсуждена с проф. В. Б. Лидским. Пользуясь случаем, выражаем ему глубокую благодарность.

Литература

1. Наймарк М. А. Линейные дифференциальные операторы. Изд-во "Наука", 1969.
2. Наймарк М. А. Исследование спектра и разложение по собственным функциям несамосопряженного дифференциального спектра 2-го порядка на полуоси. Труды Моск. матем. об-ва, 3, 1954.
3. Фунтиков В. Н. О разложении по собственным функциям несамосопряженного дифференциального оператора четного порядка на полуоси. Изв. АН Азерб. ССР, 6, 1960.

Институт математики и механики

Поступило 22. IV 1977

Ф. Г. Максудов, Е. Е. Пашаева

4-ЧҮ ТЭРТНБ ӨЗ-ӨЗҮНЭ ГОШМА ОЛМАЖАН ДИФЕРЕНЦИАЛ ОПЕРАТОРУН МЭХСУСИ ФУНКЦИЈАЛАРЫНА КӨРЭ ЯРЫМ ОХДА ДӨРДГАТ АЖРЫЛЫШ

Мәгәлләдә бир синиф өз-өзүнә гошма олмажан операторларын спектри, мэхсуси функцијаларынын асимптотикасы ва бу мэхсуси элементләрә көрә жарым охда дөрдгәт ажрылыш өјрәниллишидир.

F. G. Maksudov, E. E. Pashaeva

THE FOURFOLD EXPANSION AT THE EIGEN-FUNCTIONS OF ONE NOT SELF-CONJUGATE DIFFERENTIAL OPERATOR OF THE FOURTH ORDER ON THE SEMI-AXIS $[0, \infty)$

In the paper it is given a characteristics of the operator spectrum generated by differential expressions of the fourth order:

$$l_\lambda(y) = y^{IV} + P_3(x, \lambda) y''' + P_2(x, \lambda) y'' + [P_1(x, \lambda) + \lambda^4] y$$

where $P_k(x, \lambda), k = \overline{2,4}$ — are complex-valued functions, summed up at x on the semi-axis $[0, \infty)$ and polynomials at λ of $k-1$ degree and the fourfold expansion at the eigen-functions, too.

УДК 517.513.83

МАТЕМАТИКА

Э. Г. ЭЙВАЗОВ

РАЗЛОЖЕНИЕ ПО РЕШЕНИЯМ ЗАДАЧИ ТЕОРИИ РАССЕЯНИЯ ДЛЯ ОПЕРАТОРА $H_\alpha + q(x)$

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

Настоящая работа посвящена задаче разложения по собственным функциям оператора, порожденного уравнением

$$H\psi = H_\alpha \psi + q(x)\psi = \lambda^2 \psi \quad (1)$$

Здесь H_α —оператор Ф. А. Березина—Л. Д. Фалдеева [1], $q(x)$ —вещественно-значная функция определена во всем пространстве E_3 и

удовлетворяет условиям $q(x) \in C^{(1)}(E_3)$ и $|q(x)| \leq \frac{C}{|x|^{3+\varepsilon}}$ при $|x| \geq R$,

где ε , C и R —положительные постоянные числа.

Перечислим некоторые свойства оператора H_α . Рассмотрим в пространстве $L_2(E_3)$ оператор H_0 , который определяется следующим образом

$$\mathcal{D}(H_0) = \left\{ \psi(x) \in L_2(E_3) \mid \psi(x) = \psi_0(x) + \beta \frac{e^{i\sqrt{1}|x|}}{4\pi|x|} + \beta_0 \frac{e^{i\sqrt{-1}|x|}}{4\pi|x|} \right.$$

и

$$H_0\psi = -\Delta\psi_0 + i\beta \frac{e^{i\sqrt{1}|x|}}{4\pi|x|} - i\beta_0 \frac{e^{i\sqrt{-1}|x|}}{4\pi|x|},$$

где $|0|=1$, $\psi_0(x) \in W_2^2(E_3)$, $\psi_0(0)=0$, β —произвольное число. Как показано в [1], для любого комплексного числа θ ($|\theta|=1$) оператор H_θ является самосопряженным расширением оператора Δ с областью определения

$$\mathcal{D}(-\Delta) = \{ \psi \in L_2(E_3) \mid \psi(0)=0, -\Delta\psi \in L_2(E_3) \}$$

Оператор H_α есть видоизменение оператора H_0 и определяется следующим образом:

$$\mathcal{D}(H_\alpha) = \left\{ \psi \in L_2(E_3) \mid H_\alpha \psi \in L_2(E_3), \int_{E_3} \delta_n(x) \psi(x) dx = o(1 - 4\pi\alpha n) + O(1) \text{ при } n \rightarrow \infty \right\}$$

и $H_\alpha \psi = -\Delta\psi + \alpha \delta(x)$, где $\alpha = -\frac{1}{2\pi^2 i \sqrt{i}} \cdot \frac{1+\theta}{1+i\theta}$ является вещественным числом, $\delta(x)$ —функция Дирака и

$$\delta_n(x) = (2\pi^2 |x|)^{-1} \int_0^n r \sin r |x| dr$$

Обозначим через K_λ^α резольвенту оператора H_α .

Имеют место следующие утверждения (1):

1°. R_λ^α —есть интегральный оператор с ядром

$$G_\alpha(x, y, \lambda) = \frac{e^{i\sqrt{\lambda}|x-y|}}{4\pi|x-y|} - \frac{\alpha}{1+2\pi^2 i \alpha \sqrt{\lambda}} \frac{e^{i\sqrt{\lambda}|x|}}{4\pi|x|} \cdot \frac{e^{i\sqrt{\lambda}|y|}}{4\pi|y|} \quad (2)$$

2°. Собственные функции, соответствующие сплошному спектру, имеют такой вид:

$$\psi_\alpha(x, \kappa) = e^{i(\kappa, x)} - \frac{\alpha}{1+2\pi^2 i \alpha |\kappa|} \frac{e^{i|\kappa||x|}}{4\pi|x|}, \quad (3)$$

где κ ($|\kappa|^2 = \lambda^2$)—волновой вектор.

Обозначим через $G(x, y, \lambda)$ резольвентное ядро оператора H .

Теорема 1. Пусть $\text{Im } \lambda \neq 0$. Тогда резольвента K_λ^α оператора является интегральным оператором с ядром типа Карлемана и ядро резольвенты удовлетворяет следующему интегральному уравнению

$$G(x, y, \lambda) = G_\alpha(x, y, \lambda) - \int_{E_3} G_\alpha(x, z, \lambda) q(z) G(z, y, \lambda) dz \quad (4)$$

Наметим кратко доказательство теоремы.

Из ограничения на $q(x)$ следует, что $\mathcal{D}(H_\alpha) = \mathcal{D}(H)$. Тогда справедливы следующие резольвентные уравнения

$$\begin{aligned} R_\lambda &= R_\lambda^\alpha - K_\lambda^\alpha q K_\lambda, \\ R_\lambda &= K_\lambda^\alpha - R_\lambda q R_\lambda^\alpha. \end{aligned} \quad (5)$$

Ядра K_λ^α и $R_\lambda q K_\lambda^\alpha$ порождают операторы типа Карлемана (нетрудно доказать, что $K_\lambda q K_\lambda^\alpha$ является оператором Гильберта—Шмидта) и поэтому первое утверждение теоремы следует из (5). Используя симметричность $G(x, y, \lambda)$ и теорему Фубини из (5), получим интегральное уравнение (4). Спектр оператора H описывается следующими теоремами.

Теорема 2. Оператор H не имеет положительных собственных значений и непрерывный спектр совпадает с $[0, +\infty)$.

Теорема 3. Отрицательный спектр оператора H может состоять лишь из конечного числа собственных значений конечной кратности.

Доказательство этой теоремы тесно связано с результатами (2,3).

Рассмотрим пространство B функций $f(x)$, представимых в виде

$$f(x) = a \frac{e^{i|x|}}{4\pi|x|} + u(x),$$

где a —постоянное число, $u(x)$ —непрерывная функция, равномерно стремящаяся к нулю при $|x| \rightarrow \infty$. Введем в B норму, полагая

$$\|f\|_B = |a| + \max_{x \in E_3} |u(x)|$$

При таком определении нормы B является банаховым пространством [4]. Заметим, что пространство B по существу отличается от пространства А. Я. Познера и близко к пространству Т. Икэбе [5].

Определение. Решение $\varphi(x, \kappa)$ интегрального уравнения

$$\varphi(x, \kappa) = e^{i(\kappa, x)} - \frac{\alpha}{1 + 2\pi^2 i \alpha |\kappa|} \frac{e^{i|\kappa| \cdot |x|}}{4\pi|x|} - \int_{E_3} G_\alpha(x, z, \lambda) q(z) \varphi(z, \kappa) dz, \quad (6)$$

где $\kappa (|\kappa|^2 = \lambda^2)$ — волновой вектор, называется решением задачи теории рассеяния для уравнения (1).

Если положим

$$\varphi(x, \kappa) = e^{-i(\kappa, x)} \frac{\alpha}{1 + 2\pi^2 i \alpha |\kappa|} \frac{e^{i|\kappa| \cdot |x|}}{4\pi|x|} + v(x, \kappa),$$

то для определения $v(x, \kappa)$ получим следующее интегральное уравнение

$$v(x, \kappa) = p_\alpha(x, \kappa) - \int_{E_3} G_\alpha(x, z, \lambda) q(z) v(z, \kappa) dz, \quad (7)$$

где

$$p_\alpha(x, \kappa) = - \int_{E_3} G_\alpha(x, z, \lambda) q(z) \left(e^{i(\kappa, z)} - \frac{\alpha}{1 + 2\pi^2 i \alpha |\kappa|} \frac{e^{i|\kappa| \cdot |z|}}{4\pi|z|} \right) dz$$

Наша ближайшая задача — доказать существование решения уравнения (7) в пространстве B .

Рассмотрим в B оператор

$$T_\lambda f = \int_{E_3} G_\alpha(x, y, \lambda) q(y) f(y) dy$$

Лемма 1. Оператор T_λ является вполне непрерывным оператором в B при $\text{Im } \lambda \geq 0$ и $\lambda \neq \frac{i}{2\pi^2 \alpha}$, если $\alpha > 0$.

Лемма 2. Семейство операторов T_λ ($\text{Im } \lambda \geq 0$, $\lambda \neq \frac{i}{2\pi^2 \alpha}$, если $\alpha > 0$) непрерывно зависит от параметра λ .

Поступая так же, как в (4) и используя теорию Фредгольма, можно доказать следующие леммы.

Лемма 3. Уравнение (7) тогда и только тогда имеет единственное решение, когда уравнение

$$\begin{aligned} \psi(x) = & - \int_{E_3} \frac{e^{i|x-y|}}{4\pi|x-y|} q(y) \psi(y) dy - \\ & - C \frac{e^{i|x|}}{4\pi|x|} \int_{E_3} \int_{E_3} \frac{e^{i|\lambda|s-t|}}{4\pi|s-t|} q(t) \frac{e^{i|t|}}{4\pi|t|} q(s) \psi(s) ds dt \end{aligned} \quad (8)$$

не разрешимо, где

$$C = \frac{\alpha}{1 + 2\pi^2 i \alpha \lambda} \left| 1 - \frac{\alpha}{1 + 2\pi^2 i \alpha \lambda} \int_{E_3} \frac{e^{2i|\lambda|y|}}{4\pi|y|^2} q(y) dy \right|$$

Лемма 4. Существует предел $\lim_{|x| \rightarrow \infty} |x| \left(\frac{\partial \psi}{\partial |x|} - i\lambda \psi \right) = 0$

Лемма 5. Если $\text{Im } \lambda = 0$ и $\psi(x)$ удовлетворяет уравнению (8), то

$$\begin{aligned} & \int_{E_3} e^{-i(\kappa, y)} q(y) \psi(y) dy + \\ & + C \int_{E_3} \int_{E_3} \frac{e^{i|\lambda|s-t|}}{4\pi|s-t|} q(t) \frac{e^{i|t|}}{4\pi|t|} q(s) \psi(s) ds dt = 0 \end{aligned} \quad (9)$$

Используя лемму 5 и результаты Т. Като (2), нетрудно установить следующие теоремы

Теорема 4. Для $\text{Im } \lambda = 0$ уравнение (18) имеет только тривиальное решение.

Для формулировки основной теоремы о разложении по собственным функциям оператора $H_\alpha + q(x)$ введем следующие обозначения.

Пусть $\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_n$ — отрицательные собственные числа оператора H , $\varphi_k(x)$ — соответствующие собственные функции и $\varphi(x, \kappa)$ — решение задачи теории рассеяния для уравнения (1).

Теорема 5. (Основная). Пусть $f(x)$ — произвольная функция из $L_2(E_3)$. Тогда имеют место следующие утверждения

$$1^\circ. \|f\|^2 = \sum_{l=1}^n \|g_l\|^2 + \int_{E_3} |g(\kappa)|^2 d\kappa \quad (\text{Равенство Парсеваля}),$$

где

$$g_l = (2\pi)^{-3} \int_{E_3} f(x) \overline{\varphi_l(x)} dx, \quad g(\kappa) = (2\pi)^{-3} \int_{E_3} f(x) \overline{\varphi(x, \kappa)} dx$$

$$2^\circ. f(x) = \sum_{l=1}^n g_l \varphi_l(x) + \int_{E_3} g(\kappa) \varphi(x, \kappa) d\kappa$$

$$3^\circ. Hf = \sum_{l=1}^n \mu_l g_l \varphi_l(x) + \int_{E_3} |\kappa|^2 g(\kappa) \varphi(x, \kappa) d\kappa$$

Надо отметить, что полученные результаты обобщаются на тот случай, когда в (1) оператор H_α заменяется оператором H_U (где U — унитарная матрица), который получается после придания математического смысла выражению

$$-\Delta + \sum_{k=1}^n \beta_k \delta(x - x_k) \quad (x_k = (x_1^{(k)}, x_2^{(k)}, x_3^{(k)}) \in E_3)$$

В заключение выражаю благодарность своему научному руководителю проф. М. Г. Гасимову за постановку задач и помощь в работе

Литература

1. Березин Ф. А., Фаддеев Л. Д. ДАН СССР, т. 137, № 5, стр. 1011—1012, 1961.
2. Kato T. Communications on Pure and Applied Mathematics, 12, № 3, 403—425, 1959.
3. Бирман М. Ш., Вестник ЛГУ, серия матем., мех., астрономии, № 13, вып. 3, стр. 163—166, 1961.
4. Познер А. Я. Матем. сб. 32, 74, № 1, стр. 109—156, 1953.
5. Ikebe T. Arch. ration. mech. a. analysis; v 5, № 1, p. 1—34, 1960.
6. Ахизер Н. И., Глазман И. М. Теория линейных операторов в гильбертовом пространстве М., 1966.

Институт математики и механики

Поступило 13. IV 1977

Е. И. Ейвазов

$H_\alpha + q(x)$ ОПЕРАТОРУ ҮЧҮН СЭПНЛМЭ МЭСЭЛЭСНИНН ХЭЛЛЭРНИ ҮЗРЭ АЛРЫЛЫШ

Мэгалэдэ $H_\alpha + q(x)$ операторуны спектри тэдгиг едилмнн нэ сэпнлмэ мэсэлэсннн хэллэрннэ нээрэн алрылын теоремн исбат олунмушдур.

E. G. Eivazov

EXPANSION BY THE SOLUTIONS OF THE PROBLEM OF DISPERSION THEORY FOR THE OPERATOR $H_\alpha + q(x)$

In the paper it is investigated the spectrum of the operator $H_\alpha + q(x)$ and it is proved the expansion theorem by the solutions of the problem of dispersion theory.

УДК 61.315.6.02

ФИЗИКА ПОЛУПРОВОДНИКОВ И ДИЭЛЕКТРИКОВ

Чл.-корр. М. И. АЛИЕВ, А. З. ДАИБОВ, Н. А. ИСМАИЛОВ

О ВЛИЯНИИ СИЛЬНОЙ НЕПАРАБОЛИЧНОСТИ НА ОТРИЦАТЕЛЬНОЕ МАГНИТОСОПРОТИВЛЕНИЕ В $\text{Cd}_{0,1}\text{Hg}_{0,9}\text{Te}$

Отрицательное магнитосопротивление (ОМС) исследовано в InAs [1, 2], InSb [3—6], $\text{Cd}_x\text{Hg}_{1-x}\text{Te}$ [7]. В [8] показано, что ОМС в квантующем магнитном поле обусловлено рассеянием электронов на ионизированных примесях.

Нами было исследовано ОМС в вырожденных образцах $\text{Ga}_x\text{In}_{1-x}\text{As}$ ($x = 0; 0,035; 0,085$) и $\text{Cd}_{0,1}\text{Hg}_{0,9}\text{Te}$ [9, 10], в которых установлена зависимость величины максимума ОМС и его смещение от температуры и содержания GaAs в $\text{Ga}_x\text{In}_{1-x}\text{As}$.

С уменьшением величины максимума ОМС уменьшается наклон кривых магнитосопротивления в зависимости от параметра $\alpha = \frac{h\Omega}{\mu}$ (α пропорционален минимальному разрешенному углу рассеяния электронов в квантующем магнитном поле [8], Ω — циклотронная частота, μ — уровень Ферми).

В работе [11] показано, что для вырожденных полупроводников с параболической зоной наклон кривых определяется параметром $\xi = \frac{1}{k_F R^2}$, где R — радиус экранирования кулоновского поля иона,

$$R^2 = \frac{\pi k_0 T}{6 \pi e^2 n} \frac{F_{1/2}}{F_{1/2}} \quad (1)$$

k_F — волновой вектор электрона на уровне Ферми,

$$k_F^2 = \frac{2 m_n \mu}{h^2} \quad (2)$$

$F_{1/2}, F_{3/2}$ — однопараметрические интегралы Ферми, m_n — эффективная масса электрона на две зоны проводимости, n — концентрация электронов.

Из (1) и (2), получим

$$\xi = \frac{4 m_n e^2}{\pi h^2 (3 \pi^2 n)^{1/2}} \quad (3)$$

Как следует из (3), параметр $\xi \sim \frac{m_n}{n^{1/2}}$ растет с увеличением эф-

фективной массы и уменьшением концентрации электронов. Это значит, что с ростом параметра ξ должна уменьшаться величина максимума ОМС. Как видно из рисунка, экспериментально полученные зависимости магнитосопротивления для $\text{Ga}_x\text{In}_{1-x}\text{As}$ (кр. 1, 2, 3) хорошо согласуются с теоретическими из [11], что нельзя сказать о $\text{Cd}_{0,1}\text{Hg}_{0,9}\text{Te}$ (кр. 4). Здесь, по-видимому, сказывается влияние смешанного механизма рассеяния (рассеяние на ионах примеси и фононах [12]) и сильной непараболичности, которая не была учтена в работе [11].

Влияние сильной непараболичности сказывается на положении максимума ОМС (см. рисунок). Так, если для $\text{Ga}_x\text{In}_{1-x}\text{As}$ максимум ОМС находится при значении $\alpha = 1, 2$, то для $\text{Cd}_{0,1}\text{Hg}_{0,9}\text{Te}$ — при $\alpha = 0,6$, т. е. максимум ОМС в $\text{Cd}_{0,1}\text{Hg}_{0,9}\text{Te}$ смещается в сторону малых значений α .

Это мы объясняем следующим образом. Для вырожденных полупроводников параметр α в двухзонам приближении запишется:

$$\alpha = \frac{2 e H}{m_n e_y} \left[\sqrt{1 + \frac{2 h^2}{m_n e_y} (3 \pi^2 n)^{2/3}} \left(\sqrt{1 + \frac{2 h^2}{m_n e_y} (3 \pi^2 n)^{2/3}} - 1 \right) \right]^{-1} \quad (4)$$

отсюда при $e_y \rightarrow \infty$, т. е. в параболическом случае

$$\alpha = \frac{2 e H}{ch} (3 \pi^2 n)^{-1/3} \quad (5)$$

а для $e_y \rightarrow 0$, т. е. в случае сильной непараболичности

$$\alpha = \frac{e H}{ch} (3 \pi^2 n)^{-1/3} \quad (6)$$

Как видно из формул (5) и (6), в обоих случаях α не зависит от эффективной массы электронов, а зависит от их концентрации. Причем, при данной концентрации и напряженности магнитного поля, величина α , в случае сильной непараболичности, в два раза меньше, чем α в параболическом случае. Этим и объясняется смещение максимума ОМС в $\text{Cd}_{0,1}\text{Hg}_{0,9}\text{Te}$, обусловленное сильной непараболичностью зоны проводимости.

В заключение авторы выражают благодарность С. А. Алиеву за полезное обсуждение настоящей работы.

Литература

1. Амирханов Х. И., Баширов Р. И. ФТТ, 8, 3135, 1966. 2. Tsidilkovski I. M., Akseirod M. M., Sokolov V. I., Nagus G. I. Phys. Stat. Sol. 9, K 91, 1965. 3. Ильин В. А., Шапиро Е. З., ФТИ, 7, 393, 1973. 4. Magnusson B. Phys. Stat. Sol. (b) 56, 269, 1973. 5. Tokimoto M., Vamanouch C., Yoshitro K. J. Phys. Soc. Japan, 36, 914, 1974. 6. Manafeld R., Ellis T. J. Phys. C: Sol. State, Phys., 9, 3781, 1976. 7. Верченко Н. И., Пашковский М. В., ФТТ, 15, 3716, 1973. 8. Дубинская Л. С., ЖЭТФ, 56, 801, 1969. 9. Алиев М. И., Даيبов А. З., Исмаилов Н. А. ДАН Азерб. ССР, XXX, 34, 1974. 10. Алиев М. И., Даибов А. З., Исмаилов Н. А. ФТИ, 9, 567, 1975. 11. Gerhardt R., Haldu I. Sol. St. Comm., 9, 1607, 1971. 12. Алиев С. А. Автореф. канд. дисс. Баку, 1975.

Институт физики

Поступило 31. V 1977

М. И. Әлијев, А. З. Даилов, И. А. Исмаїлов

**Cd_{0,1}Hg_{0,9}Te КҮЧЛҮ ГЕЈРИ-ПАРАБОЛИКЛИЈИН МӘНФИ МАГНИТ
МҮГАВИМӘТИНӘ ТӘСИРИ**

Мәгаләдә Ga_xIn_{1-x}As вә Cd_{0,1}Hg_{0,9}Te-да мәнфи магнит мугавимәти (М М М) тәдгиг едилмишдир. Күчлү гејри-параболиклијин М М М-ни максимумуна вә онун вә-зијјәтинә тәсир етдији кәстәрилмишдир.

М. I. Aliev, A. Z. Daibov, I. A. Ismailov

**THE INFLUENCE OF HIGH UNPARABOLITY ON THE NEGATIVE
MAGNETORESISTIVITY IN Cd_{0,1}Hg_{0,9}Te**

The negative magnetoresistivity (NMR) of Ga_xIn_{1-x}As and Cd_{0,1}Hg_{0,9}Te has been investigated. The influence of high unparaboly on the quantity of NMR maximum and his position has been shown.

АЗӘРБАЈҤАН ССР ЕЛМЛӘР АКАДЕМИЈАСЫНЫН МӘ'РУЗӘЛӘРИ

ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ССР

ТОМ XXXIII ЧИЛД

№ 10

1977

ФИЗИКА

И. Г. ДЖАФАРОВ, С. Ф. СУЛТАНОВ

**К ВОПРОСУ О СТРУКТУРЕ НЕЙТРАЛЬНЫХ
СЛАБЫХ ТОКОВ**

(Представлено академиком АН Азербайджанской ССР Л. М. Имановым)

Открытие нейтральных слабых токов (НСТ) [1, 2] привело к существенному изменению наших представлений о природе слабого взаимодействия. В частности, экспериментальные данные по НСТ противоречат гипотезе об универсальности слабого взаимодействия, а именно, оказалось, что константы взаимодействия неодинаковы для различных частиц (см., например, обзор [3]). В настоящее время установление структуры НСТ является одной из важнейших задач физики элементарных частиц.

Эксперименты по изучению НСТ можно разбить на три категории: I. Инклюзивные эксперименты по рассеянию нейтрино и антинейтрино на нуклонах. Такие эксперименты проводятся, главным образом, тремя группами: сотрудничество Гарвард—Пенсильвания—Висконсин—Фермилаб (HPWF), сотрудничество Калтех—Фермилаб (CITF) и сотрудничество „Гаргамель“ (CERN).

II. Эксклюзивные эксперименты по рассеянию нейтрино и антинейтрино на нуклонах. Эксклюзивные эксперименты особенно интересны в связи с тем, что из них можно получить информацию об изотопической структуре НСТ.

III. Эксперименты по изучению рассеяния нейтрино и антинейтрино на электроны.

Результаты указанных экспериментов свидетельствуют о (V, A)—структуре НСТ. В настоящей заметке мы рассматриваем ограничения на векторную и аксиальную константы НСТ, вытекающие из экспериментов I и III.

При анализе экспериментальных данных мы будем исходить из гамильтониана вида

$$H = \frac{G}{\sqrt{2}} I_a J_a^+, \quad (1)$$

где

$$I_a = \bar{\nu}_e \gamma_a (1 + \gamma_5) \nu_e + \bar{e} \gamma_a (g_V + g_A \gamma_5) e + (\nu_e \rightarrow \nu_\mu, e \rightarrow \mu) + \\ + \bar{u} \gamma_a (c_V + c_A \gamma_5) u + \bar{d} \gamma_a (c_V + c_A \gamma_5) d.$$

В наиболее популярных единых теориях слабого и электромагнитного взаимодействий—в модели Вайнберга—Салама (ВС) [4, 5] и

Таблица 1

Модель	g_V	g_A	c_V	c_A	c'_V	c'_A
BC	$-\frac{1}{2} + 2\sin^2\eta_w$	$-\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2} - \frac{4}{3}\sin^2\eta_w$	$\frac{1}{2}$	$-\frac{1}{2} + \frac{2}{3}\sin^2\eta_w$	$-\frac{1}{2}$
V	$-1 + 2\sin^2\eta_V$	0	$1 - \frac{4}{3}\sin^2\eta_V$	0	$-1 + \frac{2}{3}\sin^2\eta_V$	0

векторной модели (V) (6)—величины g_V , g_A , c_V , c_A , c'_V и c'_A принимают значения, приведенные в табл. 1 ($\sin^2\eta_w$ и $\sin^2\eta_V$ —параметры соответствующих тесрий).

Таблица 2

Группа	R_V	R_V^-
HPWF	$0,29 \pm 0,04$	$0,39 \pm 0,10$
CITF	$0,24 \pm 0,02$	$0,34 \pm 0,09$
CERN	$0,25 \pm 0,04$	$0,39 \pm 0,06$

Проанализируем данные о НСТ, полученные из экспериментов по изучению инклюзивных процессов. Результаты экспериментов, проведенных различными группами, даны в табл. 2 (см., например, [7, 8]). В табл. 2 R_V и R_V^- —отношение сечений инклюзивных процессов, обусловленных нейтральными и заряженными токами:

$$R_V = \frac{\sigma(\nu_\mu + N \rightarrow \nu_\mu + \text{адр.})}{\sigma(\nu_\mu + N \rightarrow \mu^- + \text{адр.})}, \quad R_V^- = \frac{\sigma(\bar{\nu}_\mu + N \rightarrow \bar{\nu}_\mu + \text{адр.})}{\sigma(\bar{\nu}_\mu + N \rightarrow \mu^+ + \text{адр.})}.$$

Если учесть, что указанные эксперименты проводились на мишенях, состоящих из приблизительно равного числа протонов и нейтронов, то в рамках кварк-партоновой модели величины R_V и R_V^- , вычисленные согласно гамильтониану (1), имеют вид:

$$R_V = \frac{1}{3} (c_V^2 + c_V c_A + c_A^2 + c_V'^2 + c_V' c_A' + c_A'^2), \quad (2)$$

$$R_V^- = (c_V^2 - c_V c_A + c_A^2 + c_V'^2 - c_V' c_A' + c_A'^2). \quad (3)$$

Очевидно, если предположить одинаковую структуру НСТ u -и d -кварков ($c_V = c_V'$, $c_A = c_A'$), то каждое из экспериментальных данных по R_V вместе с формулой (2) (а также по R_V^- вместе с (3)) определяет соответствующую область допустимых значений c_V и c_A .

Экспериментальные данные группы HPWF изображены на рис. 1. Эллипсы 1 и 2 отвечают соответственно нижней и верхней границам значений R_V^- , а эллипсы 3 и 4—предельным значениям данных по R_V . Заштрихованная область отвечает значениям c_V и c_A , допустимым обоими данными по R_V и R_V^- .

На рис. 2 изображены области значений c_V и c_A , допустимых экспериментальными данными групп CITF (горизонтально заштрихованная область, задаваемая сплошными эллипсами) и CERN (вертикально заштрихованная область, задаваемая пунктирными эллипсами). Учитывая симметричность выражений R_V и R_V^- относительно замены

$c_V \rightarrow -c_V$, $c_A \rightarrow -c_A$, на этом рисунке мы привели лишь область положительных значений c_V и c_A . Ограничения на c_V и c_A , вытекающие из рис. 1 и 2, приведены в табл. 3.

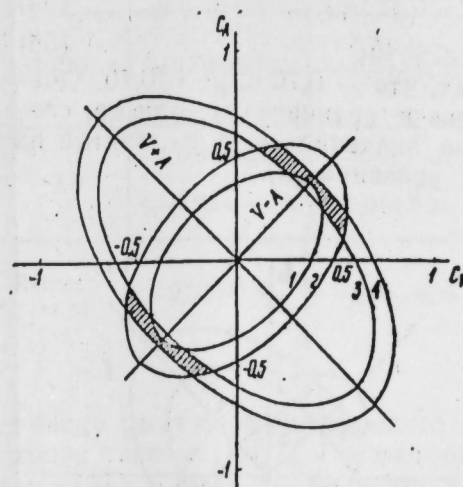


Рис. 1.

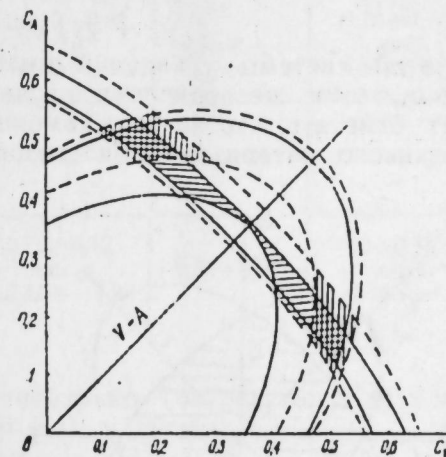


Рис. 2.

Как видно из рисунков, экспериментальные данные групп HPWF и CITF допускают V—A-структуру нейтральных слабых токов ($c_V = c_A = f$) и приводят к ограничениям, данным в табл. 3.

Таблица 3

Группа	c_V	c_A	f	$\sin^2\eta_w$
HPWF	$0,12 \div 0,57$	$0,12 \div 0,57$	$0,38 \div 0,41$	$0,26 \pm 0,06$
CITF	$0,12 \div 0,52$	$0,12 \div 0,52$	$0,35 \div 0,36$	$0,33 \pm 0,05$
CERN	$0,09 \div 0,29$ или $0,46 \div 0,54$	$0,46 \div 0,54$ или $0,09 \div 0,29$	—	$0,33 \pm 0,05$

Принимая во внимание приведенные в табл. 1 значения векторных и аксиальных констант НСТ в модели BC, легко видеть, что экспериментальные данные по изучению инклюзивных процессов налагают на $\sin^2\eta_w$ ограничения, которые также внесены в табл. 3. Отметим также, что рассматриваемые экспериментальные данные по R_V и R_V^- противоречат векторной модели.

Теперь рассмотрим следствия экспериментов по изучению рассеяния нейтрино и антинейтрино на электроны. Эксперименты по поиску процессов рассеяния мюонных нейтрино и антинейтрино на электроны, проведенные в ЦЕРНе в камере „Гаргамель“, налагают следующие ограничения на сечения этих процессов [9, 10]:

$$\sigma(\bar{\nu}_\mu e) = (0,10^{+0,21}_{-0,09}) \cdot 10^{-41} (E_\nu / \text{ГэВ}) \text{ см}^2, \quad (4)$$

$$\sigma(\nu_\mu e) < 0,26 \cdot 10^{-41} (E_\nu / \text{ГэВ}) \text{ см}^2.$$

Если сечения процессов $\bar{\nu}_\mu e$ - и $\nu_\mu e$ -рассеяний вычислить согласно гамильтониану (1) и использовать данные (4), то нетрудно видеть [11], что

$$g_V^2 - g_V g_A + g_A^2 = 0,17^{+0,37}_{-0,16}, \quad (5a)$$

$$g_V^2 + g_V g_A + g_A^2 < 0,45. \quad (5b)$$

Из этой системы уравнений вытекает, что $-0,70 < g_V < 0,70$. Очевидно, этими же пределами ограничена и величина g_A , однако, следует отметить, что не все комбинации значений g_V и g_A , взятые из указанного интервала, удовлетворяют условиям (5).

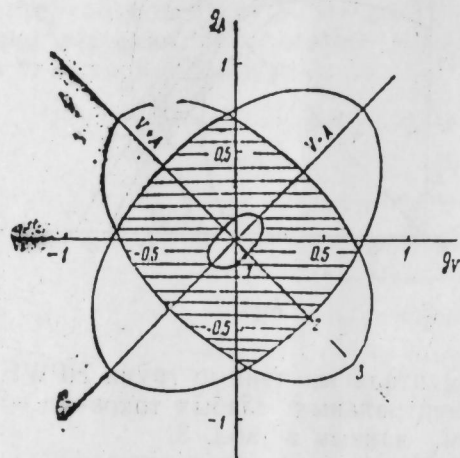


Рис. 3.

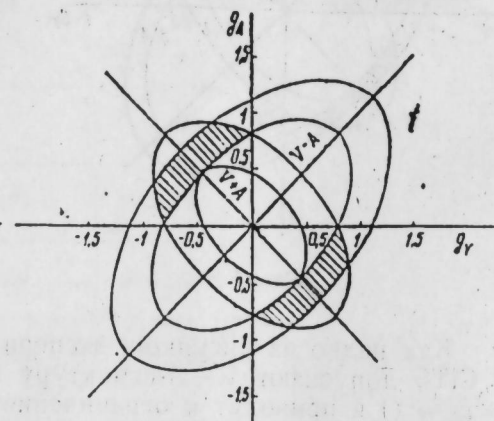


Рис. 4.

Экспериментальные условия (5) не противоречат предположению о $V-A$ -структуре НСТ ($g_V = g_A = f'$), причем они приводят к ограничению

$$0,13 < f' < 0,39 \text{ или } -0,39 < f' < -0,13.$$

Область значений g_V и g_A , допустимых экспериментальными данными (5), изображена на рис. 3 (эллипсы 1 и 2 отвечают данным (5a), а эллипс 3 — данным (5b)).

Относительно процессов рассеяния мюонных нейтрино и антинейтрино на электроны имеются также данные, полученные группой Aachen—Padova (AP) [12]:

$$\sigma(\bar{\nu}_\mu e) = (0,54 \pm 0,17) \cdot 10^{-41} (E_\nu / \text{ГэВ}) \text{ см}^2, \quad (6)$$

$$\sigma(\nu_\mu e) = (0,24 \pm 0,12) \cdot 10^{-41} (E_\nu / \text{ГэВ}) \text{ см}^2.$$

Из экспериментальных данных (6) вытекает, что

$$g_V^2 - g_V g_A + g_A^2 = 0,94 \pm 0,30, \quad (7)$$

$$g_V^2 + g_V g_A + g_A^2 = 0,42 \pm 0,21.$$

На рис. 4 изображена область значений g_V и g_A , удовлетворяющих соотношениям (7). Как видно, экспериментальные данные группы AP противоречат не только $V-A$ -структуре НСТ, но и чистым V -и A -вариантам взаимодействия НСТ. Эти данные, однако, согласуются с $V+A$ -вариантом.

Что касается процессов рассеяния электронного нейтрино и антинейтрино на электроны, то они должны идти за счет взаимодействия также заряженных слабых токов. Экспериментальные данные по

Таблица 4

Группа	g_V	g_A	f'	$\sin^2 \eta_w$	$\sin^2 \eta_V$
CERN	$-0,70 \div 0,70$	$-0,70 \div 0,70$	$0,13 \div 0,39$ или $-0,39 \div -0,13$	$0,1 \div 0,4$	$0,16 \div 0,43$ или $0,57 \div 0,84$
AP	$0,01 \div 0,91$ или $-0,91 \div -0,01$	$-0,91 \div -0,01$ или $0,01 \div 0,91$	—	$0,58 \pm 0,09$	—
Reines et al.	$-2,30 \div 0,30$	$-2,30 \div 0,30$	$-0,12 \div 0,12$ или $-2,12 \div -1,88$	$0,35 \pm 0,07$	$0 \div 0,18$ или $0,32 \div 0,6$

поиску рассеяния электронного антинейтрино (от реактора) на электроны таковы [13] (см. также обзор [8]):

$$\sigma(\bar{\nu}_e e) = (0,47 \pm 0,14) \cdot 10^{-41} (E_\nu / \text{ГэВ}) \text{ см}^2 \quad (1,5 \text{ МэВ} < E_e < 3 \text{ МэВ}),$$

$$\sigma(\bar{\nu}_e e) = (0,92 \pm 0,24) \cdot 10^{-41} (E_\nu / \text{ГэВ}) \text{ см}^2 \quad (3 \text{ МэВ} < E_e < 4,5 \text{ МэВ}),$$

здесь E_e — энергия электрона отдачи. В [12] эти данные усреднены и распространены на область высоких энергий. При этом автор приводит

$$\sigma(\bar{\nu}_e e) = (0,58 \pm 0,14) \cdot 10^{-41} (E_\nu / \text{ГэВ}) \text{ см}^2. \quad (8)$$

В табл. 4 представлены области значений g_V и g_A , дозванных экспериментальными данными (5), (7) и (9). В нее также внесены ограничения на параметры теорий ВС и V , вытекающие из указанных экспериментов.

В заключение авторы выражают благодарность Н. А. Гулиеву за обсуждение затронутых в статье вопросов.

Литература

1. Hasert F. J. et al., Phys. Lett., B 46, 138, 1973.
2. Benvenuti A. et al., Phys. Rev. Lett., 32, 800, 1974.
3. Шехтер В. М. УФН, 119, 593, 1976.
4. Weinberg S. Phys. Rev. Lett., 19, 1264, 1967; 27, 1688, 1971; Phys. Rev. D 5, 1412, 1972.
5. Salam A. Proc. 8-th Nobel Symp., Stockholm, 1968, p. 376.
6. De Rujula A., Georgi H., Glashow S. L. Phys. Rev. D12, 3389, 1975.
7. Smith J. Proc. XVIII Intern. Conf. on High Energy Phys., Tbilisi, 1976, part 11, p. B184.
8. Gershtein S. S. Proc. XVIII Intern. Conf. on High Energy Phys., Tbilisi, 1976, part 11, p. B125.
9. Hasert F. J. et al. Phys. Lett., B46, 121, 1973.
10. Billetschau J. et al. CERN (EP)PHYS 76—42, 1976.
11. Гулиев Н. А., Джафаров И. Г., Халилзаде Ф. Т., Султанов С. Ф. Препринт № 51, ИФАН Азерб. ССР, Баку, 1976.
12. Falssner H. Proc. XVIII Intern. Conf. on High Energy Phys., Tbilisi, 1976, part 11, p. B114.
13. Reines F. Proc. Neutrino Conference, Aachen, 1976.

Институт физики

Поступило 30. V 1977

И. Н. Чәфәров, С. Ф. Султанов

НЕЙТРАЛ ЗЭИФ ЧЭРЭЖАНЛАРЫН ГУРУЛУШУНА ДАИР

Мәгәлэдә нейтрино вә антинейтринонун нуклонлардан инкүзүв сәһилмәси процессләринин өйрәнилмәсинә, нейтрино вә антинейтринонун электрондан сәһилмәси процессләринин ахтарылмасына даир мөвчүд тәһрүби мә'луматлар нейтрал зәиф чәрә-жанларын үмүми (V, A)—гурулушу баһымындан анализ едилмишдир. Гаршылыгы тәһсирин вектору вә аксиал сабитләри үчүн мәһдудийәтләр алынмышдыр.

ON THE QUESTION OF NEUTRAL WEAK CURRENTS' STRUCTURE

Recent experimental data on the study of neutrino and antineutrino inclusive scattering on the nucleons and the search for the processes of neutrino and antineutrino scattering on the electron have been considered from the point of common (V, A) —structure of neutral weak currents. The restrictions on the vector and axial constants of interaction have been obtained. The sequences of the above mentioned experiments in the cases of Weinberg—Salam model, vector model, $(V-A)$ — and $(V + A)$ —variants of the neutral weak currents' are considered, too.

УДК 539.3

МЕХАНИКА

Акад. Ю. А. АМЕНЗАДЕ, ИБРАГИМ ЭЛЬТАХЕР МУХАММЕД МУХАММЕД

РАВНОВЕСИЕ БЕСКОНЕЧНОЙ УПРУГОЙ ПОЛОСЫ С ЭКСЦЕНТРИЧЕСКИМ ЭЛЛИПТИЧЕСКИМ ОТВЕРСТИЕМ

В данной работе предложена методика решения указанной задачи. Решение сведено к бесконечной системе линейных уравнений относительно коэффициентов Фурье вспомогательной функции, введенной на эллипсе.

1. Рассмотрим бесконечную полосу шириной $2c$, ослабленную эксцентрично расположенным отверстием. Обозначим через S_0 область, заключенную внутри эллипса L_0 , а S_1 —область, составляющую часть полосы вне эллипса L_0 . Обход эллипса L_0 возьмем в направлении движения часовой стрелки. Оси координат x, y совместим соответственно с большой осью эллипса и с осью полосы. Координаты центра эллипса $(d, 0)$. В удаленной части полосы действуют напряжения $\sigma_y^0 = \text{const}$, а по граням $x = \pm c$ —напряжения $\sigma_x^0 = \text{const}$. Будем считать, что граница эллипса L_0 свободна от внешних усилий.

Напряжения $\sigma_x^{(1)}$, $\sigma_{xy}^{(1)}$ и $\sigma_y^{(1)}$, возникающие в полосе, представим в виде

$$\sigma_x^{(1)} = \sigma_x^0 + \sigma_x; \quad \sigma_{xy}^{(1)} = \sigma_{xy}; \quad \sigma_y^{(1)} = \sigma_y^0 + \sigma_y \quad (1,1)$$

Здесь σ_x , σ_{xy} и σ_y —дополнительные напряжения, обусловленные наличием эллиптического отверстия. Для этих напряжений граничные условия будут

$$\sigma_x = \sigma_{xy} = \sigma_y = 0 \quad \text{при } y \rightarrow \pm \infty, \quad (1,2)$$

$$\sigma_x = \sigma_{xy} = 0 \quad \text{при } x = \pm c, \quad (1,3)$$

$$\sigma_x n_x + \sigma_{xy} n_y = -\sigma_x^0 n_x; \quad (1,4)$$

$$\sigma_{xy} n_x + \sigma_y n_y = -\sigma_y^0 n_y, \quad \text{на } L_0,$$

где n_x, n_y —косинусы углов нормали эллипса $\bar{n}$ с осями координат.

На основании (1,4) потенциалы $\varphi_0(z)$ и $\psi_0(z)$, определяющие дополнительные напряжения σ_x , σ_{xy} и σ_y , должны удовлетворять условию на L_0

$$\varphi_0(t) + t\overline{\varphi_0(t)} + \overline{\psi_0(t)} = 2C_* - 2h_1 t - 2h_2 \bar{t}, \quad (1,5)$$

где $h_1 = \frac{1}{4}(\sigma_y^0 + \sigma_x^0)$, $h_2 = \frac{1}{4}(\sigma_y^0 - \sigma_x^0)$, C_* —постоянная.

Введем на L_0 функцию $\omega(t)$, определяемую из следующего соотношения

$$2\omega(t) = \varphi_0(t) - \overline{t\varphi_0(t)} - \overline{\psi_0(t)} \quad (1,6)$$

Исходя из (1,5) и (1,6), на основании свойств интегралов типа Коши и теоремы аналитического продолжения заключаем, что

$$\varphi(z) = \begin{cases} \varphi_0(z) - I_1(z), & z \in S_1 \\ -I_1(z) + h_1 z - \overline{C_*}, & z \in S_0 \end{cases} \quad (1,7)$$

$$\psi(z) = \begin{cases} \varphi_0(z) - I_2(z), & z \in S_1 \\ -I_2(z) + h_2 z - \overline{C_*}, & z \in S_0, \end{cases} \quad (1,8)$$

где

$$I_1(z) = \frac{1}{2\pi i} \int_{L_0} [\omega(t) - h_2 \bar{t}] \frac{dt}{t-z},$$

$$I_2(z) = -\frac{1}{2\pi i} \int_{L_0} \left[\overline{\omega(t)} + \bar{t}\omega'(t) - h_2 \bar{t} \frac{d\bar{t}}{dt} \right] \frac{d\bar{t}}{t-z} \quad (1,9)$$

являются регулярными функциями в сплошной полосе и определяют напряжения $\sigma_x^{(2)}$, $\sigma_{xy}^{(2)}$ и $\sigma_y^{(2)}$.

2. Воспроизведем функцию

$$\zeta = \frac{1}{2A} [z-d + \sqrt{(z-d)^2 - 4A^2}], \quad (2A = \sqrt{a^2 - b^2},$$

$$\rho = \sqrt{\frac{a+b}{a-b}}) \quad (2,1)$$

конформно отображающую внешность окружности γ радиуса ρ на внешность эллипса L_0 с полуосями a и b . Обратная ей функция будет

$$z-d = A(\zeta + \zeta^{-1}) \quad (2,2)$$

Функцию $\omega_*(t)$ на окружности γ представим в виде

$$\omega_*(t) = \omega(t(\tau)) = \alpha_0 + \sum_{k=1}^{\infty} \left[c_k \left(\frac{\tau}{\rho} \right)^k + \beta_k \left(\frac{\rho}{\tau} \right)^k \right], \quad (2,3)$$

где c_k и β_k ($k=1, 2, 3, \dots$) — неизвестные вещественные коэффициенты, α_0 — вообще говоря, комплексный коэффициент. Учитывая (2,2) и (2,3) в формулах (1,3), после ряда преобразований для $z \in S_1$ найдем

$$I_1^*(\zeta) = I_1(z(\zeta)) = \sum_{k=1}^{\infty} a_k \zeta^{-k}; \quad I_2^*(\zeta) = I_2(z(\zeta)) = \sum_{k=1}^{\infty} b_k \zeta^{-k}, \quad (2,4)$$

где

$$a_k = \rho^k c_k - \rho^{-k} \beta_k - H \bar{b}_k,$$

$$b_k = (\rho^{-k} - k\rho^{k+2}) \beta_k - (\rho^k - k\rho^{-k-2}) c_k + \sum_{s=1}^k H_s^k (\rho^s \beta_s - \rho^{-s} c_s) - H_k,$$

$$H = abh_2/A, \quad H_{2k} = abh_2 d/A^2; \quad H_{2k+1} = ab(a^2 + b^2)h_2/2A^3,$$

$$H_s^k = \begin{cases} d/A, & s=1, 3, 5, \dots \\ \rho^2 + \rho^{-2}, & s=2, 4, 6, \dots \end{cases}$$

$$H_s^{2k-1} = \begin{cases} \rho^2 + \rho^{-2}, & s=1, 3, 5, \dots \\ d/A, & s=2, 4, 6, \dots \end{cases}$$

$$\bar{b}_k = 0, \text{ если } k \neq 1, \bar{b}_1 = 1, H_1 = 0 \quad (k=1, 2, 3, \dots)$$

На основании формул (2,1) и (2,2) после ряда математических выкладок найдем

$$\zeta^{-k} = \sum_{s=0}^{\infty} (-1)^{s+k+1} M_{k,k+s} [2A/(z-d)]^{2s+k},$$

$$(|2A/(z-d)| < 1), \quad (2,5)$$

здесь

$$M_{k,k+s} = \sum_{v=0}^N C_k^{2v+1} C_{(2v+1)/2}^{k+s}; \quad N = \begin{cases} k/2 - 1, & k \text{ — четное} \\ (k-1)/2, & k \text{ — нечетное} \end{cases}$$

Исходя из (1,3), (1,7) и (1,8), найдем

$$\sigma_x^{(2)}(t) + i\sigma_{xy}^{(2)}(t) = -I_1'(t) - \overline{I_1'(t)} + t\overline{I_1'(t)} + \overline{I_2'(t)}, \quad (t = \pm c + iy) \quad (2,6)$$

Из формул (2,4) и (2,5) имеем

$$I_1(z) = \sum_{n=1}^{\infty} P_n (z-d)^{-n}, \quad I_2(z) = \sum_{n=1}^{\infty} R_n (z-d)^{-n} \quad (2,7)$$

$$P_n = (2A)^n \sum_{k=2-\Delta}^n (-1)^{\frac{n+k}{2}+1} a_k M_{k, \frac{n+k}{2}}$$

$$R_n = (2A)^n \sum_{k=2-\Delta}^n (-1)^{\frac{n+k}{2}+1} b_k M_{k, \frac{n+k}{2}},$$

$\Delta = 0$, когда n — четное; $\Delta = 1$, когда n — нечетное.

Учитывая выражение (2,7) в формуле (2,6), на гранях $t = \pm c + iy$, получим

$$\sigma_x^{(2)}(t) + i\sigma_{xy}^{(2)}(t) = \sum_{n=1}^{\infty} [P_n^* (t-d)^{-n-1} + R_n^* (\bar{t}-d)^{-n-1} + (n+1) P_n^* t (\bar{t}-d)^{-n-2}], \quad (2,9)$$

где

$$P_n^* = nP_n, R_n^* = n(R_n - P_n).$$

Последняя формула показывает, что при $t \rightarrow \pm \infty$, $\sigma_x^{(2)}(\pm \infty) = \sigma_{xy}^{(2)}(\pm \infty) = 0$ и напряжения $\sigma_x^{(2)}$ и $\sigma_{xy}^{(2)}$ на каждой из граней полосы самоуравновешаны.

3. Применяя интегральное преобразование Фурье к уравнениям равновесия и совместности деформаций, найдем

$$\frac{\partial^4 \bar{\sigma}_x^{(2)}}{\partial x^4} - 2\lambda^2 \frac{\partial^2 \bar{\sigma}_x^{(2)}}{\partial x^2} + \lambda^4 \bar{\sigma}_y^{(2)} = 0, \quad (3,1)$$

где

$$\bar{\sigma}_x^{(2)} = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\infty} \sigma_x^{(2)}(x, y) e^{i\lambda y} dy; \quad \bar{\sigma}_y^{(2)} = -\frac{\partial^2 \bar{\sigma}_x^{(2)}}{\partial x^2} \lambda^2,$$

$$\bar{\sigma}_{xy}^{(2)} = \frac{\partial}{\partial x} \bar{\sigma}_x^{(2)} i\lambda$$

Общее решение уравнения (3,1) имеет вид

$$\bar{\sigma}_x^{(2)}(x, \lambda) = [A_1(\lambda) + \lambda x B_1(\lambda)] \operatorname{ch} \lambda x + [A_2(\lambda) + \lambda x B_2(\lambda)] \operatorname{sh} \lambda x, \quad (3,2)$$

$$i\bar{\sigma}_{xy}^{(2)}(x, \lambda) = [A_1 + B_2 + \lambda x B_1] \operatorname{sh} \lambda x + [A_2 + B_1 + \lambda x B_2] \operatorname{ch} \lambda x \quad (3,3)$$

$$\bar{\sigma}_y^{(2)}(x, \lambda) = -[A_1 + 2B_2 + \lambda x B_1] \operatorname{ch} \lambda x - [A_2 + 2B_1 + \lambda x B_2] \operatorname{sh} \lambda x \quad (3,4)$$

Из граничных условий на гранях полосы найдем

$$\begin{aligned} A_1 &= 2 [\bar{\sigma}_1^* (\operatorname{sh} \mu + \mu \operatorname{ch} \mu) - i \bar{\sigma}_2^* \mu \operatorname{ch} \mu] / (\operatorname{sh} 2\mu + 2\mu), \\ B_2 &= 2 [-\bar{\sigma}_1^* \operatorname{sh} \mu + i \bar{\sigma}_2^* \operatorname{ch} \mu] / (\operatorname{sh} 2\mu + 2\mu), \end{aligned} \quad (3,5)$$

$$B_1 = 2 [\bar{\sigma}_3^* \operatorname{ch} \mu - i \bar{\sigma}_4^* \operatorname{sh} \mu] / (2\mu - \operatorname{sh} 2\mu),$$

$$A_2 = 2 [-\bar{\sigma}_3^* (\operatorname{ch} \mu + \mu \operatorname{sh} \mu) + i \bar{\sigma}_4^* \mu \operatorname{sh} \mu] / (2\mu - \operatorname{sh} 2\mu).$$

Здесь

$$\bar{\sigma}_1^* = \frac{1}{2} [\bar{\sigma}_x^{(2)}(c, \lambda) + \bar{\sigma}_x^{(2)}(-c, \lambda)], \quad \bar{\sigma}_2^* = \frac{1}{2} [\bar{\sigma}_{xy}^{(2)}(c, \lambda) - \bar{\sigma}_{xy}^{(2)}(-c, \lambda)],$$

$$\bar{\sigma}_3^* = \frac{1}{2} [\bar{\sigma}_x^{(2)}(c, \lambda) - \bar{\sigma}_x^{(2)}(-c, \lambda)], \quad \bar{\sigma}_4^* = \frac{1}{2} [\bar{\sigma}_{xy}^{(2)}(c, \lambda) + \bar{\sigma}_{xy}^{(2)}(-c, \lambda)],$$

$$\mu = \lambda c.$$

На основании формул обращения Фурье из (3,2), (3,3), (3,4) и (3,5) следует

$$\begin{aligned} \sigma_x^{(2)}(x, y) &= \frac{1}{\sqrt{2\pi}c} \left\{ L_1 + L_2 + \frac{z + \bar{z}}{2c} (L_5 + L_6) + \right. \\ &\quad \left. + \left[L_1 + L_2 + \frac{z + \bar{z}}{2c} (L_5 + L_6) \right] \right\}, \\ i\sigma_{xy}^{(2)}(x, y) &= \frac{-1}{\sqrt{2\pi}c} \left\{ L_1 + L_2 + L_3 + L_4 + \frac{z + \bar{z}}{2c} (L_5 + L_6) - \right. \\ &\quad \left. - \left[L_1 + L_2 + L_3 + L_4 + \frac{z + \bar{z}}{2c} (L_5 + L_6) \right] \right\}, \end{aligned} \quad (3,6)$$

$$\begin{aligned} \sigma_y^{(2)}(x, y) &= \frac{-1}{\sqrt{2\pi}c} \left\{ L_1 + L_2 + 2L_3 + 2L_4 + \right. \\ &\quad \left. + \frac{z + \bar{z}}{2c} (L_5 + L_6) + \left[L_1 + L_2 + 2L_3 + 2L_4 + \frac{z + \bar{z}}{2c} (L_5 + L_6) \right] \right\}, \end{aligned}$$

где

$$L_1 = \int_0^\infty A_1 \operatorname{ch} \mu \frac{z}{c} d\mu, \quad L_2 = \int_0^\infty A_2 \operatorname{sh} \mu \frac{z}{c} d\mu, \quad L_3 = \int_0^\infty B_1 \operatorname{sh} \mu \frac{z}{c} d\mu,$$

$$L_4 = \int_0^\infty B_2 \operatorname{ch} \mu \frac{z}{c} d\mu, \quad L_5 = \int_0^\infty B_1 \mu \operatorname{ch} \mu \frac{z}{c} d\mu, \quad L_6 = \int_0^\infty B_2 \mu \operatorname{sh} \mu \frac{z}{c} d\mu.$$

Для приближенного вычисления интегралов L_j ($j = 1, 2, \dots, 6$) их ядра $2\mu/(\operatorname{sh} 2\mu + 2\mu)$ и $(2\mu)^3/(\operatorname{sh} 2\mu - 2\mu)$, следуя работам [2], [3], соответственно заменены функциями $(-3.1\mu + 6.5) \exp(-2.8\mu) + 4\mu \exp(-2\mu)$ и $(32.86\mu^2 + 16.17\mu + 6) \exp(-3\mu) + 16\mu^3 \exp(-2\mu)$. Тогда мы имеем интегралы вида

$$\begin{aligned} \int_0^\infty \frac{1}{\kappa!} \left(\frac{\mu}{c} \right)^\kappa e^{-\mu(b_n \pm z/c)} d\mu, \quad \int_0^\infty [e^{-\mu(b_n + z/c)} - e^{-\mu(b_n - z/c)}] \frac{d\mu}{\mu}, \\ \int_0^\infty [e^{-\mu(b_n + z/c)} + e^{-\mu(b_n - z/c)}] \frac{d\mu}{\mu}, \quad \int_0^\infty [e^{-\mu(b_n + z/c)} - e^{-\mu(b_n - z/c)}] \frac{d\mu}{\mu^2}. \end{aligned}$$

Первый из них вычисляется по частям, второй — на основании формул для интегралов Фруллани, а третий и четвертый — на основании свойств интегралов с параметрами.

4. Согласно формулам (3,6) и (3,7) получим

$$\begin{aligned} c\varphi'(z) &= \sum_{n=1}^\infty \sum_{j=0}^\infty \left\{ \Gamma_{n,j}^{(1)} \left[\left(a_n + \frac{z}{c} \right)^{-j-1} + \left(a_n - \frac{z}{c} \right)^{-j-1} \right] + \right. \\ &\quad \left. + \Gamma_{n,j}^{(2)} \left[\left(b_n + \frac{z}{c} \right)^{-j-1} - \left(b_n - \frac{z}{c} \right)^{-j-1} \right] \right\} + A_1^* \frac{z}{c} \ln \frac{b_6^2 - z^2/c^2}{b_2^2 - z^2/c^2} + \\ &\quad + A_2^* \frac{z}{c} \ln \frac{b_8^2 - z^2/c^2}{b_4^2 - z^2/c^2} + A_3^* \ln \frac{b_2 + z/c}{b_2 - z/c} + A_4^* \ln \frac{b_6 + z/c}{b_6 - z/c} + \\ &\quad + A_5^* \ln \frac{b_4 + z/c}{b_4 - z/c} + A_6^* \ln \frac{b_8 + z/c}{b_8 - z/c}, \end{aligned} \quad (4,1)$$

$$\begin{aligned} c\psi^1(z) &= \sum_{n=1}^\infty \sum_{j=0}^\infty \left\{ T_{n,j}^{(1)} \left[\left(a_n + \frac{z}{c} \right)^{-j-1} + \left(a_n - \frac{z}{c} \right)^{-j-1} \right] + \right. \\ &\quad \left. + T_{n,j}^{(2)} \left[\left(b_n + \frac{z}{c} \right)^{-j-1} - \left(b_n - \frac{z}{c} \right)^{-j-1} \right] \right\} + B_1^* \frac{z}{c} \ln \frac{b_6^2 - z^2/c^2}{b_2^2 - z^2/c^2} + \\ &\quad + B_2^* \frac{z}{c} \ln \frac{b_8^2 - z^2/c^2}{b_4^2 - z^2/c^2} + B_3^* \left(\ln \frac{b_2 + z/c}{b_2 - z/c} - \ln \frac{b_4 + z/c}{b_4 - z/c} + \right. \\ &\quad \left. + B_4^* \left(\ln \frac{b_6 + z/c}{b_6 - z/c} - \ln \frac{b_8 + z/c}{b_8 - z/c} \right) \right) \end{aligned} \quad (4,2)$$

Из (1,1), (1,2), (1,3), (2,3), (2,4), (4,1) и (4,2) после ряда преобразований построим бесконечную систему линейных уравнений относительно коэффициентов c_k, φ_k

$$\sum_{k=1}^\infty [q_k(l) \varphi_k + p_k(l) c_k] = f(l), \quad (l = 1, 2, 3, \dots) \quad (4,3)$$

Для коэффициентов $\Gamma_{n,j}^{(1)}, T_{n,j}^{(1)}, A_1^*, B_1^*, a_1, b_1, q_k(l), p_k(l)$ и $f(l)$ получены соответствующие формулы.

Литература

1. Мухелишвили Н. И. Некоторые основные задачи математической теории упругости. Наука, М., 1966. 2. Мироненко Н. И. Чистый изгиб бесконечной полосы, симметрично ослабленной круговым отверстием. МММ, № 1, 1972, 3. Sneddon I. N. The elastic stresses produced in a thick plate by the application of pressure to its free surfaces. Proc. of the Camb. Phil. Soc. Vol. 42, Oct. 1946.

АГУ им. С. М. Кирова

Поступило 23. VI 1977

Ж. Э. Эманзаде, Ибраһим Элтаһир Мәһәммәд Мәһәммәд

ЭКСЕНТРИК ЕЛЛИПТИК ДЕШИКЛИ СОНСУЗ СОЛАҒЫН ТАРАЗЛЫҒЫ

Мәһәлләдә көстәрилән мәсәләһини һәлл методикасы верилір. Бу мәсәләһини һәлли еллипс үзәриндә даһил едилмиш көмәкчи функцияһын Фурје әмсалларына нәзәрән сонсуз хәтти тәһликләр системинә кәтирилир.

Yu. A. Amenzade, I. E. — T. Mohammed

EQUILIBRIUM OF INFINITE STRIPE WITH AN ECCENTRIC ELLIPTIC HOLE

In this paper we have studied the stresses produced in an infinite elastic stripe with an eccentric elliptic hole by application of constant forces to stripe's edges.

Here we used the methods of theories of functions with complex variables and Forler's transformation.

УДК 622.242.4:530.145.6(026)

ПРИКЛАДНАЯ МЕХАНИКА

В. Г. САРКИСОВ, И. И. СЕМЕНОВА

О ДИНАМИЧЕСКОМ ВОЗДЕЙСТВИИ ВОЛН НА ГИДРОТЕХНИЧЕСКИЕ СООРУЖЕНИЯ

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

Освоение нефтяных месторождений на больших глубинах моря связано с созданием гидротехнических сооружений, которые должны рассчитываться с учетом динамики волнового воздействия. В настоящее время еще не сложилось единого подхода к решению подобных задач. Существующие методы, основанные или на теории регулярных волн [1], или на представлениях статистической динамики и линейной спектральной теории волн [2], построены с учетом ряда предположений, которые существенно снижают точность решений и ограничивают возможность применения.

Проведенные в данной работе исследования основываются на групповых свойствах волн, которые присущи волнению различного типа (петровое, зыбь, смешанное), интенсивности (штормовое, сильное, умеренное) и не зависят от размеров бассейна. Такой подход позволяет не только наиболее полно учесть особенности волнового воздействия, но и, используя богатый статистический материал, касающийся параметров волн, сделать общие выводы по динамике гидротехнических сооружений.

Волнение в работе рассматривается как двумерный неустойчивый периодический процесс, в котором волны образуют группы, состоящие из постепенно возрастающих, а затем уменьшающихся по высоте волн, имеющих различные периоды и длины. Волновая поверхность внутри группы представлена последовательностью регулярных волн, соотношением высот, периодов и длин, которые задаются согласно статистике [3]. Волновое давление каждой волны рассчитывается по СНиП [4].

Прочность и устойчивость гидротехнических сооружений исследуются при действии волн больших высот. Между наибольшими волнами последовательных групп при любом шторме проходит некоторое количество волн значительно меньшей высоты, которые фактически гасшат влияние на сооружение предшествующих больших волн. Поэтому для выявления динамического эффекта достаточно изучить колебания сооружения за время прохождения одной группы волн, содержащей волну расчетной высоты.

Предполагаемым методом можно исследовать динамику гидротехнических сооружений, имеющих несколько рядов опорных колонн. В работе приведены формулы для двух рядов опорных колонн применительно к самоподъемным плавучим буровым установкам (СПБУ).

Колебания сооружения рассматриваются согласно общепринятым представлениям, как колебание системы с одной степенью свободы. Волновая нагрузка на одну колонну задается опрокидывающим моментом M относительно пяти опорной колонны, равного сумме моментов от равнодействующих скоростной M_c и инерционной M_n составляющих волнового давления. С учетом изменения точки приложения равнодействующих, опрокидывающий момент для i -ой волны группы запишется [4]:

$$M_i = A_1 h_i (H_i \delta_{ni} - \bar{z}_{Qn} \mu_n \delta_{ni}) + A_2 h_i^2 (H_i \delta_c - \bar{z}_{Qc} \mu_c \delta_c) \quad (1)$$

$A_1 h_i$, $A_2 h_i^2$ — соответственно максимальная инерционная и скоростная составляющие статической волновой нагрузки; $H_i = H + h_{зад}$, где H — глубина моря, $h_{зад}$ — величина погружения опорных колонн в грунт; δ_c , δ_{ni} , μ_c , μ_n зависят от фазы волны и представлены в виде:

$$\sum_j (a_j \sin 2\pi_j t_1 + b_j \cos 2\pi_j t_1), \quad t_1 = \frac{a_0}{\lambda_1} - \frac{t}{\tau_1} \quad (2)$$

a_j , b_j определяются из сопоставления (2) с соответствующими зависимостями [4]; a_0 — первоначальное положение вершины волны относительно оси первого ряда колонн; λ_1 — длина и τ_1 — период i -ой волны группы. Расчетами установлено, что с достаточной степенью точности можно ограничиться $j=2$.

Уравнение колебаний сооружения с двумя рядами опорных колонн записывается следующим образом:

$$\frac{d^2 x_1}{dt^2} + \frac{2\gamma}{T} \frac{dx_1}{dt} + \frac{s}{m_{пр}} x_1 = M_{01} + M_{11} \sin 2\pi t_1 + M_{21} \cos 2\pi t_1 + M_{31} \sin 4\pi t_1 + M_{41} \cos 4\pi t_1, \quad (3)$$

$$M_{01} = A_2 h_i^2 \frac{n_1 + n_2}{m_{пр} e} (0,16 H_i + 0,34 \lambda_1 \bar{z}_{Qc}),$$

$$M_{11} = A_{1n} \left(n_1 + n_2 \cos 2\pi \frac{a_1}{\lambda_1} \right) - n_2 A_{1c} \sin 2\pi \frac{a_1}{\lambda_1},$$

$$M_{31} = A_{2n} \left(n_1 + n_2 \cos 4\pi \frac{a_1}{\lambda_1} \right) - n_2 A_{2c} \sin 4\pi \frac{a_1}{\lambda_1},$$

$$M_{21} = A_{1c} \left(n_1 + n_2 \cos 2\pi \frac{a_1}{\lambda_1} \right) + n_2 A_{1n} \sin 2\pi \frac{a_1}{\lambda_1},$$

$$M_{41} = A_{2c} \left(n_1 + n_2 \cos 4\pi \frac{a_1}{\lambda_1} \right) + n_2 A_{2n} \sin 4\pi \frac{a_1}{\lambda_1},$$

$$A_{1n} = \frac{A_1 h_i}{m_{пр} e} (H_i - 0,96 \lambda_1 \bar{z}_{Qn}), \quad A_{2n} = \frac{A_1 h_i}{m_{пр} e} (0,11 H_i + 0,05 \lambda_1 \bar{z}_{Qn}),$$

$$A_{1c} = \frac{A_2 h_i^2}{m_{пр} e} (0,54 H_i - 1,32 \lambda_1 \bar{z}_{Qc}), \quad A_{2c} = \frac{A_2 h_i^2}{m_{пр} e} (0,17 H_i - 0,05 \lambda_1 \bar{z}_{Qc}).$$

x_1 — отклонение сооружения от вертикального положения под действием i -ой волны группы; γ — логарифмический декремент затухания; T — период собственных колебаний сооружения; $m_{пр}$ — приведенная масса сооружения; s — жесткость колонн; a_1 — расстояние между осями колонн первого и второго рядов; e — усредненное расстояние от пяти опорной колонны до точки приложения результирующей вол-

Решение уравнения (3) записывается:

B_1, b_1 — произвольные постоянные, определяемые из граничных условий; $\delta_1 = \frac{T}{\tau_1}$; $M_{1 \max}$ — максимальный опрокидывающий момент от статической нагрузки i -ой волны группы.

Колебания сооружения под действием группы волн описываются системой уравнений (4), в которых произвольные постоянные B_1, b_1 последовательно определяются из условий на границе двух смежных волн: $x_1 = x_{1+1}, \frac{dx_1}{dt} = \frac{dx_{1+1}}{dt}$.

28

$$K_{gl} = \frac{S/N_{1 \max}}{M_{\max}}.$$

Значения параметров волн и $\kappa_{\text{г}}$ приведены в таблице.

3. Сравнительно небольшие изменения периодов последовательно идущих волн, не имеющие практического значения при расчете сооружений вне резонансной области ($\delta_1 \leq 0,8$; $\delta_2 \geq 1,2$), существенно влияют, как видно из таблицы, на величину волнового давления в резонансной области.

Поступило 28. V 1977

This paper relates to the method of the dynamic calculation of the hydrotechnical structures, based on the group properties of the swell, and this method allows to estimate wave loads in the resonance region. It has been established, that change in the wave pressure resultant point, and also even a small change in the wave periods and wave height influence essentially the dynamic load in the resonance region.

УДК 577.3

БИОФИЗИКА

Х. М. КАСУМОВ, А. Ф. КОЖОКАРУ, В. В. ПЕРЕЛЫГИН,
Ш. В. МАМЕДОВ

ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕЙСТВИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ СЕЛЕНА НА ДЫХАТЕЛЬНУЮ ЦЕПЬ МИТОХОНДРИЙ

(Представлено академиком АН Азербайджанской ССР Г. Г. Гасановым)

Анализируя существующие аспекты действия селена на живые структуры, можно сделать заключение, что соединения селена участвуют во многих звеньях биологического окисления [1]. В этом отношении хотелось бы обратить внимание на связь селена с ферментами: включение в активные центры и действие на ряд гликолитических и дыхательных ферментов [2]. В связи с этим вызывает интерес гипотеза Диплока [3] о включении селена в дыхательную цепь клеточных мембран. Действительно, как было показано в предыдущей статье [4], селенит истинно действует на фосфорилирующий путь окисления в митохондриях. Цель настоящей работы — дальнейшее исследование действия органических соединений селена (водорастворимых и жирорастворимых) на фосфорилирующий путь окисления в сопрягающих мембранах митохондрий.

МЕТОДИКА

Митохондрии выделяли из печени крыс линии Вистар методом дифференциального центрифугирования [5] с модификациями Мосолова и др. [6]. Подробно методика описана в предыдущей статье [4]. Густую суспензию митохондрий разбавляли из расчета 0,1 мл среды выделения на 1 г печени и хранили в пробирке, погруженной в дюар со льдом. Методом Лоури [7] определяли содержание белка в суспензии. В опыте использовались митохондрии, содержащие 60—70 мг/мл белка. Состояние митохондрий оценивали по активности поглощения кислорода, фосфорилирующей способности, величине дыхательного контроля по Ларди и Чансу [8,9]. Полярнографическим методом, с использованием вращающегося платинового электрода измеряли скорость поглощения кислорода при окислении митохондрий теми или иными субстратами. Скорость дыхания митохондрий в норме принималась за 100%. Ток насыщения достигался при потенциале 600 мВ на платиновом электроде. Исследования проводились в герметической ячейке объемом 1 мл при комнатной температуре в среде сле-

Формулы и названия исследованных соединений

№ п/п	Формула	Название
1	Растворим в этаноле $\text{C}_6\text{H}_5\text{—Se—CH}_2\text{—CH(OH)—CH}_2\text{—O—CH}_3$	1-метоксипропан-2-ол, 3-фенилселенопропан
2	Растворим в этаноле $\text{C}_6\text{H}_5\text{—Se—CH}_2\text{—CH(O—C(CH}_3\text{)}_2\text{)—CH}_2\text{—O—C(CH}_3\text{)}_2\text{—CH}_3$	1,2-ацетилкеталь, 3-фенилселенопропан
3	Растворим в этаноле $\text{C}_6\text{H}_5\text{—Se—CH}_2\text{—CH(OH)—CH}_2\text{—OH}$	1,2-диоксипропан-3-ол, 3-фенилселенопропан
4	Растворим в этаноле $\text{C}_6\text{H}_5\text{—Se—CH}_2\text{—CH(OH)—CH}_2\text{—N(C}_2\text{H}_5\text{)}_2$	1, N, N'-диэтиламино-2-оксипропан-3-ол, 3-фенилселенопропан
5	Растворим в воде $\text{C}_6\text{H}_5\text{—Se—CH}_2\text{—CH(OH)—CH}_2\text{—NH—C}_6\text{H}_5 \cdot \text{HCl}$	[1-N-фениламино-2-оксипропан-3-ол, 3-фенилселенопропан] гидрохлорид
6	Растворим в воде $\text{C}_6\text{H}_5\text{—Se—CH}_2\text{—CH(OH)—CH}_2\text{—N(C}_2\text{H}_5\text{)}_3 \cdot \text{HCl}$	[1-(4-пиперидино)-2-оксипропан-3-ол, 3-фенилселенопропан] гидрохлорид

дующего состава: 20 мМ трис-НСI, 300 мМ сахарозы, 25 мМ КСI, 5 мМ К₂НРО₄, 1 мМ этилендиаминтетраацетата (ЭДТА) при добавлении различных субстратов и ингибиторов. В качестве субстратов были использованы: 8·10⁻³ М сукцинат, 8·10⁻² М малат, 8·10⁻³ М пируват и 4·10⁻³ М аскорбат. В качестве ингибиторов дыхания использовали следующие соединения: 2·10⁻⁷ М ротенон, 5·10⁻³ М малонат, 2·10⁻⁶ М антимицин А и цианида калия. Исследуемые вещества приведены в таблице.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Водорастворимые соединения селена (ВСС) оказались слабоэффективными в изменении скорости дыхания митохондрий (рис. 1). Максимальная скорость дыхания достигала 110—130% по отношению к исходной, принятой за 100%.

В отличие от ВСС жирорастворимые соединения селена (ЖСС) оказались намного эффективнее. Зависимость относительной скорости дыхания митохондрий от концентрации исследуемых соединений, показана на рис. 2. Как видно из рисунка, с увеличением concentra-

ции вещества происходит ускорение дыхания митохондрий, затем достигает максимума, а при дальнейшем увеличении концентрации наблюдается резкое ингибирование дыхания (рис. 2, кр. 1). Максимальная скорость дыхания достигает величины 280—340% в зависимости от типа исследуемых веществ.

По своему характеру эти соединения можно было отнести к классическим разобщителям окислительного фосфорилирования (ди-

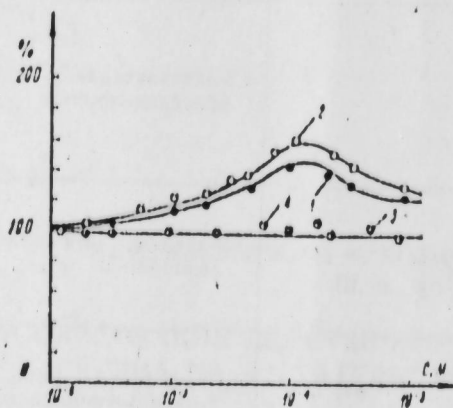


Рис. 1. Зависимость относительной скорости дыхания митохондрий от концентрации подрастворимых соединений селена: 1, 3—[1(4-пиперидино-2-оксн-3-фенилселенопропан)] гидрохлорид 2, 4—[1-N-фениламино, 2-оксн-3-фенилселенопропан)] гидрохлорид. Кр. 3, 4 получены в среде с сукцинатом + ротеином. Концентрации субстрата и ротеина указаны в методике.

которых являются белковые компоненты мембраны, не будут влиять на искусственные мембраны, моделирующие только фосфолипидные участки природных мембран [12]. Исходя из этого мы предположили, что основное действие соединений селена должно определяться взаимодействием их с ферментами, локализованными в дыхательной цепи митохондрий. С этой целью исследовалось действие органических соединений селена на дыхание митохондрий в присутствии различных субстратов. Наибольший эффект был получен в среде митохондрий, субстратом которого является сукцинат (янтарная кислота). Янтарная кислота—единственный субстрат в цикле Кребса, способный почти полностью восстанавливать митохондриальный НАД [13]. Кинетику поглощения кислорода митохондриями в присутствии 1-метоксн, 2-оксн, 3-фенилселенопропан и 1,2-диоксн, 3-фенилселенопропан наглядно демонстрирует рис. 3. На фоне максимальной скорости дыхания, вызванной действием этих соединений, наблюдается резкое ингибирование дыхания при добавлении ТХСО.

В присутствии других субстратов малата и пирувата или аскорбата и ТМФД (тетраметилнафенилендиамин) ЖСС оказывали слабое или вовсе не оказывали действия. Это, возможно, говорит о том, что основное действие этих соединений направлено на 4-й пункт окислительного фосфорилирования, а именно: между НАД и цитохромом b_5 . Для того, чтобы показать правильность этого предположения мы использовали специфическими блокаторами, ингибирующими 1,2 и 3 пункты сопряжения в дыхательной цепи митохондрий: ротеинок и как ингибитора переноса электронов от НАД к цитохрому b_5 ;

выделенный из штамма *Streptomyces* антибиотик антимицин А, блокирующий перенос электронов от цитохрома b_5 к цитохрому С; цианиды,

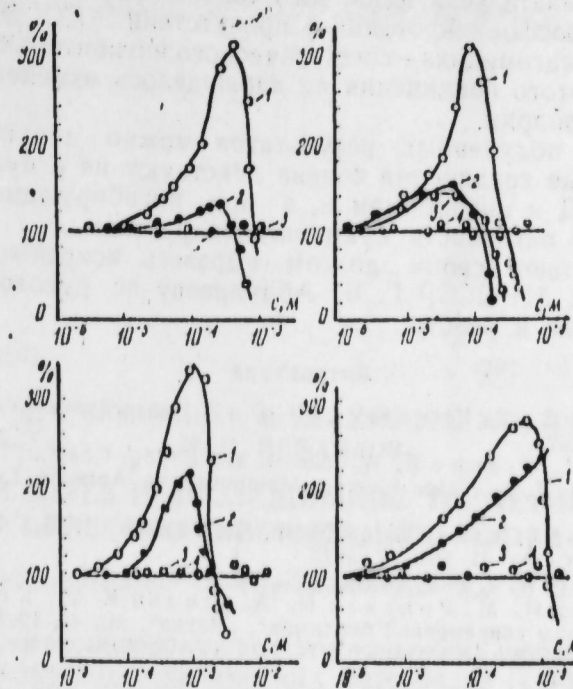


Рис. 2. Зависимость относительной скорости дыхания митохондрий от концентрации жирорастворимых соединений селена (соединения 1, 2, 3, 4 из табл. 1). Кр. 1 были получены в общей среде инкубации митохондрий, содержащей только сукцинат; Кр. 2—в среде с сукцинатом + ротеином; кр. 3—в среде с малатом и пируватом; кр. 4—в среде с аскорбатом и ТМФД. Концентрации субстратов указаны в методике.

блокирующие конечную стадию процесса переноса электронов на уровне цитохромов a_1 и a_3 и, наконец, малоната, который вызывает резкое окисление пиридинилукснотидов в присутствии сукцината. Малонат является конкурентным ингибитором сукцинатдегидрогеназы. Он тормозит не только образование богатых энергией соединений, но и поток электронов от сукцината к НАД. Эксперименты показали, что в среде с сукцинатом на фоне антимицина А, цианида калия и малоната ЖСС не оказали никакого действия на скорость поглощения кислорода митохондриями. В системе сукцината с ротеином максимальная

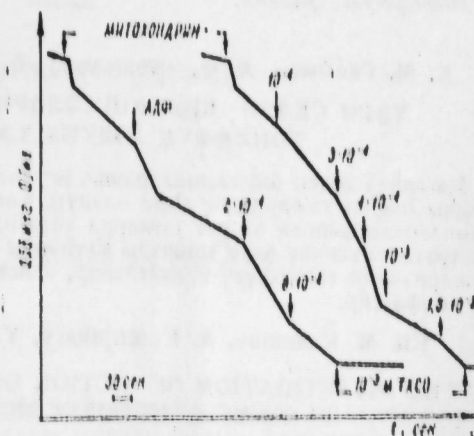


Рис. 3. Кинетика поглощения кислорода митохондриями. Стрелками отмечен момент добавления исследуемых веществ. Кр. 1 получена с 1,2-диоксн, 3-фенилселенопропаном, а кр. 2—в присутствии 1-метоксн, 2-оксн, 3-фенилселенопропан, в среде общего состава с сукцинатом.

Протоны бензольного кольца образуют A_2B_2 -спиновую систему и на спектре наблюдается четкий квадруплет, описывающий их резонанс в области $\delta=6,95$ м. д., $J=14,0$ гц. Малонинтенсивные синглеты с химическими сдвигами $\delta=4,9$ и $\delta=5,1$ м. д. относятся к протонам $=CH_2$ групп. Синглетный сигнал в сильнополюсной части спектра ($\delta=2,1$ м. д.) относится к метильной группе изопропенильного радикала. Интегральная кривая полностью подтверждает правильность структуры.

Химический сдвиг метильных протонов в триметил (*n*-изопропенилфенокси) олова измеренных в CCl_4 , C_6H_6 , ацетоне и пиридине равен: 0,4; 0, 11; 0,45 и 0,13 м. д., соответственно. Эти данные указывают на отсутствие какого-либо соответствия между экранированием метильных протонов и сольватирующей способностью растворителей.

В ИК-спектре триметил (*n*-изопропенилфенокси) олова наблюдается исчезновение полос поглощения гидроксильной группы и появление двух пиков в области 550 и 535 см^{-1} , характеризующие $Sn-C$ связь.

Использованию констант $J^{117(119)}Sn-C-^1H$ при рассмотрении сольватации производных фенокситриметиллового, а также использование последних в синтезе полиреакционных олигомеров, будет посвящено специальное сообщение.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

К бензольному раствору *n*-изопропенилфенолята калия (приготовленному из $0,67$ г *n*-изопропенилфенола, $0,23$ г КОН и 50 мл абс. бензола) при перемешивании и нагревании (до $40^\circ C$) в аргоне добавляли бензольный раствор $0,005\text{ M}$ ($0,99$ г) триметиллового хлорида. После 2 ч перемешивания при комнатной температуре содержимое реакционной колбы пропускали через фильтр и затем растворитель отгоняли на ротационном испарителе. Кристаллическую массу экстрагировали петroleйным эфиром. Получено $0,9$ г триметил (*n*-изопропенилфенокси) олова, т. пл. $127^\circ C$ (*n*-пентан).

Измерение химических сдвигов выполнено на спектрометре "Вариан" Т-60. В качестве эталона использован тетраметилсилан (ТМС), а в качестве растворителя CCl_4 . Точность измерений химических сдвигов $\pm 0,01$ м. д.

Выводы

Структура, впервые синтезированного триметил (*n*-изопропенилфенокси) олова доказана методами ИК-и ЯМР 1H спектроскопии. Показано, что изменение химических сдвигов метильных протонов при переходе от одного растворителя к другому не коррелируется с сольватирующей способностью растворителей.

Литература

1. Кочешков К. А., Землянский Н. Н., Шевердина Н. И., Панов Е. М. Методы элементоорганической химии. Изд-во "Наука". М., 1963.
2. Федоров Л. А., Калинин В. Н., Гасанов К. Г., Захаркин Л. И. ЖОХ АН СССР, т. XLV (CVII), 591, 1975.
3. Федоров Л. А., Кравцов Д. Н., Перегудов А. С., Федин Э. И., Рохлина Е. М. Изв. АН СССР, серия хим., 8, 1705, 1971.
4. Okawaga Rokuro. Bull. Chem. Soc. Japan. 41, 1553, 1967.

ИНХП

Поступило 10. VI 1977

К. Г. Гасанов, С. М. Алиев, В. С. Ахмедов, Р. А. Джахарова,
М. М. Исмаилов

ҮЧМЕТИЛ *n*-ИЗОПРОПЕНИЛФЕНОКСИ ГАЛАЖЫН СИНТЕЗИ ВЭ ТЭДГИГИ

Мәгаләдә үчметил *n*-изопропенилфенокси галажын алынма үсулу вә онун НМР методу илә тәдгиги кәстәрилмишдир.

Мүәјјән едилмишдир ки, һәммин маддәнин молекулуидакы метил протонлары үзви һәлледичиләрдә мүхтәлиф чүр экранлашыр.

K. G. Gasanov, S. M. Aliev, V. S. Akhmedov, R. A. Dzhaferova,
M. M. Ismailov

SYNTHESIS AND STUDY OF STANNIC TRIMETHYL (*p*-ISOPROPENYL PHENOXY)

This article presents the results of synthesis and study of stannic trimethyl (*p*-isopropenyl phenoxy).

Chemical shifts of methyl protons have been shown to be shielded differently with the increasing of solvent solvating property.

УДК 541.15

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Чл.-корр. М. А. МАРДАНОВ, А. П. МАМЕДОВ, В. Р. МАРДУХАЕВ,
М. А. НАДЖАФОВА, Э. Ю. САЛАЕВ

СПЕКТРЫ ЭПР-ЦЕНТРОВ, ИНДУЦИРОВАННЫХ ИОНИЗИРУЮЩИМ ИЗЛУЧЕНИЕМ В НЕКОТОРЫХ ХЛОРИДАХ АЛКИЛАММОНИЯ

Галогениды алкиламмония являются соединениями, имеющими определенную аналогию как с аммонийногалонидными и щелочногалонидными кристаллами (случай малой длины алкильной цепи), так и с нормальными парафиновыми углеводородами (случай большой длины алкильной цепи). Однако несмотря на такую аналогию, процессы, происходящие под действием ионизирующего излучения в галогенидах алкиламмония, в отличие от щелочногалонидных кристаллов и нормальных парафинов [1, 2] изучены несравненно мало. Кроме того, изучение природы продуктов действия ионизирующих излучений в этих соединениях, являющихся модельными для многих органических соединений, имеющих более сложную структуру, имеет самостоятельное значение, связанное с проблемой радиационной стойкости материалов.

В последние годы на основе галогенидов алкиламмония получены кристаллофосфоры [3], которые проявили свойства, близкие к щелочногалонидным и аммонийногалонидным кристаллофосфорам, относительно внутрицентральной люминесценции, но рекомбинационная люминесценция в них оказалась существенно отличной от щелочногалонидных кристаллов [4]. Для выяснения механизма этих свечений целесообразно изучение природы центров, возникающих под действием ионизирующих излучений в алкиламмонийногалонидных кристаллах.

Одним из наиболее эффективных методов исследования индуцированных центров являются методы оптической спектроскопии и ЭПР. В настоящей работе приводятся результаты исследования облученных ионизирующим излучением хлоридов моноалкилзамещенных $C_nH_{2n+1}NH_3Cl$ и метилзамещенных аммония $(CH_3)_nNH_{4-n}Cl$ (где $n=1-4$) методом ЭПР.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

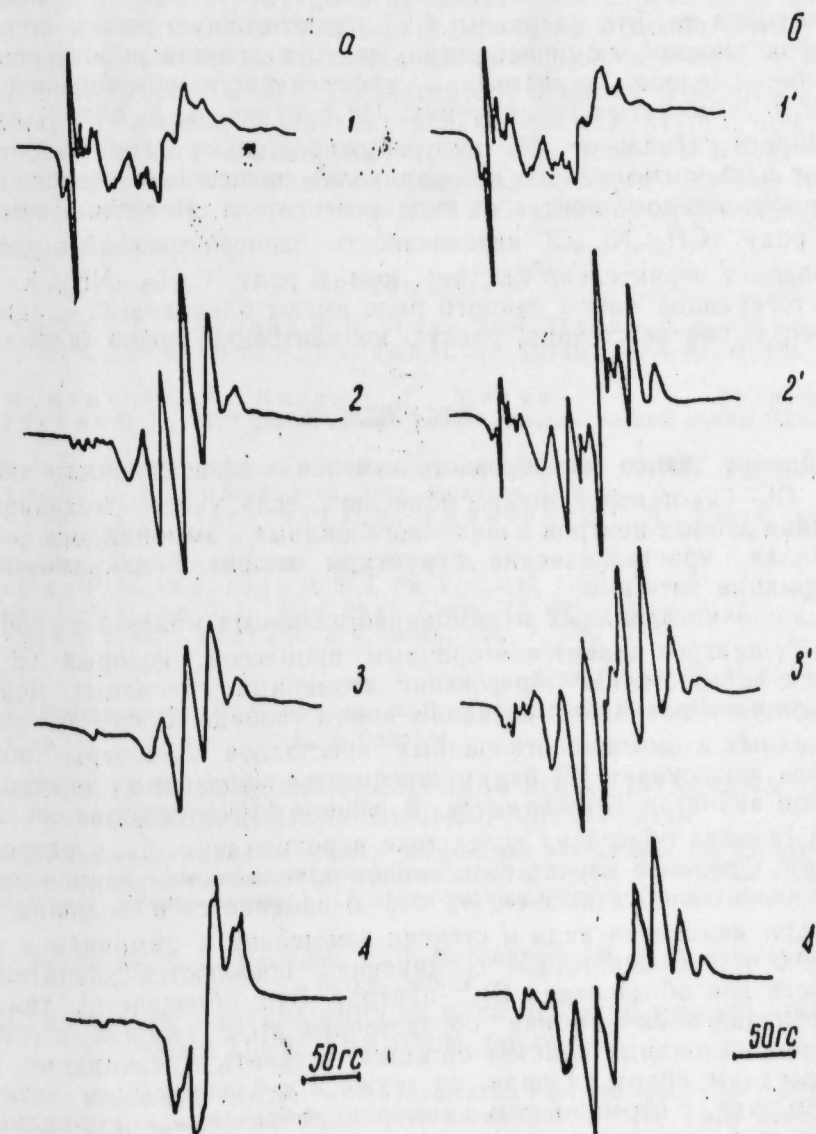
Чистые соли, предназначенные для исследования, были получены неоднократной перекристаллизацией (3-4 раза) реактива марки "ч", высушены в вакуумном эксикаторе и заправлены в кварцевые или стеклянные (марки "Луч") ампулы. Ампулы с образцами облучались

ускоренными электронами с энергией 0,9 Мэв при температуре жидкого азота или γ -лучами кобальтового источника с дозой 5-7 Мрад. После облучения один конец ампулы был термически отожжен, чтобы устранить радиационные дефекты и образец переносился в отожженный конец. Образец во время всей этой операции поддерживался при температуре 77°К. Спектры ЭПР были записаны на радиоспектрометре РЭ-1301 при температуре жидкого азота.

РЕЗУЛЬТАТЫ

На рисунке представлены спектры ЭПР облученных хлоридов метилзамещенных аммония $(CH_3)_nNH_{4-n}Cl$ (рисунок, б). Все спектры представляют собой наложение сигналов по меньшей мере парамагнитных центров.

Во всех изученных соединениях образуются ион-радикалы, возникающие путем отрыва атома водорода от алкиламмонийного катиона



Спектры ЭПР γ -облученных хлоридов алкиламмония: 1— CH_3NH_3Cl ; 2— $(CH_3)_2NH_2Cl$; 3— $(CH_3)_3NHCl$; 4— $(CH_3)_4NCl$ (a); 1'— CH_3NH_3Cl ; 2'— $(CH_3)_2NH_2Cl$; 3'— $(CH_3)_3NHCl$; 4'— $(CH_3)_4NCl$ (б)

на. По спектрам ЭПР видно, что в основном образуются радикалы $\text{CH}_2\text{N}^+\text{H}_2$, $\text{CH}_2\text{N}^+\text{H}_2\text{CH}_3$, $\text{CH}_2\text{N}^+\text{H}(\text{CH}_3)_2$, $\text{CH}_2\text{N}^+(\text{CH}_3)_3$ и CH_3 , $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}^+\text{H}_3$, $\text{CH}_3\text{CHCH}_2\text{N}^+\text{H}_3$, $\text{CH}_3\text{CHCH}_2\text{CH}_2\text{N}^+\text{H}_3$ соответственно в CH_3NH_2 , Cl , $(\text{CH}_3)_2\text{NH}_2\text{Cl}$, $(\text{CH}_3)_3\text{NHCl}$, $(\text{CH}_3)_4\text{NCl}$, $\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2\text{Cl}$, и $\text{C}_3\text{H}_7\text{NH}_2\text{Cl}$ и $\text{C}_4\text{H}_9\text{NH}_2\text{Cl}$. Аналогичные радикалы наблюдались в работах [5–6], в которых исследовались радиационные дефекты в некоторых из изучаемых нами солей. Но из спектров ЭПР видно, что наряду с указанными образуются также другие радикалы, идентифицировать которые не удалось, ввиду их малой концентрации.

Во всех указанных солях на спектрах ЭПР наблюдается анизотропный сигнал с δ -фактором, равным 2,061, который является сигналом от ион-радикала Cl_2^- . В работе [5] данный сигнал наблюдался, но не анализировался, т. к. авторы рассматривали радикалы, устойчивые к фотооблучению, а в [6] данный сигнал вообще не наблюдался. Учитывая то, что радикалы Cl_2^- играют важную роль в процессах рекомбинационной люминесценции, нами в данной работе основное внимание уделено исследованию эффективности образования этого центра в упомянутых соединениях. Из рисунка, а, б видно, что интенсивность сигнала от Cl_2^- -центра (относительно интенсивности сигнала от алкиламмонийного ион-радикала) зависит от степени замещения аммонийного иона и от вида заместителя. Интересно заметить, что в ряду $(\text{CH}_3)_n\text{N}_{4-n}\text{Cl}$ интенсивность данного сигнала с увеличением падает значительно быстрее, чем в ряду $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{NH}_2\text{Cl}$, хотя соответствующие члены данного ряда имеют одинаковый молекулярный вес и, соответственно, равную концентрацию ионов галоида.

ОБСУЖДЕНИЕ

Причину такого своеобразного изменения эффективности образования Cl_2^- (V_k -центров можно объяснить, если учесть механизм образования данных центров в щелочногалонидных и аммонийногалонидных кристаллах, кристаллические структуры хлоридов алкиламмония и конформации катионов.

В щелочногалонидных и аммонийногалонидных кристаллах образование V_k -центров является вторичным процессом, который осуществляется через стадию образования атомарных галонидных центров, вступающих в реакцию с соседним ионом галоида. В случае щелочногалонидных и аммонийногалонидных кристаллов V_k -центры образуются без исключения [7] ввиду относительно большого соотношения радиусов аниона и катиона r_a/r_k . В данном случае ассоциация атома и иона галоида облегчена вследствие перекрывания их электронных функций. Однако в случае галогенидов алкиламмония данное соотношение является обратным ($r_a/r_k < 1$) и изменяется в больших пределах при изменении вида и степени замещения в аммонийном ионе, в связи с чем в некоторых соединениях появляются значительные трудности для образования Cl_2^- -центров. Это объясняется тем, что в галогенидах алкиламмония образованный атом галоида в отличие от щелочногалонидных кристаллов может вступить в реакцию не только с соседним ионом галоида, но также и с близлежащим катионом алкиламмония, с отрывом атома водорода, образуя ион-радикалы. Известно, что многие из галогенидов алкиламмония имеют ряд полиморфных переходов, которые расположены преимущественно ниже комнатной температуры [8, 9], в то время, как литературные

данные о кристаллографической структуре относятся, в основном, к комнатной температуре. При данной температуре структура многих из исследуемых в работе соединений имеет тетрагональную модификацию. При этом наименьший параметр решетки, характеризующий расстояние между ионами галоида, существенно увеличивается при переходе от хлоридов монометиламмония к тетраметиламмонiu. В этом же ряду, как указано уменьшается эффективность образования V_k -центров. Что касается хлоридов монозамещенных алкиламмония, то здесь нет такого значительного изменения расстояния между ближайшими ионами галоида, что согласуется с наблюдаемым несущественным изменением концентрации V_k -центров. Следует отметить, что несмотря на определенные закономерности в спектрах ЭПР облученных хлоридов метиламмонийных аммония, с одной стороны, и хлоридов моноалкиламмонийных аммония—с другой, строгое сравнение их спектров не представляется возможным из-за того, что кристаллические и молекулярные структуры этих соединений сильно отличаются.

Однако несмотря на это обстоятельство, на основании полученных экспериментальных данных, все же можно сделать выводы относительно возможности и эффективности образования V_k -центров, так как имеющиеся данные по их кристаллическим структурам при температуре жидкого азота указывают на то, что хотя бы в одном из кристаллографических направлений расстояние между ионами хлора меняется закономерно, что согласуется с наблюдаемой эффективностью образования V_k -центров.

Литература

1. Лушник Ч. Б., Гиндина Р. И., Ёйги Х. В., Плоом Л. А., Пунг Л. А., Тийслер Э. С., Эланго А. А., Яансон Н. А. Труды ИФА АН ЭССР, 43, 7, 1975.
2. Пшежецкий С. Я., Котов А. Г., Милинчук В. К., Рогинский В. А., Туников В. И. ЭПР свободных радикалов в радиационной химии. Химия, М., 1972.
3. Мамедов А. П., Панова Л. Я., Керимов Н. М. ЖПС, 16, 841, 1972.
4. Панова Л. Я. Автореф. канд. дисс. Иркутск, 1974.
5. Котов А. Г., Пухальская Г. В., Пшежецкий С. Я. Химия высоких энергий, 4, 93, 1970.
6. Tench A. I. J. Phys. Chem., 67, 923, 1963.
7. Patten F. W., Marrone M. I. J. Ph. Rev., 142, 513, 1966.
8. Tsau I., Gillson D. F. R., J. Phys. Chem., 72, 4082, 1968.
9. Andrew E. R., Canera P. S. J. Magn. Res., 7, 429, 1972.

ИНХП

Поступило 20. V 1977

М. Э. Марданов, А. П. Мамедов, В. Р. Мардухаев, М. А. Надзхалова, Е. Ю. Салаев

АММОНИУМУН БЭЭН ХЛОРИДЭРИНДЭ ИОНЛУ ШҮАЛАНМА ИЛЭ ИНДУКСИЯЛАНЫМЫШ ЕПР СПЕКТРЛЭРИ

Мөгалэлэ кестэрилмишдир ки, эсэсэн гидрогенин алкиламмонiuм катионундан гомасы юлу илэ жаранан катион-радикалларла жараны, бүтүн тэдгир еднэлэн дуэлларда шүаланманын тэсирн алтында Cl_2^- -анион-радикаллары (V_k -мэркэзлэр) эмэлэ кэлнр.

M. A. Mardanov, A. P. Mamedov, V. R. Mardukhaev, M. A. Nadzhalova, E. Yu. Salayev

SPECTRA OF EPR CENTERS INDUCED WITH IONIZING EMISSION IN SOME ALKYL AMMONIUM CHLORIDES

It has been shown that together with cation-radicals formed mainly by the break-away of hydrogen from alkyl ammonium cation in all studied salts under irradiation Cl_2^- anion radicals (V_k -centers) are formed.

The efficiency of formation of the latter depends upon the relation of cation and anion dimensions and correlates with the type and degree of ammonium ion substitution and with crystal structure of salts studied.

УДК 550.40

ГЕОХИМИЯ

А. М. ДАДАШЕВ, И. С. ГУЛИЕВ, Ю. Б. ГАЛАНТ

К ГЕОХИМИЧЕСКОЙ ХАРАКТЕРИСТИКЕ ГАЗОВ КОЛЧЕДАННО-ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЮЖНОГО СКЛОНА БОЛЬШОГО КАВКАЗА

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

Изучение газов рудных месторождений представляет интерес как с точки зрения разработки газовых геохимических методов поисков залежей полезных ископаемых, так и обеспечения безопасных условий работы в рудниках и выработках [4].

Газы рудных месторождений Азербайджана слабо изучены.

В настоящем сообщении представлены результаты изучения газов колчеданно-полиметаллических месторождений южного склона Большого Кавказа—Филизчай, Катех, Кацдаг. В геологическом строении месторождений принимают участие глинисто-сланцевые и песчаные отложения юры. Рудные тела сложены сульфидными минералами—в основном пиритом, пирротинном, сфалеритом, галенитом и халькопиритом.

Газы коры выветривания представлены в основном атмосферными компонентами—азотом, кислородом и углекислым газом (табл. 1). Содержание азота изменяется от 24,0 до 77,8%, кислорода—от 5,13 до 21,6%, углекислого газа—4,6—68,5%, метана—от следов до 0,0034%, гелия—до 0,005%, H_2S —до 0,066%.

В пробах подпочвенного воздуха определен изотопный состав углерода (углекислого газа); C^{13} изменяется от 0,832 до 1,22. Рудничный воздух содержит до 2% CO_2 , причем содержание последнего достигает максимальных значений в зоне вскрытия штольной рудного тела [3].

Газы, выделяющиеся из скважин (спонтанные и воднорастворенные), характеризуются повышенным содержанием метана—до 26,3%. Интерес представляет также проба газа из промысловой жидкости (скв. 270, Кацдаг), которая характеризуется повышенным содержанием водорода—65,0%.

Газы, заключенные в закрытых порах пород и руд (табл. 2), изучались методом вакуум-дробления породы в специально изготовленных стальных стаканах. В составе газовой смеси присутствует азот от 84,15 до 98,7%, кислород 0,1—3,28%, углекислый газ 0,6%—14,8%, водород до 2,57%, метан от 0,015 до 2,96%.

Таблица 1

Место отбора, проба	N ₂	O ₂	CO ₂	CH ₄	ТУ	He	H ₂
Филизчай							
Подпочвенный воздух	73,2	5,13	21,02	—	—	—	—
№ 70	77,8	13,1	9,03	—	—	—	—
№ 71	73,2	14,57	12,82	—	—	—	—
Воднораствор. газ (ис-точник)	43,2	21,6	24,5	—	—	—	—
№ 72	64,8	17,6	17,0	—	—	—	—
Воднораствор. газ шт.50	46,7	24,2	17,3	—	—	—	—
шт. 14	24,0	6,6	68,5	0,0033	Сл.	0,005	—
шт. 16	46,1	13,5	39,1	0,0346	Сл.	—	—
шт. 7	—	9,09	55,08	—	—	—	—
Кацдаг							
шт. 12	79,5	12,4	8,6	5×10^{-3}	Сл.	0,001	—
шт. 17	76,4	19,0	4,6	$6,8 \times 10^{-3}$	$6,1 \times 10^{-3}$	—	—
Катех							
шт. 1	81,5	13,8	4,7	$2,3 \times 10^{-3}$	$3,5 \times 10^{-4}$	0,002	—
шт. 8	76,9	21,9	1,2	$2,1 \times 10^{-3}$	3×10^{-5}	0,002	—
Филизчай спонтанный газ, скв. 415	69,6	—	1,46	26,3	0,0127	—	—
скв. 416	71,6	—	0,85	23,8	0,007	0,039	—
скв. 401	62,5	—	1,016	14,8	0,056	0,037	—
Катех							
скв. 103	86,0	14,0	Сл.	1×10^{-5}	8×10^{-5}	0,004	—
Кацдаг							
скв. 12	77,5	13,5	9,0	5×10^{-3}	Сл.	Сл.	—
скв. 270	22,5	2,8	Сл.	0,21	0,1	65,0	—

Таблица 2

Состав газа

Место отбора	Наименование пробы	CO ₂	N ₂	O ₂	H ₂	CH ₄	C ₂ H ₆
1. Филизчай	Аргиллитовый сланец	0,6	98,7 7	0,5	0,1	0,0956	0,001
2. . .	Аргиллит с линзами пирита	14,2	84,15	0,58	0	0,1856	—
3. . .	Выветрелая эффузивная порода	4,1	91,12	2,21	1,14	1,39	0,0007
4. . .	Массивная колчеданная руда	14,8	84,15	0,58	—	0,41	0,001
5. Кацдаг	Кварцевый песчаник	5,3	91,44	0,39	2,57	0,246	0,0013
6. . .	Гидротермально измененная магматическая порода	6,2	92,32	3,28	0,819	0,2313	0,0002
7. . .	Аргиллиталевролитовый сланец	Следы 3,6	98,43 94,45	1,69 0,11	0,648 0,627	0,015 1,12	— 0,0004
8. Катех	Аргиллит	Следы	94,98	0,53	1,91	2,96	0,0006
9. . .	Аргиллит с вкраплениями полиметаллов	2,1	93,94	0,1	0,1	1,78	0,0006
10. . .	Аргиллит						

Ряд проб пород и руд из Филизчайского месторождения характеризуется повышенным содержанием CO_2 —до 14,8%. Из краткой характеристики химического состава газов колчеданно-полиметалли-

ческих месторождений Филизчай, Катех, следует, что они представляют различные сочетания в основном четырех компонентов: CO_2 , N_2 , CH_4 и O_2 . Газы поверхностных отложений по составу кислородно-углекисло-азотные, что является следствием активной зоны водо-газообмена.

Газы, спонтанно выделяющиеся из скважин, по составу метаново-азотные, а газы закрытых пор азотные.

Наиболее существенной особенностью газов колчеданно-полиметаллического месторождения Филизчай является присутствие значительного

содержания углекислого газа в водах источников, штолен, подпочвенных отложениях. Максимальное содержание углекислого газа отмечено в пробах воды, вытекающих из штолен в центральной части рудного тела. Образование повышенного содержания углекислого газа на участках колчеданно-полиметаллических месторождений, видимо, связано с окислительными процессами. По данным Р. Т. Исмайлова, изучившего окислительную активность сульфидных руд указанных месторождений, средняя химическая константа поглощения кислорода $V_{\text{мл/г.ч}}$ (показатель химической активности) за период от 50 до 250 ч, составляет до 0,0336 мл/г.ч , что превышает константы поглощения на других месторождениях, где вследствие интенсивного окисления возникли эндогенные пожары [1]. Значительное поглощение кислорода свидетельствует об интенсивных окислительных процессах, которые приводят к образованию углекислого газа. Таким образом, газовая обстановка на участках колчеданно-полиметаллических месторождений характеризуется присутствием повышенных содержания углекислого газа.

В региональном плане, на территории южного склона Б. Кавказа распространены газы азотного, реже метанового состава.

Как следует из рисунка, где даны графики процентных содержания азота, углекислого газа и метана в минеральных источниках Б. Кавказа в пределах Азербайджана, газы свыше 60% изученных проб по химическому составу можно отнести к азотным. Отдельные струи метанового состава, по-видимому, связаны с повышенным содержанием органического вещества в отложениях средней юры [4].

Содержание углекислого газа в минеральных источниках не превышает 20%.

Таким образом, на фоне регионального распространения газов азотного и метанового состава, участки колчеданно-полиметаллических месторождений выделяются повышенным содержанием углекислого газа. Последний, в связи с этим, может служить индикатором при поисках колчеданно-полиметаллических руд [2].

Литература

1. Веселовский В. С. Самовозгорание промышленных материалов. Изд-во "Наука", 1968.
2. Дадашев А. М., Гулиев И. С., Дадашев Ф. Г. Результаты газовой съемки на колчеданно-полиметаллических месторождениях южного склона Б. Кавказа. "Геология рудных месторождений", № 4, 1974.
3. Дадашев Ф. Г., Дадашев А. М., Гулиев И. С. К вопросу о происхождении углекислого газа в подпочвенных отложениях сульфидных месторождений южного склона Б. Кавказа. Изв. Вуз. серия "Геология и разведка", № 8, 1975.
4. Фридман А. И. Природные газы рудных месторождений "Недра", 1970.
5. Мехтiev Ш. Ф., Алиев А. А. Геохимическая характеристика органического вещества пород. В кн. "Геология СССР", т. XVII, "Недра", 1976.

Институт геологии

Поступило 11. IV 1977

А. М. Дадашев, И. С. Гулиев, Ж. Б. Галант

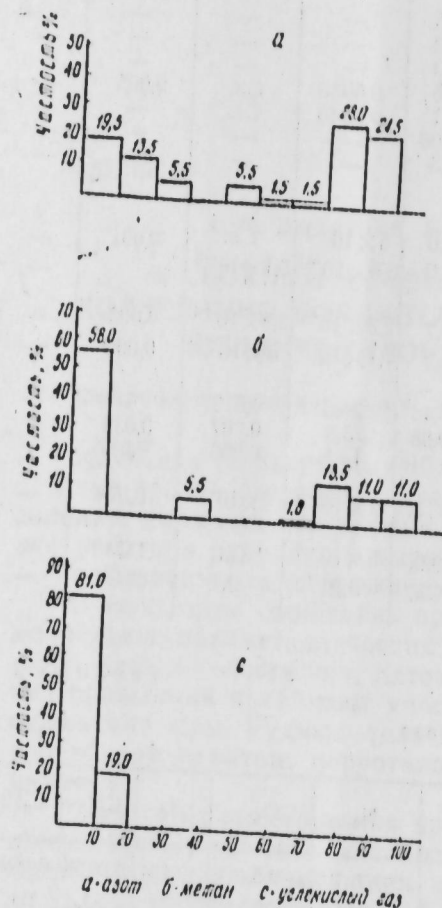
БӨЛҮК ГАФГАЗЫН ЧӨНҮБ ЈАМАЧЫНЫН КОЛЧЕДАН-ПОЛИМЕТАЛ ЈАТАГЛАРЫ ГАЗЛАРЫНЫН ГЕОКИМЈӨВН СӨЧИЈӘСИНӨ ДАИР

Мағаләдә Филизчай, Катех һә Катедәг Јатағларында ашыныма гатыныи, суда һәлл олунуиш һә сүхурлар алтында бағды галан газларыи геокимјасы өйрәнилишиди. Мүәјјән едилимишиди ки, колчедан-полиметал Јатағлары үчүн сөчијәви олан карбон газыи бу Јатағларыи ахтарыныида истифадә әтмәк олар.

A. M. Dadashev, I. S. Guliev, Yu. B. Galant

TO GEOCHEMICAL CHARACTERISTIC OF PYRITE-POLYMETALLIC DEPOSITS GASES OF GREAT CAUCASUS SOUTHERN SLOPE

Geochemistry of residuum gases, spontaneous and containing in water, and of closed pores gases of Philizchal, Katech and Kaudag deposits rocks is given. It is noted that carbon dioxide characteristic for pyrite-polymetallic deposits can be used for their search.



УДК 581.9

БОТАНИКА

В. К. КАЗАНФАРОВА

НОВЫЕ ВИДЫ ИЗ РОДОВ MINUARTIA L., ELISANTHE (FENZL) REICHB. (CARYOPHYLLACEAE JUSS.) И PHELIPAEA DESF. (OROBANCHACEAE LINDL.) ДЛЯ ФЛОРЫ НАХИЧЕВАНСКОЙ АССР

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

При исследовании гербарного материала региональной флоры Нахичеванской АССР, собранного разными коллекторами, нами были обнаружены два новых вида из родов *Minuartia* и *Elisanthe* сем. *Caryophyllaceae*, а также один вид из рода *Phelipaea* сем. *Orobanchaceae*.

И. И. Карягиным [1] для Нах. АССР указано 10 видов из рода *Minuartia*. В результате обработки гербарного материала, нами выявлен еще один вид—*Minuartia blebersteinii* (Rupr.) Schischk., собранный А. А. Гроссгеймом 31. V 1934 г. в Шахбузском районе, между сс. Биченек и Коланы, на скалистых местах.

Материал хранится в Гербарии Института ботаники АН Азерб. ССР (БАК).

Следовательно, ареал этого кавказского эндема охватывает не только Большой Кавказ, но также и высокогорье Нах. АССР.

При уточнении видового состава рода *Minuartia* по флоре Нах. АССР приведено также таксономическое изменение в отношении вида *M. oreina* (Mattf.) Schischk. Согласно современным представлениям [2], этот вид низведен до ранга подвида—*M. recurva* (All.) Schinz et Thell. subsp. *oreina* (Mattf.) McNeill.

Таким образом, род *Minuartia* в Нах. АССР представлен следующими видами: *M. hybrida* (Vill.) Schischk., *M. meyeri* (Boiss.) Bornm., *M. sclerantha* (Fisch. et C. A. Mey.) Thell., *M. micrantha* Schischk., *M. woronovii* Schischk., *M. recurva* (All.) Schinz et Thell. subsp. *oreina* (Mattf.) McNeill, *M. blebersteinii*, *M. lineata* Bornm., *M. dianthifolia* (Boiss.) Hand.—Mazz., *M. aizoides* (Boiss.) Bornm., *M. imbricata* (Bieb.) Woron.

Во „Флоре Азербайджана“ [1] род *Elisanthe* в Нах. АССР представлен одним видом. Однако при изучении гербарного материала, оказался экземпляр, собранный Л. И. Прилипко (13. VI 1933) в Ордубадском районе (вблизи с. Бидав, в саду) и определенный Т. Гейдеман, как *Melandrium boissieri* Schischk. При уточнении мы отнес-

ли его к *E. noctiflora* (L.) Rupr. Кроме того, среди экземпляров *E. viscosa* (L.) Rupr. был обнаружен один гербарный лист, собранный Л. И. Прилипко и Н. Вихерт (16. VIII 1921) около с. Биченек в Шахбузском районе и определенный А. А. Гроссгеймом, который нами относится к *E. noctiflora*.

Материалы по этим видам хранятся в Гербарии Института ботаники АН Азерб. ССР (БАК).

Следовательно, в состав флоры рассматриваемого региона входят два вида *Elisanthe*: *E. noctiflora* и *E. viscosa*.

Несмотря на то, что *Phelipaea coccinea* (Bieb.) Polr. был указан Л. И. Прилипко для Нах. АССР [3], во „Флоре Азербайджана“ этот вид не приводится для данной территории [4].

При обработке материала, хранящегося в Гербарии института (БАК), нами обнаружено несколько листов *Ph. coccinea* из Нах. АССР: Шахбузский район, вблизи с. Биченек, 27. VI 1932, Л. И. Прилипко; там же, 28. VII 1932, Л. И. Прилипко; Шахбузский район, вблизи с. Кюкю, 30. VI 1934, И. Гаджиев, Н. Гурвич; Шахбузский район, недалеко от с. Кюкю, вдоль реки, на скалах, 3. VII 1936, И. Гаджиев.

Таким образом, во флоре Нах. АССР имеется два вида *Phelipaea*: *Ph. coccinea*, *Ph. tournefortii* Desf.

Литература

1. Карягин И. И. Рода *Minuartia* L. и *Elisanthe* (Fenzl) Reichb. Флора Азербайджана, т. 3. Изд-во АН Азерб. ССР. Баку, 1952.
2. Черепанов С. К. Свод дополнений и изменений к „Флоре СССР“. Изд-во „Наука“. Л., 1973.
3. Прилипко Л. И. Растительные отношения в Нахичеванской АССР. Тр. Ботанич. ин-та, т. 7. Изд-во АзФАН СССР. Баку, 1939.
4. Цвелев Н. Н. Род *Phelipaea* Desf. Флора Азербайджана, т. 7. Изд-во АН Азерб. ССР. Баку, 1957.

Институт ботаники

Поступило 3. III 1977

В. Г. Газанфарова

MINUARTIA L., ELISANTHE (FENZL) REICHB. (CARYOPHYLLACEAE JUSS.) ВӘ PHELIPAEA DESF. (OROBANCHACEAE LINDL.) ЧИНСЛЭРИНИН НАХЧЫВАН МССР-И ФЛОРАСЫ ҮЧҮН ЈЕНИ НӨВЛЭРИ

Мәғаләдә Нахчыван МССР флорасынын тәртиби илә әлағәдар олараг *Minuartia*—Чиноту, *Elisanthe*—Мүркүоту вә *Phelipaea*—Фелипеја чинслэринин тәдгигинин нәтичәләри верилмишдир.

Һәмин чинслэрин әразијә анд олан һербари материалларынын өйрәнилмәси нәтижәсиндә Нахчыван МССР үчүн јени олан *M. blebersteinii* (Rupr.) Schischk., *E. noctiflora* (L.) Rupr. (*Caryophyllaceae* фәсиләсиндәндирләр) вә *Phelipaea coccinea* (Bieb.) Polr. (*Orobanchaceae* фәсиләсиндәндир) нөвләри ашкар едилмишдир.

V. K. Kazanfarova

A NEW SPECIES OF GENERA MINUARTIA L., ELISANTHE (FENZL) REICHB. (CARYOPHYLLACEAE JUSS.) PHELIPAEA DESF. OROBANCHACEAE LINDL.) FOR THE FLORA OF THE NAKHICHEVAN ASSR

For this region *Minuartia blebersteinii* (Rupr.) Schischk., *Elisanthe noctiflora* (L.) Rupr. (*Caryophyllaceae*), *Phelipaea coccinea* (Bieb.) Polr. (*Orobanchaceae*) are established at first.

УДК 581.133

АНАТОМИЯ РАСТЕНИЙ

Акад. В. Х. ТУТАЮК, М. Г. МУСТАФАЕВА

ПОКРОВНЫЙ КОМПЛЕКС И УСТЬИЧНЫЙ АППАРАТ
У МОЖЖЕВЕЛЬНИКОВ АЗЕРБАЙДЖАНА

Как известно, голосеменные растения в нашу геологическую эпоху представлены, главным образом, хвойными растениями. Эти относительные ксерофиты всех континентов распространены, за некоторым исключением, на северном полушарии земного шара. Можжевельники являются крайними ксерофитами. Из 70 видов можжевельников, произрастающих на земном шаре в Азербайджане распространено 6 видов, которые встречаются на скалистых местах. Из них 3 вида (*J. foetidissima*, *J. rufescens*, *J. polycarpus*.) составляют основной фон арчевого редколесья Турянского заповедника, а остальные (*J. oblanceolata*, *J. rigida*, *J. depressa*), распространены по скалистым отрогам Лачинского, Кельбаджарского, Кубинского, Карабахского лесных массивов. Все названные виды в своем роде являются пионерами древесной растительности, т. е. в тех местах, где они встречаются, вероятно, другие древесные растения не росли. Все они демонстрируют удивительную приспособленность к обитанию в среде и в этом немаловажную роль играют, вероятно, покровные ткани. Несомненно, взаимодействие растений с внешней средой осуществляется посредством тканей, покрывающих органы растения с наружной стороны. Учитывая указанное, нами были подвергнуты тщательному исследованию покровные образования у различных видов можжевельников Азербайджана. Вначале было обращено особое внимание на структурные особенности эпидермиса. Как оказалось, невозможно было эпидермис рассматривать изолированно от соседних тканевых образований, расположенных непосредственно под эпидермисом (рис. 1, 2). При внимательном рассмотрении покровных образований выделялся буквально комплекс тканевых сочетаний. По этой причине мы подчеркнуто именуем нашу работу не структурные особенности эпидермиса, а покровный комплекс, основной частью которого является эпидермис.

Как показали проведенные нами анатомические исследования хвойных покровных образований у различных представителей можжевельников демонстрировали определенное сходство, которое заключалось не только в тождестве отдельных клеток тканевых образований, а представляло собой сходное единение различных тканевых образований в особый комплекс-покровных образований. Главное, что бросалось в глаза в этом единении, это защита растения от излишнего испарения.

Следует отметить, что у различных исследованных видов можжевельника гистологические элементы настолько тождественны, что не приходится останавливаться отдельно на их описании. Материалом для исследования послужили следующие виды, взятые с упомянутых ниже районов и культивированных в ботаническом саду Института ботаники (г. Баку). *J. foetidissima*, *J. rufescens*, *J. polycarpus* с Турянского заповедника и Ботанического сада Института ботаники АН Азерб. ССР. *J. oblanceolata*, *J. rufescens* с Кельбаджарского района, *J. rigida* из Шахбузского района, *J. oblanceolata* с Шаумяновского и Лачинского районов и *J. rufescens* с оз. Марал-гель.

Молодые побеги и хвоя названных видов были фиксированы в 70%-ном спирте. Срезы-препараты были изготовлены и подкрашены по общ. принятой методике, применяемой в анатомии растений.

Из каких же тканевых образований складывается названный нами покровный комплекс?

Основной элемент покровного комплекса в хвое можжевельников — эпидермис почти у всех исследованных видов складывается из клеток со слегка прижатными в тангентальном направлении клетками, имеющими сильно утолщенные оболочки; оболочки названных клеток в высшей степени кутикулизованы. В радиальном направлении эти клетки расположены весьма плотно. В отличие от эпидермиса листовых пород, эпидермис хвой можжевельника, почти не сдвигается. Причина этого явления заключается в том, что с внутренней стороны эпидермальные клетки примыкают к клеткам гиподермы, последняя, выполняя в хвое можжевельника особую роль, входит в состав покровного комплекса. Таким образом, внутреннюю прослойку покровного комплекса составляет гиподерма. По структуре своих клеток гиподерма типичная механическая ткань, которая представлена склеренхимой — каменными клетками. Это толстостенные клетки, просвет которых сведен в сильно суженный канал. Клетки гиподермы в основном расположены в один ряд под эпидермисом. По углам чешуевидной хвой гиподермальные клетки достигают 4—5 рядов (рис. 1). Размеры их на этих участках в отличие от гиподермальных клеток, расположенных в один ряд, различные. Все сказанное о гиподермальных клетках подтверждает, что наряду с механической функцией, гиподерма является мощным наружным пояском хвой, воспрепятствующим совместно с эпидермисом излишнему испарению. Это внутренний пояс эпидермиса.

Снаружи от эпидермиса сформирована мощная прослойка кутикулы. Местами кутикула у некоторых видов (*J. rufescens* из Турянского заповедника и ботанического сада АН Азербайджанской ССР, *J. foetidissima* и *J. oblanceolata* из Шаумяновского района) достигает толщины эпидермальных клеток вместе с гиподермальными клетками в поперечнике.

Устьичный аппарат у можжевельников Азербайджана. Ксероморфная структура особенно ярко выражена в структуре устьичного аппарата. Впервые нашими исследованиями установлена весьма любопытная и не описанная в литературе для устьичных аппаратов структура; во всех изученных видах можжевельника деятельность устьичного аппарата регулируется не одной, а двумя парами замыкающих клеток. Ранее подобный устьичный аппарат нами был описан впервые для представителей покрытосеменных растений, причем как аномальная структура у ситниковидного дрока — *Spartium junceum* L. (Тутаюк, 1966). Указанный устьичный аппарат нами был назван двухэтажным, где одна пара замыкающих клеток была расположена в одном ярусе с эпидермальными клетками, а другая — располагалась под замыкающими клетками верхнего яруса. По этой

причине в то время указанный устьичный аппарат был назван двух-этажным.

Проведенными исследованиями выявлено, что для отдельных видов можжевельников весьма характерно число устьиц и их расположение.

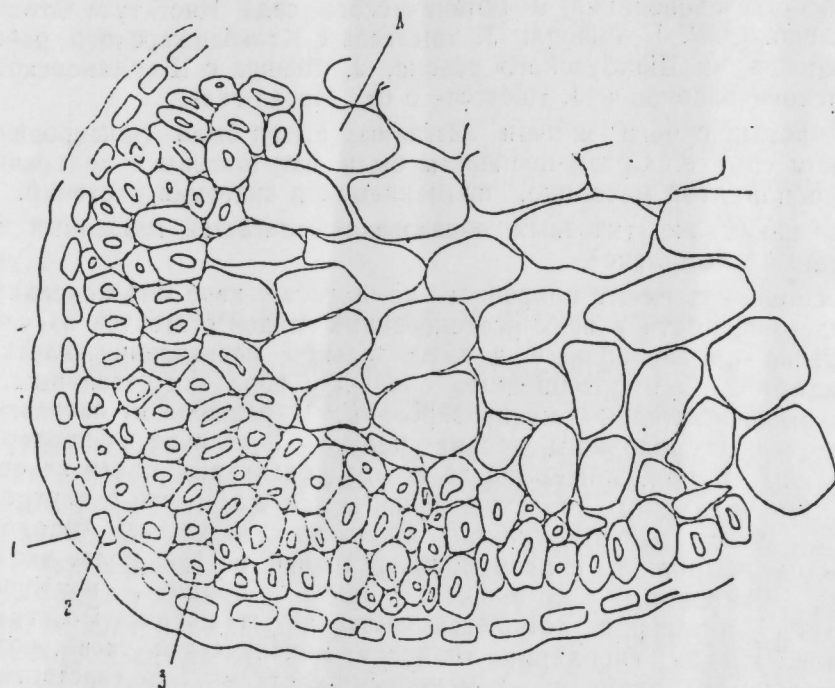


Рис. 1.

Устьичные аппараты *J. rufescens*, *J. oblanka* и *J. pygmaea* расположены в верхней стороне хвои, на местах соприкосновения эпидермиса хвои к побегу, причем ближе к основанию хвои, по два ряда как у игловатых хвойных, симметрично в отношении центральной части хвои.

В каждом ряду можно подсчитать 5—7, а иногда 8 устьиц. Визуально это две белые полосы в верхней стороне хвои. У чешуйчатых хвойных они располагаются почти по центральной части хвои.

Расположение устьичного аппарата *J. polycarpus* зависит от расположения устьицы от побега. В близкой к побегу части хвои устьичные аппараты расположены в нижней стороне хвои; по мере приближения к концу хвои, устьицы располагаются по обе их стороны, а иногда даже только в верхней стороне. Насчитывается в основном 4—6 устьиц, а иногда 8.

У вида *J. foetidissima* устьицы, так же, как и у сосны расположены по обе стороны хвои. Количество устьиц в большинстве случаев 8—10.

По структуре устьичные аппараты очень похожи друг на друга. С наружной стороны устьица также укрыта мощной прослойкой кутикулы. По направлению к устьичному аппарату имеет место некоторое углубление. В целом, вход в устьице имеет форму воронки, с очень маленьким отверстием на дне, через которое и происходит весьма экономный расход влаги.

Таким образом, можжевельники как более древние растения, пионеры древесных растений в трудно обитаемых уголках земного

шара (если принять во внимание их нетребовательность к почвенным условиям и засухоустойчивость), продемонстрировали крайне ксерофитную структуру, что особенно выразилось в формировании мощного

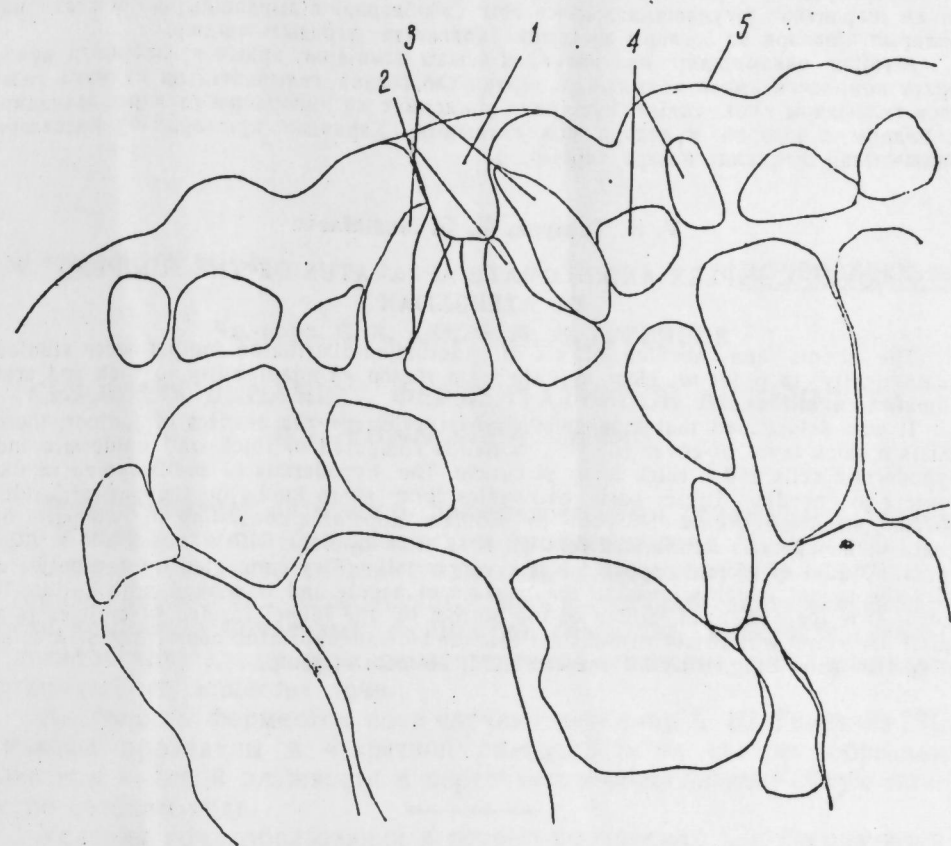


Рис. 2.

слоя покровного комплекса, состоящего из толстостенных эпидермальных и гиподермальных клеток, и весьма толстого слоя кутикулы. Особого внимания достойны устьичные аппараты, состоящие из двух пар замыкающих клеток.

Литература

1. Тутаяк В. Х. Устройство устьиц испанского дрока. „Наука и жизнь“, № 6, 1965.
2. Тутаяк В. Х. Двухэтажные устьица ситниковидного дрока (испанского). „Эм ве хеят“, № 10, 1966, стр. 6—7.
3. Тутаяк В. Х. Анатомия и морфология растений. „Высшая школа“, М., 1972, стр. 333.
4. Тутаяк В. Х., Мустафаева М. Г., Алиева Х. З. К вопросу о строении устьичного аппарата у некоторых представителей хвойных растений. „ДАН Азерб. ССР“, XXIX, № 10, 1973.
5. Тутаяк В. Х., Мустафаева М. Г. Анатомия хвои красных (*Juniperis rufescens* и тяжелопахучих (*Juniperus foetidissima*) можжевельников. „ДАН Азерб. ССР“, т. XXX, № 7, 1974, стр. 61—65.
6. Прилипко Л. И. Деревья и кустарники Азербайджана, т. 1. Изд-во АН Азерб. ССР. Баку, 1961, стр. 322.

Институт ботаники

Поступило 27. I 1977

АЗЭРБАЈЧАН АРДЫЧЛАРЫНЫН ӨРТҮК КОМПЛЕКСИ ВЭ АҒЫЗЧЫГ
АПАРАТЫ

Азэрбајчанда јайылмыш 6 ардыч нөвүнүн гајалыг, чынгыллыг вэ олдугча гуру аглым шэрантинэ ујгуулашмаларынын эсас сәбәбләрини ајдынлашдырмаг мәгсәди илә онларын ијнәләрн вэ зоглары анатомик тәдгигата уградылмышдыр.

Мүәјјән едилмишдир ки, нөвүндән асылы олмәјараг, ардыч ијнәләриндә күчлү өртүк комплекси әмәлә кәлмишдир. Өртүк тәбәгәсинә галылашмыш кутнукул тәбәгәси гилафлары чох галын һүчәјрәли епидермис вэ һиподерм гатлары дахилдир. Һиподерм ијнәләрин күнчләрн чох гатлыдыр. Харичдән ијнәләрн бу һиссәләрн чыхынтылар шәклиндә нәзәрә чарпыр.

V. H. Tutayuk, M. G. Mustafaeva

COVER COMPLEX AND STOMATE APPARATUS OF THE JUNIPERS
OF AZERBAIJAN

The shoots and needles of six of Azerbaijan-distributed juniper were studied anatomically in order to clear out the main reason of adaptability to rock and arid climatic conditions.

It was determined that independently of species, in the needles of juniper, there exists a thick layer of cover complex which is composed of thick-wall epidermic and hypodermic cells and a thick layer of cuticle. The hypodermis is multilayered in the corners of needle. These parts of needles form sharp knobs on the outward side. Special attention should be paid to stomate apparatus consisting of two pairs of guard cells which is determined for the first time by our studies.

The outlet of stomate apparatus is a very small orifice connected on the outward with the funnel which widens to the surface of needle and is soaked with cuticle. It means that the outlet of stoma of the bottom of the funnel formed of cuticles is a small orifice. It was firstly established that the stomate apparatus consisting of 4 cells or of two pairs of guard cells the structural element of juniper.

УДК 577. 156:513. 445. 4

ПОЧВОВЕДЕНИЕ

Чл.-корр. С. А. АЛНОВ, М. М. ГУСЕЙНОВ

СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА ФЕРМЕНТАТИВНОЙ АКТИВНОСТИ
В ГОРНЫХ ЧЕРНОЗЕМАХ

Ферментативная активность является важным показателем характера и интенсивности биохимических процессов почв [1, 3, 4, 5].

Целью наших исследований являлось изучение (1975—1977 гг.) в горных черноземах Кедабекского района сезонной динамики активности комплекса почвенных ферментов (каталаза, инвертаза, уреазы и дегидрогеназа), имеющих первостепенное значение в превращении органического вещества почв.

Активность ферментов почв изучена методами А. Ш. Галстяна [2]. Анализы проведены в 4-кратной повторности на свежих образцах почв при полевой влажности и пересчитаны на абсолютно-сухую почву по сезонам года.

Условия почвообразования в горных черноземах характеризуются умеренно-холодным, полувлажным климатом со средней годовой температурой около 7—9°C, большим количеством атмосферных осадков (500—600 мм), значительная часть которых выпадает весной. Растительный покров представлен богатым разнотравьем со злаками. Обильно встречается ковыль—типичный представитель степных фитоценозов. Эти почвы отличаются высоким содержанием гумуса.

Результаты исследований сезонной динамики ферментативной активности в горных черноземных почвах показывают, что в весенне-летний период достаточная влажность и сравнительно высокая температура почв и наличие большого количества свежей растительной массы, а также накопление больших запасов гумуса и азота способствуют значительному повышению интенсивности микробиологических процессов и обогащению почвы активными ферментами. Особенно высокую активность проявляют гидролитические ферменты, участвующие в превращении углеводов растительных остатков.

В осенний период в этих почвах, по сравнению с предыдущими сезонами, наблюдается некоторое снижение в ферментативной активности в верхних горизонтах (0—5 см слой), тогда как в нижних эта разница сглаживается, а активность отдельных ферментов незначительно повысилась (таблица).

В зимний период понижение температуры при высокой влажности вызвало подавление микробиологических процессов и активности почвенных ферментов.

Сезонная динамика ферментативной

Сезоны	Инвертаза, мг глюкозы на 1 г почвы				Уреаза, мг NH ₃ на 1 г почвы			
	Г л у б и н а, см							
	0—5	5—20	20—40	40—100	0—5	5—20	20—40	40—100
Зима	20,4	10,8	9,0	8,4	3,7	1,2	0,3	0,7
Весна	25,7	12,6	9,6	8,7	5,3	2,5	1,0	0,3
Лето	35,8	14,3	10,8	9,2	8,4	4,2	1,6	0,5
Осень	24,7	13,2	9,5	8,0	4,1	3,0	1,2	0,4

В исследуемых почвах с глубиной почвенного профиля активность изученных ферментов резко уменьшается. Наиболее высокая активность ферментативных процессов наблюдается в верхнем корнеобитаемом слое почвы (0—5, 5—20 см), где накоплена основная масса корней растений. Отчетливая заторможенность ферментативных процессов отмечается в более глубоких слоях (40—100 см) почв.

Изучение сезонной динамики ферментативной активности свидетельствует о том, что наличие в горных черноземах большого количества свежей растительной массы, накопление гумуса и азота способствует значительному повышению в этих почвах высокоактивных ферментативных систем. В этих почвах наблюдается особенно значительная активность инвертазы, участвующей в превращении легкоомылимых продуктов гумификации растительных остатков. Сравнительно высокая активность уреазы также свидетельствует об интенсивности протекания процессов разложения азотистых органических соединений.

Установлено, что в горных черноземах условия почвообразования благоприятствуют активизации гидролитических и окислительно-восстановительных ферментов, участвующих в разложении и синтезе органических веществ почвы.

Литература

1. Алиев С. А., Гаджиев Д. А. Активность ферментов в основных типах почв Нахичеванской АССР. ДАН Азерб. ССР, № 2, 1975.
2. Галстян А. III. Ферментативная активность почв Армении. Вып. VIII, 1974.
3. Галстян А. III. Активность ферментов как показатель, характеризующий почвенные типы. Докл. VIII международному конгрессу почвоведов. Наука, 1964.
4. Купренич В. Ф. и Щербак Т. А. Почвенная энзимология. Изд-во Наука и техника. Минск, 1966.
5. Козлов К. А. Изучение биологической активности почв Восточной Сибири. Почвоведение, № 4, 1962.

Институт почвоведения и агрохимии

Поступило 18. IV 1977

С. Э. Алиев, М. М. Гусейнов

ДАГ-ГАРА ТОРПАГЛАРЫНДА ФЕРМЕНТЛЭРИН АКТИВЛИЖИНИН ФЭСИЛЛЭР ҮЗРЭ ДИНАМИКАСЫ

Мағаллада Кәдәбәй районының даг-гара торпагларында гидролитик (инвертаза, уреаза) һәм окисләнмә-редукция (каталаза, дегидрогеназа) ферментларының яки фәсилләр үзрә дәлишмә ганунау/гундуглары өйрәнилмишдир.

Мүһөҗөн олмушдур ки, бу торпагларда ферментларын үксәк активлији илин [аз, [а] һәм пәйиз фәсилләриндә, ән ашагы нәг гыш фәсилдә мұшанидә едилир. Даг-гара торпаглары гидролитик ферментларә нисбатән окисләнмә-редукция ферментларини ашагы активлији илә сәчиҗәләннр. Бу торпагларда ферментини ән чох активлији үет (0—5 см) гатда олуб, торпаг профили үзрә ашагы кетдикчә ганунау/гун оларат азалыр.

активности в горных черноземных почвах

Дегидрогеназа, мг ТТФ на 10 г почвы				Каталаза, см ³ O ₂ на 10 г почвы			
Г л у б и н а, см							
0—5	5—20	20—40	40—100	0—5	5—20	20—40	40—100
7,1	0,3	0,5	0,1	5,7	5,0	3,2	1,9
10,5	0,1	0,4	0,2	8,6	5,6	4,0	2,1
13,4	7,2	0,6	0,3	13,2	8,1	4,6	3,2
8,6	0,0	0,5	0,2	6,8	5,3	3,7	2,0

S. A. Aliyev, M. M. Guseinov

SEASONAL DYNAMICS OF FERMENTS ACTIVITY IN MOUNTAIN BLACK SOILS

The aim of investigation is to learn changes regularity of seasonal dynamics of ferments of hydrolitic (invertaza, ureaza) and oxidizing-restoration (catalaza, dehydrogenaza) in mountain-black soils of the region of Gedahek.

It is determined that, in these soils the high activity of ferments observed in spring. In summer and in autumn and low in winter. The mountain-black soils in comparison hydrolitic ferments determine with the low activity of oxidizing-restoration ferments. In these soils the activity of ferment is on the layer (0—5 cm), according soil profile going to down decrease with the regularity.

АРХЕОЛОГИЯ

И. Г. НАРИМАНОВ

К ИСТОРИИ ДРЕВНЕЙШЕГО СКОТОВОДСТВА ЗАКАВКАЗЬЯ

(Представлено академиком АН Азербайджанской ССР З. М. Буниятовым)

Кавказ—один из регионов Евразии, входивший в зону распространения диких предков злаковых растений и домашних животных, находился в непосредственном контакте с древнейшими очагами цивилизации Передней Азии, где археологически засвидетельствовано наиболее раннее культивирование зерновых культур и domestикация животных. В этой связи в настоящее время все более определенно можно говорить о культурных комплексах типа Шому-тепе на среднем течении р. Куры и Кюльтепе в южных районах Закавказья как связанных с древнейшими этапами скотоводства. Территориально-географическое и хронологическое соприкосновение этих комплексов обуславливало существование взаимовлияний, которые нашли отражение в ряде черт материальной культуры.

Для каждого из этих комплексов характерны поселения с культурными отложениями различных мощностей, сохранившимися в виде тепе, расположенных обычно у небольших рек. Архитектурные строения на шомутепинских поселениях, как правило, круглопланые, возведены из плоско-выпуклых кирпичей, сделанных в формах, которые предшествуют применению таковых в Месопотамии. Типичной является своеобразная посуда без растительных примесей в составе глины, с налепными украшениями, каменные и костяные изделия, различные по типам и назначению. Памятники кюльтепинского типа, испытывавшие заметные воздействия юга, с захоронениями на территории поселения (Кюльтепе, Аликемек тепеси), керамикой имеющей примеси самана, применением глинобита обособляются от культуры Шому-тепе.

Оба эти культурные комплексы предшествуют памятникам ранней бронзы III тыс. до н. э. Ранние поселения охватывают почти двухтысячелетний период (V—IV тыс. до н. э.). Главной отраслью хозяйства данного времени было раннее земледелие, документированное археологически и освещенное в литературе, чего нельзя сказать, однако, о материале, связанном со скотоводством.

О характере и роли скотоводства в интересующий нас период свидетельствуют остеологические данные, определенные проф. Д. В. Гаджиевым из поселений Азербайджана.

Это поселения Шому-тепе, Тойре-тепе, Гаргалар тепеси, Бабадервиш на среднем течении р. Куры и Аликемек тепеси в Муганской степи.

Шому-тепе дало массовый остеологический материал. Кости мелкого рогатого скота составляют 57%, крупного—25%, а свиней—5,5%. Отдельно найденные зубы животных, которые насчитываются в сотнях экземпляров, не учитываются. Около 3% составляют кости собак. Остальная часть костей принадлежит диким животным.

Радиоуглеродное определение для Шому-тепе дало дату 5560 ± 70 лет до н. э. (ЛЕ—631).

Тойре-тепе радиоуглеродным методом датирован образцом угля, взятым из средней толщи 4-метрового слоя 4205 ± 115 лет до н. э. (Бомбей ТФ—372). Из остеологического материала Тойре-тепе кости мелкого рогатого скота составляют 52,5%, быков—25,5%, свиней—14,3%, собак—0,5%. Кости диких животных составляют около 7%.

Исследованные культурные отложения, толщиной в среднем 2 м на поселении Гаргалар тепеси относятся к самому началу периода его жизни. Образец угля с площади раскопа дал дату 4175 ± 60 лет до н. э. (ЛЕ—1084). Образец, взятый из очажного глинобитного сооружения, на материковом слое показал возраст 4800 ± 60 лет до н. э. (ЛЕ—1083). Почти на этом же уровне была найдена бусина из медной пластинки, представляющая наиболее северную находку среди древнейших металлических предметов Евразии. Из Гаргалар тепеси была определена вся масса костей животных. В их числе 49,3% мелкого скота, 23,4%—быков, 15%—свиней, 9,8%—собак, остальная часть принадлежит диким животным.

Из Бабадервиша кости животных были добыты из заполнений землянок. Здесь кости мелкого рогатого скота составляют 49%, быков—36,5%, свиней—5%. Кости диких животных составляют—9,5%.

Основываясь на приведенных результатах изучения костных остатков из древнейших поселений Закавказья на среднем течении р. Куры можно отметить, что они обнаруживают большое сходство стада.

Кости крупнорогатых животных, единичные кости коз близки к костям их первобытных предков. Отдельные кости собак относятся к мелкой породе. Все эти данные важны для определения происхождения и истории развития ранних домашних животных Закавказья.

Вопрос о том, были ли племена культуры Шому-тепе первыми животноводами на территории Закавказья не находит подтверждения в приведенных материалах, ибо найденные костные остатки представляют собой виды домашних животных, далеко отошедших от своих диких предков. Это свидетельствует о том, что процесс domestикации этих животных произошел в более раннее время, уходящее в глубь предшествующих тысячелетий.

С этой же точки зрения можно рассматривать и материалы из памятников типа Кюльтепе. Остеологические остатки из поселения Кюльтепе содержат кости основных видов домашних животных, однако, цифровые данные о них не имеются.

Возраст для угля, взятого из Кюльтепе с глубины 18,2 м определен 3807 ± 90 лет до н. э. (ЛЕ—477). Ниже этой отметки лежат еще 4 м, а выше—около 5 м, отложения нижнего слоя.

Учитывая результаты радиоуглеродных дат для сопоставления памятников типа Шому-тепе и Кюльтепе небезынтересны данные, указывающие на соответствия в их материале. В верхней толще слоя Кюльтепе I имеются сосуды с массивными выступами и место ручек. Обнаружение их в поздних материалах поселения Гаргалар тепеси указывает на сосуществование этих памятников в определенный период.

Поселение Аликемек тепеси—один из памятников типа Кюльтепе Муганской степи содержит сосуды с массивными выступами, которые в 4-метровом энеолитическом слое сопровождаются кувшинами, снаб-

женными настоящими ручками. Последние в других объектах Кавказа до распространения Куро-Аракской культуры не были засвидетельствованы. Несомненно, поселение Аликемек тепеси отражает развитый этап энеолита на территории Закавказья.

Весьма ценными для интересующего нас вопроса являются костные остатки из раскопок Аликемек тепеси. В отличие от поселений культуры Шому-тепе, в Аликемек тепеси в процентном отношении первое место занимают кости быков—43,3%, второе—мелкого рогатого скота—35,2%, третье—кости лошадей—7,5%, четвертое—кости свиней—6,1%. Кости собак составляют 2,6%, кости диких животных менее 5%.

В Аликемек тепеси выявлено несколько черепов быков с рогами крупных размеров. Длина рогов большой кривизны достигает 690 мм. По форме они полукруглые, концы их обращены друг к другу. Эти признаки довольно четко отличают быков Аликемек тепеси от неолитических быков Гобустана, изображенных на скалах. Рога гобустанских быков обращены вверх и вперед.

Для изучения истории развития скотоводства данные Аликемек тепеси дают возможность более конкретно подойти к вопросам, связанным с domestикацией и разведением лошади Переднеазиатско—Кавказского мира. Известно, что ни в одном из раннеземледельческих поселений Южного Кавказа не были отмечены кости как домашних, так и дикой лошади. В этом аспекте приобретают значение находки костей лошади, видимо, домашней в Сналке (Иран).

Принадлежность костей из Аликемек тепеси домашней лошади очевидна не только в том, что в процентном отношении они занимают третье место среди костных остатков, но и наличием двух пород лошадей. Археологическая датировка Аликемек тепеси—середина IV тыс. до н. э.—хорошо вписывается в хронологическую колонку памятников Азербайджана и Закавказья.

В совокупности памятники культуры Шому-тепе и Кюльтепе характеризуют энеолитический этап развития, в хозяйстве которого скотоводство наряду с земледелием составляло основу экономики местного населения. Сложившаяся форма производящего хозяйства данного времени не может рассматриваться только как результат процесса, происходившего лишь на основе местных компонентов. Многие черты материальной культуры, а также погребального обряда ряда районов Закавказья V—IV тыс. до н. э. предполагают культурное воздействие и возможности расселения отдельных племен из сопредельных областей. Такому положению не противоречат и некоторые данные, связанные с древнейшим скотоводством Закавказья.

Сектор археологии
и этнографии

Поступило 15. I 1977

И. Г. Нариманов

ЗАГАФГАЗИЈАДА ЕРКӘН МАЛДАРЛАРЫН ТАРИХИНӘ ДАИР

Мәғаләдә Загафгазијада еркән малдарлығын тарихиндән бәһс олунур. Ерамыздан әввәл V—IV минилликләриндә аңд абидәләрин остеоложи материалын 90 фанзиндән чохуну ел һејванларынын сүмүкләри тәшкил едир.

Күр чајынын орта ахынында Шомутәпә, Гаргалар тәпәси вә Бабадәриншдә хырда бујнузлу һејванларын сүмүкләри тапылмыш вә ики өкүз вә ики ит чинсинин варлығы мүүјјән едилмишдир.

Хәзәр дәһизинин чәлүб-гәрбиндә Әликемәк тәпәсиндә өкүз сүмүкләри үстүнлүк тәшкил етмиш, икинчи јери хырда бујнузлу һејван, үчүнчү—ат, дөрдүнчү—донуз сүмүкләри тутмушдур. Ики ат чинсинин варлығы мүүјјән едилмишдир.

Мөһчүд материал көстәрилән дөврдә һејвандарлығын Загафгазијада кениш ички-шафыны тәсдиг едир.

I. G. Narimanov

OT THE HISTORY OF THE EARLY CATTLEBREEDING IN TRANSCAUCASUS

The bones of domestic animals are above 90 per cent of the osteological materials of the settlements dating from the fifth fourth millenium B. C.

The bones of small cattle predominate in Shomu-tepe, Toire-tepe, Gaegalar tepesi, Babadervish on the middle of the Kura River.

Two breeds of oxen and dogs are identified.

The bones of oxen predominate in AlIkemek tepesi in the South-Western part of the Caspian Sea (the middle of the fourth millenium B. C.); small cattle is the second, horse is the third, and pig is the fourth. Two breeds of horse are identified.

The available material testifies to a highly developed cattlebreeding among the inhabitants of Transcaucasus of the period in question.

АРХИТЕКТУРА

Р. МАМЕДОВА

ОБ ОДНОЙ ПРОБЛЕМЕ МУГАМНОГО ПРИНЦИПА МЫШЛЕНИЯ

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

Одной из важнейших проблем мугамного принципа мышления—мугамности—является проблема мугамно-ладовой функциональной системы.

Понятие мугамно-ладовой функциональной системы—сложное, вбирающее в себя несколько аспектов, а главнмсе, как и всякая система, прежде всего процессуальное, динамическое. Как связаны в данном контексте мугам и лад? Не употребляются ли они как синонимы?

Во-первых, корень слова мугам дает несколько ростков: мугам—это народно-инструментальный и вокальный жанр (разновидности его—дестгах и ритмический мугам), внутри которого существует мугамная форма, включающая в себя и форму-схему и форму-процесс—мугамный принцип развития музыкального материала. Мугамность—не только жанровые признаки мугама, а шире—один из „уровней“ системы национального мышления, сложившейся на „вершинах мысли и душевной глубины“ (Асафьев), в эпоху азербайджанского ренессанса (IX—XII вв.). (Вероятно, такое значение и имел в виду Уз. Гаджибеков, определяя мугамность как „мугамный стиль“ в азербайджанской музыке).

Во-вторых, мугам—„средство сохранения звуковой системы“ (В. Середя); именно в мугаме в откристиаллизованном стройном виде представлена вся азербайджанская ладовая система, складываемая веками, все тончайшие нити, связывающие лады друг с другом. Так, М. С. Исмаилов даже родство ладотональностей выводит на основе мугамного развития¹. Системной установкой в соотношении мугама и лада, обусловленной координацией лада в мугамном развитии является эстетический принцип канонизации.

¹ Проблема лада в азербайджанской музыке получила свое классическое разрешение в труде Уз. Гаджибекова „Основы азербайджанской народной музыки“ (Баку, 1957 г.). Непосредственным продолжением идей Уз. Гаджибекова оказались труды М. С. Исмаилова. Словарь А. Бадалбеги является ценным не только своим „просветительским“ складом, но и исследовательским, поскольку в словаре можно найти множество деталей, интересных конкретностей по поводу каждого мугама. Кроме того, проблемы лада так или иначе затрагиваются во многих работах азербайджанских исследователей.

Эстетический принцип канонизации в мугаме—прямое отражение специфики лада² в азербайджанской музыке (шире—восточной), являющемся конкретно-тематическим интонированием, скрепленным строгой рамкой ладовых устоев. Это является распространенным мнением о ближневосточных музыкальных культурах, но, тем не менее, для ясности приведу пример. В основе своеобразия ладовыражения лежит индикация лада. Например, „индикатором лада“ (Л. Мазель) в европейской мажоро-минорной системе является терция от тоникки—большая либо малая, аналогично—мажорная, минорная. В азербайджанской музыке единичный интервал не способен передать характерность лада, поэтому индикатором его является определенная мотивная ячейка (каденции—„индикаторы“ были впервые обобщены Уз. Гаджибековым).

Так, тот же интервал малой терции от тоникки специфичен и для лада „Сегях“ и лада „Чаргах“, „Шуштер“. Или, кварта от тоникки есть в каденции лада „Раст“ и „Баяты-Шираз“. Подобно тому как терция в звукорядах европейских музыкальных культур „не играя“ столь большой опорной, функционально-логической роли, как верхний и нижний устон... „высвобождается“ для своеобразной эмоциональной „окраски“ лада“ (Л. Мазель), и в азербайджанских ладах эстетически важной, значимой становится определенная опевающая попевка тоникки лада—мелодическая ячейка лада. Этот основополагающий принцип индикации лада в ладовой азербайджанской системе служит главным выразителем ее самобытности³.

„Символична“ тема побочной партии в первой фантазии Уз. Гаджибекова. Моцартовский трансформированный мотив⁴ ктк бы поставил все точки над „і“ в проблеме освоения западно-европейского тематизма: тема сонаты Моцарта строится по мажорному тоническому трезвучию. (Пример 1а).



Пример 1 а



Пример 1 б

² В. Середя, например, объединяющим признаком этих культур считает сохранение звуковой системы... через особым образом систематизированный и обобщенный тематический материал, через системы устойчивых тематических образований. „Основные компоненты музыкальной системы“. В сб. ст. „Вопросы теории музыки“. М., 1975, вып. 3.

³ Конечно, мажорная и минорная терция не просто интервальная связь тонов, а веками кристаллизовавшийся интонационный процесс и, тем не менее, противопоставление здесь интервала и мелодической „фразы“ очевидно.

⁴ Как известно, Уз. Гаджибеков в первой фантазии использовал тематизм моцартовской до-мажорной сонаты № 15.

Побочная тема в первой фантазии Уз. Гаджибекова—по звукам самой типичной попевки—формулы лада „Чаргах“. (Пример 16). И там и здесь—опора тематизма на самые яркие определители ладов, но, если в первом случае основа функционально-гармоническая, то во втором—функционально-мелодическая.

Интересны противоположные мнения исследователей по поводу „мугама—лада“ и „мугама—жанра“ (И. И. Рыжкин). Так, на „диффузное, промежуточное состояние“ восточных мугамов указывает Л. Мазель, считая, что в них „понятие лада обнаруживает точки соприкосновения с понятием жанра“⁵. Противоположно утверждение И. Я. Рыжкина: „мугам—лад во многом независим от мугама—жанра“⁶. Во многом, но не в главном: именно в жанре мугама (не в произведении с жанровыми признаками мугама, а именно в жанре мугама, имеющем всю определенную мугамную форму) последовательно и всесторонне раскрываются возможности каждого лада, его ладо-тональные связи, многообразие семантики, вырастающее в мугаме—в драматургию произведения.

И именно синтез мугамно-ладовой драматургии с азербайджанской функциональной семиладовой системой и означает мугамно-ладовую функциональную систему⁷.

О такой последовательности раскрытия возможностей лада в мугаме говорит и М. С. Исмаилов: (как известно, разделы мугамов в своем ладоинтонационном развитии базируются на опевании той или иной опорной устойчивой ступени, которая и становится переменной тоникой) „в танцевальных мелодиях, песнях, ренгах и теснифах встречаются опевания лишь некоторых из опорных звуков (1—2), причем, они опеваются не последовательно ... опевание всех опорных звуков лада в последовательном порядке относится ... ко всем ... мугамам“⁸.

Итак, лад в азербайджанской музыкальной культуре является „строго регламентированной ... системой и последовательностью переменных тоник, смысловым значением этих смен как своего рода „тональных циклов“⁹ (разр.—М. Р.).

Наиболее своеобразным моментом здесь является строгая регламентированность тоникальности. Так, переменность функций существует и в европейской музыкальной системе. Однако каждое произведение мажоро-минорной системы совершенно самостоятельно в выборе ладо-тональностей в процессе своего драматургического развития. В азербайджанской музыке подобное смещение ладового центра „строго регламентировано“ в конкретном произведении—мугаме. Иными словами, если в европейской музыке ладомодуляционных планов столько же, сколько существует произведений и форм, то в азербайджанской таких произведений семь¹⁰.

⁵ О путях развития языка современной музыки. „Советская музыка“, 1965, № 6.

⁶ И. Я. Рыжкин. Некоторые особенности развития национальных музыкальных культур. „Сообщения Института истории искусств“, 1959, № 15, стр. 16.

⁷ Напомним о гаджибековских „правилах“ сочинения на основе каждого лада и о том, что названия ладам Уз. Гаджибеков дал по названиям мугамов. Факт „прижившийся“, но глубоко значительный.

⁸ М. С. Исмаилов. Ладовые особенности азербайджанской народной музыки. Уч. зап. Азерб. гос. консерватории, 1969, № 2, стр. 9.

⁹ А. Юсфин. Особенности формообразования в некоторых видах народной музыки. В кн.: „Теоретические проблемы музыкальных форм и жанров“, стр. 135—136.

¹⁰ Напомню, что имеется в виду только мугамное творчество.

Сравнение не является преувеличением, поскольку мугам—классический канонизированный образец¹¹. Канонизированы даже ладотональности мугама: До—„Раст“, Ре—„Сегях“, Ми—„Шур“ и т. д. Однако своеобразным „каноническим“ выражением является и тонико-доминантовое соотношение тем в форме классического сонатного allegro; в всеобщей музыкальной практике существует множество форм, предполагающих свои „формулы“ ладового движения. Однако ладофункциональный контраст не является в них синонимом интонационно-ладовой драматургии: сонатная форма может быть и в мажоре и в миноре, а функция доминанты, например, может быть заменена тональностью третьей ступени, тогда как ладофункциональный контраст в мугаме предполагает конкретный ладотональный план, который и есть собственно мугамная драматургия. Между тонической и доминантовой сферами много побочных отклонений и модуляций, в мугаме же вся модуляционная сетка ладотонального развития „закодирована“.

Проблема мугамно-ладовой драматургии требует разрешения бесчисленного множества самых разнообразных вопросов. Наиболее неотложными, пожалуй, являются те, которые должны раскрыть неповторимость, яркую индивидуальность драматургии каждого мугама¹².

В статье, разумеется, нет ответа на одну из важнейших проблем мугамного принципа мышления—на проблему мугамно-ладовой функциональной системы. Однако постановка ее позволяет по-новому взглянуть на азербайджанскую народную музыку и еще раз убедиться в самоценности азербайджанской функционально-ладовой системы и тех неиспользованных и нераскрытых уникальных качествах, которые заложены в ней.

Институт архитектуры и искусства

Поступило 28. II 1977

Р. Мамедова

ТӘФӘККУРҮН МУҒАМ ПРИНЦИПИН БИР ПРОБЛЕМИ ҲАҒҒЫНДА

Муғам принципини эн муһум проблемларинден бири муғам-мәғам проблеминин функционал системи һесап олунур. Бу мәфһумун мәзмуну һәр шейдән әввәл просессуал характер дашыыр. Белә ки, о муғаматын инкишафында мәғамын муһум координатларыны өзүндә синтез едир. Бу исә Азәрбајҗан муғамларынын канонизасијасында естетик принциплә мурјән олунур.

R. Mamedova

PROBLEM OF MUGAM PRINCIPLE OF THINKING

This article is devoted to one of the major problem of the mugam principle of thinking—to mugam-ladov functional system.

The study of this problem is closer to the thouse of unexposed unique qualities which are laid in the mugam creative work.

¹¹ Однако канон в мугаме не есть принципиальная изолированность явления, а трактуется как норма мышления азербайджанской музыки.

¹² Думается, что решение проблем мугамно-ладовой драматургии уяснит более крупные, глобальные проблемы эстетического значения; „эмансипацию“ азербайджанских ладов (например, „Забул“—от „Сегях“ и „Хумаюн“—от „Шустер“ и т. д.).

МҮНДӘРИЧАТ

Ријазиијат

- Ф. Г. Магсудов, Е. Е. Пашајева. 4-чү тәртіб өз-өзүнә гошма олмајан дифференциал операторун махсуси функцијаларына көрә жарым охда дерд-
гат ајрылыш 3
- Е. Н. Ејвазов. $H_a + q(x)$ оператору үчүн сәпилмә мәсәләсинин һәлләри
үзрә ајрылыш 8

Жарымкечиричиләр вә диелектриклар физикасы

- М. И. Әлијев, А. З. Данибов, И. А. Исмајлов. $Cd_{0.1}Hg_{0.9}Te$
күчлү гејри-параболиклијин мәһфи магнит мугавимәтинә тәсири 12

Физика

- И. Н. Чәфәров, С. Ф. Султанов. Нејтрал зәиф чәрәјанларын
гурулушуна даир 15

Механика

- Ј. Ә. Әмәнзадә, Ибраһим Әлтаһир Мәһәммәд
Мәһәммәд. Ексентрик еллиптик дешикли сонсуз золағын таразлыгы 21

Тәтбиги механика

- В. Г. Сәркисов, И. И. Семјонова. Далғаларын гидротехник
гургулара динамик тәсири һаггында 26

Биофизика

- Х. М. Гасымов, А. Ф. Кожокару, В. В. Перелыкин,
Ш. В. Мәммәдов. Үзви селен бирләшмәләринин митохондриләрин тәнәф-
фүс јолуна тәсиринин тәдиги 30

Үзви кимја

- К. Н. Нәсәнов, С. М. Әлијев, В. С. Әһмәдов, Р. Ә. Чә-
фәрова, М. М. Исмајлов. Үчметил *n*-изопропенилфенокс гала-
јын синтези вә тәдиги 35

Физики кимја

- М. Ә. Мәрданов, А. П. Мәммәдов, В. Р. Мардухајев,
М. А. Нәчәфова, Е. Ј. Салајев. Аммонийун бә'зи хлоридләриндә
ионлу шуаланма илә индуксијаланмыш ЕПР спектрләри 38

Кеокимја

- А. М. Дадашов, И. С. Гулијев, Ј. Б. Галант. Бөјүк Гафга-
зын чәнуб јамачынын колчедан-полиметал јатаглары газларынын кеокимјәви сә-
чијјәсинә даир 42

Ботаника

- В. Г. Гәзәнфәрова. *Minuartia L., elisanthe (fenzl) reichb. (cary-*
ophyllaceae Juss.) вә *phellipaea Desf. (orobanchaceae Lindl.)* чинсләринин Нахчыван
МССР-и флорасы үчүн јени нөвләри 46

Биткиләрин анатомијасы

- В. Х. Тутајуг, М. К. Мустафајева. Азәрбајжан ардычлары-
нын өртүк комплекси вә ағызчыг аппараты 48

Торпагшүнаслыг

- С. Ә. Әлијев, М. М. Нүсәјнов. Дағ-гара торпагларында фермент-
ләрин активлијинин фәсилләр үзрә динамикасы 53

Археолокија

- И. Н. Нәриманов. Загафгазијада еркәи малдарларын тарихинә даир 56

Ме'марлыг

- Р. Мәммәдова. Тәфәккүрүн муғам принципинин бир проблеми һаг-
гында 60

СОДЕРЖАНИЕ

Математика

- Чл.-корр. Ф. Г. Максудов, Э. Э. Пашаева. Четырехкратное разложение по собственным функциям несамосопряженного дифференциального оператора 4-го порядка на полуоси $[0, \infty)$ 3
- Э. Г. Эйвазов. Разложение по решениям задачи теории рассеяния для оператора $H_\alpha + q(x)$ 8

Физика полупроводников и диэлектриков

- Чл.-корр. М. И. Алиев, А. З. Данбов, И. А. Исмаилов. О влиянии сильной непараболичности на отрицательное магнитосопротивление в $Cd_{0,1}Hg_{0,9}Te$ 12

Физика

- И. Г. Джафаров, С. Ф. Султанов. К вопросу о структуре нейтральных слабых токов 15

Механика

- Акад. Ю. А. Амензаде, Ибрагим Эльтахер Мухаммед Мухаммед. Равновесие бесконечной упругой полосы с эксцентрическим эллиптическим отверстием 21

Прикладная механика

- В. Г. Саркисов, И. И. Семенова. О динамическом воздействии волн на гидротехническое сооружения 26

Биофизика

- Х. М. Касумов, А. Ф. Кожокару, В. В. Перелыгин, Ш. В. Мамедов. Исследование действия органических соединений селена на дыхательную цепь митохондрий 30

Органическая химия

- К. Г. Гасанов, С. М. Алиев, В. С. Ахмедов, Р. А. Джафарова, М. М. Исмаилов. Синтез и исследование триметил (*n*-изопропенилфенокс) олова 35

Физическая химия

- Чл.-корр. М. А. Марданов, А. П. Мамедов, В. Р. Мардухаев, М. А. Наджафова, Э. Ю. Салаев. Спектры ЭПР-центров, индуцированных ионизирующим излучением в некоторых хлоридах алкиламмония 38

Геохимия

- А. М. Дадашев, И. С. Гулиев, Ю. Б. Галант. К геохимической характеристике газов колчеданно-полиметаллических месторождений южного склона Большого Кавказа 42

Ботаника

- В. К. Казанфарова. Новые виды из родов *Minuartia* L., *Ellsanthe* (Fenzl) reichb. (*Caryophyllaceae* Juss.) и *Phellipaea* Desf. (*Orobanchaceae* Lindl.) для флоры Нахичеванской АССР 46

Анатомия растений

- Акад. В. Х. Тутаяк, М. Г. Мустафаева. Покровный комплекс и устьичный аппарат у можжевельников Азербайджана 48

Почвоведение

- Чл.-корр. АН Азерб. ССР С. А. Алиев, М. М. Гусейнов. Сезонная динамика ферментативной активности в горных черноземах 53

Археология

- И. Г. Нариманов. К истории древнейшего скотоводства Закавказья 56

Архитектура

- Р. Мамедова. Об одной проблеме мугамного принципа мышления 60

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

1. В «Докладах Академии наук Азербайджанской ССР» помещаются краткие сообщения, содержащие законченные, еще не опубликованные результаты научных исследований, имеющих теоретическое или практическое значение.

В «Докладах» не публикуются крупные статьи, механически разделенные на ряд отдельных сообщений, статьи полемического характера без новых фактических данных, статьи с описанием промежуточных опытов без определенных выводов и обобщений, работы непринципиальные, описательного или обзорного характера, чисто методические статьи, если предлагаемый метод не является принципиально новым, а также статьи по систематике растений и животных (за исключением описания особо интересных для науки находок).

Статьи, помещаемые в «Докладах», не лишают автора права последующей публикации того же сообщения в развернутом виде в других изданиях.

2. Поступающие в «Доклады» статьи рассматриваются Редакционной коллегией только после представления их академиком по специальности. Каждый академик может представить не более 5-ти статей в год.

Статьи членов-корреспондентов Академии наук Азербайджанской ССР принимаются без представления.

Редакция просит академиков при представлении статьи указывать дату получения ее от автора, а также наименование раздела, в котором статья должна быть помещена.

3. В «Докладах» публикуются не более трех статей одного автора в год.

4. В «Докладах» помещаются статьи, занимающие не более четверти авторского листа — около 6—7 страниц машинописи (10 000 печатных знаков), включая рисунки.

5. Все статьи должны иметь резюме на английском языке; кроме того, статьи, написанные на азербайджанском языке, должны иметь: резюме на русском языке и на оборот.

6. В конце статьи должны быть указаны название научного учреждения, в котором выполнена работа, и номер телефона автора.

7. Опубликование результатов работ, проведенных в научных учреждениях должно быть разрешено дирекцией научного учреждения.

8. Статьи (включая и резюме), должны быть напечатаны на машинке через два интервала, на одной стороне листа и представляются в двух экземплярах. Формулы должны быть вписаны четко и ясно, при этом прописные буквы должны быть подчеркнуты (черным карандашом) двумя черточками снизу, а строчные — сверху, букву греческого алфавита надо обводить красным карандашом.

9. Цитируемая в статье литература должна приводиться не в виде подстрочных сносок, а общим списком (в подбор), в алфавитном порядке (по фамилии автора), в конце статьи с обозначением ссылки в тексте порядковой цифрой. Список литературы должен быть оформлен следующим образом:

а) для книг: фамилия и инициалы автора, полное название книги, номер тома, город, издательство и год издания;

б) для статей в сборниках (трудах): фамилия и инициалы автора, название статьи, название сборника (трудов), том, выпуск, место издания, издательство, год, страница;

в) для журнальных статей: фамилия и инициалы автора, название статьи, название журнала, год, том, номер, (выпуск), страница.

Ссылки на неопубликованные работы не допускаются (за исключением отчетов и диссертаций, хранящихся в научных учреждениях).

10. На обороте рисунков должны быть указаны фамилия автора, название статьи и номер рисунка. Отпечатанные на машинке подписи к рисункам представляются на отдельном листе.

11. Авторы статей должны указывать индекс статьи по Унифицированной десятичной классификации (УДК) и прилагать реферат для «Реферативного журнала».

12. Авторы должны избегать повторения одних и тех же данных в таблицах, графиках и в тексте статьи.

Ввиду небольшого объема статей выводы помещаются лишь в необходимых случаях.

13. В случае представления двух или более статей одновременно необходимо указать желательный порядок их помещения.

14. Корректур статей авторам как правило не посылается. В случае посылки корректуры допускается лишь исправление ошибок типографии.

15. Редакция выдает автору бесплатно 15 отдельных оттисков статьи.

Сдано в набор 26/VIII 1977 г. Подписано к печати 3/XI 1977 г. Формат бумаги 70×108^{1/16}. Бум. лист. 2,13. Печ. лист. 5,95. Уч.-изд. лист. 5,21. ФГ 19807. Заказ 658. Тираж 691. Цена 40 коп.

Издательство «Элм». 370073. Баку-73, проспект Нариманова, 31, Академгородок, Главное здание.

Типография «Красный Восток» Государственного комитета Совета Министров Азербайджанской ССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. Баку, ул. Ази Асланова, 80.

